

SZAKDOLGOZAT

Török Balázs

**Precíziós mezőgazdasági
szakmérnök**

Gödöllő

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Precíziós mezőgazdasági szakmérnök szak

Gabona levélkárosító felmérés digitalizálása
a Mezőhegyesi Nemzeti Ménesbirtok és
Tangazdaság Zrt. területén

Konzulens: Dr. Zalai Mihály
egyetemi docens

Készítette: Török Balázs
NIN4TH
Levelező

Intézet/Tanszék: Növényvédelmi Intézet,
Integrált Növényvédelmi
Tanszék

Gödöllő
2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	5
2. Szakirodalmi áttekintés	6
2.1. A precíziós gazdálkodás bemutatása	6
2.1.1. A precíziós gazdálkodás fogalma.....	6
2.1.2. A precíziós gazdálkodás jelenlegi helyzete.....	6
2.1.3. Drónok felépítése, helyük a mezőgazdaságban.....	9
2.1.4. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).....	11
2.2. Az őszi búza (<i>Triticum aestivum</i>) bemutatása és növényvédelme	11
2.2.1. AZ őszi búza gazdasági jelentősége, felhasználása.....	11
2.2.2. AZ őszi búza növényvédelme	13
2.2.2.1. A búzában megjelenő gyomnövények bemutatása	14
2.2.2.2. A búzában megjelenő kórokozók bemutatása:.....	16
2.2.2.3. A búzában megjelenő kártevők bemutatása:.....	18
2.2.3. Vetésfehérítők – Veresnyakú árpabogár jellemzése	20
2.2.3.1. Morfológiájuk, életmódjuk, kártételük	20
2.2.3.2. Az <i>Oulema</i> fajok előrejelzése	22
2.2.3.3. AZ <i>Oulema</i> fajok elleni védekezés	24
3. Anyag és módszer.....	25
3.1. A Mezőhegyesi Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. bemutatása	25
3.2. A kísérleti terület elhelyezkedése	27
3.3. A kísérleti terület klimatikus viszonyai	28
3.4. A spektroszkópiai felmérést végző drón bemutatása	29
3.5. Fűhálózási módszer leírása, lárvajelenlét meghatározása	31
3.6. Adatelőkészítés és statisztikai analízis	32
4. Eredmények és azokra alapuló javaslatok	33
4.1. Vetésfehérítő fertőzés értékelése	33
4.2. Vörös (RED) tartományban visszavert sugárzás értékek összehasonlítása.....	34
4.3. Zöld (GREEN) tartományban visszavert sugárzás értékek összehasonlítása.....	35
4.4. Kék (BLUE) tartományban visszavert sugárzás értékek összehasonlítása	37
4.5. Az NDVI vegetációs index értékeinek összehasonlítása.....	38
5. Következtetések és javaslatok.....	40
6. Összefoglalás.....	42

7. Köszönetnyilvánítás	43
8. Irodalomjegyzék:.....	44
9. Nyilatkozatok.....	48

1. Bevezetés és célkitűzések

Az őszi búza Magyarországon kiemelkedő szerepet tölt be mind az emberi táplálkozásban, mind a haszonállatok takarmányozásában. A globális népesség 2025-re várható 8 milliárdos növekedése komoly kihívások elé állítja a mezőgazdaságot. A növekvő élelmiszerigény kielégítése érdekében a precíziós gazdálkodás alkalmazása elengedhetetlen. Ez a műholdas helymeghatározáson alapuló, információtechnológiai eszközökkel támogatott, termőhely-specifikus növénytermesztési rendszer lehetővé teszi az optimális agrotechnikai megoldások alkalmazását, a talajadottságok és a növényigények figyelembevételével.

A precíziós gazdálkodás nem csupán a terméshozam növeléséhez járul hozzá, de a termőföld és a környezet károsodásának minimalizálása mellett a jövedelmezőséget és a hatékonyságot is javítja. Az egészséges élelmiszerek iránti növekvő igény, a fenntartható termelés, a nehezebbé váló nemzetközi versenyhelyzet, a termőföld minőségének megőrzése és a környezetvédelmi szempontok összehangolása mind indokolják a növényvédelmi beavatkozások folyamatos monitorozását és előrejelzésre alapuló alkalmazását.

A precíziós gazdálkodás bevezetése a magyarországi őszi búza termesztésében kulcsfontosságú a jövőbeni élelmiszerbiztonság és a fenntartható mezőgazdaság megteremtéséhez. A tudatos talajkezelés, a célzott tápanyag- és vízbevitel, a hatékony növényvédelem és a korszerű betakarítási technikák alkalmazása révén Magyarország továbbra is meghatározó szereplője maradhat a globális gabonapiacra, miközben a környezetet is kíméli.

A kísérletem során célom volt, hogy megvizsgáljam az új és modern technológiák miképpen használhatóak a veresnyakú árpabogár kártételének felvételezésében, A Dél-Alföldi régióban, a Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság őszi búza tábláján.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A precíziós gazdálkodás bemutatása

2.1.1. A precíziós gazdálkodás fogalma

A precíziós mezőgazdaság egy innovatív, technológia vezérelt termelési rendszer, amely a táblák térbeli változatosságát figyelembe véve, adatvezérelt döntéseket hoz a növénytermesztés hatékonyságának javítása, a környezetterhelés csökkentése és a jövedelmezőség növelése érdekében. Ez a megközelítés a hagyományos mezőgazdasággal ellentétben nem egységes egységekként kezeli a táblákat, hanem zónákra bontja őket, és minden zónára a legmegfelelőbb beavatkozásokat alkalmazza. A precíziós mezőgazdaság alapja a részletes információszolgáltatás. GPS, távérzékelés, adatbázisok és szoftverek segítségével gyűjti és elemzi a talajtulajdonságokat, a növényállományt és a környezeti feltételeket. Ezek az adatok pontos képet adnak a tábla térbeli változatosságáról, lehetővé téve a gazdálkodók számára, hogy azonosítsák a gyenge pontokat és a termelés optimalizálására összpontosítsanak (Késmárki-Gally, 2020).

A precíziós gazdálkodás hatékonyabbá teszi a termelést az erőforrások optimalizálása révén. A tápanyagok, a növényvédő szerek és a víz precíz és célzott kijuttatása minimalizálja a felesleges felhasználást, csökkentve a bemeneti költségeket és a környezetterhelést. A precíziós gazdálkodók továbbá a növények aktuális igényeire összpontosítanak, ami javítja a termékminőséget és a hozamokat. A precíziós mezőgazdaság nem csupán technológiák összessége, hanem egy szemléletmód is, amely a hatékonyabb és fenntarthatóbb termelést helyezi előtérbe. A sikeres implementáláshoz a gazdálkodóknak nyitottaknak kell lenniük az új technológiákra és hajlandóknak kell lenniük a tanulásra és a fejlődésre. A precíziós gazdálkodás terjedése kulcsfontosságú a jövőbeli élelmiszerbiztonságban és a fenntartható mezőgazdaságban (Molnár és Barnabás, 2023).

2.1.2. A precíziós gazdálkodás jelenlegi helyzete

A termelés ökológiai alapegységén, a termőtáblán belüli inhomogenitás vizsgálata és a hozzá való biológiai, termesztési és technológiai adaptáció igénye nem új keletű. A téma már évszázados múltra tekinthet vissza, de a komplexitásából adódóan átfogó megoldás csak a 20. század végén, a technológiai fejlődés gyorsulásával vált lehetségessé (Késmárki-Gally, 2020). A mezőgazdaság gépesítésének fejlődési fázisai a következőképpen zajlanak:

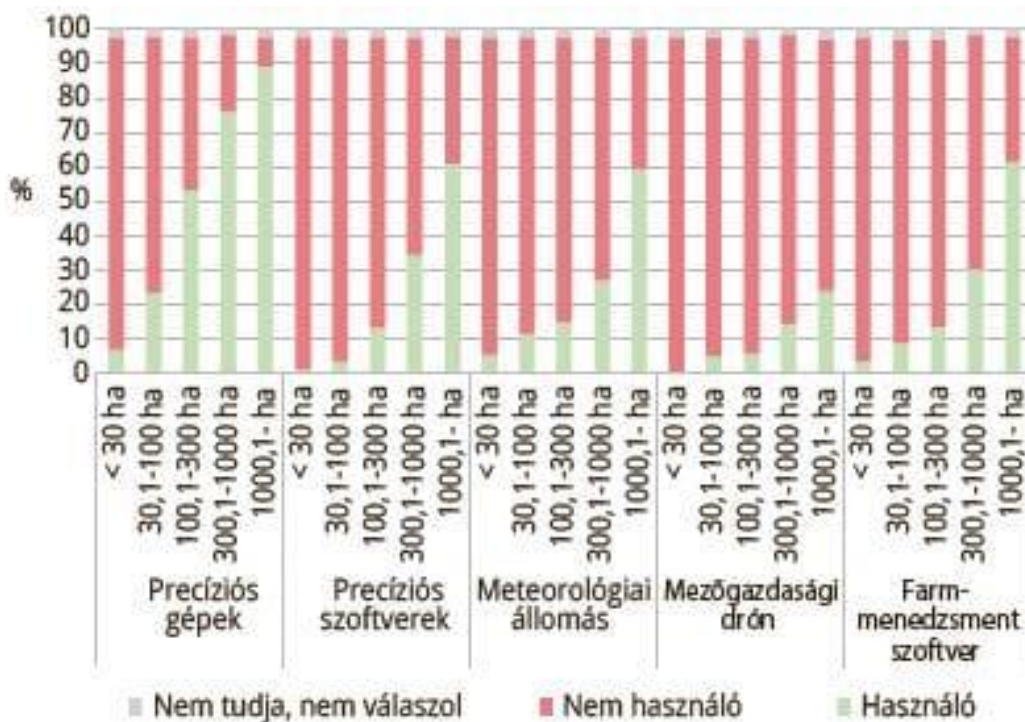
- Hagyományos gazdálkodás (*Conventional Farming*).

- Precíziós gazdálkodás (*Precision Farming /Crop Production, Livestock, Viticulture/*)
- Hálózat alapú gazdálkodás (*Smart Farming/Connected Farming*)
- Mezőgazdaság 4.0 (*Farming 4.0/Future Farming*) (Jóri, 2017).

A precíziós mezőgazdaság Magyarországon az 1990-es években indult el, és azóta jelentős fejlődésen ment keresztül. A legfontosabb előrelépések közé tartoznak:

- A műholdas navigáció elterjedése: Akár 2 cm pontosságú helymeghatározást tesz lehetővé, ami a precíziós gazdálkodás alapja.
- A mezőgazdasági gépek precíziós vezérlése: A GPS-vezérlésű gépek automatikusan követik a kijelölt útvonalat, minimalizálva az emberi hibalehetőséget és a talajtömörödést.
- Informatikai rendszerek elterjedése: A mezőgazdasági adatok gyűjtése, elemzése és vizualizálása hatékonyabbá és intuitívabbá vált.
- Innovatív gondolkodásmód: A gazdálkodók egyre nyitottabbak az új technológiákra és a hatékonyabb termelési módszerekre.
- Fenntarthatóbb termesztési formák: A precíziós gazdálkodás hozzájárul a talajvédelemhez, a vízfelhasználás optimalizálásához és a növényvédő szerek célzottabb alkalmazásához (Jóri, 2019).

A precíziós mezőgazdaság számos megnevezéssel ismert, mint például precíziós gazdálkodás, okosgazdálkodás, helyspecifikus növénytermesztés, műholdas gazdálkodás. A fogalom lényege, hogy a gazdálkodás során az adott tábla minden pontjának egyedi tulajdonságait figyelembe veszik, és ennek megfelelően alkalmazzák a szükséges beavatkozásokat. A precíziós mezőgazdaság technológiai elemei közül a legelterjedtebb az automata kormányzás, ezt követi a sorművelés, a vetés, a tápanyag-utánpótlás a növényvédelem precíziós eszközei, és az állományban elhelyezhető eszközök, például a talaj tulajdonságait mérő eszközök, amelyek különböző mélységben mérik a talaj nedvességtartalmát, a talaj hőmérsékletének a vizsgálatát végzik. Ezek az öntözéshez, különböző növényvédelmi beavatkozásokhoz adnak támpontot. A multispektrális felmérés, melynek során a növények spektrális visszaverődési képességét vizsgálják, szintén egyre elterjedtebbé válik. A talaj tulajdonságait, a növények állapotát és a meteorológiai adatokat mérő eszközök is egyre fontosabb szerepet játszanak a precíziós mezőgazdaságban (Jóri, 2018).



1. ábra: Precíziós mezőgazdasági technológiák használata Magyarországon 2023-ban 2000 gazdaságot megkérdező felmérésben, méretük szerint a fő szántóföldi kultúrák vetésterületének százalékában (<http>¹).

A precíziós mezőgazdaság elterjedése szorosan összefügg a gazdaságok méretével. A modern technológiák bevezetése és alkalmazása jelentős befektetést igényel, ami minimális üzemméretet feltételez a költséghatékonyság eléréséhez. Európában a gazdaságok 86%-a 20 hektárnál kisebb, míg precíziós technológiákat alkalmazó gazdaságok mérete jellemzően 100 hektárt meghaladja. Ez azt jelenti, hogy az EU gazdaságainak mintegy 25%-a használja a precíziós mezőgazdaságot (**1. ábra**) (Jóri, 2018). A magyarországi kis- és közepes méretű gazdaságok számára a precíziós technológiák bevezetése komoly kihívásokat jelent. A tőkehiány, a megfelelő műszaki ismeretek hiánya, valamint a szolgáltatások igénybevételének magas költségei akadályozzák a szélesebb körű elterjedését, ezért elengedhetetlen olyan egyszerűen használható, olcsó karbantartást és alacsony költségű szolgáltatásokat igénylő eszközök kifejlesztése, amelyek a kis- és közepes méretű gazdaságok számára is elérhetővé teszik a precíziós mezőgazdaság előnyeit (Késmárki-Gally, 2020). A technológiák elterjedésének további akadályai közé tartozik az információhiány, a tudás- és bizalomhiány, az agrár-informatikai gyakorlat hiánya és a felhasználatlan adatok tömege. Az adatfeldolgozási kapacitás korlátai, a kompatibilitási problémák, a gépek által nehezen kezelhető menedzsment

zónák, a precíziós szenzorok megbízhatósága, a drónok jogi szabályozása és a szakemberhiány mind további kihívásokat jelentenek a jövőre nézve (Jóri, 2019).

Átfogó precíziós mezőgazdasági megoldások sikeres elterjedéséhez elengedhetetlen a fenti kihívások hatékony kezelése. Szükséges a gazdálkodók információhoz való hozzáféréseinek javítása, a tudás- és bizalomépítés, az agrár-informatikai ismeretek fejlesztése, az adatfeldolgozási kapacitás bővítése, a kompatibilis rendszerek kifejlesztése, a precíziós szenzorok megbízhatóságának javítása, a drónok jogi szabályozásának tisztázása, valamint a szakemberképzés fokozása (EPRS, 2016).

2.1.3. Drónok felépítése, helyük a mezőgazdaságban

A pilóta nélküli légi járművek (*Unmanned Aerial Vehicle* - UAV), más néven drónok, forradalmasíthatják a precíziós mezőgazdaságot, új dimenziókat nyitva a gazdálkodók számára a hatékonyabb, fenntarthatóbb és jövedelmezőbb termelés érdekében. Ezek a távirányítós vagy önállóan programozott repülőgépek széleskörű képalkotási és adatgyűjtési lehetőséget biztosítanak, lehetővé téve a növényállományok, a talaj és a vízviszonyok részletes elemzését. A drónok képeket rögzíthetnek a látható tartományban, multispektrálisan és hőtartományban is képeket rögzíthetnek, hatalmas felbontású képeket, légi térképeket és felszíni domborzat térképeket készítve. Infravörös kamerák segítségével talajnedvesség-vizsgálatok és öntözési hatékonyságmérések is elvégezhetőek. A drónok jóval alacsonyabb magasságban repülnek, mint a műholdak vagy repülőgépek, sokkal nagyobb felbontású képeket készítve, akár 1 cm/pixeles felbontást is elérve (Békési és Seres, 2021). Könnyen alkalmazkodnak a változó körülményekhez, és gyorsabban reagálnak a növényállományokban bekövetkező változásokra. Nem igényelnek speciális infrastruktúrát, és olcsóbbak a repülőgépes berepüléseknél. A drónok fejlődése folyamatos: kisebb, kompaktabb és könnyebb drónok, intelligensebb drónok fejlettebb autonóm repülési képességekkel, és kompatibilis drónok más mezőgazdasági eszközökkel való integrálhatósága jellemzi a jövőt (Teschner és Gombkötő, 2019).

A UAV-ok precíziós mezőgazdaságban betöltött szerepe:

- Teljes körű területi és vegetációs felmérés: A UAV-ok pontos képet adnak a teljes termőterületről, lehetővé téve a gazdálkodók számára a hatékonyabb döntéshozatalt a növénytermesztés valamennyi aspektusában (Teschner és Gombkötő, 2019).
- Vadkár-felmérés: Gyors és pontos felmérést tesznek lehetővé a vadak által okozott károkról, segítve a hatékony kármegelőzési és kármentesítési stratégiák kidolgozását (Békési és Seres, 2021).

- Multispektrális mérések: A növények spektrális reflexióját rögzítik, lehetővé téve a növényállapot, a tápanyaghiányok, a betegségek és a kártevők korai felismerését (Boros *et al*, 2020).
- Differenciált anyagkijuttatás: A UAV-ok által gyűjtött adatok alapján differenciált tápanyag-, növényvédő- és gyomirtó szer kijuttatási térképek készíthetők, optimalizálva a bemenetek felhasználását és minimalizálva a környezeti terhelést (Teschner és Gombkötő, 2019).
- Határfájlok és digitális magasságmodellek: Pontos határfájlokat és digitális magasságmodelleket készítenek, amelyek a robotkormányzású mezőgazdasági gépek számára alapul szolgálnak (Békési és Seres, 2021).

A UAV-ok további előnyei a precíziós mezőgazdaságban:

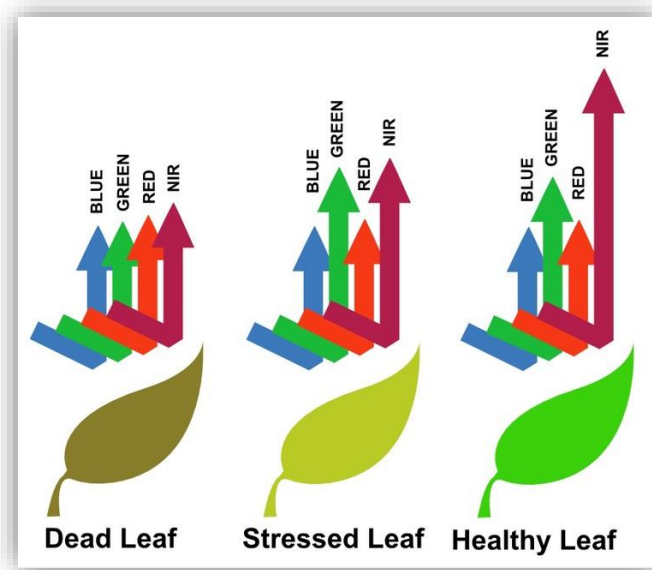
- Időbeni beavatkozás: A UAV-ok által gyűjtött adatok alapján a gazdálkodók gyorsan és hatékonyan beavatkozhatnak a növénybetegségek, a kártevők és más problémák ellen, minimalizálva a termésveszteséget.
- Talajállapottól független munkavégzés: Bármilyen talajállapotban üzemelhetnek, lehetővé téve a mezőgazdasági munkák zavartalan elvégzését.
- Költséghatékonyság: Beszerzési és üzemeltetési költségeik egyre csökkennek, versenyképessé téve őket a hagyományos mezőgazdasági felmérési és adatgyűjtési technikákkal szemben.
- A mesterséges intelligencia: (AI) fejlődésével a UAV-ok képességei tovább bővülni fognak. Az AI alapú algoritmusok segítségével a UAV-ok automatikusan felismerhetik a növénybetegségeket, a kártevőket és más problémákat, és valós idejű javaslatokat tehetnek a gazdálkodók számára a hatékonyabb növénytermesztés érdekében ([http](http://)²).

Különböző típusú kamerák alkalmazásával az UAV-ok látható és emberi szem számára láthatatlan tartományokat is képesek rögzíteni. Az RGB kamerák a látható tartományt fedik le, míg a multispektrális kamerák a növényzet által visszavert különböző hullámhosszú fényeket detektálják, lehetővé téve a növényállapot, a tápanyaghiányok, a betegségek és a kártevők korai felismerését. Egy felszállással akár 200 hektárnyi területet is képesek felmérni kivételes minőségben. Szoftveres elemzéssel a felvételek alapján meghatározható a belvívveszélyes területek helyzete, minősége, továbbá az adatok kitűnő indikátorként szolgálhatnak a talajerózió mértékének becslésében is. A vegetációs indexszel ellátott térképek vizuálisan jól követhetővé teszik a növényzet állapotát, zónák és foltok elkülönítését is lehetővé téve. A zónásított térképek alapján differenciált kijuttatási alap hozható létre, optimalizálva a

növényvédő szerek felhasználását, csökkentve a költségeket és az ökológiai lábnyomot, miközben növekszik a terméshozam (Martinez, 2023).

2.1.4. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

A Normalizált Vegetációs Index (NDVI) egy széles körben alkalmazott távérzékelési mutató, amely értékes információkat nyújt a növényzet állapotáról és egészségéről. Az NDVI a növényzet által visszavert vörös és közeli infravörös fény arányát méri, 0 és 1 közötti értékeket eredményezve. Az NDVI indexek segítségével, idősorok elemzése során nyomon követhető a növényzet fejlődése, a csírázástól a betakarításig, értékek elemzése alapján megállapíthatjuk, hogy a magasabb értékek sűrűbb, egészségesebb növényzetet jelölnek, míg az alacsonyabb értékek csupasz talajt vagy stresszelt növényzetet (**2. ábra**). Az adatok segítségével képesek vagyunk terméshozam becslésre, talajminőség értékelésre, és a környezeti hatások változásának a nyomon követésére. Az index műholdas képekből, légi felvételekből és drónok segítségével gyűjtött adatokból egyaránt kinyerhető (Kern, 2011).



2. ábra: A levelek által visszavert különböző sugárzások (Nikola et al, 2021)

2.2. Az őszi búza (*Triticum aestivum*) bemutatása és növényvédelme

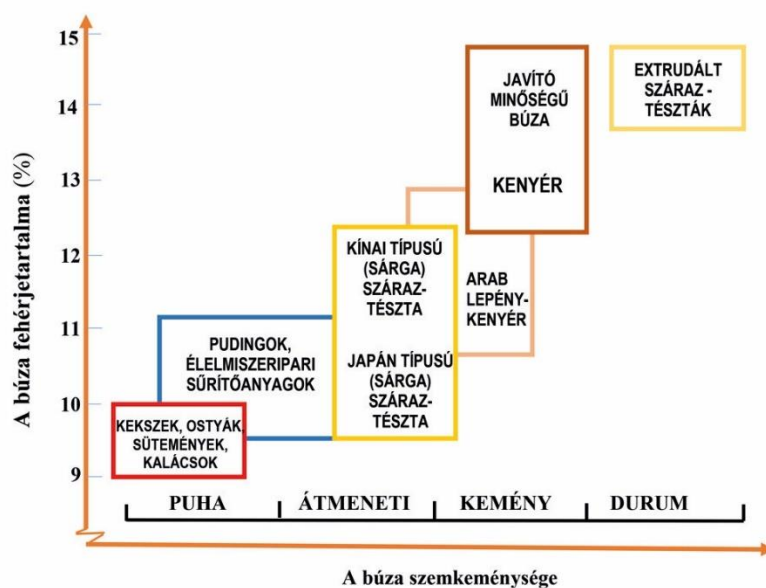
2.2.1. AZ őszi búza gazdasági jelentősége, felhasználása

A búza termőterülete hazánkban a Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint a 2022/2023-as esztendőben 1.053.575 hektár volt, ez 7,9%-kal nagyobb szántóterületet

eredményezett az előző évinél. A betakarított összes termés mennyisége megközelítette a 6 millió tonnát, ami majd 36%-kal nagyobb volt az előző évi eredményénél. Az Oeconomus Gazdaságkutató Alapítvány közlése szerint az országos termésátlag kimondottan jó, 5,6 tonna/hektár feletti eredményt ért el, a legtöbb búzát Jász-Nagykun-Szolnok, Békés és Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyében takarították be.

A búza termelése és aratása a világon szinte folyamatosan zajlik, nyáron a föld északi féltékén, míg a téli időszakban Argentínában, Dél-Ausztráliában folyik a betakarítása. Majd 70 országban termesztik megközelítőleg 240 millió hektáron. Termesztési területe az északi szélesség 60° és a déli szélesség 40° között húzódik (Matuz 2018). Az Agrárközgazdasági intézet közleményében kiadták, hogy a Nemzetközi Gabonatanács (IGC) januári előrejelzésében 788 millió tonnára (-2 százalék) jelzi a 2023/2024. gazdasági évben várható globális búzatermést. Az Európai Unióban 20 millió hektár felett alakul az őszi búza vetésterülete, míg a Reuters (<http>³) közlése szerint a hozzánk közel eső Ukrajnában az előző évhez képest némileg csökkenve 4,2 millió hektáron folytatják a búza termesztését. Hazánkban az Agrárminisztérium tájékoztatása szerint Magyarországon 948 ezer hektáron vetettek őszi búzát 2023 őszén.

Az őszi búza már az ősidők óta megkerülhetetlen szerepet tölt be, mint a társadalmak alapélelmiszere. Népélelmezési szempontból elengedhetetlen a takarmány- és élelmiszeripar számára is. A búza élelmezési fogyasztása legnagyobb mennyiségben őrleményei formájában következik be, mivel ezen tételek rendelkeznek a legsokoldalúbb felhasználási területtel. Leginkább kenyeret sütnek belőle, de ezen kívül még számos más süttö-, tészta-, illetve cukrászipari fogyasztási módját különböztetjük meg (**3. ábra**). Alapvetően kijelenthető, hogy a felhasználását a búza fehérjetartalma, és szem keménysége befolyásolja legnagyobb mértékben. A sokrétű felhasználásához tartozik még az abraktakarmánnyként való feletetése, mivel, mind önmagában, mind pedig a melléktermékei (búzakorpa) is megfelelő minőségű termékek lehetnek. A búzaszalma értékes alomanyag - esetleg takarmánypótló -, de ipari fogyasztása is előtérbe került (szalmacellulóz-gyártás, energetika stb.) (Diósi, 2017).



3. ábra: Búzából készült termékek felhasználhatósága (Matuz, 2018).

2.2.2. AZ őszi búza növényvédelme

Napjainkban a vegyszeres növényvédelem egyre fokozódó kihívásokkal szembesül. A folyamatos vegyszerhasználat nem hosszú távú megoldás, ugyanis a szermaradványok felhalmozódása káros hatással lehet az élővilágra és az élelmiszerláncra. Emellett a kórokozók és kártevők folyamatosan újabb és újabb rezisztens törzsekkel jelennek meg, gyengítve a vegyszerek hatékonyságát. A megoldást a megelőzésben, integrált szemléletben rejlik, a növények minél egészségesebb állapotának fenntartására kell törekedni (Nagy, 2021). A precíziós növényvédelem célja a vegyszeres kezelések optimalizálása, a hatékonyabb kártevő- és gyomirtás, a környezetterhelés csökkentése és a gazdaságosság növelése. (Kemény *et al*, 2017). A kártevők, kórokozók és gyomnövények ritkán fordulnak elő egyenletesen egy táblán belül. Ahol a kártevők nem, vagy csak a kártételi küszöb alatti mértékben fordulnak elő, ott elmaradhat a védekezés. A kártétel mértékének felmérésére terepi felmérést és távérzékelést is alkalmazhatunk. A gyomirtási stratégiák tervezésekor figyelembe kell venni a talaj szervesanyag-tartalmát, a gyomnövényfajok összetételét és a tervezett herbicid hatóanyagot. A precíziós talajmintavétel adatainak felhasználásával optimalizálható a gyomirtó szer mennyisége (Taylor *et al*, 2023). A korszerű permetezőgépek szórókeretei szórófejenként is szakaszolhatók. Offline módszer esetén két törzsoldat alkalmazásával beprogramozható a permetezés, figyelembe véve a kártevők és gyomnövények eloszlását. Online módszer esetén a szórófejekhez szerelt szenzorok (Weed seeker) azonosítják a gyomnövényeket, és ehhez igazodva adagolják a permetlevet. A nagy pontosságú RTK-korrekción alkalmazásával, nagyobb

térállású kultúrákban lehetőség van a sorközök mechanikai gyomirtására kultivátorral vagy speciális „kapálógéppel”. A sorvezérelt (szenzorvezérelt) sorközművelésnél a kultivátorra szerelt optikai szenzor végzi a növénytörök követését. A mechanikai és a vegyszeres gyomirtás összekapcsolható a kultivátorra szerelt permetezőgépekkel. A bakhátas kultúrák esetében a kultivátorral nemcsak a sorközöket, de a barázdaoldalakat is gyomtalaníthatjuk, és helyreállíthatjuk (Beck *et al*, 2007). Az eredményes növényvédelemnek alapvető eleme a megfelelő műszaki bázis. A permetezés hatékonyságát döntően befolyásolja az alkalmazott permetezőgép típusa, a fűvókák mérete és típusa, a permetlé mennyisége, a permetlé nyomása és a szélesség. A korszerű permetezőgépek precíz adagolást, egyenletes permetfelhőt és cseppméretet biztosítanak, ami javítja a növényvédelmi hatékonyságot és csökkenti a környezetterhelést (Evangelous *et al*, 2023).

2.2.2.1. A búzában megjelenő gyomnövények bemutatása

A VI. Országos Gyomfelvételezés (1. táblázat) alapján a búzaállományok leggyakoribb gyomnövényei sorrendben a tyúkhúr, parlagfű, nagy széltippán, veronika fajok, az ebszékfű a pipitérfajok, a rozsnokfajok, a mezei acat, a szulákkeserűfű, a parlagfű, a ragadós galaj, és a sovány perje. Az V. Országos Gyomfelvételezés eredményeihez képest kifejezett faji előretörést a tyúkhúr, a perje-félék a napraforgó és a veronika-félék produkáltak.

1. táblázat: A VI. Országos Gyomfelvételezés eredményei:

Gyomnövény	2007-2008 (%)	2018-19 (%)
<i>Tyúkhúr</i>	0,56	1,33
<i>Parlagfű</i>	1,94	1,28
<i>Nagy széltippán</i>	1,80	0,93
<i>Borostyánlevelű veronika</i>	0,30	0,88
<i>Ebszékfű</i>	2,04	0,82
<i>Szulákkeserűfű</i>	0,65	0,72
<i>Apró szulák</i>	1,17	0,71
<i>Mezei árvácska</i>	0,50	0,70
<i>Pipacs</i>	0,96	0,69
<i>Mezei acat</i>	1,56	0,65
<i>Fehér libatop</i>	0,56	0,57
<i>Mezei szarkaláb</i>	1,02	0,50
<i>Közönséges napraforgó</i>	0,27	0,48
<i>Ragadós galaj</i>	1,21	0,37
<i>Sebforrasztó zsombor</i>	0,21	0,29
<i>Olaszperje</i>	0,01	0,29
<i>Perzsa veronika</i>	0,20	0,28

A gyomok elleni küzdelemben a megelőzés a kulcsfontosságú. A megfelelő elővetemény, a vetésváltás, illetve a vetésváltás, valamint a hatékony tarlóápolás kiváló alapot biztosít a gyommentes búzaállományhoz. Amennyiben a gyomviszonyok indokolják, tavasszal vegyes hatóanyagú, vagy hormonbázisú herbiciddel is védekezhetünk, de utóbbi csak kivételesen, javító minőségű búzában alkalmazható (Hoffmanné, 2007). Hosszú őszi esetén őszi gyomirtás is sorra kerülhet a bokrosodást és a jó áttelelést akadályozó gyomosodás ellen. A preemergens gyomirtó szerek búza esetében kevésbé elterjedtek. Fontos megjegyezni, hogy vegyszeres gyomirtás esetén a búzafajta herbicidérzékenységét is figyelembe kell venni a szer kiválasztásakor. Az utóbbi évek enyhe telei és korai tavaszi időjárása miatt a gyomfajok korábban jelennek meg, így fokozottan figyelmet kell fordítani a gyomirtásra (Ádámszki és Lajos, 2005).

A gyomok elleni küzdelemben a megelőzés és a hatékony gyomirtási stratégiák alkalmazása kulcsfontosságú. A felülről történő légi felderítés segíthet a gazdáknak jobban megismerni a szántóföldjeiket, azonosítani a gyomnövényfoltokat és a gyomnövények kitörési helyét. A drónok hasznos kiegészítői lehetnek a gyomirtási programoknak, de a technológia korlátai miatt (pl. akkumulátor rövid élettartama, időjárás problémák) inkább a természetstechnológia kiegészítője, mint alappillére (Nagy és Bánó, 2024).

A gyomirtási stratégiák megválasztása a búza vetésidőpontjától, a gyomnövények faji összetételétől és a gyomfertőzés mértékétől függ. Őszi vetés esetén a kelés előtti (preemergens) gyomirtást csak abban az esetben végezhetjük, ha a terület nem erősen porosodó, erózióra, deflációra, vízállásra hajlamos. A tavaszi gyomirtás a búza gyomirtásának legelterjedtebb formája. A hormonbázisú készítmények nem használhatók éjszakai fagyok esetén, 25 °C feletti léghőmérséklet esetén, pangó vizes területeken, már szárba indult búzában. A gyomirtás időpontját a gyomfajok legérzékenyebb fenológiai stádiumához kell igazítani. A foltokban előforduló mezei acat és apró szulák ellen precíziós foltkezeléssel gyomirtószer-takarékosan védekezhetünk. A foltkezelések előnye, hogy kisebb területen, drágább de hatékonyabb kombinációkat alkalmazhatunk a foltszerűen előforduló, nehezen irtható gyomok ellen (Perce *et al*, 2005).

A vegyszeres gyomirtás jelentős szerepet játszik a búza ápolásában, különösen akkor, ha a búza cukorrépa, vagy más kapásnövény előveteménye lesz. A búza vegyszeres gyomirtása az üzemen belül alkalmazott herbicid-rotációnak is fontos része. A gyomirtás során figyelembe kell venni a búzafajta herbicidérzékenységét. Az enyhe telek és a korai tavasz miatt a gyomfajok korábban jelennek meg, így fokozottan figyelmet kell fordítani a gyomirtásra (Bicskei, 2010).

Precíziós kezelésekkel a foltokban előforduló mezei acat és apró szulák ellen a tavaszi gyomirtáskor gyomirtószer-takarékosan védekezhetünk. Az úgynevezett foltkezelések előnye az előbb említett tulajdonság mellett az, hogy kisebb területen hatékonyabb kombinációkat alkalmazhatunk a foltszerűen előforduló, nehezen irtható (galaj, vadzab stb.) gyomok ellen, ezzel alacsonyabb átlagos hektárköltéssel termelhetünk (http⁴).

Régebben, de napjainkban is, főleg az ökológiai gazdálkodás során gyakori ápolási munka a fogasolás, a gyomfésű vagy a küllőskapa használata. Ezek az eszközök segítenek megszüntetni a magról kelő gyomokat, csökkentve a gyomirtó szerek szükségességét. A felső talajréteg tömörödöttségének megszüntetésével, a levegőcsere serkentésével, a tápanyagok feltáródásának gyorsításával és a talaj nedvességforgalmának javításával javítják a talaj minőségét. Ezenkívül serkentik a növények gyökérének fejlődését és bokrosodását, bekeverik a talajba a kijuttatott műtrágyát, növelve annak hasznosulását, és gyorsítják a talaj melegedését. A gyomfésű és a küllőskapa tavasszal és ősszel, kelés előtt és kelés után egyaránt alkalmazhatók. Kelés előtt "vakpásztázás" végrehajtására is használhatók a kelő gyomok irtására. Tavasszal enyhén cserepedett talajon vetőágykészítésre is alkalmasak. Fontos megjegyezni, hogy kétszikű és mélyen gyökerező gyomok ellen kevésbé hatékonyak, és csak sekélyen lehet velük dolgozni. Azonban a gyomfésű és a küllőskapa hatékony eszközök a búza ápolásában, amelyekkel csökkenthető a gyomirtó szerek használata, javítható a talaj minősége és növelhető a növények hozama (Farkas és Darabos, 2014).

2.2.2.2. A búzában megjelenő kórokozók bemutatása:

Az őszi búza termesztése során számos kórokozó okozhat jelentős károkat, melyek közül a kalászfuzáriózis a legjelentősebb. A fertőzés nemcsak mennyiségi veszteséget (ezerszemtömeg csökkenés) okoz, de a termés minőségét is rontja a mikotoxinok megjelenése révén. A kémiai védekezés ellenére a szakemberek a hatékonyságot 70% körülire becsülik. A védekezés kulcsfontosságú eleme a megfelelő hatékonyságú gombaölő szer optimális időben történő kijuttatása. A kórokozó a búza kalászát támadja meg, és a szemtermés jelentős csökkenését okozza. A fertőzés következtében mikotoxinok termelődnek a gabonaszemekben, amelyek károsak az emberi és az állati egészségre (http⁵).

További kórokozók és átlagos kártételük mértéke (**2. táblázat**):

- Lisztharmat: Minden évben jelentkezik, 5-10% termés kiesést okozhat.
- Porüszög: 10 évente jelentkezik, 10-20% termés kiesést okozhat.
- Szárrozda: 5 évente jelentkezik, 20-50% termés kiesést okozhat.
- Kőüszög: 10 évente jelentkezik, 20-60% termés kiesést okozhat.

- Levélrozsa: 3 évente jelentkeznek, 10-15% termés kiesést okozhat.
- Fuzáriumok: 2-3 évente jelentkeznek, 10-20% termés kiesést okozhatnak (Assenbrenner és Scheudler, 2019).

Az elmúlt évtizedekben az árpa sárga törpeség vírusa (BYDV) a búzában is megjelent. Ezen kórokozó ellen a megfelelő fajtaválasztással, vetőmagcsávázással, és megfelelő agrotechnikával védekezhetünk (Izsáki, 2004).

2. táblázat: Az őszi búza fenológiai állapotai és a károsítók fertőzöttségi mértékei ([http⁶](#))

Fenológiai állapot	Károsító	Felvételezési módszer	Fertőzöttség mértéke			
			mentes	gyenge	közepes	járvány/ gradáció
Szárbaindulás	Gabonalisztharmat	Fertőzött levélfelület %-a	0	0 – 15	15 – 30	30 – 40
	Vörösrozsa	Fertőzött növény %-a	0	0 – 5	5 – 15	15 – 25
	Sárgarozsa	Fertőzött növény %-a	0	0 – 5	5 – 15	15 – 25
	Levélbetegségek	Fertőzött levélfelület %-a	0	0 – 25	25 – 50	50 – 60
Kalászhányás	Gabonalisztharmat	Fertőzött levélfelület %-a	0	0 – 15	15 – 30	30 – 40
	Vörösrozsa	Fertőzött növény %-a	0	0 – 5	5 – 15	15 – 25
	Sárgarozsa	Fertőzött növény %-a	0	0 – 5	5 – 15	15 – 25
	Levélbetegségek	Fertőzött levélfelület %-a	0	0 – 25	25 – 50	50 – 60

Teljes virágzás	Gabonalisztharmat	Fertőzött kalász felület %-a	0	0 – 10	10 – 20	20 – 30
	Gabonalisztharmat	Fertőzött levélfelület %-a	0	0 – 15	15 – 30	30 – 40
	Vöröszrozsda	Fertőzött növény %-a	0	0 – 5	5 – 15	15 – 25
	Sárgarozsda	Fertőzött növény %-a	0	0 – 5	5 – 15	15 – 25
	Levélbetegségek	Fertőzött levélfelület %-a	0	0 – 10	10 – 20	20 – 30
	Levéltetvek	Fertőzött kalász %-a	0	0 – 10	10 – 30	30 – 50
Teljes érés	Fuzáriózis	Fertőzött kalász %-a	0	0 – 5	5 – 15	15 – 25

2.2.2.3. A búzában megjelenő kártevők bemutatása:

Az őszi búza termesztésének sikerességéhez elengedhetetlen a tavaszi növényvédelem, kiemelten a rovarkártevők elleni védekezés. A kártevők komoly mennyiségi és minőségi károkat okozhatnak a termésben, ezért a hatékony védekezés kulcsfontosságú. A hatékony védekezéshez elengedhetetlen a kártevők rendszeres felmérése a tavasz folyamán. A felmérés során figyelembe kell venni a kártevő fajtáját, mennyiségét és elterjedtségét. A megelőzés a legjobb védekezés, ezért fontos a vetésváltás, a talajfertőtlenítés és az ellenálló fajták választása. Amennyiben kártevőfertőzést észlelünk, közvetlen védekezési stratégiákra van szükség (Pepó, 2019).

A tavasz beköszöntével megjelennek az őszi búza legjelentősebb rovarkártevői, melyek komoly károkat okozhatnak a termésben (**3.táblázat**). A vetésfehérítő bogarak imágói a március végi-április eleji 10°C feletti hőmérséklet hatására jelennek meg a gabonátáblákon (Nagy és Tóth, 2023). Jellegzetes kárképük a levél felső bórszövetének és a parenchimának keskeny sávokban történő kirágása, majd átrágása. A betelepülő felnőtt egyedek elleni korai védekezés elengedhetetlen a komoly terméskiesés megelőzése érdekében. A levéltetvek

tavasszal, megfelelően meleg és párás körülmények között szaporodnak fel. Már a kalászosítás előtti időszakban is megjelenhetnek, károsítva a szarát vagy a leveleket. Bizonyos fajok a leveleket besodorják és annak védelmében bújnak meg. Kalászosítás után a kalászkedeményekben tömegesen károsítanak, akár 10-20%-os termés kiesést okozva. Ezenkívül a búza fehérje- és nedves sikeértartalmát is csökkentik. A gabonapoloskák (osztrák poloska, mórpoloska, szipolypoloskák) kitéveszéstől aratásig károsítják a kalászos kultúrákat (Ábrám *et al.*, 2011). A lárva és az imágó is károsít. Az áttelelő poloskák szívogatásukkal a fő- és oldalhajítás sárgulását, kifehéredését, pusztulását okozzák, melynek révén elmarad a kikalászosítás. A kalászon való kártétel többféleképpen is megjelenhet: a szúrás fölötti rész elhal, eltörik, ún. térdes kalász lesz. A gabonaszipolyok (gabonaszipoly, osztrák szipoly, széles szipoly) a kalászból képesek kitúrni és megrágni a szemeket. Terjedésüket a forgatás nélküli talajművelés is segíti (Bálint és Pécsi, 2022).

A búza legjelentősebb kártevői és átlagos kártételük:

- Fritlégy: évente jelentkezik, gyenge elszórt kártétel.
- Futrinka: 2-3 évente jelentkezik, erős csócsárló kárt okozhat.
- Poloskák: 5 évente jelentkezik, közepes kárt okozhat.
- Szipolyok: 3-5 évente jelentkezik, közepes – erős kárt okozhat.
- Levéltetvek: 1-2 évente jelentkeznek, közepes termés kiesést okozhatnak.
- Vetésfehérítők: 3-5 évente jelentkeznek, foltokban totális kárt okozhatnak (Antal, 2005).

3. táblázat: Az őszi búza fenológiai állapotai és a károsítók fertőzöttségi mértékei ([http](http://)⁶)

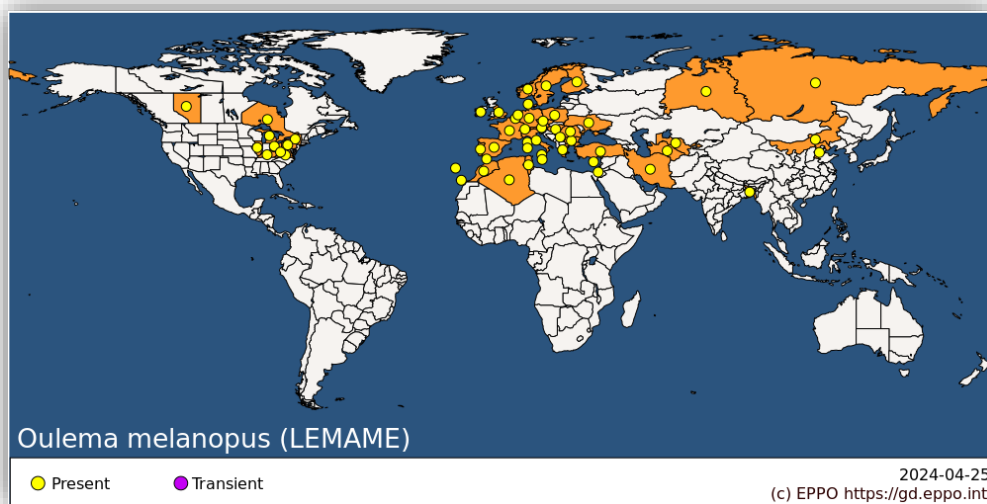
Fenológiai állapot	Károsító	Felvételezési módszer	Fertőzöttség mértéke			
			mentes	gyenge	közepes	járvány/ gradáció
4-6 leveles	Mezei pocok	Lakott járat / 100m ²	0	0 – 5	5 – 10	10 – 15
	Hörcsög	Kotorék / ha	0	0 – 2	2 – 3	4 – 5
	Gabonafutrinka	Csócsárolt növény / m ²	0	0 – 2	2 – 10	10 – 15
Teljes bokrosodás	Mezei pocok	Lakott járat / 100m ²	0	0 – 2	2 – 5	5 – 10
	Hörcsög	Kotorék / ha	0	0 – 2	2 – 3	4 – 5
	Gabonafutrinka	Csócsárolt növény / m ²	0	0 – 2	2 -10	10 – 15
	Vetésfehérítő bogarak	Imágó / 10 hálósapás	0	0 – 5	5 – 15	15 – 20
	Vetésfehérítő bogarak	Károsított levél %-a	0	0 – 10	10 – 30	30 – 40

	Levéltetvek	Fertőzött levél %-a	0	0 – 5	5 – 30	30 – 40
Teljes virágzás	Levéltetvek	Fertőzött kalász %-a	0	0 – 10	10 – 30	30 – 50

2.2.3. Vetésfehérítők – Veresnyakú árpabogár jellemzése

2.2.3.1. Morfológiájuk, életmódjuk, kártételük

A vetésfehérítő bogarak (*Oulema spp.*) hazánkban is komoly károkat okozó gabonakártevők. Az egész világon, de leginkább az Öreg kontinensen, illetve a Földközi-tenger tágabb medencéjében is megtalálhatóak a fajcsoport tagjai (**4. ábra**). A fajcsoportot négy faj alkotja, melyek közül a vörösnyakú árpabogár (*Oulema melanopus*) és a kéknyakú árpabogár (*Oulema gallaeciana*) a legelterjedtebb és legjelentősebb károkozó Magyarországon. A vetésfehérítő bogarak 3,5-5,5 mm hosszú, acélkék színű rovarok. A vörösnyakú fajok (*O. melanopus* és *O. cyanipennis*) előtora és lábai vörösesbarnák, míg a kéknyakú fajok (*O. septentrionis* és *O. gallaeciana*) előtora fekete. A fej hosszúkás, a csápok fonalszerűek, a szárnyak áttetszőek, ereztettek. A lárvák húsosak, sárgásfehérek, fejük barna, toruk és potrohuk szürkésfehér (Magyar, 2022).



4. ábra: *Oulema* fajok elterjedési területe napjainkban a világon az EPPO szerint

A vetésfehérítő bogarak évente egy generációt nevelnek. Életmódban hasonlítanak a veres- és kéknyakú fajokhoz, csupán a bábozódási helyükben van különbség. A kéknyakú fajok a kalászosok virágzatában a veresnyakúaké bábja pedig a talajban található. A teelő alak az

imágó, mely 3-4 mm nagyságú, tavasszal előbújik a telelőhelyekről (erdőszéli avar, fűfajok gyökérszónája) és a gabonátlábkba repül. A kifejlett bogarak párosodnak és lerakják tojásaikat a levelek színére. A tojások hengeresek, szimmetrikusak, a végén lekerekítettek, 0,3 mm szélesek, frissen fényes sárgák, majd barnássárgává sötétednek. Egy nőstény bogár akár 300-400 tojást is lerakhat. A kikelő lárvák 2-3 hétig táplálkoznak, majd bábóznak. A bábokból kifejlődő imágók a nyár folyamán még táplálkoznak, majd ősszel bemenekülnek a telelőhelyekre (Márkus *et al*, 2020).

Ezek a kártevők a napi maximum hőmérséklet 15 °C fölé emelkedésével kezdik felkeresni a gabonátlábkat. Amikor a hőmérséklet eléri a 25 °C-ot, a bogarak repülési és párzási aktivitása jelentősen megnő. A melegedő időjárás és a megfelelő minőségű tápnövények optimális feltételeket teremtenek a korai párosodáshoz. A nőstények egy héttel a párosodás után sárgásbarna színű tojásaikat egyesével, függőleges sorba rakják le a levelek színére. A kikelő lárvák azonnal falánkan táplálkozni kezdenek. Ürüléküket a hátukra öntik, s ez a váladékcsepp („szutyok”) védi őket a rovarölő szerek közvetlen érintkezés általi pusztító hatásától (Szilágyi, 2022).

Lárvák okozta kártétel

Az *Oulema* fajok lárvái a gabonafélék leveleinek rágásával táplálkoznak. Rágásuk során a levél színének epidermiszét hámozzák le, fehér foltokat okozva a fotoszintetizáló felületen (5. ábra). Ez a kártétel fotoszintézis csökkenéséhez, termés kieséshez vezet. Súlyos fertőzés esetén a bokrosodó vagy szikleveles állományok teljes pusztulása is bekövetkezhet.

A lárvák kártétele a következőképpen alakul:

- Rágási nyomok: A leveleken fehér foltok és lyukak figyelhetők meg.
- Epidermisz hámlása: A levél felszíne fénytelen és pergamenes tapintásúvá válik.
- Növekedési zavarok: A növények elgyengülnek, fejlődésük lelassul.
- Termés kiesés: A súlyos fertőzés jelentősen csökkentheti a gabona termését (Hanó, 1994).



5. ábra: Vetésfehérítő lárvák okozta kár búzában

Imágók okozta kártétel

Az *Oulema* fajok imágói is károsíthatják a gabonaféléket, de kisebb mértékben, mint a lárvák. A kifejlett bogarak a leveleket és a szárat rágják, és a tojásrakás során károsíthatják a gabona kalászát (6. ábra).

Az imágók kártétele a következőképpen alakul:

- Rágási nyomok: A leveleken és a száron apró lyukak figyelhetők meg.
- Növekedési zavarok: A növények elgyengülnek, fejlődésük lelassul.
- Terméskiesés: A súlyos fertőzés mérsékelten csökkentheti a gabona termését.

Az *Oulema* fajok kártételének mértéke a fertőzés súlyosságától, a gabonafajtól, a környezeti feltételektől és a gazdálkodási gyakorlattól függ. Súlyos fertőzés esetén a terméskiesés elérheti a 30-50%-ot is. A legnagyobb kártételt a lárvaállapotban képesek okozni, főként késő tavasszal, május hónapban, épp ezért fordulhat elő az, hogy a gazdák is csak ekkor védekeznek ellenük, amikor tömegesen megjelennek (Magyar, 2022).



6. ábra: Vetésfehérítő bogarak által okozott kár búzában.

2.2.3.2. Az *Oulema* fajok előrejelzése

Növényvizsgálat

Az egyedi növényvizsgálat során a szakemberek a gabonatóblákban keresik az *Oulema* fajok károsításának jeleit, mint például a fehér foltokat és lyukakat a leveleken, a lárvákat és a tojáscsomókat. A növényvizsgálat révén pontosabb képet kaphatunk a fertőzés mértékéről és lokalizációjáról (Kádár, 1997).

Meteorológiai adatok elemzése

Az *Oulema* fajok populációdinamikája szorosan összefügg a környezeti feltételekkel, különösen a hőmérséklettel és a csapadékkal. A hatékony védekezéshez elengedhetetlen a lárvák kelésének időpontjának pontos előrejelzése. Ennek alapvető eszköze a hőösszegszámítás, amely a hőmérséklet és az időtartam kumulatív hatását veszi figyelembe a rovarfejlődésben. A hőösszeg kiszámítása során a napi átlaghőmérsékletet (a minimum- és a

maximum hőmérséklet átlaga) összehasonlítjuk a vetésfehérítő bogarak lárvái fejlődéséhez szükséges hőmérsékleti küszöbértékkel (Guppy *et al*, 2012). A hőmérsékleti küszöbérték az a hőmérséklet, amely alatt a lárvák fejlődése leáll. A hőösszeg akkor halmozódik fel, ha a napi átlaghőmérséklet meghaladja a küszöbértéket. Tojásrakás: 5°C, Lárvafejlődés: 10°C, Bábfejlődés: 15°C. Általánosságban elmondható, hogy a vetésfehérítő bogarak lárvái akkor kelnek ki, ha a hőösszeg eléri a 150-200 fokot (Peter, 2022).

Távérzékelés

A távérzékelési technológiák, mint például a műholdas felvételek, felhasználhatók a gabonatóblákban bekövetkező kártétel mértékének becslésére. A távérzékelés révén nagy területeket lehet gyorsan és hatékonyan felmérni, és azonosítani a fertőzött területeket (Milics, 2008).

Fűhálózási módszer

A fűhálózási előrejelzési módszer egy hatékony eszköz a növényvédelmi beavatkozások időzítésének optimalizálására. A módszer a növénykultúrákban élő rovarkártevők populációdinamikájának megértésén alapul, és célja a kártevők károkozásának minimalizálása a növényvédő szerek hatékonyabb használatával. A fűhálózási előrejelzési módszer a rovarkártevők populációdinamikáját egy "hálózatként" modellezi, ahol a populációt befolyásoló különböző tényezők, mint a hőmérséklet, a páratartalom, a növény fejlődési állapota és a természetes ellenségek, kölcsönhatásban állnak egymással. A hálózatot matematikai modellek segítségével szimulálják, amelyek előrejelzéseket tesznek a kártevőpopuláció jövőbeli alakulására (Rakesh *et al*, 2024).

A módszer előnyei:

- A módszer pontosabb előrejelzéseket tesz lehetővé a kártevők populációdinamikájáról, mint a hagyományosabb módszerek.
- A módszer lehetővé teszi a növényvédő szerek célzottabb alkalmazását, ami csökkenti a vegyszerek környezetre gyakorolt hatását.
- A módszer segít a gazdáknak a növényvédelmi beavatkozások időzítésének optimalizálásában, ami javítja a termés hozamot és a minőséget (Rakesh *et al*, 2024).

Markóné N. K. (2019) szerint: „*Ha az időjárás tavasszal viszonylag csapadékos, akkor a táblaszéli erdőszegély avarvizsgálata segíthet eldönteni, hogy az imágók betelepítése mikor várható. Áprilisban, a betelepítés idején hetente többször elvégzett fűhálózással győződhetünk meg a kártevő egyedszámáról, és dönthetünk a védekezés szükségességéről. Ha 10 hálócspásban 10–15 bogár kerül a hálóba, akkor javasolt védekezni. A terület átjárásakor meggyőződhetünk arról, hogy a kelő lárvák milyen számban fordulnak elő, illetve, hogy azok*

foltszerűen vagy általánosan vannak jelen. Abban az esetben, ha a levelek 20%-án kezdődik a lárvakelés, akkor a védekezéssel nem ajánlott késlekedni.”

2.2.3.3. AZ Oulema fajok elleni védekezés

A vetésfehérítő bogarak elleni hatékony védekezés nem egyszerű feladat, mert a kártevők betelepődése, párzása és tojásrakása elhúzódó lehet, akár több hétig is tarthat, tehát nem homogén időpontban történik. Ez a lárvakelés elhúzódását is eredményezi, így a táblák gyakori ellenőrzése elengedhetetlen a súlyos kártétel megelőzése érdekében. A hatékony stratégia kiválasztásához elengedhetetlen a kártevők életciklusának megértése (Magyar, 2022).

Foltszerű védekezés

Ha a kártétel foltszerű, a kelő lárvák elleni foltkezeléssel megakadályozható a kártevők tovább terjedése és a folton belüli jelentős kár kialakulása. Ennek hatékony módja a foltok lekaszálása, majd esetleg feltakarmányozása, ha a gazdaságban állattartás is folyik. A foltok és szegélyek durva kötéllel történő meghúzása szintén hatékony gyérítési módszer. A gyakorlatban a folt közepén egy rúdhoz kötött kötéllel a gabonát teljes magasságában 20-25 cm-rel lefektetik. A durva kötéll megsérti a lárvákat, szétkeni rajtuk ürüléküket, és lelöki őket a talajra, ahonnan a sérült rovarok csak kis része tud visszakapaszkodni a tápnövényre (Nagy *et al*, 2017).

Teljes tábla védelme

Tartós, egyenletesen meleg időjárás esetén, amikor az imágók tömegesen betelepednek, a tojásrakás egyenletesen történik a táblán. Ebben az esetben célszerű a teljes állományt védeni a kártevőktől. Mivel a lárvák kevésbé ellenállóak, mint a kifejlett bogarak, a lárvák elleni védekezés hatékonyabb lehet, és megelőzhető a jelentős kártétel (Nagy *et al*, 2017).

Kémiai védekezés

A vetésfehérítő bogarak elleni védekezést az imágók tömeges betelepődésekor kell megkezdeni. A védekezés indokolt, ha a bogarak még a szegélyzónában tartózkodnak, és ott 1 m²-enként meghaladja a 8 egyedet, vagy 10 csapásonként 10-15 bogár akad a rovarhálóba. A lárvák elleni védekezés akkor válik szükségessé, ha a felső levelek 20%-án megjelennek a fiatal lárvák jellegzetes hámozgatásai (Keszthelyi *et al*, 2023).

3. Anyag és módszer

A kísérletem során célom volt, hogy megvizsgáljam az új és modern technológiák miképpen használhatóak a veresnyakú árpabogár kártételének felvételezésében, A Dél-Alföldi régióban, a Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság ősi búza tábláján.

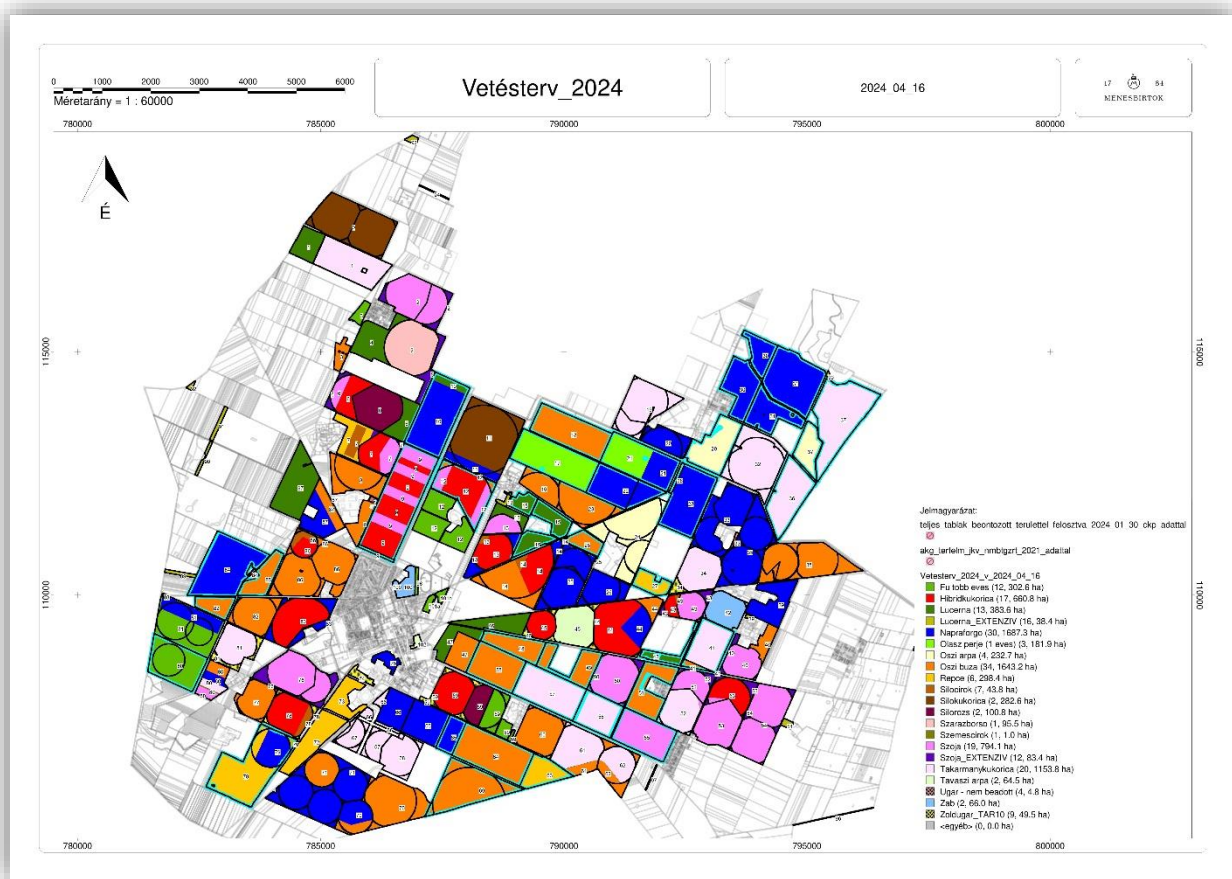
3.1. A Mezőhegyesi Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt.

bemutatása

A Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. Magyarország és Európa legrégebbi állami ménese, melyet 1784-ben II. József császár alapított. Amikor II. József 1784. december 20-án döntést hozott a ménesbirtok megalapításáról, a magyar lótenyésztés hagyományait egyesítette az ország fejlesztése iránti elkötelezettséggel, folytatva a Bél Mátyás vagy Tessedik Sámuel nevével fémjelezhető, a korszerű mezőgazdaság megteremtése érdekében hozott erőfeszítések sorát. Napjainkban, fő tevékenységei közé tartozik a lótenyésztés, a növénytermesztés, a szarvasmarha-tenyésztés és a vetőmagüzemi tevékenység. A ménesbirtok Mezőhegyesen, a Dél-Alföldi régió déli részén található, és mintegy 8880 hektáron terül el.

A Ménesbirtok őshonos magyar lófajták, mint a nóniusz, a Gidrán és a Furioso-North Star tenyésztésére specializálódott. Ezen kívül magyar sportló és ügető fajták méneseit is tartják. A ménesbirtok lovai kiemelkedő eredményeket érnek el rangos nemzetközi versenyeken is. Kimagasló hús – és tejtermelő szarvasmarha állományt tartanak. Mindezeknél túl fontos szerepet játszik a cég életében a turisztikai tevékenység.

A Ménesbirtok a régió egyik legnagyobb növénytermesztő gazdasága. Fő terményei a búza, a kukorica, a napraforgó, a repce és a lucerna. Kiemelt jelentőséggel bír a precíziós gazdálkodás, illetve az öntözésfejlesztés a cég fejlesztési tervei között. A Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. 9600 hektáron folytat növénytermesztést, melyből 8300 hektár szántóterület és 1300 hektár erdő. A gazdálkodás fókuszában a hibridkukorica vetőmagelőállítás áll, mely 2300 hektáron zajlik. Ehhez kapcsolódóan épült ki a 90-es években a mezőhegyesi öntözőrendszer mellyel javítják a termésmennyiségét, minőségét, valamint növelik a termésbiztonságot. Ez közel 5000 hektáron valósult meg. Ezen kívül 2500 hektáron kalászosokat, 1300 hektáron napraforgót és szóját, 800-1000 hektáron pedig takarmánykukoricát termesztnek. A fennmaradó területeken az állatok takarmányigényét biztosítják (7. ábra).



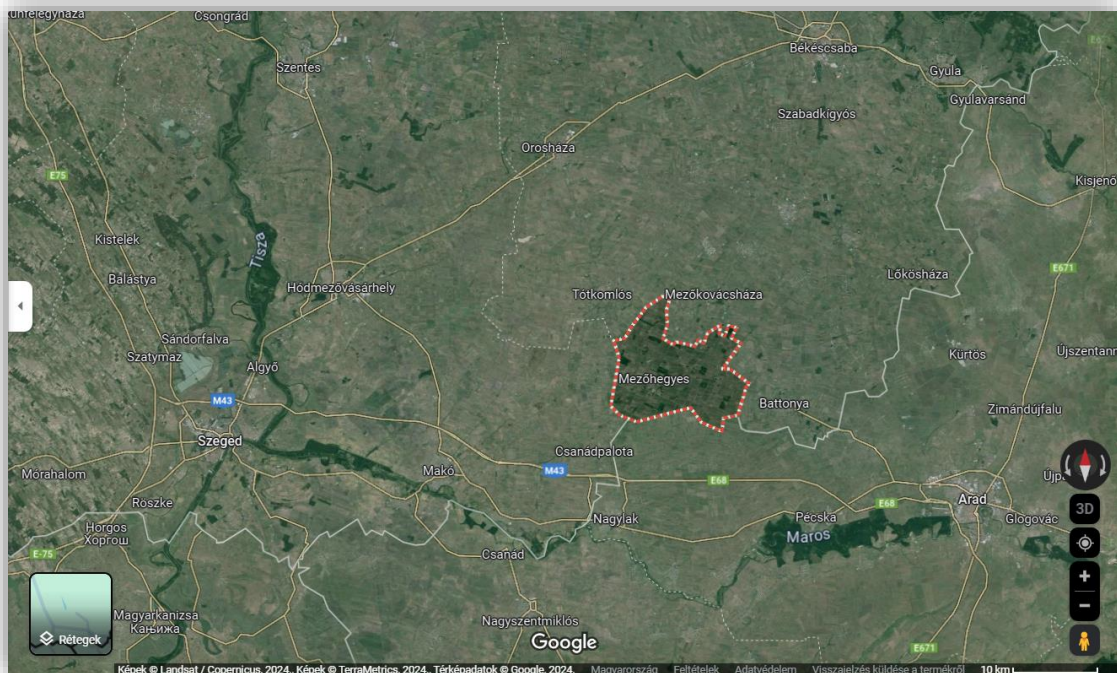
7. ábra: A Mezőhegyesi Menesbirtok és Tangazdaság 2024-es vetésterve

A terméshozamok fajtától és időjárástól függően változnak. Általánosságban elmondható, hogy a kalászosokból 7,5-8 tonna/hektár, a hibridkukoricából 2-4 tonna/hektár (fajtától függően), a takarmánykukoricából 20 tonna/hektár feletti, a napraforgóból és a szójából pedig 4 tonna/ha a hozam. A gazdaság gépparkja 30 traktorból áll, melyek között megtalálhatók a legmodernebb munkagépek is. A traktorokon kívül 6 kombájn és 4 hidas permetező segíti a munkálatokat (**8. ábra**).



8. ábra: Légi felvétel a Mezőhegyesi ménesbirtok és Tangazdaág Zrt. gépparkjának egy részéről.

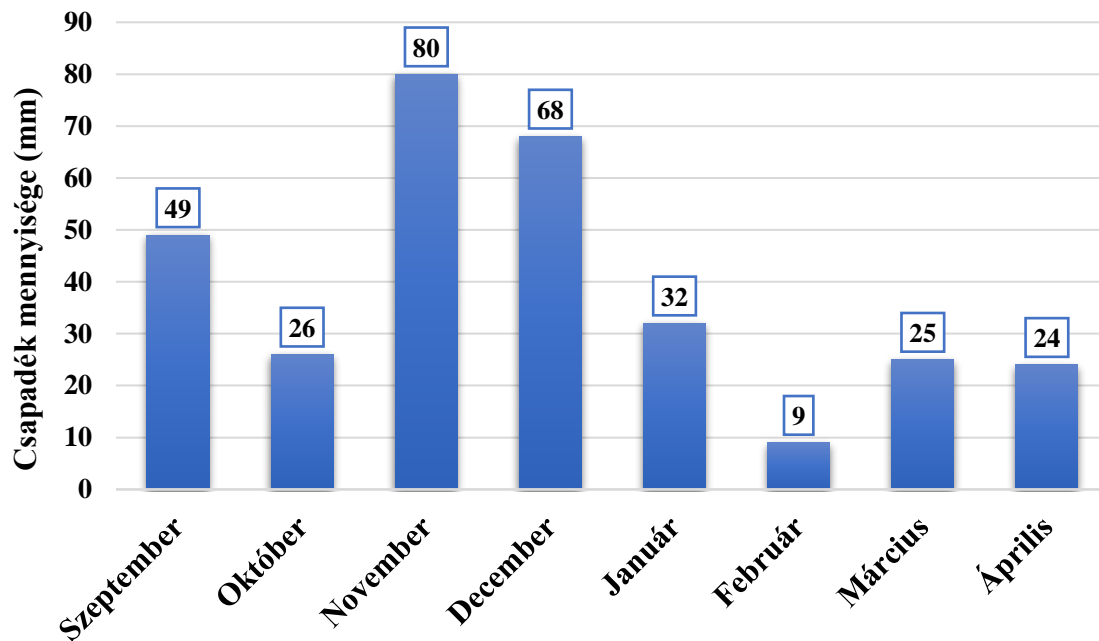
3.2. A kísérleti terület elhelyezkedése



9. ábra: A kísérleti terület földrajzi elhelyezkedése.

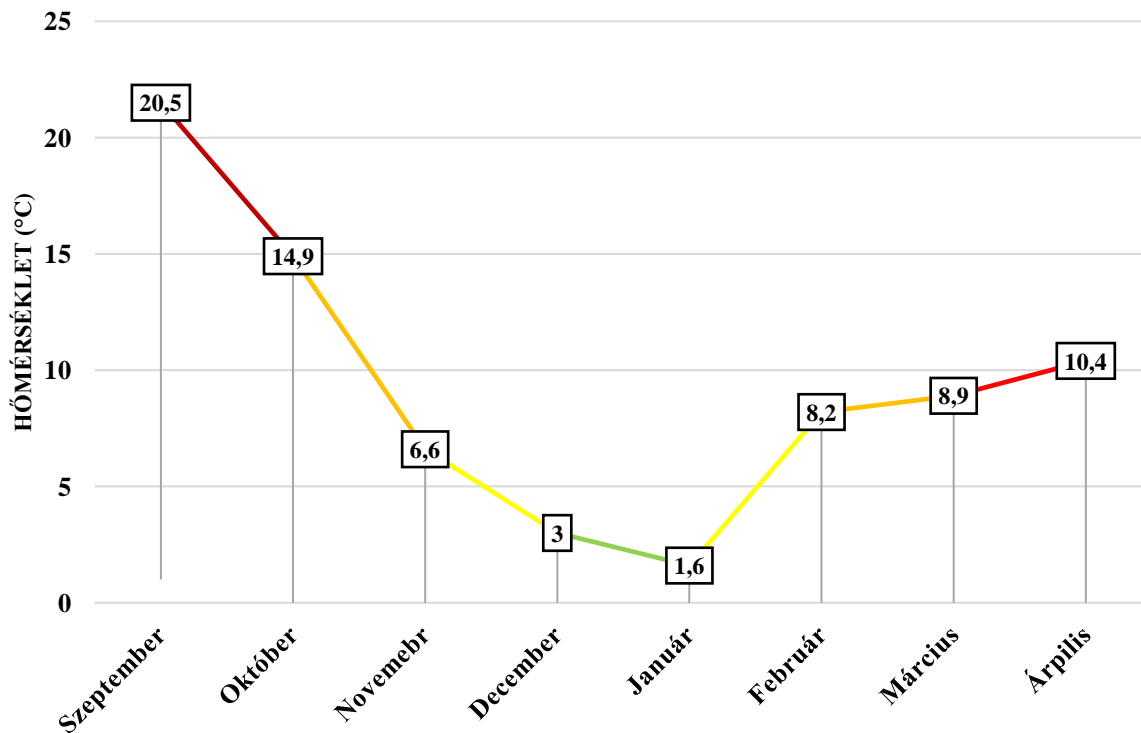
A kísérleti területem a Dél-Kelet Magyarországi régióban, Mezőhegyes külterületének északi részén helyezkedik el (9. ábra), a Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. 200 hektáros területén.

3.3. A kísérleti terület klimatikus viszonyai



10. ábra: A kísérleti területen esett csapadékmennyiség 2023 szeptembere–2024 április között

A vegetációs időszak 8 hónapja alatt lehullott csapadék átlagos mennyisége 39,1 mm volt havonta, a teljes csapadék mennyisége pedig 313 mm volt (10. ábra). Az őszi, illetve téli hónapok kifejezetten csapadékosnak mondhatóak, míg a tavaszi hónapok némi csapadékszegény időszakot hoztak.



11. ábra: A kísérleti területen mért átlaghőmérsékleti adatok 2023 szeptembere óta

A 2023/2024-es évjárat kifejezetten enyhe telet és különösen meleg koratavaszt hozott (**11. ábra**), amely kedvezett a kártevők felszaporodásának, illetve a termesztett kultúráink túlfeljlődésének is. Megfigyelhető, hogy április második dekádjától némi lehülés kezdődött mely sok helyen vontatott kelést eredményezhet.

A Ménesbirtok talajai általában mészlepedékes csernozjom típusúak, kiváló tulajdonságokkal rendelkeznek: 3-4% humusz jó és igen jó, pH: 7,0; kötöttség 42-53, foszforellátottság, jó és igen jó, kálium ellátottság közepes és jó. A talajképző kőzet, a tengerszint feletti magasság és talajvíz tulajdonságai Mezőhegyesen mészlepedékes csernozjomokat és réti talajokat eredményezett. A talajtípusok kialakulása talajvíz mélységgel szoros kapcsolatban áll. A 3-4 méteres talajvízszintű területeinken réti csernozjomok vannak. A felszín alakulása területeinken változatos, egy táblán belül is néhány méteres szintkülönbségek adódnak.

3.4. A spektroszkópiai felmérést végző drón bemutatása

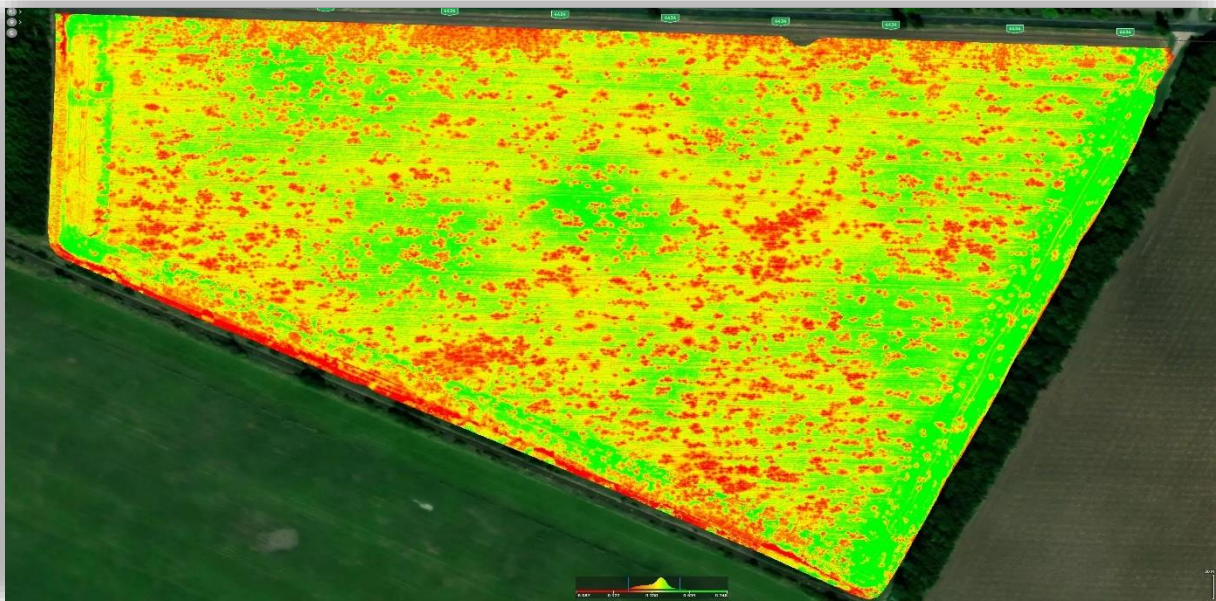
A kísérletben szereplő drónt a Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. szolgáltatta és Pozsonyi István kezelte. A drónfelvételek 2022.05.13-án, 2024.01.31-én, és 2024.04.23-én lettek készítve. Az alábbi drónos távérzékelési megfigyelés alapja, hogy a növények asszimilációs felületéről visszaverődő 3 fénycsatorna fényének intenzitását érzékeli (piros,

zöld, kék = Red, Green, Blue), illetve a közeli infravörös tartományt (NIR) is felvételezi (**12. ábra**).

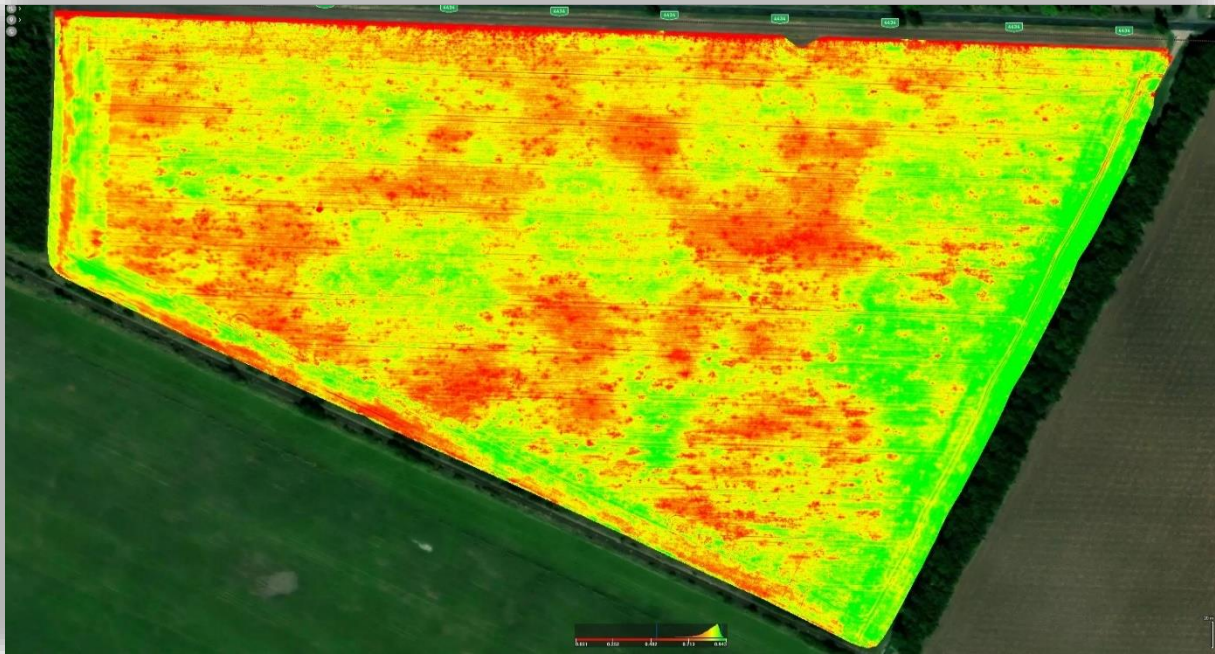


12. ábra: DJI Mavic 3 Multispectral leszállóhelyén

Az egész táblán, a búza állományban történt károsítást, 350 méter magasságból készült drónos felvételek segítségével elemzem, NDVI index alapján. A térképeket Pix4D környezetben dolgoztam fel (**13. és 14. ábra**).



13. ábra: 2024.01.31-én készült NDVI felvétel -0,087 és 0,748 közötti értékekkel (26,86 ha., 17,49 px/cm, Pix4D).



14. ábra: 2024.04.23-án készült NDVI felvétel 0,021 és 0,943 közötti értékekkel (26,86 ha, 9,443 cm/px, Pix4D).

3.5. Fűhálózási módszer leírása, lárvajelenlét meghatározása

A kísérleti táblában 2024.04.23-án végeztem fizikai felmérést. A fűhálózási megfigyelés során 3 táblában fizikai szemmel érzékelhető foltot vizsgáltam meg, az alapján, hogy milyen fertőzöttséggel vannak jelen az *Oulema* fajok imágói, tojásai, illetve lárvái. A kísérleti pontokon 10 hálósapást végeztem az ezekbe került lárva és imágók számát jegyeztem fel, illetve felvételeztem a lárvák különböző stádiumait, amiket milliméterpapíron végeztem el (15., 16a., 16b. ábra).



15. ábra: Fűhálózás búzatáblában 2024.04.23-án



*16a. ábra: Lárva felvételezés
fűhálózás előtt*



*16b. ábra: Fűhálózási gyakorlat során
gyűjtött rovarok a fűhálóban*

3.6. Adatelőkészítés és statisztikai analízis

A RED, GREEN, BLUE, 0-255 értékek között skálán kerülnek bemutatásra. A reflektancia értékek összehasonlításához, Microsoft Excel programot használtam, azon belül is az úgynevezett „Analysis Toolpack” bővítményt. A műholdas felvételek 3 sávjának értékeit, illetve a kalkulált NDVI vegetációs index értékeit átlagoltam, majd pedig ANOVA-t azaz egytényezős varianciaanalízist végeztem, hogy kimutassam az esetleges szignifikáns különbségeket a fertőzött, illetve fertőzés mentes mintaterek között. A kapott értékeket dobozdiagramon ábrázoltam.

4. Eredmények és azokra alapuló javaslatok

4.1. Vetésfehérítő fertőzés értékelése

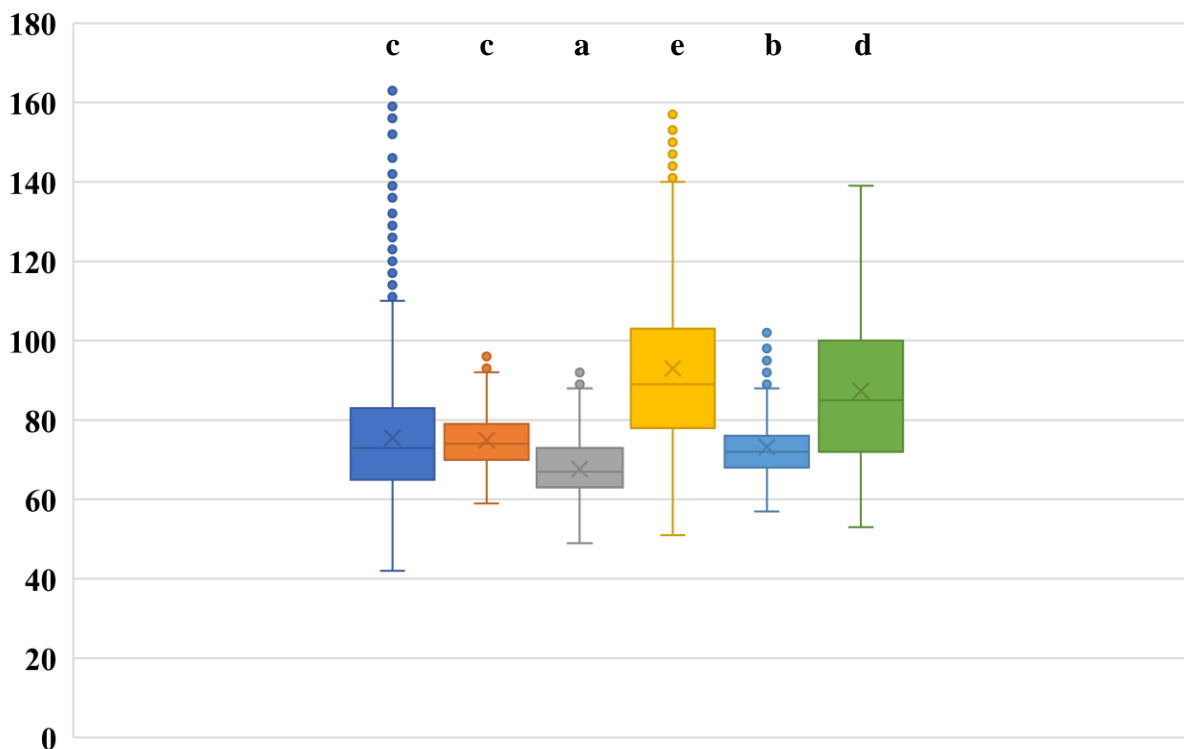
Az *O. melanopus* imágók és lárvák által károsított, valamint tiszta folt részeken található növények reflektált értékeinek összehasonlításához egytényezős varianciaanalízist alkalmaztam (ANOVA).

4. táblázat: A különböző fertőzött foltokban fűhálózott O. melanopus egyedek

	1. fertőzött folt	2. fertőzött folt	3. fertőzött folt
Lárva (egyed/10 hálósapás)	20	16	8
Imágó (egyed/10 hálósapás)	4	2	2

A fűhálózások alkalmával az első foltban 20 lárva egyedet és 4 imágót, a második kevésbé fertőzött foltban 16 lárvát és 2 imágót, míg a 3. fertőzött foltban 8 lárvát és 2 imágó egyedet fűhálóztam (**4. táblázat**).







4.2. Vörös (RED) tartományban visszavert sugárzás értékek összehasonlítása



17. ábra: RED-csatorna értékei

Először a látható tartomány három sávja közül a vörös csatornát vizsgáltam meg (17. ábra). A két „c” érték szignifikánsan nem különbözik egymástól ezért képeznek egy külön kategóriát, viszont statisztikailag szignifikánsan az összes többi átlag értéktől különböznek, és a „c” értékeken kívül az összes átlagérték szignifikánsan különbözik a másiktól is (5. táblázat).

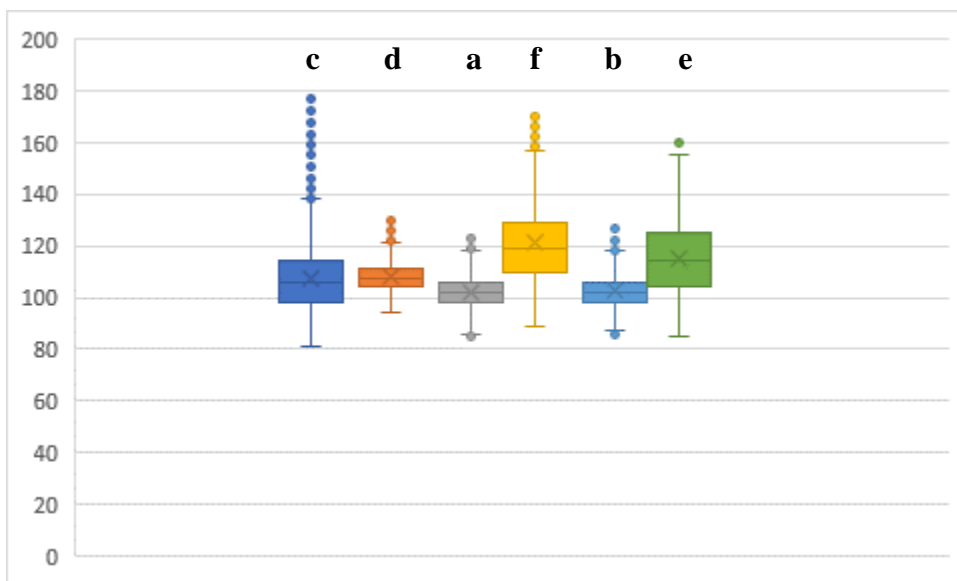
5. táblázat: Vörös tartomány reflektált átlagai

Csoportok	Darabszám	Összeg	Átlag	Variancia	Színkód
Pont1_fertőzött (c)	7647	577939	75,5772	218,901	
Pont2_fertőzött (c)	1904	142636	74,9139	38,2679	
Pont3_fertőzött (a)	1161	78517	67,6288	51,3267	
Pont1_tiszta (e)	2224	206786	92,9793	452,522	
Pont2_tiszta (b)	2062	150903	73,1828	45,2984	
Pont3_tiszta (d)	4786	418177	87,3751	309,965	

VARIANCIANALÍZIS

<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	1104286,75	5	220857	995,337	0	2,21455
Csoporton belül	4388581,93	19778	221,892			
Összesen	5492868,68	19783				

4.3. Zöld (GREEN) tartományban visszavert sugárzás értékek összehasonlítása



18. ábra: GREEN-csatorna értékei

A következő a zöld csatornában visszavert értékek elemzése volt. A vizsgált pontok átlag értékei közül az összes statisztikailag szignifikánsan különbözik a az összes többi értéktől (18. ábra). Kijelenthető, hogy *Pont1_fertőzött* és *Pont2_fertőzött*, illetve *Pont3_fertőzött* és *Pont2_tiszta* párok között $P < 0.001$ kritérium esetén nincsen szignifikáns különbség (6. táblázat). (Az megjelenített ábrákon mindenhol $p < 0,05$ szintet tüntettem fel!)

6. táblázat: Zöld tartomány reflektált átlagai

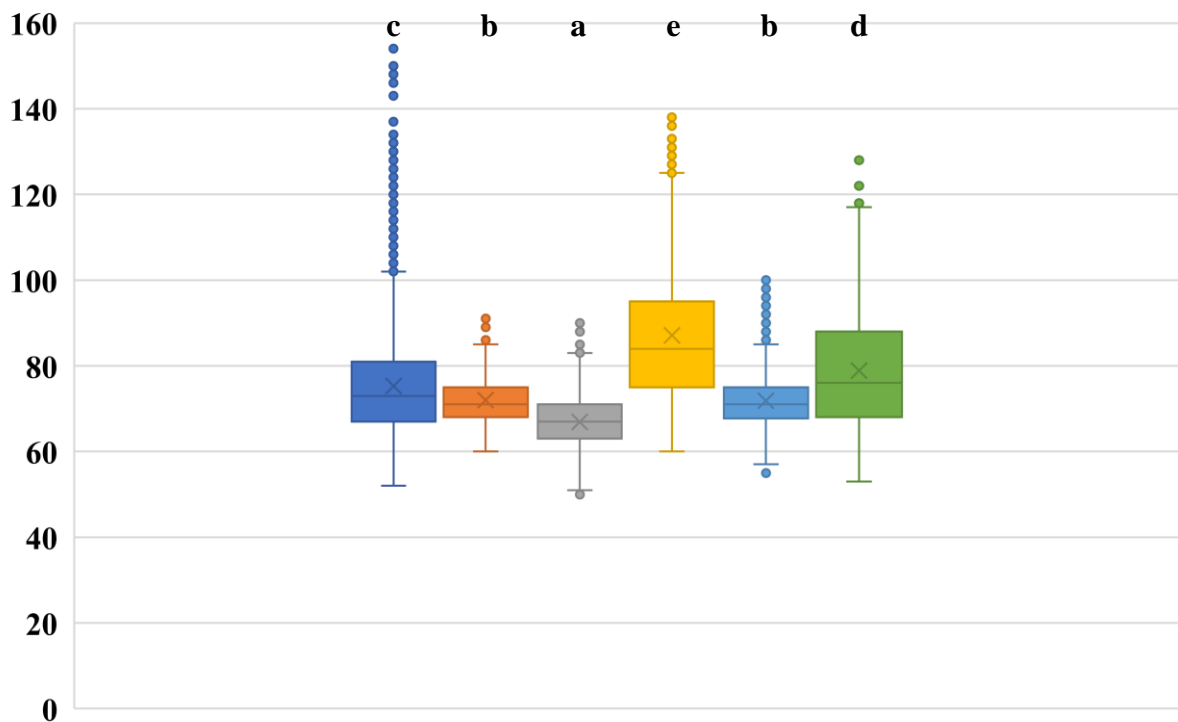
ÖSSZESÍTÉS

<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>	<i>Színkód</i>
Pont1_fertőzött (c)	7647	819653	107,186	137,402	
Pont2_fertőzött (d)	1904	205337	107,845	28,5514	
Pont3_fertőzött (a)	1161	118385	101,968	39,7498	
Pont1_tiszta (f)	2224	270360	121,565	242,118	
Pont2_tiszta (b)	2062	211506	102,573	38,4767	
Pont3_tiszta (e)	4786	551843	115,304	188,979	

VARIANCIANALÍZIS

<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	690047	5	138009	1021,23	0	2,21455
Csoporton belül	2672811	19778	135,141			
Összesen	3362858	19783				







4.4. Kék (BLUE) tartományban visszavert sugárzás értékek összehasonlítása



19. ábra: BLUE-csatorna értékei

A kék csatorna értékeinek vizsgálata közben két egy csoportba tartozó „b” értéket tudtam megállapítani a *Pont2_fertözött*-et, illetve a *Pont2_tiszta*t, amelyek szignifikánsan nem térnek el egymástól, viszont statisztikailag szignifikánsan eltérnek az összes többi átlag értéktől (19. ábra). Megállapítható, hogy a „b” értékeken kívül minden átlagérték különálló egységet alkot és szignifikánsan eltér az összes többi másik értéktől (7. táblázat).

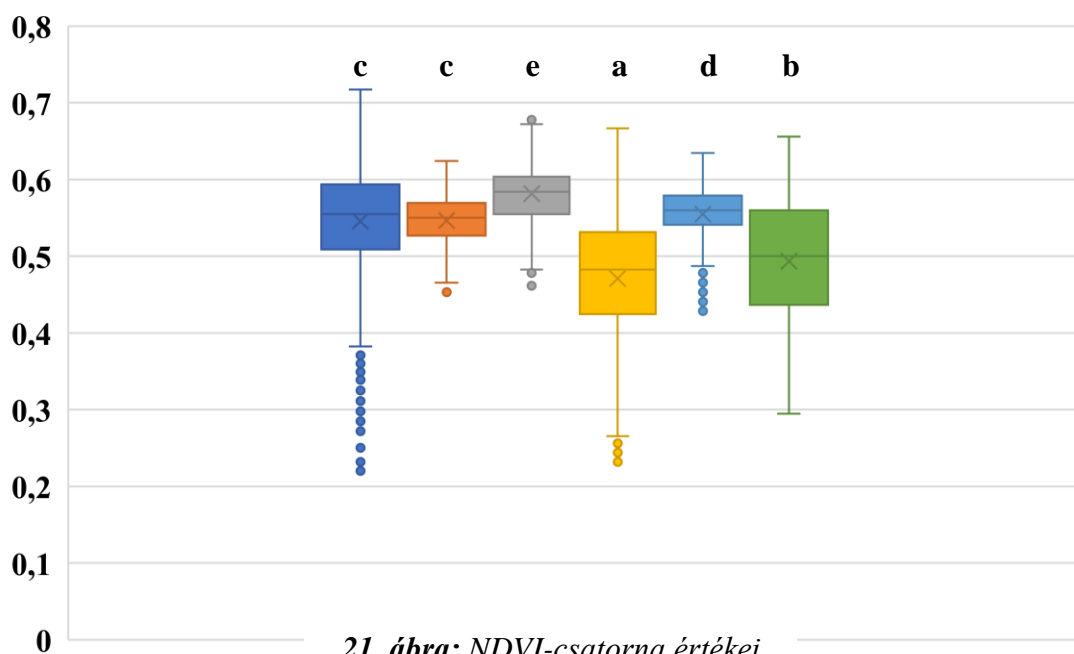
7. táblázat: Kék tartomány reflektált átlagai

ÖSSZESÍTÉS					
Csoportok	Darabszám	Összeg	Átlag	Variancia	Színkód
Pont1_fertözött (c)	7647	575668	75,2802	131,769	
Pont2_fertözött (b)	1904	137099	72,0058	28,2349	
Pont3_fertözött (a)	1161	77663	66,8932	40,5196	
Pont1_tiszta (e)	2224	193792	87,1367	242,714	
Pont2_tiszta (b)	2062	148177	71,8608	44,0267	
Pont3_tiszta (d)	4786	377416	78,8583	172,878	

VARIANCIANALÍZIS

Tényezők	SS	df	MS	F	p-érték	F krit.
Csoportok között	478925	5	95785	738,356	0	2,21455
Csoporton belül	2565748	19778	129,727			
Összesen	3044673	19783				







4.5. Az NDVI vegetációs index értékeinek összehasonlítása



Az NDVI-csatorna elemzésekor megállapítottam, hogy két átlagérték, a *Pont1_fertőzött* és a *Pont2_fertőzött* egy azonos halmazt alkotnak (c), és szignifikánsan nem térnek el egymástól. Viszont a „c” halmaz az összes többi átlagértéktől eltér szignifikánsan, és a meglévő összes többi átlagérték szignifikánsan eltér az összes többi másiktól is.

9. táblázat: NDVI tartomány reflektált átlaga

ÖSSZESÍTÉS

<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>	<i>Színkód</i>
Pont1_fertőzött (c)	7647	4173,17	0,54573	0,00442	
Pont2_fertőzött (c)	1904	1040,34	0,5464	0,00082	
Pont3_fertőzött (e)	1161	675,167	0,58154	0,00122	
Pont1_tiszta (a)	2224	1047,19	0,47086	0,00743	
Pont2_tiszta (d)	2062	1143,69	0,55465	0,00098	
Pont3_tiszta (b)	4786	2361,66	0,49345	0,00565	

VARIANCIANALÍZIS

<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	20,813	5	4,16259	999,451	0	2,21455
Csoporton belül	82,373	19778	0,00416			
Összesen	103,186	19783				

5. Következtetések és javaslatok

Diplomadolgozatom célja az *Oulema melanopus* lárva, illetve imágókártétel kimutatása volt drónos távérzékelési módszerrel. A vizsgálatot Mezőhegyes külterületén végeztem 2024 tavaszán, a Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. egy őszi búza tábláján melyben jelentős vetésfehérítő populáció volt jelen. 3 kártételi folt és másik 3 kártétel nélküli folt külső határának GPS koordinátáit rögzítettem. A rögzített pontokon drónfelvételek alapján összeállított ortomozaik felhasználásával kerestem különbségeket a növények reflektált értékeiben az egészséges és károsított koordinátapontokban.

A drónfelvételeket DJI Mavic 3 Multispectral drónnal készítette Pozsonyi István a Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. munkatársa. Három különböző csatornában készültek a felvételek: látható tartományban (VIS – RED, GREEN, BLUE). Az *Oulema melanopus* életmódja és károsítása 2024. áprilisában történt, így azzal a feltételezéssel éltem, hogy a károsított foltokon szignifikáns különbségeket fogok felfedezni a tiszta foltokhoz képest. A kapott eredmények jól reprezentálják mely foltok voltak tényleges mérhető károsításnak kitéve.

A szabad szemmel látható RGB sávokban a kék érték összes átlagértéke szignifikánsan eltért egymástól, míg a vörös és zöld sávokban volt olyan, hogy két átlagértéket egy halmazba tudtam sorolni, tehát volt, hogy nem keletkezett szignifikáns különbség az értékek között. Ez alapján megállapítható, hogy látható tartományban a vörös és zöld sáv mutatja ki a legjobban a károsított és egészséges részek között.

Az RGB, valamint az NDVI összehasonlítása során tapasztalható, hogy az NDVI sávban tapasztalt szignifikáns eltérések mintája nem hasonlít a vörös sávban megfigyelt szignifikációkra. Az első két károsított folt ugyanúgy egy halmazba sorolható NDVI index vizsgálata során, de az összes többi értéke szignifikánsan eltér, és a közeli infravörös tartomány értékeivel csak az első foltban mutat szignifikáns hasonlóságot. Ez alapján megállapítható, hogy az NDVI-csatorna elemzése hasonlóan a szabad szemmel látható csatornához kimutatta a megfelelő különbségeket a fertőzött és tiszta foltok között.

Az RGB, és NDVI-csatornáimat vizsgálva megállapítható, hogy az első fertőzött folt többször egy halmazba volt sorolható a második fertőzött folt átlagértékeivel, míg az összes többi folt átlag értéke a közeli infravörös tartományt leszámítva szinte mindig szignifikáns eltérést mutatott.

Az alábbi vizsgálatok alapján azt javaslom, hogy az *Oulema melanopus* lárva, illetve imágó kártétel detektálására a látható tartomány RGB csatornái a legalkalmasabbak, az adott területi viszonyokhoz mérten.

Vizsgálatom úgy vélem nem ad teljes technológiai javaslatot az egyszeri vizsgálat nem ad átfogó képet, arra vonatkozóan, hogy gyakorlatban alkalmazható ajánlásokat fogalmazzak meg, azonban megjegyzendő, hogy bizonyos eredmények további kutatásával, képesek lehetünk komplexebb gyakorlatban is alkalmazható tudás megszerzésére, hogy a drónos monitoring a jövőben még inkább elterjedjen és biztonságosan használható technológia legyen.

5.6. Összefoglalás

Az őszi búza az egész világon és szintúgy, Magyarországon kiemelkedő szerepet tölt be mind az emberi táplálkozásban, mind a haszonállatok takarmányozásában. A diplomadolgozatomban a búzában előforduló egyre elterjedtebb kártevő családon belül a veresnyakú árpabogarat (*Oulema melanopus*) választottam témám gyanánt. Mind a lárva az epidermisz mind pedig az imágó a levél átlyukasztásával komoly kárt tud okozni a lombfelületben azáltal, hogy csökkenti a zöld levélfelületet. A helyspecifikus növényvédelem elterjedésével a különböző monitoring eljárások egyre nagyobb hangsúlyt kapnak. Dolgozatom célja, az volt, hogy hazánk egyik leginnovatívabb gazdaságában a Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. területén megvizsgáljam, hogyan is lehetséges a gazdaság területén digitális eszközökkel detektálni az *O. melanopus* jelenlétét.

Távérzékelési technikák közül a drónos monitoring felmérést választottam, amit Mezőhegyes külterületén 2024.04.23-án vetettünk be, feltérképezés céljából, a Mezőhegyesi Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. vetésfehérítővel károsított búzatábláján. A felvételt egy DJI Mavic 3 Multispectral drón készítette, RGB, és csatornákon. A felvételek elkészülte után, ezen a táblán manuálisan felvételeztem a foltok gps koordinátáit. A kijelölt koordinátapontokon az ortofotók és az ortomozaik felhasználásával reflektancia értékeket nyertem ki, amelyeket elemeztem és vegetációs indexeket számoltam.

Eredményeim alapján azt javaslom, hogy az *Oulema melanopus* lárva, illetve imágó kártétel detektálására a látható tartomány RGB csatornái a legalkalmasabbak, az adott területi viszonyokhoz mérten.

A jövőben várható a vetésfehérítők felvételezésére alapuló technológia szélesebb elterjedése, mivel a precíziós technológiák általánosan is ütemes fejlődést mutatnak az elmúlt évtizedben e téren. A drónos technikák elterjedése, jogszabályi tisztázása és precizitása csakugyan nagy lökést adhat további kutatások elvégzéséhez, mivel véleményem szerint sok kiaknázatlan lehetőség nyílik az alkalmazott módszerekben.

6.7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném hálás köszönetemet kifejezni **Dr. Zalai Mihály konzulensemnek**, és **Sári-Barnác Fruzsina Enikőnek**, akik egyéb teendőik és elfoglaltságaik mellett folyamatosan segítette a szakdolgozatom elkészülését.

Nagyon szeretném megköszönni a **Mezőhegyesi Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. munkatársainak**, akik biztosították a kísérlethez szükséges eszközöket, a kísérleti helyszínemet, és hasznos tanácsokkal láttak el.

Köszönettel tartozom a **Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem**, Növényvédelmi Intézet, Integrált Növényvédelmi Tanszékének, hogy lehetővé tették a dolgozatom megírását.

8. Irodalomjegyzék:

1. Ábrám R., Érsek T., Kuroli G., Németh L., Reisinger P. (2011): Növényvédelem, 91-99 p.
2. Ádámszki T., Lajos M. (2005): A búza gyomnövényzete és gyomirtása. I., Mezőhír. - 2005.9.2. 32,34,36 p.
3. Antal J. (2005): Növénytermesztés 1, Mezőgazda Kiadó, Budapest
4. Assenbrenner E, Scheudler J. (2019): Növénytermesztés gyakorlata, Hermann Ottó Intézet Nonprofit Kft, Budapest
5. Bálint, G., Pécsi, B. (2022): Az őszi búza rovarkártevőinek integrált védelme, A Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Tudományos Konferenciája, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, 123-130 p.
6. Beck, B. H., Ackerly, D. D., & Sexton, M. R. (2007): Weed management in precision agriculture, Precision agriculture in the 21st century, 453-484 p.
7. Békési B., Seres J. (2021): Drónok alkalmazásának lehetőségei, RepTudKoz, köt. 32., sz. 3, 5-19 p. DOI: [10.32560/rk.2020.3.1](https://doi.org/10.32560/rk.2020.3.1)
8. Boros A., Gyalog G., Bódis J. (2020): A precíziós mezőgazdaság jelentősége a mezőgazdaság versenyképességében, Magyar Agrártudományi Egyesület Mezőgazdasági Géptani Szakosztályának Vándorgyűlése, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
9. Diósi G. (2017): A nitrogén és kén műtrágyázás hatása az őszi búzatermés mennyiségi és minőségi paramétereire, Debreceni Egyetem, Hankóczy Jenő Doktori Iskola, PhD értekezés, Debrecen, 3. p.
10. EPRS (2016. december): Precision agriculture and the future of farming in Europe, Scientific Foresight Study, IP/G/STOA/FWC/2013-1/Lot 7/SC5, ([https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU\(2016\)581892_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU(2016)581892_EN.pdf)), 5-15 p. (Megtekintve: 2024.02.29)
11. Evangelos A., Spyros F., Matina V., Vasilios P., Michael K., Olga K., Erato L., Anna V., Longsheng F., Fabiola D. B., Jesus B-H., Manuel G-B. (2023): Precision Farming technologies for crop protection: A meta analysis, Department of Natural Resources Management & Agricultural Engineering, Agricultural University of Athens, Athen, DOI.: [10.1016/j.atech.2023.100323](https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100323)

12. Farkas K., Darabos B. (2014). A mechanikai gyomirtás lehetőségei a búza ápolásában. Agrártudományi Közlemények, 381-388. p.
13. Guppy J. C., Harcourt D. G. (2012): Effects of temperature on development of the immature stages of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae), *The Canadian Entomologist*, Cambridge University, 257 – 263 p., DOI.: [10.4039/Ent110257-3](https://doi.org/10.4039/Ent110257-3)
14. Hanó G. (1994): A vetésfehérítő kártétele és a védekezés, *Agrofórum* 15.
15. Hoffmanné P. Zs. (2007): Őszi kalászosok őszi vegyszeres gyomirtása, *Agrofórum*, 2007. 09. 18. 42. p.
16. Jóri J. I. (2017): „A jövő mezőgazdasága –Intelligens mezőgazdasági gépek I.” *Agrofórum Online*, (<https://agroforum.hu/lapszam-cikk/a-jovo-mezogazdasaga-intelligens-mezogazdasagi-gepek-1/>) (Megtekintve: 2024.03.12.)
17. Jóri J. I. (2018. február): „A jövő mezőgazdasága – fókuszban a hatékonyság” – A precíziós gazdálkodás gépesítési kérdései, *Agrofórum Online*, NAIK Konferencia, (<https://agroforum.hu/agrarhirek/gepinfo/jovo-mezogazdasaga-fokuszban-hatekonysag-precizios-gazdalkodas-gepesitesi-kerdesei/>)
18. Jóri Zs. (2019): A precíziós mezőgazdaság hazai helyzete és jövőbeli kilátásai, Magyar Agrártudományi Egyesület Mezőgazdasági Géptani Szakosztályának Vándorgyűlés Debrecen, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, (<https://dea.lib.unideb.hu/bitstreams/c16e150d-b849-49a5-a6bc-bb87b0d5e0ee/download>), (Megtekintve: 2024.03.12.)
19. Kádár I. (1997): A növénytaplálás alapelvei és módszerei, MTA, Talajtani és Agrokémiai Intézete, Budapest, 207 p.
20. Kemény G., Lámfalusi I., Molnár A. (2017): A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata, *Agrárgazdasági Kutató Intézet*, Budapest, 170 p.
21. Kern A. (2011): NDVI vegetációs index előállítása távérzékelt AVHRR és MODIS adatok alapján, Doktori értekezés, ELTE, Budapest, 28. p
22. Késmárki-Gally E. Sz. (2020): A precíziós gazdálkodás jelentősége a mezőgazdaság versenyképességében, *Budapesti Metropolitan Egyetem*, 5-10 p., DOI.: [10.33565/MKSV.2020.02.03](https://doi.org/10.33565/MKSV.2020.02.03)
23. Keszthelyi S., Lukács H., Orsi-Gibicsár Sz., Varga Zs., Kazinczi G. (2023): Őszi búza védelme II., Károsító állati szervezetek, kártevők, *Növényvédelem*, 84 [N.S. 59] 1.szám, Agrárminisztérium tudományos lapja, Hermann Ottó Intézet Nonprofit Kft. p. 23-24

24. Magyar N. (2022): A vetésfehérítő bogarak kártétele a mezőgazdaságban, Agrárágazat, 2022/4. cikk, (<https://agraragazat.hu/hir/agrar-vetesfeherito-bogar-hatoanyag-novenyvedelem-mezogazdasag/>), (Megtekintve: 2024.03.28)
25. Markóné N. K. (2019): Veszélyes kártevők: Vetésfehérítő bogarak, Agroforum Online, (<https://agroforum.hu/szakcikkek/novenyvedelem-szakcikkek/veszelyes-kartevok-vetesfeherito-bogarak/>), (Megtekintve: 2024.04.12)
26. Márkus F., Bálint Gy., Győri I. (2020): A vetésfehérítő bogarak (*Oulema melanopus*) populációdinamikájának vizsgálata Növényvédelem, 2020. 69. évf., 3. sz., 89-94. p.
27. Martinez B. (2023. október): Monitoring drónok: a precíziós gazdálkodás úttörői, Agrárágazat, ABZ Drón, (<https://agraragazat.hu/hir/agrar-dron-felvetel-megfigyeles-novenyvedelem-mezogazdasag/>), (Megtekintve: 2024.04.03)
28. Matuz J. (2018. március): A különleges búza, Agroforum Online, (<https://agroforum.hu/lapszam-cikk/a-kulonleges-buza/>), (Megtekintve: 2023. 03.05)
29. Milics G. (2008): A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben, PhD értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Pécs, 55-65 p.
30. Molnár C., Barnabás B. (2023): A precíziós gyomirtás hatékonysága a búzatáblákban, figyelembe véve a gyomnövények faji összetételét, Agrártudományi Közlemények, 217-224.
31. Nagy G., Bálint Gy., Győri I. (2017): A vetésfehérítő bogarak (*Oulema melanopus*) kártétele és ellenük való védekezés lehetőségei, Növényvédelem, 2017. 66. évf., 1. sz., 13-20. p.
32. Nagy J., Bánó B. (2024). A precíziós gyomirtás hatékonysága a búzatáblákban. Növényvédelem, 17-24.
33. Nagy, J., & Tóth, F. (2023): Az őszi búza állati kártevőinek elleni küzdelem aktuális helyzete Magyarországon. Növényvédelem, 123-132. p.
34. Nikola D., Jela I., Gordana D. (2021): Smart Sensor Monitoring in Energy Crop Biomass Production, 103 p., DOI: [10.15308/Sinteza-2021-102-106](https://doi.org/10.15308/Sinteza-2021-102-106)
35. Rakesh K. M., Shivam, Pritesh D., Varsha R. (2024): Integrated Pest Management and Sustainable Agriculture: A Review, Sam Higginbotton University, Paragray U.P. India, 1-8 p.
(https://www.researchgate.net/publication/379502891_Integrated_Pest_Management_and_Sustainable_Agriculture_A_Review)

36. Pepó P. (2019): Integrált Növénytermesztés II., Alapnövények, Mezőgazda lap-és könyvkiadó, Budapest, 80-112 p.
37. Percze A., Kleinheincz Cs., Farkas A. (2005): Effect of the year on the weed condition of winter wheat in different soil tillage treatments, Cereal Research Communications, 73-76.p.
38. Peter A. E. (2022): Arthropod pests of small grains: Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Barley (*Hordeum vulgare* L.), Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance (<https://searchworks.stanford.edu/view/14012476>), London, San Diego, CA: Academic Press, an imprint of Elsevier, 30-56 p.
39. Szilágyi G. (2022): Időszerű a vetésfehérítő bogarak és lárváik elleni védekezés, ÖMKI, AgroJagerNews, (<https://agrojager.hu/mezogazdasag/2022/04/28/idoszeru-a-vetesfeherito-bogarak-es-larvaik-elleni-vedekezes/>) (Megtekintve: 2024.04.10)
40. Taylor, R. K., Gangadharan, B., Robotham, P. (2023). Precision agriculture for improving crop productivity and sustainability. Advances in agronomy pp. 1-105
41. Teschner G., Gombkötő N. (2019. június): Színfelismerés alkalmazásának lehetőségei szántóföldi növénytermesztésben, Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, 2-5 p., (https://www.researchgate.net/profile/Nora-Gombkoeto/publication/333966396_Szinfelismeres_alkalmazasanak_lehetosegei_szantofoldi_novenytermesztesben/links/5d0f6207299bf1547c7796b8/Szinfelismeres-alkalmazasanak-lehetosegei-szantofoldi-noevenytermesztesben.pdf) (Megtekintve: 2023.03.14)

Internetes források:

- http¹: <https://magyarmezogazdasag.hu/2024/03/24/precizios-gazdalkodasi-helyzetkep/> (Megtekintve: 2024.03.12.)
- http²: <https://www.agrarszektor.hu/gepek/20231113/nincs-akadaly-tenyleg-eljott-a-mezogazdasagi-dronok-ideje-45999> (Megtekintve: 2024.03.18.)
- http³: <https://www.reuters.com/markets/commodities/ukraine-plans-same-2024-sowing-area-2023-has-concerns-wheat-quality-minister-2024-02-09/> (Megtekintve: 2024.03.17.)
- http⁴: <https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20130219/a-buza-precizios-gyomszabalyozasa-36399> (Megtekintve: 2024.03.18.)
- http⁵: <https://agraragazat.hu/hir/az-oszi-buza-fuzariozisa/> (Megtekintve: 2024.04.15.)
- http⁶: <https://agraragazat.hu/hir/precizios-eljarasok-a-novenytermesztesben/> (Megtekintve: 2024.04.15.)

9. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: TÖRÖK BALÁZS
A Hallgató Neptun kódja: NIN4TH
A dolgozat címe: GABONA CEVELKÁROSÍTÓ FELHÉRES DIGITALIZÁLÁSA A MEZŐ-
NÖVÉNYVÉDELMI INTÉZET HEGYESI NEMZETI HÉNESBIRTOK ÉS TANGAZDASÁG
KFT. TERÜLETÉN
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: NÖVÉNYVÉDELMI INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: INTEGRÁLT NÖVÉNYVÉDELMI TANSZÉK

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

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

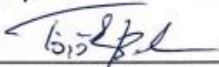
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori 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 04 hó 29 nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Török Balázs (hallgató Neptun azonosítója: NIN4TH) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

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

Kelt: Gödöllő, 2024 év április hó 28. nap



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.