

SZAKDOLGOZAT

Orbán Georgina
Mezőgazdasági mérnök BSc

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Kaposvári Campus
mezőgazdasági mérnök alapképzési szak

**RAKTÁRI KÁRTEVŐK ELLEN TÖRTÉNŐ ALTERNATÍV
VÉDEKEZÉSI ELEMEL KUTATÁSA**

Belső konzulens: Prof. Dr. Keszthelyi Sándor
egyetemi tanár

Belső konzulens intézete/tanszéke:
MATE Kaposvári Campus
Növénytermesztési-
tudományok Intézet
Agronómiai Tanszék

Készítette: **Orbán Georgina**

ULCYP3

nappali

Kaposvár

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	2
2. Szakirodalmi áttekintés	3
2.1. <i>Terménytárolás jelentősége</i>	3
2.2. <i>A raktári kártevők ökológiai funkciói, a védekezés főbb irányai.....</i>	4
2.3. <i>A raktári kártevők megjelenését és elszaporodását befolyásoló tényezők..</i>	5
2.4. <i>A terménytárolás során bekövetkezett mennyiségi és minőségi káresemények</i>	7
2.5. <i>Fontosabb raktári károsító fajok bemutatása.....</i>	8
2.6. <i>A tárolt termények védelme.....</i>	12
2.6.1. <i>Kártevők előrejelzése, megelőzése és védekezés</i>	12
2.6.2. <i>Kémiai védekezési módszerek.....</i>	14
2.6.3. <i>Fizikai védekezési módszerek.....</i>	16
2.6.4. <i>Környezetbarát megoldások.....</i>	16
2.6.5. <i>Alternatív védekezési lehetőségek.....</i>	19
3. Vizsgálat	21
3.1 <i>Anyag és módszer.....</i>	21
3.2 <i>Eredmények.....</i>	23
3.3 <i>Következtetés</i>	28
4. Összefoglalás	30
5. Köszönetnyilvánítás	31
Irodalomjegyzék.....	32

1. Bevezetés

Változásokkal teli korunkban a mezőgazdaság új kihívásokkal szembesül, a piacok kiszámíthatatlansága, a környezetvédelmi és fogyasztói elvárások szigorodása a teljes növénytermesztési ágazat jövedelmezőségét teheti kérdésessé. Ebben a környezetben a szántóföldi növénytermesztés elképzelhetetlen a megfelelően alkalmazott kémia növényvédő szerek nyújtotta biztonság nélkül. Ez nem csak a szabadföldi termesztés során a különböző fejlettségi stádiumban előforduló kártevők elleni védekezésre igaz, hanem a betakarítás után, a terménytárolás során megjelenő raktári kártevők elleni védekezésben is alapvető. A tárolt terményeket számos veszély fenyegeti, kártevő bogarak, lepkék, atkák vagy egyéb gerincesek által. Megfelelő védekezés nélkül ezek a károsítók a raktárakban felszaporodva a jelentős károkat okozhatnak mind a termény mennyisége, de még inkább a termény minősége és ezáltal annak további felhasználhatósága rovására. Ezen kártételek megelőzésére már a szántóföldön kiemelt figyelmet kell fordítani, mely a betakarítást követően a raktárakban folytatódik. A rendelkezésre álló peszticidek a rovarkártevők ellen ugyan megfelelő hatékonysággal bírnak, viszont egyre inkább előtérbe kerülnek a környezetre káros hatások is. Mivel jellemzően kemikáliákkal történik a tárolt termények kezelése, felmerül, hogy bizonyos szermaradványok a későbbiekben állati takarmányozásra, de közvetve vagy közvetlenül emberi fogyasztásra szánt termékekbe kerülhetnek. Ezek felhalmozódva, nagyobb mennyiségben már károsak lehetnek a mind a haszonállatokra, mind az emberre nézve is. Ezen okoknak köszönhetően ma már egyre inkább van szükség olyan fenntartható, alternatív megoldások kidolgozására, melyek használata környezetbarát hatásuknál fogva nem károsak az emberi szervezetre.

Diplomamunkám készítése során céltom volt a különböző ökológiai funkciókkal rendelkező raktári kártevők - mint elsődleges, másodlagos és ragadozó fajok - elleni környezetbarát védekezési eljárások között az UV-C ionizáló sugárzásnak való expozíciónak felmérése. Kíváncsi voltam arra, hogy a gabonaszuszokot illetve többi érintett fajt milyen mértékben érinti ez a fizikai hatás. Azt is meg akartam vizsgálni, hogy az UV-C-sugárzással besugárzott vetőmag tételek csíráképessége milyen mértékben változik.

Célkitűzés

A laboratóriumi vizsgálatok mérvadó célja elsőként a raktári kártevők elleni védekezés környezetbarát és jól működő módszerének kidolgozása volt. Fő indítatásom az volt, hogy

egy olyan alternatív védekezési eljárás kidolgozását készítsem elő, mely a tárolt terményt, illetve annak későbbi felhasználását nem veszélyezteti.

Annak ellenére, hogy az évek során már több eredmény is született az UV-C sugárzás *Sitophilus* genusra gyakorolt hatásával kapcsolatban, az elsődleges és másodlagos károsító rovarfajokra vonatkozó lényeges információk meglehetősen szűkösek. Ennek okán a kutatás célja elsősorban az információszerzés volt, hogy miként hat az öt különböző vizsgált besugárzási dózis a különböző rovarfajokra, valamint, hogy lehetőség legyen értékelni az alkalmazott dózisok kezelését követő különböző idő elteltével mérhető hatását a rovarok mortalitására. Mivel az UV-C sugárzás sterilizáló hatása közismert, szükségesnek láttam vizsgálat tárgyává tenni a vetőmag célú felhasználásra szánt gabonafélék – kukorica és búza – csírázási képességének vizsgálatát is a kezelés esetleges negatív hatásának tisztázását.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Terménytárolás jelentősége

Az emberiség legfőbb táplálékforrása a gabonafélék, mely gazdag szénhidrátokban, fehérjékben, zsírokban, ásványi anyagokban és vitaminokban egyaránt. A raktárakban a veszteségek minimalizása, a megfelelő tárolási eljárások kidolgozása biztosítja a tárolt gabona mindenkori elérhetőségét. (Schöller és mtsai., 1997).

A globális élelmiszerbiztonság javítására és az éhínség megszüntetésére az évek során két fő elmélet született. Az első az élelmiszer előállítás fokozása, a második a veszteségek csökkentése az élelmezési lánc során. A tudományos kísérletek legfőbb célja eddig a mezőgazdasági termékek hozamnövelése volt. A 2015-ös ithacai 2. Nemzetközi Globális Élelmezésbiztonsági Konferencia előadásainak majd 90%-a a mezőgazdasági termelés fokozásáról szólt. Mindez annak dacára, hogy az élelmiszer raktározás és az ellátási folyamatok közben bekövetkező veszteségek akár 20-40%-ot is elérhetik (FAO 2013).

A tárolási veszteségek a globális élelmiszerválság legfőbb okozói, melynek legnagyobb része a kártevők megjelenésének tudható. A fejlett világban a rovarok károsítása a tárolt terményekben és már tartós árucikkekben akár 5-10% is lehet, de a modern tárolási technológiát nélkülöző fejlődő országokban a termékek 20-40 %-a is veszendőbe mehet. (Phillips és Throne 2010; Nopsa és mtsai., 2015).

A betakarított termények raktározása, hatással van azok későbbi felhasználásra és értékesítésre. A betárolás megtörténhet kereskedelmi és kormányzati szinten, valamint a gazdaságban és a kereskedőnél egyaránt (Mushira 2000).

A termelőkre és kereskedő cégekre egyaránt vonatkozik az a szabály, hogy lehetőség szerint akkor hozzák forgalomba a terményeket, amikor a kereslet és kínálat alakulása a legoptimálisabb a piaci értékesítés nézőpontjából. Ezekből adódóan válik szükségessé a termény tárolása rövidebb vagy esetenként hosszabb ideig. Fontos momentum, mely meghatározza a raktározás sikerességét az a tárolásra való felkészülés. Meg kell állapítani az adott termény kártevőkkel szembeni érzékenységét és tárolási kapacitást is. Az eredményes terménytárolás alappillére, hogy megfelelően tiszta legyen a termény, továbbá optimális legyen a nedvességtartalma. Ha ezek nem valósulnak meg, akkor elindulhatnak toxikus mikrobiológiai folyamatok, melyek felmelegítik az aktuális terménytételt, ily módon kedvező feltételeket biztosítva a kártevők részére. (Mészáros 2007)

2.2. A raktári kártevők ökológiai funkciói, a védekezés főbb irányai

A tárolt termékek ízeltlábú kártevői a világ számos részén jelentős károkat okozhatnak. Az okozott károk aránya az iparosodott országokban 9% körüli, míg más, kevésbé fejlett országokban akár 20% is lehet (Phillips és Throne 2010). Az okozott károkért több rovarfaj felelős, és a tárolt termékekben található fajösszetételük döntően meghatározza a kár mértékét. Az említett kártevők többféleképpen is csoportosíthatók a funkcionális osztályozásuk és a termékekben való jelenlétük alapján (Nayak és Daghli 2018). Így megkülönböztethetők az elsődleges raktári kártevők, mint például a különböző zsuzsok fajok (*Sitophilus spp.*) vagy a gabona-álszú (*Rhyzopertha dominica*, Fabricius), amelyek utat nyitnak a maghéjon (exokarpium) keresztül, lárváik rejtetten fejlődnek és folytatják az imágó által megkezdett károsítást. Ezeket követik a másodlagos kártevők - pl. vörösbarna gabonabogár (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens) vagy a lisztbogár fajok (*Tribolium spp.*) -, amelyek megjelenhetnek és láthatóan fejlődhetnek ezeken a károsodott terménytételeken. Lárvaik fejlődése már nem rejtve, hanem a felszínen történik, ahol láthatóvá válnak. Végül megjelennek az alternatív raktári kártevők, penészevők, alternatív lebontók és ragadozók (Schöller és Prozel 2014). A tárolt tételben különböző ökológiai szerepet betöltő szervezetek egymást követő megjelenése egyértelműen a károk egyre súlyosabb és kiterjedtebb előfordulását eredményezi.

A raktári kártevők elleni védekezés problémája a rendelkezésre álló hatékony vegyszerek szűk skálájára vezethető vissza (Hagstrum és Phillips 2017). További problémát jelent, hogy

az említett rovarölő szerek erősen mérgezőek a melegvérű szervezetekre, lebomlási termékeik megjelenhetnek a kezelt élelmiszerekben, és rendszeres használatuk miatt fennáll a rovarölő szerekkel szembeni rezisztencia kialakulásának veszélye (Hagstrum 2016). Ezen tények és a fenntartható mezőgazdasági termelés kritériumainak történő megfelelés érdekében a mezőgazdasági kártevők elleni védekezésben egyre fontosabbá válnak az alternatív, vegyszermentes védekezési módszerek és azok kísérleti laboratóriumi elemzése (Arthur 1996, Boyer és mtsai. 2012). Ezeknek a védekezési módszereknek számos megközelítése ismert, mint például az inert por, kovaföld stb. használata (Shah és Khan 2014, Ziaee és mtsai. 2021), illóolajok és más természetes vegyületek alkalmazása (Golob és mtsai. 1999, Campolo és mtsai. 2018), és a tárolt termékek különböző hullámhosszú elektromágneses sugárzással történő kezelése (Hallman 2013).

Számos besugárzási kísérlet létezik, és a növényi kártevőkkel kapcsolatban is publikáltak eredményeket a különböző hullámhosszúságú besugárzások alkalmazásával (Abdelaal és El- Dafrawy 2014, Mazima és mtsai. 2018). Sikeres védekezési kísérletet hajtottak végre mikrohullámú (Lu és mtsai. 2010, Yadav és mtsai. 2014), infravörös (Khamis és mtsai. 2011), ultraibolya (Hasan és Khan 1998, Azizoglu és mtsai. 2011), röntgen (Tsan és mtsai. 2003, Indiarto és Qonit 2020) és gammasugárzással. A fenti vizsgálatok következménye lehet, amely korlátozhatja gyakorlati alkalmazásukat, a védendő gabonaszemek tápanyagtartalmának csökkenése, valamint a vetőmag csírázókéességének csökkenése. (Lacroix és Follett 2015, Han és mtsai. 2018). Ezekről az előnyöktől függetlenül és hátrányai ellenére a vegyszermentes védekezés alternatívái napjainkban egyre fontosabbá válnak. Ezen módszerek kutatása és következményeik elemzése a modern növényvédelmi kutatások középpontjában áll.

2.3. A raktári kártevők megjelenését és elszaporodását befolyásoló tényezők

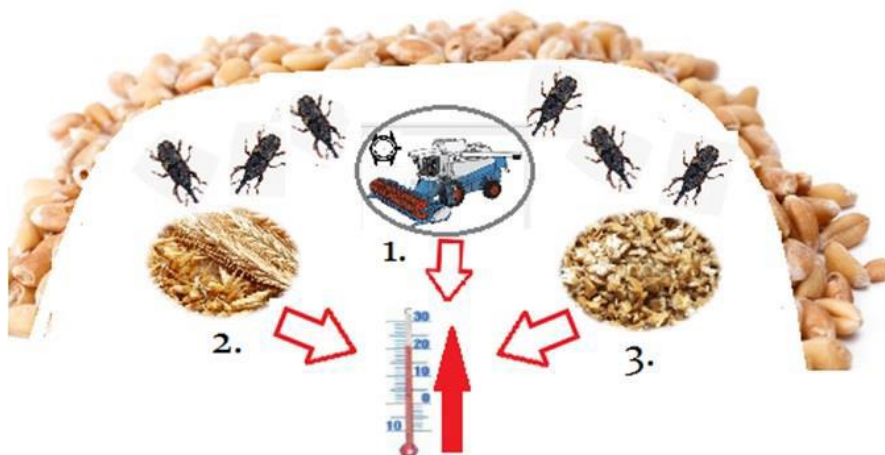
A magtárakban az adott populáció növekedése befolyásolja a lehetséges kárképek mértékét. A környezeti tényezők kölcsönhatásai hatást gyakorolnak a rovarok viselkedésére a gabona tárolása során, legyenek azok fizikai, kémiai vagy biotikus tényezők. Ezek közé tartozik a hőmérséklet, a relatív páratartalom, a táplálék elérhetősége, megléte, illetve annak hiánya, a termés mérete, fajtája, azonkívül nedvességtartalma. Mindemellett viselkedést szabályzó szempont lehet, a meghatározott termés tároló épület kialakítása, eltérő ízeltlábú fajok ottléte, további ragadozók, parazitoidok, gerincesek és betegséget okozó mikroorganizmusok jelenléte. (Cox és Collins 2002)

A gabona kezelés, szárítás, hűtés és tisztítás, illetve kártevők elleni védekezési intézkedések alkalmazása eredményeképp az emberi cselekvések is nagy befolyással lehetnek a rovarok viselkedésére. Lényegesen szabályozza a rovarok viselkedését az élő szervezetek között levő interakciókat közvetítő kémiai anyagok, melyeket szemiokémiai anyagoknak is nevezünk. (Law és Regnier 1971)

A szexferomonok, a táplálékukkal kapcsolatos vegyi anyagok -köztük a gombák illóanyagai - mindezek a rovarok révén előállított anyagok közé sorolhatóak. Emellett hatást gyakorolhat a rovarokra az ellenük folytatott védekezés során a levegőbe bocsátott vegyi anyagok is (Cox és Collins 2002)

Ha megfelelő hőmérsékletben vannak a rovarok, akkor a szaporodásuk, táplálkozásuk, illetve a kártételük is felgyorsul. A magtári gabonaszuzsok esetében 19-28 Celsius fokig beszélünk optimális hőmérsékletről. Azonban, ha eltérünk ettől az értéktől az felborulhat pozitív és negatív irányban egyaránt. Ilyenkor is az életfeltételeit ugyan meg tudja találni, de a károsító ereje csökken. Elpusztulhatnak vagy nyugalmi állapotba is tudnak kerülni azok a rovarok, amelyeknek hőmérsékleti optimumuk erőteljesen eltolódik. Különböző tényezők jelenléte gyakorolhat hatást rájuk, például tápnövény, természetes ellenségek jelenléte vagy esetleg azoknak hiányuk, a termés nedvességtartalma, a közeg páratartalma, továbbá a hőmérséklete.

Termény fizikai jellemzői: ha a terményt nem szárítjuk le megfelelő nedvességtartalomra, amely minden termés esetében különböző érték, az optimális közeg lesz a kártevőknek, amiben el tudnak szaporodni. Másrészt a mikrobiális folyamatok által optimális hőmérsékletet is biztosítunk számukra.



1. ábra A betárolt terménytételek nedvességtartalmát befolyásoló tényezők

(1. betakarításkori terménynedvesség tartalom, 2. szemét, 3. törtszem)

(Forrás: Kártevők elleni védekezés lehetőségei; Keszthelyi Sándor (2017))

Ahogy az 1. ábrán is látható, a magas betakarításkori szemnedvesség, a sérült szemek, továbbá az el nem távolított szemét maradványok növelik a termény nedvességtartalmát. A magasabb nedvesség is előidézhethet hőmérséklet növekedést, ami szintén kedvez a kártevők elszaporodásában. Megjelenhetnek ezek a kártevők a mélyebb terményrétegekben is, ha a terménytárolókban nagy a levegő térfogata, mert ezáltal jobban ki vannak téve a külső környezeti ingadozásoknak, például a hőmérséklet és a páratartalom változásának. (Keszthelyi 2016)

2.4. A terménytárolás során bekövetkezett mennyiségi és minőségi káresemények

A betakarítás, a szárítás, a szállítás és a tárolás során jó néhány műveleten mennek át az élelmezési célú gabonák, míg végül a fogyasztó asztalára kerülnek. Ezeknél az eljárásoknál nagy mennyiségű veszteség is képződik. A raktározott termékek kártevői jelentős károkat tudnak okozni, a termés mennyiségében, illetve minőségében egyaránt (Schöller és mtsai, 1997). A feldolgozás alkalmával bekövetkező nagymértékű veszteségek a mezőgazdasági üzemek tárolási infrastruktúrájának elmaradottsága okán következhet be (Ramesh, 1999).

Ha mennyiségi veszteségről beszélünk, akkor azokat jórészt különféle károsítók okozzák, többek között a rágcsálók, rovarok, atkák vagy mikroorganizmusok. Elkezd romlani a vetőmag csírázóképesége a fertőzéseknek köszönhetően, valamint a termény nedvességtartalma és szabad zsírsav szintje is lépcsőzetesen elkezd nőni, míg a pH- és fehérjetartalom negatív irányba történő elmozdulása teljes minőségromlást okozhat. Mindezek jelentősen rontják az élelmiszertermékek gazdasági értékét és azok árusítását a piacon.

A betárolt termények esetében a károsítás mértéke kettő dologtól függ. Egyrészt a károsító fajtól, ezen kívül a tárolás körülményeitől. A minőségi veszteségek több esetben nagyobb problémát keltenek, mint a mennyiségi veszteségek. A termény minőségbeli romlása során általában a megmaradt részeket már nem lehet felhasználni, mivel ezek a tételek egészségre káros hatással bírhatnak. Fontos momentum, hogy a mennyiségi, mind a minőségi veszteségek megfelelő, szakértő tárolással megelőzhetőek lehetnének. Ha időben felismerjük a kártételt, az elő tudja segíteni a védekezés eredményességét (Jávor 1969).

A fentiekén kívül még a szaprotróf gombák megtelepedése ugyancsak minőségbeli problémákat tudnak okozni. A penészgombák lehetőséget kaphatnak elszaporodni, ha a raktári károsítók tevékenységei által a termény hőmérséklete megnő. Ezek a kórokozók átalakíthatják például a termény színét, illatát, de a tápanyagértékét is csökkenthetik. Megjegyzendő, hogy jó pár mikotoxint termelő faj megtalálható ezek között a gombák között,

amelyek fogyasztása súlyos problémákat előidézhet, mind az emberben, mind az állati szervezetben. (Keszthelyi 2020)

2.5. Fontosabb raktári károsító fajok bemutatása

A raktári kártevő zöme a bogarak és a lepkék rendjébe sorolható, azonban megtalálhatóak egyéb károsító fajok is, például a fonálférgék, vagy a magasabb rendszertani kategóriákhoz tartozó rágcsálók közül a kelet európai házi egér (*Mus musculus* Linnaeus), vagy a különösképpen ősszel gyakori kártételű mezei pocok (*Microtus arvalis* Schrank). A legnagyobb bajt a rágcsálók megjelenése alkalmával a vándorpatkány (*Rattus norvegicus* Fischer) okozza. A tárolt terménytételünkben vannak olyan kártevő fajok is, melyek elsőként a szántóföldön károsítanak és növekedésük kezdetben a szántóföldeken valósul meg, de a fejlődési szakaszuk végét a tárolt termények között vészelik át, az is előfordulhat, hogy itt telelnek át. Itt megemlíteném a borsózsizsiket (*Bruchus pisorum* Linnaeus) példaként. Az ellenük irányuló védekezést már szabadföldön indokolt elvégezni (Jávör 1969).

Magtári gabonaszuzsok (*Sitophilus granarius* Linnaeus)

A magtári gabonaszuzsok a világ minden részén előforduló kártevő. Számottevő károkat tud okozni a tárolt szemekben és ezzel egyidejűleg lényegesen csökkentheti a termés hozamot. A sérült szemek tápértéke mérséklődik, azonkívül csökkent piaci értékű lesz (Bognár 1974).

Alaktani leírás

A gabonaszuzsok tojása ellipszoid alakú, áttetsző és tejfehér. Mérete 0,5 és 0,8 mm közöttire tehető. Csontszínű lárvája van, aminek határozott a fejtokja. Rejtetten, a megtámadott mag vagy szem belsejében kezd el fejlődni és a bábidejét is ott tölti. Az imágója 2-3,5 mm hosszúságú, sötétbarna vagy pedig fényes fekete ormányosbogár. Szárnyfedőin párhuzamos barázdák futnak. Sűrűn pontozott a jól fejlett előtora, az ormány hátán is hosszanti pontsorok vannak. A hártvány szárnya csökevényes, ezért repülni nem tud. A lárva is és az imágó s rágószájszervvel rendelkezik. (Keszthelyi 2021)

Elterjedés és jelentősége

Eredetileg kelet-mediterrán faj, amely napjainkra kozmopolita károsítóvá nőtte ki magát. A trópusi országokban ritka, ott elsősorban a hegyvidéki hűvös területekre korlátozódik fellépése. Érdekes, hogy 1923-ban észlelték Japánban, de mai napig nem telepedtek be stabilan. A repképtelen kártevő terjesztésében nagy szerepe van az embernek. A károsított tételek széthurcolásában, a göngyölegek, szállító eszközök nem megfelelő kezelése szintén szerepet játszik a faj terjesztésében. (Keszthelyi 2021)

Kártétel

Az imágó rágásával a kialakított üregbe helyezi tojásait a megtámadott szem felületén. Az ott kikelt kukac elpusztítja a növényi embriót és teljes egészében rejtett életmódot folytatva feléli a szem endospermium tartalmát. A lárva és az imágó kártételének következtében sokszor a termés teljes belső szöveti alkotói megsemmisülnek, csak a maghéj marad vissza. Onnan tudjuk, hogy jelen van e kártevő a terményünkben, hogy a tétel alján összegyűlt lisztszerű rágcsálék van. Másodlagos kárnak tekinthető, ha párás környezet van az adott raktárban, mely segíti a szaporodását is és teret biztosít szaprotróf mikrogombák megtelepedésének, mint például *Penicillium* és a *Fusarium*. Ezek között toxintermelő fajok is vannak. A kártevő jelentős tömegű jelenlétét anyagcseretermékeinek, például húgysav, terménytételben történő feldúsulása is kíséri, amely komoly értékromlás előidézője. (Keszthelyi 2021)

Életmód

Évente 3-4 nemzedéke fejlődik és az imágó telet át rejtett helyeken. Tavasszal 10-12 Celsius fokon válik aktívvá. Kártételének klimatikus optimuma 20-26 Celsius fok és 60-70 % relatív páratartalom mellett van. Ezenkívül a hőmérséklettől és szintén a páratartalomtól függ a fejlődési sebessége, mely átlagosan másfél hónap, az imágó élettartama 8-10 hónap, egyes esetekben akár ennél több is lehet. Többtápnövényű, de leginkább búzán, rozson, árpán, tritikálén, zabon, de kukoricán és még napraforgó kaszaton is kárt okozhat. Oligofág károsítónak a napraforgón kialakított károsítása mellett azért nem nevezhető, mert egyéb tárolt tételekben is képes kárt okozni, mint a korpán vagy például az összecsomósodott lisztben. (Keszthelyi 2021)

Gabona-álszú (*Rhizopertha dominica* Fabricius)

A kifejlett rovar 3-4 mm hosszú méretű, melynek színe vöröses-barna, alakja vékony henger. Pontozottak szárnyfedői, felülről nézve feje nem látható, mert a tor csuklyaszerű képlete ráborul. Lamellaszerűen szegmentáltak csápjai. Ovális tojásai 0,6 mm hosszúak és 0,2 mm az átmérőjük, melyeket elszórva helyez el a gabonaszemekre a nőstény. Fehér, krémszínűek, jellegzetes rágó-szájszervvel rendelkeznek oligopod lárvai. A fiatal lárvák gyorsan mozognak a gabonátételben, míg a fejlődésük végéhez közeledve folyamatosan csökken aktivitásuk, a bábállapot előtt már helyhezköötöttség jellemző rájuk. A bábozódás a megtámadott terményben valósul meg, piszkosfehér szabad bábja van. Eredeti elterjedési területe nem tisztázott, napjainkban kozmopolita elterjedtségű. Tropicus, szubtropikus és mérsékelt klímájú kontinentális területeken különösen veszélyes. Feltartóztathatatlan a globális terjedése. Elsőként kukoricában, árpában, rizsben és zabban károkozó, de mindemellett korianderen, babon és gyömbéren is ismert a kártétele. Behatol még a búzalisztbe, különféle

szárított terményekbe is. Kivételes terjedőkészsége van. Elsődleges terménykártévők közé tartozik, a sértetlen szemeket támadja meg a rovar. Elsősorban a szem keményítő tartalmát éli fel. A lárva és az imágó kártételeként örlemény és nagy mennyiségű porfrakció marad vissza. A nőtények életük során 200-500 darab tojást raknak le. A lárvák három vedlést és négy lárvastádiumot követően bábozódnak. 240 napig élnek az imágók átlagosan. 20 Celsius-fokon 90 nap szükséges ahhoz, hogy a rovar tojásból imágóvá váljon. Mindez 34 Celsius fokon 22 napot vesz igénybe. (Keszthelyi 2021)

Vörösbarna gabonabogár (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens)

Kicsi, 1,5-2,5 mm-es faj, széles rágószájszervvel rendelkezik. Gabonabogár-félékből a legkisebb. Színe vörösbarna, lapos, hosszú és vékony. Nagy a feje és a nyakpajzsa. 3-4 mm hosszúak lárvái, amelyek sárgásfehér színűek. Mára kozmopolita elterjedésű. Napjainkra széthurcolták élelmiszer kereskedelem következtében. Legelterjedtebb a Palearktikus faunartomány területén. Fő tápnövényei a búza, rozs, árpa és a zab, de emellett a tárolt olajos magvak, kakaó, szárított vagy erjedésben levő gyümölcs, dió és rizs kártévőjeként is ismert. Természetes élettársulásokban is megtalálja az életfeltételeit. A gabona egyik legtömegesebb kártévője. Gyakori teherhajókban, malmokban, raktárakban, silókban, de feldolgozott lisztek között is előfordulhat. Elsődleges kártévő, mert önállóan tud a táplálékul szolgáló szemekbe, magvakba behatolni. A kikelt lárvák a mag belsejében elpusztítják a csírat és elfogyasztják a tárolt szénhidrátokat is. Gombaspórákat is terjeszhetnek a tárolt gabonában. Több nemzedéke fejlődik évente. Az imágó gyorsan mozog és jól repül, 23 Celsius fok felett. Jól tűri a hideget. A nőtények 200-500 tojást is rakhatnak, lárváinak fejlődése a károsított magon, illetve szemén megy végbe, ahol be is bábozódnak. 35 Celsius fok és 70 % relatív páratartalom mellett a lárvák 5 napon belül ki is kelnek. Mindössze 3 hét a teljes életsiklus időtartama. Az ellene irányuló védekezés nehézségeit növeli, hogy számos esetben megfigyelték a gázosítószerként általánosan elterjedt foszfor-hidrogénnel szembeni ellenállóképességet. (Keszthelyi 2021)

Mezei gabonamolyle (*Sitotroga cerealella* Olivier) tipikus kozmopolita faj. A világ több pontján (meleg és mérsékelt égövön egyaránt) előforduló kártévő. Magyarországon raktárakban károsít elsősorban, annak ellenére, hogy képes a későn learatott, lábön álló kukoricát is károsítani (Hashmi 1994).. A lárva a szemek belsejével tud táplálkozni. Vetőmagelőállítás nézőpontjából súlyos kártétele, hogy sérti a mag csíráját. Melegigényes fajról beszélünk, így elsősorban hazánk déli részein, a melegebb raktárakban és évszakokban lehet számítani a tömeges felszaporodására. Ideális hőmérséklet igénye 26-30 °C közöttire tehető, relatív páratartalom igénye 30 %. (Howe 1965, Bognár 1974, Mészáros 2007).

Rizzsuzsok (*Sitophilus oryzae* Linnaeus) Indiából származik, napjainkban világszerte elterjedt, kozmopolita kártevőről beszélünk. Magyarországra behurcolt kártevő, raktáraink elég jelentős kártevője. Az imágó 2-4 mm hosszú, színe sötétbarna, vöröses, vörössárga foltokkal tarkítva. Lárva fehér színű, lábatlan, magon belül fejlődik, ezért korai felismerése a terménytételekben meglehetősen bonyolult (Canadian Grain Commission/Rice weevil 2022). Kártétele a gabonaszuzsokhoz hasonlít, azonban nála némileg szélesebb tápnövénykörrel rendelkezik. Megjelenésére utaló jelek a megtámadott termények alján felgyülemelő lisztszerű maradványok. Az optimális hőmérséklet igénye a gabonaszuzsokhoz képest viszonylag nagyobb 27-31 °C, relatív páratartalom igénye 60%. (Howe 1965, Bognár 1974, Mészáros 2007)

Fogasnyakú gabonabogár (*Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus) 2-3 mm közötti nagyságú, karcsú, hosszúkás alakú rovar. Jellegzetes nyakpajzsának köszönhetően könnyű felismerni. Mára az egész világon előforduló kártevőként tekinthetünk rá. A szárított növényi anyagokban, a dióban, mogyoróban is kárt okoz. Mind a lárva, mind az imágó is károsító. A gabonafélékben másodlagos károsítóként van jelen, mert az ép szemeket nem képes felsérteni. Évente több nemzedéke is van. A teljes kifejlődéshez, a hőmérséklet, a páratartalom és a növénytől függően 3-4 vagy akár 10 hét is szükséges lehet. Ha a körülmények adottak az imágók akár 2-3 évig is életképesek. A fogasnyakú gabonabogár képes áttelelni a raktárakban, de ugyanúgy a szabadban is. Optimális hőmérséklet igénye 31-34 °C, minimum relatív páratartalom igénye 10 % (Howe 1965; Bognár 1974; Mészáros 2007).

Kukorica lisztbogár (*Tribolium castaneum* Herbst) Másodlagos gabonakártevőnk, legfőképp tárolt gabonafélékkel, tört szemekkel, illetve gabona termékekkel (gabonaliszt) táplálkozik. (Lhaloui és mtsai 1988). A melegebb klímájú területeken terjedt el. A raktári kártevők közé soroljuk. Károsításának következményeként a terménytételek minősége és felhasználhatósága nagy mértékben romlik (Mészáros 2007). Optimális hőmérséklet igénye 32-35 °C, minimum relatív páratartalom igénye 1 % körüli. A nőtények nagyjából 300-400 db tojást rak és fejlődésük a tojástól az imágóik 15-20 napot vehet igénybe, ha optimális körülmények között van. A kukorica lisztbogár akkor repül, ha a környezetének hőmérséklete eléri a 25 °C-ot. Emiatt gyorsan elszaporodhat (Canadian Grain Commission/ Red flour beetle 2022). Mivel a rovarok táplálkozásával a gabonacsíra is károsul, emiatt a gabona tételekben gyorsan lesz nagy mértékű a csírázási veszteség (Sinha és Watters 1985).

2.6. A tárolt termények védelme

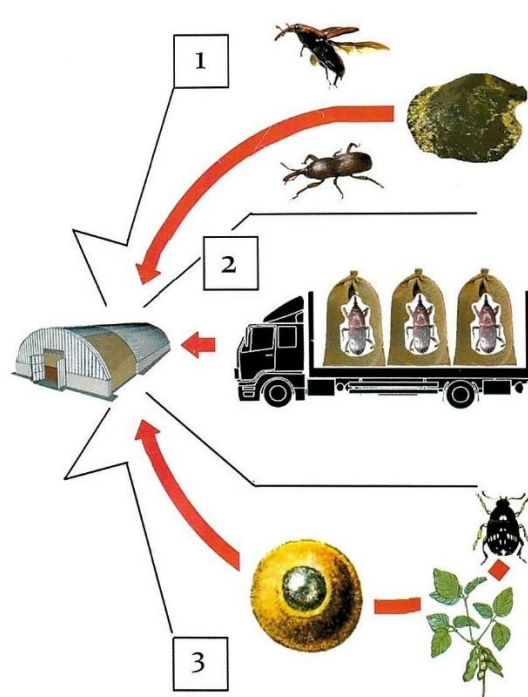
Az élelmiszerek tárolása és azok feldolgozása közben megannyi kártevővel találjuk szemben magunkat. Ezeknek a kártevőknek a jelenléte már több ezer éve is gondot okozott az élelmiszerek tárolása folyamán. Kr. e. 3000-ig is visszanyúlhatnak a gabonafélék tárolására és a fertőzöttségükre vonatkozó bizonyítékok, amiket írásos feljegyzések (Levinson és Levinson, 1985) és a fellelhető régészeti lelőhelyek (Buckland 1981) támasztanak alá. Azért fontos védekezni e rovarok ellen és különös figyelmet kell fordítani hosszabb tárolás során, mert akár jókora termény mennyiségeket is eltudnak pusztítani, (Pimentel és mtsai, 1991). A fejlettebb piacú országokban már csekély mennyiségű rovar jelenléte is értékesítési problémát okozhat, annak ellenére, ha az adott kártevő egyedszáma nem éri el az 1 egyed/kg gabona sűrűséget. (Pinniger és mtsai 1984).

Korai élelmiszerkártevők elleni védekezési kísérletek közé olyan módszereket sorolunk, mint például egyes növényi anyagok füstölő hatása, száraz talaj és fahamu keverése a gabonával, ami aztán a rovarok kiszáradását okozta (Levinson és Levinson, 1985). A mai napig alkalmazzuk a keverést és a gázosítós módszert egyaránt a tárolás kártevői elleni védekezésre. Mindazonáltal a mai modern és széles spektrumú növényvédőszer és gázosítószer mellékhatásaival már jócskán gyarapodtak ismereteink, ezért a tudósok és szakemberek próbálnak új szemszögből vizsgálni a kártevők elleni védekezési technikákat.

A rovar kártevők ostromának szinte minden gabonaféle a célkeresztjébe kerül. Ezek a kártevők jórészt a gabonaszemek belsejében fejlődnek ki és ugyanott is táplálkoznak. A tárolt gabonát károsító rovarok közül elsőként megemlíthető a rizszsuzsok (*S. oryzae*), a mezei gabonamoly (*Sitotroga cerealella*), és a magtári gabonaszuzsok (*S. granarius*). Vannak olyan másodlagos kártevők, akik nem képesek az érintetlen szemeken behatolni, ők már a valamilyen úton felsértett szemekben okoznak kárt. Ilyen rovar például a fogasnyakú gabonabogár (*O. surinamensis*), amerikai kis lisztbogár (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val) és a kukorica lisztbogár (*T. castaneum*) (Mason 2004).

2.6.1. Kártevők előrejelzése, megelőzése és védekezés

A kártevőknek számos lehetőségük van bejutni a raktározott termények közé, ahogy a 2. ábra is mutatja.



2. ábra: A raktári kártevők bejutásának lehetőségei a terményraktárakba

(1. aktív, 2. passzív, 3. termény közvetítette)

(Forrás: Tárolt termény- élelmiszer- és termék-kártevők; Keszthelyi Sándor (2021))

A fertőzéseknek három módja ismert. Beszélhetünk aktív és passzív fertőzésről, továbbá a tápnövény által közvetített módon is bejuthatnak a kártevők. Ha aktív módon történik a fertőzés akkor általában vagy berepül, vagy „besétál” a raktárakba. Meg tudja könnyíteni a kártevő sikeres behatolását, ha nem megfelelően van feltakarítva, ezenkívül nehézség nélkül tud táplálékhoz és menedékhez is jutni az elszórt termények révén. Ha nem megfelelően alkalmazzuk a zárt tárolókat, akkor a réseken, illetve a repedéseken a kártevők egyszerűen és gyorsan be tudnak jutni a betárolt termények közé. Passzív védekezési módszernél a bejutás úgy történhet, ha fertőzött tételek eltávolítását hiányosan végezték el. A kártevők egyszerűen be tudnak jutni például a padozatoknak a repedésein keresztül is. A termény által közvetített bejutási lehetőség az, amikor a szántóföldről behozott, fertőzött termények kerülnek be a tárolókba. Ezért már a szántóföldön indokolt elvégezni a védekezést (Keszthelyi 2021).

A rovarfertőzés ellenőrzési, megfigyelési módszerei eltérőek lehetnek, továbbá nagy mértékben függ az adott kártevő fajtától, a tárolt terménytől, illetve a tárolásnak a módjától is.

Ömlesztett áruk betárolása esetén több módszer ismert. Az első és egyben legegyszerűbb a termék felületén és annak környékén megjelenő rovarok, valamint ezeknek a jelenlétükre utaló jelek - szöveti maradványok, szag, por – megfigyelése. Egy másik módszer az a mintavételen alapul, ahol szondával történik meg a mintavétel. Az utóbbi években számos

módszert és megoldást fejlesztettek ki a tárolt termékek kártevőinek viselkedésével, mi több kártételeikkel kapcsolatos eredmények kimutatására. A peszticid használat csökkentésének indoklásaként felhasználhatóak a megfigyelt információk, illetve adatok. Ezek a vizsgálatok annak mutatójaként is szolgálhatnak, hogy az Integrált Növényvédelmi Program (IPM) elemei mennyire hatásosak a termények védelme során (Campbell és mtsai 2002).

Több kifejlesztett feromoncsapda létezik már a tárolt termékekben levő károsító rovarokkal szemben. Különbőféle csapdák vannak a rövid, illetve a hosszú életsiklusú egyedeknek. A rövid életsiklusúaknak kifejlesztett csapdák hatékonyan mutatkoznak. A hosszú életsiklusú, kifejlett imágók és néhány lárvával szemben pedig a táplálékcsalogató csapdák lehetnek célravezetőek. Ez esetben elsősorban zabolaj- és búzacsíraolaj kivonatból készült csalétekeket helyeznek el számukra a raktárakba. (Burkholder és Ma 1985).

A tárolt gabonafélékben lévő kártevők korai felismerése az egyik legfontosabb momentum a sikeres védekezés nézőpontjából. Ez jelzi azt, hogy pontosan mikor válnak szükségessé a védekezési intézkedések. Ezen kívül arra is ad esélyt, hogy lehetővé tegyen olyan védekezési stratégiák kidolgozását, melyek csökkenthetik a tartamhatású növényvédő szerek kijuttatásának szükségességét (Wakefield és Cogan 1999).

Próbálják a termelőket arra ösztönözni, hogy minél gyakrabban mintázzák meg betárolt terménytégeiket, hogy azoknak minőségét meg tudják őrizni, illetve ellenőrizni tudják egyrészt a rovarfertőzöttséget, másrészt az emelkedő tendenciát mutató nedveségtartalomról eredhető penészkárokat is.

Több oka lehet a nedvesség nem megfelelő szintjének, mint például a nem megfelelő tárolók használata vagy a szellőztetés hiánya. A fehérre festett tárolók hővisszaverő hatásúak, így csökkenteni tudják akár 5 Celsius fokkal a tárolókban levő hőmérsékletet a gabona tömeg széleinél, a falak közelében. Ha csökkenjük a termény hőmérsékletének ingadozását, akkor csökkenteni tudjuk a páralecsapódást is, ami azt eredményezi, hogy a szemek nedvesedését kordában tudjuk tartani. (El-Aziz 2011)

Arra már több megoldás is született, hogyan lehet visszaszorítani vagy megelőzni a raktári kártevők terjedését. Különböző módszerek vannak a rovarok elleni védekezésekre, a hagyományos módszerek közül ismertek a fizikai, a biológiai és a kémiai módszerek.

2.6.2. Kémiai védekezési módszerek

A kémiai módszer rovarölő szereket alkalmaz elsősorban a rovarok elpusztítására. A rovarirtó szerek a világon a leggyakrabban használt vegyi anyagok közé sorolhatók és egyben az emberi egészségre nézve a legveszélyesebbek. Az ömlesztve tárolt gabonafélék és

gabonafeldolgozó iparban a rovarok elleni védekezésre használt vegyszerek két részre csoportosíthatóak. Vannak a kontakt rovarölő szerek és vannak a gázosítószerke. A kontakt rovarölő szerek úgy pusztítják el a rovarokat, hogy a kezelt felületekkel érintkeznek. A gázosítószerke gáznemű rovarölő szerek, ezeket a rovarok elleni védekezésre alkalmazzák a gabonafélékben és a feldolgozott élelmiszerekben ott, ahol a kontakt rovarölő szerek már nem alkalmazhatóak (Sinha és Watters 1985).

Az egyik legismertebb eljárás a tárolt termények károsítóival szemben a már említett gázosítószerke eljárás, melyet már több évtizede használnak. Első körben cian-hidrogénnel dolgoztak, később az idő változásával, valamint az ismeretek gyarapodásával megjelentek más vegyületek, gázosító szerként használható anyagok is. Ebben az esetben alapvetően négy vegyületet említenék. A foszfor-hidrogént, a metil-bromidot, etilén-oxidot és a már említett cian-hidrogént. A metil-bromid szerepet játszik a légköri ózonréteg vékonyodásában, ezért a fejlett országokban 2005-től betiltották (Fields és White 2002). Ennek helyére több más opciót kipróbáltak, a fizikai védekezési módszerektől kezdve, mint a hő-, a hideg- és a fertőtlenítő kezelések, egészen más füstölőszerke alkalmazásáig, mint a foszfin, a szulfuril-flourid és a karbonil-szulfid (Fields and White 2002).

Magyarországon terménygázosításra ma már csak foszfor-hidrogént használnak terménygázosításra, amely keletkezéséhez alumínium, illetve magnézium foszfidot használnak. Ezek a vegyületek mérgező hatásúak, ezért óvatosan kell alkalmazni a károsítók ellen történő védekezés során (Keszthelyi 2021).

Rovarölőszerke védekezés során a rovarölő szerek permetezve kerülnek ki meleg és hideg ködképző berendezések segítségével. (Keszthelyi 2017)

A fizikai, kémia és biológiai védekezési módszerek közül leginkább a kémiai módszert használnak a legtöbben a rovarok elleni védekezésre (Sinha és Watters 1985). A kémiai védekezési technikák elengedhetetlenek az élelmiszerek hatékony ellőállításához, illetve azok tartósításához. Az elmúlt pár évben egyre jobban előtérbe helyeződnek olyan alternatív rovarirtási megoldások is, melyek környezeti terhelések minimalizálását próbálja csökkenteni (Nelson és Stetson 1974).

Az egyik fő nehezítő tényező a rovarölő szerekkel szembeni rezisztencia létrejötte. A terménytárolás kártevőinek globális felméréséből a kukorica lisztbogár (*T. castaneum*) 78 országból gyűjtött 505 törzsének 87%-a rezisztens volt például a malationnal szemben (Sinha és Watters 1985). Sok régióban súlyos problémát jelentett a malation rezisztencia kialakulása, így szükségessé vált mihamarabbi alternatív peszticidek kidolgozása, gázosítószerke vagy akár egyéb fizikai védekezési technikát használata. Annak ellenére, hogy a rovarölő és a

gázosító szereket mérsékelt mennyiségben próbálják használni, mégis megvan rá a lehetőség, hogy káros hatást gyakoroljanak az emberekre, olyan módon, hogy ezek a vegyi anyagok az ételmezési célú terményekben maradnak. Nemcsak az emberekre, hanem a környezetre is veszélyes hatással lehetnek (Basu és mtsai. 1994).

A gázosítás gyakran csak az élő lárvákat vagy kifejlett rovarokat tudja csak elpusztítja, de nem öli el teljes mértékben a gabonaszemekben még élő tojásokat, amelyek egyébként még 3-7 hétig is tovább élhetnek a többi fejlettségi állapotra letális gázosítószer szintje mellett. (Langlinais 1989).

2.6.3. Fizikai védekezési módszerek

A rovarok elleni védekezés kapcsán többféle fizikai módszert ismerünk. Használhatunk különböző típusú csapdákat - szondacsapdák, feromoncsapdák-, szélsőségesen manipulálhatjuk a fizikai környezetet (Sinha és Watters 1985), továbbá mechanikus behatást, fizikai eltávolítást, inert porokat és ionizáló sugárzást is alkalmazhatunk. (Muir és Fields 2001)

Az manipulált fizikai változók közé soroljuk a hőmérsékletet, a relatív páratartalmat vagy a szemcsék nedvességtartalmát és a szemcsék közötti levegőben lévő légköri gázok összetételét. Az alacsony hőmérsékletet a legtöbb esetben hideg környezeti levegővel történő levegőztetéssel érik el. A magas szemhőmérséklet több módon vagyunk képesek elérni. Például mikrohullámú és infravörös sugárzással, de forró levegő, valamint dielektromos fűtés említhető még (Bank és Fields 1995). Sokféleségük ellenére a fizikai védekezési módszerek zömmel lassúak, sőt a magas szintű mortalitás nem garantálható, még akkor sem, ha megfelelő volt a kezelés. Nagyobb sikerrel ott alkalmazhatóak a fizikai módszerek, ahol kisebb mértékű a fertőzöttség. (Muir és Fields 2001).

2.6.4. Környezetbarát megoldások

Számos európai országban a tárolt termények fertőzöttségtől való megvédésére tartamhatású rovarirtó szereket alkalmaznak. E kemikáliák közvetlenül a terményre kerülnek és mindaddig védelmet nyújtanak a kártevőkkel szemben, amíg a rovarölő hatás fennáll. Ezek a hatóanyagok viszont mérgezőek lehetnek az emlősökre, a kezelt terményeken a szermaradványok fel tudnak halmozódni is, aztán idő elteltével rezisztensek lehetnek rá a kártevők (Zettler és Arthur 2000). Mindezek miatt szükségszerű új, környezetre kevésbé kártékony, költséghatékonyabb technikákat, módszereket fölfedezni, illetve kikísérletezni.

Kovaföld rovarölő hatása

A terménytételekbe jutott kovaföld megtapad a kártevők felületén, amint a 3. ábrán is látható, mely akadályozva a vízfelvételt, ami aztán úgy pusztítja el a rovarokat, hogy kiszáradnak és végül elpusztulnak.



3. ábra. Kovafölddel kezelt magtári gabonaszuzsok

(Forrás: Tárolt termény- élelmiszer- és termékkártevők; Keszthelyi Sándor (2021))

A rovarok mortalitása akkor következik be, amikor a szervezetük víztartalmának legalább 60%-át elveszítik (Eberling 1971). Ennek okán idő kell, míg ez a technika sikerrel jár, ezért a kovaföldet a lassan ható rovarölő szerekhez soroljuk (Mossa 2016).

Az egyik megoldás lehet az olyan termékekkel történő vegyítés, melyek rovarölő hatásuk van, mint például a szilikagélek (Fields és Korunic 2000) és egyéb növényi anyagok alkalmazása (Athanassiou és mtsai 2009; Vayias és Stephou 2009; Adarkwah és mtsai 2017). Másik megoldás lehet, hogy a kovaföldet olyan növényi anyagokkal keverjük, melyeknek más a hatásmechanizmusuk.

Szén-dioxid befúvással történő védekezés

A védekezési eljárásnak az a lényege, hogy a gáz elvonja az oxigént a tárolóból és anaerob körülményeket teremtve elpusztítja az ott rejtőző kártevőket. Ezt a védekezési eljárást egyszerű alkalmazni, szakértelmet nem igényel és az emberi szervezetre káros szervmaradványok sem maradnak vissza használata után. Viszont hátrányai közé kell sorolnunk, hogy csakis légmentesen zárt terménytárolókban alkalmazható e technika, továbbá a rovarok kifejezetten jól tűrik a magas szén-dioxid jelenlétét a levegőben, így idő kell a sikeres rovarölő hatás eléréséhez (Keszthelyi 2021).

Növényi illóolajok használata

A növények az életműködéséhez elengedhetetlen elsődleges anyagcseretermékek mellett több másodlagos anyagcsereterméket is előállítanak. (Gershenzon 1994, Larcher 2003). A másodlagos anyagcseretermékek egyik jelentős csoportja az illóolajok felépítésében is részt vevő terpenoidok, amelyből napjainkra már 20.000 molekulát határoztak meg. (Lanenheim 1994). A terpének egyenes szénláncú vagy gyűrűs vegyületekké állhatnak össze, amelyekhez különböző funkciós csoportok tudnak kapcsolódni (Croteau 1987, Bakkali és mtsai 2008). Az utóbbi években a növényi illóolajok növényvédelemben való hatékonysága komolyabb figyelmet kapott. Az illóolajok és ezek alkotóelemeik alkalmazása a mezőgazdasági termékek védelmét szolgálhatják, mivel alacsony a mérgező hatásuk az emlősökre és a környezetre tekintve (Papachristos és Stampoulos 2002). A növényi olajok és összetevőik toxikus hatása jól megismertük az utóbbi időkben a különböző rovarkártevők ellen. A sokféle aromanövényekből kivont illóolajok hatékonyságára vonatkozó kutatások olyan pozitív eredményre utalnak, melynek következtében a főbb tárolt terményekben levő rovarkártevőket vissza tudjuk szorítani. Ezek közül már több olyan is van, amely kis koncentráció mellett aktív füstölőszerként is használható a rovarokkal szemben (Shaaya és mtsai 1991, Arnason és mtsai 1992; Shaaya és mtsai 1993; Isman és Akhtar 2007; Shaaya és Kostyukovsky 2009; Kostyukovsky és Shaaya 2010).

Biológiai módszerek

A biológiai módszerek közül több megoldás jó alternatívája lehet a kémiai gázosítószereknek. Ilyen lehet például természetes ellenségek és kórokozók, önmagukban is, illetve szelektív rovarölő szerekkel kombináltan (Zettler és Cuperus 1990; Zettler 1991; Zettler és Arthur 1992; Arthur 1996; Zettler és Arthur 1997).

A biológia védekező szerek nem károsak az emberi egészségre, nincsen környezetszennyező hatásuk és nem halmozódnak fel a terménytátelekben sem, kockáztatva azok későbbi felhasználhatóságát (Edde 2012).

A biológiai módszerek az a lényege, hogy élő, hasznos szervezeteket, mint természetes ellenségeket használnak fel a káros rovarok elleni védekezés során. Több alternatív védekezési technika van a tárolt termékekben lévő kártevők ellen, ideértve a ragadozó rovarok és atkák, parazitoidok és fajspecifikus kórokozók használatát. A vegyszerekkel ellentétben, amelyeket nagy területen kell alkalmazni, a természetes ellenséget elég egyetlen egy helyen kiengedni aztán ezek maguktól megtalálják és megtámadják a kártevőket az adott kultúrában. Nem kellenek vegyszerek, ugyanakkor e módszerek nem jelentenek veszélyt az emberekre és a környezetre sem. A biológiai védekező szerek általában fajspecifikusak. Mivel a legtöbb fertőzés több fajtól tevődik össze, a biológiai védekező szerek több különböző izolátumára vagy fajára lehet szükség. A biológiai védekezési módszerek lassúak és éppen ezért a védekezés hatékonysága előtt jelentős kár is összejöhet. Legtöbb esetben ezek a technikák alkalmatlanok erős fertőzöttség tekintetében (Hagstrum és Subramanyam 2000)

2.6.5. Alternatív védekezési lehetőségek

A rovarirtó szereket széles körben használják a tárolt gabonák rovarkártevői ellen, de a szermaradványok és a kártevők egyes fajainak kialakuló rezisztenciája aggodalomra ad okot (Arthur, 1996). Ahogy a vegyszeres védekezés lehetőségei korlátozottabbá válnak, alternatív kezelésként várhatóan egyre inkább a besugárzás felé fordul az érdeklődés (Pszczola, 1997). Ráadásul, amint azt többször bebizonyították (Tuncbilek, 1995), a maradékanyag-mentesség a besugárzás legnagyobb előnye kémiai kezelésekkel szemben (Trematerra, 2013). Ezért a különböző típusú besugárzások által kiváltott rovarölő és sterilizáló hatás jó megoldás lehet (Mastrangelo és Walder, 2011; Karunakaran és Jayas, 2014). Többnyire ionizáló sugárzást (pl. γ -sugarak és röntgensugarakat) használták a terménytárolók rovarkártevőinek kezelésére (Tilton és mtsai., 1966; Watters és MacQueen, 1967; Brower és mtsai., 1973; Hallman, 2013), de voltak hasonló kísérletek számos más besugárzási típussal, mint pl. rádióhullámok, radar, infravörös, mikrohullámú és ultraibolya sugárzás (Adem és mtsai., 1978; Hasan és Khan, 1998; Abdelaal és El-Dafrawy, 2014; Echereobia és mtsai., 2014). A kártevők besugárzása biztonságos és megbízható, ha betartják a megállapított biztonsági és minőségbiztosítási irányelveket. A legfontosabb kezelési paraméter az elnyelt dózis, amelyet ellenőrizni kell annak biztosítása érdekében, hogy a kezelt rovarok reprodukív sejtjeikben kellően sterilek legyenek és mégis képesek legyenek versenyezni a társakért vad, kezeletlen rovarokkal (Bakri

és mtsai., 2005). A hatékony dózist azonban többek között befolyásolja az oxigénkoncentráció, a hőmérséklet és a tárolt anyag is (Hasan és Khan, 1998; Bakri és mtsai., 2005). Emellett minden egészségügyi kockázat nélkül felhasználható a kezelt gabona- illetve élelmiszer takarmányozásra és emberi fogyasztásra (Renu és Chidanand, 2013; Kotwaliwale és mtsai. 2014). A zsuzsok fajokról ismert, hogy érzékenyek a besugárzásra (Tilton és Brower, 1987).

3. Vizsgálat

3.1 Anyag és módszer

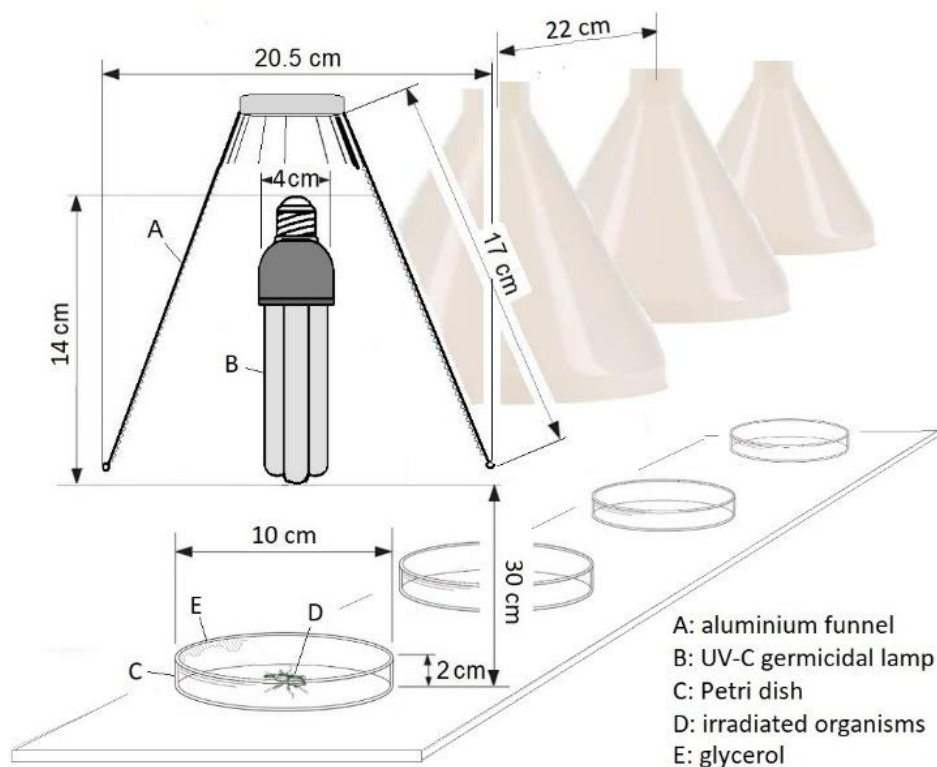
Rovarkultúra és annak fenntartása

Besugárzási vizsgálatunkhoz négy tárolt terménykártévő fajt használtuk fel, mivel a különböző ökológiai funkciójú kártevő fajt szerettünk volna vizsgálni. Ezért a magtári gabonaszuszok (*S. granarius*) volt az elsődleges kártevő, és a kukorica lisztbogár (*T. castaneum*), a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) és a fogasnyakú gabonabogár (*O. surinamensis*) másodlagos kártevők voltak, az utóbbi faj más fajok ragadozójaként is ismert. A kísérleti fajok laboratóriumi tenyészetei a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campusának Növénytermesztési-tudományok Intézetéből származnak. Az magtári gabonaszuszokot (*S. granarius*) búzaszemeken (nedvességtartalom: 13,5%) nevelték. A kukorica lisztbogár (*T. castaneum*), a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) és az fogasnyakú gabonabogár (*O. surinamensis*) élesztővel kevert búzaliszten (10:1, m/m) nevelkedett. A tenyészetet a rovarok számára optimális körülmények között tartották egy klímakamrában. A rovarok tenyésztését $26 \pm 2^\circ\text{C}$ -on, $60 \pm 7\%$ relatív páratartalom mellett, 14/8 fényperióduson végeztük. A besugárzási kísérlethez használt kifejlett rovarok neme vegyes volt. A kísérlethez kezeletlen, egészséges búzaszemeket (nedvességtartalom: 13,5%) használtunk. A laboratóriumi vizsgálat során minden egyes kezelés azonos kísérleti beállítások mellett történt.

Az UV-C besugárzás berendezése és módszertana

Brenner UVC-30 (E27) típusú ultraibolya UV-C csíraölő lámpákat (Brenner GmbH & Co. KG. Mühlweg 5 89407 Dillingen-Fristngen Németország.) használtunk a besugárzási kísérlethez, fizikai paraméterek: névleges hullámhossz 253,7 nm, 30W, 220-240 V, 50Hz. Négy UV-C csíraölő lámpát helyeztünk el egy állványon közvetlenül egymás mellett, 22 cm távolságban, ahogyan az 4. ábrán látható.

Az ultraibolya-C ionizáló sugárzással végzett kezeléseket minden esetben a lámpához képest ugyanolyan távolságban és ugyanolyan fizikai paraméterek mellett végeztük. A Petri-csészékbe öt egyedet helyeztünk, kezelésként négy ismétléssel. A besugárzás előtt a Petri-csészék peremét glicerinnel vontuk be, hogy megakadályozzuk a rovarok kiszabadulását. Mind a rovarfajokat, mind a magokat közvetlenül és más szervezetektől elkülönítve sugároztuk be.



4. ábra

A négy rovarfaj mortalitási arányát minden egyes kezelés után külön-külön értékeltük. A kezelések a besugárzásnak való expozíció szerint eltérőek voltak. Így az 5, 10, 15, 20 és 25 perces besugárzások hatását vizsgáltuk a különböző rovarfajok mortalitása szempontjából 0, 24, 48 és 72 órával a besugárzás után (a továbbiakban: „hatásidő”), amely után a rovarok visszatértek a klímakamrában elhelyezett táplálékukra. A kezelt csoportok mellé minden esetben egy hasonló paraméterekkel rendelkező kezeletlen csoport is tartozott.

A búza- és kukoricacsírák életképességének értékelésére tetrazol-vizsgálatot (TZ) alkalmaztunk. A búzacsírák életképességének vizsgálata Carvalho és mtsai. (2013) által javasolt módszertan továbbfejlesztett változatával történt. A vizsgálatban elsőéves búzaszemeket használtunk, kezelésenként 10-10 szemet (a kezeléseket után egységesen 24 óra telt el). Első lépésként a búzaszemeket vízbe (10 ml víz/szem, hat órán keresztül, 20°C-on) merítettük, hogy az csírákat felszabadítsuk a nyugalmi állapotból. A magokat az csíra mentén hosszában félbevágtuk, és egy műanyag tartályba helyeztük, szűrőpapír lemezek közé. A festést 1,0%-os tetrazol oldattal végeztük, és 2 órára 30 °C-os inkubátorba helyeztük.

A kukoricacsírák életképességének vizsgálatára az AOSA (2000) által ajánlott módszer kis mértékben módosított változatát használtuk. Az első éves kukoricaszemeket előkezelésként 16 órán át vízben áztattuk. A magokat hosszában pengével elvágtuk, és 0,5%-os tetrazol oldatba helyeztük műanyag edényekben. Az előkészített mintákat négy órára 25 °C-os inkubátorba helyeztük.

Életképesnek azokat a magokat tekintettük, amelyek esetében az csíra egyenletesen élénkvrösré színeződött. A magvak életképességi százalékát a következőképpen határoztuk meg: $V\% = (nv/tn) \times 100$, ahol nv = az életképes csírák száma, és tn = az összes csíra száma.

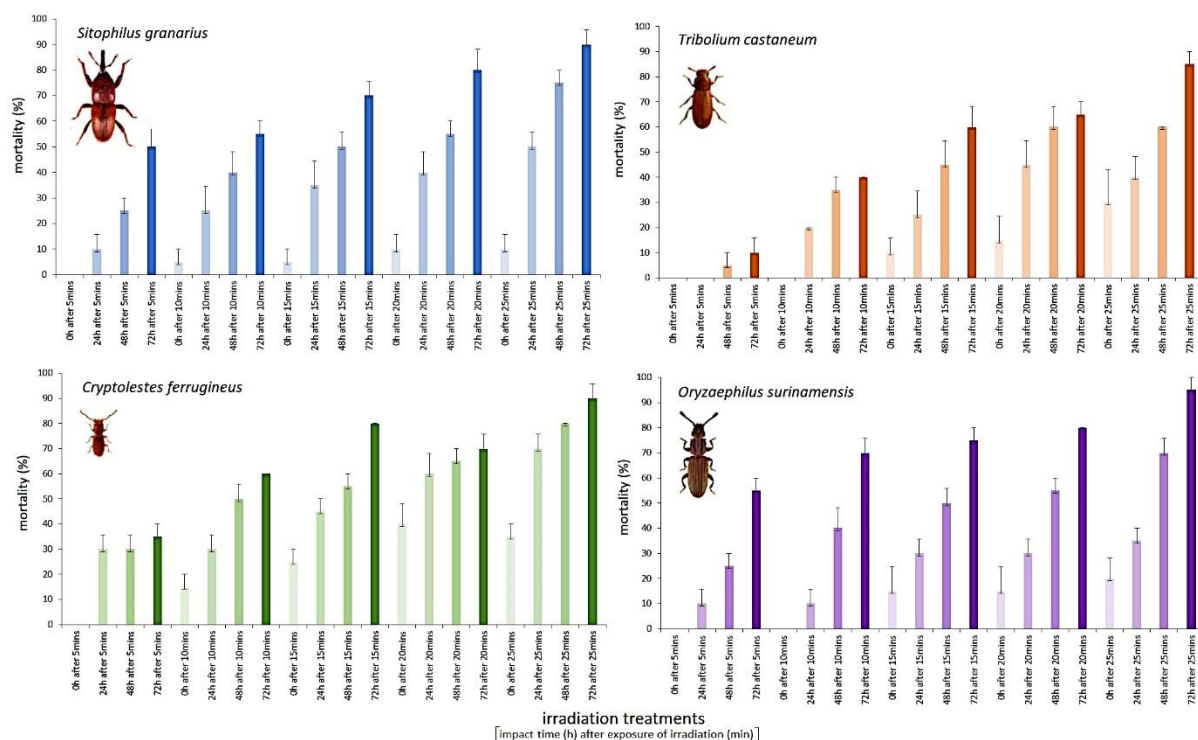
Statisztikai elemzés

Az egyes vizsgált rovarfajok mortalitási értékeit Abbott (1925) képletével számoltuk ki. A Shapiro-Wilk-vizsgálatot alkalmaztuk a tárolt termékek kártevőinek mortalitási adatainak vizsgálatára ($n > 50$). Az adatok normál eloszlásának értékelését a Ghasemi- és Zahediasl-típusú módszerrel ($p < 0,05$) végeztük. Az adatokat kétirányú varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltuk az SPSS 11.5 szoftverben (válaszváltozó: felnőtt mortalitása és a szemek életképessége; főbb hatások: expozíció és az UV-C besugárzás utáni hatásidő). Az átlagokat Tukey-próbával elemeztük ($p \leq 0,05$). A lineáris regressziós görbék meredekségét a mortalitási arányszám-sorozatra a besugárzási idő (0, 5, 10, 15, 20, 25 perc) és a hatásidő (0, 24, 48, 72 óra) mentén vizsgáltuk, hogy meghatározzuk a változások irányát, amelyek a legfontosabb hatások közé tartoznak.

Ezenkívül minden egyes faj elméleti összmortalitási görbáját lineárisan extrapoláltuk a számított halandósági trendvonalak egyenleteiből ($p \leq 0,05$).

3.2 Eredmények

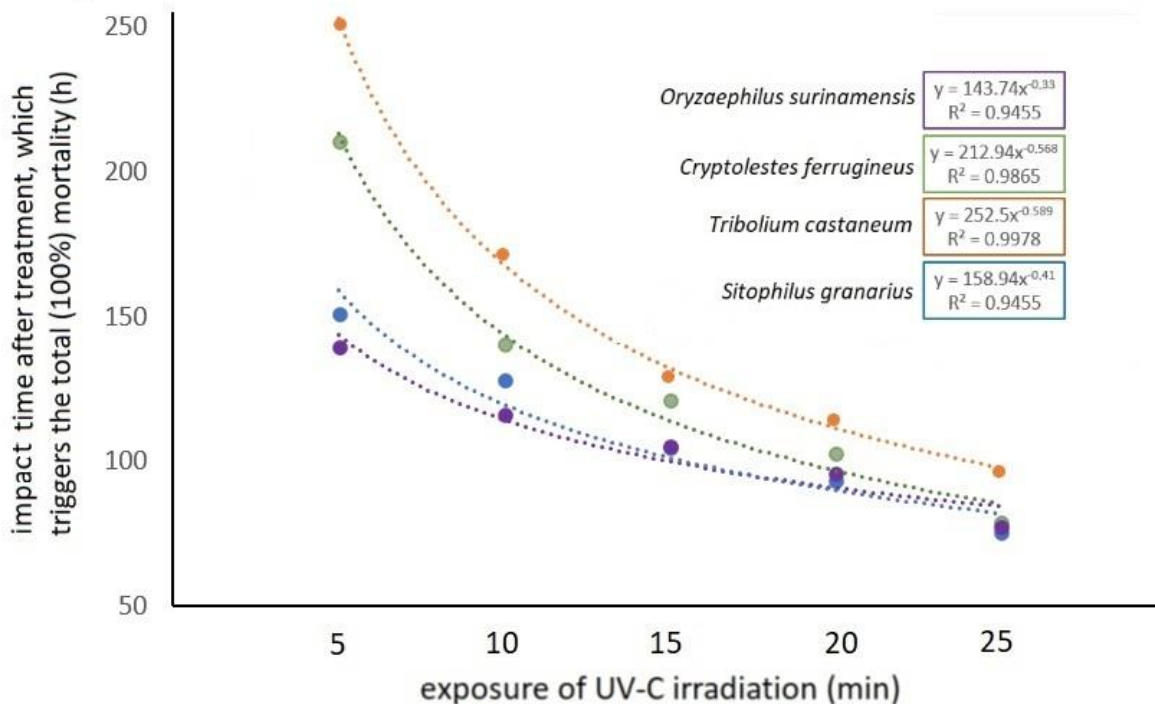
Az UV-C sugárzás raktári kártevőkre gyakorolt mortalitási értékeit a 5. ábra mutatja. Megfigyelhető, hogy az expozíció fajfüggő módon növelte a mortalitási értékeket. Kivétel nélkül minden vizsgált faj esetében a leghosszabb besugárzás okozta a legnagyobb mortalitást (72 óra 25 perces besugárzás után). Ezek az értékek a kezelést követő idő elteltével növekedtek. Amikor az egyes expozíciókat (5-10-15-20-25 perc) a hatásidő függvényében (0-24-48-72 óra) vizsgáltuk, azt állapítottuk meg, hogy a mortalitási értékek az expozíciós idő függvényében lineárisan növekedtek. A különböző rovarfajok esetében a mortalitási tendenciák kissé eltérőek voltak.



5. ábra

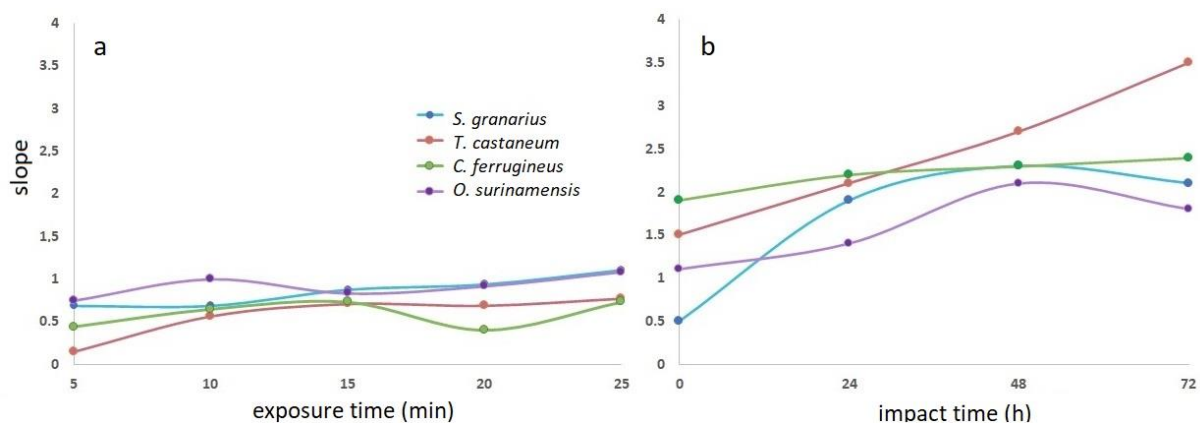
A legjelentősebb, az egyes kezelések utáni (0-72 óra elteltével) legnagyobb mértékű mortalitást az fogasnyakú gabonabogár (*O. surinamensis*) esetében regisztráltuk. Ezzel szemben a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) esetében volt a legalacsonyabb a mortalitás növekedése a besugárzást követő megfigyelési időszak alatt. Az Abbot-féle korigált mortalitási értékek átlagolása azt mutatta, hogy az UV-C besugárzás a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) esetében okozta a legjelentősebb mortalitást (átlagos mortalitás kontroll kezelésként: 38,6%). Ehhez képest a kukorica lisztbogár (*T. castaneum*) mortalitása volt a legalacsonyabb (26%). Érdekes módon az magtári gabonaszuszok (*S. granarius*) és az fogasnyakú gabonabogár (*O. surinamensis*), bár eltérő folyamatjellezőkkel, hasonló átlagos mortalitással (31,2%) reagáltak a provokatív besugárzásra.

Függetlenül a sugárzástól, a kezelést követő azonnali mortalitási arány minden rovarfaj esetében alacsony volt vagy nem fordult elő. A besugárzás fiziológiai hatásai miatt a későbbi megfigyelések során gyorsabb, magasabb mortalitási arányokat mértek. A teljes mortalitás nem került kimutatásra a használt expozíciós időszakok egyikénél sem. Így az egyes expozíciók után mért mortalitási értékekhez tartozó lineáris trendvonalakat leíró egyenletek segítségével a teljes mortalitást reprezentáló görbék keletkeztek (6. ábra), ami lehetőség az egyes fajok meghatározására.



6. ábra

A 6. ábrán a kísérleti rovarfajok különböző időtartamú UV-C sugárzásnak való expozíciót követő időpontok és az ezeket összekötő trendvonalak láthatók, amelyek mentén a fajok teljes mortalitása várható. Látható, hogy a kezelést követő, teljes mortalitáshoz vezető időszak fordítottan arányos az UV-C sugárzásnak való expozícióval. Minél hosszabb ideig van kitéve egy ízeltlábú az ionizáló sugárzásnak, annál rövidebb ideig tart, amíg a kísérleti populáció elpusztul. A kezelést követő időszakban a sugárterhelés függvényében bekövetkező teljes mortalitás ideje minden vizsgált rovarfaj esetében egy hatványozott trendvonallal írható le. A különböző fajok UV-C sugárzással szembeni érzékenysége is jól látható a grafikon elemzéséből. Kísérleti eredményeink alapján az UV-C besugárzást követő időszakban bekövetkező mortalitás alapján az alábbi érzékenységi sorrend állítható fel, a legérzékenyebbtől a legellenállóbb fajokig: fogasnyakú gabonabogár (*O. surinamensis*), magtári gabonaszuzsok (*S. granarius*), vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) és végül kukorica lisztbogár (*T. castaneum*). A mortalitási ráta szinte lineárisan változik az expozíciós és hatásidejével, amint azt a 5. ábra mutatja. A változó tendencia jól közelíthető a megfelelő görbék meredekségével, amelyek értékeit a 7. ábra mutatja be.



7. ábra

A görbék az expozíciós idő mentén laposabbak, azaz a mortalitási görbék meredeksége kisebb, és a fajok közötti szórás kisebb. A hatásidő szignifikánsan befolyásolja a mortalitási rátát, és a fajok közötti eltérés szignifikánsabb. A fajok mortalitási rátái közötti kapcsolat erősségét az 1. táblázat mutatja.

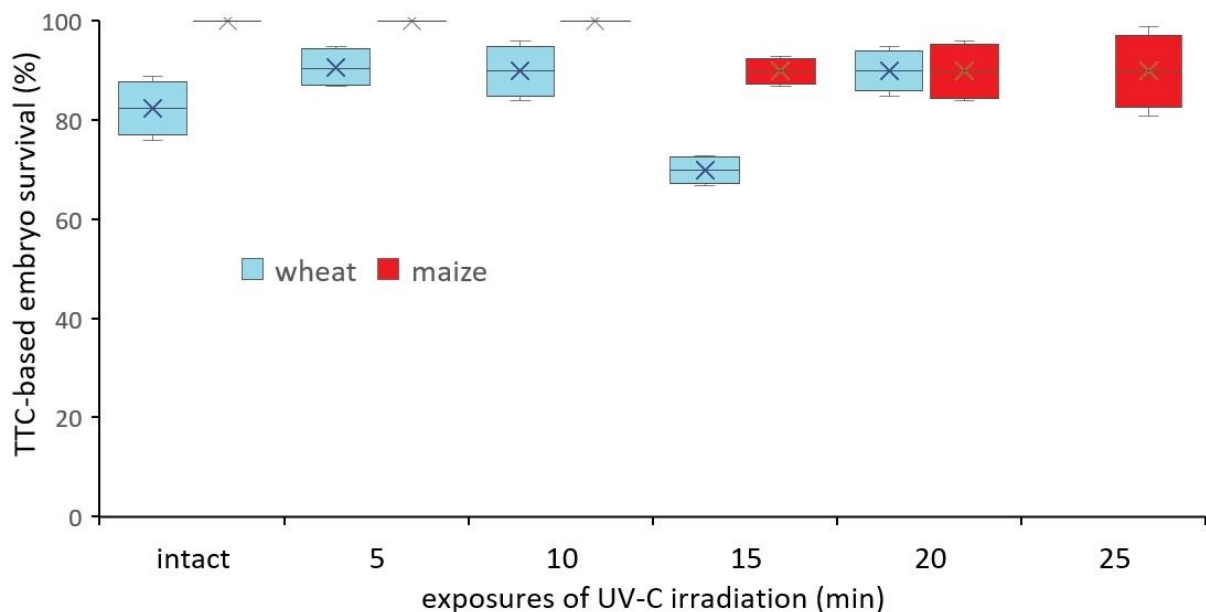
1. táblázat A korrelációs mátrixok a mortalitási ráta intenzitását mutatják. Az összefüggések szorosabbak az a) expozíciós idő esetén, mint a b) hatásidő esetében

	expozíciós idő (min) (a)			
	<i>S. granarius</i>	<i>T. castaneum</i>	<i>C. ferrugineus</i>	<i>O. surinamensis</i>
<i>S. granaries</i>	1	-	-	-
<i>T. castaneum</i>	0.784	1	-	-
<i>C. ferrugineus</i>	0.945	0.939	1	-
<i>O. surinamensis</i>	0.873	0.781	0.842	1
	hatásidő (h) (b)			
<i>S. granaries</i>	1	-	-	-
<i>T. castaneum</i>	0.756	1	-	-
<i>C. ferrugineus</i>	0.332	0.550	1	-
<i>O. surinamensis</i>	0.577	0.694	0.493	1

Szoros kapcsolat mutatható ki a mortalitási ráta és az expozíciós idő között az magtári gabonaszuszok (*S. granarius*) és a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) (korrelációs együttható 0,945) és a *T. castaneum* és a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) (korrelációs együttható 0,939) között. Közepes kapcsolat van a magtári gabonaszuszok (*S. granarius*) és az fogasnyakú gabonabogár (*O. surinamensis*) (korrelációs együttható 0,873),

valamint a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) és az fogasnyakú gabonabogár (*O. surinamensis*) (korrelációs együttható 0,842) között. Ezzel szemben a legjelentősebb kapcsolat a mortalitási arányban a hatásidő szerint a magtári gabonaszuzsok (*S. granarius*) és a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) között van (a korrelációs együttható 0,756).

A kukorica- és búzamazagok csíra-életképességének változását UV-C besugárzás hatására az 8. ábra mutatja. Az eltérő besugárzások változásokat okozhatnak a különböző növényi magvak életképességében. Ezen kívül eltérések mutatkoznak a különböző fajok magjainak életképességében. A TZ-vizsgálat azt mutatta, hogy hasonló körülmények között a búzamazagok érzékenyebbek voltak erre a fizikai stresszre, mint a kukoricamazagok. A legszélsőséges esetben a 15 perces UV-C expozíció a búzamazagok életképességének 30 százalékos csökkenését eredményezte. A mért életképességi értékek nagymértékben ingadoztak, és a változások tendenciáját nem lehetett meghatározni.



8. ábra

Ennek ellenére az ionizáló sugárzásnak való expozíció szignifikáns hatása a szemek életképességére beigazolódott ($df=5$; $F=16,177$; $p=2,40 \times 10^{-8}$). Az UV-C sugárzásnak a különböző magvak életképességére gyakorolt jelentős hatásának eltéréseit a kétirányú ANOVA eredményei igazolták ($df=1$; $F=84,100$; $p=6,00 \times 10^{-11}$), míg a két tényező együttes hatása az életképességre szintén beigazolódott ($df=5$; $F=5,644$; $p=0,0006$).

3.3 Következtetés

Eredményeink bizonyították az UV-C ionizáló sugárzás rovarölő hatását a raktári kártevőkre nézve. Ezt a kísérleti eredményt korábbi kutatások több eredménye is alátámasztja (Meng és mtsai. 2009, Sedehi és Karbalaizadeh 2014; Akhila és mtsai. 2021). Az UV-sugárzás hatékony védekezési módszer a különböző raktári rovarok, például az amerikai kis lisztbogár (*T. confusum*), kukorica lisztbogár (*T. castaneum*) és a mezei gabonamoly (*S. cerealella*) ellen (Akhila és mtsai. 2021, Ameri és mtsai. 2021). Rámutattunk arra, hogy a különböző kártevőfajok eltéréseket mutattak érzékenységükben a fenti fizikai hatás esetében. A kísérleti adatok megerősítették, hogy a magtári gabonaszuzsok (*S. granarius*), mint elsődleges kártevő esetében, az azonos kezelések során rögzített mortalitási értékek magasabbak voltak a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) és a kukorica lisztbogár (*T. castaneum*) kártevőkhöz képest.

Arra a következtetésre jutottunk, hogy az elsődleges kártevő fajnak a kultúrában az UV-C sugárzásnak való rövidebb expozícióval történő kiirtása megakadályozhatja a később behurcolt egyéb növényi kártevők betelepülését. A magtári gabonaszuzsok (*S. granarius*) által a gabonán létrehozott sérült felület nélkül a vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) és a kukorica lisztbogár (*T. castaneum*) (Nayak és Darglish 2018), amelyek másodlagos kártevők, nem tudnak megtelepedni. Modarres Najafabadi és mtsai. (2014) megállapították, hogy az ultraibolya sugárzás csökkentheti a kezelt tehénborsó zsizsik (*Callosobruchus maculatus* Fabricius) tojásrakását, aktív reprodukcióját és a populáció növekedési ütemét. Az ultraibolya (UV) sugárzás fokozza az oxidatív stresszt a rovarok testében (Meng és mtsai. 2009). Befolyásolja a teljes antoxidáns-kapacitást, a malondialdehid (MDA) és a fehérje-karbonil-tartalmat, valamint a szuperoxid-dizmutáz, a kataláz, a peroxidázok és a glutation-S-transzferáz aktivitását. Ennek következtében sejtmembrán-károsodás történik, ami végső soron a besugárzott szervezet pusztulását okozza. Az UV-sugárzás a kezelt vetőmagokra gyakorolt hatásainak elemzési eredményei ellentmondásosabbak lehetnek. Tertyshnaya és mtsai. (2017) szerint a kutatási eredmények következetesebbek lehetnek az eltérő UV-sugárzás expozíciójának és dózisének a növényi magvakra gyakorolt hatásait illetően. Ennek a fizikai expozíciónak nincs kimutatható hatása a vizsgált búzafajták magcsírázására, de a fejlődő növények biometriai jellemzői szignifikánsan megváltoznak. Semenov és mtsai. (2021) munkája alapján megállapítottuk, hogy az ultraibolya-C sugárzás pozitívan befolyásolja a vetőmag minőségét és a kezelt vetőmagból fejlődő növényi levelek fotoszintetikus pigmenttartalmát.

Ezzel szemben Musil és mtsai. (1998) azt állapították meg, hogy az UV-sugárzás lelassította a magok csírázását. Ez a visszaesés az UV-expozíció növekedésével fokozódott, és a rövidebb UV-B hullámhosszok esetében volt a leginkább hangsúlyos. A glutation-reduktáz (GR) aktivitása szintén megnövekedett a rövidebb UV-B hullámhosszúságú sugárzásnak kitett magokban. Mindazonáltal az UV-B- sugárzás nem befolyásolja - amint azt pigmentelemzések és enzimaktivitásvizsgálatok kimutatták – a fotoszintetikus pigmentek (klorofilok és karotinoidok) összetételét sem az antioxidáns enzimek (szuperoxid-dizmutáz és glutation-reduktáz) aktivitását (Kim és mtsai. 2004.).

Kísérleti eredményeink megerősítették, hogy az UV-C sugárzás használata a növényvédelemben gyakorlatias, természetbarát technika. Ez a kártevőirtási technika azonban elsősorban az életképes tárolt vetőmagoktól mentes környezetben ajánlott, mivel a kezelt vetőmagok épségét nem lehet igazolni.

A jelen tanulmányban az UV-C sugárzás hatását vizsgáltuk a különböző környezeti funkciókkal rendelkező tárolt termékek kártevőinek mortalitására és a kezelt kukorica- és búzavetőmagok életképességére. Eredményeink igazolták a rovarölő hatást és a különböző ökológiai funkciókkal rendelkező kártevőfajok UV-C sugárzásra való érzékenységét. A rövidebb expozícióval rendelkező kultúrában élő elsődleges raktári kártevő fajok megakadályozhatják a később megjelenő másodlagos és alternatív raktári kártevők behurcolását. Az UV-sugárzás hatásai a kezelt búza- és kukorica vetőmagokon némileg ellentmondásosak. A tetrazol-vizsgálat azt mutatta, hogy hasonló körülmények között a búzamazvak érzékenyebbek voltak erre a fizikai stresszre, mint a kukoricamazvak.

Kevés hatásos növényvédelmi alternatíva, vegyszermentes védekezési technológia áll ma rendelkezésre a raktári kártevők elleni sikeres védekezéshez. Az általunk vizsgált ionizáló ultraibolya besugárzás kétségtelenül egy hatékony és ígéretes lehetőség a tárolt gabonafélék betakarítás utáni kezelésében.

Eredményeink alapján úgy véljük, hogy terménymentes környezetben a kártevők közvetlen besugárzása egy hatékony, dinamikus és környezetbarát módszer lehet. Az alkalmazás ilyen módon történő jövőbeni alkalmazását ugyanakkor számos további környezetvédelmi vizsgálatnak kell megelőznie, beleértve a kártevő terményből történő eltávolításának és kiűzésének pontos módszerét is. Eredményeink hozzájárulhatnak egy megbízható és kivitelezhető módszer megvalósításához a raktári kártevők elleni védekezésben. A kezelés kétségtelen előnye, hogy más védekezési módszerekkel kombinálható, ami végső soron egy hatékonyabb és fenntarthatóbb megoldást jelenthet az integrált növényvédelemben (IPM).

4. Összefoglalás

A jelen vizsgálatban az UV-C sugárzás (253,2 nm) különböző expozícióinak (5, 10, 15, 20 és 25 perc) hatásait vizsgáltuk a tárolt termékek kártevőinek mortalitása szempontjából: magtári gabonaszuzsok (*S. granarius*) mint elsődleges kártevő, kukorica lisztbogár (*T. castaneum*) és vörösbarna gabonabogár (*C. ferrugineus*) és fogasnyakú gabonabogár (*O. surinamensis*) mint másodlagos kártevők. Ezen kívül a kezelt kukorica- és búzamazogok UV-C sugárzás által befolyásolt életképességét tetrazol-vizsgálattal elemeztük.

Eredményeink megerősítették, hogy a kezelést követő, teljes mortalitáshoz vezető időszak hossza fordítottan arányos az UV-C sugárzásnak való expozícióval. A teljes mortalitás ideje a kezelés utáni időszakban a sugárzásnak való expozíció függvényében a vizsgált rovarfajok mindegyikére egy hatványozott trendvonallal jellemezhető. Eredményeink igazolták a rovarölő hatást és a különböző ökológiai funkciójú kártevőfajok érzékenységét az UV-C sugárzásra. A rövidebb expozícióval (10 perc UV-C 22 cm-es távolságban) kezelt primer fajok a kultúrában megakadályozhatják a később belépő, a tárolt termékek másodlagos kártevőinek behurcolását. A tetrazol vizsgálat azt mutatta, hogy a búzaszemek érzékenyebbek voltak erre a fizikai stresszre, mint a kukoricaszemek hasonló körülmények között. A mért életképességi értékek nagymértékben ingadoztak.

Az UV-sugárzás hatásai a kezelt búza- és kukorica vetőmagok estében némileg ellentmondásosak. Ez a kártevőirtási technika ugyanakkor elsősorban az életképes tárolt vetőmagoktól mentes környezetben ajánlott, mivel a kezelt vetőmagok sértetlensége nem bizonyítható.

- A vizsgálat igazolta, hogy UV-C kezelések ígéretes megoldásként alkalmazhatók a raktári terményvédelemben. Hatékonysága jelentősen függ a kitettség, és a kezelt kártevő faj ellenálló képességétől.
- Alkalmazása behatolóképeségének hiánya miatt elsősorban felszínen mozgó egyedek ellen nyújt megfelelő hatékonyságot.
- A kezelt terménytételekben megmutatkozó különbségek alapján a növényi magok sugárzás okozta (csírázóképeségben megmutatkozó) érintettsége teljeséggel nem kizárható, jelentősen fajfüggő. Ez további vizsgálatok elvégzését teszi szükségessé.
- Az elsődleges kártevő fajnak a kultúrában az UV-C sugárzásnak való rövidebb expozícióval történő kiirtása megakadályozhatja a később behurcolt egyéb növényi kártevők betelepülését

- Az általunk vizsgált ionizáló ultraibolya besugárzás kétségtelenül egy hatékony és ígéretes lehetőség a tárolt gabonafélék betakarítás utáni kezelésében.

5. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Prof. Dr. Keszthelyi Sándor egyetemi tanárnak, Dr. Pál-Fám Ferenc egyetemi docensnek és Orsi-Gibicsár Szilvia PhD hallgatónak, hogy részt vehettem egy az általuk megtervezett és végrehajtott laboratóriumi kísérlet kivitelezésében.

Irodalomjegyzék

- Abbott WS (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol* 8: 265-267.
- Abdelaal A. A. A., El-Dafrawy B. M. (2014) Effect of noionizing electromagnetic waves on some stored grain pests.- *Journal of Entomology*, 5: 1-7.
- Adarkwah, C., Obeng-Ofori, D., Hörmann, V., Ulrichs, C., & Schöller, M. (2017) Bioefficacy of enhanced diatomaceous earth and botanical powders on the mortality and progeny production of *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Chrysomelidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Dryophthoridae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in stored grain cereals. *International Journal of Tropical Insect Science*, 37(4), 243-258.
- Adem E., Watters F. L., Uribe-Rendón R., De La Piedad A. (1978) Comparison of ⁶⁰Co gamma radiation and accelerated electrons for suppressing emergence of *Sitophilus spp.* in stored maize.- *Journal of Stored Product Research*, 14: 135-142.
- Akhila PP, Sunooj KV, Aaliya B, Navaf M, Sudheesh C, Sabu S, Khaneghah AM (2021) Applying electromagnetic radiations for decontaminating fungi and mycotoxins in food products: A comprehensive review. *Trends Food Sci Technol* 114: 399-409.
- Ameri Z, Hoodaji M, Rajaie M, Ataabadi M (2021) Optimizing modified rice bran for treating aqueous solutions polluted by Cr (VI) ions: isotherm and kinetics analyses. *Qual Assur Saf Crops Foods* 13(SP1): 1-11.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA) (2000) Tetrazolium testing handbook, ed. J. Peters. Contribution 29. AOSA, Lincoln, NE.
- J.T. Arnason, J. Gale, B. Conilh de Beyssac, A. Sen, S.S. Miller, B.J.R. Philogene, J.D.H. Lambert, R.G. Fulcher, A. Serratos, J. Mihm (1992) Role of phenolics in resistance of maize grain to the stored grain insects, *Prostephanus truncatus* (Horn) and *Sitophilus zeamais* (Motsch.), *Journal of Stored Products Research*, Volume 28, Issue 2, Pages 119-126,;
- Arthur F. H., (1996) Grain protectants: current status and prospects for the future.- *Journal of Stored Product Research*, 32: 293-302.
- Frank H. Arthur, J. Larry Zettler (1992) Malathion resistance in *Tribolium confusum* Duv. (Coleoptera: Tenebrionidae): Correlating results from topical applications with residual mortality on treated surfaces, *Journal of Stored Products Research*, Volume 28, Issue 1, Pages 55-58,
- CG Athanassiou, FH Arthur, JE Throne (2009) Efficacy of grain protectants against four psocid species on maize, rice and wheat - *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*
- Azizoglu U, Yilmaz S, Karabörklü S, Ayvaz A (2011) Ovicidal activity of microwave and UV radiations on Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae). *Turk J Entomol* 35: 437-446.
- F. Bakkali, S. Avertebeck, D. Avertebeck, M. Idaomar (2008) Biological effects of essential oils – A review, *Food and Chemical Toxicology*, Volume 46, Issue 2, Pages 446-475.
- Bakri A., Mehta K., Lance D. R. (2005) Sterilizing insects with ionizing radiation, pp. 233-268. In: *Sterile insect technique, principles and practice in area-wide integrated pest*

- management (Hendrichs D. J., Dyck V.A., Robinson A. S., eds.)- IAEA Springer, The Netherlands.
- J Banks, P Fields (1995) Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems, *Stored-Grain Ecosystems*, Editors: Digvir S. Jayas, Noel D. G. White, William E. Muir, 353-367
- Urmila Basu, Douglas Godbold, Gregory J. Taylor (1994) Aluminum Resistance in *Triticum aestivum* Associated with Enhanced Exudation of Malate, *Journal of Plant Physiology*, Volume 144, Issue 6, Pages 747-753
- Dr. Bognár Sándor, Dr. Huzián László (1974): Növényvédelmi állattan, Mezőgazdasági kiadó, Budapest
- Boyer S, Zhang H, Lempérière G (2012) A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bull Entomol Res* 102: 213–229.
- Brower J. H., Hossain M. M., Tilton E. W. (1973) Radiation sensitivity of successively irradiated generations of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae), and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera, Curculionidae).- *Journal of Stored Product Research*, 9: 43-49.
- P.C. Buckland (1981) The early dispersal of insect pests of stored products as indicated by archaeological records, *Journal of Stored Products Research*, Volume 17, Issue 1, Pages 1-12
- W E Burkholder and M Ma (1985) Pheromones for Monitoring and Control of Stored-Product Insects, *Annual Review of Entomology* 30:1, 257-272
- J. F. Campbell, M. A. Mullen, A. K. Dowdy (2002) Monitoring Stored-Product Pests in Food Processing Plants with Pheromone Trapping, Contour Mapping, and Mark-Recapture, *Journal of Economic Entomology*, Volume 95, Issue 5, Pages 1089–1101
- Campolo O, Giunti G, Russo A, Palmeri V, Zappalà L (2018) Essential oils in stored product insect pest control. *J Food Quality*, 6906105.
- Carvalho TC, Krzyzanowski FC, Ohlson OC (2013) Tetrazolium test adjustment for wheat seeds. *J Seed Sci* 35: 361–367.
- Croteau, Rodney (1987) Biosynthesis and catabolism of monoterpenoids, *Chemical Reviews*, volume 87, number 5, pages 929-954
- Ebeling W. (1971) Sorptive dusts for pest control. *Annu Rev Entomol.* 16:123-58.
- Echereobia C. O., Asawalam E. F., Emeasor K. C., Nwana I. E., Sahayaraj K., (2014) Efficacy of microwave irradiation on the postharvest control of cowpea bruchid (*Callosobruchus maculatus*) Coleoptera: Bruchidae on stored cowpea. *American Journal of Experimental Agriculture* 4(11): 1305-1313
- Peter A. Edde (2012) A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer, *Journal of Stored Products Research*, Volume 48, Pages 1-18,
- Shadia E. Abd El-Aziz (2011) Control Strategies of Stored Product Pests - *Journal of Entomology*, 8 (2) 101-102
- Fields, P.G. and Korunic, Z. (2000) The Effect of Grain Moisture Content and Temperature on the Efficacy of Diatomaceous Earths from Different Geographical Locations against Stored Product Beetles. *Journal of Stored Products Research*, 36, 1-13.

- Paul G. Fields and Noel D. G. White (2002) Alternatives to Methyl Bromide Treatments for Stored-Product and Quarantine Insects, *Annual Review of Entomology* 47:1, 331-359
- Gershenson J. (1994) Metabolic costs of terpenoid accumulation in higher plants. *J Chem Ecol.* 20(6):1281-328.
- Golob P, Moss C, Dales M, Fidgen M, Evans J, Gudrups I (1999) The use of spices and medicinals as bioactive protectants for grains. *FAO Agric Serv Bull* 137: M15.
- Hagstrum D. (2016) Fundamentals of stored-product entomology. St. Paul, AACC Int. Elsevier.
- Hagstrum DW, Phillips TW (2017) Evolution of stored-product entomology: protecting the world food supply. *Ann Rev Entomol* 62: 379-397.
- Hagstrum, D.W., Subramanyam, B. (2000). Monitoring and Decision Tools. In: Subramanyam, B., Hagstrum, D.W. (eds) Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM. Springer, Boston, MA. 1-28.
- Hallman G. J. (2013) Control of stored product pests by ionizing radiation.- *Journal of Stored Product Research*, 52: 36-41.
- Han Z, Cai MJ, Cheng JH, Sun DW (2018) Effects of electric fields and electromagnetic wave on food protein structure and functionality: A review. *Trends Food Sci Technol* 75: 1-9.
- Hasan M., Khan A. R. (1998) Control of stored-product pests by irradiation.- *Integrated Pest Management Review*, 3: 15- 29.
- Hashmi, A. A. (1994) Insect Pest Management, cereal and cash crops. *National Agric. Res. Center, Islamabad*, 317.
- R.W.Howe (1965): A Summary of Estimates of Optimal and Minimal Conditions for Population Increase of Some Stored Products Insect. *Journal of Stored Products Research*, Volume 1, Issue 2, Pages 177-184
- Indiarto R, Qonit MAH (2020) A review of irradiation technologies on food and agricultural products. *Int J Sci Technol Res* 9: 4411-4414.
- Isman, M.B., Akhtar, Y. (2007). Plant Natural Products as a Source for Developing Environmentally Acceptable Insecticides. In: Ishaaya, I., Horowitz, A.R., Nauen, R. (eds) Insecticides Design Using Advanced Technologies. Springer, Berlin, Heidelberg
- Dr. Jávora István (1969): Raktári kártevők Mezőgazdasági kiadó, Budapest
- Karunakaran C., Jayas D. S. (2014) X-ray imaging, pp. 33-55. In: *Imaging with electromagnetic spectrum* (Jayasurlyya H., Ed.).- Springer, Berlin, Germany.
- Keszthelyi Sándor (2016) Raktári kártevők elszaporodását, elhelyezkedését befolyásoló tényezők elemzése. - In: *Agrofórum : a növényvédők és növénytermesztők havilapja*, (27. évf.), 6. sz., 36-39. p
- Keszthelyi Sándor (2017) Kártevők elleni védekezés lehetőségei, Agroinform kiadó, Budapest
- Keszthelyi Sándor (2020) A raktári kártevők kártételének mennyiségi és minőségi jellemzői. - In: *Agrofórum : a növényvédők és növénytermesztők havilapja*, (31. évf.), 6. sz., 32-33. p.
- Keszthelyi Sándor (2021) Tárolt termény-, élelmiszer- és termékkártevők Inform kiadó, Budapest

- Khamis M, Subramanyam B, Dogan H, Flinn PW, Gwartz JA (2011) Effects of flameless catalytic infrared radiation on *Sitophilus oryzae* (L.) life stages. *J Stored Prod Res*, 47: 173-178.
- Kim JH, Baek BH, Chung BY, Wi SG, Kim JS (2004) Alterations in the photosynthetic pigments and antioxidant machineries of red pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings from gamma-irradiated seeds. *J Plant Biol* 47: 314-321.
- Kostyukovsky, M. & Shaaya, E. (2010). Phytochemicals as natural fumigants and contact insecticides against stored-product insects. *Natural Products in Plant Pest Management*. 175-190.
- Nachiket Kotwaliwale, Karan Singh, Abhimannu Kalne, Shyam Narayan Jha, Neeraj Seth & Abhijit Kar (2014) X-ray imaging methods for internal quality evaluation of agricultural produce. *Journal of Food Science and Technology* 51, 1–15
- Lacroix M, Follett P (2015) Combination irradiation treatments for food safety and phytosanitary uses. *Stew Postharv Rev* 11:1-10.
- Langenheim, J.H. (1994) Higher plant terpenoids: A phytocentric overview of their ecological roles. *Journal of Chemical Ecology* 20, 1223–1280
- Langlinais, S.J., (1989) Economics of microwave treated rice for controlling weevils, *ASAE Technical Paper*; Worldcat; (no.89-3544); 16 p
- Larcher, W. (2003) *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of functional groups*. 4th Edition, Springer, New York, 513.
- Law, J H;Regnier F E (1971) Pheromones. *Annual review of biochemistry*, Vol. 40, Issue 1, pages 533 - 548
- Prof. Dr. H. Z. Levinson, Mrs. Dr. A. R. Levinson (1985) Storage and insect species of stored grain and tombs in ancient Egypt, *Journal of applied entomology*, Blackwell Verlag GmbH, Volume 100, Issue1-5 Pages 321-339
- S. Lhaloui, DW Hagstrum, DL Keith, TO Holtzer, HJ Ball (1988) Combined Influence of Temperature and Moisture on Red Flour Beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) Reproduction on Whole Grain Wheat, *Journal of Economic Entomology*, Issue 81. pages 488–489.
- Lu H, Zhou J, Xiong S, Zhao S (2010) Effects of low-intensity microwave radiation on *Tribolium castaneum* physiological and biochemical characteristics and survival. *J Insect Physiol* 56: 1356-1361.
- Mastrangelo T., Walder J. (2011) Use of radiation and isotopes in insects, pp. 67-92. In: *Radioisotopes – applications in bio-medical science* (SINGH N., Ed.).- InTech
- Mazima JK, Johnson A, Manasseh E, Kaijage S (2018) An overview of electromagnetic radiation in grain crops. *Food Sci Technol* 1: 21-32.
- Meng JY, Zhang CY, Zhu F, Wang XP, Lei CL (2009) Ultraviolet light-induced oxidative stress: effects on antioxidant response of *Helicoverpa armigera* adults. *J Insect Physiol* 55: 588-592.
- Mészáros Ferenc (2007) Raktári kártevők ellen szén-dioxiddal. - In: *Biokultúra*, (18. évf.), 3. sz., 13-14. p.

- Modarres Najafabadi SS, Sedehi A, Karbalaizadeh M (2014). Effects of ultra violet irradiation (254 nm) on egg hatching, population growth and reproductive parameters of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *Intl J Farm & Alli Sci* 3: 476-482.
- Abdel-Tawab H. Mossa (2016) Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management, *Journal of Environmental Science and Technology*, 9 (5): 354-378
- Muir WE, Fields PG. (2001) Miscellaneous methods for physical control of insects. In: Muir WE, editor. *Grain preservation biosystems*. Winnipeg: Department of Biosystems Engineering, University of Manitoba; pp. 319–329.
- Mushira, M. A. (2000) "Manual on grain management and equipment maintenance in silos." *FAO. Nigeria*
- Musil CF, Newton RJ, Farrant JM (1998) Ultraviolet irradiation effects on serotinous shape *Leucadendron lauroleum* seeds: altered seed physiology and ultrastructure, and seedling performance. *Plant Ecol* 139: 25-34.
- Nayak MK, Daghish GJ (2018) Importance of stored product insects. In: Athanassiou C, Arthur F (eds) *Recent advances in stored product protection*. Springer, Berlin, Heidelberg
- S. O. Nelson, L. E. Stetson (1974) Comparative Effectiveness of 39- and 2450-MHz Electric Fields for Control of Rice Weevils in Wheat, *Journal of Economic Entomology*, 67:592–595.
- John F. Hernandez Nopsa, Gregory J. Daghish, David W. Hagstrum, John F. Leslie, Thomas W. Phillips, Caterina Scoglio, Sara Thomas-Sharma, Gimme H. Walter, Karen A. Garrett (2015) Ecological Networks in Stored Grain: Key Postharvest Nodes for Emerging Pests, Pathogens, and Mycotoxins, *BioScience*, Volume 65, Issue 10, Pages 985–1002
- D.P. Papachristos, D.C. Stamopoulos (2002) Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Stored Products Research*, Volume 38, Issue 2, Pages 117-128,
- Phillips TW, Throne JE (2010) Biorational approaches to managing stored-product insects. *Ann Rev Entomol* 55: 375-397.
- David Pimentel, Lori McLaughlin, Andrew Zepp, Benyamin Lakitan, Tamara Kraus, Peter Kleinman, Fabius Vancini, W. John Roach, Ellen Graap, William S. Keeton and Gabe Selig (1991) Environmental and Economic Effects of Reducing Pesticide Use, *BioScience*, Vol. 41, No. 6, pp. 402-409
- Pinniger, D. B.; Stubbs, M. R.; Chambers, J. (1984) The evaluation of some food attractants for the detection of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) and other storage pests
- Pszczola D. E., (1997) 20 ways to market the concept of food irradiation.- *Food Technology*, 51: 46-48.
- R Renu, DV Chidanand (2013) Internal quality classification of agricultural produce using non-destructive image processing technologies (soft X-ray)- *International Journal of Latest Trends in Engineering*
- M. Schöller, S. Prozell, A.-G. Al-Kirshi, Ch. Reichmuth (1997) Towards biological control as a major component of integrated pest management in stored product protection, *Journal of Stored Products Research*, Volume 33, Issue 1, Pages 81-97

- Schöller M, Prozell S (2014) Stored-product insects and their natural enemies in Germany: a species-inventory. *Int Prot Stored Prod IOBC-WPRS Bull* 98: 27-34.
- Semenov A, Sakhno T, Hordieieva O, Sakhno Y (2021) Pre-sowing treatment of vetch hairy seeds, *vicia villosa* using ultraviolet irradiation, *Global J Environ Sci Manag* 7: 555-564.
- Shaaya, Eli & Kostyukovsky, M. (2009). The Potential of Biofumigants as Alternatives to Methyl Bromide for the Control of Pest Infestation in Grain and Dry Food Products. *Recent Advances in Plant Biotechnology* pp 389–403.
- Eli Shaaya ,Uzi Ravid ,Nachman Paster ,Benjamin Juven ,Uzi Zisman and Vlagyimir Pissarev (1991) Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. *J Chem Ecol* 17, 499–504
- Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Kostjukovsky, M., Menasherov, M. and Plotkin, S. (1993) Essential oils and their components as active fumigants against several species of stored product insects and fungi. *Acta Hortic.* 344, 131-137
- Shah MA, Khan AA (2014) Use of diatomaceous earth for the management of stored-product pests. *Int J Pest Manag* 60: 100-113.
- Sinha, R. N. ; Watters, F. L. (1985) Insect pests of flour mills, grain elevators, and feed mills and their control, *Agriculture Canada* No.1776 pp.290pp. ref.12 pp
- Tertyshnaya YV, Levina NS, Elizarova OV (2017) Impact of ultraviolet radiation on germination and growth processes of wheat seeds. *Agric Mach Technol* 2: 4-8.
- Tilton E. W., Brower J. H., (1987) Ionizing radiation for insect control in grain and grain products.- *Cereal Foods World*, 32: 330-335.
- Tilton E. W., Burkholder W. E., Cogburn R. R. (1966) Effects of gamma radiation on *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum*, and *Lasioderma serricorne*.- *Journal of Economic Entomology*, 59: 1363-1368.
- Trematerra P. (2013) Aspects related to decision support tools and integrated pest management in food chains.- *Food Control*, 34: 733-742.
- Tsan H, Chia-Che C, Wu-Kang P (2003) Lethal effect of gamma radiation on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Formos Entomol* 23: 145–150.
- Tuncbilek A. S., (1995) Effect of ⁶⁰Co gamma radiation on the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.).- *Journal of Pest Science*, 68: 37-38.
- Bill J. Vayias, Vassiliki K. Stephou (2009) Factors affecting the insecticidal efficacy of an enhanced diatomaceous earth formulation against three stored-product insect species, *Journal of Stored Products Research*, Volume 45, Issue 4, Pages 226-231,
- M.E. Wakefield, P.M. Cogan (1999) The use of a managed bulk of grain for the evaluation of PC, Pitfall beaker, Insect Probe and WBII Probe traps for monitoring *Sitophilus granarius* during the winter and summer in the UK, *Journal of Stored Products Research*, Volu me 35, Issue 4, Pages 329-338,
- Watters F. L., Macqueen K. F. (1967) Effectiveness of gamma irradiation for control of five species of storedproduct insects.- *Journal of Stored Product Research*, 3: 223-234.
- Yadav DN, Anand T, Sharma M, Gupta RK (2014) Microwave technology for disinfestation of cereals and pulses: An overview. *J Food Sci Technol* 51: 3568-3576.

- Larry J. Zeitler, Frank H. Arthur (1997) Dose-Response Tests on Red Flour Beetle and Confused Flour Beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) Collected from Flour Mills in the United States, *Journal of Economic Entomology*, Volume 90, Issue 5, Pages 1157–1162,
- Larry J. Zettler (1991) Pesticide Resistance in *Tribolium castaneum* and *T. confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) from Flour Mills in the United States, *Journal of Economic Entomology*, Volume 84, Issue 3, Pages 763–767
- J.Larry Zettler, Frank H Arthur (2000) Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments, *Crop Protection*, Volume 19, Issues 8–10, Pages 577-582,
- Larry J. Zettler, Gerrit W. Cuperus (1990) Pesticide Resistance in *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in Wheat, *Journal of Economic Entomology*, Volume 83, Issue 5, Pages 1677–1681,
- Ziaee M, Ebadollahi A, Wakil W (2021) Integrating inert dusts with other technologies in stored products protection. *Toxin Rev* 40: 404-419.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Orbán Georgina
A Hallgató Neptun kódja: ULCYP3
A dolgozat címe: Raktári kártevők ellen történő alternatív védekezési elemek kutatása
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: MATE Kaposvári Campus
Növénytermesztési-tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat 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.

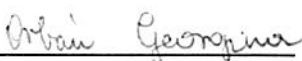
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-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 eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Kaposvár, 2023.11.06.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Orbán Georgina (hallgató Neptun azonosítója: ULCYP3) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

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

Kelt: Kaposvár, 2023.11.06.



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.