

DIPLOMADOLGOZAT

Darvas Dániel
nővényorvosi szak

Gödöllő
2023



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
SZENT ISTVÁN CAMPUS
MEZŐGAZDASÁGI ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR
NÖVÉNYORVOSI SZAK, MSC SZINT, NAPPALI TAGOZAT

Herbicidek hatékonyságának vizsgálata drónos monitoringgal kukorica kultúrában

Készítette:

Darvas Dániel

Témavezető

Dr. Zalai Mihály

egyetemi docens

Gyomszabályozási Csoport

Gödöllő

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	5
1.1 A precíziós gazdálkodás jelentősége	5
1.2 A vizsgálat célja	5
2. Irodalmi áttekintés.....	7
2.1 A precíziós gazdálkodás.....	7
2.2 Gyomfelvételezési módszerek összehasonlítása	8
2.2.1 Balázs–Ujvárosi módszer	8
2.3 Növényvédőszer kijuttatási technológiák.....	9
2.4 Drónok helye jelenleg a mezőgazdaságban.....	9
2.4.1 Drónok térnyerése a mezőgazdaságban	9
2.4.2 A mezőgazdasági drónok piaci térnyerése	10
2.4.3 Gyomfelvételezés drónnal.....	11
2.5 A kukoricatermesztés sajátosságai	20
2.5.1 A kukorica termesztési céljai	20
2.5.2 A kukorica termőterülete, termés mennyisége	20
2.5.3 A kukorica jellemző gyomnövényei.....	20
2.5.4 A kukorica gyomosodása elleni védekezés	21
3. A vizsgálatok módszerei	23
3.1 A vizsgálati anyag	23
3.2 A vizsgálat eszközei.....	23
3.3 A vizsgált terület és kultúra bemutatása.....	23
3.4 A kísérlet célja.....	24
3.5 A kísérlet leírása.....	24
3.6 Az alkalmazott felmérési és elemzési módszertanok	25
3.6.1 Repülési paraméterek:	25
3.6.2 Térképek elkészítése	25
3.6.3 Georeferálás	25
3.6.4 Negatív kontroll zónák kijelölése.....	26
3.6.5 Eredmények megjelenítése.....	26
3.6.6 A békéscsabai kísérlet elrendezése.....	26
3.6.7 A sárbogárdi kísérlet elrendezése.....	27
4. Eredmények.....	28
4.1 Gyomosodás felmérés – Békéscsaba.....	28
4.1.1 Az elkészült térképek	28

4.1.2 Eredmények.....	29
4.2 Gyomosodás felmérés – Sárbogárd.....	38
4.2.1 Az elkészült térképek.....	38
4.2.2 Eredmények.....	39
5. Következtetések és javaslatok.....	49
6. Összefoglalás.....	50
7. Köszönetnyilvánítás	52
8. Irodalomjegyzék.....	53
9. Nyilatkozat	55

1. Bevezetés

1.1 A precíziós gazdálkodás jelentősége

A mezőgazdasággal foglalkozók évről évre tapasztalják, hogy az erőteljes változásokon keresztülmenő környezetünk milyen újabb és újabb kihívások elé állítja őket. Ahhoz, hogy ebben a változó közegben is versenyképes maradjon a gazdaságunk fontos, hogy megismerjük, hogy mely munkálatok, illetve a növényeink teljes fenológiája során mikkel kell szembenéznünk. A precíziós gazdálkodás lényege, hogy a rendelkezésre álló összes információt a legkorszerűbb forrásokból begyűjtjük, és a kezeléseinket az integrált szemlélet jegyében a legfenttarthatóbb módon végezzük. „A precíziós mezőgazdaság rendkívül sokrétű. Magába foglalja a termőhelyhez alkalmazkodó termesztést, a táblán belül változó technológiát, integrált növényvédelmet, a távérzékelést, a térinformatikát, a geostatisztikát, a növénytermesztés gépesítésének változását és az információs technológia vívmányainak behatolását a növénytermesztésbe. Jelenti továbbá a talajtérképek mellett a hozamtérképek készítését és termésmodellezését, talajtérképek összevetését a termésképekkel, kártevők, gyomok, betegségek táblán belüli eloszlásának törvényszerűségeinek figyelembevételével.” (Györfly, 2000)

Maga a precíziós gazdálkodás egy régóta zajló „átállási” folyamat, amely az 1900-as évek vége, a digitális forradalma óta zajlik. Terjedése az Amerikai Egyesült Államokból indult, elterjedt az Európai Unióban is, Magyarországon a századforduló óta van jelen (Reisinger és Borsiczky, 2018)

1.2 A vizsgálat célja

A szakdolgozatom alapját adó kísérletet minden évben megszervezi a Bayer Hungária Kft. Céljuk ezzel, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható herbicidek hatékonyságát megvizsgálják, melyik készítménnyel, mennyi idő alatt hány százalékos változást tudnak elérni az adott terület gyomflórájában, szántóföldi bemutatókra is alkalmas formában. Alapvetően a felvételezések klasszikus módon, szemrevételezés útján történnek, viszont az innovációkkal élve, a digitalizáció útján haladva ez immáron négy éve kiegészül drónos monitoringgal is. Egyrészt kiválóan beleillik a cég digitális szemléletébe, másrészt praktikus okai is vannak. Amellett, hogy a klasszikus módszerrel történő felmérésnek jelentős idő- és humán erőforrás igénye van, teret adhat a szubjektivitásnak. A drónos felmérés egyik fő célja, hogy teljes mértékben kizárjuk a humán faktort, a felmérés kizárólag objektív méréseken múljon, és ezáltal végeredménynek egzakt számadatokat kapjunk az egyes területekről. Mindemellett természetesen a hatékonyság is jelentős mértékben javul, egyes kísérleti

területek célja körülbelül húsz percet vett igénybe drónnal, a kapott eredmények kiértékelése pedig további nagyjából fél órát igényelt, míg ezzel szemben a klasszikus felvételezés hosszú, akár több tíz órás munkaigényű is lehet.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A precíziós gazdálkodás

A konvencionális mezőgazdasági technológiára jellemző, hogy minden kezelés a teljes felületen történik, gyakoriak az átfedések és/vagy kihagyások, az inputanyag kijuttatás átlagolás alapján történik és a beavatkozások jelentős részére külön menetben kerül sor. Ezzel szemben a precíziós technológia esetében a műveletek során nem fordulnak elő sem átfedések, sem pedig kihagyások, bevett a sor – sorköz elkülönítése. A menetszámot csökkentik az egyes műveletek összevonásával, lényeg a növények igényeinek lokálisan a legoptimálisabb kielégítése. (Hadászi, 2015)

Négy fő alapelv együttese szükséges ahhoz, hogy precíziós gazdálkodásról beszélhessünk (Reisinger és Borsiczky, 2018):

1. GPS koordináták pontos rögzítése minden műveletnél: Ez nélkülözhetetlen ahhoz, hogy pontosan tisztában legyünk azzal, hogy mikor, mi és hol történt a növényállományunkban. Minden később gyűjtött adatból kapott összefüggést ez alapján fogjuk tudni értelmezni (Reisinger és Borsiczky, 2018).
2. Döntés-előkészítő algoritmusok: Ahhoz, hogy a begyűjtött információkat értelmezni tudjunk, szükségünk van olyan felületekre, amelyek kézzel foghatóvá teszik azokat számunkra (Reisinger és Borsiczky, 2018). Ma már számos program áll készen arra, hogy NDVI térképek, hozamelemzések stb. alapján akár vetési, tápanyagutánpótlási térképet készítsen számunkra.
3. Precíziós kijuttatási technika: Ahhoz, hogy a feldolgozott információ alapján készített terveket a gyakorlatban is megvalósíthassuk, szükségünk van olyan eszközökre, amelyek „értik” az ezekből származó adatokat. (Reisinger és Borsiczky, 2018).
4. Permeteződrón esetében szükségünk van felderítődrónra a kijuttatáshoz (Puri, 2017).

Hazánkban a precíziós gazdálkodás fokozatosan terjed el, de egyelőre még gyerekcipőben jár. Ennek oka lehet többek között az, hogy a mezőgazdasági vállalkozók egy előregedő tendenciát mutatnak, nincs meg részükről a fogékonyság a téma iránt, illetve a viszonylag nagy megtérülési idő miatt nem akarnak belefogni. Általánosságban elmondható, hogy a generációváltással jelentősen felgyorsulhat a korábbi lassú tendencia, a fiatalok nyitottabbak az új technológiák iránt.

2.2 Gyomfelvételezési módszerek összehasonlítása

A mezőgazdasági termelés során minden kultúrának megvannak a sajátos gyomfajai, amelyek pontos felismerése és életciklusuk pontos ismerete elengedhetetlen a megfelelő kezelések megválasztásához. A gyomszabályozás hatékonyságát javarészen a pontos felmérés határozza meg, mivel ez alapján tudunk hatóanyagot, kezelési módot választani. Két fő módja ismeretes a gyomfelvételezési eljárásoknak: a mérések alapján meghatározott, vagyis egzakt módszerek, illetve a becslés alapján meghatározott gyomborítás (Nagy, 2004).

Az egzakt módszer mérésre, számolásra alapul. Ennek egyik módja, hogy az egységnyi területről lekaszált gyomok súlyát megméri. Ez a módszer viszont nem praktikus, idő és költségigényes, nem ismételhető, ellenben gyepeken és Geophyta gyomfajoknál hasznos (Nagy, 2004).

A másik metódus a gyomnövény-számlálás, itt konkrétan a talajból kihúzott gyomok számát állapítjuk meg. Praktikus okokból ez is hagy kívánnivalót maga után, mivel pusztán a darabszámból nem tudjuk megkülönböztetni az adott gyomnövény jelentőségét, illetve ez sem ismételhető, időigényes (Nagy, 2004).

A gyommag számlálós módszer esetében egységnyi talajmintából mossuk ki a magvakat, következtetve ebből a terület várható gyomosodására (Nagy, 2004).

A becsléses módszer lehet egyszer matematikailag bizonyítható, ezt Hult-Sernander-féle metódusként ismerjük, 5 értékszámot alkalmaz. A másik becsléses módszer a szemmértékes, ekkor erősen, közepesen gyengén, illetve gyommentesnek minősíthetjük a táblát, matematikailag ez nem bizonyítható (Nagy, 2004).

Az úgynevezett Hult-Sernander eljárást Balázs formálta tovább, „a kétdimenziós módszer alapján a növénytársulások dominanciaviszonyait a térben deciméterenként, az egyes magassági szintekhez tartozó borítottsági értékek csoportosításával három dimenzióban is vizsgálta.” (Nagy, 2004). Ennek a módszernek erdős, illetve nagyobb magasságú kultúra esetében van relevanciája (Nagy, 2004).

2.2.1 Balázs–Ujvárosi módszer

Az előző pontban említett Balázs féle metódust Ujvárosi módosította oly módon, hogy az a mindennapokban praktikusán felhasználható legyen. A magyarországi gyakorlatban ez a módszer a legnépszerűbb, ezzel készültek az I.-IV. országos gyomfelvételezések is, illetve több magyar tanulmány is ezt alkalmazta (Nagy, 2004).

A módszerről általánosságban elmondható, hogy matematikailag bizonyítható, feldolgozható, jelentős berendezési igénye nincsen, a gyors és egzakt módon kivitelezhető, az egyes gyomfajok borítottságát külön-külön is szemlélteti, valamint ismételhető (Nagy, 2004).

2.3 Növényvédőszer kijuttatási technológiák

Az egyes növényvédőszerek kijuttatására sokféle módon van lehetőség, ezek módjáról az engedélyokiratuk rendelkezik. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) halmazállapottól függően 8 féle kijuttatási módot különböztet meg: permetezés, beöntözés, porozás, aeroszolozás, gázosítás, füstölés, kiszórás és légtértelítés. Az alkalmazás helye alapján különbséget teszünk teljes felületre történő kijuttatás, talajfertőtlenítés és csávázás között (http 1).

A mezőgazdasági drónokkal a kijuttatási módok közül leginkább a permetezést, illetve dróntípustól függően a granulátumszórást tudjuk megoldani.

2.4 Drónok helye jelenleg a mezőgazdaságban

2.4.1 Drónok térnyerése a mezőgazdaságban

A drónok, mint pilóta nélküli repülőgépek először a hadiiparban jelentek meg, ugyanis fontossá vált az olyan eszközök használata, amelyek alkalmazása emberi életet nem veszélyeztet, illetve működése csendes, mérete kompakt.

A technológia kiforrása együtt járt az előállítási költségek csökkenésével, ezáltal szélesebb körben hozzáférhetővé vált, elég akár a gyermekek számára gyártott játék célú eszközökre gondolni, de példának okáért a filmiparban a légi felvételeknél is kiváltotta a helikopterek szerepét.

A technika fejlődésével a drónok ma már a mezőgazdaságban is megállják a helyüket. Bekerülési költségük jelentősen alacsonyabb, mint például egy hidas permetezőé, a táblák közötti mobilitásuk és az üzemeltetésük is nagyságrendekkel kedvezőbb. Precíz gyomfelvételezést követően lehetőségünk nyílik a területünkön lévő gyomok foltszerű kezelésére, jelentősen csökkentve ezáltal az egyébként is jelentős áremelkedésen átment növényvédőszer költségeinket. A légi kijuttatás végett a magunk által okozott taposási kár is minimalizálható, például a ketchup-paradicsom esetében jelentős kiesést spórolhatunk meg.

„Az intenzív és ökológiai gazdálkodási rendszerben is elgondolkodtató felhasználása, mivel talaj és környezetkímélő növénykondicionálást tesz lehetővé. A növénytáplálás, valamint növényvédelem ökológiai területen nehezebben megoldható. A permetező drón helyes használatával kevesebb peszticid kerülne ki a területekre, ezáltal a szermaradék

probléma javulna. A növények tápanyagpótlása több módon is megoldhatóvá válna, a különböző biológiai- és baktérium-, valamint lombtrágya-készítmények felhasználásával, a készítmények minősítését követően.” (Borhi, 2020)

2.4.2 A mezőgazdasági drónok piaci térnyerése

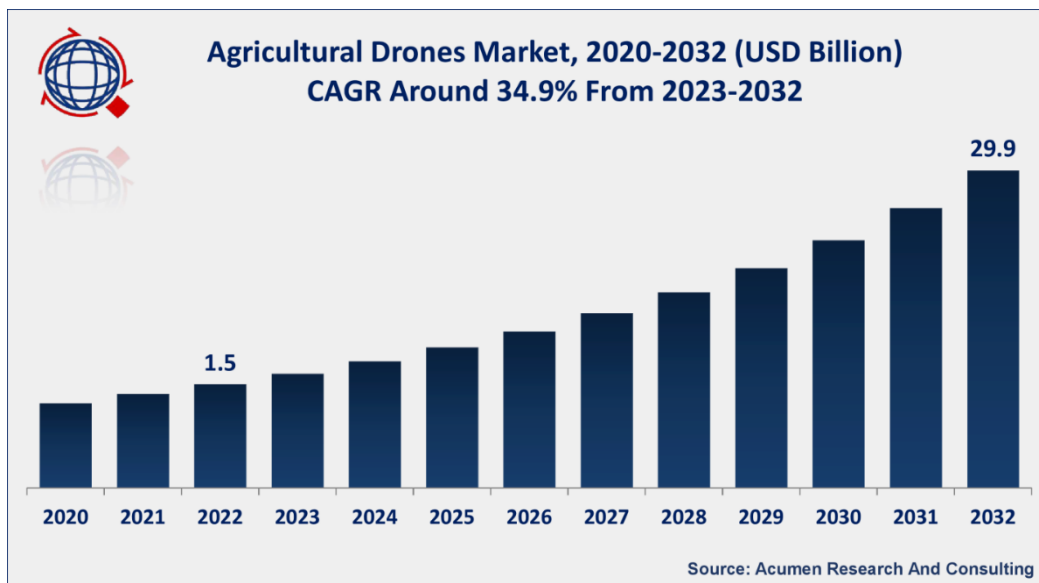
A drónok térnyerését a gyakorlati használatban úgy gondolom talán a legjobban a szektor piaci növekedése prezentálja. Világszinten 2022-ben a mezőgazdasági drónok piaca átlépte a másfél milliárd dolláros forgalmat. Az Acumen Research and Consulting elemzése szerint a piac 2032-re 29,9 milliárd dollárra nőhet, ami 34,9 %-os CAGR-t (összetett éves növekedési ráta) jelent ([http 2](#)).

A technológia jelenlegi újdonságának és sikerességének ismeretének a fényében ugyan nem meglepő a pozitív jóslat, a szektor továbbra is jelentős fejlődés előtt áll, ami további jelentős térnyeréshez vezethet. A mezőgazdasági drónok piaca jelenleg is számos eszközt kínál a gazdálkodóknak a precíziós mezőgazdasághoz. A technológia fejlődése, mint például az autonóm drónok fejlesztése, valamint a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás integrációja várhatóan további piaci növekedéshez vezethet ([http 2](#)).

A drónok piacának növekedését több tényező is befolyásolhatja pozitív irányba. Nem szabad elmenni azon alapvető tény mellett, hogy a Föld egyre gyarapodó lakosságának élelmezése egy megoldandó kérdés hatékonyabb és fenntarthatóbb mezőgazdasági gyakorlatokat igényel. A technológia további fejlődésével várhatóan hosszabb repülési időt, továbbfejlesztett érzékelőket, akár autonóm képességeket kaphatunk, ezáltal a használatuk jelentősen megkönnyíti a távoli, nehezen elérhető területek átfogó megfigyelését, elemzését. Az innováción túl a piaci növekedését jelentős mértékben befolyásolhatják a különféle állami támogatások, finanszírozási megoldások ([http 2](#)).

A sok pozitívum mellett a növekedésnek nem csak mellette szólnak tények, számos gátló tényező is szerepet játszhat. Jelenleg úgy látom, hogy hazánkban továbbra is a jogszabályok, illetve a jogszabályok nem ismerete adja ezen gátló tényezők jelentős részét. Az üzemeltetéssel és a karbantartással kapcsolatban merülnek fel aggályok, mind anyagi mind hozzáértési szempontból. Ökológiai szempontból lehet aggályos a zajszenyezés, illetve a vadon élő állatok megzavarása. Bár a folyamatosan fejlődő technológia állandó újdonságok elé állít minket, jelenleg a korlátozott repülési idő, a hasznos teherbírás korlátai, a kedvezőtlen időjárás viszonyok során történő bizonytalan használat, valamint a korlátozott kompatibilitás

a különböző drón hardver- és szoftverrendszerek között mind lassítják a térnyerést egyelőre (http 2).



1. ábra mezőgazdasági drónok piacának előrejelzése, forrás: http 2

A világ országai közül jelenleg az Amerikai Egyesült Államoké a legnagyobb mezőgazdasági drónpiac, ezt követi Európa és Ázsia-Csendes Óceánia térség. Az ázsiai csendes-óceáni térségé jelenleg a leggyorsabban növekedő tendenciát mutató piac (http 2).

2.4.3 Gyomfelvételezés drónnal

A növényállományunk monitoringozása gyakorlatilag felfogható egyfajta felügyeletként a táblának a vetéstől a betakarításig. A mezőgazdaság modernizációja ezzel egy olyan lépést tett meg, mellyel a gazdák jelentős mennyiségű információhoz juthatnak a növényeik egészségi állapotáról, beleértve a betegséggel sújtotta egyedeket és a gyomborított területeket (Gor, 2023).

A hagyományos módszerekkel a gazdálkodóknak fizikailag kellett körbejárniuk a gazdaságukat pontról pontra, hogy figyelemmel kísérjék a növények növekedését és hogy azonosítsák azokat a területeket, amelyekre különös odafigyelés szükséges. Ami egy jelentősen idő és munkaigényes feladatnak indult, az ma már egy automatizált feladattá vált a drónok segítségével (Gor, 2023).

A termelőknek annyi csupán a feladata, hogy elindítsa a drónt, hogy az egy előre meghatározott útvonaltervet járhasson be. Az e célra használt drónokon megtalálható egy speciális képalkotó rendszer, amelyet normalizált különbség növényindexnek (normalized

difference vegetation index, NDVI) neveznek, és figyelemmel kíséri a növények specifikus hullámhossz-elnyelő képességét, ezáltal részletes, szín alapú információkkal tükrözi a növények egészségét és a lehetséges problémás területeket. A drónok által rögzített növényi képek infravörös és látható spektrális tartományban vannak (Gor, 2023).

2.4.3.1 Kamerák, Szenzorok

Az átlagos, nem feltétlen mezőgazdasági célra szánt drónokkal a dobozból kivéve videót vagy állóképet készíthet a felhasználó a tábla felett, amivel ugyan bizonyos problémákat észlelhet, de a mezőgazdasági (és katonai) dróntechnológia ezt már meghaladta. Ahhoz, hogy valóban használható értéket nyerjünk ki a mezőgazdasági drónból, más típusú szenzorokra is szükségünk van, valamint olyan eszközökre, amelyek képesek a drónt a teljes területünk felett egy előre betáplált útvonaltérkép alapján repíteni. A kapott nyersadatok feldolgozására speciális szoftverre van szükségünk, amely a szenzorok leolvasásait egyetlen rétegben egyesíti, ami elemezhető, georeferálható lesz. Az így kapott adatokkal a felhasználónak lehetősége nyílik arra is, hogy a GPS-koordináta alapján besétáljon az állományba a konkrét kérdéses ponthoz, hogy a saját szemével is meggyőződjön a kapott információ valóságtartalmáról (McKinnon, 2016).

A drónok szenzorai a növények által visszavert fény alapján gyűjtenek információkat. A növények természetesen módon felfogják a látható fényt, hogy elősegítsék a fotoszintézist. A közeli infravörös (NIR) fotonok azonban nem hordoznak elegendő energiát a fotoszintézishez, ellenben sok hőt hordoznak magukkal, így a növények úgy fejlődtek, hogy visszaverjék a NIR-fényt (Balázs, 2016). Ez a visszaverő mechanizmus a levél elhalásával tönkremegy. A közeli infravörös érzékelők kihasználják ezt a tulajdonságot azáltal, hogy figyelik a NIR reflexió és a látható reflexió közötti különbséget. Ezt a számítást normalizált különbség vegetációs indexként (normalized difference vegetation index) vagy NDVI-ként ismerik. Az erős NDVI jel nagy növényesűrűséget jelent, a gyenge NDVI pedig problémás területeket jelez a területen (McKinnon, 2016).

Az NDVI adatok számos mezőgazdasági célra használhatóak. Az NDVI egyértelműen meg tudja különböztetni a táblának azokat területeit, ahol a növény jól növekszik, és azokat, ahol nem, lehetővé téve zónák kialakítását a megfelelő mennyiségű műtrágya kijuttatásához a tábla minden pontjára. A növény stresszre való reagálási módjai miatt az NDVI-kép feltárhatja a gyomok, kártevők, vízkár és egyéb további problémák jelenlétét is, így a termelő megkapja a szükséges információkat a problémák azonosításához és számszerűsítéséhez már

a szezon folyamán, ami alapján meghatározhatja az optimális megoldási módot (McKinnon, 2016).

Számos kutatási tevékenység folyik a drónokra szerelt érzékelők mezőgazdasági felhasználására. A két leggyakrabban említett a hőkamerák és a hiperspektrális kamerák (McKinnon, 2016).

A hőérzékelők képesek leolvasni egy tárgy kisugárzott hőmérsékletét, és a legújabb modellek némelyike elég könnyű ahhoz, hogy egy kis drón is hordozza. A hőérzékelő segíthet azonosítani, hogy a növények hogyan használják fel a vizet, mivel azok a növényi egyedek, akik több vízhez férnek hozzá, hűvösebbnek tűnnek a képen. A kihívás az, hogy ezek a hőmérséklet-ingadozások csekélyek és nehéz lehet megkülönböztetni a többi tényezőtől, amelyek felmelegíthetik vagy hűthetik a növényt, mint például a szellő, a napsugárzás stb. További kutatásra van szükség ezen a területen (McKinnon, 2016).

A hiperspektrális érzékelők a látható és a láthatatlan fény számos hullámhosszát rögzítik. Bár ezeknek a kameráknak a mérete és ára csökken, még mindig nagyok és drágák. Ezeknek az érzékelőknek az az ígérete, hogy képesek lehetnek azonosítani az adott növényfajtát pusztán a visszavert fény színének mérésével, ami megkönnyíti az olyan dolgok kiválasztását, mint a gyomirtószer-rezisztens gyomok. Azonban ezeket a kamerákat úgy kell kalibrálni, hogy alacsonyan repülő drónokon is működjenek olyan környezetben, ahol a fényviszonyok folyamatosan változnak (McKinnon, 2016).

A hiperspektrális és a multispektrális kamerák közti fő különbség, hogy míg a hiperspektrális kamerák több száz hullámhosszon érzékelnek, addig a multispektrális jelentősen alacsonyabb spektrális felbontáson működik (http3). Egy humángyógyászati példával kiválóan prezentálható a különbség: míg a multispektrális technológia egy egyszerű vérnyomásmérésnek vagy pulzusmérésnek felel meg, addig a hiperspektrális módszer a MRI vizsgálatnak, különféle rendellenességeket analizál (Ivanov, 2016).

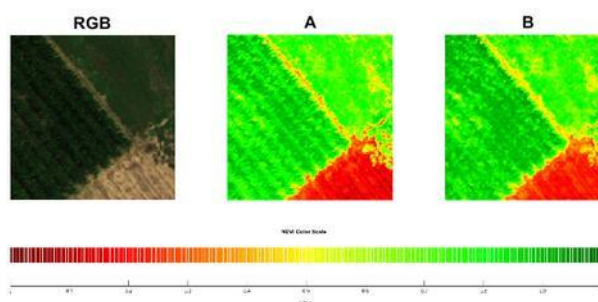
Az RGB kamerák a rövidítésből (Red, Green, Blue) adódóan a vörös, a zöld és a kék hullámhosszú fényeket rögzítik, ezáltal tudnak nagyjából olyan képet alkotni, amit az emberi szem lát.

A gyakorlatban a növényeinkről a legtöbb információt a hiperspektrális kamerák adják a spektrális adatok alapján, legyen az tápanyaghiány, betegség, kártevő vagy a gyomok azonosítása. Kijelenthető, hogy a távérzékelésben ez a legfejlettebb technológia, viszont a

gyakorlatban nem terjedt el jelentősen. Ez egyrészt köszönhető a jelentős ártöbbletnek, másrészt a rengeteg információ generálta adatmennyiségnek, ami jelen esetben akár terrabájtos nagyságrendeket is jelenthet, aminek a mozgatása és a feldolgozása is óriási gépi teljesítményt igényel.

Jelenleg a monitoring célra kapható drónokban a legelterjedtebb kameratípus az RGB és a multispektrális kamerák. A felhasználók számára elérhető áron kaphatóak, az általuk kapott információtömeg már feldolgozható adatmennyiségű. Gyakorlati különbség a két technika közt, hogy a multispektrális kamerával felszerelt drónnal a monitoring során körülbelül 20-30 méterrel alacsonyabban repülnek, mivel jellemzően alacsonyabb felbontással működnek RGB alapú társaiknál.

RGB kamerák esetében nagy fejlődést hozhat a gépi tanulás. Az Illinoisi Egyetem és a Mississippi Állami Egyetem tanulmánya azt vizsgálta, hogy egy egyszerű RGB kamera alkotta kép a mesterséges intelligenciával felvértézve hasonló képeket, térképeket tud alkotni, mint a multispektrális kamerák által készített NDVI vagy NIR térkép. A kísérlet során elsőként a mesterséges intelligenciát tanították meg NDVI képek készítésére úgy, hogy betápláltak több multispektrális és normál képet, ez alapján tesztelték, hogy képes-e normál képből NDVI-t készíteni a betáplált képkészletből. A kísérletbe bevont kutatócsoport végül nem észlelt érdemi különbséget a multispektrális kamera és a mesterséges intelligenciával felvértezett RGB kamera képe alkotta NDVI térképekben (Stein, 2023).



2. ábra. Bal oldalon az RGB kamera fotója, az A fotó az RGB alapján készült NDVI, a B a multispektrális NDVI, forrás: Stein, 2023

2.4.3.2 Adatfeldolgozás

Amikor egy drón adatokat gyűjt egy szántóföld felett, a kamera több száz képet készít, miközben fűnyíró mintájára járja a táblát. Ahhoz, hogy a képekből hasznos adat keletkezzen, egy arra alkalmas programmal fel kell azokat dolgozni (McKinnon, 2016).

Az egyik leghasznosabb jelentés, amelyet egy drón készíthet számunkra az NDVI kép. Ez egy NIR kamerából veszi az összefűzött képeket, és "hamis színezést" alkalmaz a problémás területek kiemelésére. Bár ezekhez a jelentésekhez nincs szabványos színséma, a legtöbb program a képet a legerősebb jelek esetén zöldre színezi, majd ahogy gyengül a jel, úgy vált sárgára, majd pirosra, végül pedig szürkére a tábla leggyengébb részein (McKinnon, 2016).

A legelterjedtebb, nagyon fontos formátum a shape fájl. Ezek a képek zónákra osztják a táblát, és minden zónában értéket rendelnek a vetéssűrűséghez. Ez a formátum hasznos, mivel számos „farmadat csomaggal” közvetlenül olvasható, így a drónréteg könnyen kombinálható más adatforrásokkal, és így terveket hozhatunk létre a változó dózisu alkalmazáshoz. Végezetül, egyes szolgáltatások közvetlenül a webböngészőben vagy az okostelefonos alkalmazásban lévő térképen jelenítik meg az eredményeket (McKinnon, 2016).

2.4.3.3 Feltérképezéshez használatos drónok

A korábban ismertetett információk alapján jól látszik, hogy a jelenleg forgalomban lévő monitoringdrónok számtalan technikán alapulhatnak, fejlődésük a gépi tanulás révén rohamléptékű, az árukban pedig hatalmas a szórás. Ebben a fejezetben a később taglalt kísérletben használt drónokat kívánom röviden bemutatni.

A DJI Mavic 2 Pro egy kifejezetten népszerű és magas minőségű drón, amely a mezőgazdasági területek feltérképezésén túl kiválóan alkalmas távoli felvételek készítésére, építőipari célokra, épületek felmérésére. Rendelkezik akadályérzékelő szenzorokkal, különféle repülési módokkal, csendes repülési képességgel, valamint akár 8 kilométeres távolságból is lehet irányítani. A kamerája 12 megapixeles, kétszeres optikai zoomra képes, a lencse 1/2,3 collos, CMOS szenzorral rendelkezik. Felbontása fotók esetén 4000x3000, videóknál akár 4k. Egy töltéssel nagyjából fél óra repülésre képes, súlya 905 gramm ([http 4](#)).

A DJI Zenmuse X4S 20 megapixeles kamerával rendelkezik, videót akár 4K-s felbontásban is tud rögzíteni, a kamera lencséje egy coll átmérőjű. A felvételi lehetőségeknek nagy a dinamikatartományuk, sok és kevés fény esetén is képes részletgazdag rögzítésre, mindezt kompakt fajlmérettel, továbbá beépített gimball biztosítja a rezgésmentes felvételt ([http 4](#)).

2.4.3.4 Permeteződrónok

Jelenleg világszerte a legelterjedtebben leginkább hagyományos növényvédőszeres kezeléseket alkalmazzák. A szántóföldi mezőgazdasági gyakorlatban leginkább a traktor által vontatott permetezőgép, illetve a hidas permetezők a relevánsak. Kertészeti kultúrákban, háztáji kertekben, illetve a fejlődő országokban ma is jelentős szerepe van a kézi permetezőknek. A kézi permetezésnek sok hátránya van, többek között a mezőgazdasági munkaerőhiány, az alacsony permetezési egyenletesség, a környezetszennyezés, az extra vegyi anyag felhasználás és a kevesebb területi lefedettség. Emellett hatással van az emberekre is, a szakszerűtlen kijuttatás jelentős betegségeket, például rákot, hiperszenzitivitást, asztmát és egyéb rendellenességeket okozhat. Ezek a hagyományos módszerek magasabb növényvédőszer-költséggel járnak és kevésbé hatékonyak a kártevők és betegségek leküzdésében ([http 5](#)).

A fent említett hiányosságok leküzdésére kiválóan alkalmasak a permeteződrónok. Egy permeteződrón típustól függően akár 40 literes növényvédőszer tartállyal is rendelkezhet és előre meghatározott útvonalat követve permetezi a területet a követelményeknek megfelelően. Rendkívüli potenciállal bírnak a nehezen megközelíthető területek permetezésére, ahol nem lehet traktorral vagy repülővel dolgozni. Az utóbbi években a drónos permetező rendszerek az átláthatóbb és ellenőrzött eszközöktől az AI alapú, teljesen automatizált rendszerek felé fejlődtek, amelyek valós idejű adatelemzés révén képesek pontszerű permetezésre, emberi beavatkozás nélkül. A drónra szerelt permetező az a választás, amelyet minden gazdának figyelembe kell vennie a nagy területű gazdaságok permetezésénél ([http 5](#)).

Több kultúra esetén is jelentős problémát okozott, hogy a szükséges növényvédelmi beavatkozások nem voltak kivitelezhetőek taposási kár nélkül, ami viszont jól látható anyagi kárt vonz maga után. A drónokkal történő permetezési folyamat során ez egy kiküszöbölt probléma.



3. ábra: ketchup-paradicsom permetezése, Forrás: saját fotó, 2021, Tiszaalpár

A drón technológia alkalmazása a permetezésben jelentősen leegyszerűsíti a munkafolyamatot, javítja a területi lefedettséget és növeli a vegyszerek hatékonyságát.

2.4.3.5 Drónok mezőgazdasági használatának jogi szabályozása

Egészen a 2022 februárjában kiadott törvénymódosításig hazánkban nem volt egy egységes, kidolgozott jogszabály a drónok mezőgazdasági, illetve ipari használatára. Ugyan a 44/2005. (V.6.) FVM-GKM-KvVM rendelet értelmében lehetőség volt arra, hogy: „... Magyarország területén, annak légterében mezőgazdasági légi járművel történő mező- vagy erdőgazdálkodási célú, növényvédő szerrel, növényvédő szernek nem minősülő növényvédő hatású termékkel vagy termésnövelő anyaggal végzett növényvédelmi vagy talajerőgazdálkodási tevékenységekre kell alkalmazni”. (http 6) A rendelet szerint viszont csak zárt kabinú, pilóta által vezetett légi járművek alkalmasak erre a célra, míg a drón mint pilóta nélküli, távirányított légi jármű szerepel a paragrafusokban. Ennek értelmében csupán kísérleti engedéllyel lehetett kezeléseket végezni drónnal, amelyet a Pest Megyei Kormányhivatal Élelmiszerlánc-biztonsági, Földhivatali, Növény-és Talajvédelmi, Erdészeti Főosztály Növény és Talajvédelmi Osztálya biztosíthatta a kérelmezőnek.

A változás 2022 februárjában következett be: „A légi permetezésre vonatkozó jogszabály módosításával az Agrárminisztérium (AM) az Innovációs és Technológiai Minisztériummal (ITM) együttműködésben megalkotta a növényvédő szer drónokkal történő kijuttatásának jogszabályi környezetét, elősegítve ezzel, hogy az új, pontosabb és célzottabb kijuttatást lehetővé tevő légi permetezési technológia a magyar gazdák rendelkezésére állhasson – közölte az Agrárminisztérium.” ([http 7](#)). A mező- és erdőgazdasági légi munkavégzésről szóló 44/2005. (V. 6.) FVM-GKM-KvVM együttes rendelet módosításáról szóló 4/2022. (II. 8.) AM rendelet azt a lényeges változtatást biztosítja a gazdálkodók számára, hogy míg korábban csak a zárt kabinú, pilóta által vezetett légi járművekkel történő kezeléseket engedélyezték, most a pilóta nélküli, távirányított légi járművek számára is szabályozza a használatot, rendelkezik a szükséges képzettségről és rögzíti az adminisztrációs és műszaki előírásokat. Fontos, hogy az adott naptári évre vonatkozólag a légi permetezés a kormányhivatal által előzőleg jóváhagyott kijuttatási tervzet alapján lehet végrehajtani. Maga a munkavégzés legkésőbb a tervezett repülés előtti munkanap délelőtt kilenc óráig bejelentés köteles a megyei kormányhivatalnak. A szükséges bejelentések, kijuttatási terv pontos tartalmi követelményét is tartalmazza a jogszabály. A drón csakis releváns munkatérkép birtokában repülhet, ennél kifejezetten ügyelni kell arra, hogy a repülés során a gép nem repülhet lakott terület, állattartó terület, felszíni víz, vízkivételi mű, vízbázis védőterület, települési szennyvíztisztító telep, fokozottan védett természeti terület, erdőrezervátum, vagy bioszféra rezervátumi térség felett. Fontos, hogy a pilóta nélküli légi járművel kizárólag olyan növényvédő szer és növényvédő hatású készítmény permetezhető ki, amelynek az engedélyokiratában szerepel, hogy alkalmas a légi kijuttatásra drónból, és ezeknek az okiratában szereplő védőtávolságot is be kell tartani, ami minimum 20 méter. Toxikológiai, higiéniai és hígítási célból biztosítani kell egy minimum 15 dm³ térfogatú, teljes mértékben tömítetten zárható tartályt (hígításhoz, tisztításhoz, a drónkezelő tisztálkodásához). ([http 8](#))

Ugyan a 2022 február 23-tól hatályba lépő rendelet nagy előrelépés a korábbi, viszonylag rendezetlen körülményekhez képest, számos olyan kötelezettséget, előírást rögzít, amihez még nem állunk munkakészen. A törvényben rögzített növényvédőszerekkel, illetve növényvédő hatású szerekkel szembeni kritérium, mi szerint csak az a szer juttatható ki pilóta nélküli légi járműből, amelynek az engedélyokirata ezt engedélyezi komoly munka elé állítja a növényvédőszer gyártó cégeket, ugyanis jelenleg kereskedelmi forgalomban nem kapható olyan készítmény, amely megfelel ennek a paragrafusnak. A jogszabályban rögzítésre került az is, hogy csak olyan személy kezelheti a drónt, akit rögzítettek a nyilvántartásban növényvédelmi pilótaként. ([http 8](#))

Maguknak az eszközöknek is át kell esniük egy típusminősítési eljáráson. Ezt az eljárást a gyártónak vagy a forgalmazónak kell kezdeményeznie, annak érdekében, hogy Magyarországon kizárólag cseppképzési és szórástechnikai szempontból megfelelő növényvédelmi gépeket vehessenek használatba a termelők. A típusminősítési eljárás követelményrendszerét a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) határozza meg és hozza nyilvánosságra az egyetemi laborközpont honlapján, ahol a kritériumok mellett jelzik a szükséges dokumentumokat, a minősítési eljárás menetét, az esetleges hiánypótlásokat, illetve az eljárás ideit és anyagi vonzatát. „Pozitív eredménnyel zárult típusminősítési eljárást követően a permetező dróntípusok forgalomba hozatali engedélyt kapnak és bekerülnek a MATE által vezetett kapcsolódó nyilvántartásba. Az érvényes engedély meglétének igazolására a növényvédelmi gépre – feltűnő helyre – matricát kell felragasztani. Az igazoló matricákat szintén a MATE adja ki.” ([http 9](http://9))

2.4.3.6 Drónkezeléshez szükséges jogosultságok

A mező- és erdőgazdasági légi munkavégzésről szóló 44/2005. (V. 6.) FVM–GKM–KvVM együttes rendelet módosításáról szóló 4/2022. (II. 8.) AM rendelet megjelenésével kialakításra kerültek a drónos permetezés jogszabályi feltételei. A rendelet előír egy növényvédelmi drónpilóta képzést, amelynek a törvényileg meghatározott pontos megnevezése: 08884003 számú növényvédelmi drónpilóta szakmai képzés. A jövőben nélkülözhetetlen lesz a szükséges engedélyek, minősítések megszerzése és a szakszerű, professzionális képzések elvégzése.

Az interneten fellelhető képzések a következő tematika alapján zajlanak ([http 10](http://10)):

- Műszaki alapismeretek (óraszám: 9 óra)
- Drónok jogi szabályozása (óraszám: 9 óra).
- Növényvédelmi kezelést megalapozó felvételezés szakszerű alkalmazása terepen (óraszám: 9 óra)
- Vegyszert, hatóanyagot kijuttató drón szakszerű alkalmazása terepen (óraszám: 10 óra)
- Növényvédelem blokk (óraszám: 9 óra)
- Agrometeorológiai alapismeretek (minimális óraszám: 24 óra)
- Térinformatikai alapok, 2D területmérés, SHP készítés (óraszám: 8 óra)
- 3D térinformatika / fotogrammetria (óraszám: 8 óra)
- Multispektrális képalkotás drónnal (óraszám: 8 óra)

- Fotogrammetria / térinformatika expert modul (óraszám: 16 óra)
- Gyakorlati képzés (óraszám: 17 óra)

Ahhoz, hogy a képzés elvégeztével valaki drónos növényvédelmi kezelést végezzen fontos, hogy szerepeljen a nyilvántartásokban is, mint végzett, regisztrált növényvédelmi pilóta.

2.5 A kukoricatermesztés sajátosságai

2.5.1 A kukorica termesztési céljai

Hazánkban a fő termesztési céljai a kukoricának a szemes kukorica, a vetőmagelőállítás, a silókukorica, csemegekukorica, pattogatni való kukorica, waxy kukorica, bioetanol és izocukor. A magyarországi állatállomány mennyiségének drasztikus visszaesése és a kukoricát bioetanollá dolgozó gyárak kivitelezésének elhalasztása végett csekély a hazai igény, a megtermelt áru jelentős mennyisége exportra kerül, külföldi feldolgozóüzemekhez. Általánosságban kijelenthető, hogy az egyes felhasználási célok profitrátájával egyenesen arányos az alkalmazott technológia intenzitása, így növényvédelmi szempontból jelentős eltérések mutatkozhatnak például egy vetőmag célú és egy siló célú kukorica között.

2.5.2 A kukorica termőterülete, termés mennyisége

A kukorica termesztési területe hazánkban az elmúlt 22 évben jellemzően 1 és 1,25 millió hektár között volt. A 2022-es évben csupán 819.356 hektáron takarították be, vélhetően a jelentős aszály miatti sikertelen termesztés végett, és ugyanezen okból kifolyólag a 2023-as évre kifejezetten nagy, akár 30 százalékot is elérhető várható területcsökkenésről számolnak be a nemesítőházak. Az elmúlt 22 évben országosan betakarított termés mennyisége átlagosan 7 millió tonna körül alakult, szintén kiemelendő a tavalyi év, amikor mindösszesen 2 803 206 tonna kukorica került learatásra, ami átlagosan hektáronkénti 3,4 tonna termést mutat (http 11).

2.5.3 A kukorica jellemző gyomnövényei

A kukorica kultúrában a legdominánsabb életforma csoport a T4, ezeket említik az úgynevezett kapás kultúrák gyomfajaiként, illetve hamarabb történő vetés esetén a T3-asok egyedei is előfordulnak, ezek mellett az évelők G1 és G3 csoportjai a tipikus gyomnövények (Dorner, 2022). A felsorolt csoportok számtalan tagja megtalálható a kultúrában, ezek közül néhány jelentősebb:

- T3: *Descurainia sophia*, *Sinapis arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Avena fatua*
- T4: *Amaranthus spp*, *Chenopodium spp*, *Helianthus annuus*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus galli*, *Xanthium strumarium*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Datura stramonium*
- G1: *Sorghum halepense*, *Elymus repens*, *Cynodon dactylon*, *Calystegia sepium*
- G3: *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Rubus caesius*

A felsorolt gyomnövények közül jelenleg a leginkább előtérbe került egyed a *Sorghum halepense*, amelynek a nikoszulfuronra és a glifozátra rezisztens egyedei délebből felhúzódva egyre több helyen jelennek meg Magyarországon (Dorner, 2022).



4. ábra, *Datura stramonium* kukoricában, Forrás: saját fotó, 2022, Felgyő

2.5.4 A kukorica gyomosodása elleni védekezés

2.5.4.1 Fizikai gyomkezelés

Vakboronálás: Az elvetett, de még ki nem kelt kukoricán, illetve a károsodás kockázatával a 2-3 leveles kukoricában alkalmazható a vakboronálás, amely során gyomfésűvel fizikailag gyérítjük a gyomállományt. Előnye, hogy a gyommagvak, illetve a csírázó gyomok a talaj felső 2-3 centiméteres mélységében találhatóak, ahol a gyomfésű hatására a sérülések végett elhalhatnak (Dorner, 2022).

Kultivátorozás: a már kikelt állományban a sorközművelő kultivátorozás segíthet a gyomosodás csökkentésében, illetve a későbbiekben a töltögető kultivátorozás támogatja a kultúrnövényünket a gyomokkal szemben. Jellemzően ezzel a művelettel egy menetben oldják

meg a herbicides beavatkozásokat is. Egyéb fizikai beavatkozásokra, mint például a kézi kapálás, gyomlálás jellemzően kiskertekben, egyes herbicid kísérleti parcellák negatív kontrolljainál kerül sor, a termelésben az alacsony hatékonyság és a jelentős humán erőforrás igény végett legfeljebb csak ökológiai gazdálkodásban lehet létjogosultsága (Dorner, 2022).

2.5.4.2 Herbicides gyomkezelés

A kukoricában PPI (pre plant incorporated) technológiával alkalmazható készítmény nincs engedélyezve, a PP (preplant) módon mindössze egy, izoxaflutol tartalmú készítmény engedélyezett. A preemergens kezeléseknél célszerű 2-3 hatóanyagot is tartalmazó készítményeket vagy kombinációkat alkalmazni. A post kezelések is egyre nagyobb teret nyernek, viszont kizárólag erre alapozva hátránya lehet, hogy a korai gyomosodás jelentős termés kieséshez vezethet. Általánosságban elmondható, hogy az egyes kezelések megválasztásával igyekezzünk az állományunkat a záródásáig gyommentesen tartani a kultúrát, ezáltal minimalizálva a termés kiesést. Az állomány záródása utáni gyomosodás illetve az ezzel járó kockázat is jelentősen csekélyebb, mint a záródás előtt (Dorner, 2022).

3. A vizsgálatok módszerei

3.1 A vizsgálati anyag

A vizsgálati anyag a Bayer Hungária Kft által forgalmazott kukorica herbicidek önmagukban, illetve kombinációs partnerrel történő kezeléseit foglalja magába, különböző kijuttatási időpontokban.

- Merlin flexx: 240g/l izoxaflutol, 240g/l ciprozulfamid
- Adengo: 225g/l izoxaflutol, 90g/l tienkarbazon-metil, g/l ciprozulfamid
- Aspect T: 333g/l terbutilazin, 200g/l flufenacet
- Dicopur Top: 120g/l dikamba, 344g/l 2.4D
- Capreno: 345g/l tembotrion, 68g/l tienkarbazon-metil, 134g/l izoxadifen-etil
- Monsoon OD: 22,5g/l foramszulfuron, 22,5g/l izoxadifen-etil
- Monsoon Active: 31,5g/l foramszulfuron-nátrium, 10g/l tienkarbazon-metil, 15g/l ciprozulfamid
- Mester Power: 1g/l jodoszulfuron-metil-nátrium, 10g/l tienkarbazon-metil, 15g/l ciprozulfamid
- Laudis: 44g/l tembotrion, 22g/l izoxadifen-etil

3.2 A vizsgálat eszközei

A vizsgálathoz használt monitoringdrónok a korábbi, 2.4.3.3 fejezetben már ismertett DJI Mavic 2 Pro és DJI Zenmuse X4S voltak.

3.3 A vizsgált terület és kultúra bemutatása

A békéscsabai helyszín a korábbi években zöldségpalántáknak, görögdinnyének adott teret. Emiatt esett rá a választás, hiszen egy ilyen elővetemény a szerényebb mennyiségű engedélyezett herbicid végett rendkívül színes gyomfaunát hagy maga után, így kiváló helyszíne lehet egy herbicidek hatékonyságát vizsgáló kísérletnek, megmutatkozhat az egyes készítmények skálájának szélessége.

A sárbogárdi területtől nem messze található egy tó, aminek köszönhetően magasabb a talajvíz szintje a vizsgált területen, ami nem csak a kultúrnövénynek, hanem a gyomok kelésének is ideális körülményeket biztosít.

A kultúrát a Dekalb DKC 4897-es fajtája adta. Azért esett rá a választás, mivel ez Magyarországon a legnagyobb területen vetett kukorica fajta, így releváns adattal szolgálhat a

kísérlet, továbbá a cég fejlesztői az egyes kezeléseket követően fitotoxikus tüneteket is vizsgáltak rajta.

3.4 A kísérlet célja

A vizsgálatok célja Békéscsabán és Sárobbárdon is a területen kijelölt mikroparcelláinak és mezoparcelláinak gyomosodásának a megállapítása, a különböző kezelések hatásosságának a felmérése, a kapott információkból trendek keresése.

3.5 A kísérlet leírása

A 2022. évben a munkahelyem, a Bayer Hungária Kft a herbicid kísérleteinek gyomosodás felmérése céljából indította a vizsgálatokat. A megfigyelés két kísérleti területre vonatkozott, az egyik Békéscsabán, a másik Sárobbárdon volt. Mindkét területen mezoparcellák és mikroparcellák gyomborítottsági állapotának elemzéséről szólt a kísérlet.

A békéscsabai terület berepülése kelés után 7 alkalommal, DJI Mavic PRO 2 drónnal, RGB kamerával történt, az elkészített felvételek alapján történt a gyomborítottsági elemzés.

A sárobbárdi kísérlet esetén a kelést követő 5 alkalommal történt felmérés DJI Zenmuse X4S-el, RGB kamerával, gyomborítottsági elemzés készült róla.

A térképek minőségi ellenőrzése során mindegyik megfelelt a gyomosodás felmérés kritériumainak, amik a következők:

- záródás előtt álló kultúra
- éles, elmosódásmentes térkép
- 1-3 cm/pixel felbontás
- georeferálhatóság viszonyítási pontok segítségével
- árnyékmentes parcellák
- manuális white balance beállítások RGB kamerák esetén

3.6 Az alkalmazott felmérési és elemzési módszertanok

3.6.1 Repülési paraméterek:

Kamera	Térkép típusa	Repülési nap	Repülési magasság	Átfedés (%)	Fényviszony	Kísérlet koordináta
Békéscsaba						
DJI Mavic 2	RGB	2022.05.11.	70 m	80/70	Napos	21.021057, 46.645500
DJI Mavic 2	RGB	2022.05.18.	70 m	80/70	Napos	21.021057, 46.645500
DJI Mavic 2	RGB	2022.05.24.	70 m	80/70	Napos	21.021057, 46.645500
DJI Mavic 2	RGB	2022.05.30.	70 m	80/70	Napos	21.021057, 46.645500
DJI Mavic 2	RGB	2022.06.10.	70 m	80/70	Napos	21.021057, 46.645500
DJI Mavic 2	RGB	2022.06.15.	70 m	80/70	Napos	21.021057, 46.645500
DJI Mavic 2	RGB	2022.06.24.	70 m	80/70	Napos	21.021057, 46.645500
Sárbogárd						
DJI Zenmuse X4S	RGB	2022.05.10.	50 m	80/70	Napos	18.520921, 46.903947
DJI Zenmuse X4S	RGB	2022.05.26.	50 m	80/70	Napos	18.520921, 46.903947
DJI Zenmuse X4S	RGB	2022.06.06.	50 m	80/70	Napos	18.520921, 46.903947
DJI Zenmuse X4S	RGB	2022.06.09.	50 m	80/70	Napos	18.520921, 46.903947
DJI Zenmuse X4S	RGB	2022.06.23.	50 m	80/70	Napos	18.520921, 46.903947

3.6.2 Térképek elkészítése

A drónnal gyűjtött felvételekből koordinátahelyes térképet készítettek, amit további minőségi vizsgálatoknak lett alávetve. Ekkor felmérésre került a térképek élessége, a torzítások, a multispektrális felvételeknél a kalibráció, a térkép összefűzési hibák.

3.6.3 Georeferálás

A térképek idősoros vizsgálatához előbb azokat georeferálni kellett. A kísérletekbe kihelyezett kontroll pontok (GCP) hiányában tereptárgyak és parcella határok kikeresésére volt szükség. Az első réteghez lett igazítva a többi. Az eredetileg tapasztalt, 20-30

centiméteres eltérés ezáltal 10 cm-en belülre került, így az adatok leolvasása már csupán minimális hibával terhelt.

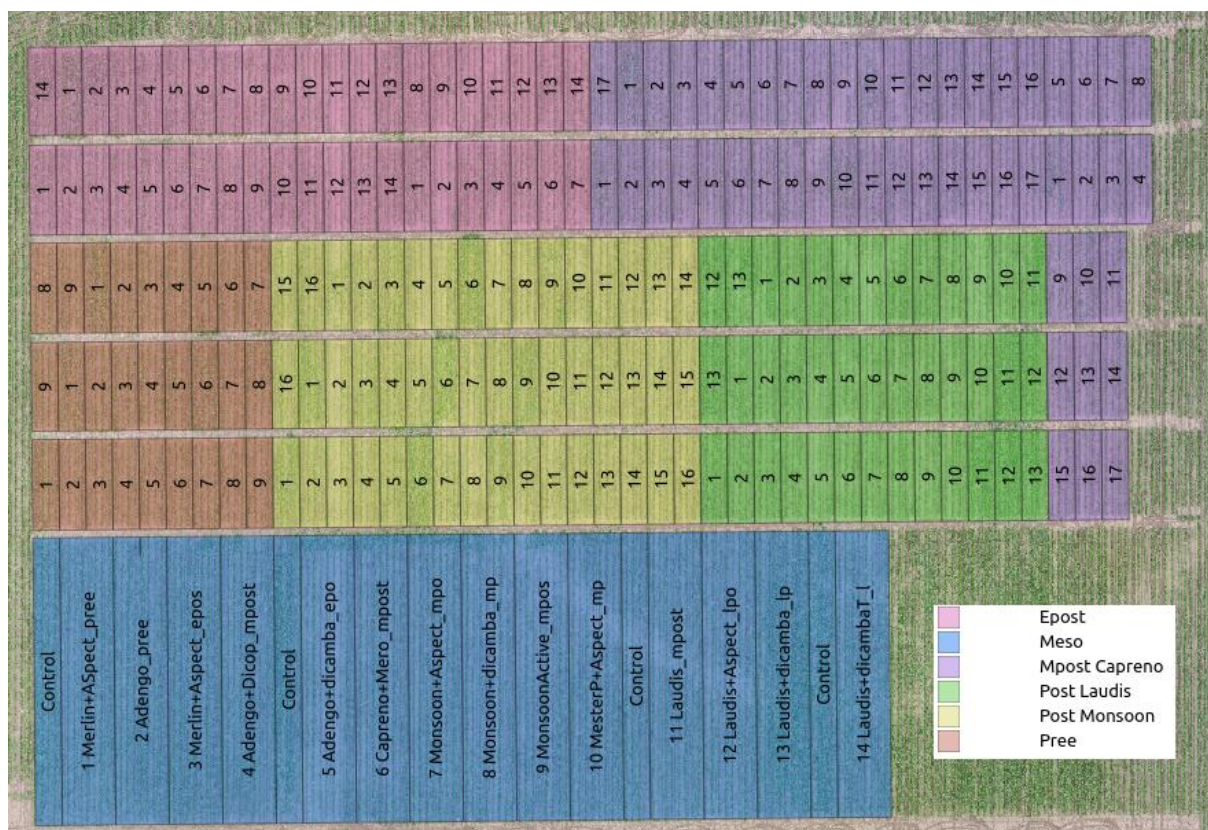
3.6.4 Negatív kontroll zónák kijelölése

Mindkét terület esetén kijelölésre került egy gyom mentes zóna. A kezeletlen kontroll parcellákkal (UTC) együtt így létrehoztunk egy intervallumot, amiben a növényfedettséghez mért 0% és a 100% gyomosodási állapot két végpontját határoztuk meg.

3.6.5 Eredmények megjelenítése

A gyomosodást százalékos formában lett megadva az előbbi metódus szerint, ami végül át lett számolva a kezeletlen kontrollok százalékába (UTC%).

3.6.6 A békéscsabai kísérlet elrendezése



5. ábra A békéscsabai gyomirtó kísérlet mikro és mezoparcelláinak elrendezése

A mezoparcellák egy ismétléses elrendezésben lettek elvetve. A fejlettségi állapot függvényében több kezelés történt. A mikroparcellák esetén 3 ismétléses kísérleti beállítások vannak, amikre így lehetőség nyílt átlag és szórás számítása. Békéscsabán 2022-ben jelentős csapadékhiány volt, ami így a kísérleti eredmények közötti minimális különbséget vetíti előre.

3.6.7 A sárbogárdi kísérlet elrendezése



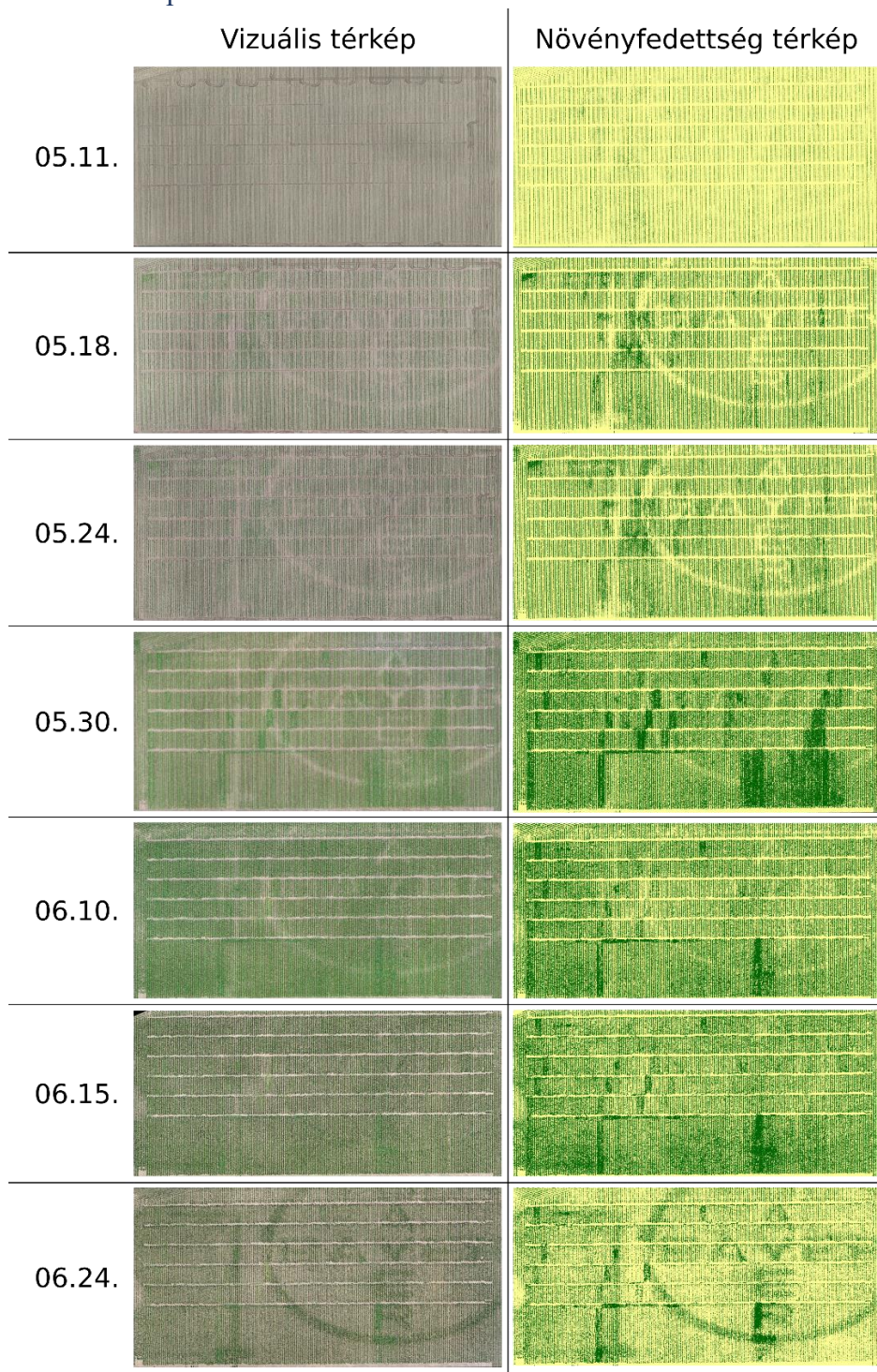
6. ábra A sárbogárdi gyomirtó kísérlet mikro- és mezoparcelláinak elrendezése

A mezoparcellák egy ismétléses elrendezésben lettek elvetve. A fejlettségi állapot függvényében több kezelés történt. A mikroparcellák esetén 3 ismétléses kísérleti beállítások vannak, amikre így lehetőség nyílt átlag és szórás számítása. Sárbogárdon az aszály kisebb mértékű volt, mint Békéscsabán. Ennek megfelelően a parcellák jelentős gyomosodást mutatnak.

4. Eredmények

4.1 Gyomosodás felmérés – Békéscsaba

4.1.1 Az elkészült térképek



7. ábra A békéscsabai gyomirtó kísérlet mikro- és mezoparcelláinak átnézeti térképei

A békéscsabai területen összesen 7 alkalommal készült térkép. Ennek feldolgozását követően a kontroll kezelések százalékában adtuk meg a parcellák gyomborítottságát.

Érdemes megemlíteni, hogy a minden évben kivágott Bayer logo nyoma észrevehető volt a növények fejlődésében. Ez azonban alapvetően nem befolyásolta a gyomosodás felmérését.

A kezelések időpontjai:

- Vetés: 2022.04.12
- BBCH 00: 2022.04.29
- BBCH 13: 2022.05.05
- BBCH 15: 2022.05.13
- BBCH 15-16: 2022.05.20
- BBCH 16-17: 2022.05.23
- BBCH 17-18: 2022.05.27.

4.1.2 Eredmények

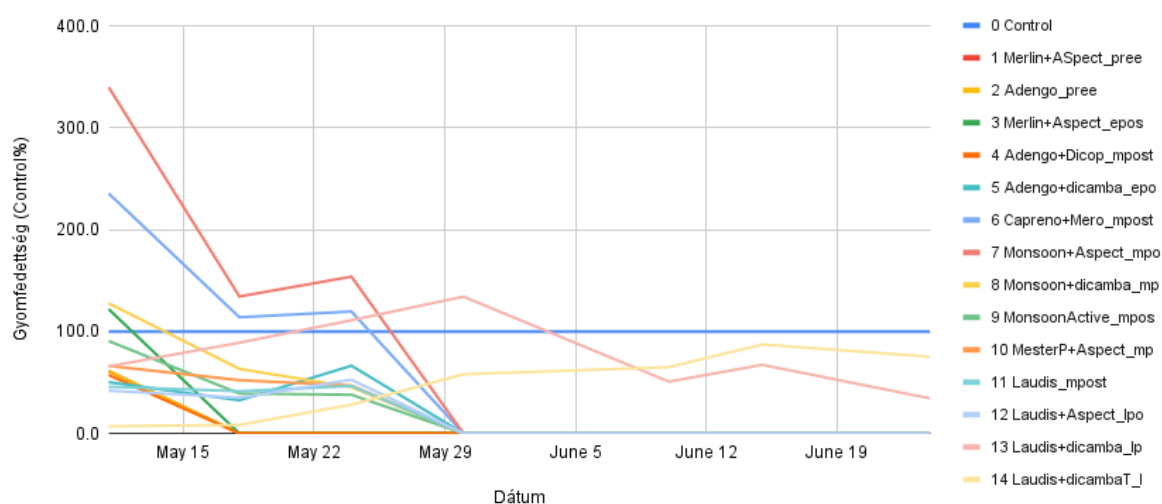
4.1.2.1 Mezőparcellás kísérleti eredmények

1. táblázat A békéscsaba mezőparcellás kísérletek gyomborítottsága a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Május 11	Május 18	Május 24	Május 30	Június 10	Június 15	Június 24
A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]							
1. Kezeletlen kontroll	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2. Merlin + Aspect PRE	61.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Adengo PRE	61.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. Merlin + Aspect epost	122.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. Adengo + Dicopur mpost	57.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6. Adengo + Dicamba epost	50.4	32.5	66.5	0.0	0.0	0.0	0.0
7. Capreno + Mero mpost	235.7	114.1	119.7	0.0	0.0	0.0	0.0
8. Monsson + Aspect mpost	340.0	134.5	154.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9. Monsoon + Dicamba mpost	127.8	63.4	45.4	0.0	0.0	0.0	0.0
10. Monsoon Active mpost	90.8	39.2	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11. MesterP + Aspect mpost	66.3	52.3	47.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12. Laudis mpost	45.8	41.4	46.6	0.0	0.0	0.0	0.0
13. Laudis + Aspect lpost	42.0	35.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0
14. Laudis + Dicamba lpost	65.8	89.1	111.2	134.3	50.8	67.4	34.4
15. Laudis + DicambaT lpost	7.0	8.3	28.3	58.1	65.1	87.3	75.3

Általánosságba véve elmondható, hogy a rendkívüli aszály végett a területen alacsony volt a gyomosodás. Az egyes kezeléseket követő felmérések eredményei alapján a preemergens kezelések hamar kifejtették a hatásukat és a 05.11-i felmérésnél már gyommentessé váltak a parcellák. Hasonló eredményt adott a 3 és 4 kezelések is. Az 5-12 kezelések esetén 05.24-i felmérésnél már gyommentesek voltak a parcellák. A 13 és 14 kezelések esetén azonban nem mutatkozott hatás. Ezt mutatja a 3. ábra is. Ez valószínűleg technikai okra vezethető vissza, a kezelés az ideális időponthoz képest egy héttel később történt meg.

Békéscsaba gyomosodás felmérés - Meso



8. ábra A békéscsabai kísérlet mezoparceláinak gyomborítottsága

4.1.5 Mikroparcellás kísérleti eredmények

2. táblázat: a békéscsabai mikroparcellák gyomborítottsága pre kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Május 11	Május 18	Május 24	Május 30	Június 10	Június 15	Június 24
A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]								
1. Kezeletlen kontroll	-	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2. Negatív kontroll	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Adengo	0,33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. Adengo	0,44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. Merlin	0,33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6 Pree Merlin	0,44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7. Adengo + Aspect T	0,44 + 1,5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8. Merlin + Aspect T	0,44 + 1,5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9. Lumax	4,5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

A mikroparcellás kísérletek esetén a preemergens kezelések nem mutattak gyomosodást. Itt is fontos kiemelni, hogy sem a kezelések előtt, sem utánuk egészen augusztusig nem volt semmilyen mértékű csapadék.

3. táblázat: a békéscsabai mikroparcellák gyomborítottsága korai post kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Fenológia	Május 11	Május 18	Május 24	Május 30	Június 10	Június 15	Június 24
			A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]						
1. Kezeletlen kontroll	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. Negatív kontroll	-	-	58,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Adengo	0,33	BBCH 13	38,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4. Adengo	0,44	BBCH 13	36,0	0,0	0,0	18,2	50,3	16,7	75,2
5. Merlin flexx	0,44	BBCH 14-15	98,0	68,7	61,3	40,6	54,7	15,1	72,0
6. Adengo	0,44	BBCH 14-15	143,6	91,9	95,7	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Adengo + Dicopur Top	0,44+1	BBCH 14-15	116,8	49,0	54,4	0,0	0,0	0,0	0,0
8. Adengo + Aspect T	0,44+1,5	BBCH 14-15	210,9	128,7	108,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9. Adengo + dikamba	0,44+0,3	BBCH 14-15	212,9	119,8	100,2	0,0	0,0	0,0	0,0
10. Merlin flexx + Aspect T	0,44+1,5	BBCH 14-15	120,1	110,1	77,8	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Capreno + Mero	0,3+2	BBCH 14-15	78,8	36,4	27,9	0,0	0,0	0,0	0,0
12. Capreno + Mero + Aspect T	0,3+2+1,5	BBCH 14-15	84,6	54,1	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13. Lumax	4,5	BBCH 13	38,4	17,5	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14. Lumax	4,5	BBCH 14-15	92,4	103,2	95,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Az Epost kezelések esetén a 4 és 5 gyomos maradt, amíg a többi legkésőbb 05.30-ai felmérés során már gyommentes állapotot mutat. Kiemelendő a kombinációs partnerek jelentősége.

4. táblázat: a békéscsabai mikroparcellák gyomborítottsága mid post kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Időzítés	Május 11	Május 18	Május 24	Május 30	Június 10	Június 15	Június 24
			A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]						
1. Kezeletlen kontroll	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. Negatív kontroll	-	-	64,3	39,4	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Capreno + Mero	0,25+2	BBCH 14-15	85,9	13,4	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
4. Capreno + Mero + Aspect T	0,25+2+1,5	BBCH 14-15	22,3	3,9	39,9	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Capreno + Mero	0,3+2	BBCH 14-15	74,8	6,3	45,2	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Capreno + Mero + Aspect T	0,3+2+1,5	BBCH 14-15	170,9	21,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Laudis	2,0	BBCH 14-15	170,2	81,4	50,9	0,0	0,0	0,0	0,0
8. Laudis + Aspect T	2,0+1,5	BBCH 14-15	135,5	96,0	51,5	0,0	0,0	0,0	0,0
9. Capreno + Mero	0,3+2	BBCH 16-17	41,8	110,3	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0
10. Capreno + Mero	0,3+2	BBCH 17-18	69,8	55,8	33,9	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Calaris pro	1,8	BBCH 13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12. Calaris pro	2,3	BBCH 14-15	126,6	85,8	41,4	0,0	0,0	0,0	0,0
13. Calaris pro + Laudis	2,3+0,8	BBCH 14-15	39,7	51,1	28,1	0,0	0,0	0,0	0,0
14. Laudis + Aspect T	1,75+1,5	BBCH 14-15	17,5	64,0	47,6	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Coltrane pack		BBCH 14-15	52,7	24,9	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0
16. Monsson + dimetenamid	2+1000	BBCH 14-15	168,8	74,6	32,3	0,0	0,0	0,0	0,0
17. Monsoon + dimetenamid +x	2+1000+x	BBCH 14-15	168,3	82,4	67,8	0,0	0,0	0,0	0,0

A midpost kezelések készítménytől függetlenül mindegyik hasonló trendet mutat és itt is 05.30-i felmérésre már beállt a gyommentesség a parcellákon.

5. táblázat: a békéscsabai mikroparcellák gyomborítottsága Monsoon-os post kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Időzítés	Május 11	Május 18	Május 24	Május 30	Június 10	Június 15	Június 24
			A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]						
1. Kezeletlen kontroll	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. Negatív kontroll	-	-	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Monsoon OD	2,5	BBCH 15-16	135,2	380,8	329,4	40,2	0,0	0,0	0,0
4. Monsoon OD + Aspect T	2,0+1,5	BBCH 15-16	167,8	506,7	414,1	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Monsoon OD + dikamba	2,5+0,3	BBCH 15-16	155,9	569,0	423,7	36,2	0,0	0,0	0,0
6. Monsoon OD	2,5	BBCH 17-18	107,6	411,8	327,7	230,4	34,0	86,8	53,1
7. Monsoon Active	2	BBCH 15-16	48,3	209,7	197,6	0,0	0,0	0,0	0,0
8. Monsoon activa + dikamba	1,75+0,3	BBCH 15-16	6,8	64,5	42,8	0,0	0,0	0,0	0,0
9. Monsoon aktív	2	BBCH 17-18	19,7	50,4	70,4	133,3	0,0	0,0	0,0
10. Mester power	1,25	BBCH 15-16	56,0	228,2	192,8	15,2	0,0	0,0	0,0
11. Mester power + Mero	1,25+1	BBCH 15-16	77,6	211,9	202,1	3,2	0,0	0,0	0,0
12. Mester power	1,5	BBCH 15-16	43,2	210,1	193,6	6,4	0,0	0,0	0,0
13. Mester power + Mero	1,5+1	BBCH 15-16	55,2	185,8	159,4	6,9	0,0	0,0	0,0
14. Mester power + Aspect T	1,5+1,5	BBCH 15-16	28,0	95,0	94,7	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Elumis 10S OD + Banvel 4S Fix pro	2+0,6+1	BBCH 15-16	16,0	73,5	64,6	0,0	0,0	0,0	0,0
16. Diniro + Successor T Trend 90	0,48+2+0,3	BBCH 15-16	112,0	134,5	147,7	1,2	0,0	0,0	0,0

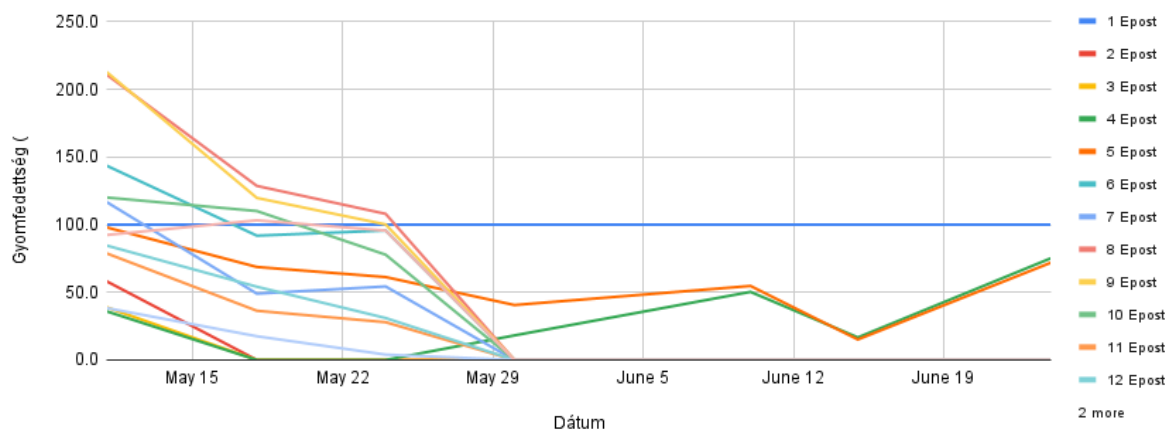
A Post kezelések közül a 6-os végig gyomos maradt, amíg a többi parcella a 05.30 illetve 06.10 után már gyommentes állapotot mutatott. A megkésett kezelés végett jól látszik a különbség a Monsoon OD (6.) és a Monsoon active (9.) között.

6. táblázat: a békéscsabai mikroparcellák gyomborítottsága Laudis-os post kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Időzítés	Május 11	Május 18	Május 24	Május 30	Június 10	Június 15	Június 24
			A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]						
1. Kezeletlen kontroll	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. Negatív kontroll	-	-	108,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Laudis OD	2,25	BBCH 00	102,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4. Laudis OD	2,25	BBCH 13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Laudis OD + Aspetct T	2,25+1,5	BBCH 13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Laudis OD	1,75	BBCH 15-16	205,9	60,0	364,3	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Laudis OD	2,0	BBCH 15-16	357,9	291,3	897,9	0,0	0,0	0,0	0,0
8. Laudis OD	2,25	BBCH 15-16	209,0	132,9	471,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9. Laudis OD + 2,4D	2+1	BBCH 15-16	296,2	198,8	613,6	0,0	0,0	0,0	0,0
10. Laudis OD + dikamba	2+0,3	BBCH 15-16	355,4	356,2	1083,9	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Laudis OD + dikamba	2+0,3	BBCH 17-18	563,9	700,0	2091,6	330,2	0,0	0,0	0,0
12. Laudis OD	2,25	BBCH 17-18	434,4	504,2	1677,4	303,5	0,0	0,0	0,0
13. Laudis OD magas hőm.	2,25	BBCH 17-18	163,7	333,7	926,4	219,0	0,0	0,0	0,0

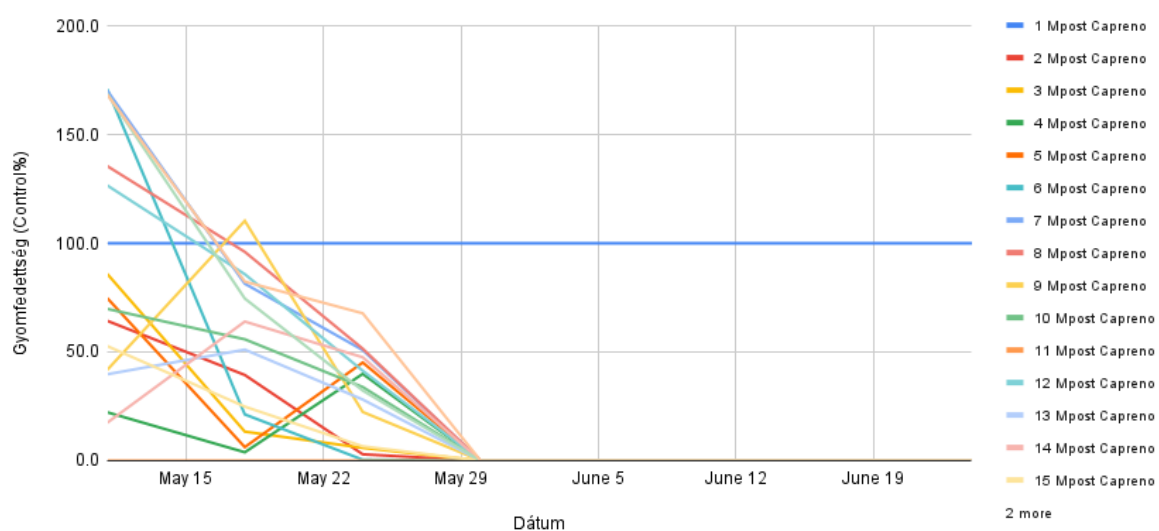
A Laudis kezelések közül a 3,4,5 mutatja a legnagyobb hatékonyságot. A 6-13 kezelések 05.30-i, illetve a június 10.-i felmérések során mutattak gyommentességet.

Békéscsaba gyomfelmérés - Micro - Epost



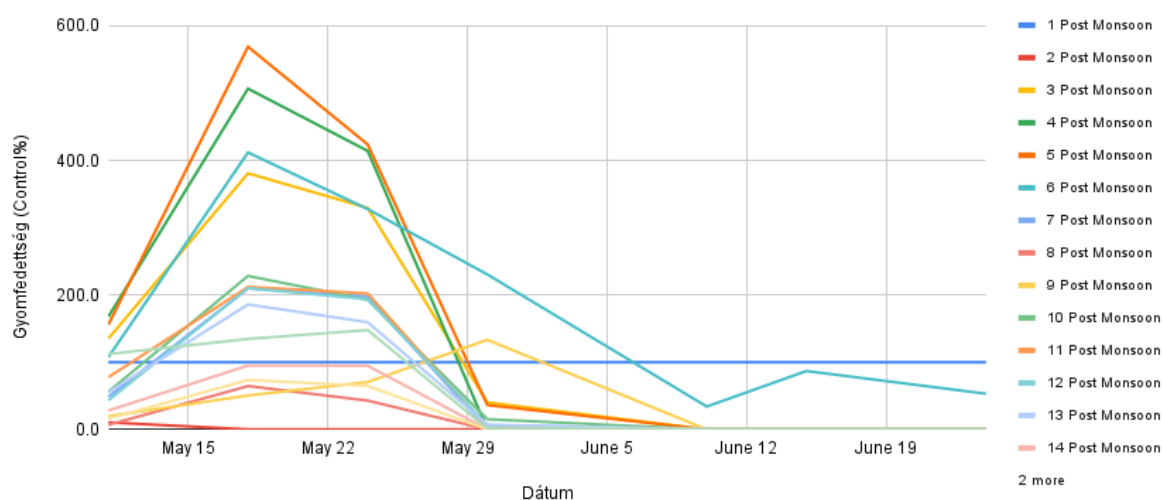
9. ábra A békéscsabai kísérlet Epost kezelésének gyomborítottsági eredménye

Békéscsaba gyomfelmérés - Micro - Mpost Capreno



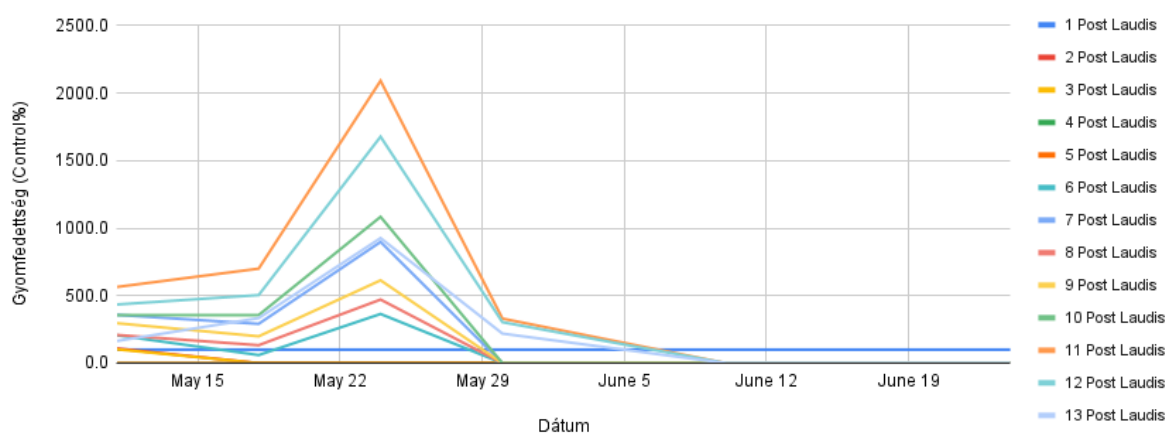
10. ábra A békéscsabai kísérlet MPost Capreno kezelésének gyomborítottsági eredménye

Békéscsaba gyomfelmérés - Micro - Post Monsoon



11. ábra A békéscsabai kísérlet Post Monsoon kezelésének gyomborítottsági eredménye

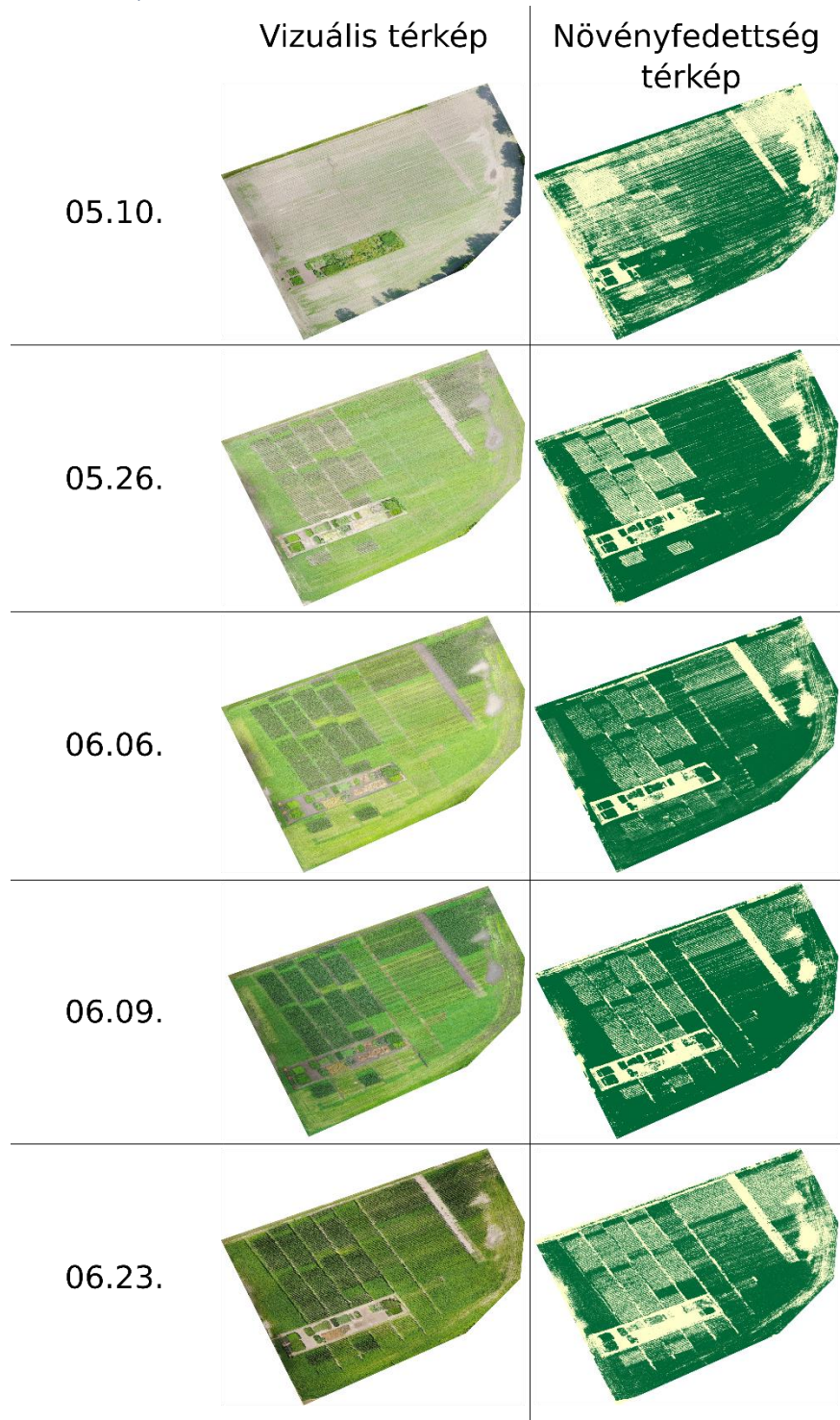
Békéscsaba gyomfelmérés - Micro - Post Laudis



12. ábra A békéscsabai kísérlet Post Laudis kezelésének gyomborítottsági eredménye

4.2 Gyomosodás felmérés – Sárbogárd

4.2.1 Az elkészült térképek



13. ábra A sárbogárdi gyomirtó kísérlet mikro- és mezoparcelláinak átnézeti térképei

Sárbogárdon összesen 5 alkalommal készültek felvételek. Ennek feldolgozását követően a kontroll kezelések százalékában lettek megadva a parcellák gyomborítottságai. A kezelések

között itt komolyabb különbségek is mutatkoznak és a vizsgált időszakban sokkal jobban nyomonkövethetőek a trendek, mint Békéscsabán. A kezelések időpontjai:

- • Vetés: 2022.04.07
- • BBCH 00: 2022.04.12
- • BBCH 13: 2022.05.06
- • BBCH 14-15: 2022.05.13
- • BBCH 15-16: 2022.05.23
- • BBCH 17-18: 2022.05.25

4.2.2 Eredmények

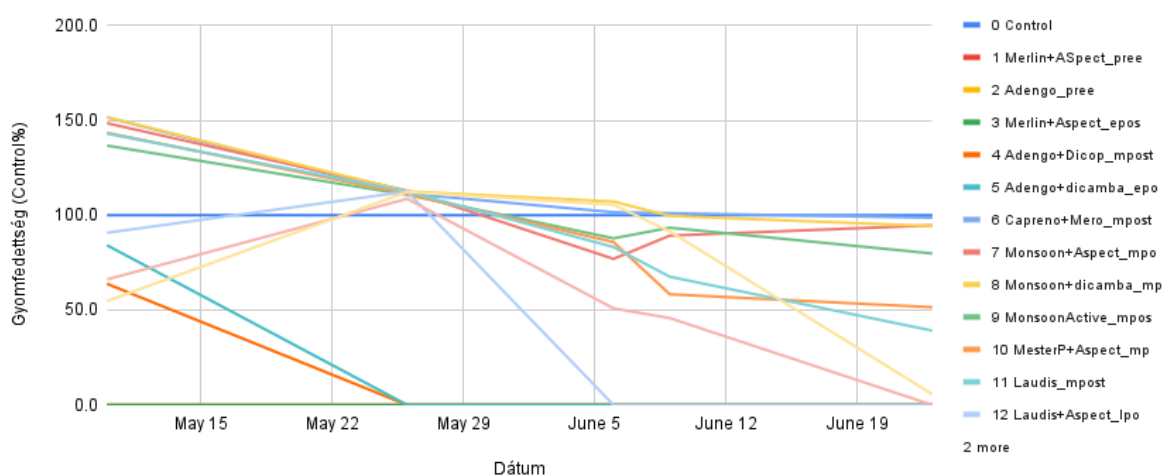
4.2.2.1 Mezoparcellás kísérleti eredmények

7. táblázat: A sárbogárdi mezoparcellás kísérletek gyomborítottsága a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Május 10	Május 26	Június 6	Június 9	Június 23
	A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]				
0. Kezeletlen kontroll	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1. Merlin + Aspect PRE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Adengo PRE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Merlin + Aspect epost	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4. Adengo + Dicopur epost	63,8	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Adengo + Dicamba epost	84,2	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Capreno + Mero mpost	151,6	111,4	101,6	101,1	98,7
7. Monsson + Aspect mpost	148,5	112,9	77,0	89,3	94,7
8. Monsoon + Dicamba mpost	151,7	112,6	107,2	99,6	94,3
9. Monsoon Active mpost	136,7	110,7	87,8	93,4	79,8
10. MesterP + Aspect mpost	143,4	111,2	85,8	58,3	51,5
11. Laudis mpost	143,0	112,5	83,2	67,6	39,2
12. Laudis + Aspect lpost	90,8	112,5	0,0	0,0	0,0
13. Laudis + Dicamba lpost	66,2	108,7	50,9	45,8	0,0
14. Laudis + DicambaT lpost	54,8	112,3	105,5	91,5	5,6

A mezoparcellás kísérletek preemergens kezelései végig gyommentességet mutatnak. A 4 és 5 kezelések 05.26-i felméréstől gyommentesek. Ezzel szemben a 6-11 kezelések minimális hatással voltak a gyomosodásra, ami technikai oknak írható a rovására: a kezelés késett egy hét késéssel lett elvégezve. A 12-es hamar gyommentessé vált, amíg a 13-14 kezelések az utolsó felmérés alkalmára. A kettő utóbbi közül a 13-as kezdett hamarabb hatni. A mezoparcellás kísérlet mellett egy belvizes terület alakult ki, ami magas talajvízszintre utal. A kísérleti terület mellett található egy tó is. A magas talajvízszint esetleg okozhatta, hogy a gyomok erőteljesen növekedtek. Ez utóbbit azonban a drónfelvételekről nem lehet kimutatni. Ezek a kezelések Békéscsabán minden esetben hatásosak voltak.

Sárbogárd gyomfelmérés - Meso



14. ábra: A sárbogárdi kísérlet mezoparcelláinak gyomborítottsági eredménye

4.2.2.2 Mikroparcellás kísérleti eredmények

8. Táblázat: a sárbogárdi mikroparcellák gyomborítottsága pre kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Május 10	Május 26	Június 6	Június 9	Június 23
		A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]				
1. Kezeletlen kontroll	-	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2. Adengo	0,33	0.0	0.0	53,7	41,9	6,1
3. Adengo	0,44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. Merlin flexx	0,33	0.0	15,9	53,7	50,9	11,1
5. Merlin flexx	0,44	0.0	17,4	45,7	41,8	8,4
6. Adengo + Aspect T	0,44 + 1,5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7. Merlin flecc + Aspect T	0,44 + 1,5	0.0	0,5	2,5	1,9	0.0
8 Lumax	4,5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

A mikroparcellás kísérletek preemergens kezelései közül A 3,6,8 parcellák gyommentesek voltak, amíg a 2,4,5 kezelések esetén megjelentek a gyomok és utolsó felmérés alkalmával is azonosíthatóak voltak, tehát a 0,33 l/ha dózisú Adengo kezelés, illetve a Merlin flexx önmagában nem hozta a várt hatást, míg az Aspect T kombinációs partnerrel megfelelően működtek.

9. Táblázat: a sárbogárdi mikroparcellák gyomborítottsága korai post kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Időzítés	Május 10	Május 26	Június 6	Június 9	Június 23
			A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]				
1. Kezeletlen kontroll	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. Adengo	0,33	BBCH 13	51,3	31,8	71,5	50,8	38,7
3. Adengo	0,44	BBCH 13	67,1	20,3	39,0	23,2	18,5
4. Merlin flexx	0,44	BBCH 14-15	106,6	33,3	54,5	52,0	33,6
5. Adengo	0,44	BBCH 14-15	150,0	5,7	16,0	30,8	24,7
6. Adengo + Dicopur Top	0,44 + 1,0	BBCH 14-15	159,1	3,7	8,3	9,3	0,0
7. Adengo + Aspect T	0,44 + 1,5	BBCH 14-15	158,6	67,3	0,7	6,8	0,0
8. Adengo + dicamba	0,44 + 0,3	BBCH 14-15	137,5	0,0	0,0	0,0	0,0
9. Merlin felxx + Aspect T	0,44 + 1,5	BBCH 14-15	160,7	0,0	0,0	0,0	0,0
10. Capreno + Mero	0,3 + 2	BBCH 14-15	182,6	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Capreno + Mero + Aspect T	0,3 + 2 + 1,5	BBCH 14-15	137,3	0,0	0,0	0,0	0,0
12 Lumax	4,5	BBCH 13	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0
13 Lumax	4,5	BBCH 14-15	158,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Az Epost kezelések közül a 6-13 bizonyult a leghatékonyabbnak. Nem szüntették meg a gyomosságot a 2-5 kezelések. Itt is megmutatkozott a kombinációs partnerek fontossága.

10. Táblázat: a sárbogárdi mikroparcellák gyomborítottsága midpost kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Időzítés	Május 11	Május 18	Május 24	Május 30	Június 10
			A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]				
1. Kezeletlen kontroll	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. Capreno + Mero	0,25 + 2	BBCH 14-15	138,2	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Capreno + Mero +Aspect T	0,25 + 2 + 1,5	BBCH 14-15	83,7	0,0	0,0	0,	0,0
4. Capreno + Mero	0,3+2	BBCH 14-15	77,4	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Capreno + Mero +Aspect T	0,3+2+1,5	BBCH 14-15	114,2	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Laudis	2	BBCH 14-15	146,8	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Laudis + Aspect T	2+1,5	BBCH 14-15	135,7	0,0	0,0	0,0	0,0
8. Capreno + Mero	0,3+2	BBCH 16-17	192,8	96,8	57,0	69,5	27,0
9 Capreno + Mero	0,3+2	BBCH 17-18	201,0	100,7	72,1	82,4	51,1
10 Calaris pro	1,8	BBCH 13	42,5	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Calaris pro	2,3	BBCH 14-15	163,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 Calaris pro + Laudis	2,3+0,8	BBCH 14-15	167,9	0,0	0,0	0,0	0,0
13 Laudis + Aspect T	1,75+1,5	BBCH 14-15	159,4	0,0	0,0	0,0	0,0
14 Coltrane pack		BBCH 14-15	154,5	0,0	0,0	0,0	0,0
15 Monsoon + dimethenamid	2+1000	BBCH 14-15	144,2	1,5	0,0	0,0	0,0
16 Monsoon + dimethenamid + X	2+1000+x	BBCH 14-15	94,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Az Mpost Capreno közül a 8 és 9 végig gyomos maradt, ami jól prezentálja az adott készítmény késedelmes kijuttatásának hatását. A többi parcella a május 26.-i felméréskor már gyommentes volt.

11. Táblázat: a sárbogárdi mikroparcellák gyomborítottsága Monsoon-os post kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Időzítés	Május 11	Május 18	Május 24	Május 30	Június 10
			A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]				
1. Kezeletlen kontroll	-	BBCH 15-16	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. Monsoon OD	2,5	BBCH 15-16	110,0	100,7	107,3	102,0	98,7
3. Monsoon OD + Aspect T	2,0+1,5	BBCH 15-16	119,1	93,5	74,0	102,0	98,7
4. Monsoon OD + dikamba	2,5+0,3	BBCH 15-16	95,0	88,6	91,6	94,7	61,9
5. Monsoon OD	2,5	BBCH 15-16	112,5	100,0	100,0	99,4	82,6
6. Monsoon active	2	BBCH 15-16	150,9	92,0	78,9	88,5	78,3
7. Monsoon active + dikamba	1,75+0,3	BBCH 15-16	157,0	95,0	94,2	97,6	51,5
8. Monsoon active	2	BBCH 15-16	162,8	103,8	79,5	91,5	53,4
9. Mester power	1,25	BBCH 15-16	169,3	102,9	103,0	102,7	98,5
10. Mester power + Mero	1,25+1	BBCH 15-16	148,2	89,7	78,6	92,2	93,6
11. Mester power	1,5	BBCH 15-16	148,8	99,2	92,8	97,4	88,0
12. Mester power + Mero	1,5+1	BBCH 15-16	136,4	100,9	87,8	95,7	76,6
13. Mester power + Aspect T	1,5+1,5	BBCH 15-16	161,7	103,0	60,7	92,1	90,3
14. Elumis 105 OD + Banvel 4S FIX-Pro	2+0,6+1	BBCH 15-16	160,7	97,1	66,0	93,5	28,6
15. Diniro + Successor T Trend 90	0,48+0+0,3	BBCH 15-16	161,7	98,5	47,5	83,9	65,6

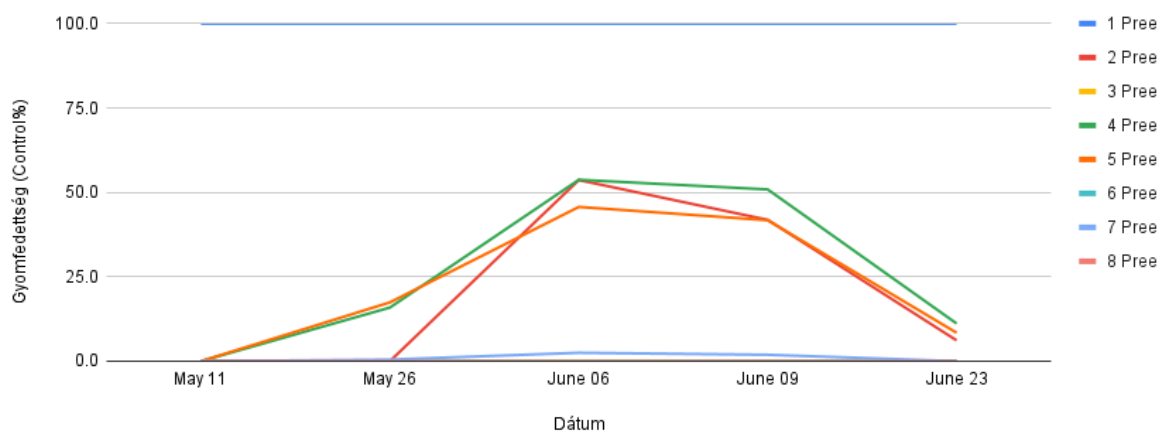
A post kezelések során erős volt a fűfélék nyomása, nem voltak hatásosak a kezelések. Az 5. számú Monsoon OD kezelés egy hetes késéssel történt. Itt is megmutatkozik a kombinációs partnerek hatékonysága.

12. Táblázat: a sárbogárdi mikroparcellák gyomborítottsága Laudis os post kezeléseket követően a kezeletlen kontroll százalékában

Értékelés ideje Kezelés	Dózis l/ha	Időzítés	Május 10	Május 26	Június 6	Június 9	Június 23
			A parcellák gyomborítottsága a kontroll százalékában [%]				
1. Kezeletlen kontroll	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. Laudis OD	2,25	BBCH 00	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Laudis OD	2,25	BBCH 13	173,	0,0	0,0	0,0	0,0
4 Laudis OD + Aspect T	2,25+1,5	BBCH 13	147,6	97,3	106,5	77,3	55,8
5. Laudis OD	1,75	BBCH 15-16	160,1	118,7	107,2	95,1	74,1
6. Laudis OD	2,0	BBCH 15-16	142,0	117,8	121,3	78,9	84,5
7. Laudis OD	2,25	BBCH 15-16	144,6	115,9	113,1	94,3	50,5
8. Laudis OD + 2,4D	2+1	BBCH 15-16	145,9	115,2	90,5	87,8	36,8
9. Laudis OD + dikamba	2+0,3	BBCH 15-16	120,4	114,3	109,7	92,8	55,0
10 Laudis OD + dikamba	2+0,3	BBCH 17-18	127,1	117,9	108,1	83,8	36,0
11 Laudis OD	2,0	BBCH 17-18	141,8	118,3	92,5	73,0	49,2

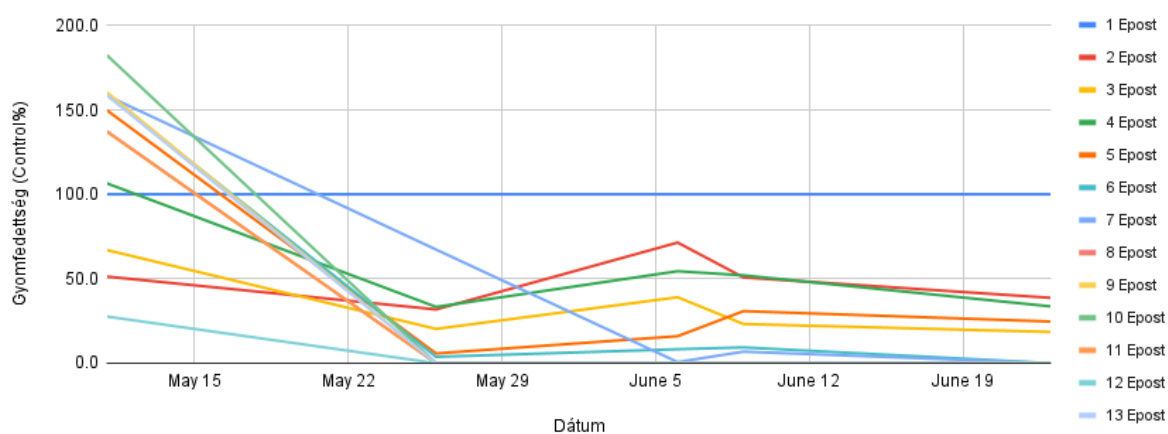
A Post Laudis kezelések közül a 2,3 korán gyommentessé tette a parcellákat, amíg a 4–11 kezelések nem. Ez utóbbiak esetén az utolsó felmérés alkalmával mértünk alacsonyabb gyomborítottságot, fontos megjegyezni, hogy a kezelés egy hetes csúszással történt a tervezetthez képest. A 2. számú Pre kezelés során jól működött a Laudis, köszönhető ez többek közt a talajhatásnak és a csapadéknak.

Sárbogárd gyomfelmérés - Meso - Pree



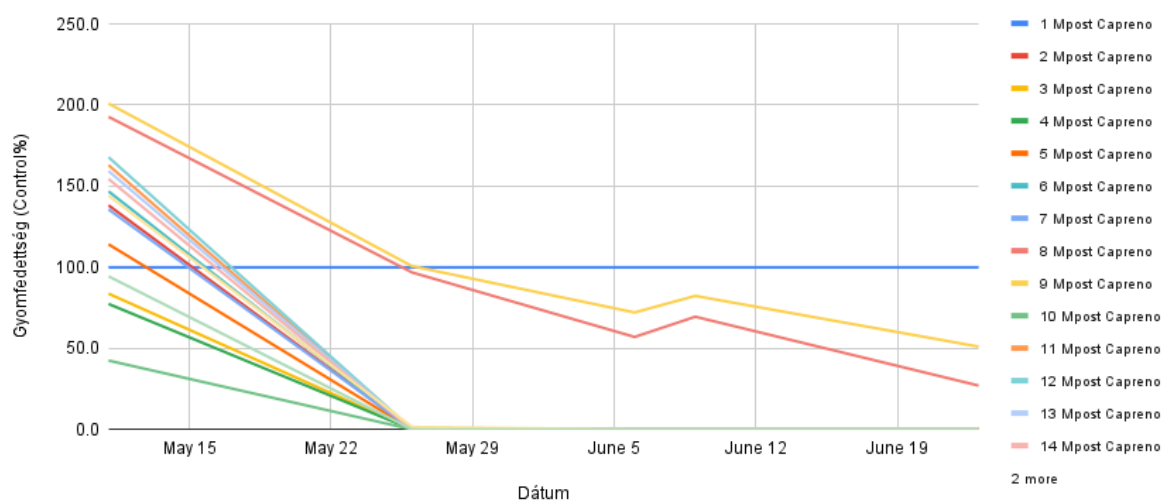
15. ábra A sárbogárdi kísérlet Pree kezelés gyomborítottsági eredménye

Sárbogárd gyomfelmérés - Meso - Epost



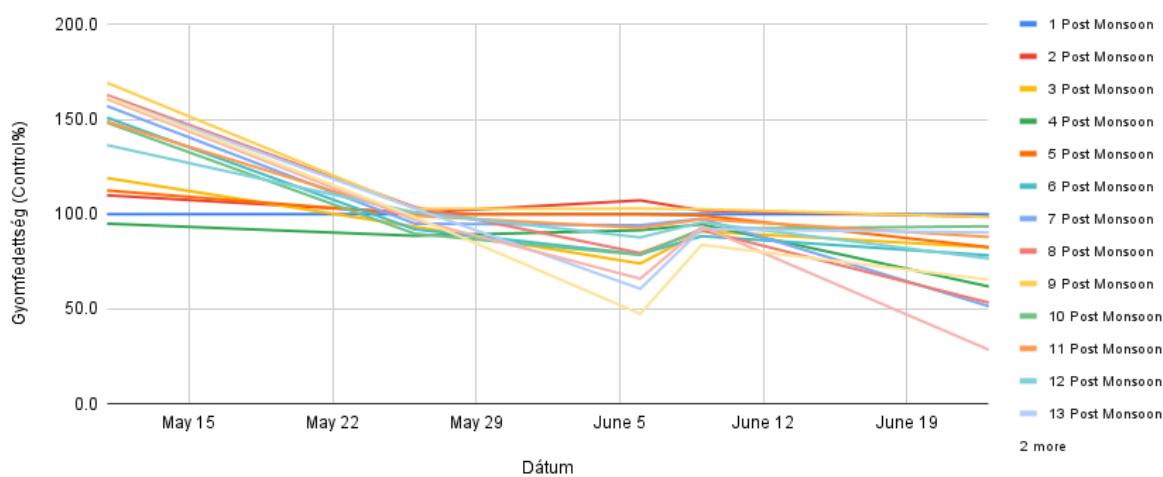
16. ábra A sárbogárdi kísérlet Epost kezelés gyomborítottsági eredménye

Sárbogárd gyomfelmérés - Meso - Mpost Capreno



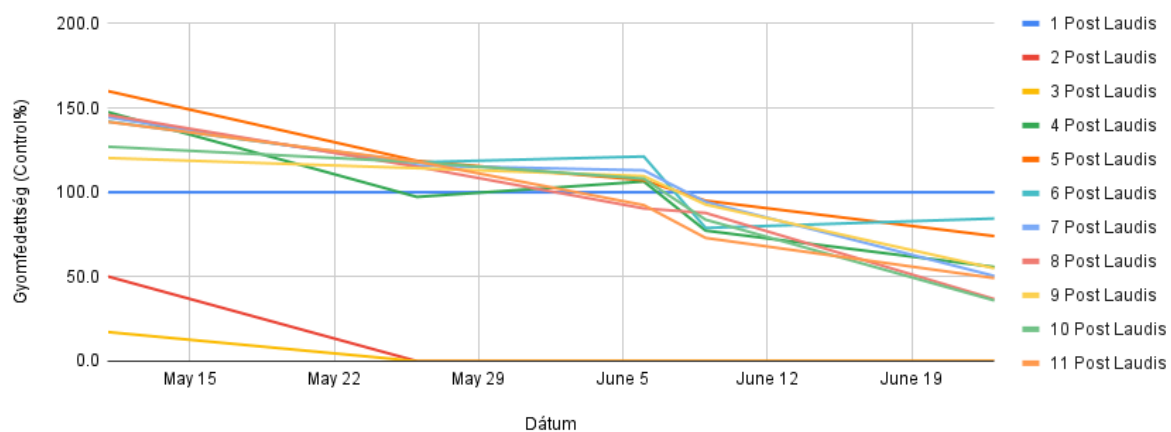
17. ábra A sárbogárdi kísérlet Mpost Capreno kezelés gyomborítottsági eredménye

Sárbogárd gyomfelmérés - Meso - Post Monsoon



18. ábra A sárbogárdi kísérlet Post Monsoon kezelés gyomborítottsági eredménye

Sárbogárd gyomfelmérér - Meso - Post Laudis



19. ábra A sárbogárdi kísérlet Post Laudis kezelés gyomborítottsági eredménye

5. Következtetések és javaslatok

Az eredmények ismeretében elmondható, hogy egy herbicid esetében a hatékonyságot számos tényező befolyásolhatja: a csapadék mennyisége vagy hiánya, a talajvíz szintje, a kijuttatás időpontja, a gyomok fejlettsége és még számos egyéb tényező hatással lehet a kezelés eredményességére. A készítmények, hatóanyagok szakszerű kombinálásával” több oldalról is támadhatjuk” az adott terület gyomflóráját, ami sok esetben hatékonyabbnak bizonyult, mint kombinációs partnerek önmagukban történő felhasználása.

A kísérlet során a parcellák gyomborítottsága monitoring drónokkal lett felmérve. Összességében elmondható, hogy a technológiát eredményesen lehet használni a herbicidek eredményességét vizsgáló kísérletekben, hiszen hatékonyságában jelentősen felülmúlja a hagyományos módszert, elég akár a felméréssel eltöltött időre, vagy a kapott adatok elemzésének idejére gondolni. A felmérés precizitását jól mutatja, hogy a gyomborítottságról a fotók alapján tizedes pontosságú eredményeket kaptunk, amik gyakorlatilag megegyeztek a hagyományos felmérési módszer során kapott eredményekkel.

A kísérlet során több tényező is felmerült, amik ismeretében az idei felmérés némiképp módosításra kerül:

- Minden mikro- és mezoparcellás vizsgálathoz a negatív kontrollparcellán túl bevezetésre kerül egy negatív kontroll parcella, ami a viszonyítás másik végletét fogja reprezentálni: a teljes tenyészidő alatt totálisan gyommentesen lesz tartva fizikai módszerekkel.

- Külön vizsgálatra fog kerülni a kísérlet során az egyes készítmények gyomfajonkénti hatékonysága.

- Mindkét kísérleti helyszín módosításra kerül: a sárbogárdi kísérleti telep messzebb kerül a már említett tótól, ezzel elkerülve a belvizes foltokat, illetve mindkét helyen öntözés kerül biztosításra, csökkentve ezáltal az aszályos évjáratok kísérletre gyakorolt hatását.

- Ezekon túlmenően a gyomfelvételezési technológia is további fejlesztésre kerül: célkitűzés, hogy a gépi tanulás révén az idei évben a monitoring során a drón már meg tudja különböztetni az egy és kétszikű gyomokat, ezáltal kiegészítve a gyomborítottsági adatokat. A technológia ilyen mélysége egyelőre még gyerekcipőben jár, kísérletek zajlanak ezzel kapcsolatban, de hosszú távú célnak kitűzendő, hogy akár a kereskedelmi forgalomban is elérhető legyen olyan minősített felvételezési technika, amely képes a fent említett megkülönböztetésre.

6. Összefoglalás

A kukorica jelentősége a felhasználási sokszínűsége végett vitathatatlan a mezőgazdasági termelésben. A KSH adatai szerint Magyarországon 2022-ben 819 356 hektáron takarítottak be kukoricát, amihez mindössze 2 803 206 tonna termés társult, ami példátlanul alacsony termésszintet jelent. Az időjárási szélsőségek végett a termelőknek napra kész tudással és eszközparkkal kell rendelkezniük, hogy eredményesen tudjanak gazdálkodni.

A precíziós gazdálkodás jelentősége szintén vitán felül áll a fenttartható mezőgazdasági tevékenység érdekében. A technika rohamszerű fejlődésével és a gépi tanulás eszközével napról napra találkozhatunk olyan eszközökkel, amelyek korábban elképzelhetetlen módon tudják segíteni a mezőgazdasági termelők mindennapjait. Az újdonságok használatával jelentősen hatékonyabbá tehetik a termelésüket a haladásra nyitott felhasználók, ezáltal a komoly piaci előnyökre tehetnek szert a versenyt fel nem vevő piaci szereplőkkel szemben. Az újítások egyre elérhetőbbé és közérthetőbbé válnak.

A dróntechnológia fejlődését mi sem mutatja jobban, mint a piacuk kiugró növekedése, amely a 2022-es évben átlépte a másfél milliárd dolláros forgalmat, a hosszú távú elemzések szerint a jelenlegi növekedési tendencia ismeretében 2032-ben ez a szám megközelítőleg 30 milliárd dollár körül alakulhat. Ehhez hozzájárul többek között az is, hogy a napról napra fejlődő dróntechnológiával egyre precízebb és egyre szélesebb körű információhalmazt van lehetőség tábláinkról felmérni, feltérképezni. A gépi tanulás itt is óriási szerepet játszik, már egy olcsóbb RGB kamerával is képesek lehetünk NDVI szerű térképek készítésére, ezáltal alacsonyabb áron juthatunk hozzá az alapvetően magas gépigényű információkhoz.

A Bayer Hungária Kft-nél volt szerencsém betekintést nyerni a cég aktuális herbicid hatékonysági vizsgálatába, melyet immáron negyedik éve drónos monitoringgal is vizsgálnak. Az idei szezon adottságai miatt több szempontból is tanulságos volt a kísérlet. Az országon belüli csapadékellátottság hektikusságát a két kísérleti terület közötti különbséget jól mutatja: a békéscsabai területen olyan aszály volt, hogy egyrészt a gyomnövények is jelentősen kisebb intenzitással fejlődtek, másrészt a teljes kukorica állomány meddő lett: egyetlen cső sem fejlődött ki a területen. Ezzel szemben a sárbogárdi területen a közeli tó okozta magas belvíz jelentett gondot, a post kezeléseket elvérezték a fűfélék erős nyomása alatt. A kísérlet eredményességének megállapítására használt drónos felmérések jól prezentálják a technológia előrehaladottságát: a 70 méter magasságból készített képek alapján gyakorlatilag egyező

gyomosodási mértéket állapítottak meg, mint a klasszikus felvételezést végző, több tíz éves szakmai tapasztalattal rendelkező fejlesztőmérnökök. A későbbiekre kitekintve a drónok szerepe mélyül, az idei szezonban az egy és kétszikűek megkülönböztetése a cél, hosszú távon a gyomok faji szintű megkülönböztetése is lehetséges.

Az ismertett tények alapján úgy gondolom, hogy az elvégzett kísérlet kiválóan prezentálja, hogy az egyre nagyobb kihívásokkal kecsegtető ágazatban milyen óriási szereppel, segítséggel bírhat a megfelelő eszközökkel a megfelelő információk begyűjtése, azok feldolgozása, majd a kapott eredmények alapján a megfelelő módon és eszközökkel folytatott termelés.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom mindazoknak, akik segítettek a szakdolgozatom elkészítésében.

Köszönettel tartozom Dr. Zalai Mihálynak és Dr. Dorner Zitának, hogy a mesterképzésen az általuk tartott kurzusokon felkeltették az érdeklődésemet a gyomszabályozás, a digitális növényvédelem iránt. Zalai tanár úrnak külön köszönöm a konzulensi szerepét.

Köszönettel tartozom a Bayer Hungária Kft-nek, hogy lehetőséget biztosított a kísérlet megismerésére, illetve Fröhlich Benjamin kollégámnak, aki az idejét nem sajnálva igyekezett a segítségemre lenni a felmerülő kérdésekben.

8. Irodalomjegyzék

- Balázs Viktor: Földközeli távérzékelési módszerek, drónok alkalmazása a precíziós gazdálkodásban, <https://www.nak.hu/en/tajekoztatasi-szolgalatas/mezogazdasagi-termeles/99302-foldkozeli-taverzekelesi-modszerek-dronok-alkalmazasa-a-precizios-gazdalkodasban> (2016)
- Borhi A. (2020): A permeteződrón felhasználásának technológiai és növényvédelmi optimalizálási lehetőségei Magyarországon
- Dorner Z: Kukorica herbicidek
- DRÓNPILOTA KÉPZÉS, <https://abzdrone.com/novenyvedelmi-dronpilota/>
- F. A Gor: How drones are revolutionizing agriculture (2023 március)
<https://www.sify.com/technology/the-sky-bound-farmer-how-drones-are-revolutionizing-agriculture/>
- Györffy B. (2000): Javaslat a precíziós agrárgazdálkodás kutatási programjának indítására. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Osztályának 2000. évi tájékoztatója. Budapest, 17-22
- Hadászi L. (2015): A jövő a precíziós gazdálkodás
- http 1 A növényvédő szerek csoportosítása a kijuttatás módja és az alkalmazás helye szerint <https://portal.nebih.gov.hu/-/a-novenyvedo-szerek-csoportositasa-a-kijuttatas-modja-es-az-alkalmazas-helye-szerint> (2020 április)
- http 10: HIVATALOS NÖVÉNYVÉDELMI
- http 11: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0072.html
- http 2: Agricultural Drones Market Size to Grow at 34.9% CAGR, Set to Reach USD 29.9 Billion By 2032, <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/03/20/2630534/0/en/Agricultural-Drones-Market-Size-to-Grow-at-34-9-CAGR-Set-to-Reach-USD-29-9-Billion-By-2032.html> (2023 március)
- http 3: Multispectral vs Hyperspectral Imagery Explained, <https://gisgeography.com/multispectral-vs-hyperspectral-imagery-explained/> (2022 május)
- http 4: <https://dji.com>
- http 5: The crop-spraying drones that go where tractors can't
<https://www.bbc.com/news/business-45020853>

- http 6: 44/2005. (V. 6.) FVM-GKM-KvVM együttes rendelet a mező- és erdőgazdasági légi munkavégzésről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0500044.fvm>
- http 7: Elkészült a drónos permetezés hazai jogszabályi háttere
<https://airportal.hu/elkeszult-a-dronos-permetezes-hazai-jogszabalyi-hattere/> (2022 február)
- http 8: Indulhatnak a drónok? <https://agraragazat.hu/hir/agrar-legi-novenyvedelem-indulhat-a-dron-mezogazdasag/> (2022 február)
- http 9: Változott a permetező drónok kötelező típusminősítésének pótlási határideje
<https://portal.nebih.gov.hu/-/valtozott-a-permetezo-dronok-kotelezo-tipusminositesenek-potlasi-hatarideje> (2022 május)
- Ivanov Igor: Multispectral vs Hyperspectral in agriculture,
<https://medium.com/remote-sensing-in-agriculture/multispectral-vs-hyperspectral-in-agriculture-9a2d96777031> (2016 június)
- M. Stein: Using a standard RGB camera and AI to obtain vegetation data
<https://aces.illinois.edu/news/using-standard-rgb-camera-and-ai-obtain-vegetation-data> (2023 március)
- Nagy S (2004) A gyomfelvételezési módszerek fejlesztése a precíziós gyomszabályozás tervezéséhez
- Puri V., Nayyar A., Raja L. (2017): Agricultural drones: A modern breakthrough in precision agriculture, Journal of Statistics and Management Systems, 20:4, 507-518.
- Reisinger P., Borsiczky I. (2018): A precíziós növényvédelem elmélete és gyakorlata - Magyarországi helyzetkép I. rész. Növényvédelem, 79(54): 10. szám 421-428.

9. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és
eredetiségéről

A hallgató neve: Darvas Dániel _____
 A Hallgató Neptun kódja: AZK3BG _____
 A dolgozat címe: Herbicidek hatékonyságának vizsgálata drónos monitoringgal
 kukorica kultúrában
 A megjelenés éve: 2023 _____
 A konzulens tanszék neve: Integrált növényvédelmi tanszék__

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

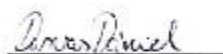
Ha a fenti nyilatkozattal valótlanul állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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 repozitóri rendszerébe.

Kelt: ____ 2023 ____ év ____ Május ____ hó ____ 03. ____ nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Darvas Dániel (hallgató Neptun azonosítója: AZK3BG) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023. év május hó 2. nap

Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.