

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

BIRÓ ÁKOS FERENC

MOSONMAGYARÓVÁR

2025

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
ALBERT KÁZMÉR MOSONMAGYARÓVÁRI KAR

WITTMANN ANTAL NÖVÉNY-, ÁLLAT- ÉS
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI
MULTIDISZCIPLINÁRIS DOKTORI ISKOLA

HABERLANDT GOTTLIEB
NÖVÉNYTUDOMÁNYI DOKTORI PROGRAM

A DOKTORI ISKOLA VEZETŐJE:
DR. VARGA LÁSZLÓ DSc
EGYETEMI TANÁR

TÉMAVEZETŐK:

DR. MOLNÁR ZOLTÁN
EGYETEMI DOCENS

DR. KUKORELLI GÁBOR
EGYETEMI ADJUNKTUS

ÚJ FUNGICID HATÓANYAGOK VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE A
CUKORRÉPA LEVÉLRAGYÁJÁT OKOZÓ *CERCOSPORA*
***BETICOLA* SACC. ELLEN MAGYARORSZÁGON**

KÉSZÍTETTE:

BIRÓ ÁKOS FERENC

MOSONMAGYARÓVÁR

2025

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A cukorrépa cercospórási levélagyájának kórokozója, a *Cercospora beticola* Sacc., növényvédelmi vonatkozásban a legkiemelkedőbb szerepet játssza korunk cukorrépa-termesztésének alakulásában. A cukorrépa termesztésének sikeressége nagymértékben függ a cercospórási levélagya elleni védekezés hatékonyságától, az újabb fungicid-hatóanyagok kifejlesztésének gyorsaságától, mivel a rezisztenciaviszonyok is gyorsan változnak.

Ennek az egy betegségnek az epidemikus felszaporodása akár 50%-os termés kiesést is okozhat. A gombaölőszerek használata a cercospórási levélagya (kórokozója: *C. beticola*, Sacc.) elleni védekezés elengedhetetlen és szerves részét képezte és képezi a mai napig, elsősorban a nem-kémiai alternatívák hatékonyságának hiánya miatt. Az elmúlt évtizedekben, az ellene használt hatóanyagok fungicid-hatását folyamatosan rontotta a rezisztens törzsek megjelenése a *C. beticola* populációkban. Különböző hatóanyagcsoportokba sorolt fungicidekkel szembeni rezisztenciáját a Világ számos országában, köztük Magyarországon is leírták már.

A szerző PhD kutatómunkája során célul tűzte ki egy teljesen új hatóanyagcsoportba tartozó (pikolinamidok), gombaölőszerek, mint a fenpikoxamid és a florilpikoxamid hatóanyagok sikeres alkalmazhatóságának vizsgálatát, ezáltal innovatív megoldást teremtve a cukorrépa cercospórási levélagyája elleni védekezés során.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. *Kísérleti helyszínek és a kísérletek kialakítása*

A szerző két év viszonylatában (2020-2021), a cukorrépa cercospórák levélagyája elleni védekezés hatékonyságának vizsgálata érdekében tíz szántóföldi kísérletet végzett Magyarország egyik jelentős cukorrépa-termesztési régiójában. A kísérletek az Észak-Alföld térségében, Jászberény környékén kerültek beállításra, ahol az éghajlati viszonyok és talajadottságok különösen kedvezőek voltak a cercospórák levélagyája fertőzés kialakulásához. A vizsgálatokat az illetékes hatóságok által jóváhagyott, a „Helyes kísérleti gyakorlat” (GEP) előírásainak megfelelően végezte el, biztosítva ezzel az adatok megbízhatóságát, összehasonlíthatóságát, későbbi reprodukálhatóságát.

A kísérleti helyszínek különös figyelemmel lettek kiválasztva, hogy azok tükrözzék a cukorrépa termesztésben tapasztalható valós körülményeket. A kiválasztás során figyelembe vette a talaj típusát, a kórokozó lehetséges előfordulását, valamint a mikroklimatikus tényezőket egyaránt. A területek agyagos, illetve agyagos-vályog talajokon helyezkedtek el, melyeket kiegészítő öntözésben is részesítettek a vegetáció során. Ezek a körülmények optimális feltételeket teremtettek a cukorrépa fejlődéséhez, ezzel együtt lehetővé tették a cercospórák levélagyája fertőzés várható megjelenését és terjedésének megfigyelését is.

A kísérleti elrendezés teljesen véletlenszerű blokk elrendezésben (RCBD), négy ismétlésben történt, amely biztosította a statisztikai elemzések pontosságát. A kísérleti parcellák mérete 16 m² volt, minden parcellán belül a középső két sor lett szemrevételezéssel (bonitálás) értékelve. A

tesztnövényként alkalmazott cukorrépa-fajták a „KWS Smart Belamia”, „KWS Smart Djerba” és „KWS Balaton” voltak, amelyek különböző mértékben voltak fogékonyak a cercospóras levélragsa fertőzésére.

2.2. Alkalmazott növényvédelmi kezelések és kijuttatási módszerek

A szerző a kísérletek során az újonnan kifejlesztett pikolinamid gombaölő szerek hatékonyságát vizsgálta a cercospóras levélragsa ellen. A két új hatóanyagot, a fempikoxamidot és a florilpikoxamidot különböző dózisokban alkalmazta, összehasonlítva azokat önálló, referenciaként használt gombaölő szerekkel. A fempikoxamidot négy dózisban (50, 75, 100, 150 g/ha), a florilpikoxamidot szintén négy különböző dózisban (50, 75, 100, 150 g/ha) juttatta ki.

Ezenkívül kombinációs kezeléseket is alkalmazott, ahol a fempikoxamidot protiokonazollal (60+130, 75+150, 100+200 g/ha), a florilpikoxamidot pedig difenokonazollal (60+60, 75+75, 75+100, 100+100) együtt juttatta ki.

Referencia gombaölő szerként, cukorrépában, az Európai Unióban jelenleg vagy korábban engedélyezett, a triazolok csoportjába tartozó: difenokonazol (100 g/ha), epoxikonazol (125 g/ha) és protiokonazol (150 g/ha) önállóan kijuttatott hatóanyagok lettek bevonva a vizsgálatokba, hogy azok hatékonyságához hasonlítsa az új, pikolinamidok csoportjába tartozó önállóan kijuttatott gombaölő szer hatóanyagokat. A pikolinamid és triazol kombinációkhoz összehasonlító gombaölő szerként, a jelenleg egyik legerősebb, növényvédőszerpiacon elérhető, difenokonazol+fenpropidin (100+375 g/ha) gyári kombinációja lett kiválasztva.

A kezeletlen kontroll parcellák biztosították a kiindulási értékeket.

A gombaölő szereket a növény fenológiai állapotához igazítva két-három alkalommal juttatta ki a vegetációs időszak során. A kijuttatások időpontját a fertőzés első jeleinek megjelenéséhez igazította, hogy a gombaölő szerek időben kifejthessék hatásukat, megakadályozva ezzel a betegség súlyosbodását. 2020-ban a permetezési időpontok június 20., június 28. és augusztus 3. voltak, míg 2021-ben a kezeléseket augusztus 24-én és szeptember 7-én végezte el.

2.3. Mérési módszerek és adatgyűjtés

A kísérletek során számos paramétert rögzített a szerző, hogy pontos képet kapjon a gombaölő szerek hatékonyságáról és a cukorrépa fejlődéséről. A főbb értékelt paraméterek a következők voltak:

- *Betegség tüneteinek gyakorisága:* A fertőzött növények arányát százalékos formában rögzítette minden parcellában, rendszeres megfigyeléseket végezve a növényállományban.
- *Fertőzöttség súlyossága:* A cercospórák levélagya által okozott levélkárosodás mértékét vizuálisan értékelte, összehasonlítva a kezelt és kezeletlen parcellák növényeit.
- *Terméshozam:* Két kísérlet esetében, 2020-ban a betakarítás során minden parcellából lett mérve a cukorrépa gyökértömege.

A szerző a statisztikai elemzésekhez az ARM programot használta. Az adatok kiértékelésére egytényezős varianciaanalízist (ANOVA) alkalmazott, a kezeléseket közötti szignifikáns eltérések meghatározására

pedig a Tukey-féle tesztet használta. Az eredmények megbízhatóságát a négyismétléses kísérleti felépítés és a teljese véletlen blokkelrendezés biztosította.

3. EREDMÉNYEK

3.1. A fertőzés dinamikája és időjárási tényezők szerepe

A szerző által végzett vizsgálatok során megállapítást nyert, hogy a cercospóras levélragsa fertőzöttség mértéke a kezeletlen kontroll parcellákban szignifikáns különbségeket mutatott a két vizsgált évben. 2020-ban a betegség súlyos járványos szintet ért el, míg 2021-ben a fertőzöttség lényegesen kisebb mértékben jelentkezett. Ennek hátterében az időjárási tényezők álltak: 2020-ban a kedvező hőmérsékleti és csapadékviszonyok gyorsították a betegség terjedését, míg 2021-ben a hűvösebb és szárazabb környezet gátolta a fertőzést. Az AUDPC-értékek (a betegség előrehaladási görbéje alatti terület) elemzése megerősítette, hogy 2020-ban lényegesen nagyobb volt a fertőzési nyomás, mint 2021-ben.

3.2. A vizsgált cukorrépaajták fogékonyága

A kísérletekhez három különböző cukorrépaajta lett kiválasztva: 'Smart Djerba KWS', 'Smart Belamia KWS' és 'Balaton'. Az eredmények alapján a 'Smart Djerba KWS' bizonyult a legfogékonyabbnak a cercospóras levélragsa fertőzés iránt, a 'Smart Belamia KWS' mérsékeltebb, míg a 'Balaton' fajta kevésbé volt fogékony a betegségre, azonban ezt a harmadik ajtát a 2021-es kísérleti évben már nem termesztették a vizsgált

területen, így erre csak egy év kísérletei alapján lett levonva ez a következtetés.

3.3. Új gombaölő szerek alkalmazása és hatékonysága

A kísérletek fókuszában a fempikoxamid (Inatreq™) és a florilpikoxamid (Adavelt™) a cercospórák levérragyára gyakorolt biológiai hatékonyságának (kontroll %) értékelése volt. Az ANOVA statisztikai elemzések azt mutatták, hogy a fempikoxamid és a florilpikoxamid alapú kezelések jelentős mértékben csökkentették a betegség előfordulását, és mértékét, különösen a magasabb dózisok alkalmazása esetén. Összességében a legjobb eredményeket a pikolinamidok és triazolok kombinációi érték el, amely a kezeletlen kontrollhoz képest akár 98%-os hatékonyságot is mutattak.

A kísérletek során a fempikoxamid és a florilpikoxamid hatóanyagok az önállóan kijuttatott triazol típusú hatóanyagokkal (difenokonazol, epoxikonazol és protiokonazol) történt összevetésében az eredmények azt mutatták, hogy a pikolinamidok valamivel jobb vagy hasonló hatékonyságot tudtak elérni. A kísérletekben referenciaként kezelésekként alkalmazott epoxikonazol, difenokonazol és protiokonazol szintén hatékonynak bizonyultak, bár bizonyos esetekben alacsonyabb mértékben csökkentették a fertőzés mértékét, mint a pikolinamid alapú megoldások. A további vizsgálatokban a fempikoxamid és protiokonazol kombinációja, illetve a florilpikoxamid és difenokonazol kombinációja minden dózisban kiemelkedő védelmet biztosított, a difenokonazol+fenpropidin gyári kombinációjához képest hasonló vagy jobb hatékonyságot mutattak a közepes és nagy dózisokban kijuttatva. A kezeletlen kontroll parcellák

esetében a fertőzés dinamikája gyors előrehaladást mutatott, különösen 2020-ban súlyos járványt okozott, ami alátámasztja a fungicides védekezés szükségességét.

A vizsgálatok kimutatták, hogy a pikolinamid gombaölőszeres kezelések hatástartama átlagosan három-négy hét volt, ami azt jelenti, hogy megfelelő időzítéssel a fertőzési nyomás hatékonyan szabályozható. A 2021-es szezonban két fungicides kezeléssel is sikerült kontrollálni a betegséget, ami gazdaságosabb növényvédelmi stratégiát tett lehetővé elméletben a gazdálkodók számára.

A szerző által végzett kísérletek egyértelműen bizonyították, hogy a cercosporás levélragya komoly veszélyt jelenthet a cukorrépa termesztésére, különösen kedvező időjárási körülmények között. Az alkalmazott fungicid kezelések közül a fempikoxamid és protiokonazol, illetve a florilpikoxamid és difenokonazol kombinációi bizonyultak a leghatékonyabbnak, míg a többi gombaölőszeres kezelés is jelentős, de valamivel alacsonyabb védelmet biztosítottak.

A 2020-as és 2021-es eredmények összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a fertőzési nyomás csökkentése érdekében a permetezések időzítésének és a megfelelő hatóanyagok kiválasztásának kulcsszerepe van. A 2021-es évben megfigyelt alacsonyabb fertőzési arány arra utal, hogy kedvezőtlenebb időjárási körülmények esetén kevesebb fungicides kezelés is elegendő lehet.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

(1.) Magyarországon cukorrépában először vizsgáltam a pikolinamidok kémiai csoportjába tartozó fempikoxamid *Cercospora beticola* Sacc. elleni biológiai hatékonyságát, termésmenvelő hatását és fitotoxikusságát. Megállapítottam, hogy a fempikoxamid kiváló hatékonyságú a *Cercospora beticola* ellen, szignifikánsan növeli a termést, és láthatóan nem fitotoxikus a cukorrépára, azaz biztonságosan használható. A protiokonazollal kombinációban kijuttatva még hatékonyabb. Hatékonysága és termésmenvelő hatása függ a fajta fogékonyságától. Engedélyeztetése jelentősen növelné a hazai cukorrépa-termesztés biztonságát.

(2.) Ugyanígy először vizsgáltam a pikolinamidok kémiai csoportjába tartozó másik hatóanyag, a florilpikoxamid *Cercospora beticola* Sacc. elleni biológiai hatékonyságát, termésmenvelő hatását és fitotoxikusságát. Megállapítottam, hogy a florilpikoxamid kiváló hatékonyságú a *Cercospora beticola* ellen, szignifikánsan növeli a termést, és láthatóan nem fitotoxikus a cukorrépára, azaz biztonságosan használható. A difenokonazollal kombinációban kijuttatva még hatékonyabb. Hatékonysága és termésmenvelő hatása függ a fajta fogékonyságától. Engedélyeztetése jelentősen növelné a hazai cukorrépa-termesztés biztonságát.

5. PUBLIKÁCIÓS LISTA

5.1. Tudományos cikkek hazai folyóiratokban

1. Biró, Á. F.; Kukorelli, G.; Molnár, Z. (2021): A cukorrépa (*Beta vulgaris* L.) legjelentősebb fertőző betegségei és az ellenük való védekezés lehetőségei. ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS 62: 1 pp. 127-144., 18 p.
2. Biró, Á. F.; Kukorelli, G.; Molnár, Z. (2021): A cukorrépa (*Beta vulgaris* L.) cercospórák levélragyája (*Cercospora beticola* Sacc.), az ellene való védekezés lehetőségei és a fungicidekkel szembeni rezisztenciája. ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS 62: 1 pp. 149-173., 24 p.

5.2. Tudományos cikkek nemzetközi folyóiratban

1. Biró, Á. F.; Leader, A.; Hufnagl, A.; Kukorelli, G.; Molnár, Z. (2024): A picolinamide fungicide for controlling *Cercospora*-leaf spot (CLS) of sugar beet. BIO Web of Conferences 125, 01007
<https://doi.org/10.1051/bioconf/202412501007>
2. Biró, A.F.; Leader, A.J.; Hufnagl, A.; Kukorelli, G.; Molnár, Z. (2024): Evaluation of Novel Picolinamide Fungicides (QiI) for Controlling *Cercosporabeticola* Sacc. In Sugar beet. Horticulturae. 10,1202.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae10111202>

5.3. Nemzetközi a témához kapcsolódó szabadalmakban való részvétel

1. Gallup, C., Huang, Y-H., **Biró, A.**, Yao, Ch., Meyer, K. G., Da Cunha, L. C. V., Fairfax, M., Husband, B., Richburg, J., Martin, M. (2020): Use of acyclic picolinamide compound as a fungicide for control of phytopathogenic fungi in row crops. Patent publication number: 20200077656; UA127713 (C2), https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20231213&DB=EPODOC&locale=en_EP&CC=UA&NR=127713C2&KC=C2&ND=4
2. Gustafson, G. J., Delgado, J., **Biró, A.**, Gallup, C. (2021): Use of a difluoro-(2-Hydroxyprpyl) pyridine compound as a fungicide for control of leaf spot of sugar beets. Patent Publication number: US20210274787(A1), https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=6&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20210909&CC=US&NR=2021274787A1&KC=A1

5.4. Előadások tudományos konferenciákon

1. Biró, Á.; Kukorelli, G.; Molnár, Z. (2021): ÚJ FUNGICID HATÓANYAG, A FLORILPIKOXAMID EREDMÉNYES HAZAI ALKALMAZÁSA CERCOSPORA BETICOLA SACC. ELLEN. In: Haltrich, A.; Varga, Á. (szerk., 2021): 67. Növényvédelmi Tudományos Napok konferenciakiadványa: Növényvédelmi Tudományos Napok 2021. 76 p. pp. 27-27., 1 p.

2. Biró, Á. F.; Kukorelli, G.; Molnár, Z. (2021): A florilpikoxamid, hazai szabadföldi vizsgálatai *Cercospora beticola* Sacc. ellen - Field studies of florylpicoxamid against *Cercospora beticola* Sacc. In Hungary. In: Szalka, É. (szerk., 2021): „INNOVÁCIÓ ÉS DIGITALIZÁCIÓ” XXXVIII. ÓVÁRI TUDOMÁNYOS NAP Absztraktkötet. Mosonmagyaróvár, Magyarország: Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar. pp. 99-99. Paper: N3, 1 p.

5.5. Poszterek tudományos konferenciákon

1. Biró, Á. F.; Leader, A.; Hufnagl, A.; Kukorelli, G.; Molnár, Z. (2024): A picolinamide fungicide for controlling *Cercospora*-leaf spot (CLS) of sugar beet. The 10th International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS 2024). Győr, Széchenyi István Egyetem
2. Biró, Á. F.; Kukorelli, G.; Molnár, Z. (2021): A florilpikoxamid, hazai szabadföldi vizsgálatai *Cercospora beticola* Sacc. ellen - Field studies of florylpicoxamid against *Cercospora beticola* Sacc. „INNOVÁCIÓ ÉS DIGITALIZÁCIÓ” XXXVIII. ÓVÁRI TUDOMÁNYOS NAP”, Mosonmagyaróvár, Magyarország: Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar.