

SZAKDOLGOZAT

Perák Gergő

Keszthely

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus
Növényvédelmi Intézet
Növényvédelmi szakmérnök szakirányú továbbképzési
szak

FUNGIDCIDES KEZELÉSEK
HATÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA ŐSZI BÚZA
KULTÚRÁBAN

Belső konzulens:	Dr. Szabó Rita egyetemi docens
intézete/tanszéke:	Növényvédelmi Intézet/ Növényvédelmi Tanszék
Készítette:	Perák Gergő (B81L9A)

Készthely
2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	2
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1. A legfontosabb hazai gombás betegségek bemutatása	4
2.1.1. Levélbetegségek	4
2.1.2. Kalászt fertőző kórokozó	7
2.2. A felhasznált hatóanyagok bemutatása	8
2.2.1. Tebukonazol és protikonazol	8
2.2.2. Spiroxamin és a fenpropidin	10
2.2.3. SDHI karboxamidok: bixafen, fluopyram, benzovindiflupir	11
2.2.4. Strobilurin készítmények (azoxystrobin)	13
3. Anyag és módszer	15
3.1. Az 1. kísérleti terület bemutatása	15
3.2. A 2. kísérleti terület bemutatása	26
4. Eredmények és értékelésük	28
4.1. Az 1. számú kísérleti helyszín eredményei	28
4.2. A 2. számú kísérleti eredmény bemutatása	32
4.3. Ezermagtömeg vizsgálat, mint a termésképzés egyik alappillére	33
5. Következtetések és javaslatok.....	37
6. Összefoglalás	40
7. Irodalomjegyzék.....	42
8. Ábrák és táblázatok jegyzéke	49

1. Bevezetés és célkitűzések

A világszerte elterjedt és termesztett őszi búza nagyon fontos szerepet tölt be a népelelmezésben, ezért nem meglepő, hogy a hazai szántóföldi növények soraiban is markáns térmértékkel van jelen és az aktív szántóföldi terület mintegy 20-25%-át teszi ki. A búza közvetlen árualapot képez az élelmiszeripar számára, ezért a termésnek minőségi paramétereiben, mind beltartalom, mind pedig toxin-fertőzöttségi szint tekintetében meg kell felelnie.

Az őszi búzát, mint kalászos növényt sűrű sortávon termesztjük az egyednek biztosítható legjobb tenyész terület és a legkedvezőbb területkihasználás miatt. A búza késő tavaszi sűrű és zárt növényállománya azonban kedvező életfeltételeket biztosít számos kórokozó gombafaj számára a levélzeten és a kalászon egyaránt. Magyarország kiszámíthatatlan és szélsőséges időjárása tovább tetőzi a káros fertőzések mértékét. Ugyan a Kárpát-medence időjárása száraz kontinentális, ennek ellenére nagy valószínűséggel számíthatunk késő tavasszal és nyár elején nedves, magas páratartalmú periódusokra, amelyek biztosítják a kórokozók számára a táblaszintű elterjedést, esetenként epidémia szintjén is.

Természetesen az őszi búza szakszerű termesztését az agrotechnikára kell alapozni az integrált növényvédelem szemlélet jegyében. Ahhoz, hogy egészséges környezetet biztosítsunk a kultúrnövényünk számára, fontos betartani a megfelelő vetésforgót és vetésváltást, a megfelelő talajművelési mód megválasztását, egészséges vetőmag alkalmazását, a vetéskor alkalmazott ezermagtömegre visszaszámolt magnormát, a vetés időjárási viszonyokhoz való időzítését és a harmonikus, talajvizsgálatokra alapozott tápanyagellátást. Az egészséges vetőmag választásán túl ki kell használnunk a modern genetikai vonalakban kialakult és jelen lévő kórokozók elleni toleranciát, amely alapját képezi a biológiai növényvédelemnek. Ezen szemléletek alkalmazásával biztosíthatjuk állományunk számára a kedvező életfeltételeket, de a szárat, leveleket és kalászt fertőző gombás fertőzések ellen ezen termesztési elemek maradéktalan betartása esetén sem biztosítható a teljeskörű védelem. Tehát feltétlenül szükséges a kémiai védekezés alkalmazása is, a hazai kalászos gabonák termesztése során.

Témaválasztásom azért esett a különböző fungicides kezelések vizsgálatára, mert megkerülhetetlen, kardinális technológiai elemnek számít, mind az extenzív, mind pedig az intenzív konvencionális növénytermesztésben, természetesen különböző aspektusban, az elérni kívánt termésszint tekintetében. Az extenzív termesztés során a növényvédelem az elsőszámú

szempont, a minőségi paraméterek fokozása, és a szélsőséges járványok leküzdése. Az intenzív technológia esetén pedig alapjában véve egy sűrűbb, zártabb és nagyobb zöldtömeg számára kell biztosítani a védelmet. Ezen felül még egyéb kedvező biokémiai hatásukra is támaszkodhatunk a készítményeknek, amelyekkel a termés és a minőségi paraméterek is egyszerre fokozhatók. Az ilyen fungicidek gyakran szisztémikus és lokoszisztémikus hatóanyagok szerkombinációi, amelyek kedvező élettani hatást gyakorolnak a növényállományra.

Dolgozatom témaválasztására nagy hatással voltak Chris Dennison új-zélandi és Tim Lamyman Egyesült királyságban gazdálkodók, akik az adott időpillanatban birtokolták a legmagasabb búzatermés értékét. Mindketten kiemelték a gombaölőszeres kezelések pozitív hatásait és azok fontosságát. A nedves kontinentális, esetleg óceáni éghajlatú országokban, tájegységeken alapkövetelmény a kettőnél többszöri állománykezelés, amelyet „T0 T1 T2 T3” -as jelzésekkel látnak el.

Gazdaságunkban is többszöri kezelésszámot alkalmazunk, de természetesen a kezeléseket a kórokozók megjelenéséhez okszerűen párosítjuk, elkerülve a növényvédelemben használatos „locsolás” fogalom gyakorlatát. Továbbá nagy hangsúlyt fektetünk a prevencióra, valamint törekszünk a hőmérséklet, páratartalom, levél vízborítottság és a légmozgás figyelembevételével optimális időben kijuttatni a készítményeket. Egyúttal a különböző hatóanyagcsoportokat, a kórokozók típusa szerint, a várható hőmérséklet és a készítmények felezési ideje szerint kijuttatni. A tankkeverék pH-ját is az adott készítmény engedélyokiratában megadottak szerint állítjuk be.

Céлом volt összehasonlítani a különböző hatóanyagok vagy azok keverékének termésre gyakorolt hatásait és azok mértékét. Természetesen terület és anyagi okokból a szerkombinációk száma nem fedti le a kereskedelemben található összes hatóanyagtypust, de a legközkedveltebbek és az általunk már ismert hatóanyagok közül választottam néhányat.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A legfontosabb hazai gombás betegségek bemutatása

2.1.1. Levélbetegségek

2.1.1.1. Szeptóriás levélfoltosság (*Septoria tritici*)

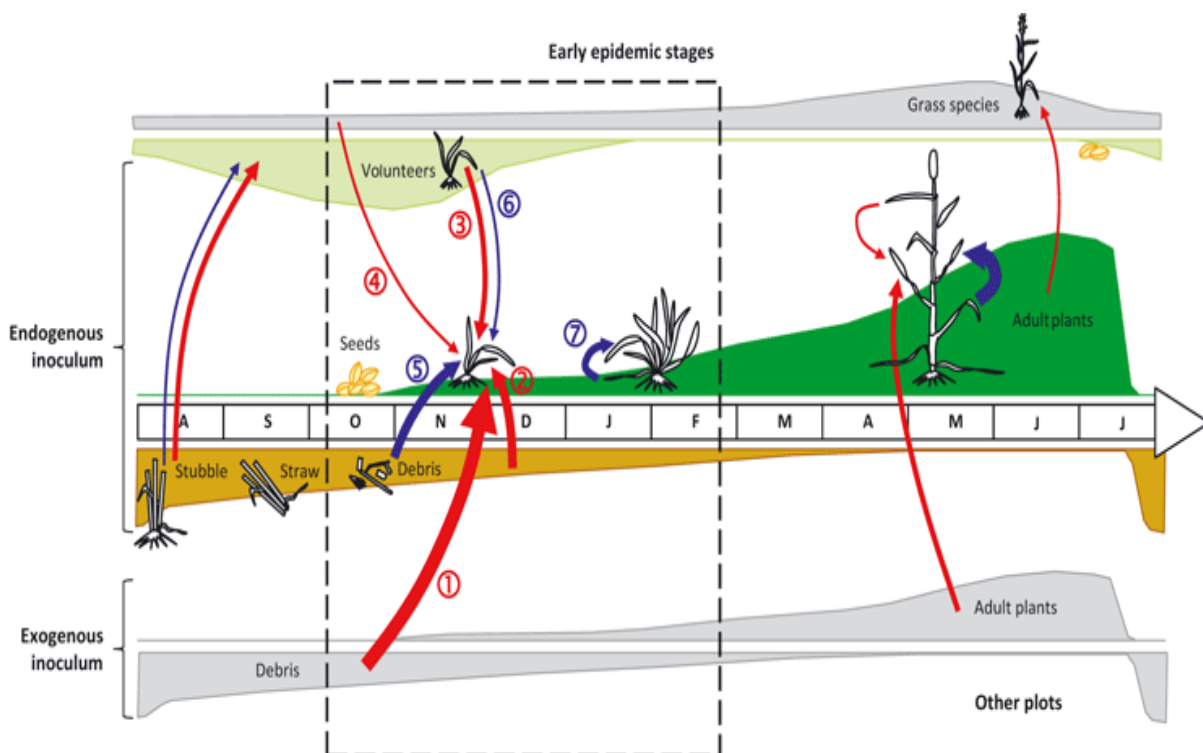
A *Septoria tritici* (teleomorf: *Mycosphaerella graminicola*) a búza egyik legsúlyosabb levél kórokozója hazánkban is, mivel károsítása során a termés kiesés 20-50% lehet. A termés kiesés az aktív levélfelület csökkenése miatt következik be, aminek következtében kisebb mértékű lesz az aktív fotoszintetizáló felület, ezért csökken az asszimiláta képzés, amely a magok méretének és számának csökkenésében nyilvánul meg (Eyal et al., 1987; Fischl et al., 1995). A termés kiesés a különböző éghajlatokon és évszakokban más és más méreteket ölt, de minden évben vannak számára megfelelő életfeltételeket biztosító időjárási periódusok (Fischl et al., 1995). Jorgensen és munkatársai (2014) szerint a *Septoria tritici* idézi elő a legnagyobb kárt az európai búzatermesztésben. A gomba fejlődéséhez a legkedvezőbb életfeltételt a nedves és mérsékelt meleg időjárás biztosítja. A kedvező hőmérséklet számára 15-18 °C körül alakul és a fertőzés kialakulásához szükség van még hat órán át tartó levél vízborítottságra is (Holmes és Colhoun, 1974). Ez a levél vízborítottság biztosított kisebb esőzések után, de akár az éjszakai harmat is elegendő a gomba fejlődése számára (Fischl et al., 1995; [http1](#)).

A *Septoria tritici* legnagyobb veszteséget okozó epidémiájára márciustól júniusig kell számítani (Suffert et al., 2010). A gombának azonban szükségszerű átvészelnie azokat a periódusokat, amikor a gazdanövényköre nem áll rendelkezésre. A gomba ezen kedvezőtlen időjárási körülmények esetén micélium, piknidium és askospórák segítségével van jelen. A korai fertőzésben a legjelentősebb szerepet az askospóra kapja. Ősszel a nem kellően kezelt előző évi gabonatarlókon és árvakelésen kifejlődnek a pszeudotéciumokban az askospórák, amelyek szél által fertőzik a friss vetéseket (Brown et al., 1978; Agrios 2005; [http1](#)). A fertőzött egyedeken sok esetben már az őszi folyamán megjelennek a piknidiumok, majd ezt követően 50-90 nappal később (hőmérséklet függvénye) a pszeudotéciumok és az azokban jelen lévő 8 pár askospóra (Halama, 1996). A piknidium és az askospórák fejlődései közötti idő lényege a biztos fennmaradás miatt, a levélszintek kifejlődése között eltelt idő áthidalására szolgál, amelybe beletartozik a látens időszak hossza is (Eriksen és Munk, 2003; Kema et al., 1996.). Az askospórák az öregebb levelekről a heves esőzések hatására felferődnek a felsőbb

levélszintekre, és így terjed felfele a zászlós levél irányába (Suffert et al., 2010), míg a kifejlődött piknídiumok szél útján fertőzik be az állomány más egyedeit (1. ábra). A gomba hemibiotróf volta miatt a tarlómaradványokról is képes fertőzni, askospóra és piknídium formájában (Fischl et al. 1995; http1). Ezen felül a gomba az előbb említett három módszer mellett képes még fennmaradni a vetőmagon is micélium formájában (Fischl et al., 1995).

A kora tavaszi, esetleg őszi fungicides kezelésnek ezért nagy szerepe van a *Septoria* elleni védekezésben, amelyet az 1. ábrán az „early epidemic stages” keret szemléltet. Ekkor még hatékonyan el tudjuk érni az alsóbb (öregebb) levélszinteket egy lokálisan ható DMI készítménnyel is (de az SDHI és strobilurin készítmények is sikeresen használhatók), amely a fejlődési ciklusukat figyelembe véve akár az egész tenyészidőszakra biztonságot jelenthet számunkra (Parker és Lovell, 2001; Sutton, 1985).

1. ábra *Septoria tritici* (teleomorf: *Mycosphaerella graminicola*) fertőzési sajátosságai (Forrás: Suffert et al., 2010 nyomán)



Jelmagyarázat: Piros nyíl: askospórák; kék nyíl: piknidiospórák. A nyilak szélessége arányos az ábrázolt mechanizmus várható jelentőségével. A számok jelölése 1: távoli fertőzött állományról szél által eljuttatott askospórák; 2: a szomszédos tábláról (tarló) szél által szállított askospórák; 3, árvakelésen fennmaradt egyedekről származó askospórák; 4: egyéb fűfélékből származó askospórák; 5: a szomszédos búzatarlóról származó piknidiospórák; 6: piknidiospórák terjedése az állományon belül 7: piknidiospórák terjedése a növényegyeden lentről felfele (Suffert et al., 2010).

2.1.1.2. Vöröszrozsda (levélrozsda) (*Puccinia recondita*)

A *Puccinia recondita* biotróf levelet károsító gazdaváltós rozsdagomba, amely Magyarországon szinte minden évben jelen van a búza tábláinkon évjárat hatás függvényében (Fischl et al., 1995). Barabás és Matuz (1983) által leírtak szerint a rozsdagombák közül a legnagyobb kárt ez a faj képes okozni. Időjárás függvényében 5-40% terméskiesést idézne elő védekezés hiányában, amely nagyon jelentős veszteség a növénytermesztésben (Samborski, 1985). Bár a faj gazdanövényváltós rozsdagomba, a hazai viszonyok között általában uredomicéliumokkal telel át, majd ebből fejlődnek ki az új fertőzőképes spórák, ezért a borkóró (*Thalicttrum spp.*) nem játszik komoly szerepet a fennmaradásában (Tomerlin et al., 1983; Fischl et al., 1995). Megjelenésére április hónap közepétől lehet számítani, és a fertőzése szélsőséges esetekben elhúzódhat egészen júniusig. Csősz (2007) például 2003 június második felében is észlelte ezt a kórokozót. Ezt a széles időintervallumot a gomba tágtúrásának, nagy hőmérséklet plaszticitásának köszönhetjük, ugyanis a vöröszrozsda 5-25 C° hőmérséklet között képes a fertőzésre, annak ellenére, hogy az optimális hőmérséklet számára 15 C° (Vallavieille-Pope et al., 1994). Továbbá szerepet játszhat még a tágtúrásban az, hogy ennek a fajnak több uredogenerációja van (Fischl et al., 1995). Huber és Gillespie (1992) szerint azonban a gomba felszaporodásához és járványszerű megjelenéséhez talán fontosabb és kritikusabb sarokpont a levélen képződő és hosszabb ideig jelenlévő harmat (Royle és Butler, 1986). Wójtowicz (2007) tanulmányában leírtak alapján 20 C°-on négy órányi vízborítottság is elegendő a vöröszrozsda sikeres infekciójához. Amennyiben a hőmérséklet nem optimális a gomba számára, akkor a szükséges vízborítottság hosszának növekednie kell, egyes esetekben 16-20 órányi vízborítottság szükséges (Vallavieille-Pope et al., 1994).

2.1.1.3. Lisztharmat (*Blumeria graminis*)

A *Blumeria graminis* biotróf, oidium-típusú konídiummal rendelkező ektoparazita lisztharmat gomba, amely Magyarországon szinte minden évben előfordul a búzatáblákon. Miedaner és Flath (2006) szerint Közép-Európa meghatározó búzakárosító kórokozója. A fertőzés már sok esetben ősszel megtörténik és a levélfelületen kezdetben lisztes bevonatot, majd később barnás, sárgás elváltozást idéz elő a levélen. A kórokozó a *Septoria tritici*hez hasonlóan az alsóbb levélszintekről halad a felsőbb levélszintek felé, egészen a zászlóslevélíg, esetenként még a kalász pelyváján is megjelenik (Fischl et al., 1995; Csősz 2007). A gomba ektoparazita, így a növény külső felszínén tapad meg és nem hatol a növény mélyebb szövetébe. Biotróf mivolta miatt pedig a gomba nem pusztítja el a gazdaszervezetet, jelen esetben a búzát, hiszen a

gazdanövény pusztulásával a kórokozó élettere is megszűnne (Fischl et al., 1995). Csupán annyi táplálékot von el a növénytől, amennyi nem végzetes a búza számára, így sanyargatja azt. A többi levélbetegséghez hasonlóan a levél asszimilátum képzésében zavart okoz, ezért nem képes a növény kellő mértékben kinevelni a szemeket, amely termés kieséshez vezet (Pearce et al., 1996). Ez a termésveszteség hazánkban 5-25%-ra tehető, de járványos években akár elérheti a 40%-ot is (Fischl et. al., 1995). Járványszerű megjelenésére 18-22 C° között kell számítani, valamint kedveli a párás körülményeket, de harmatképződés nem szükséges számára (Csősz, 2007.). Bár ökológiai és ökonómiai szempontból is a legkedvezőbb növényvédelmi megoldás a rezisztenciára nemesítés, ez a védekezési mód azonban a lisztharmatok esetében nem mutatkozott hatékonynak, mivel Vida és munkatársai (2007) által leírtak alapján 48 különböző rassa van hazánkban ennek a kórokozónak, és búzafajtánként is eltérő mértékben jelennek meg. További probléma a lisztharmattal kapcsolatban, hogy a közkezdelt és széles körben használt strobilurinok nem fejtenek ki tökéletes hatást a kórokozóra, mivel azok érzéketlenek azzal szemben (Felsenstein és Jaser, 2005). A gombaölő szer kiválasztásakor ezért körültekintőnek kell lenni az alkalmazott termék hatásspektrumával kapcsolatban és nem szabad könnyelműen kezelni ezt a kórokozót, mert sanyargatása nagy termés kiesést idézhet elő (Miedaner és Flath, 2006).

2.1.2. Kalászt fertőző kórokozó

2.1.2.1. Fuzáriózis

A betegség kórokozói között tartjuk számon *Fusarium graminearum* (teleomorf.: *Gibberella zeae*), *Fusarium avenaceum* (teleomorf.: *Gibberella avenacea*), *Fusarium culmorum*, *Fusarium poae*, *Fusarium sporotrichoides*, *Fusarium semitectum* és *Microdochium nivale* (teleomorf.: *Monographella nivalis*) (Fischl et al., 1995; Parry et al., 1995). Magyarországon a *Fusarium graminearum* és a *Fusarium culmorum* felelős a betegség jelentős hányadáért, míg a többi kórokozó mindössze 2,5%-ban vesz részt a termés károsításában (Fischl et al., 1995). Az előbb említett kórokozó jelentősége a kalászfertőzésben mutatkozik meg, míg a *Fusarium culmorum* kórokozó a szár alsóbb részein a szártő és a gyökér károsításában játszik szerepet (Mesterházy, 1988). Zhuping (1994) szerint a fuzáriumok által okozott kár búzában elérheti a 40-50%-ot, amely nem mellesleg komoly minőségi problémákat is magában hordoz a fuzárium fajok mikotoxin termelése miatt (Jennings et al., 2000). A termés kiesésben szerepet játszik az ezerszemtömeg csökkenése, mivel a gomba szemfertőzése esetén nem teljesednek ki a magvak és töppedt, aszott szemek képződnek, amelyen rózsaszín bevonat képződik (Sutton, 1982).

Azonban nagyobb mértékű kárt jelent számunkra az a tény, hogy a kalásztengely fertőzési pontja feletti rész elpusztul, sok esetben az egész kalász kifehéredik és a szemeket nem, vagy csak kismértékben képes kinevelni a növény (Arseniuk et al., 1993; Fischl et al., 1995; Surma et al., 2000). Schmidt-Heydt és munkatársai (2011) szerint a *Fusarium graminearum* hőoptimuma 25 °C, míg a hidegebb viszonyokat jobban kedvelő *Fusarium culmorum* pedig a 20 °C-ot részesíti előnyben. A kalászosítás idején az említett hőmérsékletek mellett a páradús, nedves időjárás kedvez a kórokozó fertőzésének (Wegulo, 2012). A *Fusarium spp.* fajok többsége szaprotróf gomba és főként a talaj szervesanyag lebontásában játszanak szerepet. A helytelen agrotechnika során azonban a gyengült növényen is megjelenik, mint élősködő kórokozó. A helytelen agrotechnika részegységei a nitrogén tápanyag túlhasználata, a tömörödött talajállapot és a monokultúra (Vaughan et al., 2016).

Természetesen számos gombafaj károsítja még a kenyérgabonát, amit Fischl és munkatársai (1995) és Figueroa és munkatársai (2018) munkáikban leírtak, úgymint a *Puccinia graminis f. sp.*, *Puccinia striiformis f. sp.*, *Pyrenophora tritici-repentis*

2.2. A felhasznált hatóanyagok bemutatása

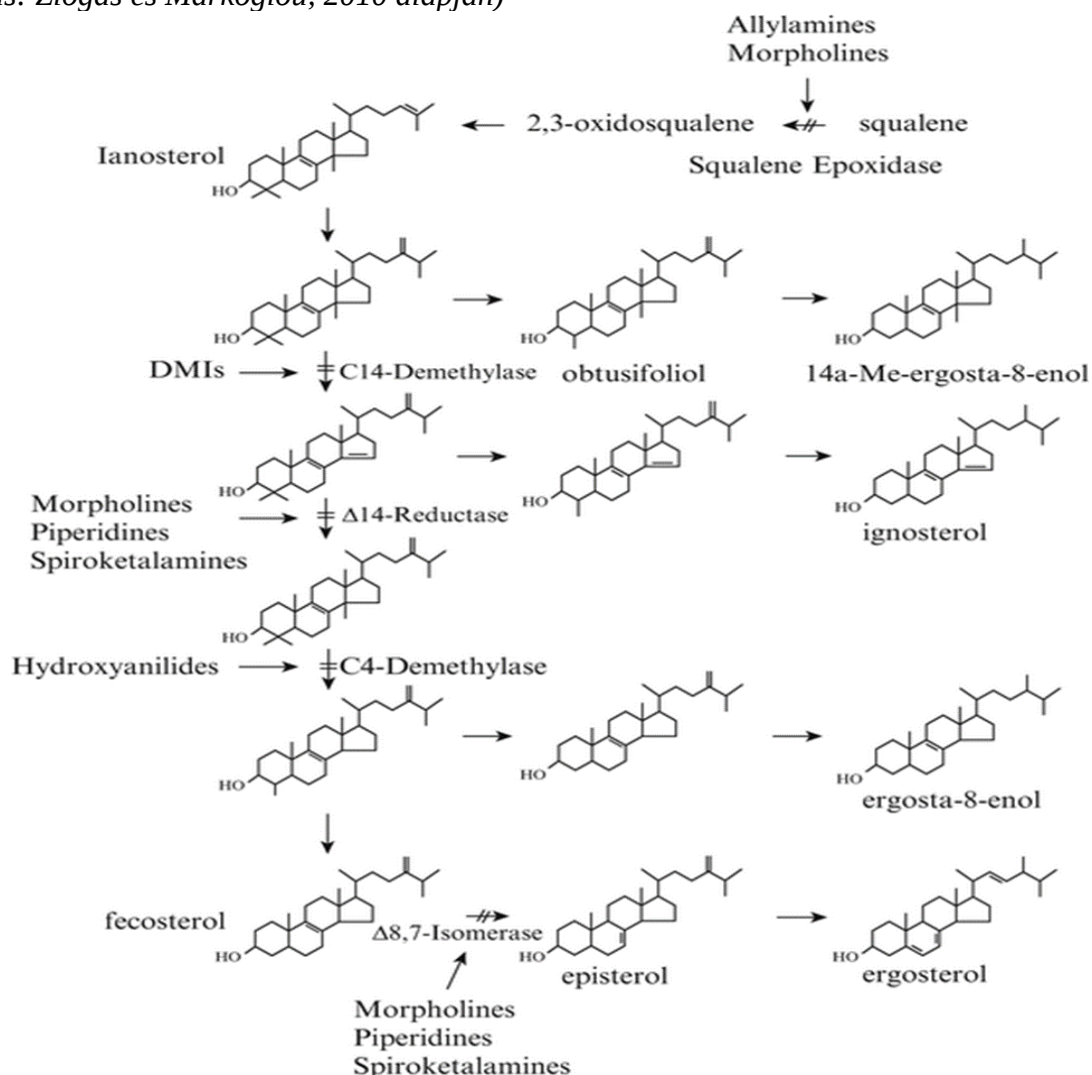
2.2.1. Tebukonazol és protikonazol

Kémiai vegyületcsoportot tekintve ezek a hatóanyagok a triazolok közé sorolhatók. A triazolok a gombákban jelen lévő ergoszterol bioszintézisét gátolják. Az ergoszterol nagyon fontos szerepet tölt be a gombák sejtmembránjának működésében, biztosítva ezzel az alapvető életfunkciókat a sejt számára (Köller, 1992). A gombák sejtjeiben jelen lévő ergoszterol a szteránvázas lanoszterolból képződik metilcsoportok eltávolításával a citokróm P450 c14-demetiláz enzim segítségével (DMI elnevezésüket is innen származik → demethylase inhibitors) (2. ábra). Az azolok ebben a demetilezési folyamatban keltene zavart, aminek következtében szteránvázas vegyületek és egyéb zsírsavak képződnek a lanoszterolból, ezáltal megakadályozva az ergoszterol bioszintézisét (Köller 1992; Schnabel és Jones, 2001). A DMI készítmények hatékonynak bizonyulnak a világszerte előforduló, így hazánkban is fellelhető gabona levélbetegségek (*Blumeria graminis*, *Puccinia tritici* + *recondita* + *striiformis*, *Septoria tritici*), valamint a kalászbetegségek (*Fusarium graminearum*, *Gibberella zeae*) tekintetében is (Meyers et al., 2019; Wong és Midland 2007). A kalászfuzáriózis elleni hatékonyságukat jól szemlélteti az, hogy a 2000-es évek környékén elsők között alkalmazták sikeresen a *Fusarium graminearum* ellen, amellyel közvetetten a terményben lévő DON toxin szintet is

nagymértékben visszaszorították az Egyesült Államokban (McMullen et al., 2012; Nolan et al., 2020). Mesterházy és munkatársai (2003), valamint Saldago és munkatársai (2018) kísérleteikben tapasztalták, hogy a tebukonazol és a protiokonazol használatával megfelelő környezet biztosítható a szemek fejlődése számára. Paul és munkatársai (2008) analíziséből beigazolódott, hogy a kalászfuzáriózis és az ahhoz kapcsolható DON mikotoxinnal való fertőzöttség a tebukonazol és a protiokonazol hatóanyagok kombinációjával fékezhető meg legjobban. A protiokonazol hatóanyagot elsősorban a kalászos gabonák védelmére alkalmazzák, így számos hatóanyagkombinációban megtalálható a búzában használható készítményekben (Russel, 2005; Morton és Staub 2008). Ezen felül Thies és munkatársai (2017) tanulmánya alapján a protiokonazol a legszélesebb körben elterjedt hatóanyag a gabonák *Septoria tritici* elleni védekezésében.

A triazol fungicidek felszívódó, szisztémikus készítmények, amelyek a növényekbe felszívódva fejtenek ki hatást a kórokozó ellen, így lehetőség van a rezisztencia kialakulására. Ennek ellenére, Jorgensen és munkatársai (2017) vizsgálata alapján a DMI készítmények még mindig biztos pontot jelentenek a gazdák számára, a gombás fertőzések elleni védekezésben.

2. ábra Az ergoszterol bioszintézise és a reduktáz, demetiláz és izomeráz enzimek szerepe és rájuk ható vegyületcsoportok
(Forrás: Ziogas és Markoglou, 2010 alapján)



2.2.2. Spiroxamin és a fenpropidin

Hatásmechanizmusukat tekintve ez a két hatóanyag ugyanúgy a szterol (ergoszterol) bioszintézisében kelt zavart, mint az előző fejezetben taglalt triazolok. Ennél a csoportnál azonban nem a demetiláz enzim gátlása játssza a főszerepet a lanoszterol-ergoszterol biokémiai lánc között, hanem a c14 reduktáz és a $\Delta 8 \rightarrow \Delta 7$ izomeráz enzimek működésében keltene zavart (Masner et al., 1992; Kerkenaar, 1995). A fenpropidin a piperidin származékok közé tartozik kémiai vegyületüket tekintve, míg a spiroxamin a spiroketalaminok közé. A 2. ábra jól szemlélteti, hogy mely enzimekre hatnak a piperidin és a spiroketalamin vegyületcsoportok. Debieu és munkatársai (2000) tanulmánya szerint a fenpropidin csak a reduktáz enzim működését gátolja. Mind a két hatóanyag esetén elmondható, hogy főként a lisztharmat elleni védelemben van nagy jelentőségük, és a gabonákban való alkalmazásuk során is ez az

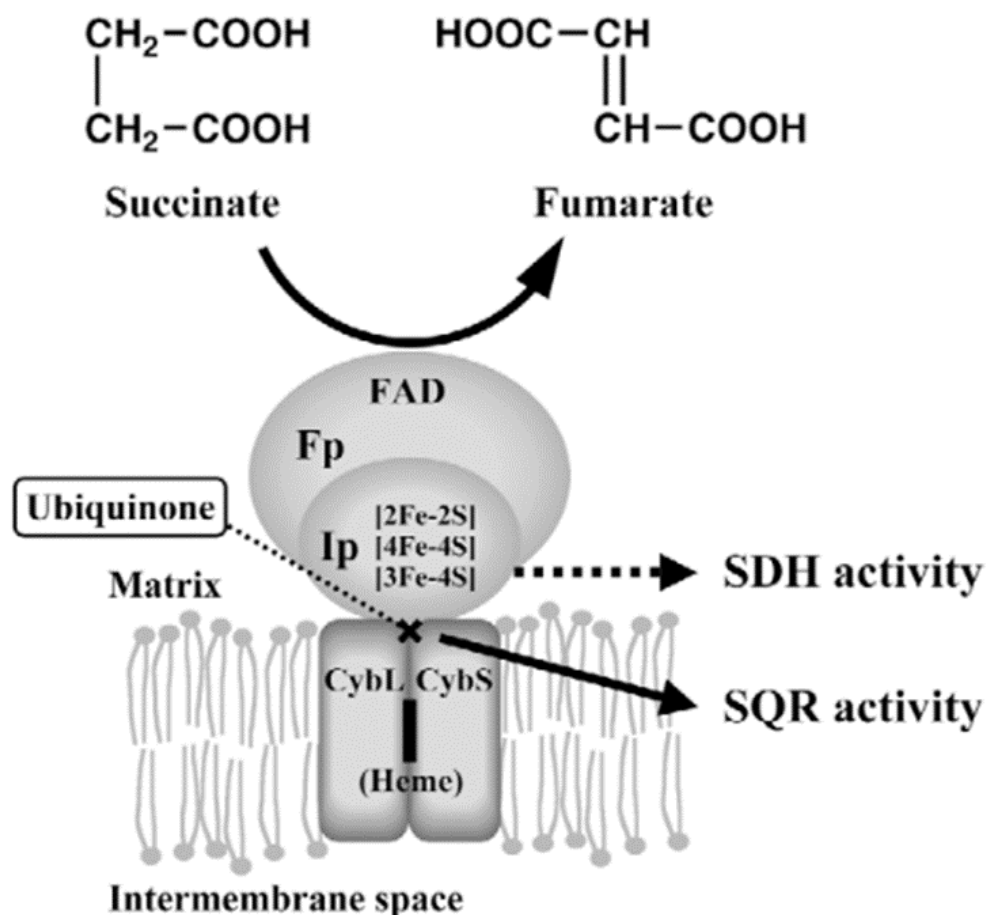
elsődleges szempont (Debieu et al., 1998; 2000; Yang, 2011). A fenpropidin hatóanyag használata során fontos megemlíteni azt a tényt, hogy a vegyület kémhatása Tomlin (2000) tanulmányában leírtak alapján közel van a 10-es pH-hoz (a Tern 750 EC engedélyokirata alapján 9,9), amely komoly körütekintést igényel a tankkeverék beállításakor a sikeres kezelés érdekében.

2.2.3. SDHI karboxamidok: bixafen, fluopyram, benzovindiflupir

Az SDHI készítmények története egészen az 1960-as évekig nyúlik vissza, amikor több hatóanyagot is forgalomba hoztak, mint elsőgenerációs készítmények. Ezek a szerek azonban nem bizonyultak hatékonynak a levélbetegségek elleni védekezésben (Sierotzki és Scalliet, 2013). További hátrányuk, hogy korlátozottan biztosítottak védelmet az állomány növény egyedei számára, mivel alacsony mobilitással rendelkeztek, ezért csak lokálisan fejtették ki az eleve kismértékű hatékonyságukat (Glättli et al., 2011). Összességében elmondható, hogy az elsőgenerációs termékek nem forradalmasították az SDHI készítmények alkalmazását a kórokozó gombafajok elleni védelemben. Csupán a vetőmag csávázása során kerültek alkalmazásra a *Basidiomycota* gombafajok ellen (Scalliet et al., 2012). Az SDHI készítmények növényvédelemi hatékonyságának javításában az áttörést a 2000-es évek elején érték el, amikor a Bayer Crop Science bemutatta a bixafént, míg a BASF megalkotta a boszkalid hatóanyagot (Suty-Heinze et al., 2011; Stammler et al., 2015). Ezen kémiai vegyületek után számos új hatóanyag jelent meg a piacon, amelyek széleskörű és hosszú ideig tartó védelmet biztosítanak a növények számára (Niels, 2021). Az SDHI hatóanyagok hatásmechanizmusát O-mura és Shiomi (2007) által készített 3. ábra mutatja be.

Kísérletben a bixafén, fluopyram és benzovindiflupir SDHI hatóanyagok szerepeltek. A karboxamid vegyületcsoporton belül a pirazol-karboxamidok között helyezkedik el a bixafén és a benzovindiflupir (Avenot és Michailides, 2010). Míg a fluopyram a pyridinyl-ethyl-benzamidok közé tartozik a karboxamid csoporton belül (Niels, 2021).

3. ábra Az SDHI készítmények hatásmechanizmusa
(Forrás: O-mura és Shiomi (2007) alapján)



Suty-Heinze és munkatársai (2010) megállapították a bixafén hatóanyaggal kapcsolatban, hogy nagymértékben emeli a növényállomány fotoszintetikusan aktív felületét és komoly zöldítő hatással bír a növényekre. Az intenzívebb fotoszintézisnek köszönhetően nő a szén-dioxidból képződött szervesanyag mennyiség, amely a szemekbe épülve növeli a várható termésátlagot. Ezen felül a bixafén hatóanyag optimalizálja a kalászás időpontját és a szemképződési periódust. Továbbá ez a hatóanyag képes a növények öregedését elnyújtani, növelve ezzel a fotoszintetikusan aktív periódust (Berdugo et al., 2012). Az előzőekben leírt két tétel (fotoszintetikus aktivitás + fotoszintézis periódus növelése) Chris Dennison szavaiban összefoglalva, aki az őszi búzában elért rekord termése után mondta ki azt a tényt, hogyha egy nappal tovább képes megőrizni a növényei fotoszintetikus tevékenységét akkor az 250 kg többlet termést jelent hektáronként, amely a nyári intenzív napsütésnek is köszönhető (<http2>). Az Ascra Xpro készítményben a bixafén mellett egy másik SDHI hatóanyag, a fluopyram is megtalálható, amely biztosítja a hatékonyság fokozását. A fluopyram hatóanyag a gombák

elleni védekezésben betöltött szerepén túl, bizonyos mértékben képes gyéríteni a talajban lévő gabona cisztaképző fonálférgeket (*Heterodera avenae*) (Haolin et al., 2021).

Az általam használt másik pirazol karboxamid készítmény a benzovindiflupyr, amely az Elatus Era fontos hatóanyaga. A hatóanyag növényekre gyakorolt zöldítő hatása bizonyított. Fontos kutatási eredmény a növények transzspirációjával kapcsolatban, hogy ez a kémiai vegyület komoly befolyással bír a növények légzésére és nagymértékben képes csökkenteni a párologtatást (Kuznetsov, 2017). Ez a felefedezés különösen a száraz időszakban jut érvényre és akkor csúcsosodik ki, ha ez a periódus a virágzás vagy a szemképződési időszakban következik be (Barnabás et al., 2008). A szárazsággal a sztomák zárulnak, a vízháztartás felborul, aminek hatására anyagcserezavar következik be a növényben (Farooq, 2014). Ennek következtében a fotoszintézis sem megy végbe zavartalanul, ezért csökken az asszimilátum képzés (Tardieu, 2012). Tehát a növények légzésének szabályozásával csökkenthető az aszály okozta stressz mértéke és optimalizálható a megkötött szervesanyag szembe épülése.

Az Ascra Xpro és az Elatus Era készítményeket számos kísérletben alkalmazták. Jackson és munkatársai (2018.) munkájában az Elatus Era készítmény 8 t/ha, míg az Ascra Xpro-val kezelt terület 8,5 t/ha terméseredményt ért el a kezeletlen kontrollhoz képest, ahol 6,9 t/ha volt a betakarított mennyiség. Jorgensen és munkatársai (2021) kísérletében is ígéretes eredmény született, ugyanis az Elatus Era 950 kg-mal, míg az Ascra Xpro 1130 kg-mal múlta felül a kontrollt. Ezekkel az eredményekkel, mind a két termék az élmezőnyben végzett, de fontos kiemelni ebből a kísérletből a fluxapyroxad és a mefentriflukonazol vegyületek hatékonyságát.

2.2.4. Strobilurin készítmények (azoxystrobin)

A kísérletem két alapkezelését a Syngenta által forgalmazott Amistar termékben lévő azoxystrobin hatóanyag képezte, amely a strobilurin hatóanyag típus közé tartozik (Ammermann et al., 1992). A strobilurin készítményeket az 1990-es években fedezték fel a korhadéklakó *Strobilurus tenacellus* gombafajból (Godwin et al., 1992; Masuko et al., 1993). A strobilurin készítmények a gombák légzését gátolják azáltal, hogy megakadályozzák az elektrontranszportot a citokróm b és a citokróm c1 között (Jagow és Link, 1986; Zhang et al., 1998). Az elektrontranszportlánc működésébe való beavatkozással markáns negatív hatást idézünk elő a mitokondriális légzés folyamatában, aminek következtében az aerob energiatermelés nem megy végbe (Jagow és Link, 1986). Ezáltal a gomba fejlődéshez

szükséges energia nem biztosított, tehát az megáll a növekedésben (Shirane et al., 1994). Ebből adódoan a másik elnevezése a vegyületcsoportnak a (quinone outside inhibitors → QoI). Ezen fungicidek kuratív és eradikatív hatással rendelkező szisztémikus készítmények. A gombák elleni hatékony védekezésen túl a kísérletek arra is rámutattak, hogy a növények levélzetére zöldítő hatással bírnak, valamint a fotoszintetikusan aktív időperiódust is elnyújtják. (Habermeyer et al., 1998; Jones és Bryson, 1998). A hosszabb ideig tartó és magasabb intenzitású fotoszintézisnek köszönhetően a növények nagyobb mennyiségű CO₂-ot tudnak megkötni, aminek hatására több asszimilátum keletkezik, amely a magokba épülve növeli a termésszintet (Bertelsen et al., 2010). Továbbá említést kell tenni arról is, hogy az azoxystrobin használata során olyan enzimek (szuperoxid-dizmutáz, aszkorbát peroxidáz és kataláz) aktivitása nő meg a növényekben, amelyek csökkentik az aszály és az UV sugárzás káros hatásait (Wu és Tiedemann, 2002).

3. Anyag és módszer

3.1. Az 1. kísérleti terület bemutatása

Az 1. kísérletemet a Somogyjád külterületén található 09/28-29 alatti szántóterületeken végeztem (4. ábra). A kísérlet tényleges területe 3,876 ha. A hiteles és reprezentatív eredmény érdekében a tábla szegélyeit levágtam. Továbbá a tábla azon részeit is kihagytam a kísérleti parcellák kialakításánál, amelyeknél a talajviszonyok és környezeti adottságok eltérnek az átlagostól (északi és nyugati kitettségű domboldal, réti öntéstalaj a tábla délnyugati szélén). Igyekeztem sík terepen, homogén körülmények között, azonos feltételeket biztosítani a különböző kezelési módoknak. A táblát 2013 óta használjuk északkelet-délnyugat tájolásban és 2017-ben volt utoljára megosztva a tábla, amikor kétféle növényt vetettünk. A tábla északi felében őszi búzát, míg a déli felében őszi káposztarepcét termesztettünk. Ezután mind a kultúrákban, mind pedig a zöldítésben egy egységként kezeltük a táblát. A megelőző években kukoricát, búzát és napraforgó növényeket vetettünk a területre.

4. ábra Az 1. számú kísérleti helyszín bemutatása
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)



Az őszi búza vetésére 2022. 10. 24-én került sor, egy Horsch Pronto 6 DC vetőgéppel. A választott fajtánk a KWS Modern, amelyet már régóta termesztünk. Az elővetemény kukorica volt és az aratást követően a forgatásosos alpművelés mellett döntöttünk. A szántás elmunkálását és a magágykészítést ásóboronával végeztük. Ezt követően 150 kg 6:26:30-as NPK műtrágyát juttattunk a területre. A vetésmélységet megfelelő nedvességi állapot mellett 3-4 cm közé állítottuk be, a jó bokrosodás reményében. A kelés a vetést követő 9-10. napon vette kezdetét és a 14. napra 90%-ban „szögben álltak” a növényegyedek.

A tavaszi munkák a fejtrágyázással vették kezdetét 2023. 02. 24-én, amikor 170 liter/ha 30%-os Nitrosol oldatot (66,3 kg nitrogén hatóanyagot) juttattunk a területre. A következő művelet szintén egy fejtrágyázás volt 2024. 03. 30-án. Ekkor ismét 30% nitrogéntartalmú Nitrosolt juttattunk ki, hektáronként 140 liter mértékben (54,6 kg nitrogén hatóanyag).

A vetés pillanatától kezdve több szemrevételezést tettem, amelyek során a gyomok, kártevők és kórokozók jelenlétét és károsításuk mértékét vizsgáltam, már az őszi és téli hónapokban is. A relatív késői vetésnek köszönhetően a szeptóriás levélbetegség és lisztharmat fertőzés nem jelent meg a táblán. A téli időszakban sem jelent meg kórokozó számottevő mértékben. Április közepe környékén megjelent és fokozatosan terjedt a határban a sárga- és vörösszrozsda (*Puccinia striiformis*, *Puccinia recondita*), szinte minden búzatáblán megfigyelhető volt a térségben. Ekkor hűvös, csapadékos, párás idő uralkodott térségünkben, amely kedvezett a kórokozók fennmaradásának és azok gyors terjedésének. Április 20-a körül a fertőzés még elszórt góccokban volt felfedezhető egy-két egyedet érintve. Április 25-én azonban már a kisebb gócból 0,5-1 négyzetméteres barnássárga foltok alakultak ki és a tábla egészen szétterjedt a betegség, 2-3 folt/100 négyzetméteres intenzitással (5-6. ábra).

5. ábra A vöröszrozda (*Puccinia recondita*) gócszerű megjelenése
(Forrás: Saját fotó, 2023)



6. ábra A vöröszrozda uredotelepei a levélen
(Forrás: Saját fotó, 2023)



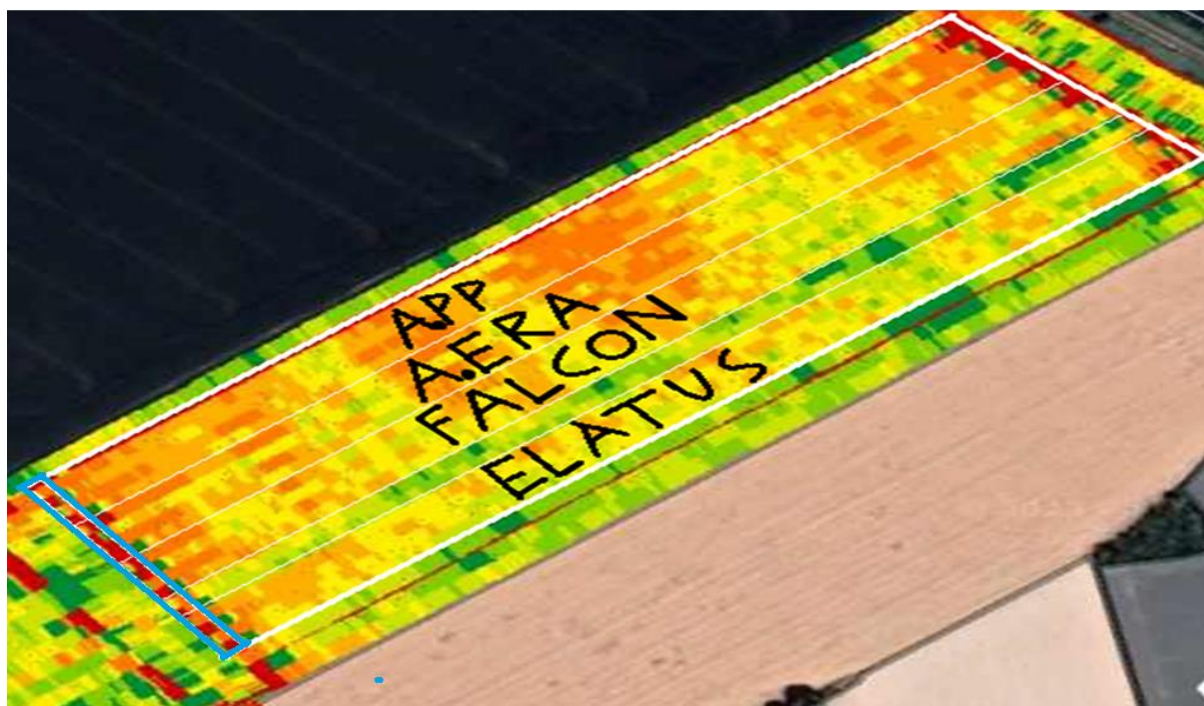
Így fungicides kezelés mellett döntöttünk és 04. 28-án négyféle szerkombinációval végeztünk gombaölőszeres kezelést a táblaszegélyek kihagyásával. A négy termék a következő volt:

Amistar Prime Pack (Amistar 250 SC + Tern 750 EC), Amistar Era (Amistar 250 SC + Era 300 EC), Falcon Pro, Elatus Era (7. ábra). Az első kezelés főként a rozsdabetegségek ellen irányultak (8. ábra). A kijuttatott mennyiségek a 1. táblázatban láthatók.

7. ábra A négy alapkezelés során felhasznált készítmény, (balról jobbra a felhasználás sorrendjében 1/a - 4/b)
(Forrás: Saját fotó, 2023)



8. ábra Az 1. számú kísérleti helyszín alapkezeléseinek bemutatása
(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)



Jelmagyarázat: A.PP = Amistar Prime Pack; A. ERA = Amistar Era; Falcon = Falcon Pro; Elatus = Elatus Era; fehér vonal a kísérletet szegélyezi; kék vonal a kontroll területet szegélyezi

A négy alapkezelést 3,876 hektáron végeztük megközelítőleg 1-1 hektáros parcellákon (8. ábra). Az északkeleti oldalon a kezelések túlnyúltak az adott parcellán, mivel ezen a felén volt a tábla forgója is egyben, ezért a betakarításkor szélesebb szegélyt biztosítottunk a táblaszegély hatása és a fordulásból fakadó heterogén szórás kép eltérések elkerülése érdekében. A délnyugati oldalon pedig a kontroll terület határolta a parcellákat. A kijuttatott mennyiségek a 1. táblázatban olvashatók.

A 1. számú kontroll területet a tábla délnyugati részén alakítottam ki a parcellák végében, keresztben. Az 1. számú kontroll terület azt jelenti a vizsgálatomban, hogy csupán egyszer volt kezelve az adott készítménnyel (Elatius Era, Ascra Xpro), a kalászhányás idején. Ez a csík csupán hat méteres sáv volt közvetlenül a parcellák mögött és arra figyeltem, hogy inkább túlnyúljon a terület szélességén a szegély irányába. A területet kék vonal szegélyezi a 8. ábrán. A terméseredményekben ez az 1. számú kontroll szerepel.

9. ábra Az 1. számú kontroll terület sérült növényzete
(Forrás: Saját fotó, 2023)



A 2. számú kontrollt a tábla déli részén alakítottam ki a parcellák mellett mintegy 100 m hosszúságban. A 2. számú kontroll lényege az, hogy a lombvédelmeket egy héttel később végeztem el, mint a parcellákon, azt vizsgálva, hogy hatásos-e a készítmény a kórokozó

fejlettebb állapotában, valamint képes-e regenerálódni a növény. A kezelt és a kontroll parcellák közötti különbség a 10. ábrán látható. A fotót az első gombaölőszeres kijuttatás után készítettem, amikor még a 2. számú kontrollnál nem végeztem védekezést. A kontrollnál jól láthatók a rozsda okozta barnuló levelek. Amíg a kezelt résznél már ekkor látható az 5-6 napos kezelés zöldítő és regeneráló hatása. A 9. ábrán az 2. számú kontroll látható, amely már a zászlós levél kiterülésekor készült. A későn érkezett alapkezelés miatt a rozsda kártétele jelentősebb volt és jóval később tudott regenerálódni a növény, amely a zöld pigmentáltságon is jelentős mértékben megmutatkozott.

10. ábra A kezelt és az 1 héttel később végzett kezelés, mint kontroll
(Forrás: Saját fotó, 2023)



A második fungicides kezelést 05. 08-án végeztük (11. ábra). Ekkor kétféle szert juttatunk ki a kultúrnövényünkre az Elatus Erat és az Ascra Xprot, amely a 12. ábrán látható. Az első kezelést követően a rozsdabetegségeket sikerült nagymértékben visszaszorítani, és a leveleiken okozott sebek is regenerálódni kezdtek. Az időjárás még ekkor is kedvezett számos gabonát károsító kórokozó számára, továbbá a gombakártétel kiújulásának lehetősége is fennállt, hiszen nagyon gyors sporuláció jellemzi ezen fajokat, ezért a kis túlélési esély esetén is nagyon gyorsan

képesek járványt, epidémiát előidézni. Tehát a készítmények regeneráló hatásai és a további fertőzés kialakulása elleni védekezés céljából döntöttünk a második kezelés viszonylag gyors kijuttatásáról az első kezelést követően. A készítmények hatékonyságát a 13. és a 15. ábra szemlélteti. A kezelés időpontjának megválasztásában fontos szempont volt továbbá a kultúrnövény állapota, amelynél ekkor jelent meg a zászlóslevél és annak védelme elsődleges fontosságú. A kezelést követő tizedik napon a növényállomány egészségi állapotát a 13. ábrán vizsgálhatjuk.

11. ábra A zászlóslevél védelme
(Forrás: Saját fotó, 2023)



A második kezeléseket az először kijuttatott parcellákat megfelelően juttattuk ki, amely azt jelenti, hogy az eredetileg kialakított négy terület mindegyikén kétféle beavatkozást végeztünk. Így mindösszesen már 8 különböző parcellát és szerkombináció foglalt magában a kísérlet. A kijuttatott szerek dózisait a 1. táblázat tartalmazza.

12. ábra A zászlóslévé védelme, második kezelés (Elatus Era; Ascra Xpro)
(Forrás: Saját fotó, 2023)



13. ábra Az Ascra Xpro és Elatus Era termékek hatása
(Forrás: Saját fotó, 2023)



A harmadik és egyben utolsó kezelést 06. 06-án végeztük (14. ábra). Ennek a kezelésnek a lényege a kalászávédelem, elsősorban a fuzáriózisz elleni prevenció. A második kezelés során alkalmazott két készítmény, amik a négy alapkezelt parcellát megfelezték, az Elatus Era és Ascra Xpro szerkombinációk két különböző növényvédőszer-gyártó cég által forgalmazott termékek. Így a befejező kezelésnél a két forgalmazó által biztosított termékvonalat kívántam

megtartani és tovább vinni, ezért a Syngenta-s vonalon a Magnellot alkalmaztuk, míg a Bayer Crop Science által forgalmazott készítmény az Input volt. Az 1. számú kontroll kalászeit a 16. ábra szemlélteti, amely a kalászvédőlemben részesült.

A kezeléseket egy 600 literes 12 méter széles Schriffert típusú permetezővel végeztük. A gombaölő szereket 270 liter/ha-os lémenyiséggel juttattuk ki három bar nyomáson. A kémiai kezeléseknél az AP04110-es fúvókákat alkalmaztuk. A tényleges menetsebesség 7 km/óra volt. A keretet az állomány felett 50-60 cm-es magasságban járatuk, hogy az állomány belsejébe is kellően belekeverje a kijuttatott permetlevet, ugyanakkor a megfelelő fedettség is biztosított legyen. Így a növény alsóbb leveleihez is képes eljutni a növényvédő szer, továbbá az elsodródás csökkentésében is nagyon fontos szerepet tölt be.

14. ábra Kalászvédőlemben
(Forrás: Saját fotó, 2023)



15. ábra Az Ascra Xpro és az Elatus Era készítmények szeneszcenciát elnyújtó képessége
(Forrás: Saját fotó, 2023. 06. 25.)



16. ábra A betakarítás
(Forrás: Saját fotó, 2023)



Az 1. számú kontroll terület betakarítása a szegély betakarítása után közvetlenül következett.

1. táblázat A felhasznált készítmények hatóanyagai és kijuttatási dózisa a kezelések sorrendjében

(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

Kísérleti parcella sorszáma	Kísérleti parcella területe (ha)	1. kezelés (Termék)	Hatóanyag	Dózis (l/ha)	2. kezelés (Termék)	Hatóanyag	Dózis (l/ha)	3. kezelés (Termék)	Hatóanyag	Dózis (l/ha)
1./a	0,474	Amistar Prime Pack	250 g/l azoxistrobin	Amistar: 1 l/ha, Tern: 0,75 l/ha	Elatus Era	75 g/l benzovindiflupir 150 g/l protiokonazol	1 l/ha	Magnello	100 g/l difenokonazol 250 g/l tebukonazol	1 l/ha
1./b	0,477		750 g/l fenpropidin		Ascra Xpro	130 g/l protiokonazol 65 g/l bixafen 65 g/l fluopiram	1,25 l/ha	Input	160 g/l protiokonazol 300 g/l spiroxamin	1,25 l/ha
2./a	0,48	Amistar Era	250 g/l azoxistrobin	Amistar: 1 l/ha Era: 0,5 l/ha	Elatus Era	75 g/l benzovindiflupir 150 g/l protiokonazol	1 l/ha	Magnello	100 g/l difenokonazol 250 g/l tebukonazol	1 l/ha
2./b	0,483		300 g/l protiokonazol		Ascra Xpro	130 g/l protiokonazol 65 g/l bixafen 65 g/l fluopiram	1,25 l/ha	Input	160 g/l protiokonazol 300 g/l spiroxamin	1,25 l/ha
3./a	0,486	Falcon Pro	53 g/l protiokonazol	Falcon Pro: 1 l/ha	Elatus Era	75 g/l benzovindiflupir 150 g/l protiokonazol	1 l/ha	Magnello	100 g/l difenokonazol 250 g/l tebukonazol	1 l/ha
3./b	0,489		224 g/l spiroxamin 148 g/l tebukonazol		Ascra Xpro	130 g/l protiokonazol 65 g/l bixafen 65 g/l fluopiram	1,25 l/ha	Input	160 g/l protiokonazol 300 g/l spiroxamin	1,25 l/ha
4./a	0,492	Elatus Era	75 g/l benzovindiflupir	Elatus Era: 1 l/ha	Elatus Era	75 g/l benzovindiflupir 150 g/l protiokonazol	1 l/ha	Magnello	100 g/l difenokonazol 250 g/l tebukonazol	1 l/ha
4./b	0,495		150 g/l protiokonazol		Ascra Xpro	130 g/l protiokonazol 65 g/l bixafen 65 g/l fluopiram	1,25 l/ha	Input	160 g/l protiokonazol 300 g/l spiroxamin	1,25 l/ha

A betakarításra 07. 19-én került sor az 1. kísérlet esetén. A munkát egy New Holland Cr. 8.9 típusú arató cséplőgép végezte. A kombájnnal 7,5 méteres vágóasztallal rendelkezett, míg a kísérlet parcellái 12 méter szélesek voltak, ezért az aratást a műholdas vezérlés segítségével oldottuk meg. A tábla szegélyeivel kezdtük a betakarítást. A tábla egészen 12 művelőút volt, de a kísérletem csupán nyolc parcellát foglalt el. Északi oldalon egy művelőút szegélyezte, míg

a kísérlet 7. parcelláján egy kényszer kihagyás volt, továbbá déli oldalon két művelőút vette körül a kijelölt parcellákat. Az egyeneseket ezeken a területeken vettük fel a műhold segítségével és 1,5 méterrel elcsúsztattuk a nyomvonalakat, hogy csak hat métert arasson a gép oda és vissza, így oldva meg a 12 métert. A területileg nagy szegély lehetőséget biztosított arra, hogy kétszer is kalibrálni tudjuk a kombájnt, mivel a termésmennyiség mérést is a kombájn segítségével oldottuk meg. A szállítójárműveken három parcella termése kényelmesen elfért, így három parcellánként ellenőriztük a kombájn által mért tömeget és az eltérés kisebb volt, mint 1%. Továbbá mind a három visszamérésnél, ellenőrzésnél egy irányban mutatkozott eltérés. A 16. ábra mutatja be a betakarítás menetét.

3.2. A 2. kísérleti terület bemutatása

A másik gombaölőszeres kezelést a Várda 02/34 hrsz.-ú szántó területen végeztem három parcellán. A területen szintén KWS Modern fajtát vetettünk és ugyanúgy kukorica elővetemény után. A vetés időpontja azonban ennél a táblánál 2022. 10. 31-re tolódott. A tápanyagutánpótlásban a kijuttatás mértéke és időpontja megegyezik a másik helyszínen leírtakkal. A tematika annyiban különbözött az első kísérlettől, hogy ezen a helyszínen az első és a harmadik kezelést ugyanazon készítményekkel végeztem mind a három parcellán. Az első kezelést az Amistar Prime Pack csomaggal, míg a kalászvédelmet (harmadik kezelés) a Magnelloval végeztem. Az Amistar 250 SC fungicidet 1 l/ha-os dózisban, valamint vele egy tankkeverékben a 0,75 liter Tern 750 EC-t juttattam ki hektáronként. A Magnellot pedig szintén 1 l/ha-os dózissal használtam. A kialakított parcellákat a 17. ábra szemlélteti.

17. ábra A 2. számú kísérleti helyszín bemutatása, piros vonallal jelezve a parcellákat
(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)



A 2. számú helyszínen csupán a második kezelésnél volt eltérés a három parcellán. A második kezelés az északi oldalon a Falcon Pro készítménnyel, a középsőn az Elatus Era-val, míg a déli oldalon az Ascra Xpro-val végeztem. A Falcon Pro-t és az Elatus Era-t 1 l/ha-os dózissal alkalmaztam, míg az Ascra Xpro-ból 1,3 litert juttattam ki hektáronként. A kezelések időpontja szintén egybeesik az 1. számú kísérleti helyszínen végzett alkalmakkal. A betakarítást és a termésmennyiség mérését szintén a kombájn által mért tömegértékekre alapoztuk. A betakarítás ezen a helyszínen egy nappal később történt, de a kalibrálást itt is el tudtuk végezni, mivel szegélyt kellő mértékben biztosítottunk és a telephely is a tábla szomszédságában volt, ahol a pótkocsik mérése történt.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Az 1. számú kísérleti helyszín eredményei

A kísérletem terméseredményeit a 2. táblázata és a 18. ábra diagrammja szemlélteti. A terméseredményekből ki szeretném emelni, hogy az alapkezelések között a legjobb eredményt az Elatus Era produkálta. Ebben az alapkezelési módban viszont a továbbiakban a Bayer által forgalmazott termékek esetében bizonyult magasabbnak a termésátlag. Messze a legmagasabb eredményt az Elatus Era + Ascra Xpro + Input szolgáltatva 9,244 t/ha-os eredménnyel. A második kezelést követően ez a sáv a szemrevételezés során már kiemelkedett a többi közül, széles és hosszú zászlóslevelével, amely az érés során is a legtovább őrizte meg fotoszintetikus aktivitását. A szenescencia elnyújtása látványos volt és a meleg időben sem szenvedtek a növények. A növények habitusa és vigora meghaladta a többi parcelláét és még a kalászsínt magassága is nagyobb volt, mint amit a versenytárs termékeknél tapasztalhattunk, tehát az egyedek ki tudtak teljesedni.

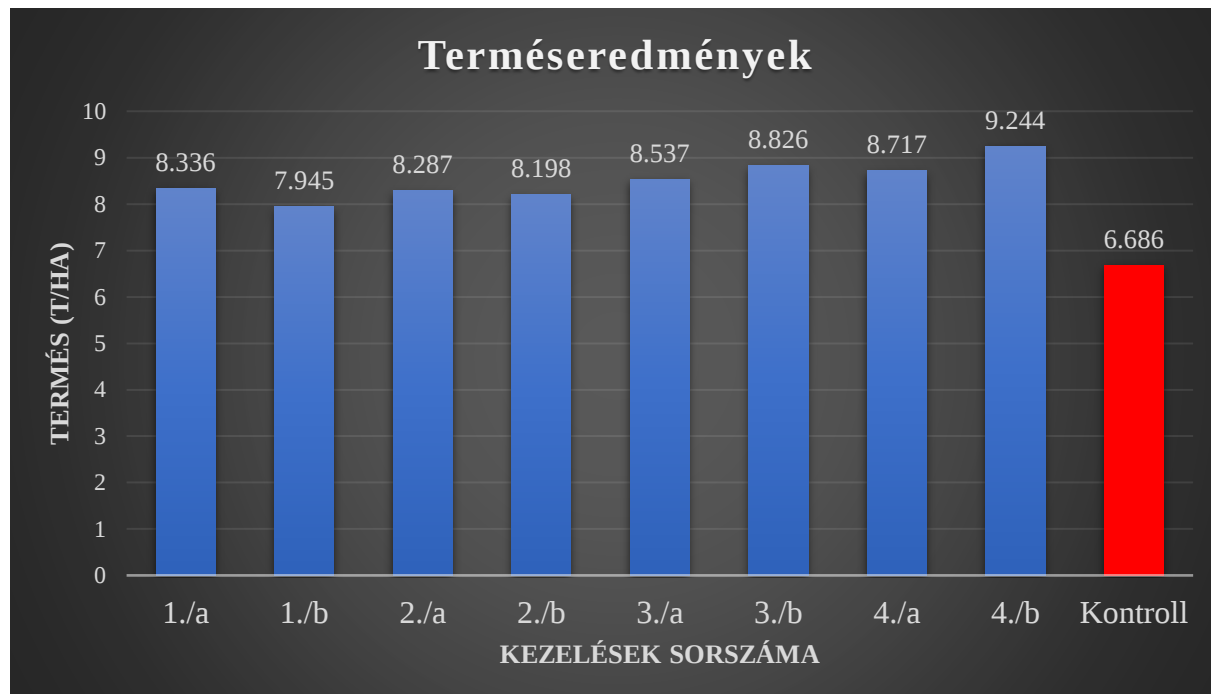
2. táblázat A betakarítás végeredményei, a kísérleti parcellák és kezelésmódjuk szerint
(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

Kísérleti parcella sorszám	Kísérleti parcella területe (ha)	1. kezelés (Termék)	2. kezelés (Termék)	3. kezelés (Termék)	Termés eredmények (t/ha)
1./a	0,474	Amistar Prime Pack	Elatus Era	Magnello	Átl.hozam, szár.  8.336 ton/Ha
1./b	0,477		Ascra Xpro	Input	Átl.hozam, szár.  7.945 ton/Ha
2./a	0,48	Amistar Era	Elatus Era	Magnello	Átl.hozam, szár.  8.287 ton/Ha
2./b	0,483		Ascra Xpro	Input	Átl.hozam, szár.  8.198 ton/Ha
3./a	0,486	Falcon Pro	Elatus Era	Magnello	Átl.hozam, szár.  8.537 ton/Ha
3./b	0,489		Ascra Xpro	Input	Átl.hozam, szár.  8.826 ton/Ha
4./a	0,492	Elatus Era	Elatus Era	Magnello	Átl.hozam, szár.  8.717 ton/Ha
4./b	0,495		Ascra Xpro	Input	Átl.hozam, szár.  9.244 ton/Ha

Ebben az alapkezelési módban az Elatus Era kétszeri kijuttatása és a Magnelloval folytatott kalászhvédelem szintén impozáns termésszintet eredményezett, amely 8,717 t/ha-os szintet ért el. Természetesen a kétszeri kezelés alkalmazása felveti a rezisztencia kockázatának kialakulását, ezért talán tisztességesebb lett volna a két szert rotációban alkalmazni és felcserélve kijuttatni az Ascra Xpro készítménnyel, de a 2. számú kísérleti parcella eredményei megmutatják az általam használt két „csúcs” készítmény közötti különbséget a tavalyi időjárási és a gazdaságunkban biztosított termesztési körülményekben.

Az alapkezelések közül a második legjobb hatékonyságot a hazánkban igen közkedvelt Falcon Pro termékkel értük el. Mind a két további termékvonal esetén meghaladta a termésszint az azoxystrobin alapú készítmények eredményeit. Sőt mi több a Bayer-es vonalon (Ascra Xpro + Input) a 8,826 t/ha-os termés a második helyezést érte el a nyolc parcella vonatkozásában. Ebben a sávban is kedvező összképet mutatott az állomány és az alapkezelés során a rozsdák és szeptória elleni védekezés sikeresnek bizonyult. A sérült növényi részek regenerációja is kellően gyors és mélyreható volt.

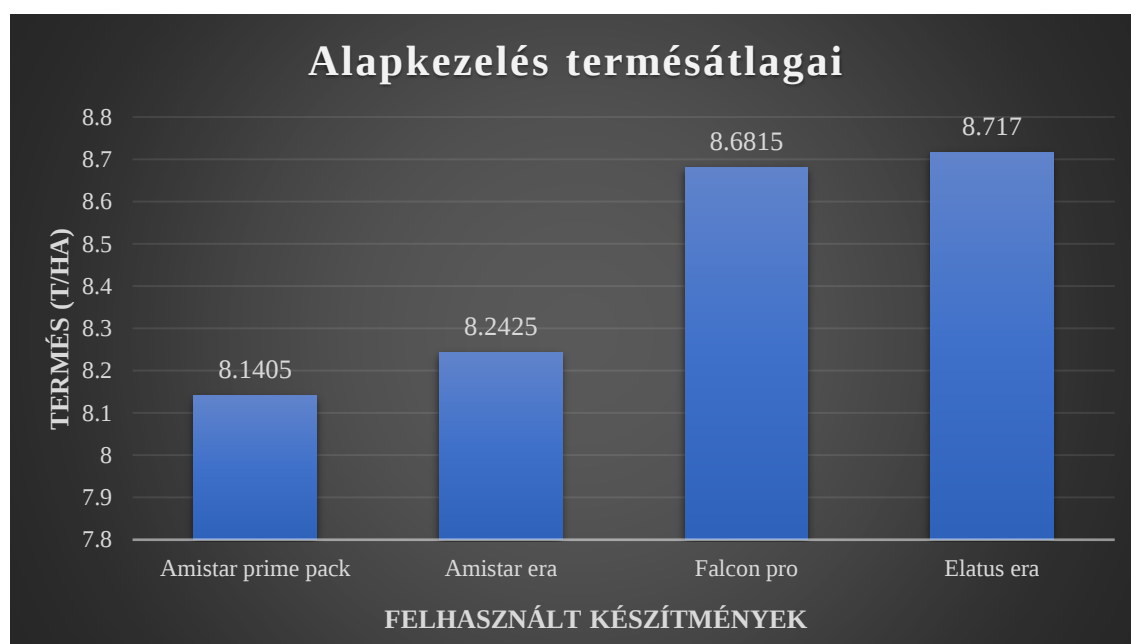
18. ábra A terméseredmények szemléltetése (t/ha)
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)



A két Amistar alapú készítmény alul maradt az általam használt másik két készítménnyel szemben termésszintet tekintve, de a rozsdá és egyéb korai levélbetegség vonatkozásában hatékonynak bizonyultak és a regeneráció is sikeres volt. Érdekeség, hogy ezeknél az

alapkezeléseknél az Elatus Era és a Magnello felülmúlta az Ascra Xpro és Input készítményeinek hatását és a kísérlet legrosszabb eredményét is a Bayer által forgalmazott készítmények érték el. Alapkezeléseket összesítve elmondható, hogy a strobilurin készítmények nem bizonyultak olyan hatékonyak, mint az SDHI készítmény, de még a két DMI hatóanyagot és spiroxamint tartalmazó Falcon Pro szintjétől is messze elmaradtak. Természetesen ez a megállapítás a tavalyi esztendőre érvényes az adott termesztési körülmények között, így nem szabad szélsőséges következtetéseket levonni, főként a 2. számú kísérleti helyszín eredményei tükrében, amely a következő fejezetben kerül bemutatásra. A 19. ábrán feltüntetett négy alapkezelési mód között jól kirajzolódnak a különbségek, de a további kezelések tükrében itt is lehetnek eltérések.

19. ábra Az alapkezelési módok terméseredményei (t/ha)
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)



Az alapkezelés eredményei a 18. ábrán feltüntetett kontroll részben elért termésszint eredmény tükrében jutnak igazán nagy jelentőséghez, hiszen a 6,686 t/ha-os terméseredményhez viszonyítva megkérdőjelezhetetlen a sikerességük és rentabilitásuk. Bár a dolgozatomban nem taglalom a különböző szerek közgazdasági megítélését a számokból egyértelműen kivehetők a készítmények hozzáadott értékei, azon túl, hogy biztonságot jelentenek a termelő számára.

Az Ascra Xpro és Elatus Era termékek biztosították a zászlóslevél védelmét, amely igazán kardinális növényvédelmi feladat a búzatermesztés során. Az első két helyezést a nyolc kísérleti helyszín vonatkozásában az Ascra Xproval kezelt területek érték el. Azonban a két Amistar

alapkezelési módnál az Elatus Era felülmúlta versenytársát, bár itt alacsonyabb termésszintek vonatkozásában sikerült elérni ezt az eredményt, de nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy az Elatus Era jobban kiegészítette a strobilurin készítményeket. Összességében elmondható, hogy mind a két „csúcs” termék használata sikeres volt, amely a 20. ábrán látható. Az összesített átlagot tekintve csupán 84 kg-mal teljesített jobban a Bayer Crop Science Ascra Xpro terméke (20. ábra).

20. ábra A zászlós levél védelemben felhasznált Ascra Xpro és Elatus Era parcellánként elért eredmények átlagai

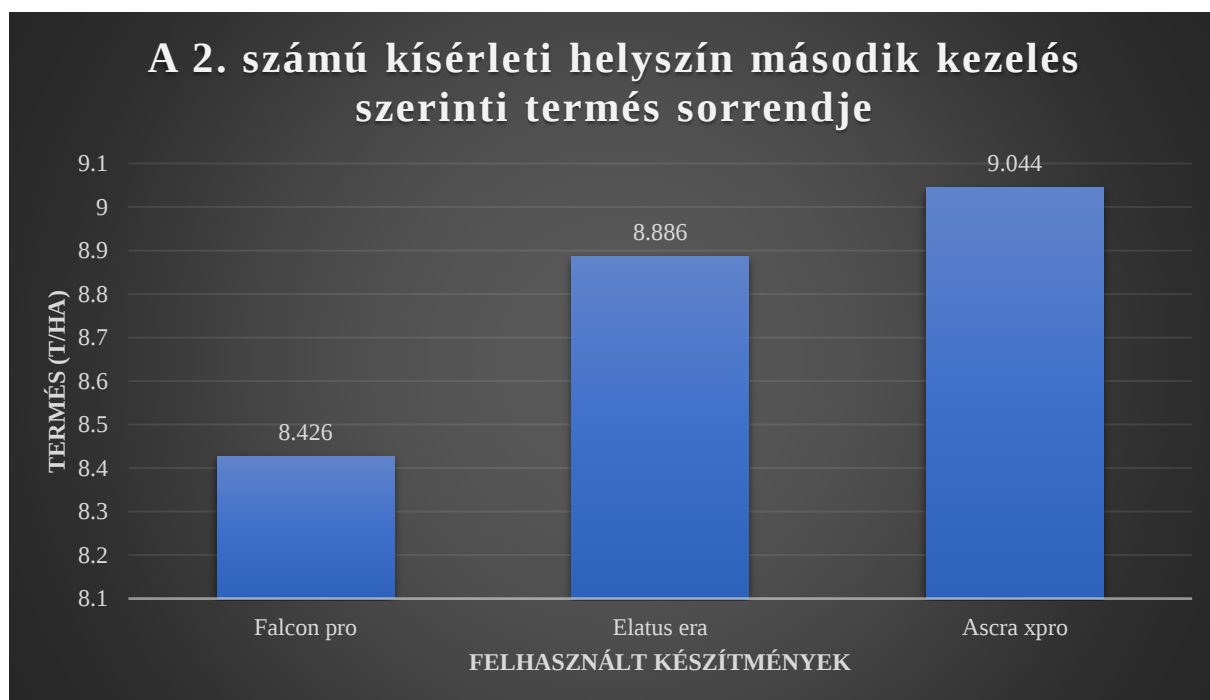
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)



4.2. A 2. számú kísérleti eredmény bemutatása

A korábbiakban leírtak szerint ezen a helyszínen csupán csak a második kezelési módban volt különbség, ezért az itt tapasztalt eredmény a zászlóslevélre irányuló kezelés közötti különbségeket mutatja be igazán. Az 1. számú kísérleti helyszín vizsgálat tükrében meglepő, hogy ezen a helyszínen az Amistarral párosítva az Ascra Xpro készítmény felülmúlta az Elatus Era teljesítményét, de nem számottevő a különbség. A Falcon Pro készítmény teljesítménye marad el kismértékben a készítménytársaitól, de a régiót és szomszéd tábla búzatermés eredményeit figyelembe véve, még ez a 8,426 t/ha-os eredmény is kimagaslónak mondható (21. ábra).

21. ábra A 2. számú kísérleti helyszín terméseredményei (t/ha)
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)



Az Ascra Xpro és Elatus Era-val kezelt parcellák állományán észrevehető volt a kimagasló hatékonyságuk a Falcon Pro termékhez viszonyítva. A növények élettevékenysége nagymértékben megnövekedett és a zászlós levél a szemek teljes éréséig megőrizték zöld pigmentáltságukat. Az alsóbb levélszintek is épségben végezték fotoszintetikus tevékenységüket. Bár ezen a táblán a jobb adottságok miatt alkalmaztuk a szárcsökkentő készítményt, még így is sikerült egy robosztus, tetszetős búzaállományt előidézni a két készítménynek.

A Falcon Pro állománya is egészséges volt, de a szenescenciát nem sikerült oly mértékben elnyújtania, mint versenytársai esetén.

4.3. Ezermagtömeg vizsgálat, mint a termésképzés egyik alappillére

Az általunk termesztett KWS Modern fajta termésfelépítésében a három fő paraméter közül az ezermagtömeg a leghangsúlyosabb, az egységnyi területre jutó kalászszaám és a kalászokon fejlődő szemek száma mellett. Ennek a három tényezőnek a szorzata határozza meg a termést. A KWS Modern közép-kései őszibúza és 46-56 grammos ezermagtömeget hordoz magában a fajtavonala. Ezt a genetikai potenciált akkor tudjuk hatékonyan kihasználni, amennyiben biztosítjuk számára a megfelelő életfeltételeket, a szükséges tápanyagot, a kellő talajlazultságot és a sikeres növényvédelmet. A levélvédelem és a szenescencia elnyújtása nagymértékben meghatározza a termést, mivel növeli a szén-dioxid megkötést. Ezáltal az asszimilátum-képzés megnő, amely a termésbe épül szénhidrátok formájában összpontosul.

A vizsgálatom során 500 szemet számoltam le az adott kezelési módokból vett mintából (22. ábra) és mértem meg tömegüket, amelynek értékét megduplázva megkapjuk az egyik termésfelépítésben fontos szerepet játszó paramétert, az ezerszemtömeget.

22. ábra A termés során gyűjtött minták
(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)



A vizsgálat során a kezelt parcellák között minimális volt az eltérés és mindegyik parcella elérte az 50 grammos értéket. A mért eredmények összhangban vannak a terméseredményekkel és a legjobb eredményt az Elatus Era és az Ascra Xpro készítményei érték el 54 grammos tömeggel (23. ábra). A Falcon Pro alapkezelés 52 grammos eredményt hozott, míg az Amistar készítmények 50 grammos eredményt értek el.

23. ábra Az Ascra Xpro és az Elatus Era parcelláin fejlődő szemek ezerszemtömege
(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)



24. ábra Az egy kezelésben részesülő kontroll 500 búzaszemének tömege
(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)



Ezt a vizsgálatot a második kezelésben részesülő 1. számú kontroll terület mintájával is elvégeztem. Már a szemek számolása során is szembetűnő mértékű volt a töppedt, aszott és ki nem teljesedő szemek aránya. Nagyságrendileg 30-40%-ban tartalmaztak ilyen magokat és a kerekdedek is kisebb méretűnek tűntek. A kapott eredmény markánsan alul marad a kezelt részekétől, ugyanis csupán 40 grammos értékig jutott ez a fajta termesztési mód, amely kimaradt a korai lombvédelemből és a kalászhvédelemből egyaránt (24.ábra). Ez az érték tükrözi az elért terméseredményt.

A 25. és a 26. ábrák között fellelhető méretbeli különbség jól szemlélteti a gombaölőszeres kezelések termésre gyakorolt pozitív hatását. A 25. ábrán szépen kitelt szemek láthatók, amelyek tükrözik a búza fajtaleírásában olvashatókat. Ennek szöges ellentétét mutatja a 26. ábra, ahol 30-40 %-ban láthatók a jóval kisebb magok.

25. ábra A kezelt parcellák kitelt búzaszemei
(Forrás: Saját fotó, 2023)



26. ábra Az 1. számú kontroll terület magtermése
(Forrás: Saját fotó, 2023)



5. Következtetések és javaslatok

A búzanövényeket vetéstől egészen a betakarításig nagyon sok veszteség érheti, mind időjárás mind pedig a vele nagyon szoros kapcsolatban lévő károsítók miatt. A hazai klimatikus viszonyok sokszínűsége kedvező életfeltételeket biztosít számos búzakórokozó gombafaj számára, amelyek rendszerint meg is jelennek az állományokon. A búza termesztési periódusában jellemző a nyirkos, csapadékos, páradús környezet, amelyet részletekben szakítanak meg a szárazabb intervallumok és a kettő szélsőség között sok esetben nincs átmenet. Ez a hektikusság az egész tenyészidőszakra jellemző és a 10-20 napos időjárási szakaszok elegendő időt biztosítanak a gomba fertőzéséhez és sikeres terjedéséhez.

A gombás fertőzések ráadásul más és más életfeltételeket igényelnek hőmérséklet, csapadék, harmat és páratartalom tekintetében. Egy búzatermesztési periódusban szinte tényként lehet kezelni, hogy minden kórokozó számára biztosított legalább egy-két kedvező időszak, ezért már csak a termesztett fajta fogékonysága és a fertőző gombaegyed jelenléte szükséges a kultúrnövényen való megtelepedéséhez és felszaporodásához. Ennek a ténynek a tudatában fontos a vetésforgóban való gondolkodás és figyelembe kell venni a szomszéd táblákban termesztett növényeket, esetlegesen vizsgálni az előző évben itt fellelhető betegségeket. További fontos teendő ezután a megfelelő fajta kiválasztása az adott tájegységre, térségre és a talajtípusra. A fajták különböző mértékben mutatnak ellenállóságot a különböző kórokozókra, amelyet a vásárlás és vetés előtt figyelembe kell venni a korábbi tapasztalatokra támaszkodva. A talaj ismerete is nélkülözhetetlen szempont, mivel ismernünk kell annak vízháztartását és tápanyagszolgáltató képességét, amelyre alapozhatjuk a tápanyagtervünket. Fontos, hogy harmónikus, kiegyensúlyozott és célzott módon juttassunk tápanyagokat a kultúra számára. Ezen paraméterek elemzése és az alapos terv szigorú betartása sem nyújt biztonságot a kórokozó gombák ellen, csupán egy biztos alapot képez a gazdálkodó számára, hogy a kijuttatandó készítmény és a benne található hatóanyag megfelelő módon tudja kifejteni a hatását.

A kívánt termésszint eléréséhez a jó talajmunka, a többnövényes vetésforgó és a kiegyensúlyozott tápanyagutánpótláson túlmenően a gombaölőszeres kezelések is nagymértékben hozzájárultak. Elmondható, hogy az agrotechnikai megoldások kiegészítették és segítették egymást. A környező táblákon is búzát termesztettek repce és napraforgó elővetemény után. A vetésük előbb történt meg, és a fejlődésükben is mindig előrébb jártak az adott időpillanatban, mint a kísérletben lévő növényállomány. Sűrűbb és tetszetősebb

állományt neveltek, de végül a termésük 7, illetve 8 t/ha lett táblaszinten. Ebből természetesen nem szabad levonni következtetést, hiszen, itt táblaátlagról beszélünk forgóval és minden egyéb szegélyhatást egybevéve, továbbá a fajta és az alkalmazott talajmunkák is eltérnek, de érdekesség, hogy a szemre tetszetősebb búzaállomány nem tudott olyan termésszintet elérni, mint az általam kukorica után vetett őszi búza. A különbséget abban látom, hogy a szemek a kísérletemben jobban ki tudtak fejlődni, amely nagyobb mértékben van hatással a termésszintre, mint az egyedek sűrűsége, hiszen 38-40 g ezerszemtömeget összehasonlítva az 54-56 grammossal 40-50%-os többletet jelent. Míg a kalász-szem szorzat esetén egy 530 kalászszáma és 10-12 kalászemeletes állományt összehasonlítva egy szintén 11-12 emeletes, de 650 kalászszáma állománnyal a különbség csupán 22-25%. Tehát a kettő különbségéből jól kivehető, hogy az ezermagtömeg nagyobb mértékben növeli a termésszint ezen paramétereit, mint amennyit a növényegyedek sűrűségén elveszít. Természetesen ezen számítás elméleti síkú és nem tartalmazza a művelőutak, taposási károk, betakarításkori veszteségeket, de alapjaiban véve ezek a paraméterek adják meg a termésszintet. Az említett paraméterek eléréséhez hozzájárul a fajtának az a speciális tulajdonsága, hogy képes legyen kinevelni ezt a magméretet. Fontos megjegyezni, hogy a konvencionális szántóföldi növénytermesztésben a szemekért termelünk, így ezekből kell kihozni a maximumot.

A növényvédelmi kezelések tervezésekor fontos szempont véleményem szerint, az állomány rendszeres és alapos szemrevételezése és vizsgálata. Nem elegendő csupán a tábla mellől figyelni az állományt és NDVI térképekre hagyatkozni, mivel egyes kórokozók robbanásszerű fertőzést képesek előidézni, amelyre felkészült állapotban lehet csak eredményesen reagálni. Figyelemmel kell kísérni és rendszerszinten összegezni továbbá a rendelkezéseinkre álló időjárási adatokat és esetleges előrejelzéseket. Kardinális fontosságú a páratartalom, hőmérséklet, légmozgás és a levélvízborítottság. Ezeket az információkat már könnyen elérhetjük a modern meteorológiai állomásokból, amelyek sok esetben a gazdálkodási körzetünk közvetlen környezetében lévő reprezentatív adatokat szolgáltatnak. A fizikai méréseket, a szemrevételezést, a hatóanyagok ismeretét és a kórokozókról rendelkezésünkre álló szakmai tudást összesítve kell meghozni a kezelések pontos és precíz kijuttatási tervét. Pontos és precíz kijuttatás alatt értem a cseppméretet, a munkasebességet, keretegyenletességet, szórásképet és az állomány feletti magasságot.

A rajtunk kívül álló környezeti elemek közül fontos kiemelni, hogy a levegő 60%-os páratartalom felett legyen, a levél vízborítottságot kerüljük el, a légmozgás kisebb legyen, mint 4 m/s. A hatóanyagok laborban történő felezési idő fenntartása érdekében ügyelnünk kell, hogy

a várható hőmérséklet 5 C° felett legyen, az engedélyokiratnak megfelelő pH-jú és keménységű legyen a tankkeverék. Ezen felül nagyon fontos a dózis pontos betartása.

6. Összefoglalás

A dolgozatomban célja az volt, hogy bemutassam a gombaölő szerek lényegét és a hatóanyagok között megmutatkozó különbségeket. Véleményem szerint sikeresnek mondható a kísérlet mindegyik készítménye, mert a kontrollhoz viszonyítva markáns a terméshozzászólás, Továbbá a készítmények gombaölő hatása is a leírtak szerint működött, biztosítva ezáltal a zöld asszimiláló levélfelületet. Ezen felül az SDHI készítmények méltó módon fejtették ki hatásukat és szembetűnő volt a növények pozitív reakciója a készítmények hatóanyagainak.

A kísérletemben alkalmazott termékek mindegyikét hatásosnak ítélem meg és a forgalmazó cégek által leírtakat maradéktalanul teljesítették. Az április közepi rozsdafertőzés és kismértékű szeptóriás levélfoltosság ellen mind a 4 alapkezelés sikeres volt. Az SDHI készítmények szenescenciát hosszabbító hatása szépen megmutatkozott. Az ezerszemtömeg ennek megfelelően a KWS Modern fajtaleírásában leírtaknak megfelelően alakult és elérte az 54, néhol még az 56 g/ezerszemtömeget is. A terméskülönbségek az SDHI készítmények javára dőltek el, de a két DMI hatóanyagot tartalmazó Falcon Pro is bizonyította, hogy nem véletlenül közkedvelt hazánkban. A két azoxystrobin-t tartalmazó alapkezelés az 1. számú kísérletemben bár alul maradt az előbb felsorolt két alapkezelési módtól, összességében elmondható róluk, hogy a környező búzaátlagok eredményeit felülmúlták.

Számos gombakórokozó már ősszel vagy kora tavasszal az állományon van és az idő előrehaladtával halad felfele. Ha a korai lombvédelmet és prevenciót nem végezzük el, akkor a későbbiekben sokkal nehezebb lesz az ellenük való védekezés. A látens kárrol nem is beszélve, hiszen már kora tavasszal is von el és használ fel olyan tápanyagot, amelyre a növénynek szüksége lenne a bokrosodási mechanizmusban és a szárba indulás szakaszában. Természetesen a zászlóslevél védelme prioritást élvez minden levélemelet felett és ennek az épségének a megőrzése a legfontosabb szempont, de azért az idősebb levelekről se feledkezzünk meg.

A záró kalászvédelem kapcsán is csak pozitívumokat tudok felsorolni, bár a dolgozatomban inkább a terméseredményre helyeztem a hangsúlyt. Mind a két készítmény (Magnello, Input) kellő mértékben gátolta meg a fuzárium fertőzés kialakulását. A parcellákat járva szinte nem lehetett fertőzött kalászt és kalászcsoportot látni, míg a kontrollban és a környező táblákban látványosan mutatkozott meg a kórokozó.

Összegezve a gombaölőszeres kezelések védelemben betöltött szerepét és a növényre gyakorolt egyéb pozitív hatásait, egyértelművé teszi a gazdálkodók számára, hogy fontos az egynél

többszöri beavatkozás, évjáratától és termesztési módtól függetlenül. Ezt támasztja alá a kontroll, ahol a termés jócskán elmarad a parcellákétól, pedig a második kezelés során az általam használt két „csúcs” terméket biztosítottuk számukra, de ez a védekezés sem volt képes helyettesíteni az időben többszöri, többféle hatóanyagot és hatóanyagcsoportot tartalmazó kezeléseket.

7. Irodalomjegyzék

Agrios, G. N. (2005): Plant Pathology, 5th edn. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier

Ammermann, E., Lorenz, G., Schelberger, K., Wenderoth, B., Sauter H., Rentzea, C. (1992): BAS 490 F – a broad-spectrum fungicide with a new mode of action. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference*. Farnham, UK: British Crop Protection Council. 403–410.

Arseniuk, E., Goral, T. Czembor, H. J. (1993): Reaction of triticale, wheat and rye accessions to graminaceous *Fusarium* spp. infection at the seedling stage and adult plant growth stages. *Euphytica* 70: 175–183

Avenot, F. H., Michailides, T. J. (2010): Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi. *Crop Protection*, 29, 643-651.

Barabás Z., Matuz J. (1983): A levélrozsa és a lisztharmat epidémia, illetve különféle rezisztencia típusok befolyása őszi búza genotípusok termésére. *Növénytermelés*, 32(3): 193-198.

Barnabás B., Jäger K., Fehér A. (2008): The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant Cell Environ* 31: 11–38.

Berdugo, C. A., Steiner, U., Dehne, H. W., Oerke, E. C. (2012): Effect of bixafen on senescence and yield formation of wheat. Institute of Crop Science and Resource Conservation (INRES) – Phytomedicine, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Nussallee 9, 53115 Bonn, Germany.

Bertelsen, J. R., de Neergaard, E., Smedegaard-Petersen, V. (2010): Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence, and yield of winter wheat. *Plant Pathol.* 50: 190–205.

Brown, J. S., Kellock, A. W., Paddick, R. G. (1978): Distribution and dissemination of *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter in relation to the epidemiology of speckled leaf blotch of wheat. *Australian Journal of Agricultural Research* 29, 1139–1145.

Csősz L. (2007): Növénykórtani és rezisztencia vizsgálatok az őszi búza rozsa, lisztharmat és levélfoltosságok kórokozóival.

Debieu, D., Bach, J., Lasseron, A., Malosse, C., Leroux, P. (1998): Effects of sterol biosynthesis inhibitor fungicides in the phytopathogenic fungus, *Nectria haematococca*: ergosterol depletion versus precursor or abnormal sterol accumulation as the mechanism of fungitoxicity. *Pestic Sci* 54: 157–167.

Debieu, D., Bach, J., Arnold, A., Brousset, S., Gredt, M., Taton, M., Rahier, A., Malosse, C., Leroux, P. (2000): Inhibition of ergosterol biosynthesis by morpholine, piperidine, and spiroketalamine fungicides in *Microdochium nivale*: effect on sterol composition and sterol delta (8) - > delta (7) - isomerase activity. *Pestic Biochem Physiol.* 67: 85–94.

Eriksen, L., Munk, L. (2003): The occurrence of *Mycosphaerella graminicola* and its anamorph *Septoria tritici* in winter wheat during the growing season. *European Journal of Plant Pathology.* 109, 253–259.

Eyal, Z., Scharen, A. L., Prescott, J. M., van Ginkel, M. (1987): The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. CIMMYT, Mexico.

Farooq, M., Hussain, M., Siddique, K. H. M. (2014): Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Crit Rev Plant Sci.* 33: 331–349.

Felsenstein, F. G., Jaser B. (2005): Fungizidresistenz bei pilzlichen Getreide pathogenen und Wirksamkeit der vertikalen (qualitativen) Mehlttauresistenz bei Weizen und Gerste. Situationsbericht.

Figueroa, M., Hammond-Kosack, K. E., Solomon, P. S. (2018): A review of wheat diseases a field perspective, Department of Plant Pathology, Stakman-Borlaug Center for Sustainable Plant Health, University of Minnesota, St. Paul, MN 55108, USA *Molecular Plant Pathology* 19 (6), 1523–1536.

Fischl G., Horváth J., Kadlicskó S., Kiss E., Pintér Cs., Bíró K. (1995): A szántóföldi növények betegségei.

Glättli, A., Grote, T., Stammler, G. (2011): SDH-inhibitors: history, biological performance and molecular mode of action.

Godwin, J. R., Anthony, V. M., Clough, J. M., Godfrey, C. R. A. (1992): A novel, broad-spectrum systemic β -methoxyacrylate fungicide. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference.* Farnham, UK: British Crop Protection Council. 435–442.

Habermeyer, J., Gerhard, M., Zinkernagel, V. (1998): The impact of strobilurins on the plant physiology of wheat. *Proceedings of the 7th International Congress of Plant Pathology.* Edinburgh, UK: British Society for Plant Pathology. Abstract no. 5.6.3.

Halama, P. (1996): The occurrence of *Mycosphaerella graminicola*, teleomorph of *Septoria tritici* in France. *Plant Pathology.* 45, 135–138.

Haolin, L., Guang, L., Da-Xia, Z., Xu, L., Guangying, L., Shuangyu, X., Feng, L., Wei, M. (2021): Wheat Root Protection From Cereal Cyst Nematode (*Heterodera avenae*) by Fluopyram Seed Treatment. 105(9):2466-2471. doi: 10.1094/PDIS-08-20-1851-RE. Epub

Holmes, S. J. I., Colhoun, J. (1974): Infection of wheat by *Septoria nodorum* and *S. tritici* in relation to plant age, air temperature and relative humidity. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 63:329-338.

Huber, L., Gillespie, T. J. (1992): Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. *Annu. Rev. Phytopathol.* 30: 553-577.

Jackson, S., Fraser, J., Leader, A., Kemmitt, G., Corrigan, W. (2018): Efficacy of fenpicoxamid for the control of *Zymoseptoria tritici* (wheat leaf blotch). *Proceedings Crop Production in Northern Britain*.

Jagow, von G., Link, T. A. (1986): Use of specific inhibitors on the mitochondrial *bc*₁ complex. *Methods in Enzymology*. 126, 253–271.

Jennings, P., Turner, J. A., Nicholson, P. (2000): Overview of *Fusarium* ear blight in the UK – effect of fungicide treatment on disease control and mycotoxin production. *The British Crop Protection Council. Pests Dis.* 2, 707–712.

Jones, D. R. Bryson, R. J. (1998): Physiological Effects of Strobilurins and Plant Activators in Relation to Yield of Winter Wheat. London, UK: Home Grown Cereals Authority Project Report, no. 164.

Jorgensen, L. N., Hovmoller, M. S., Hansen, J. G., Lassen, P., Clark, B., Bayles, R. (2014): IPM strategies and their dilemmas including an introduction to www.eurowheat.org. *J. Integr. Agric.* 13: 265-281.

Jorgensen, L. N., Matzen, N., Semaskiene, R., Korbas, M., Danielewicz, J., Glazek, M. (2017): Azoles have different strengths and perform diversely across Europe. In: Deising, H. B., Fraaije, B., Mehl, A., Oerke, E. C., Sierotzki, H., Stammler, G. (Eds.)

Jorgensen, L. N., Marten, T. H., Matzen, N., Madsen, H. P., Kristjansen, H. S., Kirkegaard, S., Nielsen, C. A. S., Almskou-Dahlgard, A. (2021): Disease control in wheat, *Applied Crop Protection Publisher: DCA – Danish Centre for Food and Agriculture*.

Kema, G. H. J., Verstappen, E. C. P., Todorova, M., Waalwijk, C. (1996): Successful crosses and molecular tetrad and progeny analyses demonstrate heterothallism in *Mycosphaerella graminicola*. *Current Genetics*. 30, 251–258.

Kerkenaar, A. (1995): Mechanism of action of cyclic amine fungicides: Morpholines and piperidines, in “Modern Selective Fungicides—Properties, Applications, Mechanisms of Action” (H. Lyr, Ed.). Fischer, Jena. 185–204.

Köller, W. (1992): Antifungal agents with target sites in sterol functions and biosynthesis. Pages 119-207 in: *Target Sites of Fungicide Action*. W. Köller, ed. CRC Press, Boca Raton, FL.

Kuznetsov, D., Cazenave, A. B., Rambach, O., Camblin, P., Nina, M., Leipner, J. (2017): Foliar application of benzovindiflupyr shows non-fungicidal effects in wheat plants. Published online in Wiley Online Library: 4 December 2017, (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.4754

Masner, P., Steel, C., Furter, R., Isenring, H. P., Oesterheld, G., Ziegler, H., Zobrist, P. (1992): Novel inhibitors of sterol C-14 demethylase and C-14 reductase/ $\Delta 8 \rightarrow \Delta 7$ - isomerase for cereal disease control. Pestic. Sci. 35, 339.

Masuko, M., Niikawa, M., Kataoka, T., Ichinari, M., Takenaka, H., Hayase, Y., Hayashi, Y., Takeda, R. (1993): Novel antifungal alkoxyiminoacetamide derivatives. Proceedings of the 6th International Congress of Plant Pathology. Montreal, Canada: CNRC, Abstract no. 3.7.16

McMullen, M., Bergstrom, G., De Wolf, E., Dill-Macky, R., Hershman, D., Shaner, G., Van Sanford, D. V. (2012): A unified effort to fight an enemy of wheat and barley: *Fusarium* head blight. Plant Dis. 96: 1712-1728.

Mesterházy Á. (1988): Gabonafélék rezisztenciára nemesítésének kórtani és módszertani alapjai fuzáriózissal szemben. Akadémiai Doktori értekezés, GKI-Szeged.

Mesterházy Á., Bartók T., Lamper, C. (2003): Influence of wheat cultivar, species of *Fusarium*, and isolate aggressiveness on the efficacy of fungicides for control of *Fusarium* head blight. Plant Dis. 87: 1107-1115.

Meyers, E., Arellano, C., Cowger, C. (2019): Sensitivity of the U.S. *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* population to demethylation inhibitor fungicides. Plant Dis. 103: 3108-3116.

Miedaner, T., Flath, K. (2006): Effectiveness and environmental stability of quantitative powdery mildew (*Blumeria graminis*) resistance among winter wheat cultivars. State Plant Breeding Institute, University of Hohenheim, D-70593 Stuttgart, Germany.

Morton, V., Staub, T. (2008): A short history of fungicides. APSnet Feature. <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/Fungicides.aspx>. Accessed 28 March 2019.

Vestergaard, N. F. (2021): Status on emerging resistance to succinate dehydrogenase inhibitors in *Zymoseptoria tritici* in Denmark and Sweden Department of Agrobiologi Aarhus University Denmark.

Nolan, R., Anderson, A., Freije, N., Gary, C., Bergstrom, C., Bradley, A., Cowger, C., Faske, T., Hollier, C., Kleczewski, N., Padgett, G. B., Paul, P., Price, Kiersten A. W. (2020): Sensitivity of *Fusarium graminearum* to metconazole and tebuconazole fungicides before and after widespread use in wheat in the United States. Plant Health Progress, 21: 85–90.

O-mura, S., Shiomi K. (2007): Discovery, chemistry, and chemical biology of microbial products The Kitasato Institute and Graduate School of Infection Control Sciences, Kitasato University, 5-9-1 Shirokane, Minato-ku, Tokyo 108-8641, Japan, Pure Appl. Chem., Vol. 79, No. 4, pp. 581–591.

Parker, S. R., Lovell, D. J. (2001): Quantifying the benefits of seed treatment for foliar disease control. In: Proceedings of the BCPC Symposium. Seed Treatment: Challenges & Opportunities. BCPC, 181–188.

Parry, D. W., Jenkinson, P., McLeod, L. (1995): *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals – a review. *Plant Pathology* 44: 207–238.

Paul, P. A., Lipps, P. E., Hershman, D. E., McMullen, M. P., Draper, M. A., Madden, L. V. (2008): Efficacy of triazole-based fungicides for *Fusarium* head blight and deoxynivalenol control in wheat: A multivariate meta-analysis. *Phytopathology*, 98: 999-1011.

Pearce, W. L., VanSanford, D. A., Hershman, D. E. (1996): Partial resistance to powdery mildew in soft red winter wheat. *Plant Disease* 80 (12): 1359-1362.

Royle, D. J., Butler, D. R. (1986): Epidemiological significance of liquid water in crop canopies and its role in disease forecasting. In: BMS Symposium 11, Water, fungi and plants. P. G. Ayres & L. Boddy, eds. Cambridge University Press. Cambridge. 139-156.

Russell, P. E. (2005): A century of fungicide evolution. *J. Agric. Sci.* 143: 11-25.

Saldago, J. D., Bergstrom, G., Bradley, C., Bowen, K., Byamukama, E., Byrne, A., Collins, A., Cowger, C., Cummings, J., Chapara, V., Chilvers, M. I., DeWolf, E., Dill-Macky, R., Darby, H. M., Esker, P. D., Friskop, A., Halvorson, J., Kleczewski, N., Madden, L. V., Marshall, J., Mehl, H., Nagelkirk, M., Starr, J., Stevens, J., Smith, D., Smith, M., Wegulo, S., Wise, K., Yabwalo, D., Young-Kelly, H. M., Paul, P. A. (2018): Efficacy of Miravis Ace for FHB and DON management across environments and grain market classes: A progress report. in: Natl. *Fusarium Head Blight Forum Proc.*, St. Louis, MO. 40-42.

Samborski, D.J. (1985): Wheat leaf rust. In: Roelfs, A. P., Bushnell, W. R. (Eds). *The cereal rusts*. Vol. II. Academic Press, Orlando. 39-59.

Scalliet, G., Bowler, J., Luksch, T., Kirchhofer-Allan, L., Steinhauer, D., Ward, K., FonnéPfister, R. (2012): Mutagenesis and functional studies with succinate dehydrogenase inhibitors in the wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola*. *PLoS ONE*, 7(4).

Schmidt-Heydt, M., Parra, R., Geisen, R., and Magan, N. (2011): Modelling the relationship between environmental factors, transcriptional genes and deoxynivalenol mycotoxin production by strains of two *Fusarium* species. *Journal of The Royal Society Interface*, 8: 117–126.

Schnabel, G., Jones, A. L. (2001): The 14a-demethylase (CYP51A1) gene is overexpressed in *Venturia inaequalis* strains resistant to myclobutanil. *Phytopathology*, 91: 102-110.

Shirane, N., Masuko, M., Takeda, R. (1994): Effects of SSF-126, a novel alkoxyiminoacetamide blasticide, on mycelial growth and oxygen consumption of *Pyricularia oryzae*. *Plant Pathology*, 44, 636–640.

Sierotzki, H., Scalliet, G. (2013): A Review of Current Knowledge of Resistance Aspects for the Next-Generation Succinate Dehydrogenase Inhibitor Fungicides. *Phytopathology*, 103 (9), 880–887. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-13-0009-RVW>

Stammler, G., Wolf, A., Glaettli, A., Klappach, K. (2015): Fungicide Resistance in Plant Pathogens. Fungicide Resistance in Plant Pathogens, 105–117.

Suffert F., Sache I., Lannou C., (2010): Early stages of septoria tritici blotch epidemics of winter wheat: build-up, overseasoning, and release of primary inoculum. INRA, UMR1290 BIOGER, F-78850 Thiverval Grignon, France.

Surma, M., Kaczmarek, Z., Adamski, T., Chelkowski, J. Wisniewska, H. (2000): The influence of *Fusarium* head blight on phenotypic distribution of barley double haploid population in respect of yield-related traits. Cereal Research Communications, 28: 458–492.

Sutton, J. C. (1982): Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. Can. J. Plant Pathol., 4: 195-209.

Sutton, J. C. (1985): Effectiveness of fungicides for managing foliar diseases and promoting yields of Ontario winter wheat. Phytoprotection. 66, 141–152.

Suty-Heinze, A., Dunkel, R., Krieg, U. Rieck, H. (2011): Bixafen - the new cereal fungicide with yield boosting effects. In: Dehne, H.-W., Deising, H. B., Gisi, U., Kuck, K. H., Russell, P. E. Lyr, H., eds., Modern Fungicides and Antifungal Compounds VI, Proceedings of the 16th International Reinhardtsbrunn Symposium, 25-29 April 2010, Friedrichroda, Germany, Lebenshilfe gGmbH, Braunschweig. 69-74.

Tardieu, F. (2012): Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: just design the right drought scenario. J Exp. Bot. 63: 25–31.

Thies, M-H., Justesen, A. F., Jorgensen L. N. (2017): Anti-resistance strategies for fungicides against wheat pathogen *Zymoseptoria tritici* with focus on DMI fungicides; Aarhus University, Department of Agroecology, Flakkebjerg, Forsøgsvej 1, 4200 Slagelse, Denmark.

Tomerlin, J. R., Eversmeyer, M. G., Kramer, C. L., Browder, L. E. (1983): Temperature and host effects on latent and infectious periods and on urediniospore production of *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*. Phytopathology. 73, 414-419.

Tomlin, C. D. S. (2000): The Pesticide Manual, twelve th ed. British Crop Protection Council, Suffolk, United Kingdom.

Vallavieille-Pope de C., Huber L., Leconte M., and Goyeau H., Comparative Effects of Temperature and Interrupted Wet Periods on Germination, Penetration, and Infection of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* and *P. striiformis* on Wheat Seedlings, First, third, and fourth authors: Laboratoire de Pathologie VCgCtale; and second author: Station de Bioclimatologie, I.N.R.A., 78850 Thiverval-Grignon, France, 1994.

Vaughan, M., Backhouse, D., Del Ponte, E. M. (2016): Climate change impacts on the ecology of *Fusarium graminearum* species complex and susceptibility of wheat to *Fusarium* head blight: a review, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Mycotoxin Prevention and Applied Microbiology Unit, National Center for Agricultural Utilization Research, 1815 North University Street, Peoria, IL 61604 USA.

Vida Gy., Szunics L., Komáromi J., Veisz O. (2007): Búzalisztharmat-kutatások Martonvásáron. Növényvédelem, 43, 231–235.

Wegulo, S. (2012). Factors influencing deoxynivalenol accumulation in small grain cereals. Toxins, 4: 1157–1180.

Wójtowicz, A. (2007): Effect of environmental conditions on the development of disease symptoms caused by *Puccinia recondita* on winter wheat seedlings.

Wong, F. P. Midland, S. L. (2007): Sensitivity distributions of California populations of *Colletotrichum cereale* to the DMI fungicides propiconazole, myclobutanil, tebuconazole and triadimefon. Phytopathology, 93: 874-880.

Wu, Y. X., Von Tiedemann, A. (2002): Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidant enzymes in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) exposed to ozone. Environmental Pollution, 116, 37-47.

Yang, L.; Zhou, Y. L.; Duan, X. Y. (2011): Sensitivity of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* isolates to triadimefon and fenpropidin in China in 2011. Acta Phytopathologica Sinica, 43 (4), 430–434.

Zhang, Z., Huang L., Schulmeister, V. M., Chi, Y. I., Kim, K. K., Hung, L. W., Crofts, A. R., Berry, E. A., Kim, S. H. (1998): Electron transfer by domain movement in cytochrome bc1. Nature (London), 392: 677–684.

Zhuping, Y. (1994): Breeding for resistance to *Fusarium* head blight of wheat in the Mid-to Lower Yangtze River Valley of China. In: Wheat Special Report, CIMMIT, Mexico, No 27. 1–14.

Ziogas, B. N., Markoglou, A. N. (2010): Agricultural pharmacology: biochemistry, physiology, mechanism of action and uses of plant protectants, 2nd edn. Athens. 1–872.

http1: <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenyvedelem-szakcikkek/szeptorias-levefeltossag-egy-regi-uj-betegseg/> (2024)

http2: <https://www.topcropmanager.com/breaking-the-guinness-world-record-for-wheat-yield-232-bu-ac-10441/> (2024)

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra	Septoria tritici (teleomorf: <i>Mycosphaerella graminicola</i>) fertőzési sajátosságai	5
2. ábra	Az ergoszterol bioszintézise és a reduktáz, demetiláz és izomeráz enzimek szerepe és rájuk ható vegyületcsoportok	10
3. ábra	Az SDHI készítmények hatásmechanizmusa	12
4. ábra	Az 1. számú kísérleti helyszín bemutatása	15
5. ábra	A vöröszorsda (<i>Puccinia recondita</i>) gócszerű megjelenése	17
6. ábra	A vöröszorsda uredotelepei a levélen.....	17
7. ábra	A négy alapkezelés során felhasznált készítmény, (balról jobbra a felhasználás sorrendjében 1/a - 4/b).....	18
8. ábra	Az 1. számú kísérleti helyszín alapkezeléseinek bemutatása.....	18
9. ábra	Az 1. számú kontroll terület sérült növényzete	19
10. ábra	A kezelt és az 1 héttel később végzett kezelés, mint kontroll	20
11. ábra	A zászlóslevél védelme	21
12. ábra	A zászlóslevél védelme, második kezelés (Elatus Era; Ascra Xpro).....	22
13. ábra	Az Ascra Xpro és Elatus Era termékek hatása	22
14. ábra	Kalászhvédelem	23
15. ábra	Az Ascra Xpro és az Elatus Era készítmények szeneszscenciát elnyújtó képessége .	24
16. ábra	A betakarítás.....	24
17. ábra	A 2. számú kísérleti helyszín bemutatása, piros vonallal jelezve a parcellákat	27
18. ábra	A terméseredmények szemléltetése (t/ha).....	29
19. ábra	Az alapkezelési módok terméseredményei (t/ha).....	30
20. ábra	A zászlós levél védelemben felhasznált Ascra Xpro és Elatus Era parcellánként elért eredmények átlagai.....	31
21. ábra	A 2. számú kísérleti helyszín terméseredményei (t/ha).....	32
22. ábra	A termés során gyűjtött minták	33
23. ábra	Az Ascra Xpro és az Elatus Era parcelláin fejlődő szemek ezerszemtömege.....	34
24. ábra	Az egy kezelésben részesülő kontroll 500 búzaszemének tömege	34
25. ábra	A kezelt parcellák kitelt búzaszemei	35
26. ábra	Az 1. számú kontroll terület magtermése.....	36
1. táblázat	A felhasznált készítmények hatóanyagai és kijuttatási dózisai a kezelések sorrendjében	25
2. táblázat	A betakarítás végeredményei, a kísérleti parcellák és kezelésmódjuk szerint	28

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Perák Gergő
A Hallgató Neptun kódja: B81L9A
A dolgozat címe: Fungicides kezelések hatékonyságának vizsgálata őszi búza kultúrában
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Növényvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: 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, 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 április hó 28. nap

Perák Gergő
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Perák Gergő (hallgató Neptun azonosítója: B81L9A) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot 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 javaslom¹.

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

Kelt: 2024. év április hó 22. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.