

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

VÖRÖS LEVENTE

MOSONMAGYARÓVÁR

2024

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
ALBERT KÁZMÉR 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:

**LEDÓNÉ
DR. ÁBRAHÁM RITA
EGYETEMI DOCENS**

**MARKÓNÉ
DR. NAGY KRISZTINA
FEJLESZTŐMÉRNÖK**

**INNOVATÍV VÉDEKEZÉSI ELJÁRÁSOK VIZSGÁLATA
AZ AMERIKAI KUKORICABOGÁR /DIABROTICA VIRGIFERA
VIRGIFERA/ LÁRVÁJA ÉS IMÁGÓJA ELLEN**

**KÉSZÍTETTE:
VÖRÖS LEVENTE**

MOSONMAGYARÓVÁR

2024

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A föld népességének folyamatos növekedése és a termőterületek csökkenése miatt egyre nagyobb kihívást jelent a lakosság megfelelő mennyiségű és minőségű étellemmel történő ellátása oly módon, hogy minél kevésbé károsítsuk környezetünket.

A kukorica (*Zea mays*) – a búza (*Triticum aestivum*) és a rizs (*Oryza sativa*) mellett – az emberiség legjelentősebb gabonanövénye. Földünkön vetésterülete 140–160 millió hektár. Hazánkban is az egyik legjelentősebb termesztett kultúrnövény. Az elmúlt években termőterülete a búzával együtt Magyarországon a szántóterületek közel 50%-át teszi ki. A növény nagy területen történő termesztése egyrészt annak tulajdonítható, hogy felhasználása sokrétű. Nagy jelentőséggel bír a humán ételmiszerelőállításban (csemegekukorica, kukoricaliszt), ipari felhasználása is jelentős (keményítőipar, olajipar, szeszipar), valamint egyre nagyobb kukoricamennyiséget használnak fel bioetanol előállítására is. Hazánkban ezen növényt 90%-ban takarmányozási (abrak és tömegtakarmány) és ipari felhasználásra termesztik.

Másrészt érdemes megemlíteni, hogy termesztéstechnológiája könnyű, jól gépesített, növényvédelme kiforrott, ökonómiai szempontból pedig jól jövedelmező növény, ezért a gazdálkodók legtöbb esetben előnyben részesítik monokultúrában történő termesztését.

A kukoricatermesztés során megfelelő agrotechnikai eljárások mellett (talajművelés, tápanyagellátás, gyomirtás, vetett tőszám) egyre nagyobb kihívást jelent az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica*

virgifera virgifera) – napjaink egyik legjelentősebb kukoricakárosítója – elleni védekezés. Ezen kártevő elleni védekezés nagyban befolyásolja a betakarítandó termés mennyiségét és minőségét egyaránt.

Az Európai Unióban 2018-tól kezdődően nagyfokú hatóanyagkivonási eljárás vette kezdetét, ennek következtében sok – a kártevő ellen eredményesen használható, biztos védelmet nyújtó – inszekticid tűnt el az európai piacról (pl. neonokotinoidok, szerves foszforsav-észterek). Napjainkban egyre nagyobb kihívást jelent a talajban és a lombszinten károsító szervezetek elleni védekezés, különösen nagy nehézséget okoz az amerikai kukoricabogár lárvájának gyérítése, melynek kártétele a vetést követően 4–6 hét múlva jelentkezik.

A szerző PhD. képzésének időszakában olyan eljárások kidolgozásában tevékenykedett, melyek választ adnak korunk kihívásaira és környezetkímélő módon veszik fel a harcot a kukoricabogár lárvájával és imágójával szemben, mindezt úgy, hogy nem szennyezik a környezetet, nincsenek káros hatással a munkát végző személyek egészségére, valamint nem ártalmasak a hasznos szervezetekre sem.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A KUKORICABOGÁR-LÁRVÁJA ELLENI VÉDEKEZÉS

A szerző több éven keresztül (2020-2021-2022) különböző helyszíneken, eltérő lárvadenzitás alatt álló területeken (Röjtökmuzsaj, Gyömöre, Perkáta, Tiszalök, Hajdúvid) végzett vizsgálatokat. Az egyik kísérleti anyag a Heterorhabditis nemzetségbe tartozó *Heterorhabditis bacteriophora* entomopatogén nematóda volt. Ezen rovarpatogén fonálféreg hatékonyságáról, több, a közelmúltban megjelent tanulmány eredményesen beszámolt a kukoricabogár lárvája ellen. A disszertáció írója vizsgálataiban arra kereste a választ, hogy a szakirodalomban ismertetett 200 l/ha-os vízdózissal kijuttatott 2 mrd. fonálféreg, megőrzi-e vitalitását és larvicid hatását, amennyiben a kijuttatott vízmennyiséget 100l/ha-ra, valamint 50l/ha-ra csökkenti. A csökkentett vízmennyiséggel kijuttatott biológiai ágens nagy mértékben javítja a készítmény gyakorlati felhasználását, valamint a vetési területteljesítményt.

A másik kísérleti anyag a Neem-fa magjából kivont azadirachtin hatóanyag volt. Ezen biológiai extraktumnak kártevő ellenes hatását már számos lombszinten károsító szervezet ellen igazolták. A disszertáció írója arra kereste a választ, hogy az azadirachtin hatóanyag, csávázásos technológia révén sikeresen alkalmazható-e talajinszekticidként, a kukoricabogár lárvája ellen. Az említett

magkezelési eljárás, alacsony hektáronkénti hatóanyag dózisban, költségkímélő módon, teszi lehetővé a sikeres védekezést.

A kísérletek minden évben 3x6 m-es területű, kisparcellás körülmények között kerültek elvégzésre négy ismétlésben, randomizált elrendezésben. Egy parcellában 24 fm-nyi kukorica került elvetésre (4x6 fm). A fonálférges vizsgálatok során minden évben 3 különféle hektáronkénti injektálási vízmennyiség (50-100-200 l/ha) került kijuttatásra. Az azadirachtin hatóanyag 10% (0,0043 mg/mag) -300% (0,129 mg/mag) -os csávázási dóziskoncentrációban került felhasználásra. Minden esetben a kísérletbe vont anyagok hatékonyságát a szerző egy negatív kontrollhoz (semmilyen kezelésben nem részesült), valamint az általánosan elterjedt teflutrin hatóanyagú Force 1,5G készítményhez viszonyította (pozitív kontroll).

A kísérletek felvételezési módszere minden kezelés esetében és minden évben azonos volt. Felvételezésre kerültek a gyökérszónában előforduló élő lárvák, melyből meghatározható volt a növényenkénti átlagos lárvaszám. A kiásott gyökerek visszarágottságának értékelése a módosított Iowa-skála alapján történt. Egy kísérleti parcellából véletlenszerűen 5 db növény került kiásásra, 20x20 cm-es földlabdával.

2.2. A KUKORICABOGÁR IMÁGÓJA ELLENI VÉDEKEZÉS

Az amerikai kukoricabogár lárvája elleni védekezésen kívül nagy hangsúlyt kell fektetni az imágók elleni védekezésre is. Ezáltal nem csak a kifejlett egyedek által okozott kárt tudjuk jelentősen mérsékelni, hanem visszaszoríthatjuk a peterakást és ebből fakadóan a jövő évi lárva populáció nagyságát is csökkenthetjük. A károsító imágója elleni védekezésben nagy előnyt jelentene, ha a hektáronkénti szerköltséget, valamint a kijuttatandó hatóanyag mennyiséget a töredékére tudnánk csökkenteni. A szerző ezzel kapcsolatban végzett kísérleteket 2021-től 2023-ig, vizsgálataiban a kártevő ínyencségét kihasználva a rovar által nagyon kedvelt tökfélékben található ízanyagot (uborkalé 5l/ha) keverte össze a legnagyobb mértékben ellenük felhasznált inszekticiddel (acetamiprid), ezáltal csökkentve (50%-25%-12,5%-ra) a kijuttatandó kemikália mennyiségét. A kísérleteket 2021-ben laboratóriumi körülmények között, 2022-ben és 2023-ban pedig szántóföldi körülmények között légi kijuttatással végezte az író.

A laboratóriumi kísérletek során öt kezelés, négy ismétlésben került elvégzésre, 100 db imágóval ketrecenként. Az említett öt darab kezelésből egy a kezeletlen (negatív) kontroll, egy az engedélyokiratban meghatározott acetamiprid hatóanyag mennyiség (100%, vagy pozitív kontroll), három kezelés pedig az engedélyokiratban meghatározott hatóanyag mennyiséghez képest 50%-25%-12,5 %-ra redukált kemikáliamennyiség, mindegyike 5 l/ha uborkalé attraktáns anyaggal kiegészítve.

A 2021-évi laboratóriumi kísérleti metodikát követve és annak eredményeire támaszkodva 2022-ben és 2023-ban szántóföldi vizsgálatokra került sor. A kísérleti anyagok, a kukoricabogár imágójának repülési intenzitását figyelembe véve, az egyes kezelések - megfelelő izolációs távolsággal elhatárolva- külön táblán, légi kijuttatás révén kerültek kipermetezésre, hektáronként 50 l-es lémenyiséggel. A permetezés a csúcsraajzás időpontjában történt, melynek az író növénybonítási vizsgálattal határozott meg az idejét (5x10 növény/terület).

Mind a lárvák, mind pedig az imágók ellen végzett kezelések során gyűjtött adatok, folyamatosan rögzítésre kerültek. A disszertáció szerzője a kezelések hatékonyságának megállapítására az SPSS one-way ANOVA-t alkalmazta, a kezelések közötti szignifikancia szintek pedig a Tukey post-hoc teszt szerint lettek meghatározva.

3. EREDMÉNYEK

3.1. A KUKORICABOGÁR LÁRVÁJA ELLENI KEZELÉSEK EREDMÉNYEI

3.1.1. A FONÁLFÉRGES KEZELÉSEK EREDMÉNYEI

Három éven (2020–2021–2022) keresztül, három helyszínen (Röjtökmuzsaj, Gyömöre, Perkáta) öt kísérlet került beállításra különböző mennyiségű injektálási vízdózisok mellett az entomopatogén fonálférgesekkel kapcsolatban, ahol vizsgáltra került a nematódák kukoricabogár elleni hatékonysága. Elmondható, hogy a 2020. évi röjtökmuzsaji kísérlet egyértelműen elkülönül az elvégzett négy másik kísérlettől, ezért ezt a vizsgálatot a többitől külön kell kezelni, mivel a rovarpatogén fonálféreg nem okozott szignifikáns változást sem a lárvaszámok, sem pedig a gyökérvisszarágottság vonatkozásában. A kísérleti anyag kijuttatását megelőző vitalitás-vizsgálat lesújtó eredményt mutatott, a készítményben található nematódák 75%-a elpusztult, és a felhasználandó készítmény mennyisége nem volt elegendő ahhoz, hogy ezt a nagyfokú mortalitási százalékot négyszeres anyagfelhasználás mellett kompenzálni lehessen. Az elvégzett kezelések eredményességét befolyásolta továbbá az is, hogy a vetést követően egy szárazabb időszak következett, amely a megmaradt 25% élő fonálféreg számára kedvezőtlen ökológiai feltételt jelentett.

A 2021-es évben kísérleti helyszín a röjtökmuzsaji, valamint egy gyömörei terület volt. Az adott évben a kísérletek beállítása előtt elvégzett életképességi vizsgálat kiváló eredményt mutatott, ugyanis a fonálférgek vitalitása 85–90% volt, ez a későbbi eredményekben is egyértelműen látszik.

A röjtökmuzsaji mintaterületen ebben az évben kimagasló volt a kártevő lárvasűrűsége, mely megmutatkozik a negatív kontroll parcellán mért 3,55-ös átlagos m. Iowa értékekből. A kísérlet statisztikai eredményei alapján megfigyelhető, hogy minden kezelés eredményre vezetett a negatív kontrollhoz képest, továbbá az is, hogy az egyes injektálási vízdózisú kezelések között nem volt statisztikailag igazolható különbség.

A gyömörei vizsgálati helyszínről elmondható, hogy – annak ellenére, hogy harmadéves monokultúra volt – lárvadenzitás tekintetében nem érte el a röjtökmuzsaji szintet, ez a tény látható a negatív kontroll-terület m. Iowa 2,83-as értékéből is. Ebben az évben Gyömörén is megmutatkozik, hogy gyökérkárosítás tekintetében szignifikancia áll fent a negatív kontroll és kezelések között, továbbá ebben az esetben sem figyelhető meg az injektálási vízdózisok között szignifikáns különbség.

A gyömörei mintaterületen mért alacsonyabb lárvadenzitás miatt 2022-ben a szerző keresett egy magasabb fertőzöttségű területet Röjtökmuzsajon kívül, melyet az ország középső részén, Perkátán talált meg. A 2022-es vizsgálatoknál szintén nem volt probléma a felhasznált készítményben lévő fonálférgek életképességével, mely az előző évi

eredményekhez hasonlóan szépen megmutatkozott. Rőjtökmuzsajon ebben a vizsgálati évben is közel azonos lárvadenzitás volt tapasztalható, mint 2021-ben. Mind a lárvaszámok, mind pedig a gyökérvisszarágottság értékeinek tekintetében egyértelmű szignifikáns különbség figyelhető meg a negatív kontroll és az elvégzett kezelések között. Hasonlóan az előző évi kezelésekhez, nem tapasztalható igazolható különbség a nematódás kezelések között sem. A perkátai mintaterület esetében a kezelések jelentősen csökkentették a lárvaszámokat (a negatív kontrollhoz képest több mint negyedére), mely abban is megmutatkozott, hogy a kontroll területen szembetűnő volt a kidőlt növények száma. Ilyen magas m.Iowa érték (3,93) mellett is sikeresen vizsgáztak a vizsgálatba vont készítmények. Továbbá itt sem volt tapasztalható statisztikailag igazolható különbség a kijuttatandó injektálási vízdózisok között. A fent leírtak szerint, ahol a biológiai készítményben lévő fonálférgek életképessége megfelelő volt, ott a különböző lárvafertőzöttségű területek mindegyikén szignifikánsan igazolható eredmények születtek a negatív kontrollhoz képest. Megállapítható az is, hogy a biológiai ágens hatékonysága nem maradt el a napjainkban általánosan használt teflutrin hatóanyagú Force 1,5G talajfertőtlenítő készítménytől sem. Az elvégzett kísérletek során sikerült igazolni a felállított hipotézist, miszerint az alacsonyabb injektálási vízdózisok mellett is megmarad a nematódák larvicid hatása.

3.1.2. A CSÁVÁZÁSOS KEZELÉSEK EREDMÉNYEI

Az azadirachtin hatóanyaggal folytatott vizsgálatok során a szerző arra volt kíváncsi, hogy megfelelő tartamhatással és hatékonysággal rendelkezik-e ez a botanikai inszekticid, ha csávázásos technológiával kerül felvitelre a vetőmag felszínére.

Három éven keresztül, több helyszínen, különböző lárvadenzitás alatt álló területeken folytak a kutatások a témával kapcsolatban.

Gyömörén 2020-ban beigazolódott, hogy ez a hatóanyag csávázásos technológiával alkalmazva képes felvenni a harcot a kukoricabogár lárvojával szemben és mérsékelni tudja a kialakuló gyökérvételezés mértékét. A gyömörei mintaterület – ahogy a kontroll parcella m.Iowa-skála értékéből kiderül (3,23) – szerényebb lárvaanyag alatt áll. Ezen vizsgálatba vont helyszínen a kezelések 50%-os dóziskoncentráció felett mutattak jó hatást a lárvojával szemben, melyek a pozitív kontrollként alkalmazott teflutrin hatóanyagú Force 1,5G készítménnyel azonos hatékonyságot prezentáltak.

2021-ben Röjtökmuzsajon, Gyömörén és Hajdúviden kerültek beállításra a kísérletek. A mintaterületek közül Röjtökmuzsaj és Hajdúvid jellemezhető a legnagyobb lárvaanyagmennyiséggel, ami megmutatkozik a kezelt parcellákon tapasztalt m.Iowa-skála értékekből is, Röjtökmuzsaj: 3,55; Hajdúvid: 4,42; Gyömöre: 2,83. A tenyésztésidőszakban heti rendszerességgel történtek szántóföldi szemrevételezések és kimondottan az alföldi területen az volt tapasztalható, hogy az 50–100%-ig alkalmazott csávázási

dóziskoncentrációkkal bevetett parcellákban – annak ellenére, hogy a növények szépen fejlődtek – a száron enyhe megdőlési tünetek voltak láthatók (sokkal kisebb mértékben, mint a kezeletlen kontroll parcellán), melyek nem voltak megfigyelhetők a két magasabb dózissal (125%, 150%) kezelt területen. Ezt a megfigyelést a statisztika is igazolta, ugyanis a legjobb eredményt – még a pozitív kontroll parcellát is megelőzve – a 125% és 150%-os dóziskoncentrációval kezelt magvak esetében lehetett kimutatni. Ez alapján az a konklúzió volt levonható, hogy ott, ahol kimagasló a kukoricabogár-populációja, még nagyobb csávázási dózisokra lehet szükség. Összességében elmondható, hogy 2021-ben az m. Iowa-skála szerinti gyökérvisszarágottság tekintetében, mind a három kísérleti helyszínen a kezelések elérték, sőt egyes esetekben statisztikailag igazolható módon meg is haladták a teflutrin hatóanyagú talajfertőtlenítő hatékonyságát.

A 2021-es év tapasztalataira támaszkodva, 2022-ben olyan területeken folytak a vizsgálatok (Röjtökmuzsaj, Perkáta, Tiszalök), ahol várható volt a magas lárvasűrűség és így kerültek tesztelésre a 100%-os, 200%-os, valamint a 300%-os csávázási dóziskoncentrációk. Ebben az évben rendkívüli aszály uralkodott az egész ország területén, különösen az alföldi tájegységen, de érzékelhető volt a nyugat-dunántúli területen is. A szántóföldi szemrevételezések alkalmával megfigyelhető volt, hogy különösen a 300%-os dózisinál egyenletlenül, későn keltek a növények. A perkátai terület idővel csapadékot kapott és a növények fejlődésbeli lemaradottsága a tenyészidőszak közepére eltűnt, ez nem mondható el

a tiszalöki és a röjtökmuzsaji területekről, ezt a tényt alátámasztja a kísérlet statisztikai vizsgálata is, ahol mind a két említett területen a 300%-os kezelés szignifikánsan rosszabb eredményt mutatott, mint a 100%-os és a 200%-os csávázási dóziskoncentrációk. Ez a jelenség a felhasznált készítmény formulációjából következett, melynek 95%-a növényi olaj, ez került felvitelre nagy koncentrációban a vetőmag felszínére. A nagy olajkoncentráció és a csapadékban szegény időjárás együttes hatására a csírázó mag vízfelvétele nehéz volt, ezért alakult ki az egyenetlen kelés. A még fejletlen, fiatal kukoricanövényeket a nagyobb fejlődésű stádiumban lévő kukoricabogár-lárvák (L2; L3) jobban károsították. Ezen szélsőséges esetek ellenére is elmondható, hogy a 300%-os csávázási dóziskoncentráció is szignifikánsan jobb eredményt hozott, mint a kezeletlen kontroll parcella. A kezdeti hipotézis ebben az esetben is beigazolódott, mely szerint az azadirachtin megfelelő koncentrációban csávázva, hosszú tartamhatással rendelkezik, így biztos védelmet nyújt az amerikai kukoricabogár lárvájaival szemben.

3.2. A KUKORICABOGÁR IMÁGÓJA ELLENI KEZELÉSEK EREDMÉNYEI

Az előzőekben ismertetettek szerint három éven keresztül folytak vizsgálatok az amerikai kukoricabogár imágói ellen. A hipotézist, mely szerint a jelenleg legnagyobb mértékben felhasznált inszekticid (acetamiprid) engedélyokiratában meghatározott mennyiségének közel

90%-os csökkentése attraktáns anyag (uborkalé) felhasználásával eredményes lehet-e, sikerült igazolni.

Laboratóriumban végzett kezelések során az előzetes várakozásokat is felülmúlta, hogy a kísérleti anyagok kijuttatását követően pár perc múlva (5–10 perc) a kifejlett egyedek gyakorlatilag 100%-a elpusztult. A fenntarthatóság tükrében, a laboratóriumi körülmények között kapott eredmények nagy jelentőséggel bírhatnak a növényvédelmi gyakorlatban, hisz akár közel tizedére is lehet csökkenteni a kemikália hatóanyag mennyiségét. A laborvizsgálatok eredményeire alapozva kerültek elvégzésre két éven keresztül táblaszintű, nagyparcellás szántóföldi kísérletek. A disszertáció írója meg szeretett volna győződni arról, hogy szabad környezetben képes-e a csalogatóanyag kiváltani attraktáns hatását. Mind 2022-ben, mind pedig 2023-ban, a kezelések nagy hatékonyságot mutattak üzemi körülmények között is. Mindkét év eredményeiből egyértelműen megfigyelhető, hogy az uborkalével – mint csalogatóanyaggal – kevert csökkentett acetamiprid hatóanyagmennyiségek a helikopteres kipermetezést követően sokkal gyorsabban kifejlették hatásukat, mint a pozitív kontrollként használt, engedélyokiratban meghatározott acetamiprid hatóanyagmennyiség. A kezelést követő harmadik napon már a pozitív kontroll is hozta az uborkaleves kezelésekhöz hasonló eredményt. Ennek magyarázata a következő: az acetamiprid hatóanyag a neonikotinoid hatóanyagcsoportba sorolható, és gyomorméregként működik. Hagyományos módon való felhasználása során a fotoszintetikusan aktív növényi felületeken keresztül szívódik fel, majd a növényi nedvkeringésbe

kerülve akropetális áramlást követően a föld feletti részekben felhalmozódik. A kukoricabogár imágója az elfogyasztott növényi részek révén találkozik a hatóanyaggal, így kerül be emésztőrendszerébe, ezt követően tapasztalható pusztulása. Az alkalmazott technológia során a rovarok ínycsége került kihasználásra azért, hogy gyorsan, nagy koncentrációban jussanak a bogarak a hatóanyaghoz. Ennél a csalogatóanyag technológiánál nem kell megvárni azt az időt, míg a hatóanyag a növénybe felszívódik, és onnan a károsító felveszi azt. Egyedszámuk gyorsan a növényenkénti meghatározott ökonómiai küszöbérték alá csökkent. A felhasznált növényvédelmi eljárás teljes mértékben integrálható a mezőgazdasági gyakorlatba, eredményes védelmet nyújt a kukoricabogár imágójával szemben. Az acetamipridet, attraktáns uborkalével együtt felhasználva nem csak a környezeti terhelést csökkenthetjük, hanem az esetlegesen kialakuló rezisztens egyedek megjelenését is jelentősen lassíthatjuk.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

(1) A szerző megállapította, hogy a *Heterorhabditis bacteriophora* rovarpatogén fonálféreg 2 mrd/ha dózisban 50 l/ha-os injektálási vízmennyiséggel a vetési sorba kijuttatva megtartotta vitalitását és larvicid hatását így a kezeletlen kontrollhoz képest szignifikánsan csökkentette a kukoricabogár-lárvák számát, valamint a

gyökérvisszarágottság mértékét, alacsony és magas lárvafertőzöttség mellett.

(2) A szerző kísérletei során elsőként használta az azadirachtin hatóanyagot csávázásos technológiával talajlakó kártevők ellen.

(3) Az azadirachtin hatóanyaggal kapcsolatban megállapításra került, hogy alacsony kukoricabogárlárva-denzitás (átlag \bar{x} an: 1,88 db/növény; m. Iowa-skála: 3,03) esetében az 50–100%, míg nagyobb lárványomás (átlag \bar{x} an: 3,84 db/növény; m. Iowa-skála: 4,08) esetében 125–300%-os a hatékony csávázási dóziskoncentráció.

(4) Vizsgálatok során elsőként került igazolásra az azadirachtin hatóanyag kukoricabogár lárvája elleni kifejezetten hosszú, 4-6 hetes tartamhatása.

(5) Laboratóriumi körülmények között a disszertáció írója igazolta, hogy az uborkalé, mint csalogatóanyag, kellő attraktáns hatást fejt ki a kukoricabogár imágókra.

(6) Szántóföldi kísérletek keretén belül bizonyítást nyert, hogy az acetamiprid engedélyokiratban meghatározott eredeti dózisa közel 90%-kal csökkenthető uborkalé (5 l/ha) jelenléte mellett úgy, hogy hatékonysága a kártevővel szemben nem csökken.

(7) Kísérletek során bizonyítást nyert, hogy a *Heterorhabditis bacteriophora* entomopatogén fonálféreg 2 mrd/ha dózisban, 50 l/ha injektálási vízmennyiséggel közvetlenül a vetés pillanatában, a vetési sorba kijuttatva, hatékonyságát tekintve nem marad el a teflutrinos talajfertőtlenítőtől (Force 1,5 G) a kukoricabogár lárvája tekintetében.

(8) Kísérletek során bizonyítást nyert, hogy az azadirachtin hatóanyag csávázásos technológiával alkalmazva 50%-300%-ig terjedő csávázási dóziskoncentrációkban hatékonyságát tekintve nem tért el a teflutrinos talajfertőtlenítőtől (Force 1,5 G) a kukoricabogár lárvája tekintetében.

5. PUBLIKÁCIÓS LISTA

5.1. TUDOMÁNYOS CIKKEK HAZAI FOLYÓIRATOKBAN

1. VÖRÖS L., ÁBRAHÁM R., ENZSÖL E. (2020): The effect of chemical and biological control on the western corn rootworm larvae (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in field trials. *Acta Agronomica Óváriensis*: 61(2): 53–72.
2. VÖRÖS L. (2021): Az amerikai kukoricabogár elleni védekezési eljárások áttekintése. *Acta Agronomica Óváriensis*: 62 (2): 141–162.
3. VÖRÖS L., ÁBRAHÁM R., NAGY K., TÓTH SZ., STEFAN T. (2022): Megtartják-e a *Heterorhabditis bacteriophora* fonálférgék a kukoricabogár lárvára (*Diabrotica virgifera virgifera*) gyakorolt ölü hatást kisebb vízmennyiséggel történő kijuttatás esetén is? *Növényvédelem*: 83 (58): 192-200.

5.2. SZAKCIKK HAZAI FOLYÓIRATBAN

1. VÖRÖS L., ÁBRAHÁM R. (2022): Rovarpatogén fonálférgék (*Heterorhabditis Bacteriophora*) alkalmazása az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*) lárvái ellen. *Biokultúra*: 32 (6): 21–23.

5.3. TUDOMÁNYOS CIKK NEMZETKÖZI FOLYÓIRATBAN

1. VÖRÖS L., LEDÓNÉ ÁBRAHÁM R. (2023): Effect of azadirachtin applied as seed dressing on the larval density of and root injury caused by the western corn rootworm/*Diabrotica virgifera virgifera*. Journal of Plant Diseases and Protection (1861-3829 1861-3837) 130: 757-767 DOI:10.1007/s41348-023-00763-3

5.4. NEMZETKÖZI SZABADALMI KÖZLÖNY

1. VÖRÖS L. (2022): Azadirachtin for seed dressing of field crops. International research report. International Publication Number: WO 2022 /195308 A1

5.5. ELŐADÁSOK TUDOMÁNYOS KONFERENCIÁKON

1. VÖRÖS L., ÁBRAHÁM R., TÓTH SZ., NAGY K., TOEPFER S. (2021): Fenntartható védekezési eljárások az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*) lárvája ellen. 38. Óvári Tudományos Nap. p. 127.
2. TÓTH SZ., SZALAI M., VÖRÖS L., LEDÓNÉ ÁBRAHÁM R., DOSHI P., TOEPFER S. (2021): Azadirachtin aktív hatóanyagot tartalmazó talajfertőtlenítőszeresek képesek

védelmet nyújtani a *Diabrotica v. virgifera* (Coleoptera: *Chrysomelidae*) lárvái ellen. Növényvédelmi Tudományos napok. p.24.

3. TÓTH SZ., SZALAI M., VÖRÖS L., LEDÓNÉ ÁBRAHÁM R., DOSHI P., TOEPFER S. (2021): Azadirachtin aktív hatóanyagot tartalmazó talajfertőtlenítőszeresek képesek védelmet nyújtani a *Diabrotica v. virgifera* (Coleoptera: *Chrysomelidae*) lárvái ellen. I. Debreceni Alkalmazott Rovartani Konferencia. p.38.
4. VÖRÖS L., ÁBRAHÁM R., NAGY K., TÓTH SZ., TOEPFER S. (2022): Entomopatogén fonálféreg (*Heterorhabditis bacteriophora*) gyakorlati alkalmazása az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*) lárvái ellen. 68. Növényvédelmi tudományos napok: Magyar Növényvédelmi társaság, p.19.
5. VÖRÖS L., ÁBRAHÁM R. (2023): Botanikai inszekticiddel az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*) lárvája ellen. 39. Óvári Tudományos Nap. p.88.

5.6. POSZTEREK TUDOMÁNYOS KONFERENCIÁKON

1. VÖRÖS L., ÁBRAHÁM R., TÓTH SZ., NAGY K., SZALKA É., TOEPFER S. (2021): A rovarpatogén *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, mint biológiai védekezési lehetőség az amerikai kukoricabogár lárvái ellen. Növényvédelmi Tudományos napok. p.60.
2. TÓTH SZ., SZALAY M., VÖRÖS L., ÁBRAHÁM R., DOSHI P., TOEPFER S. (2021): Azadirachtin based granular soil biopesticides can control larvae of *Diabrotica v. virgifera* (Coleoptera: *Chrysomelidae*): 67. Növényvédelmi Tudományos napok. 9. 24.