

SZAKDOLGOZAT

BAGHY BÁTOR ISTVÁN

KAPOSVÁR

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

Mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak

**Precíziós technológiák alkalmazásának hatása egy
növénytermesztő gazdaság termelésére**

Belső konzulens:

Dr. Lukács Aurél István
egyetemi docens

Belső konzulens intézete/tanszéke:

Műszaki Intézet

Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

Készítette:

Baghy Bátor István (DY43EU)
Nappali tagozat

Kaposvár

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. Szakirodalmi áttekintés	6
2.1. Mi az a precíziós gazdálkodás?	6
2.2. Indulás és helyzetkép	7
2.3. Autonóm járműirányítás	8
2.4. GNSS technológiák	9
2.5. Műholdas segítség és szatelitképek	9
2.6. Drónok a mezőgazdaságban	11
2.7. Tápanyagvizsgálat	13
2.8. Alkalmazás a növénytermesztésben	14
2.9. A felhasználók lehetőségei	16
3. Anyag és módszer	19
3.1. Az adatgyűjtés módszere	21
3.2. Saját vizsgálat	22
4. Eredmények	26
5. Következtetések és javaslatok	34
6. Összefoglalás	36
Irodalomjegyzék	38
Folyóirat források	38
Könyvek	40
Internetes források	40
Ábrák forrásai	42
Táblázatok forrásai	42
Mellékletek	43
1. melléklet	44
2. melléklet	46
3. melléklet	48
4. melléklet	50
5. melléklet	51
6. melléklet	52
7. melléklet	53
8. melléklet	54
9. melléklet	55
10. melléklet	56

11.	melléklet	57
12.	melléklet	58
13.	melléklet	59
14.	melléklet	60
15.	melléklet	61
16.	melléklet	62
17.	melléklet	63
18.	melléklet	64
19.	melléklet	65
Köszönetnyilvánítás		66
Egyéb kötelező melléletek		67
1.	Konzulensi nyilatkozat	67
2.	Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről	68

1. BEVEZETÉS

Korunk mezőgazdasága jelentős átalakulásokon ment és megy keresztül mind a mai napig. A növekvő élelmiszer igények és minőségi elvárások már aligha teszik lehetővé, hogy 10-20 éves lemaradásokkal boldogulni tudjon az ágazatban egy gazdaság. Folyamatos technikai fejlődésre és tanulásra van szükség, hiszen hosszútávon a termelésbe vont területeken csak így lehet fenntarthatóan, magas színvonalon növénytermesztést folytatni. Hagyományok és megszokások helyett információk és műholdképek kerülnek előtérbe. Szakértő szemmel a gazda már nem lóhátról, hanem drónfelvételekről és hozamtérképekről hoz döntéseket. A mezőgazdaságban használt informatikai eszközök input megtakarítást és hozamnövekedést eredményeznek. Ezzel pedig a rendszer fenntarthatóbbá válik. Nem megszokások vezérlik a művelőt, hanem meghatározott mennyiségek. A kijuttatásnál szakaszoló rendszerek, míg a talajelőkészítés és ápolásnál robotvezérlésű technológiák szolgálják a gazdaságok kényelmét és kiadásaik mérséklését.

Ezen szempontok alapján került előtérbe a precíziós gazdálkodás az elmúlt évtizedekben. Számos országban a növénytermesztéssel foglalkozó cégek és gazdaságok már jelentős előnyre tettek szert, mert hosszú ideje ilyen formán folytatják termesztői munkájukat. Hazánkban azonban elmondható, hogy még sokan kétkedve fogadják az újításokat. A többség esetében még nem történt generációváltás, így az előző rendszer és iskolázottság alapján megszerzett tudásukkal természetnek. Az új technológiák alkalmazásának információi csak minimálisan jutnak el hozzájuk és ezáltal nincs kellő bizalom a kipróbálásukra. Annak ellenére, hogy már magyar nyelven is olvashatóak a szakirodalmakban a precíziós gazdálkodás eredményei, illetve néhány nagyobb gazdaság már akár több éve sikeresen használja, még nem mutatkozik általános érdeklődés és nyitottság a téma iránt.

Annak vizsgálata, hogy egy precíziós eszközöket már használó cég termelésére milyen hatásokkal vannak az ilyesfajta technológiák már egyetemi tanulmányaim során körvonalazódtak bennem. Mostani szakdolgozatommal lehetőségem nyílt, hogy egy konkrét gazdaság tekintetében vizsgálhassam a témát. A növénytermesztés munkafolyamataiban a precizitás nem csak anyagi kérdés, hanem fenntarthatósági is, hiszen a termőföldek adottságainak hosszútávú megőrzése az élelmezés miatt létkérdés. A fejlődési lehetőségek ismerete az idősebb gazdagenerációt nem motiválja olyan mértékben, mint a fiatalabbakat, emellett az újítások eredményességét fenntartásokkal fogadják, ezáltal nyitottságuk is visszafogottabb mértékű.

Célomként a szakdolgozatomban összegyűjtött információkkal, valamint a kiválasztott vállalkozás hiteles bemutatásával szeretnék egy átfogó vizsgálatot készíteni, hogy ezáltal a precíziós irányba történő fejlődés pozitív eredményessége alátámasztást nyerjen.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Mi az a precíziós gazdálkodás?

A precíziós gazdálkodás alapja a modern technológiák alkalmazása az összes - különböző részekből álló - munkafolyamat során. A technológiák biztosítják ezeknek a területeknek az azonosítását, valamint az ezekkel járó változások kezelését. Ez lehetővé teszi a gazdák számára, hogy a vetőmagokat, műtrágyákat és növényvédő szereket hatékonyan tudják felhasználni, és ezzel növekedést érjenek el a hozam terén is. Megérzésre és a szerencsére egyre kevésbé bízol dolog hagyatkozni. Ehelyett a technológia nyújt lehetőséget, hogy számadatok alapján olyan döntéseket hozzanak, amik az erőforrások ésszerűbb felhasználását is elősegítik a környezet védelmével párhuzamban. (OneSoil/Blog 2018-2023, Szávai 2021)

Míg régen még azzal az ismerettel sem rendelkezett a gazda, hogy miként szükséges zónákra osztani a szántóföldet, és a zónákban hogyan kell a különböző környezeti faktorokat figyelembe venni, ma már a talajok és a növények állapotáról hatalmas mennyiségű információ úgyszólván azonnal hozzáférhető. Rendelkezésre áll az a technikai infrastruktúra is, amely alkalmazni tudja ezeket az ismereteket a döntéstámogatáshoz. A gazdálkodóknak lehetőségük nyílik az adott zóna tényleges állapotának megfelelően kezelni a vetett kultúrát. (Horváth 2021)

A következő néhány évtizedben dinamikusan növekedni fog az agrártermékek iránti kereslet, ezt pedig hatékonyabb termeléssel lehet megfelelően kielégíteni. Fontos eszköze ennek a precíziós gazdálkodás. A precíziós mezőgazdasági technológia, a gépesítés és agrárinformatika fejlesztése jelentős fejlődésen ment keresztül az elmúlt időszakban. A fejlődés eredményeként a rengeteg digitális eszköz és szoftver közül ma már hazánkban is jelentős választék tárul a gazdálkodók elé. Az agrárdigitalizáció elősegíti a stabilitást és a kiszámíthatóságot, növeli a termelési hatékonyságot, ezzel pedig a versenyképesség és magasabb jövedelemszint terén is hatalmas változást eredményez. A precíziós gazdálkodás ma már elengedhetetlen a versenyképes mezőgazdasági termelés tekintetében. (Erdeiné 2020, Szávai 2021)

2.2. Indulás és helyzetkép

A precíziós technológia elsők között az USA-ban, Ausztráliában és Európában terjedt el. Később kezdték felhasználni és elfogadni egyes ázsiai országokban, valamint Brazíliában és Argentínában is. Az amerikaiaknál kezdetben a hozamtérkép és a differenciált műtrágya kijuttatás került alkalmazásra, manapság pedig a robotkormányzásé a legkiemelkedőbb piaci részesedés. Kukorica és szója termesztésben 2006-ban már a területek 40%-án végeztek hozamtérképezést, a differenciált kijuttatás pedig 8 és 12%-ban alkalmazták. (Kemény és mtsai, 2017)

A technológiát az 1990-es évek elején kezdték el alkalmazni a jövedelmezőség növelése és a növénytermesztésen alapuló rendszerek káros környezeti hatásának csökkentése végett. Kevés bizonyíték van azonban arra, hogy a precíziós technológia széleskörű gazdasági és környezeti előnyeit, mint sok más mechanikai rendszer előnyét, nem csak a nagy gazdaságok élvezik, melyek fix költségeiket sok hektárra tudják felosztani és emellett még a munkaerő költségeiket is csökkenteni tudják vele. (Bruno és John, 2020)

Kimutatások alapján 1996-ban a talajtérképezés volt az első elem, ezt követte a tájékozási rendszerek megjelenése és a termésmonitorozás 1997-ben. A változó mennyiségű kijuttatás 1999-ben a változó adagolású műtrágya kijuttatással, 2002 pedig a változó mennyiségű vetéssel vette kezdetét. Az utolsó technológia, amely 2005-ben jelent meg, az automatikus szakaszvezérlés. A megjelenésüktől ezek rendszeres, de eltérő ütemű növekedést mutattak. Két csoport különíthető el, a gyors terjedésűek (irányítórendszerek, hozamtérképezés) és a lassú terjedésűek (talajtérképezés, változó mennyiségű műtrágyázás és vetés). 2016-ban az automatikus szakaszvezérlés megközelítette a hozamtérképek felhasználási arányát, vagyis a gazdálkodók 60%-a használt ilyen rendszereket. A lassú terjedésű technológiákból körülbelül minden harmadik gazdaság használt talajtérképezést és változó dózisu műtrágyázást, minden ötödik pedig a változó mennyiséggel történő vetést. (Benjamin, 2021)

Tóth (2016) megállapítja, hogy az agrárinformatika dinamikus fejlődést mutat az elmúlt években. A mindennapok részévé vált, hogy a hagyományos termesztésbe innovációkat és új trendeket vontak be. Kiemelte, hogy a már rendelkezésre álló adatok felhasználása azért szükséges, mert kevesebb energiaráfordítással nagyobb eredmények vagy alacsonyabb környezetterhelés érhető el. A mezőgazdasági célokat szolgáló földmérés és távérzékeléses

adatgyűjtés, valamint ezek kiértékelése legfőképpen optikai és radarszenzoroktól származó űrfelvételek segítségével és/vagy légifotókkal történnek.

2.3. Autonóm járműirányítás

Egy teljesen autonóm terepi járműirányítási rendszerről akkor beszélhetünk, ha két feltétel egyszerre teljesül, tehát a rendszernek teljesen terepinek és autonómnak is kell lennie. Teljesen autonómnak akkor tekintjük a járműirányítási rendszert, ha működéséhez emberi közreműködésre nincs szükség, még felügyeleti szinten sem. Az irányítási rendszernek bármilyen olyan feladatot végre kell hajtania (ideértve az akadályok kikerülését vagy a terepakadályokon történő áthaladást is), amit egy tapasztalt vezető az adott járművel képes lenne végrehajtani, és ami a jármű kialakításának szempontjából rendeltetésszerű működésnek tekinthető. Az értelmezéshez a szerzők példának hozzák, hogy a John Deere 8R típusú traktor szériájából a legújabbat a gyártó „teljesen autonóm” megnevezéssel látta el. A traktor egy adott mezőgazdasági területen képes valamennyi technológiai folyamathoz kapcsolódó feladat autonóm elvégzésére, azonban, ha váratlan akadályba ütközik, megáll, és a kezelő – akár távoli – beavatkozásáig nem halad tovább. A döntést, hogy az adott akadályon át lehet-e haladni vagy ki kell kerülni azt, a kezelő hozza meg. Ezzel a teljes autonómítás nem valósul meg, mivel az akadály elkerülésének szükségességét egy hagyományos traktor vezetője képes eldönteni, így ezt egy valóban teljesen autonóm járműnek is önállóan kellene meghoznia. Ezen rendszernek a mezőgazdaságban a szakképzett munkaerő növekvő költsége és a precíziós technológiák térhódítása miatt van nagy szerepe. Továbbá a vezető monoton munkavégzés aloli tehermentesítésében is szerepet játszik hiszen így a folyamatos munkavégzés biztosítottá válik. (Körmöczi és Prof. Dr. Kiss, 2022)

Az érzékelők közül az infraszenzor rossz látási viszonyok között is láthatóvá teszi a tárgyakat, akadályokat, a videokamera pedig a környezeti támpontokhoz képest határozza meg a jármű helyzetét. A kis hatótávolságú radarok és ultrahangos érzékelők a jármű közvetlen környezetét hivatottak figyelni, és az egyéb módon nem látható és észlelhető dolgokról biztosítanak helyzetképet. (V. L., 2005)

2.4. GNSS technológiák

Pálinkás (2021) alátámasztja, hogy manapság már fizetős szoftverek állnak rendelkezésre, melyek a precíziós, helyspecifikus gazdálkodást hivatottak elősegíteni. Ezek térképező modulja biztosítja a gyors, egyszerű térképezést, ami lehetővé teszi a táblák heterogenitásának vizsgálatát. Feltölthetőek GNSS adatok, talajlabortani vizsgálatok eredményei, zónatérképek és egyéb precíziós adatok is.

A mezőgazdaságban a GNSS-t területmérésre, határviták esetén pontok meghatározására és kitűzésére, valamint a GNSS-es sorvezetők alapfunkciójához használják. A legnagyobb szerepe a sorok távolságának pontos tartásában van. Mezőgazdasági sorvezetőknél elsősorban a sorcsatlakozás a lényeges, mert enélkül a gép kezelője jelentős átfedéseket és kihagyásokat tehet a táblán, aminek eredményeképp a költségek megnövekednek. A javításra a különböző matematikai algoritmusok segítségével van lehetőség.

A sorvezető GNSS-ek szoftvere nemcsak a nyers GNSS-adatokkal számol, hanem az előzményeket is figyelembe véve működik. Ilyen algoritmus a John Deere StarFire 300 GNSS-vevőkben is működik, de a Leica SmartAG GNSS-vevőkben található sorvezetőkhöz kifejlesztett GLIDE is ilyen. (Kocsis, 2024)

2.5. Műholdas segítség és szatelitképek

Mezőgazdasági felhasználásban az úgynevezett multispektrális műholdfelvételek a leghasználhatóbbak, ezek ugyanis több hullámsávban együttesen érzékelnek, ettől multispektrálisak. A műholdképek digitális feldolgozása különböző célokat szolgálhat a növénytermesztésben. Ilyen lehet a termőterület beazonosítása és annak mérése, termésbecslés, az időjárási hatások vizsgálata és a hirtelen változások vizsgálata. Már az 1992-es agrárpolitikai reform is a távérzékelést javasolta a mezőgazdaságban a támogatások ellenőrzésére, ugyanis ez a módszer objektív és egyszerű. (Dr. Axel és mtsai., 2000)

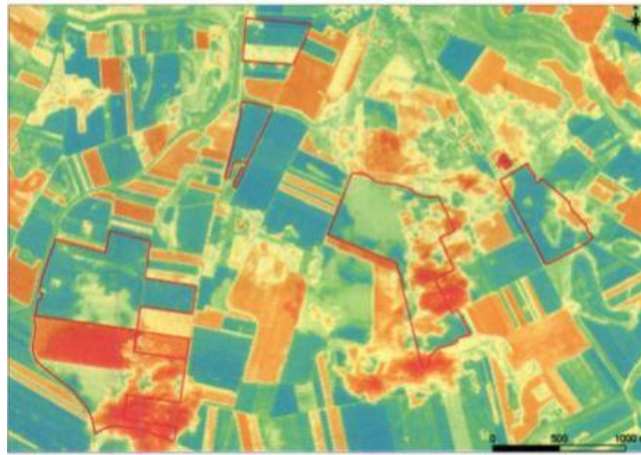
Bárdos (2019) kiemeli, hogy mérjünk minél többet. Minden zónára minél pontosabban meg kell határozni a termőképességet, amit célzott talajmintavételezésekkel biztosíthatunk. Mindig mérjünk hozamot is, amivel nagyon lényeges információk nyerhetők ki a műholdképekről. Munkatársaival már ebben az időben olyan szolgáltatás indításán dolgoztak,

mely lehetővé teszi a műholdfelvételekből valós hozamtérképek elkészítését. Szándékukban állt ezt visszamenőleg is biztosítani, hogy így a gazdáknak erre ne kelljen újabb éveket várniuk.

A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara publikált cikkében (2020) olvasható, hogy a minél nagyobb mértékű pontosság végett már műholdképek segítségével ellenőrizték a parcellahatárokat, valamint a növényállományokat.

Az új technológiák lehetővé teszik az öntözőrendszerek jobb kihasználhatóságát. A hiperspektrális szenzorok által alkotott képek lényegesen több információval szolgálnak, mint a hagyományos képek vagy az emberi szemrevételezés. (KAVOSZ, 2021.)

A mezőgazdaság munkáját segíti az ESA (European Space Agency), vagyis az Európai Űrügynökség. Több műhold által készített kép is elérhető ma már ingyenesen. Az ESA Copernicus programja által működtetett Sentinel-2 műholdpáros 5 naponta térképezi fel a Földet. Ebből fakadóan adódik az a nehézség, hogy a drónfelvételekkel ellentétben nem nyerhető belőle naponta információ. A kép készítéséhez ugyanis a műszernek át kell „látnia” több légrétegen, ami magában foglalja annak a veszélyét, hogy felhőtakarás és annak árnyékvetülete a képen kisebb területet, vagy akár pont a vizsgálni kívánt részletet teszi használhatatlanná. Ezek a felvételek 110*110 km-es földrészletet ölelnek fel, ami körülbelül egy magyarországi vármegyének feleltethető meg. 10 méteres felbontással dolgoznak, ezért egy nyers felvétel hozzávetőlegesen 0,65-1,2 Gb tárhelyet foglal el. Ha összehasonlítanánk a légi adatfelvételezéssel, arra következtethetünk, hogy minimális befektetéssel megkezdhető az űrképek felhasználása. A hozzáférés ingyenes, egy alapszintű számítógép szükséges hozzá és internetkapcsolat. A kép feldolgozásának költsége lehet nulla, vagy több millió forint, attól függően, hogy egy kivágatba belefér-e a vizsgálni kívánt terület, vagy sem. Amennyiben nem, a mozaikolásra alkalmas szoftverek ára akár többmilliós tételként jelentkezhet. Lényeges azonban, hogy nincs szükség terepi felvételezésre. Gyengébb minősége jelenthet kisebb területeken problémát, de 4 hektáros táblán már eredményesen tudták használni. Ezzel szemben a drónnal történő légifelvételezés esetében maga az eszköz is jelentős költséggel jár, ami a megfelelő akkumulátorok és a feldolgozó szoftver beszerzésével már komoly pénzügyi ráfordítást jelent. Elvitathatatlan előnye viszont, hogy nagyobb pontosságot és jobb felbontást kínál amellet, hogy kisebb területeken is nagyon jól alkalmazható. (Dr. Busznyák, 2022; Dr. Rogán és mtsai., 2021; Magyar Mezőgazdaság, 2017)



1. ábra A Sentinel-2 műholdfelvételéből számított növényi differenciált vegetációs index (NDVI) térkép (Forrás: *Mezőgazdasági Technika*, 62:37)

2.6. Drónok a mezőgazdaságban

A precíziós növénytermesztés fontos eleme a differenciált hatóanyag kijuttatás, melynek alapját a talajadatok képezik. Az eltérő ellátottsággal bíró területek helyspecifikus művelése és növényvédelme, valamint a betakarítás utáni hozamtérképek alkalmazása egyaránt fontos része a precízebb növénytermesztési munkának. A drónok ezeken a területeken kaphatnak fontos szerepet, mivel a segítségükkel feltérképezett területeken pontosabb képet kapunk a pillanatnyi állapotról, a permeteződrónokkal pedig akár képes lehet egy gazdaság 90% víz, és 50% növényvédőszer megtakarítására is. (Dr. Beleznai, 2022)

A drónok nagy felbontású fotókat és videókat készítenek a magasból, amelyeket azután elemzésre lehet küldeni a termőföldről. Ez segíti a gazdákat abban, hogy nyomon tudják követni a növények egészségi állapotát, valamint megkönnyítik a betegségek és kártevők korai diagnosztizálását, ezzel megelőzve a jelentős termésvesztéseket és -kieséseket. A légi felvételek felhasználásával készített adatok kombinálva a precíziós mezőgazdasági technológiák használatával pontosan meghatározzák, hogy mely területeken szükséges a talajjavítás, valamint hol célravezető a növények tápanyag- és vízellátását befolyásolni, és pontosan hol kell védekezni a kártevők és a betegségek termés csökkentő hatása ellen. (Lidrone, 2023)

Egy ilyen precíziós eszköz beruházása a permetező drónok esetében nettó 4-8 millió forintért egy folyamatos munkavégzésre alkalmas csomagot tartalmaz. A dróntechnológiát

használva nagyjából 15 ezer forint megtakarítás érhető el hektáronként. Ez legjelentősebben az üzemanyag, az amortizáció, továbbá a taposási kár mérsékléséből adódik. Ebből következik, hogy 500 hektáros üzemméretnél egy nagyobb méretű permetező drón - minden kiegészítőjével és az oktatással együtt vett - beruházása már 10-15 nap munkavégzéssel megtéríti a ráfordított költségeit. (Agrárszektor, 2023)

A dróntechnológia ma már komoly hozzáadott értéket képvisel a mezőgazdasági ágazatban. Számítások szerint hazánkban a permeteződrónok éves szinten akár 100 milliárdos többletbevételt eredményeznek, a taposási kár elmaradásával ugyanis 5-20%-kal nő a terméshozam. A hidas traktorokkal teljesen versenyképes a technológia, akár napi 120 hektáron is képes elvégezni a növényvédelmi munkát. Ennek ellenére vannak olyan szolgáltatók, melyek a gazdák elmondása alapján pontatlanul és csak 20-40 hektáros napi mennyiségben végzik ezt a feladatot. Így elengedhetetlen, hogy jó helyen és kezekben történjen a drónpilóták és növényvédelmi szakemberek képzése. (AgrárUnió, 2022)

Magyarországon drónnal végzett repülést a mezőgazdaságban csak a „mezőgazdasági pilóta nélküli légitármű irányítói nyilvántartásban” bejegyzett személy folytathat. Ebbe csak akkor kerül feljegyzésre valaki, ha a NÉBIH által megjelölt szervnél vizsgát tesz. A légipermetezés végrehajtása, ahogy eddig is, csak kijuttatási terv alapján történhet. Ennek hiánya büntetéssel járhat. Amennyiben a növényvédőszer okirata nem rendelkezik egyéb szabályozással, más kezelni nem kívánt kultúrától, lakott területtől, illetve nyílt vízfelületektől minimum 20 m-es védőtávolságot szükséges tartani. (Gazdálkodás, 2022)

2022-ben több akadály is elhárult a drónnal történő permetezés elől, viszont ekkor ennek végzése még mindig nem volt legális. Ekkor három akadály állt ez előtt a kijuttatási módszer előtt. Elsőként, hogy szabályszerűen alkalmazható eszköz még nem állt rendelkezésre, ugyanis nem esett át típusminősítési eljárásen sikeresen permetezésre alkalmas drón. Ezenfelül ekkor még nem indultak tanfolyamok, aminek következtében nem volt a fent említett nyilvántartásban szereplő szakember, aki végezhetne volna a kijuttatást ilyen pilótanélküli eszközökkel. Harmadik akadály pedig, hogy nem állt rendelkezésre olyan növényvédő szer, melynek kijuttatása engedélyezett lett volna ilyen módszerrel. (Agrárszektor, 2022)

2.7. Tápanyagvisszapótlás

Az AXIÁL (2021) hivatalosan publikált cikkében olvasható, hogy a Power Zone szoftver kifejlesztésével már oly mértékben segítették a tápanyag kijuttatás precíziós irányba történő elmozdulását, hogy egy adott táblán, különböző zónákra osztva változtatják a kijuttatott mennyiségeket. Ennek alapja, hogy a műholdas térképek nagy pontossággal képesek mérni a növényzet vegetációs aktivitását. Ezek ráadásul átlagosan 2-5 naponta frissülnek. A szoftver hozamtérképekkel alátámasztott információk alapján, zónákat határol le az adott táblán, majd pedig legenerálja a relatív termőképesség indexeket. Ezen információk fejében a helyspecifikus tápanyagkijuttatás már megvalósítható. Azáltal, hogy a tervezett termésszint pontosabban meghatározható egy átlagosan 10t/ha terméshozamú táblán, lesz olyan zóna, amely csak 5-7t/ha, míg máshol pedig akár 12-14t/ha kukoricaterméssel számolunk, így a tápanyag kijuttatás is ennek megfelelően kerül végrehajtásra.

Egy Trimble Power Zone által készített zónatérképet mutat be a 2. ábra.



2. ábra Elkészült zónatérkép (Forrás: Magyar Mezőgazdaság 76:16-17)

A korszerű műtrágyák használata mellett lényeges a szervesztrágyázás (az istállótrágyázás és egyéb melléktermékek: szár, növényi maradványok, szalma, zöldtrágya, komposzt stb.) talajba történő visszadolgozása az adott területre. Ez nemcsak makro-, mezo- és mikroelemeket juttat vissza, hanem mikroorganizmusokat is, ami javulást eredményez a talajok hő-, víz- és levegőgazdálkodása mellett a talajéletben is. A modern tápanyaggazdálkodás összefüggésben van a vetésváltással, az ideális elővetemény alkalmazásával és azok tápanyagtermelő hatásával (ilyen például a rhizóbium baktériumok működése). Meglehetősen kedvezőtlen, hogy országunkban nemcsak az egy hektár szántóföldre jutó NPK-műtrágya mennyisége csökkent, hanem kedvezőtlen irányba változott az N-P-K makrotápelemek aránya

is, hiszen a közel 100 kg/ha NPK-nak 71,2%-a nitrogén, és csak kis része a foszfor- és a kálium-visszapótlás, ez hosszú távon a talajok termékenységének negatív alakulását fogja eredményezni. (Dr. Sárvári és mtsai. 2017)

2.8. Alkalmazás a növénytermesztésben

A komolyabb ütemben fejlődő országokban már megjelentek azok a gazdaságok, ahol az intelligens mezőgazdaság mai tudásunk szerint legfejlettebbnek tekinthető formáját és a mezőgazdasági termelés legmagasabb szintjét valósítják meg. Ezekben a gazdaságokban az összes munkafolyamathoz teljesen újszerű érzékelőtechnológiákat alkalmaznak. Megfigyelhetik a környezetet, a növények állapotát, továbbá a különböző berendezések működési színvonalát. Az új technológiák egyike például az IoT (Internet of Things,), valamint a Big Data, az AI (Artificial Intelligence, Mesterséges Intelligencia - MI), de az ötödik generációs (5G) technológia és a robotok is ide sorolhatóak. Ezekkel a technológiákkal lehetővé válik a gazdaság összes termelési műveletének távvezérléssel való irányítása. Ehhez – természetesen - elengedhetetlen az informatikai háttér magas szintű megléte, hogy a vezérlő- és telepírányítási rendszerek működése gördülékenyen működhessen. (Lehoczki és mtsai. 2022)

A mesterséges intelligencia jelentősen fokozza a tudományos alkotómunkát azáltal, hogy lehetővé teszi hatalmas adatmennyiségek hatékony kezelését és elemzését, valamint gyors és komplex szimulációk futtatását. Ez a képesség különösen fontos azokban az ágazatokban, ahol a valós idejű adatelemzés döntő hatással lehet az eredményekre, például a precíziós mezőgazdaság és az éghajlatmodellezés területén. Az AI dinamikusán alakítja át az agrárszektor, forradalmi változásokat hozva a növénynevelés, a növénytermesztés és az élelmiszeripar területén. Az ilyen rendszerek műholdfelvételek, drónadatok, időjárás-előrejelzések és talajérzékelők adatait elemezve segítik a vetési, műtrágyázási, növényvédelmi, öntözési és betakarítási döntések meghozatalát vagy támogatását. (Pauk, Óvári 2024)

A vezetők döntéseikhez és az adminisztrációhoz is hozzájárul a modern technika, írja Dr. Fenyvesi (2021). A modern farmirányítási rendszereknek köszönhetően lehetőség van rá, hogy a vezetők aktuális információkat kérjenek be bizonyos munkaműveletekről, például üzemanyag fogyasztás, üzemóra állás, vagy a közlekedés útvonala. Az információkat lehetősége van a gépkezelőnek továbbítani, de általában már a rendszer automatizáltan rögzíti és továbbítja is a

központi bázis felé. Ez megkönnyíti a munkák szervezését, az alapanyagok beszerzésének tervezését, valamint a termelés folyamatainak döntéshozatalában is felhasználható információkhoz való hozzájutást. Lényeges, hogy a gépgyártók összhangban a szoftverkészítőkkel folyamatosan finomítják ezeket a rendszereket, ennek eredményeképp napjainkban már okos eszközökön, mint például okostelefonon, vagy tableten egyaránt elérhetőek a funkciók és kezelésükre is lehetőség van. Akár az adott táblákhoz való kinavigálás is pár érintéssel elérhető.

Ma már szinte magától értetődő a GNSS alapon működő automatizált kormányzási rendszerek használata, vagy az automatikusan szakaszoló permetezőgép termelésben való üzemeltetése. Az ISOBUS opciós munkagépek vásárlása pedig szintén nem idegen az agrárium résztvevőitől. Az automatizált rendszereken túl a zónánként történő, helyspecifikus gazdálkodásnak is egyre nagyobb a követőtábor. A hazai növénytermesztésünkben a korszerű, precíziós termesztéstechnológia használatában különbségek tapasztalhatók regionálisan, azonban általánosságban elmondható, hogy a precíziós technikai elemek - kedvező áralakulásuk révén - immár minden termelő számára elérhetőek. Napjainkban számos 100 hektár körüli területet művelő családi gazdaság is alkalmaz olyan technológiát, amely néhány évvel ezelőtt a nagyüzemek számára volt csak megvalósítható beruházás. Viniczai (2021) szerint a Digitális Agrár Stratégia (DAS) keretein belül lesz lehetőség a jövőben a továbbfejlődésre.

A vetéselőírási térkép alapján történő vetést követően nem egyértelmű, hogy a betakarított hozam a gazdálkodó számára kedvezőbb lesz. Egyértelműen kimutatható szerepe a vetőmagköltségek csökkenésében nincs a változó tőszámú vetésnek. Ezenfelül elsősorban a kedvezőtlenebb időszakokban és a heterogén termőképességű területeket vegyesen tartalmazó táblákon mutathatóak ki a helyspecifikus gazdálkodás előnyei, ahol csak korlátozott eredmények érhetők el a hagyományos műveléssel a hozampotenciálhoz viszonyítva. (Horváthné és mtsai 2020)

A legújabb technikai fejlesztések alapján az autonóm lézeralapú gyomirtó rendszer (ALWS) egy potenciális megoldást kínál a fenntartható gyomszabályozásra és irtásra. A növény merisztematikus szövetei roppant érzékenyek, és funkciójukat tekintve a növény növekedéséért felelősek. A lézeres gyomirtási technológiában a merisztémát egy intelligens látórendszer lokalizálja. Ez a rendszer képeket készít a káros növényről, és egy mesterségesintelligencia-alapú látórendszer közreműködésével különbséget tesz a gyomok és a termesztett kultúrnövények között. Végül az azonosítása után a robot gyors lézerimpulzust juttat a gyomok

merisztémájára, ami az életerejük gyengülését és végső soron elpusztulásukat okozza a nemkívánatos növényeknek. A PilatusLaser drón egy rendkívüli mezőgazdasági újítás, amely a gyomirtást forradalmasítja. Kombinálva a magas felbontóképességű kamerákat a legmodernebb számítástechnikával ez a rendszer valós időben különbözteti meg a gyomokat a haszonnövényektől, ezzel biztosítva a pontos és hatékony gyomirtást. (Agrárágazat, 2023)

Kimagasló eredmény, hogy szakaszolt kijuttatásra képes permetezővel sikerült 20 százaléknyi vegyszert megtakarítani már az első évben. A gyomirtó, rovarölő, gombaölő hatás is sokkal jobbnak mutatkozott, mint a megelőző tenyészidőszakban. A permetezés koncentráltan, pontosan történt (szó szerint idézve: „nem lett össze-vissza fújva”) és a munkát éjjel is el lehetett végezni. Az anyagiak mellett ezek voltak a gazda legmeggyőzőbb észrevételei és érvei. Az említett precíziós gazdálkodásból származó előnyök pedig a jövőben még nagyobb súllyal bírnak, hisz közismert, hogy az EU területén a felhasznált növényvédőszer mennyiségét az elkövetkező években nagymértékben csökkenteni kell. A beporzó rovarok védelmére pedig kiemelt figyelmet kell fordítania a gazdálkodóknak, vagyis akkor kell a permetező munkát végezni, amikor a rovaroknak nyugalmi időszaka van, tehát éjjel. (Halmos, 2023)

Nagy és mtsai (2024) által készített tanulmány rávilágít arra, hogy a precíziós mezőgazdaságban alkalmazott vetéstechnológia és a termőzónák figyelembevételével jelentős hozamnövekedés érhető el. Főként kedvező időjárási körülmények között. A magas termőképességű zónákban a vetéssűrűség optimalizálása kulcsfontosságú a hozammaximalizáláshoz. Eredményük megmutatta, a magas termőképességű zónákban az optimális vetéssűrűség növelte a hozamot, míg az alacsony zónákban a magmennyiség csökkentése kismértékben befolyásolta a hozamot.

2.9. A felhasználók lehetőségei

Szőcs (2021) említi, hogy hazánkban a területalapú támogatások kiszámíthatóságot és stabilitást adnak. Véleménye szerint legalább ekkora hatással bír, hogy pályázatokkal is lehetőséget biztosít a kormány a vidéki gazdaságok intenzív fejlődésére, hogy így is segítse a versenyképességük megőrzését a folyamatosan fejlődő és változó agrárszférában. Erre a mezőgazdaság és élelmiszeriparnak biztosított 1500 milliárd forintnyi támogatás nyújt alapot. Olvasható, hogy számos hiánypótló és a kifejezetten precíziós átállást segítő pályázatok is

támogatták a gazdálkodókat. Megállapítást tett arra vonatkozóan is, hogy 3-500 Euroval marad el az 1 hektárra jutó bevétele a magyar gazdáknak a fejlettebb országokéhoz képest. A hazai vetőmag előállítás viszont nemzetstratégiai szempont, mivel ez a legalacsonyabb importhányaddal dolgozó szegmens, miközben a legmagasabb export értékű terméket állítja elő.

Köztudott, hogy a vetőmag és műtrágya adott területre való felhasználásához a gazdálkodóknak a meghatározott ajánlott mennyiségek szerint kell eljárniuk. Érdekük azonban azt diktálja, hogy inkább a termelés fokozására, mintsem a ráfordítások mennyiségére összpontosítsanak. A precíziós gazdálkodás koncepciója valós idejű, vagy szükséglet alapú adatokat szolgáltat az inputfelhasználáshoz kötődően, ami az ilyen irányba hozott döntések támogatását szolgálja, ezzel csökkentve a kockázatot és magas rizikót. Az információk birtokában a ráfordításokat annak megfelelően alakíthatják, hogy megtakarítást érjenek el, de a termékek eredményét ne befolyásolják. (Ankit és mtsai., 2024)

A precíziós gazdálkodásban a hazai felhasználók az első lépést a sorvezetés alkalmazásával teszik meg. Elsődlegesen a kisgazdaságok élvezik annak előnyét, hogy ezzel a technológiával megfelelő csatlakozási pontossággal lehet végezni a vetéseket. A nagyobb gazdaságoknál - melyekben más a döntéshozó és más az új technológiát ténylegesen használó - tipikusabb a robotkormány bevezetése, amivel gyorsabb lehet a megtérülés. Egy kisebb gazdaságban általában a tulajdonos a maga élvezetét is keresve, személyesen vesz részt vállalkozása technológiai megújításában, ezért hajlamos anyagi áldozatot hozni, befektetni és akár személyesen is kipróbálni egy ilyen horderejű alkalmazást. (Sz., 2017)

Varga (2020) cikkében kifejti, hogy felméréseik alapján, a modern mezőgazdaság vonzó lehet a fiatalok számára is, akik szintén megtalálják számításaikat a rendszer használatával. Példaként említi, hogy Mezőhegyesen drónok alkalmazásával jelentős megtakarítást értek el az öntözővíz, a növényvédőszer és egyéb inputanyagok kijuttatásában. Elmondása alapján a modern technikának köszönhetően, talajszkenner alkalmazásával, mintegy 8000 hektárról tudják másfél méter mélységig megállapítani, hogy hol, milyen a föld víz és ásványianyag tartalma, illetve milyen a szerkezete.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a szoftverekkel történő felszerelés költsége megtérül a gazdák számára a technológia eredményeként realizált többletjövedelmekből. (Kemény és mtsai, 2017)

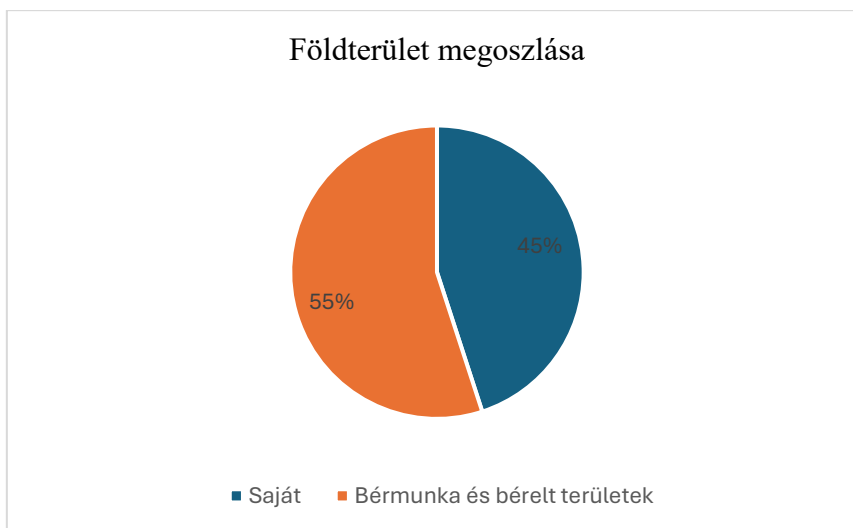
Az agráriumban fontos szerepet vállaló női vezetőkről keveset hallunk, pedig jelentőségük a precíziós technológiák terjedésével egyre komolyabb lesz. A családi gazdaságokban is terjedő modernizáció és gazdasági átalakulás hatalmas lehetőségeket tár elénk is, melyben szerepvállalásuk az eddigiek mellett egyre inkább felértékelődik. (Rass, 2021)

A személyes képességek közül egyre fontosabbá válik a telepvezetők idegennyelvtudása. A beszerzéstől a működtetésen át az értékesítésig hatalmas előnyhöz juttathatja az adott gazdaságot, ha kapcsolataikat az anyanyelvük adta lehetőségeken túlra is ki tudják terjeszteni. A fejlesztéseknek köszönhetően a gépeket oly mértékig tudják modernizálni, hogy azok például vezető nélkül is képesek legyenek feladatok ellátására, ami által csökkenthető a munkaerőszükségletet. Ezzel összefüggésben viszont nem lesz megkerülhető, hogy a telepvezetés tudásának bizonyos szegmenseit kiszervezzék, hiszen nem elvárható, hogy kis létszámot foglalkoztató gazdaságban minden szükséges tudás a rendelkezésükre álljon. (Szőke és Kovács 2021)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A témában való kutatásomhoz egy olyan céget kerestem, mely, ha nem is teljes precíziós gépállománnyal és gazdasággal rendelkezik, de folyamatos beruházásokkal és érdeklődéssel nyit a modernizáció felé.

A Somogy vármegyében gazdálkodó Agricola 2011 Kft. vállalta az együttműködést a szakdolgozati vizsgálataimhoz. Összesen 2700 hektáron folytatnak növénytermesztő munkát, ami megoszlik bér munkában művelt és saját tulajdonú földekre. A 2023-as aratási évben nagyjából 1200 ha saját területen folytatott növénytermesztést a gazdaság. Ebből 460 ha területet az Agricola 2011 Kft használt, a fennmaradó 740 ha területet a Magyar Tenger Kft. valamint Orbán István és Orbán Istvánné családi gazdálkodó művelt meg. Az eddigi évek tendenciái alapján az általuk művelt területek mennyisége nő, bár itt fontos megjegyezni, hogy a szabad tőkét a folyton növekvő földárak miatt nem a termőterület vásárlásra fordítják, hanem a fejlesztésekre. A cégcsoport működése kiegyensúlyozottnak és fenntarthatónak mondható köszönhetően a saját területek nagyságának és a bér munka igények folyamatos növekedésének. A megművelt területek megoszlási arányait a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra Földterületek megoszlása (Forrás: Agricola Kft.)

Az Agricola 2011 Kft cégcsoportja a teljes termőterület ellátásához maga szerzi be és biztosítja a szükséges inputanyagokat.

A két legnagyobb területen termesztett növényük az őszi búza és a kukorica. Ezek mellett foglalkoznak egyéb más, hagyományos növénykultúrák termesztésével is. A jelentősebbeket a 4. ábra szemlélteti, melyen a 2023-as év vetésszerkezete látható a cégtől kapott adatok alapján.



4. ábra Agricola Kft. 2023 év vetésszerkezete (Forrás: Agricola Kft.)

A vetésforgóba elmondásuk alapján „extrém” vagy „különleges” növénykultúra nem jellemző. A termelési munkák lefolytatásához minden munka és erőgéppel, eszközzel és berendezéssel rendelkeznek. Ennek megfelelően képesek a talajelőkészítéstől egészen a betakarítást követő raktározási feladatokig ellátni mindent, így külső szolgáltató befolyásának nincsenek kitéve. 2018-ban megkezdték a precíziós gazdálkodásra alkalmas gépek beszerzését, azonban ezt eleinte csak próba jelleggel tették és a géppark ilyen irányba történő frissítése jelenleg is folyamatos. A használatukban álló munkagépek jelentős része már RTK technológia segítségével robotkormányval dolgozik, ami a 2cm-es pontosság elérésére is képes.

2022-ben egy komplex döntéstámogató rendszert kezdtek bevezetni, melynek egyik fő oka a pontosabb adatkezelés volt. Ez jelentősebben a digitális részen érintette a gazdaságot, az addig papír alapon kezelt dokumentációkat folyamatos munkával igyekeztek számítógépes adatbázissá formálni. Ez a folyamat még jelenleg is tart, így mondhatjuk, hogy a döntéstámogató rendszer még letisztulóban van.

Kísérleti jelleggel folytatnak néhány táblán változó tőszámú vetést, melyhez a KITE Zrt.-t bízták meg a számukra szükséges lépések kidolgozásával. A munkákat a saját géppálmányukkal hajtják végre. Ezek a táblák évről évre változnak, kijelölésüket a gazdaság vezetője teszi meg oly módon, hogy a vetésforgóba beilleszthető legyen. A későbbiekben a

legutóbbi ilyen kísérleti táblát és a hozzá tartozó termelési adatokat is megvizsgáltam és különböző számításokat végeztem az eredményekkel.

3.1. Az adatgyűjtés módszere

A dolgozat támaja megkívánta, hogy kezdetben a kiválasztott gazdaságot személyesen felkeresve egyeztessen, hogyan és kivel tudok olyan adatokba betekintést nyerni, ami megfelelő alapot nyújt ehhez a munkához. A cég egyik alkalmazottja egy összefoglaló ismertetőt küldött első lépésként digitális formában. Ebből lehetőségem volt kiemelni és a 3. ábrán szemléltetni az általuk művelés alatt álló területek tulajdoni megoszlását. Személyes felkeresésem alkalmával egyeztettem a gazdasággal, hogy digitalizált formában fogják küldeni a vizsgálatomhoz szükséges anyagokat.

Elsőként néhány kérdéssel arra kerestem a választ, milyen irányba érdemes elindulni a precíziós technológiák vizsgálatában ennél a gazdaságnál. Írásban küldött válaszaikat követően 2019-től kértem információkat a növénytermesztési területek nagyságára, arra, hogy van-e uralkodó kultúra, mely jelentősebb tenyészterületen található meg évről évre. Vizsgálatomhoz 2019-től 2023-ig küldtek táblatorzskönyvi adatokat, melyek egy része táblázatban, míg másik része szkennelt formátumban pdf anyagként került hozzám. A gépállomány változásáról kérdeztem még a céget, továbbá arról, hogy milyen precíziós gazdálkodásra alkalmas gépek, eszközök vannak a birtokukban. Erre egy táblázatot kaptam, melyben a gépek, eszközök és a kapcsolatukkal végrehajtható munkaműveletek voltak feltüntetve.

A cégvezető minden termelési évben 1-1 újabb táblát jelöl ki, amin kísérleti jelleggel változó tőszámú vetést végeznek. A robotkormányzás és a GNSS technológiát leszámítva egyedül ezeken a táblákon zajlik egyéb precíziós tevékenység, ami a vizsgálatom szempontjából érdekes adatokkal szolgálhat. Ennek a táblának és egy másiknak - melyen ugyanez a kultúra került termesztésre általános vetéstechnológia mellett - a táblatorzskönyvi adatait egy Excel táblázatban összefoglalva kaptam meg. Emellé még külön információként megadták a termés hozamokat, valamint a szakirodalmakban jegyzett várható termésátlagot is.

A vállalatirányítási rendszerben történő váltás okán a 2019-től 2021-ig terjedő dokumentáció csak szkennelt formában egy pdf anyagban volt meg, míg az előbbi már táblázatban. A 2023-2024-es időszakra nem kaptam ilyesfajta anyagot, így az elmúlt 4 év adataiból használtam fel munkámhoz minden adatot, amit tartalmaztak a források. A 2021 előtti anyagot már a könyveléstől kellett bekérniük, mert nem az irodájukban volt kéznél. Ebben a táblatörzskönyv összesítésben szűrésre nem volt lehetőség, így a 340 oldalas anyagban egyesével kellett az információkat felkutatnom. Az Excel formátumot, - melyet szintén mellékeltek nekem - nem tudtam használni, mert olyan kezdetleges konverzió volt, hogy az adatok felismerhetetlenek voltak. Ezeket megpróbáltam egy erre alkalmas szoftver segítségével táblázatos formára hozni, azonban ez sem lett szűrhető, viszont a pdf anyaggal együttesen már felhasználható volt. Ebben a táblatörzskönyvi gyűjteményben a munkavégzés idejét, a növény fajtáját, amihez a munkát éppen végezték, az összes táblát és azok területét, továbbá a teljes kijuttatott mennyiséget (ha volt ilyen) tüntették fel. Ebből fakadóan nem volt lehetőségem kiragadni egy mintatáblát, melynek adatai számítási alapként szolgálhattak, hanem a teljes mennyiségekből tudtam egy átlagos mennyiséget meghatározni a számításaimhoz. Ez más metodikát kívánt, mint a 2021-től 2023-ig terjedő táblatörzskönyv információinak kigyűjtése. Az utóbbiakat ugyanis már Excel táblázatban rögzítették és más szempontok alapján. Itt látható volt a tábla neve, a munkavégzés ideje és megnevezése, valamint a kijuttatott dózisok is 1 hektárra vetítve. Szűrhető volt, az információgyűjtés is könnyebben működött benne. Csoportokra bontottam, ahol termesztett növényenként, vagy táblánként tartalmazták a termelésre vetíthető számokat. Ez már elősegítette a továbblépést. Számításaimhoz és a táblázat, valamint a diagramkészítéshez a Microsoft Excel-t, míg a szöveges részek megalkotásához a Microsoft Word-öt használtam.

3.2. Saját vizsgálat

A két kísérleti táblán pattogatni való kukorica termesztés folyt. A Mogyi márka által biztosított vetőmagot használták fel. Az egyik tábla a Felsőmocsolád Nyáras 39 fantázianévre keresztelt (később FNY39) termőterület, itt változó tőszámú vetést alkalmaztak, a másik az Aszaló 11 néven (később A11) rögzített szántóföld, mely általános vetéstechnológia alkalmazása alá került. Ez a két tábla jó összehasonlíthatóságot biztosított arra, hogy mennyiben térhet el a két vetésforma által felhasznált vetőmag mennyisége és milyen terméseredmény elérésére képes

ezzel a gazdaság. Ehhez részletes termesztéstechnológiát kaptam, illetve a FNY 39 táblához egy kijuttatási térképbe is volt szerencsém betekinteni. (5. ábra). Itt eltérést véltem felfedezni, hiszen a törzskönyvi táblázatban 39 hektár, a vetési térképen pedig csak 37,7 a területe. A későbbiekben ezért a pontosabbnak ítélt 37,7-el számoltam. A felhasznált eltérő vetőmag mennyiségéből az új technológiára vonatkozóan megállapítható volt, hogy mekkora megtakarítás keletkezett a kísérleti táblán. A két területről a tudomásomra hozott céges hozamadatokat egymáshoz hasonlítva készítettem kimutatást a változó tőszámú vetés hatásáról. A szakirodalmakban is fellelhető tapasztalatokhoz mérten értékeltem az eredményt.

Ezt követően kiválasztottam azt a hat növénykultúrát, mely átlagosan 48,8%-át fedte le a gazdaság teljes területeinek a küldött adatok alapján vizsgálható utolsó 2 aratási évben. Szempont volt, hogy ezek közel azonos termesztési technológiával termesztethetők, illetve a legtöbb gazdaságban fellelhetők, így könnyebb összehasonlítást biztosítva a későbbiekben más termesztők számára is. Ezek az ősibúza, kukorica, napraforgó, őszi káposztarepce, valamint az ősziárpa és a tavaszi zab. Fontos kiemelni, hogy termesztésüket nem csak saját területen folytatják, hanem a bér munkában végzett adataikat is egyben kezelik a táblatörzskönyvek rendszerében. Ezek szétválasztására nem volt lehetőség, mert semmilyen módon nem jelölték, melyik saját és melyik bér munkában végzett.

Számítást végeztem, hogy ha a vizsgált négy év során ugyanolyan eredményességgel alkalmazták volna a változó tőszámú vetést, mint a kísérleti táblán, akkor az a fent említett hat kultúra esetében milyen profitváltozást eredményezett volna. A gazdaság a hozam és értékesítési adatait céges titoknak minősítette, így azokat az adott év KSH által jegyzett hozam és felvásárlási értékeivel váltottam ki. Ezek a mellékletekben a számításokat tartalmazó táblázatokban láthatóak. A hozam adatok a 6., 7., 8., 9. és 10. melléklet „Termésátlag általános vetés esetén” mezőiben találhatóak, míg az értékesítésre vonatkozóak a felvásárlási árak oszlopaiban. A táblatörzskönyvekből kigyűjtöttem és összegeztem, mely kultúrát mekkora területen termesztett adott évben a gazdaság. A 6. mellékletben a 2022-2023-as év látható, a 9. mellékletig pedig a fennmaradó évek összegzései. Folytatásként kiszámítottam a statisztikai hivatal adatainak segítségével, a feltüntetett átlaghoz mérten mekkora hozamnövekedés lett volna elérhető, illetve ez anyagiakban mekkora többletet eredményezett volna. Számításaim tehát megközelítő értékűek, azonban jól szemléltetik az aránybéli különbségeket.

Az Agricola cégcsoport már 2019 óta eredményesen alkalmazza munkagépeiben a robotkormányzási technológiát, valamint a vele összhangban lévő szakaszolt anyagkijuttató rendszert, ezért számítását végeztem, hogy ezek nélkül a vetőmag, műtrágya és növényvédőszer

mennyiségek hogyan alakulhatnak. Ennek vizsgálatához a fent említett táblatörzskönyvekre támaszkodtam.

Először a hatóanyagkijuttatással járó technológiákat hasonlítottam össze. Két technológiát különböztettem meg. Az egyik, melybe a kukorica és a napraforgó tartozik, műtrágya kijuttatás, permetezés és kombinált kijuttatás. A kombinált kijuttatás a vetés + talajfertőtlenítés + műtrágya kijuttatás hármásából tevődik össze. A másik, ahova az őszi búza, őszi káposztarepce, őszi árpa és tavaszi zab tartozik, itt műtrágyázás, permetezés és gabona sortávra történő vetés műveletei találhatók. A vizsgálat alapját képezte, hogy a könyvelésük által is alátámasztott inputanyag megtakarítás 17-20%-os volt. A permetszerek tekintetében kérdésekre elmondták, hogy az értékek a hatóanyagot mutatják, ezeket később még hektáronként körülbelül 200-250 liter vízzel hígítják. A kukorica és napraforgó kultúrák esetében külön kezeltem a vetéssel egy időben kijuttatott talajfertőtlenítő szert és műtrágyát. Ezek értékei nem kerültek bele a termesztéstechnológia alatt általánosan kijuttatott mennyiségekbe. A másik négy kultúránál nem vetéssel egy időben kerültek kijuttatásra, ezért ott az értékek a kimutatási diagramnál nullás érték.

Elsősorban a pattogánivaló kukoricával vetett FNY39-es és A11-es táblákon elemeztem a robotkormányzás és szakaszolt hatóanyagkijuttatás eredményeit. Az itt vetett kapás kultúránál ugyanazt a számítási folyamatot alkalmaztam, melyet a vizsgált négy évben a kukoricánál és napraforgónál.

Mindenekelőtt kigyűjtöttem, hogy a vizsgált években mekkora területen termesztették a kiemelt hat növényt. Ennek kiszámítását - a 2., 3., 4. és 5. mellékletekben táblázatokban is látható módon - úgy végeztem, hogy a táblatörzskönyvek adatgyűjteményéből minden táblát, melyen az adott kultúra termesztés alatt volt, beillesztettem a táblázatba, majd összeadtam. Ezt a 2019-2021-es években oly módon végeztem, hogy növényenként megkerestem az összes vetett területet, majd ezeket összeadva kaptam ugyanazt az adatot, mint korábbi társaiknál. A 21-22-es és 22-23-as évekből minden kultúránál egy-egy véletlenszerűen kiragadott táblára kijuttatott műtrágya, növényvédőszer, valamint vetőmag mennyiségeiből átlagot számítottam arra az adott évre, hogy mennyi inputanyagot használtak fel az éppen vizsgált kultúrában. Itt egy hektárra kaptam értékeket, ezt később fel kellett vetítenem a teljes termőterületre. Először ezt a négy gabonanövény esetében végeztem, majd a két kapás kultúránál azzal a módosítással, hogy itt a vetéssel egy időben kijuttatott műtrágya és talajfertőtlenítőszer értékeit külön kezeltem, ahogyan ez például a 16. mellékletben is látszik. A 2021-es évet megelőző időszak anyagaiban nem a vetés munkaműveletével azonos helyen jelölték a talajfertőtlenítőszer és műtrágyát, így

ezt a kijuttatás dátumával sikerült beazonosítanom és számításaim során a megfelelő adatsorba illesztenem.

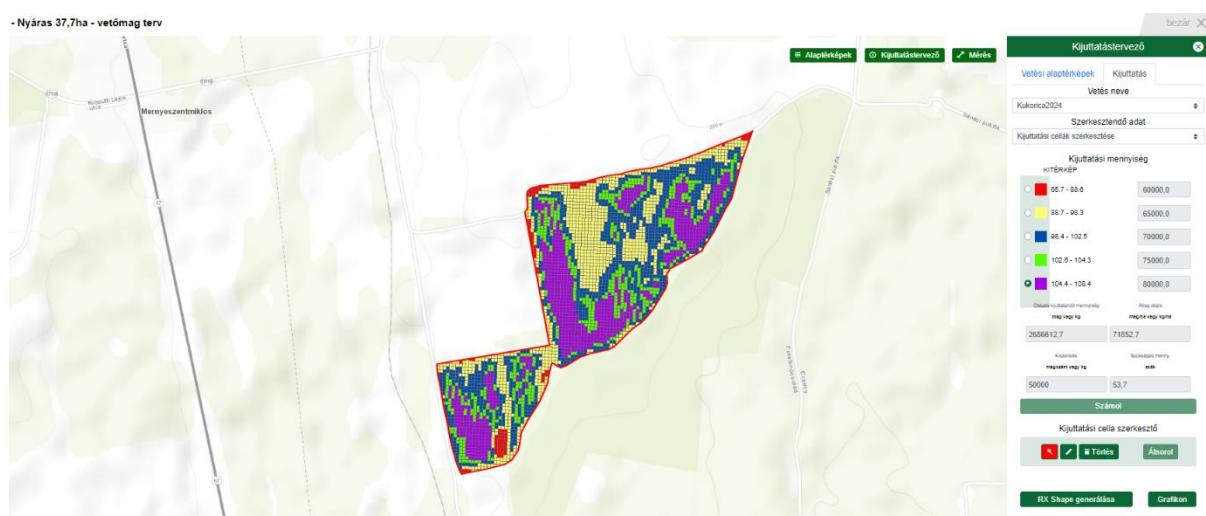
Az évenként kimutatott hatóanyag megtakarítást összevontam és a 10. ábrán látható diagramon szemléltettem. Ezen számítások a fent részletezett eljárással nyomon követhetőek a 12. és 13. mellékletben a 2019-2020-as évre, 2020-2021-es évre a 14. és 15. mellékletben, a 2021-2022-es évre a 16. -17. mellékletben és az utolsó aratási évre a 18.-19. mellékletben.

4. EREDMÉNYEK

A két tábla, melyen pattogatni való kukoricatermesztés folyt, ugyan eltérő nagyságúak, ugyanis az FNY39 37,7, míg az A11 9,3 hektár, de teljesen azonos termesztéstechnológiával dolgoztak rajtuk. A munkaműveletek a következők:

- Tárcsázás 15 cm-ig
- Szártépőzés
- Talajlazítás mélyen (41-50 cm-ig)
- Forgatás nélküli talajművelés 20-25 cm között
- Trágyaszórás
- Forgatás nélküli talajművelés 26-30 cm között
- Simítózás
- Magágykészítés
- Műtrágya szórás (300 kg/ha-tól)
- Vetés talajfertőtlenítéssel (kukorica, napraforgó) + műtrágya kijuttatás
- Szántóföldi permetezés hidas, önjáró permetezőgéppel
- Kultivátorozás (sorközművelő, műtrágyakijuttatással)
- Betakarítás

A munkaműveletek az elővetemény betakarítását követő tarlón kezdődnek és a betakarításig értendőek. A termesztett kukorica vetőmagja azonos a két táblán, a Mogyi cég által biztosított HW 331-es.



5. ábra Az FNY39 kísérleti tábla vetéstérképe (Forrás: Agricola Kft.)

A gazdaság elmondása alapján egy külsős céget bíznak meg a vetési terv kidolgozásával, majd a munkát már maguk végzik el a saját gépállományukkal. Rögtön megállapítható volt, hogy azonos termesztéstechnológiát alkalmaztak közel azonos kijuttatott mennyiségekkel. Eltérés csupán a vetőmag mennyiségében van, itt ugyanis az FNY39-es táblán hektáronként 31,5 és 35,34 kg között (a 6. ábrán a vetéstérkép látható), míg az A11-es táblán 72 kg-os kivetett magmennyiség került kijuttatásra a táblatorzskönyvi adatok alapján. A későbbiekben az FNY39-es táblán 33,42 kg-os vetőmag szükséglettel számolok, ez a két adat átlaga.

Megállapítható volt, hogy a gazdaság 2,15-szörös vetőanyag többletet használt hektáronként azon a táblán, ahol hagyományos módon történt a vetés. Ez nagy eltérés és ilyen módon hatalmas többletköltséget is jelent. A kísérleti tábla nem csak ezen a téren szolgált váratlan adatokkal, hanem összehasonlító párjához képest a terméshozama is kiemelkedő volt. A vetőmagszükségletet a 6. ábrán szemléltetem, a terméshozam különbsége a 7. ábrán megtekinthető.



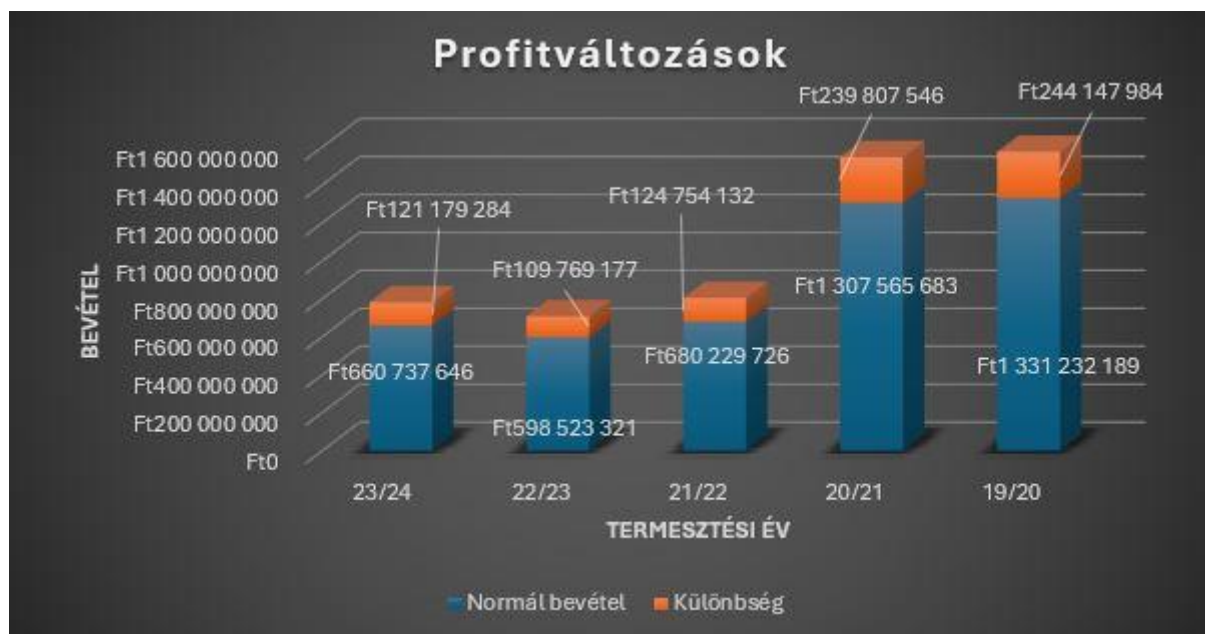
6. ábra Pattogatnivaló kukorica felhasznált vetőmag mennyisége (Forrás: Saját mérés)



7. ábra Pattogatnivaló kukorica realizált terméshozam (Forrás: Saját mérés)

A szakirodalmak szerint ennél a kukoricatípusnál a várható terméshozam 2-4 tonna közé tehető hektáronként. Itt a két tábla közül az új technológiával kísérletre jelölt 2,2061 tonna, míg a hagyományos módon kezelt 1,8015 tonna termést hozott egy hektárra vetítve. A (Horváthné és mtsai (2020) szakirodalomban olvasható, miszerint a változó tőszámú vetésnek a terméshozamra, illetve a felhasznált vetőmag mennyiségére hatása lehet. Ebben az esetben többletet eredményezett, számszerűen 18,34%-os hozamváltozás volt megfigyelhető, míg a felhasznált vetőmag mennyisége alacsonyabb volt.

Amennyiben a gazdaság már 2019-től hasonló eredményességgel alkalmazta volna a változó tőszámú vetést az általam vizsgált hat kultúra tekintetében, a 8. ábrán látható bevételelemelkedés elérésére lettek volna képesek. Itt becsléssel a 23-24-es év adatait is hozzászámoltam, erre ugyanis nem kaptam adatokat a gazdaságtól, de az előző év terület adataival és a KSH adatai közül a már meglévő legfrissebb adatokkal egy megközelítő számítást tudtam végezni. Az ábra jól szemlélteti évekre bontva, hogy mekkora profitemelkedést hozhatott volna a 18,34% hozamváltozás. A számolási adatokat tartalmazó táblázatokban az általuk megerősített 18%-os műtrágya, 17%-os növényvédőszer és 20%-os vetőmag megtakarításokkal kikalkulált értékek láthatók.



8. ábra Profittöbbletek változó tőszámú vetés esetén (Forrás: Saját mérés)

Összesítve elmondható, hogy a 4 év alatt több mint 718 millió forintot és a becsléssel hozzászámított legutóbbi év értékeivel együtt megközelítőleg 840 millió forint többletet eredményezhetett volna ez a technológia. A 6. mellékletben jól látható, hogy a 23-24-es évre végzett becslés 121 millió forintnál nagyobb bevételnövekedést mutat. A 8. ábrán látható

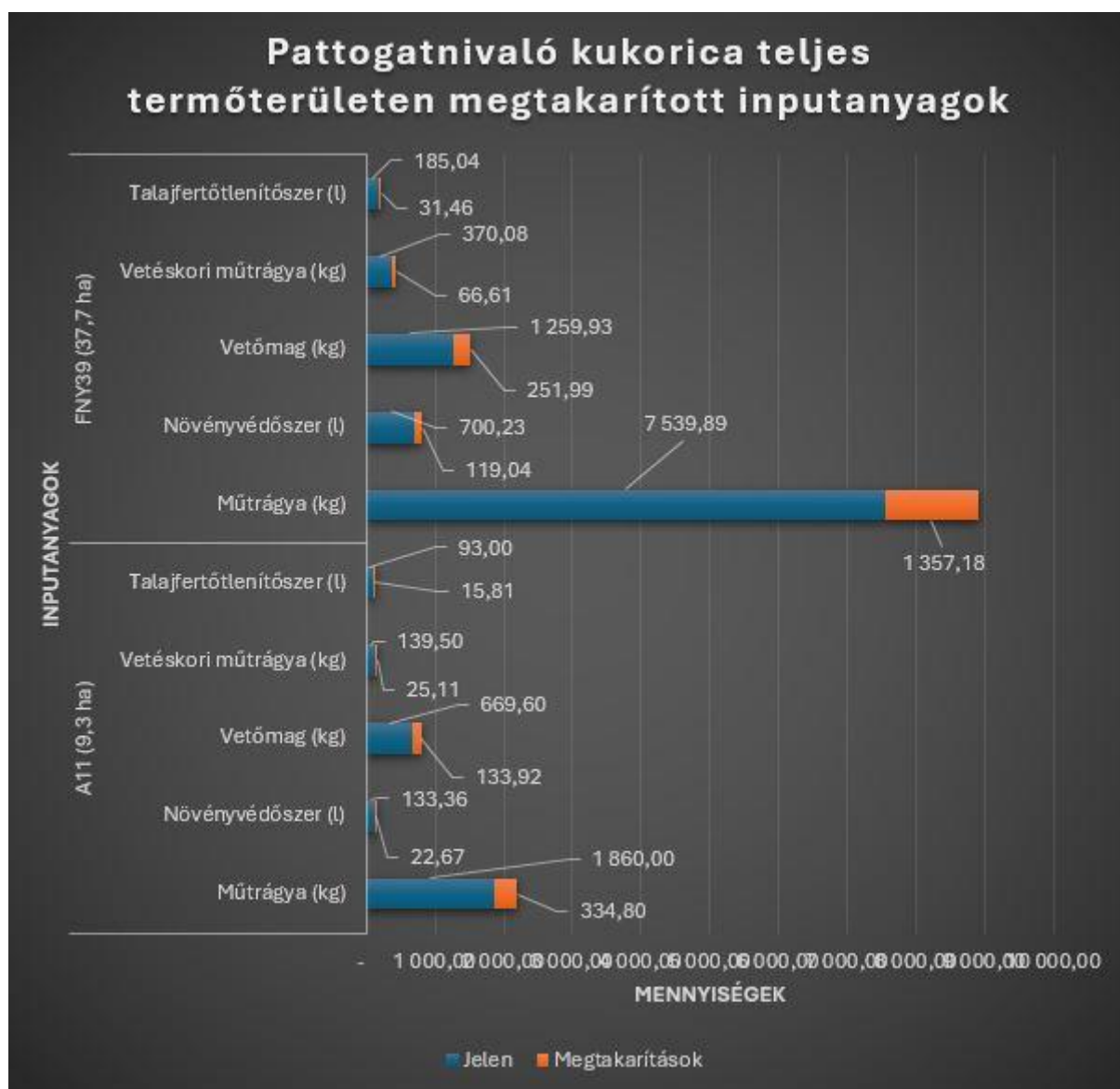
diagram értékeinek számításai minden adott évre a 7., 8., 9. és 10. mellékletekben tekinthetők meg. A klímahatás természetesen itt is megmutatkozik, az eredményekben érzékelhető például a 2022-es év aszályossága is, mely a termésátlagokat kedvezőtlenebb irányba alakította. A két legrégebbi, vagyis a 19-20 és 20-21 éve ugyan több szempontból nehezen vethető hozzá az őket követőkhöz a fent említett adatkezelési átalakulások miatt, de jól látható, hogy 5 év alatt akár egy teljes termelési év bevétele lehetett volna a hat növény esetében a többlet.

A jelenleg is használatban lévő robotkormányzási rendszer a szakaszoló technológiával összhangban viszont már aktuális anyagmegtakarításokkal segíti a gazdaság előrelépését. Először az FNY39-es és a A11-es táblákon végeztem erre számítást. A 1. táblázatban látható, hogy mindkét táblán 1 hektárra mennyi felhasználás történt az adott inputanyagokból. Lévén, hogy a gazdaság már alkalmazza a robotkormányzási technológiát, emellett az eszközeik képesek a szakaszolt kijuttatásra, a táblázat „A jelen mennyiségek” része alatt a mostani mennyiségek láthatók, számításaimat arra vonatkozóan végeztem, hogy ezek nélkül milyen input mennyiségek kerültek volna felhasználásra.

1. táblázat: Pattogatnivaló kukorica (1ha-ra vetített input megtakarítás) (Forrás: Saját mérés)

23/24 Pattogatnivaló kukorica (1ha-ra vetített input megtakarítás)		
	Aszaló 11	Felsőmocsolád Nyáras 39
A jelen mennyiségek		
Műtrágya (kg/ha)	200,00	200,00
Növényvédőszer (l/ha)	14,34	18,57
Vetőmag (kg/ha)	72,00	33,42
Vetéskori műtrágya (kg/ha)	15,00	9,82
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l/ha)	10,00	4,91
A bevezetést megelőző mennyiségek		
Műtrágya (kg/ha)	236,00	236,00
Növényvédőszer (l/ha)	16,78	21,73
Vetőmag (kg/ha)	86,40	40,10
Vetéskori műtrágya (kg/ha)	17,70	11,58
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l/ha)	11,70	5,74
Megtakarítások		
Műtrágya (kg/ha)	36,00	36,00
Növényvédőszer (l/ha)	2,44	3,16
Vetőmag (kg/ha)	14,40	6,68
Vetéskori műtrágya (kg/ha)	2,70	1,77
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l/ha)	1,70	0,83

A szakirodalmi részben is olvasható 20%-os hatóanyag megtakarításhoz (Halmos, 2023) mérten az Agricola cégcsoport is jó eredményeket tapasztalt és csak alátámasztani tudja, hogy érdemes nyitni a szakaszolt kijuttatás alkalmazásának lépései felé. Ha a 1. táblázat mostani értékeit és a bevezetést megelőző értékeit is felszorozzuk a táblák területével, vagyis az A11-esnél 9,3-mal, az FNY39-nél 37,7-tel akkor minden felhasznált anyag tekintetében két kivonható értéket kapunk területenként. A régi kijuttatás értékéből kivonva a mostanit a következő megtakarítások figyelhetőek meg: A nagyobb táblán műtrágyából 1,36 tonna, növényvédőszerből 119,04 liter, a kombinált kijuttatásnál pedig a vetőmag 252 kg, a műtrágya 66,61 kg, a talajfertőtlenítőszer 31,46 liter volt. A kisebb tábla ugyanezen anyagokat tekintve 334,8 kg, 22,67 liter, valamint 133,92 kg, 25,11 kg és 15,81 liter. A 9. ábrán egy diagramm mutatja meg ezen értékeket és a számítás a 11. mellékletben látható. A diagramon kék színnel a jelen kijuttatott mennyiségek láthatóak, míg sárga színnel az a különbség, ami a robotkormányzás és szakaszolt kijuttatás nélkül kerülne felhasználásra.

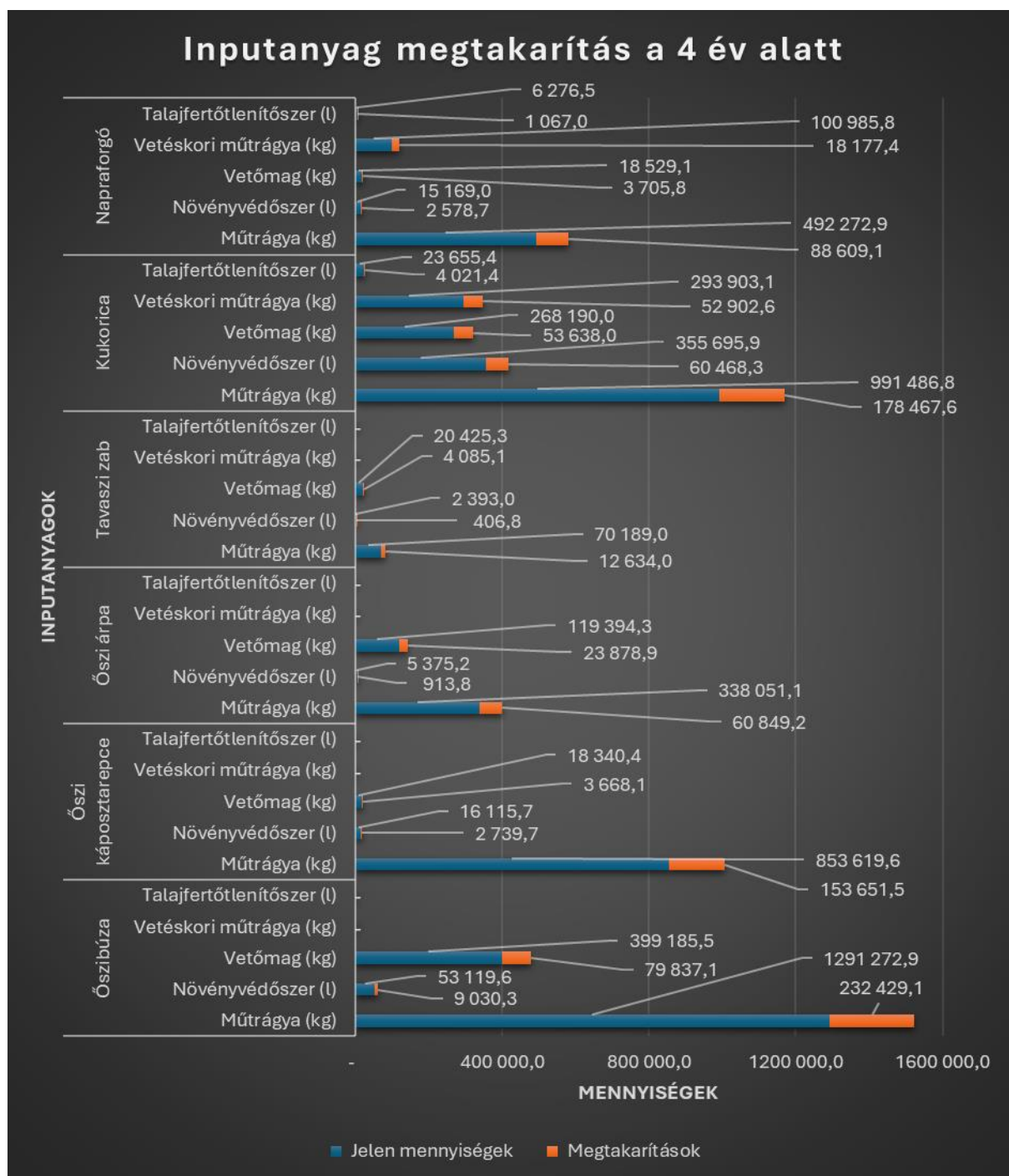


9. ábra Pattogatnivaló kukorica teljes termőterületen megtakarított inputanyagok (Forrás: Saját mérés)

Erre vonatkozóan pénzbeli számítást azért nem tudtam végezni, mert nem rendelkezem a hivatalos beszerzési árakkal és permetszerek tekintetében növényorvosi felírás alapján is történt vásárlás, ezen szerek árához pedig nem tudtam volna más forrásból hozzáférni. Ezt ugyanezen adatok hiánya miatt a későbbi számítások során sem volt lehetőségem megtenni.

A négy év vizsgálatában kapott értékeket a hat vizsgált kultúrára 10. ábra segítségével szemléltetem. A számítások során az őszi búza, őszi árpa, őszi káposztarepce és tavaszi zab adatai kerültek egy táblázatba (12., 14., 16. és 18. mellékletekben láthatóak), míg a kukorica és napraforgó (13., 15., 17. és 19. mellékletekben láthatóak) melyeknél megfigyelhető volt a kombinált kijuttatás, egy külön táblázatban kerültek bemutatásra évenként. A 10. ábrán látható diagram részletesen mutatja be kék színnel a négy év alatt felhasznált

inputanyagmennyiségeket, valamint sárga színnel a megtakarítottakat, melyeket az alkalmazott precíziós technológiák nélkül juttatott volna ki a cég. Lényeges, hogy a gabona kultúrákban a talajfertőtlenítőszer és vetéskori műtrágya értékeik nem mutatnak adatot, mert ilyenjük nincsen a feljebb taglalt okokból kifolyólag.



10. ábra Inputmegtakarítás a négy év alatt (Forrás: Saját mérés)

A legszembevetőbb eredmény, hogy műtrágyából volt a legkiemelkedőbb minden kultúrában a megtakarítás. A legnagyobb területen vetett őszi búza állományokban ez összesen 232 tonnát meghaladó mennyiség volt. Megfigyelhető volt továbbá, hogy a kukorica a hat közül az egyetlen növény, amelynél a növényvédőszer megelőzte a vetőmagmegtakarítást. A többinél a permetszer a 3. helyen van a műtrágya és vetőmag után. A gazdaság azon adataival végzett részletes számítások, melyekhez rendelkezésre álltak az adatok, a 2. táblázatban látható eredményeket hozták.

2. táblázat Teljes megtakarítás a négy év alatt (Forrás: Saját mérés)

Teljes megtakarítás a négy év alatt	
Műtrágya	726 641 kg
Növényvédőszer	76 138 l
Vetőmag	168 813 kg
Vetés kori műtrágya	71 080 kg
Talajfertőtlenítőszer	5 088 l

Az üzemanyagfelhasználással kapcsolatban nem kaptam adatokat, így erre számítást végezni nem tudtam. Összességében viszont erre vonatkozóan úgy nyilatkozott a cég, hogy a fent vizsgált 3 inputanyag és az üzemanyag felhasználás terén a rendszer bevezetése óta sikerült 17-20% -ot megtakarítani éves szinten. A gépek alkalmazására elmondásuk alapján a vásárlást követően került sor, azonban ezek precíziós használata a robotkormányzást követően kezdődött meg. Az addig alkalmazott dózisok kijuttatása történt velük továbbra is, ebben változás a 2020-as évektől történt, amikor egyszerre több gép kapott precíziós kormányzást.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az Agricola Kft. termelési adataiba betekintve elmondható, hogy a robotkormányzási rendszerüknek, valamint a szakaszolásra képes gépeik alkalmazásával hozzávetőlegesen 17-20%-os inputanyag megtakarításra képesek. Ez már megfelelő alapot nyújthat a gazdaságnak, hogy precíziós beruházásokat és fejlesztéseket hajtson végre. A cég precíziós szakembert és erre külön munkatársat nem foglalkoztat, ezáltal az eszközök és gépek kihasználtsága nem a bennük rejlő lehetőségekkel azonos mértékű, külön erre technológiájuk nincsen.

2020 és 2022 között került egyszerre több munkagépbe Topcon márkájú robotkormányzási rendszer. Az ezt megelőző időszakban próba jelleggel egy-két gép kapott ilyen felszerelést, ekkor a szolgáltató a releváns munkavállalóknak meg is tartotta a képzést az üzemeltetésről. A továbbiakra használati útmutatót hagytak a cégnek, ami mindig kéznél van, illetve kérdés és észrevétel esetén segítséget is nyújtanak. Azóta a gépkezelők egymás betanításával adják tovább a működtetéshez szükséges tudnivalókat. Ez ront a rendszerek precíz kihasználásának esélyein, hiszen a nem szakember által átadott tudás hiányos, esetleg hibás is lehet, ami hosszútávon nagy kieséseket eredményezhet. Ahhoz, hogy a precíziós növénytermesztés felé még eredményesebben léphessen előre a gazdaság, javallott lenne egy precíziós mérnököt, vagy szakembert alkalmaznia. Ezzel nem csak folytonosan frissülő információkkal és tudással lennének előrébb, hanem a már meglévő eszközöknek és gépeknek a tervezeteb kihasználása is megvalósulna. A cégcsoport jelen profittöbbletéből, - amit a robotkormányzás és szakaszolt kijuttatás megtakarításaival érhettek el -, teljes mértékben képes lenne egy ilyen munkatárs alkalmazására. Ennek eredményeképp a változó tőszámú vetés bevezetéséhez szükséges felszerelések és szoftverek beszerzése is megkezdődhetne. Később a dróntechnológia és a műholdképek feldolgozása által a gazdaság óriási lépést tehetne a fenntartható növénytermesztés irányába, ahol a megnövekvő profíteredmények egyértelműen nyilvánvalóvá tennék számukra, hogy jó úton haladnak és érdemes tartani a lépést a modern mezőgazdaság technikai újításaival. A jelenleg gépállomány alkalmas a precíziós felszerelésekkel való fejlesztésre, mert megfelelőek a kommunikációs rendszerek kiépítésére. Az előrelépéshez egy drónkezelő alkalmazása és egy drón beszerzése, valamint a műholdképek hozzáféréséhez értő és azokat elemezni tudó szakember is fontos lenne alkalmaznia a cégcsoportnak. Erre természetesen a fent említett precíziós szakember teljesen elegendő lenne, kezdetben egy személyben képes ellátni ezen feladatokat, ha megfelelő képzettséggel rendelkezne. Javasolt további vizsgálatokat végezni, hogy az optimális termőterület, mely a megfelelő

vetőmagfelhasználás eredményeként alakul ki, milyen mértékben enyhíti a klímaváltozások káros hatását. Ez például az aszályosabb években a termés kiesések mértékét redukálhatná.

Ezen felül érdemes lenne külön figyelmet és energiát fordítani a hasonló kimutatások készítésére, ez ugyanis hathatósan alátámasztaná, mivel számolhat rövid és hosszútávon a gazdaság. Jelenleg a modernizáció felé vezető út elején járnak, azonban már tapasztalják az eredményét annak, mit jelent, ha lépéseket tesznek ebbe az irányba. Az elmúlt évek anyagmegtakarításai nem csak a fenntarthatóság szempontjából, hanem költségcsökkenés oldalról is alátámasztják, érdemes frissíteni nem csak a gépállományt, hanem a szakmai tudást és ismereteket is.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A precíziós növénytermesztés a fenntartható haszonnövény előállítás formája, melynek gyakorlata terjedőben van hazánkban is. Jelen korunk mezőgazdasága a folyamatos technológiai újítások, növekvő népesség és változó klimatikus tényezők miatt is kénytelen a precíziós fejlesztések irányába haladni, hiszen a termőhelyek minél optimálisabb módon történő kihasználása lassan létkérdéssé válik. Szakdolgozatom készítését is többek közt ez inspirálta

Kutatásom alapját az Agricola 2011 Kft. cégcsoport által kb. 2700 hektáron folytatott növénytermesztői munka adta. A gazdaság csak a főbb kultúrák termesztésével foglalkozik, elmondásuk alapján „különleges” vagy „extrém” növény nem található a vetésszerkezetben. Termesztési technológiájuk és felhasznált dózisaik általánosak, lévén, hogy precíziós szakembert nem alkalmaznak, illetve erre kidolgozott technológiájuk nincsen. Kísérleti jelleggel az utóbbi aratási évben a Felsőmocsolád Nyáras 39 fantázianévre keresztelt táblán változó tőszámú vetéssel pattogatni való kukoricát vetettek. Ugyanezt a kukoricatípust egy másik táblán, az Aszaló 11-es nevűn általános vetési technológiával termesztették. A két tábla összehasonlító vizsgálata megmutatta, hogy több mint kétszeres vetőanyag felhasználás történt az általános vetéstechnológiával vetett táblán, mint a kísérleti táblán. Ennek megállapítására a táblatörzskönyvi adatok, egyéb termelési adatok szolgáltak. A szakirodalmak szerint a pattogatni való kukorica termésátlaga 2-4t/ha közé tehető. A felsőmocsolád Nyáras 39 tábla fent említett értékek minimumát múlta felül, míg összehasonlító párja a szakirodalmi érték alsó határát nem haladta meg. Eredményként igazolódott az új vetéstechnológia előnye. Kivétítve a főbb növénykultúrákra ez a termesztéstechnológia több százmillióس bevéteľnövekedést eredményezhetett volna a 2019-től vizsgált négy aratási év alatt. Ehhez hozzávéve a 2023-2024-es év potenciális hozamát, közelítette volna a gazdaság az egymilliárdos profittöbbletet.

A táblatörzskönyvi adatokra támaszkodva számításokat végeztem a cég által használt robotkormányzási és szakaszolt hatóanyagkijuttatási rendszerek által megtakarított inputanyagmennyiségekre. Kapás növényeiknél kombinált kijuttatás történt vetéskor, ugyanis ezzel egy időben talajfertőtlenítőszer, valamint műtrágya is felhasználásra került. Ezen kultúrák számításait a gabonanövényektől különválasztva végeztem. Elsőként a két kísérleti táblán, majd a vizsgált hat kultúrával folytattam munkám, melynek alapját a cég által tapasztalt mennyiségi változások adták. Műtrágyánál 18%-os, növényvédőszerrel 17%-os, míg vetőmagnál 20%-os csökkenést tapasztaltak. A szakirodalmi részben olvasható 20%-os hatóanyag megtakarításhoz

hasonlítva nagyon jó eredményeket tapasztal tehát az Agricola cégcsoport is. Az eredmények jól tükrözték évekre bontva is, de négy év alatt főként, hogy az inputanyagok megtakarítása több száz tonnás műtrágya és vetőmag mellett növényvédőszerből is 700 hektolitert meghaladó mennyiséget mutat. Ez ekkora üzemméretnél is szembetűnő eredmény.

Az újítások irányába nyitó gazdálkodásából a cégnek már néhány év távlatában is megállapítható, hogy stabil alapja lenne egy precíziós szakember folyamatos alkalmazására. Munkája és hozzáértő irányítása tenné lehetővé, hogy tervezetebben, kiszámíthatóbban lépjenek a precíziós növénytermesztés technológiai újításai felé. A jelenleg kísérleti tőszámmal alkalmazott vetés rendszeresítése, a jövőbeni dróntechnológia alkalmazása, valamint a műholdképek különböző szoftverek segítségével való felhasználása is új távlatokat nyitna meg az Agricola cégcsoport növénytermesztése előtt.

Vizsgálatom eredményeképpen elmondható, hogy a precíziós irányba tett beruházások és átállások gazdálkodói és globális szempontból is olyan változásokat hoznak, melyek nem csak a fenntartható mezőgazdaság irányából, hanem a hozamnövelés oldaláról nézve is szükségesek és lényegesek.

IRODALOMJEGYZÉK

Folyóirat források

1. Ankit Sharma - Apoorv Prakash - Shiva Bhambota - Santosh Kumar (2024) Investigations of precision agriculture technologies with application to developing countries. *Precision Agriculture Journal on Springer* (Letöltés időpontja: 2024.06.17.)
2. AXIÁL (2021) A szakszerű helyspecifikus gazdálkodásalapköve. *Magyar Mezőgazdaság* 76:16-17 (Letöltés időpontja: 2024.04.12.)
3. Bárdos B. Edit (2019) A precíziós gazdálkodás kényszere. *Magyar Mezőgazdaság*, 74:28-29 (Letöltés időpontja: 2024.08.15.)
4. Benjamin Nowak (2021) Precision Agriculture: Where do We Stand? A Review of the Adoption of Precision Agriculture Technologies on Field Crops Farms in Developed Countries. *Agric Res*, 10(4):515-522. (Letöltés időpontja: 2024.06.15.)
5. Bruno Basso – John Antle (2020) Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. *Nature Sustainability*, 3:254-256. (Letöltés időpontja: 2024.06.17.)
6. Dr. Axel Relin – Sebastian Carl – Hargiati Péter – Surányi András (2000) Távérzékelés az Eu-ban. *Magyar Mezőgazdaság*, 55:30-31. (Letöltés időpontja: 2024.03.10.)
7. Dr. Busznyák János (2022) Multispektrális távérzékelési adatok gyűjtése, feldolgozása. *Mezőgazdasági Technika*, 63:2-5. (Letöltés időpontja: 2024.09.04.)
8. Dr. Fenyvesi László (2021) Hazai digitális fejlesztések a precíziós termelési rendszerek kialakításához. *Mezőgazdasági Technika*, 62:30-35. (Letöltés időpontja: 2024.10.15.)
9. Dr. Rogán Péter - Dr. Rátonyi Tamás - Bácskai István - Dr. Harsányi Endre (2021) Műholdas felvételek használhatósága a precíziós mezőgazdaságban. *Mezőgazdasági Technika*, 62:36-38. (Letöltés időpontja: 2024.06.15.)
10. Horváthné Kovács Bernadett – Barna Róbert – Csonka Arnold – Tóth Katalin – Hoffmann Richárd (2020) A precíziós vetéstechnológia kukoricahozamra gyakorolt hatásának vizsgálata – esettanulmány. *Gazdálkodás*, 64:519-530. (Letöltés időpontja: 2024.10.25.)
11. Kemény Gábor - Takácsné György Katalin – Gaál Márta – Keményné Horváth Zsuzsanna (2017) A precíziós szántóföldi növénytermesztési technológiára való átállás becsült makrogazdasági hatásai, különös tekintettel a beruházási költségekre és megtérülésre. *Gazdálkodás*, 61:223-234. (Letöltés időpontja: 2024.07.13.)

12. Nagy János – Zalai Mihály – Illés Árpád – Monoki Szabolcs (2024) Az évjárat és a vetéssűrűség hatása a napraforgó termelésére a magyarországi precíziós termesztés helyspecifikus módszereiben. *Mezőgazdaság 14* (Letöltés időpontja: 2024.11.04.)
13. NAK (2020) Feltárt hibák. *Magyar Mezőgazdaság*, 75:5. (Letöltés időpontja: 2024.07.13.)
14. Körmöczy Dávid – Prof. Dr. Kiss Péter (2022) Autonóm terepi járműirányítás. *Mezőgazdasági Technika*, 63:2-5. (Letöltés időpontja: 2024.06.15.)
15. Lehoczki Zsuzsanna – Vojtela Tibor – Barabás-Olasz Zsófia (2022) Környezeti tényezők és a szenzorok szerepe az istállóklíma kialakításában. *Mezőgazdasági Technika*, 63:18-20. (Letöltés időpontja: 2024.09.13.)
16. Pálinkás Gábor (2021) Sikeresen vizsgázott a virtuális térbe kényszerült AGROmashEXPO. *Mezőgazdasági Technika*, 62: 16-17. (Letöltés időpontja: 2024.08.15.)
17. Rass Krisztina (2021) A nők szerepe a klímapolitikában, *Magyar Mezőgazdaság*, 76:12-13. (Letöltés időpontja: 2024.09.13.)
18. Sz.B. (2017) Helyére kell tenni az ár-érték arányt. *Agrárium*, 27:20-21. (Letöltés időpontja: 2024.03.14.)
19. Szávai Ferenc (2021) Tudás és digitalizáció kihívásai a mezőgazdasági termelésben. *Agrártörténeti szemle*, 62: 237-242. (Letöltés időpontja: 2024.06.17.)
20. Szöcs Attila (2021) Kihívásból lehetőség. *Magyar Mezőgazdaság*, 76:10-11. (Letöltés időpontja: 2024.03.13.)
21. Szőke Viktória – Kovács László (2021) A mezőgazdaság 4.0 technológiáinak munkaerőpiaci hatásai. *Gazdálkodás*, 65:64-85. (Letöltés időpontja: 2024.09.04.)
22. Tóth László Levente (2016) Terjed az „okos” gazdálkodás. *Magyar Nemzet*, 79:13. (Letöltés időpontja: 2024.10.15.)
23. V. L. (2005) Eszes gépjárművek. *Szabad Föld*, 61:12. (Letöltés időpontja: 2024.08.15.)
24. Varga Attila (2020) Erős vidékre van szükség. *Szabad Föld*, 76:10-11. (Letöltés időpontja: 2024.09.04.)
25. Viniczai Sándor (2021) ŰRTECHNIKA A MEZŐGAZDASÁGBAN. *Magyar Mezőgazdaság*, 76:12. (Letöltés időpontja: 2024.10.15.)

Könyvek

1. Fodor N., Hollós R. (2024): Mesterséges intelligencia és növénynemesítés. 12-13. In: Hagyomány és megújulás. Vida Gy. (szerk.) HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Martonvásár (Letöltés időpontja: 2023.12.09.)
2. Kemény G., Lámfalusi I., Molnár A. (2017) Precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest (Letöltés időpontja: 2024.12.09.)

Internetes források

1. Agrárágazat (2022) A drónok alkalmazása a mezőgazdaságban (<https://agraragazat.hu/hir/agrar-dron-pilota-kepzes-precizio-mezogazdasag/>) (Letöltés időpontja: 2024.09.04.)
2. Agrárágazat (2017) A korszerű tápanyag-gazdálkodás alapjai, fejlesztési lehetőségek (<https://agraragazat.hu/hir/a-korszeru-tapanyag-gazdalkodas-alapjai-fejlesztési-lehetosegek/>) (Letöltés időpontja: 2024.10.15.)
3. Agrárágazat (2023) Lézeres gyomirtás a fenntartható mezőgazdaságért (<https://agraragazat.hu/hir/agrar-gyomirtas-novenyvedelem-okoszisztéma-mezogazdasag/>) (Letöltés időpontja: 2024.03.06.)
4. Agrárszektor (2022) Sokan nem ismerik a szabályokat: tilos jelenleg így permetezni Magyarországon (<https://www.agrarszektor.hu/noveny/20220621/sokan-nem-ismerik-a-szabalyokat-tilos-jelenleg-igy-permetezni-magyarorszagon-38885>) (Letöltés időpontja: 2024.11.09.)
5. Agrárszektor (2023) Nincs akadály: tényleg eljött a mezőgazdasági drónok ideje (<https://www.agrarszektor.hu/gepek/20231113/nincs-akadaly-tenyleg-eljott-a-mezogazdasagi-dronok-ideje-45999>) (Letöltés időpontja: 2024.07.22.)
6. AgrárUnió (2022) Drónok a mezőgazdaságban (<https://www.agrarunio.hu/hirek/gepesites/8651-dronok-a-mezogazdasagban>) (Letöltés időpontja: 2024.07.14.)
7. Agrogazda (2024) GPS technológia a mezőgazdaságban

- (https://www.agrogazda.hu/hirek/publikaciok/gps_technologia_a_mezogazdasagban?rsltid=AfmBOooAVCLxBQFrXcbUROcf6EtIQWXFGuSUU-PwqV-Z9t4TIIvq15WE)
(Letöltés időpontja: 2024.03.12.)
8. Gazdálkodás (2022) Itt vannak a drónos permetezés szabályai
(<https://agrokep.vg.hu/gazdalkodas/novenytermesztes/itt-vannak-a-dronos-permetezes-szabalyai-24241/>) (Letöltés időpontja: 2024.11.09.)
9. Ideas (2020) A precíziós gazdálkodás jelentősége a mezőgazdaság versenyképességében
(<https://ideas.repec.org/a/bbs/multid/v2020y2020i2p43-58.html>)
(Letöltés időpontja: 2024.03.12.)
10. Innoteka (2021) A precíziós mezőgazdaság optimalizálja a költségeket, a hozamot, valamint a környezeti terhelést
(https://www.innoteka.hu/cikk/a_precizios_mezogazdasag_optimalizalja_a_koltsegeket_a_hozamot_valamint_a_kornyezeti_terhelest.2352.html)
(Letöltés időpontja: 2024.10.19.)
11. KAVOSZ (2021) Műholdas képalkotás és dróntechnológia a mezőgazdaságban
(<https://www.kavosz.hu/az-en-vallalkozasom/muholdas-kepalkotas-es-drontechnologia-a-mezogazdasagban/>) (Letöltés időpontja: 2024.05.05.)
12. Lidrone (2023) Drónok szerepe a modern, precíziós mezőgazdaságban
(<https://www.lidrone.hu/blog/dronok-szerepe-a-modern-precizios-mezogazdasagban>)
(Letöltés időpontja: 2024.03.15.)
13. Magyar Mezőgazdaság (2023) Spórolás inputanyaggal, menetszámmal, idővel – precíziós átállás 8
(<https://magyarmezogazdasag.hu/2023/09/04/sporolas-inputanyaggal-menetszammal-idovel-precizios-atallas-8/>) (Letöltés időpontja: 2023.12.12.)
14. OneSoil/Blog (2018-2023) What Precision Farming Is and How To Get Started With It
(<https://blog.onesoil.ai/en/what-is-precision-farming#submenu:language>)
(Letöltés időpontja: 2024.07.17.)

Ábrák forrásai

1. *ábra*: Dr. Rogán Péter - Dr. Rátonyi Tamás - Bácskai István - Dr. Harsányi Endre (2021) Műholdas felvételek használhatósága a precíziós mezőgazdaságban. *Mezőgazdasági Technika*, 62:37 (Letöltés időpontja: 2024.08.15.)
(https://adt.arcanum.com/hu/view/MezogazdasagiTechnika_2021/?query=ESA+Sentinel&pg=38&layout=s)
2. *ábra*: AXIÁL (2021) A szakszerű helyspecifikus gazdálkodásalapköve. *Magyar Mezőgazdaság* 76:16-17 (Letöltés időpontja: 2024.08.15.)
(https://adt.arcanum.com/hu/view/MagyarMezogazdasag_2021-1/?query=Prec%C3%ADzi%C3%B3s+t%C3%A1panyag+visszap%C3%B3tl%C3%A1s&pg=294&layout=s)
3. *ábra*: Földterületek megoszlása (Forrás: Agricola Kft.)
4. *ábra*: Agricola Kft. 2023 év vetésszerkezete (Forrás: Agricola Kft.)
5. *ábra*: Az FNY39 kísérleti tábla vetéstérképe (Forrás: Agricola Kft.)
6. *ábra*: 7. ábra Pattogatnivaló kukorica felhasznált vetőmag mennyisége (Forrás: Saját mérés)
7. *ábra*: Pattogatnivaló kukorica realizált terméshozam (Forrás: Saját mérés)
8. *ábra*: Profitöbbletek változó tőszámú vetés esetén (Forrás: Saját mérés)
9. *ábra*: Pattogatnivaló kukorica teljes termőterületen megtakarított inputanyagok (Forrás: Saját mérés)
10. *ábra*: Inputanyagmegtakarítás a négy év alatt (Forrás: Saját mérés)

Táblázatok forrásai

1. *táblázat*: Pattogatnivaló kukorica (1ha-ra vetített input megtakarítás) (Forrás: Saját mérés)
2. *táblázat*: Teljes megtakarítás a négy év alatt (Forrás: Saját mérés)

MELLÉKLETEK

1. melléklet

Munkagépek és erőgépek

(Forrás: Agricola)

Erőgépek		Munkagépek
Tárcsázás		
Traktor Claas Axion 850		Rabe Field Bird 5000 tárcsa
Traktor Claas Xerion		Rövidtárcsa Rabe - Field Bird 5000
Traktor JD 8530		Tárcsa HORSCH - Joker 5RT
Traktor JD 8270 R		Tárcsa HORSCH - Joker 6HD
Traktor JD Power Tech 8370R		
Traktor JD 7250R		
Forgatás nélküli talajművelés		
Traktor Claas Axion 850		Farmet Triolent TX 470 PS
Traktor Claas Xerion		Kultivátor HORSCH - Tiger 4MT
Traktor JD 8530		AMAZONE-WERKE - Centaur 4001-2 Super
Traktor JD 8270 R		Kultivátor sorközművelő ABK 008
Traktor JD Power Tech 8370R		Monosem - SCD 8 soros kultivátor
Traktor JD 7250R		
Talajlazítás		
Traktor Claas Xerion		Framest - Fralaz 3500 2.
Traktor JD Power Tech 8370R		Framest - Fralaz 3500 3.
Traktor JD 8530		Gaspardo Artiglio 300 talajlazító
		Talajlazító Framest - Fralaz 3500
Műtrágyaszórás		
Traktor JD 6920		Műtrágyaszóró Bogballe
Traktor JD 8120		Műtrágyaszóró Sulky - X40
Injektológép RÁBA IGM03		Műtrágyaszóró Sulky - X40
Traktor Landini 135		Noran - N-MAX 6+
Traktor Landini 175		Rauch Axis 30.2 műtrágyaszóró
		Trágyaszóró Annaburger - HTS 20,04
Magágykészítés		
Traktor Claas Axion 850		Magágyelőkészítő Frakomb - 6000
Traktor Claas Xerion		Magágyelőkészítő Frakomb - 8000
Traktor JD 8530		Magágyelőkészítő Framest - Kreátor 8000
Traktor JD 8270 R		
Traktor JD Power Tech 8370R		
Traktor JD 7250R		
		Horsch Pronto 4 DC

Vetés		John Deere - JD 1765NT 8S
Traktor Landini 7-230		MASCAR - Kukorica vetőgép
Traktor JD 7250R		Vetőgép HORSCH - Maestro 8CC
		Vetőgép HORSCH - Pronto 6DC
Permetezés		
Traktor Claas Arion-450		Hardi Commander permetező
Traktor McCormick X7.680		Permetező Berthoud
Hidas Permetező – Horsch		Permetező Berthoud - Tracker SDPA320024
Traktor Landini 135		Hidas Permetező – Horsch
Traktor Landini 175		
Szántás		
Traktor Claas Axion 850		Kühne KVE 4-40 eke
Traktor Claas Xerion		Kühne KVE 5-40 eke
Traktor JD 8530		Kverneland - LD 100
Traktor JD 8270 R		Váltvaforgató eke Besson - új
Traktor JD Power Tech 8370R		Váltvaforgató eke Grégoire Besson - SPMFB9
Traktor JD 7250R		Váltvaforgató eke Lemken - Europol 8 4+sn 100
		Váltvaforgató eke Vogel-Nootz - XS 1150
		Váltvaforgató eke Vogel@Noot - spuls 6+1

2. melléklet

2022-2023 évi vetett terület az adott növényekből (Forrás: Agricola)

2022-2023 évi vetett terület az adott növényekből								
Őszi búza	Kukorica	Őszi káposztarepce	Napra- forgó	Őszi árpa	Lucerna	Cukor- répa	Állandó gyep	Tavaszi zab
Vetett terület(ha)	Vetett terület(ha)	Vetett terület(ha)	Vetett terület(ha)	Vetett terület(ha)	Vetett terület(ha)	Vetett terület(ha)	Vetett terület(ha)	Vetett terület (ha)
3,6	0,6	1,5	12	1,2	5	10,5	13	8,36
1,8	0,85	3	10,12	9,3	3,37	2,17	3	
0,7	8	6	1	4,8	1,27	4,08	1	
5	3	14,5	10,08	2,8	3,1	1,07	2,56	
2	2	30,75	27,33	3,7	2	0,41	6,45	
0,34	35	70	20,54	8,5	5,1	0,85	8,26	
1,02	1,52	14	4,52	39	17,31	2,7		
6	0,7	4,2	17,71	7	2,04	13		
1,22	9	4,26	11,1	7,5	7,3	3,59		
1,83	0,4	5,9	3,22	22,34	6,5			
6,68	2,51	0,32		3	3,2			
16	1	5,5		20	3,75			
2,18	1,3	7,11		2,4	1,37			
5,77	5,2	1,36		0,6	12,81			
2,7	5	2,68		10				
0,65	1,36	1,45		2,29				
0,33	0,56	35,15		5,4				
0,2	1,2	35		4,5				
2,47	5,44	44,56		2,2				
5,97	0,67	10,5						
8,68	0,42	1,6						
17,67	11,57	8,4						
0,8	16,7	1,34						
0,91	1,99	1						
0,85	3,48	2,09						
0,22	36,8	2,87						
0,79	13,1	22,34						
1,07	0,9	2,76						
3,24	0,16	1,1						
0,14	1,19	12,4						
0,54	0,07	18,8						
0,21	0,06	0,7						
0,35	0,12							
0,17	0,55							
0,36	0,3							
1,1	0,39							
0,45	2,47							
0,24	5,69							
0,37	0,8							
10	25							

4,6	2,17								
5,44	27								
7,2	15,57								
5,1	0,49								
1	0,44								
3,27	1,78								
0,66	1,68								
3,2	0,88								
66,5	0,43								
23,42	0,24								
7,38	1,5								
3,85	0,25								
13,45	1,35								
3,44	10								
4,92	15								
4,52	4,5								
7,7	10,54								
0,18	11,48								
0,81	14,41								
4,9	0,2								
0,32	1,17								
1,57	2,21								
2,3									
0,9									
1,4									
1,69									
0,13									
0,23									
1,56									
0,58									
0,49									
1,6									
0,3									
3,4									
15									
0,6									
2,25									
1,41									
1,7									
2,48									
10,76									
14,8									
3,22									
0,73									
6,8									
0,62									
Összes vetett terület (ha):									
363	330,36	373,14	117,62	156,53	74,12	38,37	34,27	8,36	= 1495,77

3. melléklet

2021-2022 év vetett területei az adott növényekből

(Forrás: Agricola)

2021-2022 év vetett területei az adott növényekből							
Őszi búza	Kukorica	Őszi árpa	Napraforgó	Cukorrépa	Őszi káposztarepce	Tavaszi zab	Lucerna
Vetett terület (ha)	Vetett terület (ha)	Vetett terület (ha)	Vetett terület (ha)	Vetett terület (ha)	Vetett terület (ha)	Vetett terület (ha)	Vetett terület (ha)
0,6	12	1,9	1	16	1,2	1,3	1,5
3	3,6	9,7	6	0,15	9,3	23,42	17,31
6	1,8	4,6	66,5		4,8	3	2,04
0,28	2	7	7,38		2,8	4,5	0,06
1,17	5	5	3,85		3,7		1,15
14,5	8	1,3	13,45		8,5		1,67
30,75	35	2,7	3,44		39		0,55
70	1,52	16,7	4,92		7		7,3
14	0,34	1,99	4,52		7,5		
0,7	1,02	3,48	7,7		20		
9	10,5	36,8			2,4		
2,51	1,22	1,6			0,6		
5,2	1,76	10,54			10		
5	2,18	14,41			2,29		
4,2	1,43				5,4		
1,36	0,7				4,5		
1,27	0,8				2,2		
4,26	2,7						
5,9	5,44						
0,32	0,67						
5,5	2,47						
1,07	5,97						
7,11	8,68						
1,35	17,67						
2,17	7						
4,08	10,12						
0,41	3,5						
5,26	10,08						
4,42	27,33						
3,66	20,54						
10	4,9						
22	0,32						
5,44	10						
35,15	1,57						

35	2,3						
44,56	1,4						
13,5	25						
8	27						
13,1	15						
2	0,6						
1	2,25						
2,09	1,41						
2,87	1,7						
22,34	2,48						
1,2	10,76						
2,47	14,8						
0,85	3,22						
2,7	6,8						
1,1							
0,35							
2,76							
2,22							
12,4							
0,8							
3,59							
15,57							
0,49							
0,44							
1,78							
1,68							
1,3							
0,4							
18,8							
11,48							
17,71							
11,1							
2,21							
3,22							
Összes vetett terület (ha)							
548,72	342,55	117,72	118,76	16,15	131,19	32,22	31,58
							= 1338,89

4. melléklet

2020-2021 év vetett területei az adott növényekből

(Forrás: Agricola Kft.)

2020-2021 év vetett területei az adott növényekből					
Őszi búza	Kukorica	Őszi káposztarepce	Napraforgó	Őszi árpa	Tavaszi zab
89,0223	32,5092	124,34	27,2833	16,1295	29,99
170,4029	34,2091	37,5	11,93	106,0481	12,2327
103,59	66,7183	33,73	223,8086		
89,0838	141,4742		69,4076		
4,06	308,1463		11		
	47,51		6,5		
	10				
	20,49				
	6				
	6				
	484,8103				
	30,0242				
	22,1086				
	30,0242				
	22,1086				
Összes vetett terület (ha):					
456,159	1262,133	195,57	349,9295	122,1776	42,2227

5. melléklet

2019-2020 év vetett területei az adott növényekből

(forrás: Agricola kft.)

2019-2020 év vetett területei az adott növényekből					
Őszibúza	Kukorica	Őszi káposztarepce	Napraforgó	Őszi árpa	Tavaszi zab
258,3941	255,6967	131,52	4,6	263,1081	48,7
55,95	180,6818	49,1625	129,34		7
91,6793	104,0692	67,3392	177,5855		
34,3	75,025	116,5017	306,9255		
3,29	28,9	26,08			
3,11	46,49	13,03			
	119,1868	40,7			
	57,66	109,8217			
	863,7495				
Összes vetett terület (ha):					
446,7234	1731,459	554,1551	618,451	263,1081	55,7

6. melléklet

A 2023-2024 aratási évben elérhető profittöbblet becslése

(Forrás: Saját mérés)

Növény	Összes termesztési terület a 23/24-es évben (ha)	Termésátlag általános vetés esetén (t/ha)	A 18,34%-os többlethozammal számított termésátlag (t/ha)	Felvásárlási ár Ft/t	Normál bevétel	Többlethozammal összesített bevétel
Őszi búza	363	5,79	6,851886	77 612	163 122 573 Ft	193 039 253 Ft
Kukorica	330,36	8,15	9,64471	72 602	195 476 093 Ft	231 326 409 Ft
Őszi káposztarepce	373,14	3,32	3,928888	162 372	201 150 460 Ft	238 041 455 Ft
Napraforgó	117,62	2,92	3,455528	143 084	49 142 257 Ft	58 154 947 Ft
Őszi árpa	156,53	5,53	6,544202	57 947	50 159 555 Ft	59 358 817 Ft
Tavaszi zab	8,36	2,75	3,25435	73 367	1 686 707 Ft	1 996 049 Ft
A bevételek összegzése:					660 737 646 Ft	781 916 930 Ft
Különbség a két technológia között (Ft/termelési év):					121 179 284 Ft	

7. melléklet

A 2022-2023 aratási évben elérhető profittöbblet számítása

(Forrás: Saját mérés)

Növény	Összes termesztési terület a 22/23-as évben (ha)	Termésátlag általános vetés esetén (t/ha)	A 18,34%-os többlethozammal számított termésátlag (t/ha)	Felvásárlási ár Ft/t	Normál bevétel	Többlethozammal összesített bevétel
Őszi búza	363	5,64	6,674376	77 612	158 896 600 Ft	188 038 236 Ft
Kukorica	330,36	3,41	4,035394	113 683	128 067 037 Ft	151 554 532 Ft
Őszi káposztarepce	373,14	3,32	3,928888	162 372	201 150 460 Ft	238 041 455 Ft
Napraforgó	117,62	1,89	2,236626	267 758	59 523 085 Ft	70 439 619 Ft
Őszi árpa	156,53	5,38	6,366692	57 947	48 798 988 Ft	57 748 723 Ft
Tavaszi zab	8,36	2,27	2,686318	109 982	2 087 150 Ft	2 469 934 Ft
A bevételek összegzése:					598 523 321 Ft	708 292 499 Ft
Különbség a két technológia között (Ft/termelési év):					109 769 177 Ft	

8. melléklet

A 2021-2022 aratási évben elérhető profittöbblet számítása

(Forrás: Saját mérés)

Növény	Összes termesztési terület a 21/22-es évben (ha)	Termésátlag általános vetés esetén (t/ha)	A 18,34%-os többlethozammal számított termésátlag (t/ha)	Felvásárlási ár Ft/t	Normál bevétel	Többlethozammal összesített bevétel
Őszi búza	542,72	4,45	5,26613	128 969	311 473 548 Ft	368 597 796 Ft
Kukorica	342,55	6,13	7,254242	72 823	152 916 029 Ft	180 960 829 Ft
Őszi káposztarepce	131,19	2,47	2,922998	282 773	91 629 565 Ft	108 434 427 Ft
Napraforgó	118,76	2,68	3,171512	177 427	56 470 898 Ft	66 827 660 Ft
Őszi árpa	117,72	4,81	5,692154	107 526	60 884 791 Ft	72 051 062 Ft
Tavaszi zab	32,22	3,6	4,26024	59 098	6 854 895 Ft	8 112 083 Ft
A bevételek összegzése:					680 229 726 Ft	804 983 858 Ft
Különbség a két technológia között (Ft/termelési év):					124 754 132 Ft	

9. melléklet

A 2020-2021-es aratási évben elérhető profittöbblet számítása

(Forrás: Saját mérés)

Növény	Összes termesztési terület a 20/21-es évben (ha)	Termésátlag általános vetés esetén (t/ha)	A 18,34%-os többlethozammal számított termésátlag (t/ha)	Felvásá rlási ár Ft/t	Normál bevétel	Többlethozamm al összesített bevétel
Őszi búza	456,159	5,93	7,017562	72 548	196 243 999 Ft	232 235 149 Ft
Kukorica	1262,133	8,58	10,153572	72 823	788 607 632 Ft	933 238 272 Ft
Őszi káposztarepce	195,57	2,85	3,37269	174 793	97 425 161 Ft	115 292 936 Ft
Napraforgó	349,9295	2,77	3,278018	177 427	171 980 828 Ft	203 522 111 Ft
Őszi árpa	122,1776	6,37	7,538258	58 909	45 847 185 Ft	54 255 558 Ft
Tavaszi zab	42,2227	2,99	3,538366	59 098	7 460 879 Ft	8 829 204 Ft
A bevételek összegzése:					1 307 565 683 Ft	1 547 373 230 Ft
Különbség a két technológia között (Ft/termelési év):					239 807 546 Ft	

10. melléklet

A 2019-2020-as aratási évben elérhető profittöbblet számítása

(Forrás: Saját mérés)

Növény	Összes termesztési terület a 19/20-as évben (ha)	Termésátlag általános vetés esetén (t/ha)	A 18,34%-os többlethozammal számított termésátlag (t/ha)	Felvásárlási ár Ft/t	Normál bevétel	Többlethozammal összesített bevétel
Őszi búza	446,7234	5,47	6,473198	54 802	133 912 907 Ft	158 472 534 Ft
Kukorica	1731,459	8,06	9,538204	49 808	695 098 510 Ft	822 579 576 Ft
Őszi káposztarepce	554,1551	2,83	3,349022	125 967	197 548 873 Ft	233 779 336 Ft
Napraforgó	618,451	3,03	3,585702	122 363	229 296 825 Ft	271 349 862 Ft
Őszi árpa	263,1081	5,68	6,721712	44 479	66 471 820 Ft	78 662 752 Ft
Tavaszi zab	55,7	3,23	3,822382	49 487	8 903 256 Ft	10 536 113 Ft
A bevételek összegzése:					1 331 232 189 Ft	1 575 380 173 Ft
Különbség a két technológia között (Ft/termelési év):					244 147 984 Ft	

11. melléklet

2023-2024 pattogatni-való kukorica teljes termőterületre vetített inputanyag megtakarítás

(Forrás: Saját mérés)

23/24 Pattogatni-való kukorica teljes termőterületre vetített inputanyag megtakarítás		
	A11 (9,3 ha)	FNY39 (37,7 ha)
A jelen mennyiségek		
Műtrágya (kg)	1 860,00	7 539,89
Növényvédőszer (l)	133,36	700,23
Vetőmag (kg)	669,60	1 259,93
Vetéskori műtrágya (kg)	139,50	370,08
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	93,00	185,04
A bevezetést megelőző mennyiségek		
Műtrágya (kg)	2 194,80	8 897,07
Növényvédőszer (l)	156,03	819,27
Vetőmag (kg)	803,52	1 511,92
Vetéskori műtrágya (kg)	164,61	436,70
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	108,81	216,50
Megtakarítások		
Műtrágya (kg)	334,80	1 357,18
Növényvédőszer (l)	22,67	119,04
Vetőmag (kg)	133,92	251,99
Vetéskori műtrágya (kg)	25,11	66,61
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	15,81	31,46

12. melléklet

2019-2020-as év inputanyagváltozás gabona kultúrákban

(Forrás: Saját mérés)

2019-2020-as év inputanyagváltozás gabona kultúrákban				
	Őszibúza (446,7234 ha)	Őszi káposztarepce (554,1551 ha)	Őszi árpa (263,1081 ha)	Tavaszi zab (55,7 ha)
A jelen mennyiségek				
Műtrágya (kg)	322 520,10	232 232,60	78 711,20	26 101,10
Növényvédőszer (l)	2 818,26	4 876,02	1 723,47	1 508,24
Vetőmag (kg)	101 852,90	2 327,45	50 779,86	7 798,00
A bevezetést megelőző mennyiségek				
Műtrágya (kg)	380 573,72	274 034,47	92 879,22	30 799,30
Növényvédőszer (l)	3 297,37	5 704,94	2 016,46	1 764,64
Vetőmag (kg)	122 223,48	2 792,94	60 935,83	9 357,60
Megtakarítások				
Műtrágya (kg)	58 053,62	41 801,87	14 168,02	4 698,20
Növényvédőszer (l)	479,10	828,92	292,99	256,40
Vetőmag (kg)	20 370,58	465,49	10 155,97	1 559,60

13. melléklet

2019-2020-as év inputanyagváltozásai kapás kultúrákban

(Forrás: Saját mérés)

2019-2020-as év inputanyagváltozásai kapás kultúrákban		
	Kukorica (1731,459 ha)	Napraforgó (618,451 ha)
A jelen mennyiségek		
Műtrágya (kg)	392 830,30	100 946,10
Növényvédőszer (l)	11 304,44	7 656,06
Vetőmag (kg)	121 202,10	2 473,80
Vetéskori műtrágya (kg)	86 374,95	30 692,55
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	9 399,07	3 069,26
A bevezetést megelőző mennyiségek		
Műtrágya (kg)	463 539,75	119 116,40
Növényvédőszer (l)	13 226,19	8 957,59
Vetőmag (kg)	145 442,52	2 968,56
Vetéskori műtrágya (kg)	101 922,44	36 217,21
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	10 996,91	3 591,03
Megtakarítások		
Műtrágya (kg)	70 709,45	18 170,30
Növényvédőszer (l)	1 921,75	1 301,53
Vetőmag (kg)	24 240,42	494,76
Vetéskori műtrágya (kg)	15 547,49	5 524,66
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	1 597,84	521,77

14. melléklet

2020-2021-es év inputanyagváltozás gabona kultúrákban

(Forrás: Saját mérés)

2020-2021-es év inputanyagváltozás gabona kultúrákban				
	Őszibúza (456,159 ha)	Őszi káposztarepce (195,57 ha)	Őszi árpa (122,1776 ha)	Tavaszi zab (42,2227 ha)
A jelen mennyiségek				
<i>Műtrágya (kg)</i>	416 468,70	213 831,00	63 483,92	23 083,91
<i>Növényvédőszer (l)</i>	7 102,69	4 916,53	1 360,06	160,71
<i>Vetőmag (kg)</i>	98 074,19	586,71	21 991,97	6 122,29
A bevezetést megelőző mennyiségek				
<i>Műtrágya (kg)</i>	491 433,07	252 320,58	74 911,03	27 239,01
<i>Növényvédőszer (l)</i>	8 310,14	5 752,33	1 591,26	188,02
<i>Vetőmag (kg)</i>	117 689,03	704,05	26 390,36	7 346,75
Megtakarítások				
<i>Műtrágya (kg)</i>	74 964,37	38 489,58	11 427,11	4 155,10
<i>Növényvédőszer (l)</i>	1 207,46	835,81	231,21	27,32
<i>Vetőmag (kg)</i>	19 614,84	117,34	4 398,39	1 224,46

15. melléklet

2020-2021-es év inputanyagváltozásai kapás kultúrákban

(Forrás: Saját mérés)

2020-2021-es év inputanyagváltozásai kapás kultúrákban		
	Kukorica (1262,133 ha)	Napraforgó (349,9295 ha)
A jelen mennyiségek		
Műtrágya (kg)	192 298,40	284 898,82
Növényvédőszer (l)	7 456,54	5 076,21
Vetőmag (kg)	92 135,71	1 399,72
Vetéskori műtrágya (kg)	157 459,10	18 517,66
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	4 354,97	932,85
A bevezetést megelőző mennyiségek		
Műtrágya (kg)	226 912,11	336 180,61
Növényvédőszer (l)	8 724,15	5 939,16
Vetőmag (kg)	110 562,85	1 679,66
Vetéskori műtrágya (kg)	185 801,74	21 850,84
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	5 095,32	1 091,43
Megtakarítások		
Műtrágya (kg)	34 613,71	51 281,79
Növényvédőszer (l)	1 267,61	862,96
Vetőmag (kg)	18 427,14	279,94
Vetéskori műtrágya (kg)	28 342,64	3 333,18
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	740,35	158,58

16. melléklet

2021-2022-es év inputanyagváltozás gabona kultúrákban

(Forrás: Saját mérés)

2021-2022-es év inputanyagváltozás gabona kultúrákban				
	Őszibúza (542,72 ha)	Őszi káposztarepce (131,19 ha)	Őszi árpa (117,72 ha)	Tavaszi zab (32,22 ha)
A jelen mennyiségek				
<i>Műtrágya (kg)</i>	261 884,11	52 476,00	70 632,00	19 332,00
<i>Növényvédőszer (l/ha)</i>	5 446,68	688,75	882,90	241,65
<i>Vetőmag (kg/ha)</i>	119 398,40	8 133,78	20 012,40	4 833,00
A bevezetést megelőző mennyiségek				
<i>Műtrágya</i>	309 023,25	61 921,68	83 345,76	22 811,76
<i>Növényvédőszer</i>	6 372,62	805,83	1 032,99	282,73
<i>Vetőmag</i>	143 278,08	9 760,54	24 014,88	5 799,60
Megtakarítások				
<i>Műtrágya</i>	47 139,14	9 445,68	12 713,76	3 479,76
<i>Növényvédőszer</i>	925,94	117,09	150,09	41,08
<i>Vetőmag</i>	23 879,68	1 626,76	4 002,48	966,60

17. melléklet

2021-2022-es év inputanyagváltozás gabona kultúrákban

(Forrás: Saját mérés)

2021-2022-es év inputanyagváltozásai kapás kultúrákban		
	Kukorica (342,55 ha)	Napraforgó (118,76 ha)
A jelen mennyiségek		
Műtrágya (kg)	217 307,73	59 380,00
Növényvédőszer (l)	191 427,83	1 066,46
Vetőmag (kg)	31 726,98	7 363,12
Vetéskori műtrágya (kg)	43 461,89	2 375,20
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	3 911,58	1 068,84
A bevezetést megelőző mennyiségek		
Műtrágya (kg)	256 423,12	70 068,40
Növényvédőszer (l)	223 970,56	1 247,76
Vetőmag (kg)	38 072,38	8 835,74
Vetéskori műtrágya (kg)	51 285,03	2 802,74
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	4 576,55	1 250,54
Megtakarítások		
Műtrágya (kg)	39 115,39	10 688,40
Növényvédőszer (l)	32 542,73	181,30
Vetőmag (kg)	6 345,40	1 472,62
Vetéskori műtrágya (kg)	7 823,14	427,54
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	664,97	181,70

18. melléklet

2022-2023-as év inputanyagváltozás gabona kultúrákban

(Forrás: Saját mérés)

2022-2023-as év inputanyagváltozás gabona kultúrákban				
	Őszibúza (363 ha)	Őszi káposztarepce (373,14 ha)	Őszi árpa (156,53 ha)	Tavaszi zab (8,36 ha)
A jelen mennyiségek				
<i>Műtrágya (kg)</i>	290 400,00	355 080,02	125 224,00	1 672,00
<i>Növényvédőszer (l/ha)</i>	37 752,00	5 634,41	1 408,77	482,37
<i>Vetőmag (kg/ha)</i>	79 860,00	7 292,44	26 610,10	1 672,00
A bevezetést megelőző mennyiségek				
<i>Műtrágya</i>	342 672,00	418 994,43	147 764,32	1 972,96
<i>Növényvédőszer</i>	44 169,84	6 592,26	1 648,26	564,38
<i>Vetőmag</i>	95 832,00	8 750,93	31 932,12	2 006,40
Megtakarítások				
<i>Műtrágya</i>	52 272,00	63 914,40	22 540,32	300,96
<i>Növényvédőszer</i>	6 417,84	957,85	239,49	82,00
<i>Vetőmag</i>	15 972,00	1 458,49	5 322,02	334,40

19. melléklet

2022-2023-as év inputanyagváltozásai kapás kultúrákban

(Forrás: Saját mérés)

2022-2023-as év inputanyagváltozásai kapás kultúrákban		
	Kukorica (330,36 ha)	Napraforgó (117,62 ha)
A jelen mennyiségek		
Műtrágya (kg)	189 050,36	47 048,00
Növényvédőszer (l)	145 507,06	1 370,27
Vetőmag (kg)	23 125,20	7 292,44
Vetéskori műtrágya (kg)	6 607,20	49 400,40
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	5 989,82	1 205,61
A bevezetést megelőző mennyiségek		
Műtrágya (kg)	223 079,42	55 516,64
Növényvédőszer (l)	170 243,26	1 603,22
Vetőmag (kg)	27 750,24	8 750,93
Vetéskori műtrágya (kg)	7 796,50	58 292,47
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	7 008,09	1 410,56
Megtakarítások		
Műtrágya (kg)	34 029,06	8 468,64
Növényvédőszer (l)	24 736,20	232,95
Vetőmag (kg)	4 625,04	1 458,49
Vetéskori műtrágya (kg)	1 189,30	8 892,07
Vetéskori talajfertőtlenítő szer (l)	1 018,27	204,95

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom konzulensi és tanári munkájáért Dr. Lukács Aurél István egyetemi docensnek. Tanulmányaim alatti előadásaival felkeltette érdeklődésemet a precíziós növénytermesztés iránt, szakdolgozatom vizsgálatában pedig konzulensi meglátásaival, szakmai tudásával és tapasztalataival tette lehetővé, hogy eredményesen dolgozzam fel a rendelkezésemre álló adathalmazokat. További eredményes tanári és konzulensi pályafutást kívánok a legtöbb szakmai sikerben!

Köszönöm az Agricola cégcsoportnak, hogy a rendelkezésemre bocsátott adatokkal hozzájárultak szakdolgozatom létrejöttéhez.

Hálával tartozom családom és párom támogatásáért, észrevételeik olykor jelentősen hozzájárultak a továbbhaladásomhoz és türelmük nélkül aligha jöhetett volna létre a szakmai munkám. Köszönöm nekik!

EGYÉB KÖTELEZŐ MELLÉKLETEK

1. Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Baghy Bátor István (név) (hallgató Neptun azonosítója: DY43EU) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt 2024 év november hó 11 nap



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

2. Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /

diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

a szakdolgozat ¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Baghy Bátor István
A Hallgató Neptun kódja: DY43EU
A dolgozat címe: Precíziós technológiák alkalmazásának hatása egy növénytermesztő gazdaság termelésére
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék
Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024 év november hó 11 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.