

# **SZAKDOLGOZAT**

**Papp Máté**  
**Mezőgazdasági mérnök BSc**

Kaposvár  
2022



**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM AGRÁR- ÉS  
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR**

**Kaposvári Campus**

**Mezőgazdasági mérnök BSc**

**Mikrohullámú sugárzás gabonasziszikre gyakorolt mortalitásának felmérése**

**Konzulens:** Prof. Dr. Keszthelyi Sándor  
egyetemi tanár

**Készítette:** **Papp Máté**  
B6JM7F  
nappali

**Növénytermesztési Tudományok Intézete**

Kaposvár

2022°

## Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS .....	1
2. Szakirodalmi áttekintés .....	2
2.1. Terménytárolás jelentősége .....	2
2.2. A raktári kártevők megjelenését és elszaporodását befolyásoló tényezők.....	3
2.3. A terménytárolás során bekövetkezett mennyiségi és minőségi káresemények .....	4
2.4. Fontosabb raktári károsító fajok bemutatása:.....	5
2.5. Gabonasziszik jellemzése:.....	8
2.5.1. Alaktani leírás .....	9
2.5.2. Elterjedés és jelentősége .....	9
2.5.3. Kártétel .....	9
2.5.4. Életmód.....	9
2.6. A tárolt termények védelme .....	10
2.6.1. Kártevők előrejelzése és védekezés, megelőzése .....	11
2.6.2. A raktári kártevők elleni védekezés módszerei:.....	13
2.6.3. Környezetbarát megoldások .....	15
2.6.4. Mikrohullámú sugárzás gabonasziszikre gyakorolt hatása .....	19
3. Célkitűzés:.....	22
4. Vizsgálat:.....	23
4.1. Anyag és módszer .....	23
4.2. Eredmények .....	25
4.3. Következtetések .....	28
5. Összefoglalás: .....	30
6. Köszönetnyilvánítás: .....	31
Irodalomjegyzék: .....	32
Nyilatkozat	

## 1.BEVEZETÉS

A mai mezőgazdaság szinte teljesen elképzelhetetlen a megfelelően alkalmazott kémia növényvédő szerek használat nélkül. E termékeknek számos fajtája ismert és előszeretettel használt. Azonban azon felül, hogy növényeinket a szabadban, a termőföldön a fejlődési stádiumuk leforgása alatt támadhatják különböző kártevők, kiemelten fontos, hogy a betakarítás után a termésünk védelme és megfelelő kezelése is megvalósuljon. A tárolt terményeket számos veszély fenyegeti, mind kártevő bogarak, lepkék, atkák vagy egyéb gerincesek által. Ezen kártevők elleni védekezés elkerülhetetlen feladat. Ugyanis a raktárakban tárolt termények kártevői megfelelő védekezés nélkül felszaporodva jelentős károkat okozhatnak. A károsításuk hatására csökkenhet a termésünk minősége és később felhasználható mennyisége is. Ezen okból elengedhetetlen a védekezési eljárások alkalmazása, mint ahogy a szántóföldön, úgy a tárolt termények esetében is. A ma felhasznált peszticidek hatékonysága a rovarkártevők ellen vitathatatlan. Viszont e kártevő gyérítő hatásokon felül feltétlenül számolnunk kell a környezetre káros hatások megjelenésére is. A felhasznált kémiai készítmények által, a kezelt terményeken felhalmozódott szermaradványok, melyek nagy mennyiségben károsak lehetnek akár az emberi szervezetre 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 igyekeztem kitérni a raktári kártevők elleni környezetbarát védekezési eljárások lehetőségeire. Ezen belül pedig a mikrohullám gabonasziszikre gyakorolt hatásainak vizsgálatára, kiértékelésére.

## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. Terménytárolás jelentősége

A gabonafélék az emberek fő táplálékforrása, mely gazdag vitaminokban, ásványi anyagokban, szénhidrátokban, zsírokban, olajokban és fehérjékben. Alapvető fontosságú, hogy a gabonaszemek elérhetőségét hatékony tárolási gyakorlatok kidolgozásával megszilárdítsák, hogy a raktárakban a lehető legkisebb legyen a veszteség (Schöller és mtsai., 1997).

Az évek során a globális élelmiszerválság megoldására, illetve az élelmiszerbiztonság javítására két fő elmélet született. Az első az élelmiszertermelés növelése, míg a második az élelmiszerveszteségek megelőzése az ellátási lánc során. A legtöbb tudományos erőfeszítés eddig arra fektette a hangsúlyt, hogy miként lehet növelni a mezőgazdasági termények hozamát. 2015-ben például Ithacában megrendezett 2. Nemzetközi Globális Élelmiszerbiztonsági Konferencián az előadások mintegy 90%-a a növénytermesztés növelésével foglalkozott. Annak ellenére, hogy a tárolás és az azt követő ellátási folyamatok során bekövetkezett élelmiszer-veszteségek elérhetik a 20-40%-ot is (FAO 2013). Ezért is a globális élelmiszerválság egyik legjelentősebb okozója a tárolás során bekövetkezett terményveszteség, melyet elsősorban a kártevők megjelenése okoz. A rovarkárok a tárolt terménytételekben és más egyéb tartós árucikkekben elérhetik az 5-10%-ot is a fejlett országokban, illetve a fejlődő országokban, modern tárolás technológiák hiánya következtében a veszteség akár 20-40% is lehet (Philips és Throne 2010; Nopsa és mtsai., 2015).

A betakarított termények tárolása, hatással van azok későbbi felhasználására és forgalmazására. A betárolás megvalósulhat a gazdaságban, a kereskedőnél, kereskedelmi és kormányzati szinten (Mushira 2000).

Függetlenül a tárolás helyétől, mind a termelőkre, mind a kereskedő cégekre is egyaránt fennálló szabály, hogy a terményt lehetőség szerint olyan időpontban szükséges a piacon értékesíteni, mikor a kereslet és a kínálat alakulása a piaci értékesítés szempontjából a legkedvezőbb. Ezen piaci igényekhez való igazodás teszi szükségessé a betakarított termények hosszabb-rövidebb ideig tartó raktározását. A tárolási folyamat eredményességét meghatározza a tárolásra való felkészülés. Meg kell határozni a tárolási kapacitást, a betárolandó termény érzékenységét a kártevőkkel szemben. A tartós terménytárolás alapköve, a betárolni kívánt termény megfelelő tisztasága és nedvességtartalma. A nem megfelelően

tisztított terményben előforduló idegen anyagoknak jellemzően eltérő a nedvességtartalmuk is, így káros mikrobiológiai folyamatok indulhatnak be. Ezen folyamatok jelentős melegedést okozhatnak a terménytételben, ami kedvező lehet a kártevők megjelenésére nézve. (Mészáros 2007)

## **2.2 A raktári kártevők megjelenését és elszaporodását befolyásoló tényezők**

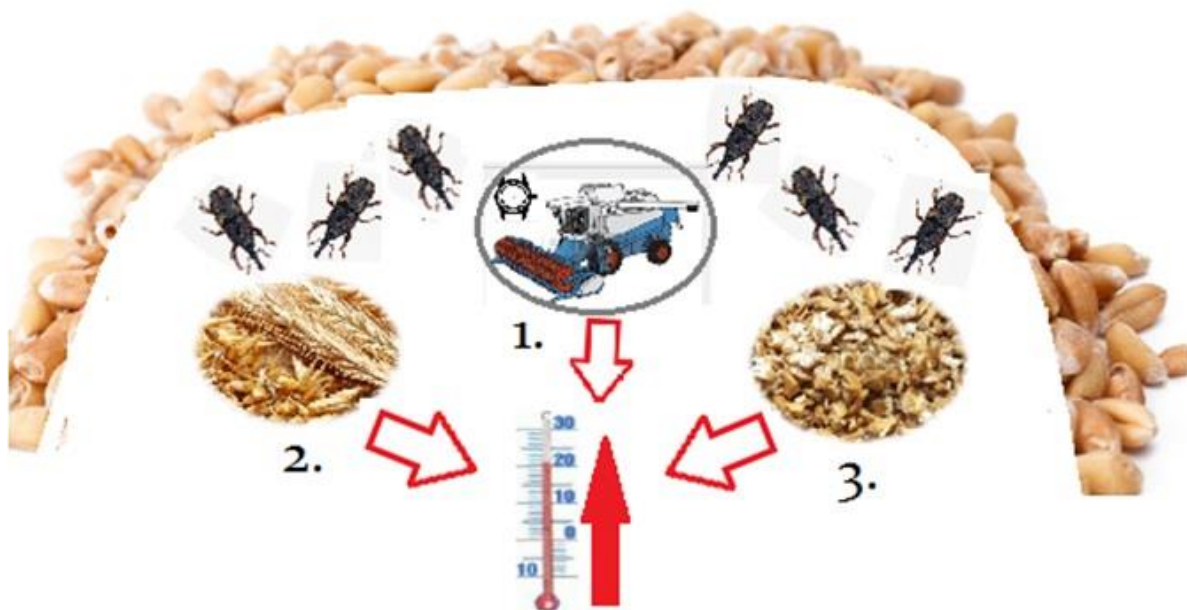
A terménytároló helyiségekben előforduló kárképek mértéke attól függ, hogy a populáció milyen gyorsan növekszik.

A rovarok viselkedését a gabona tárolása során számos, a környezetben lévő különböző fizikai, kémiai és biotikus tényező kölcsönhatása befolyásolja. Ezen kölcsönhatások közé tartozik a hőmérséklet, a relatív páratartalom, a táplálék elérhetősége, annak megléte, illetve hiánya, a termény nedvességtartalma, valamint annak mérete, fajtája. Ezen felül még viselkedést befolyásoló tényező lehet az adott termény tároló épület kialakítása, más ízeltlábú fajok jelenléte, egyéb ragadozók, parazitoidok, gerincesek és betegségeket okozó mikroorganizmusok megjelenése (Collins 2001).

Az emberi tevékenységek is nagy hatással lehetnek a rovarok viselkedésére, mint a gabona kezelés, szárítás, hűtés és tisztítás, valamint kártevők elleni védekezési intézkedések alkalmazása következtében. Az élő szervezetek közötti kölcsönhatásokat közvetítő kémiai anyagokat szemiokémiai anyagoknak nevezzük, mely kémiai anyagok közül számosról ismert, hogy jelentősen befolyásolhatja a rovarok viselkedését (Law és Regnier 1971).

E rovarok által termelt anyagok közé tartoznak például a szexuális feromonok, valamint a táplálékukkal kapcsolatos vegyi anyagok, beleértve a gombák illóanyagait is. A rovarok viselkedését befolyásolhatja még ezen felül az ellenük történő védekezés során kijutatott vegyi anyagok is (Collins 2001).

Az optimális hőmérséklettartományban (gabonasziszik esetében 19-28 °C) a legaktívabbak a rovarok, ilyenkor a szaporodásuk, a táplálkozásuk, így a kártételük is felgyorsul. Természetesen az optimális hőmérséklettől való eltérés mind pozitív, mind negatív irányba is kihat az említett aktivitásokra. Bár az adott rovar még megtalálja az életfeltételeit, viszont károsítása nem annyira kifejező. A hőmérsékleti optimum jelentősebb eltolódása esetén a rovar vagy elpusztul vagy nyugalmi állapotba kerül. A kártevők megjelenését befolyásolhatja még a tápnövény megléte, valamint annak hiánya, természetes ellenségek jelenléte és hiánya, a levegő vegyi összetétele, a termény nedvességtartalma, a közeg páratartalma, illetve hőmérséklete.



**1. ábra A betárolt terménytételek nedvességtartalmát befolyásoló tényezők  
(Forrás: Kártevők elleni védekezés lehetőségei; Keszthelyi Sándor (2017))**

Termény fizikai jellemzői: A nem megfelelő nedvességre leszártított, keleténél magasabb víztartalmú termény optimális közeg lehet a kártevők elszaporodásának. A víz mellett a mikrobiális folyamatok által a termény felmelegedése optimális hőmérsékletet is biztosíthat számukra. A terménytételekben megtalálható sérült szemek, illetve el nem távolított szemét maradványok környezetében felgyülemlett nedvesség a későbbiekben hőmérsékletnövekedést idézhet elő, ami szintén optimális környezetet biztosít a kártevők felszaporodásához. A terménytárolókban minél nagyobb a levegő térfogata, annál jobban ki vannak téve a külső környezet (hőmérséklet, páratartalom) ingadozásainak. Ezzel összefüggésben nő a kártevők megjelenése a mélyebb terményrétegekben is. (Keszthelyi 2016)

### **2.3. A terménytárolás során bekövetkezett mennyiségi és minőségi káresemények**

Az élelmiszer gabonák számos műveleten mennek keresztül -betakarítás, szárítás, szállítás, tárolás- mielőtt a fogyasztóhoz jutnak. Az alkalmazott eljárások során a termény tételekben jelentős veszteségek keletkezhetnek (Singh 2010). Ramesh (1999) szerint a feldolgozás során bekövetkezett nagy mértékű termésveszteségek elsősorban a mezőgazdasági üzemek tárolási infrastruktúrájának hiánya miatt következhet be. A tárolt termékek kártevői komoly veszteségeket okoznak, mind a termés mennyiségében, mind minőségében. (Schöller és mtsai., 1997).

Mennyiségi veszteségek általában a különböző károsítók, mint például a rovarok, rágcsálók, atkák, esetleg mikroorganizmusok által keletkezett káresemények következtében alakulhatnak

ki. A fertőzések következtében a vetőmag csírázóképesége romlik, valamint a termés nedvességtartalma és szabad zsírsav szintje fokozatosan növekedni kezd, ezzel szemben a pH- és a fehérjetartalom csökkenésének hatása teljes minőségromláshoz vezethet. A minőségi veszteségek nagy mértékben befolyásolják az élelmiszertermékek gazdasági értékét és értékesítését a piacon (Ipsitact és mtsai, 2013).

A betárolt termények esetében a károsítás mértéke függ a károsító fajtól, illetve a tárolás körülményeitől. A minőségi veszteségek sok esetben nagyobb problémát okozhatnak, mint a mennyiségi veszteségek. A termés minőségbeli romlása során ugyanis sok esetben a megmaradt részeket sem lehet már felhasználni, mivel e tételek egészségre káros hatással bírhatnak. Fontos megjegyezni, hogy mind a mennyiségi, mind a minőségi veszteségek megfelelő, gondos tárolással elkerülhető lehet. A károsítás korai felismerése elősegítheti a védekezés sikerességét. (Jávor 1969)

Szaprotrof gombák megtelepedése szintén minőségbeli problémákat okozhatnak. A károsítók tevékenységei által a termés hőmérséklete megemelkedhet, ami lehetőséget ad a mikrogombák megjelenésére. Ezek a kórokozók megváltoztatják a termés színét, illatát, valamint csökkentik annak tápanyagértékét. Fontos megjegyezni, hogy számos mikotoxin termelő faj megtalálható e gombák között. Melyek fogyasztása súlyos problémákat okozhatnak mind az emberben, mind az állati szervezetben. (Keszthelyi 2020)

#### **2.4. Fontosabb raktári károsító fajok bemutatása:**

A legtöbb raktári kártevő a bogarak és a lepkék rendjébe tartozik, azonban előfordulhatnak egyéb károsító fajok is, mint például a fonálférgek, vagy a magasabb rendhez tartozó, rágcsálók, mint a klasszikus házi egér (*Mus musculus domesticus*), főleg ősszel gyakori a mezei pocok kártételének megjelenése is (*Microtus arvalis*). A legnagyobb gondot a rágcsálók megjelenése során a vándorpatkány (*Rattus norvegicus*) kártétele jelentheti. A raktározott terménytételünkben előfordulhatnak olyan kártevő fajok is, melyek először a szántóföldön károsítanak és fejlődésük kezdetben a szántóföldeken valósul meg, viszont a fejlődési stádiumuk végét a tárolt termények között töltik, esetleg itt is telelnek át. E kártevő például a borsózsizsik (*Bruchus pisorium*). Az ellenük történő védekezést már szabadföldön szükséges elvégezni (Jávor 1969).

##### Fontosabb kártevők:

Lisztmoly (*Ephestia kuehniella*) Az egyik legfontosabb tárolt termék kártevő, komoly gazdasági veszteségeket okoz. Csaknem az egész világon elterjedt károsító, raktárak, malmok



és a háztartások gyakori kártevője. Őshazája Közép-Amerika. Hazánk minden területén megtalálható nálunk általában 2-3 nemzedéke fejlődik. Az általa szennyezett terménytétélek, mind emberi- és állati fogyasztásra alkalmatlanok. A hernyója pókháló szerű szövedéket készít (Bognár 1974, Hansen és Jensen, 2002.).

Közönséges tolvajbogár (*Ptinus fur*) világszerte elterjedt faj. Hazánkban raktárakban, háztartásokban gyakran előfordul másodlagos kártevő. A betárolt terménytétélekben mind minőségben, mind mennyiségben is jelentős károkat okozhat. A kártevő optimális hőmérséklet igénye 23-25 °C, de az ettől alacsonyabb hőmérsékletet is igen jól tűri. Relatív páratartalom igénye 50%. (Keszthelyi 2021)

Mezei gabonamoly (*Sitotroga cerealella*) tipikus kozmopolita faj révén a világ számos pontján (meleg és mérsékelt égövön egyaránt) előforduló kártevő. Hazánkban is előszeretettel károsít a raktárakban. Annak ellenére, hogy képes a későn betakarított, lábon álló kukoricát is károsítani, elsősorban raktári kártevőként ismerjük (Hashmi 1994). A lárva a szemek belsejével táplálkozik. Vetőmagelőállítás szempontjából súlyos kártétele, hogy sérti a mag csírát (Hill 2002). Meleg igényes faj, ezért elsősorban hazánk déli részein, a melegebb raktárakban és évszakokban lehet számítani a tömeges elszaporodására. Optimális hőmérséklet igénye 26-30 °C, relatív páratartalom igénye 30 %. (Howe 1965, Bognár 1974, Mészáros 2007).

Kis kenyérbogár (*Stegobium paniceum*) A meleg és a mérsékelt övön egyaránt elterjedt faj. A kifejlett egyedek oválisak, 2-4 mm hosszúak, vörösbarna színűek. (Canadian Grain Commission/ Drugstore beetle 2019). A lárva kártétele jelentős lehet Erős rágószervüknek köszönhetően könnyen bejuthatnak a már becsomagolt termények közé is (Bognár 1974). Tömeges elszaporodására a hosszabb ideig tárolt anyagokban lehet számítani. Hőmérséklet igénye 25-28 °C, a relatív páratartalom igénye 60 %. (Howe 1965). Ha hosszabb ideig nem jut táplálékhoz, egy idő után eltűnik. A kártételének megjelenésére utaló jelek felismerése esetén a terménytárolót ajánlott kitakarítani. Hőkezeléssel felléphetünk ellenük, de még a kisebb terménytétélekben sem biztos a 100%-os eltávolításuk (Bognár 1974, Mészáros 2007).

Rizszsizsik (*Sitophilus oryzae*) Indiából származó, napjainkban világszerte elterjedt, kozmopolita kártevő. Hazánkba behurcolt kártevő, raktáraink igen gyakori kártevője. Az imágó 2-4 mm, színe sötétbarna, vöröses, vörössárga foltokkal. Lárva fehér, lábatlan, magon belül fejlődik, ezért korai felismerése a terménytétélekben meglehetősen nehézkes (Canadian Grain Commission/Rice weevil 2022). Kártétele a gabonaszizsikhez hasonló, azonban némileg szélesebb tápnövénykörrel rendelkezik. Megjelenésére utaló kárképek a megtámadott termények alján felgyülemelő lisztszerű maradványok. A hőmérséklet igénye a

gabonasziszikhez képest viszonylag nagyobb, az alacsonyabb hőmérsékletre érzékenyen reagál, szárazabb körülményeket e kártevő is előnyben részesíti. Optimális hőmérséklet igénye 27-31 °C, relatív páratartalom igénye 60%. (Howe 1965, Bognár 1974, Mészáros 2007)

Aszalványmoly (*Plodia interpunctella*) Az egész világon elterjedt, az egyik leggyakrabban károsító molylepke faj. Meleg, párás tárolókban hamar elszaporodhat. Imágó 6-7 mm hosszú. Elülső szárnyak kétszínűek, az alap krémszíntől sárgáig, a külső rész pedig rézvöröstől sötétszürkéig terjed. (Canadian Grain Commission/ Indianmeal moth 2019). Elsődleges problémát a hernyók okoznak, melyek jellegzetes szövedékeket készítenek. A megtámadott terményeket megrágva és szennyezve okoznak mind minőségben, mind mennyiségben károkat (Mészáros 2007). Optimális hőmérséklet igénye 28-32 °C, relatív páratartalom igénye 40% (Howe 1965).

Fogasnyakú gabonabogár (*Oryzaephilus surinamensis*) 2-3 mm nagyságú, karcsú, hosszúkás rovar. Jellegzetes nyakpajzsának köszönhetően könnyen felismerhető. Mára a világ szinte minden pontján előforduló kártevőként tekinthetünk rá. A szárított növényi anyagokat, a diót, mogyorót is előszeretettel károsítja. Mind a lárva, mind az imágó is károsít. A gabonafélékben általában, mint másodlagos faj károsít, mivel az ép szemeket nem képes felsérteni. Évente több nemzedéke is lehet. 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 élhetnek. A kifejlett kártevő képes áttelelni a raktárakban és a szabadban is egyaránt. Optimális hőmérséklet igénye, 31-34 °C, minimum relatív páratartalom igénye 10 % (Howe 1965; Bognár 1974; Mészáros 2007).

Dohánybogár (*Lasioderma serricorne*) A világszerte elterjedt kártevő, az amerikai kontinensről származik. Elsősorban passzív úton kerülhet a raktárainkba. Hazánk raktáraiba általában az importált dohányárúk és fűszerfélékkel kerül. Imágó 2-3 mm hosszú, vörösesbarnák és ovális alakúak. Lárvák fehér színűek (Canadian Grain Commission/ Cigarette beetle 2019). Elsősorban a lárva károsít. Férge mozgású lárva a terménytétélekben járatokat rág. Alapvetően fénykerülő faj révén, kártételére, megjelenésére inkább a fénytől elzárt raktárakban számíthatunk. Hazánkban 2-3 nemzedéke fejlődik. Ha a környezeti feltételek adottak, (hőmérséklet, páratartalom) tömeges elszaporodásával számolnunk kell (Keszthelyi 2021). Melegigényes kártevő, így optimális hőmérséklet igénye 32-35 °C, míg relatív páratartalom igénye minimum 30 %. (Howe 1965).

Kis lisztbogár (*Tribolium confusum*) Világ minden pontján elterjedt, meleg égövi kártevő. Hazánkban is honosodott faj, gyakori raktári kártevő. Az általa szennyezett terménytétélek

táplálkozásra, állati takarmányozásra alkalmatlanná válnak. Mind az imágó, mind a lárva károsít. Lárvája által károsított termény kellemetlen szagú, ürülékkel fertőzött lesz. Sértetlen gabonaszemekkel nem táplálkozik. Mint másodlagos kártevő számolhatunk vele a raktárainkban. Csak a már sértett szemeket támadja. Lárvai a hidegre érzékenyek, a magasabb páratartalom kedvezően hat a tömeges elszaporodásukra. Minimális relatív páratartalom igénye 1 %, míg optimális hőmérsékletük 30-33 °C (Mészáros 2007, Keszthelyi 2021).

Kukorica-lisztbogár (*Tribolium castaneum*) Másodlagos gabonakártevő, főleg tárolt gabonafélékkel, tört szemekkel, gabona termékekkel (gabonaliszt) táplálkozik. (Lhaloui és mtsai 1988). Elterjedése a melegebb klímájú területekre jellemző. A raktári kártevők egyik fő kártevője. Károsításának következtében a terménytételek minősége, illetve felhasználhatósága nagy mértékben romlik (Mészáros 2007). Optimális hőmérséklet igénye 32-35 °C, minimum relatív páratartalom igénye 1 %. Minden nőtény körülbelül 300-400 db tojást rak és fejlődésük a tojástól az imágóik 15-20 napot vehet igénybe optimális körülmények között. A kukorica lisztbogár akkor repül, ha a környezet hőmérséklete eléri a 25 °C-ot. Ennek következtében a fertőzés gyorsan terjedhet (Canadian Grain Commission/ Red flour beetle 2022). Mivel a rovarok táplálkozásával a gabonacsíra is sérül, a károsításuk következtében a gabona tételek gyorsan csírázási veszteséget szenvedhetnek (Sinha és Watters 1985).

Indiai kaprabogár (*Trogoderma granarium*) A kártevő őshazája India. Az ember által közvetített faj révén terjedt el a világ számos pontján, azonban mint potenciális kártevő, elsősorban a meleg, szárazabb klímájú területeken kell vele számolni. Magyarországon a nem fűtött épületekben nem képes elszaporodni. Hazánk raktáraiban előfordul, azonban nem e faj az elsődleges károsító. Elsősorban gabonaféléket károsít. A lárva az elsődleges kártevő alak. Idősebb lárva korban képes az ép szemeken károsítani, viszont fiatalabb lárva csak a már felsértett terményeket támadja. A rövid élett ciklusú imágó 1 hónapig él. Melegigényes faj révén optimális hőmérséklete 33-37 °C, minimum relatív páratartalom igénye 1%. (Keszthelyi 2021).

## **2.5. Gabonaszizsik jellemzése:**

A gabonaszizsik (*Sitophilus granarius*) egy kozmopolita kártevő. Jelentős károkat okozhat a tárolt szemekben és ezzel párhuzamosan jelentősen csökkentheti a termés hozamot. A sérült szemek tápértéke csökken, ezen felül alacsony csírázási aránya mellett, csökkent súlyú, valamint csökkent piaci értékű lesz (Bognár 1974).

### **2.5.1. Alaktani leírás**

Kifejlett állapotban 3,0-5,0 mm hosszú, megnyúlt, hengeres testű, fényes vörösbarna, esetleg fekete színű ormányos bogár. Előhát és szárnyfedők egyszínűek. Lábai és a csápok vörösbarnák. A szárnyak csökevényesek, ennek okán repülni képtelen. A lerakott tojás 0,7-0,8 mm hosszú, fehér színű, áttetsző. A lárva 4-5 mm hosszú, zömök fehér színű, barna fejű és láb nélküli. A lárva a magban található. A báb 3-4 mm hosszú, fehér színű, ami később barna színű szabad bábbá változik. Legfőképpen a károsított magban fordul elő. (Bognár 1974; David Rees 2007)

### **2.5.2. Elterjedés és jelentősége**

Az egész világon elterjedt faj, tipikus raktári kártevő. Hazánkban is régóta elterjedt, elsősorban a rozsban, az őszi búzában, kukoricában, valamint a Triticaléban is előszeretettel rongál. Károsításának következtében a mag jelentős mértékben veszít a súlyából. Akár 20 %-al is ronthatja a vetőmag csírázási képességét. A gabonasziszik elszaporodása során a gabonaszemek könnyen fertőződhetnek penészgombákkal. A befülledt gabona felmelegszik, csomósodik és dohos lesz, amely mind emberi, mind állati fogyasztásra alkalmatlanná válik. Az elsődleges kártétel számtalan másodlagos károsító nagy számú elszaporodását idézheti elő. (Bognár 1974; David Rees 2007)

### **2.5.3. Kártétel**

Mind az imágó, mind a lárva képes károsítani a gabonában, de az elsődleges problémát a lárva okozza. Kifejlett állapotban az imágó kívülről gabona magon szabálytalan lyukat rág. A gabonafélék tárolása közben fellépő veszteség egyes országokban a teljes termés 50%-át is elérheti, ami világszerte évente több milliárd eurós veszteségnek felel meg (Bognár 1974; David Rees 2007).

### **2.5.4. Életmód**

Évente három-négy nemzedéke fejlődik, Az imágó a raktárakban telel, elsősorban a padló, falak repedéseiben. Tavasszal jelenik meg, mikor az átlaghőmérséklet már eléri a 10-12 °C-ot. A nőtény tojást rak, melynek lerakásának optimális hőmérséklete 15-16 °C. Ormányával lyukat fúr a magba, ahova a tojásokat helyezi el, majd a nyílást váladékkal tömi el, így védve a tojásokat. A nőtény élete során 60-80 db tojás lerakására is képes. A lárvák kikelése függ a hőmérséklettől és a levegő páratartalmától is. A lárva a fejlődése során a gabona mag lisztes részét fogyasztva növekszik, üreget rágva benne. A teljes fejlettségi állapotot 4-6 hét alatt éri

el. A gabona magban szabad bábbá fejlődik, majd egy hét után éri el a teljes fejlettségi állapotot. Imágó állapotban lyukat rág a maghéjon, majd azon keresztül távozik. Egy generáció teljes kifejlődése 6-10 hét alatt történik meg. Elszaporodásában és tömeges terjedésében a párásabb, melegebb környezet nagy szerepet tölt be. A nem megfelelő nedvességtartalommal tárolt gabona (<14% szemnedvesség) és a gabona kelleténél hosszabb ideig való halmozott tartása szintén kedvezően hat a kártevő jelentős mértékű terjedéséhez. (Bognár 1974; David Rees 2007)

## **2.6. A tárolt termények védelme**

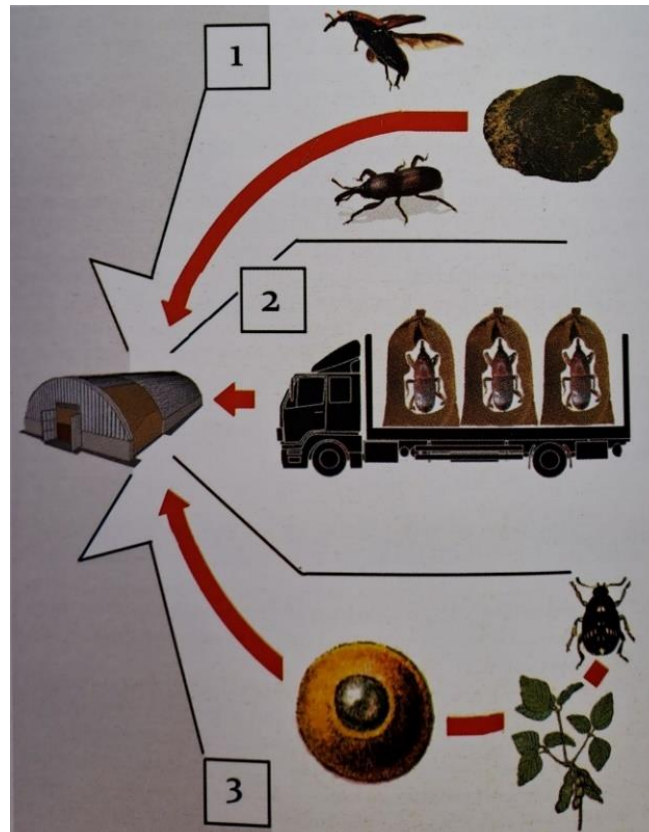
A tárolt élelmiszerekben, valamint azok feldolgozása során az élelmiszer típusától, feldolgozott állapotától, a tárolók földrajzi elhelyezkedésétől függően számos kártevővel találkozhatunk. A rovarok jelenléte évezredek óta problémát jelent az élelmiszerek tárolása során. A fellelhető régészeti lelőhelyek (Bucklan, 1981) és írásos feljegyzések (Levinson és Levinson, 1994) a gabonafélék tárolására és fertőzöttségére vonatkozó bizonyítékok egészen Kr. e. 3000-ig nyúlnak vissza. A tárolt terményeket szükséges megvédeni a rovarok támadásától - különösen a hosszú távú betárolás során -, mivel azok nagy mennyiségeket is elpusztíthatnak (Pimentel, 1991) A fejlett országokban már néhány rovar pusztta jelenléte is komoly problémát okozhat a gabona piaci értékesítése szempontjából, még akkor is, ha az adott egyed sűrűsége jóval kevesebb min 1 egyed/kg gabona. (Pinniger és mtsai 1984).

A tárolt élelmiszerkártevők elleni védekezés korai kísérletei olyan módszerekre támaszkodtak, mint egyes növényi anyagok füstölő hatása, illetve száraz talaj és fahamu keveréke a gabonával, ami a rovarok kiszáradásához vezetett (Levinson és Levinson 1989). A keverés és gázosítás használata a tárolás kártevői elleni védekezésre valamely formában a mai napig alkalmazott módszer. Azonban mivel a modern, széles spektrumú növényvédő szerek és gázosítószeres mellékhatásaival kapcsolatos ismereteink bővültek, a tudósok a kártevők elleni védekezés új megközelítéseit kezdték el vizsgálni.

A gabonafélék szinte minden fajtája ki van téve a rovarok támadásának. E kártevők általában a gabonaszemek belsejében fejlődnek ki és ott is táplálkoznak. A tárolt gabonát fertőző rovaroknak számos fajtája van, e károsítók közé tartozik például a rizszsizsik (*Sitophilus oryzae*), a mezei gabonamoly (*Sitotroga cerealella*), és a gabonazsizsik (*Sitophilus granarius*). Azonban előfordulhatnak olyan másodlagos rovarkártevők is, amelyek közvetlenül nem tudnak behatolni a tárolt szemek belsejébe. E károsítók a már fertőzött vagy valamilyen mechanikai úton felsértett szemeket támadják. Ezen másodlagos kártevők lehetnek például a

fogasnyakú gabonabogár (*Oryzaephilus surinamensis*), kis lisztbogár (*Tribolium confusum*) kukorica lisztbogár (*Tribolium castaneum*) (Mason 2004).

### 2.6.1. Kártevők előrejelzése és védekezés, megelőzése



2.ábra: A raktári kártevők bejutásának lehetőségei a terményraktárakba

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

A kártevőknek számtalan lehetőségük van bejutni a raktározott termények közé. A fertőzés módja lehet aktív, passzív fertőzés, illetve a tápnövény által közvetített módon is bejuthatnak a károsítók. Aktív módon történő bekerülésnél a kártevő berepül vagy „besétál” a raktárakba. A kártevő bejutását megkönnyítik a nem megfelelően feltakarított, elszórt termények, ahol könnyen táplálékhoz és menedékhez juthatnak. A tárolt termények megfelelő védelmét tovább nehezítheti a nem megfelelően zárt tárolók alkalmazása, mivel a réseken, repedéseken a kártevők könnyedén bejuthatnak. Passzív módon történő bejutás esetén a tárolóban maradt, már fertőzött tételek eltávolításának hiánya következtében fordulhat elő fertőzés. A kártevők könnyen megbújhatnak a padozat repedéseiben. Ismert az úgynevezett termény által közvetített bejutási lehetőség, amely során a szántóföldről behozott, fertőzött termények kerülnek a tárolókba. Ezen okból e kártevők elleni védekezést már a szántóföldön szükséges elvégezni (Keszthelyi 2021).

A rovarfertőzés ellenőrzési, megfigyelési módszerei eltérőek, illetve nagy mértékben függ az adott kártevő fajtól, a tárolt terménytől és a tárolás módjától.

Ömlesztett áruk betárolása esetén például az egyik legegyszerűbb, módszer a termék felületén és annak környékén megjelenő rovarok, valamint a jelenlétükre utaló jelek - szöveti maradványok, szag, por - megfigyelése, míg egy másik módszer a mintavételen alapszik, szondás mintavételt alkalmazva. Az évek során számos módszert és megoldást fejlesztettek ki a tárolt termékek kártevőinek viselkedésével, valamint kártételeikkel kapcsolatos eredmények kimutatására. A megfigyelési módszerek beépítése a meglévő, tárolt termékek kártevőirtási programjaihoz, alacsony szintű fertőzések korábbi felismeréséhez és a fertőzések helyének pontos meghatározásához nyújtanak segítséget. A megfigyelt információk felhasználhatóak akár a peszticid használat csökkentésének indoklásaként. A vizsgálatok annak mutatójaként is szolgálhatnak, hogy az Integrált Növényvédelmi Program (IPM) elemei mennyire működnek hatékonyan a termények védelme során (Cambell és mtsai 2002).

Számos feromoncsapdát fejlesztettek ki a tárolt termékeket károsító rovarok ellen. A rövid életciklusú kifejlett egyedek számára kifejlesztett csapdák hatékonyan bizonyultak. A hosszú életciklusú, kifejlett imágók és néhány lárvával szemben, a táplálékcsalogató csapdák is alkalmasak lehetnek. Ez esetben elsősorban zabolaj- és búzacsíraolaj kivonatból készült csalétekeket helyeznek a raktárakba. (Burkholder és Ma 1985).

A tárolt gabonafélékben lévő kártevők korai felismerése alapvető fontosságú a sikeres védekezés szempontjából, mivel ez jelzi, hogy mikor van szükség a védekezési intézkedésekre és hogy azok milyen eredménnyel szolgáltak. Továbbá lehetővé teszi olyan védekezési stratégiák kidolgozását, melyek csökkenthetik a reziduális növényvédő szerek kijuttatásának szükségességét (Wakefield és Cogan 1999).

A betárolt termények minőségének megőrzése érdekében a termelőket arra ösztönzik, hogy rendszeresen vegyenek mintát az ömlesztett gabonatermékek felületéről, hogy ellenőrizni tudják a rovarfertőzöttség mértékét, illetve az emelkedő nedvességtartalmat és az ezzel összefüggő penészkárokat is.

A nedvesség nem megfelelő szintjének számos oka lehet, úgymint a szellőztetés hiánya, illetve a nem megfelelő tárolók alkalmazása. A hővisszaverő hatású, fehérre festett tárolók például nagy mértékben csökkenthetik a napfény által okozta felmelegedést és fokozzák a passzív hűtést. A festett tárolókban akár 5 °C-al is alacsonyabb hőmérsékletkülönbség érhető el a tárolt gabona tömeg széleinél, a falak közelében. A színhőmérséklet ingadozásának csökkentése a tárolt gabonaszemek széleinél, csökkenti a nappali és az éjszakai hőmérséklet

különbség által okozott pára lecsapódását, így a szemek nedvesedését is. (Shadia E. Abd El-Aziz 2011)

### **2.6.2. A raktári kártevők elleni védekezés módszerei:**

A raktári kártevők terjedésének visszaszorítására, illetve megelőzésére több megoldás is ismert. A rovarok elleni védekezés különböző módszerei csoportosíthatóak, mint fizika, mint biológiai és kémiai módszerek.

#### Kémiai módszerek:

A kémiai módszer rovarölő szereket használ a rovarok elpusztítására. A rovarirtó szerek a világon a leggyakrabban használt vegyi anyagok közé tartoznak és egyben az emberi egészségre nézve a legveszélyesebbeknek is tekinthetők. Az ömlesztve tárolt gabonafélék és gabonafeldolgozó iparban a rovarok elleni védekezésre használt vegyszerek két osztályba sorolhatók, úgymint a kontakt rovarölő szerek és a gázosítószer. A kontakt rovarölő szerek a kezelt felületekkel érintkezve pusztítják el a rovarokat. A gázosítószer gáznemű rovarölő szerek, amelyeket a rovarok elleni védekezésre alkalmaznak a gabonafélékben és a feldolgozott élelmiszerekben, amelyekhez a kontakt rovarölő szerek már nem férnek hozzá (Sinha és Watters 1985).

Az egyik legelterjedtebb eljárás a tárolt termények károsítóival szemben a már említett gázosítószer eljárás. E módszer alkalmazása több évtizedes múltra tekint vissza. Eleinte cian-hidrogént alkalmaztak, később az idő előrehaladtával, valamint az ismeretek bővülésével megjelentek egyéb más vegyületek, gázosító szerként történő elemek. Ebben az esetben alapvetően négy vegyületről beszélhetünk, úgymint a foszfor-hidrogén, a metil-bromid-etilén-oxid és a már említett cian-hidrogén. A metil-bromid részt vesz a légköri ózonréteg kimerülésében. Ezért a fejlett országokban 2005-től betiltották (Fields and White 2002). Helyettesítésére számos alternatívát teszteltek, a fizikai védekezési módszerektől kezdve, mint a hő-, a hideg- és a fertőtlenítő kezelések, egészen más füstölőszer alkalmazásáig, mint a foszfin, a szulfuril-flourid és a karbonil-szulfid (Fields and White 2002).

Hazánkban ma már szinte kizárólag foszfor-hidrogént használnak terménygázosításra, amely keletkezéséhez alumínium, illetve magnézium pefoszfátidjait használják. E vegyületek mérgező hatásúak, ezért fokozott elővigyázatossággal kell eljárni a károsítók ellen történő védekezés során (Keszthelyi 2021).



### Gázok kijuttatásának lehetőségei:

Fóliatakarásos gázosítás során lehetőség van az adott termény helyszíni, illetve szabadföldi gázosítására is egyaránt. Mivel a módszer alkalmazható zárt térben, valamint szabadban is. Lyukgázosítás elsősorban a rágcsálók elleni hatékony eljárás. Alkalmazását megelőzően feltétlenül gondoskodni kell a kártevők által készített járatok, nyílások felkereséséről és eltöméséről. Ezt követően pedig a beeresztett gáz után a gázosított lyukat is el kell tömni. Sátorgázosítás során kisebb méretű eszközök egy felállított, teljesen zárt sátor térben kerülnek gázosításra. Az eljárás a kisebb termény tömegek esetében gazdaságos módszer lehet. (Keszthelyi 2017)

Silógázosítás esetében a felhasznált szer adagolása a tárolóban a levegő áramoltatásával történik. Azonban szükséges megemlíteni, hogy a silóban fejlődő gáz nem egyenletes. Ennek a problémának a kiküszöbölésére fejlesztettek ki egy új, úgynevezett J-System technológiát. Alkalmazása lehetőséget ad a gázosítás hatékonyabb áramoltatására. A módszer lényege tulajdonképpen, hogy a betárolt terményt nem kell a gázosítással egy időben átforgatni, mivel a kifejlődött foszforhidrogént egy ventilátor cirkuláltatja. (Herdovics és Komka 2011)

Malmok, üres terek fertőtlenítése esetében a megelőzésen van a hangsúly. A betárolás előtt feltétlenül szükséges az üres tárolók kitakarítása, fertőtlenítése. A módszer hatékonyságát tovább növeli, ha a tároló teljesen zárt, szigetelt, illetve lehetőség legyen annak teljeskörű szellőztetésére.

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

A fizikai, kémia és biológiai védekezési módszerek közül elsősorban a kémiai módszert alkalmazzák széles körben a rovarok elleni védekezésre (Sinha és Watters 1985). A kémiai védekezési módszerek elengedhetetlenek az élelmiszer hatékony ellőállításához és tartósításához. Az elmúlt években egyre inkább kerülnek előtérbe olyan alternatív rovarirtási megoldások, melyek a kémiai szerekkel okozott környezeti terhelések minimalizálását segítik elő (Nelson és Stetson 1974).

Az egyik fő korlátozó tényező a rovarölő szerekkel szembeni rezisztencia kialakulása. Egy a tárolt termék kártevőivel foglalkozó világméretű felmérés kimutatta, hogy a vörös lisztbogát (*Tribolium castaneum*) 78 országból gyűjtött 505 törzsének 87%-a rezisztens volt például a malationnal szemben (Sinha és Watters 1985). Számos országban jelentett súlyos problémát a malation rezisztencia kialakulása, ezért is volt egyre inkább szükség alternatív rovarölő szerek kidolgozására, gázosítószerre vagy fizikai védekezési módszerek alkalmazására.

Annak ellenére, hogy a rovarölő és a gázosító szereket körültekintően és korlátozott mennyiségben próbálják alkalmazni, fennáll annak a lehetősége, hogy ezek a vegyi anyagok az élelmiszermagvakban maradnak és káros hatást gyakorolnak az emberekre. Ezek a vegyi anyagok a környezetre is veszélyes hatással lehetnek (Taylor 1994).

A gázosítás gyakran csak az élő lárvákat vagy kifejlett rovarokat pusztítja el, de nem sterilizálja teljes mértékben a gabonaszemekben még élő tojásokat, amelyek egyébként még akár 3-7 hétig is tovább élhetnek a többi életszakaszt elpusztító gázosítószer szintje mellett (Langlinais 1989).

#### Fizikai módszerek:

A rovarok elleni védekezés fizikai módszerei közé tartoznak a különböző típusú csapdák - szondacsapdák, feromoncsapdák- alkalmazása, illetve a fizikai környezet manipulálása (Sinha és Watters 1985), mechanikus behatás, fizikai eltávolítás, inert porok és ionizáló sugárzás. (Muir és Fields 2001)

Az általában manipulált fizikai változók a hőmérséklet, a relatív páratartalom vagy a szemcsék nedvességtartalma és a szemcsék közötti levegőben lévő légköri gázok összetétele. Az alacsony hőmérsékletet általában hideg környezeti levegővel történő levegőztetéssel érik el. A magas szemhőmérséklet elérésének módszerei változatosabbak. Többek között mikrohullámú, infravörös és forró levegő, valamint dielektromos fűtés említhető még meg (Bank és Fields 1995). Azonban a fizikai védekezési módszerek általában lassúak, illetve még megfelelő kezelés esetén sem biztos a magas szintű mortalitás. A módszer ott alkalmazható hatékonyabban, ahol a fertőzés alacsonyabb mértékű. (Muir és Fields 2001).

#### **2.6.3. Környezetbarát megoldások**

A legtöbb európai országban a tárolt termények védelme érdekében elsősorba a már említett reziduális rovarirtó szereket használják. E kemikáliák közvetlenül a terményre kerülnek és mindaddig védelmet nyújtanak, amíg a rovarölő hatás fennáll. Az ilyen hatóanyagok viszont mérgezőek lehetnek az emlősökre, a kezelt terményeken a szermaradványok felhalmozódhatnak, valamint egy kis idő múlva a kártevők ellenállóvá válhatnak a hatóanyaggal szemben. (Zettler és Arthur 2000). Ennek okán van szükség a környezetre kevésbé káros, gazdaságos és hatékony módszerekre tárolt termények védelme érdekében.

### Kovaföld rovarölő hatása:



**3. ábra. Kovafölddel kezelt magtári gabonasziszik**

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

A környezetbarát megoldások közül meg kell említeni a tárolt terményekhez kevert természetes eredetű kovaföld rovarölő hatását.

A módszer hatékonyságát növelő megelőző intézkedések alkalmazása elengedhetetlen a raktári kártevők visszaszorítása szempontjából. Ezen intézkedések tulajdonképpen nem különböznek az általános megelőzési folyamatoktól. A betárolás előtt a tárolókat szükséges alaposan kitakarítani, fertőtleníteni, esetleges beázásokat kijavítani. Az előkészületek betartásával megakadályozható a kártevők bejutása az újonnan behozott terménytételbe, életfeltételeik ilyen módon való korlátozása lehetővé teszi, hogy ne alakuljanak ki fertőzési góccok a betárolt terményünkben. (Rozsik 2007)

A kártevők széles köre ellen már tanulmányozott kovaföld a hagyományos peszticidek lehetséges alternatívája lehet a tárolt termékek védelme céljából (Quarles, 1992; Korunic,

1998; Subramanyam és Roesli, 2000; Kavallieratos és mtsai 2007). Az emlősökre gyakorolt alacsony toxicitásuk (Maceljski és Korunic 1972), stabilitásuk és hatékonynak tekinthető rovarölő hatásuk ellenére (Shah és Khan, 2014; Liska és mtsai 2015; Korunic és mtsai 2017), nem kívánatos hatást gyakorolhatnak a gabonára, ami a termés fizikai és mechanikai tulajdonságainak kedvezőtlen alakulásához vezethet. Ezen felül a malomipar sem szívesen fogadja be a kovafölddel kezelt gabonát, mivel koptató hatásánál fogva könnyen károsíthatja a malomiparban használt eszközöket, gépeket (Lusic és Korunic, 2018).

Természetesen van lehetőség a kovafölddel kombinált védekezési módszerek alkalmazására. Az egyik megoldás lehet más természetes termékekkel történő vegyítés, melyek rovarölő tulajdonságokkal rendelkeznek, mint például a szilikagélek (Korunic és Fields 1999) és egyéb növényi anyagok alkalmazása (Athanassiou és mtsai 2009; Vayias és Stephou 2009; Adarkwah és mtsai 2017). Egy lehetséges megoldás lehet a kovaföld olyan növényi anyagokkal való keverése, melyeknek más a hatásmechanizmusuk. A terménytételekbe jutott kovaföld megtapad a kártevők felületén, akadályozva a zsírfelvételt, ami következtében a rovarok kiszáradnak, majd elpusztulnak. Ebeling (1971) szerint a rovar mortalitás akkor következik be, mikor a rovar a víztartalmának mintegy 60%-át elveszíti. Tehát bizonyos időbe telik, míg a rovarpusztulás bekövetkezik, ami miatt a kovaföld egy lassan ható rovarölő szerként ismert (Lee és mtsai 2003; Mossa 2016).

#### Szén-dioxid befúvással történő védekezés:

E védekezési eljárás során a terménytárolókba szén-dioxid gázt engednek és ezt a terményen hagyják több napig. A védekezési eljárás lényege, hogy a gáz elvonja az oxigént a tárolóból és anaerob körülményeket teremtve elpusztítja az ott rejtőző kártevőket. A módszer hatékony működésének elérése nehézkes, ugyanis a rovarok rendkívül jól tolerálják a széndioxid jelenlétét. A védekezés nehézsége, ezen felül, hogy a tökéletes inszekticid hatás elérésének érdekében csak légmentesen zárt terménytárolókban alkalmazható. Azonban használata egyszerű, nem igényel speciális szakképesítést, valamint alkalmazását követően nem marad vissza az emberi szervezetre káros szermaradványok, bomlástermékek (Keszthelyi 2021).

#### Növényi illóolajok használata:

A növények az életműködéséhez szükséges elsődleges anyagcseretermékek mellett számos másodlagos anyagcsereterméket is előállítanak. (Gershenzon 1994, Larcher 2003). A másodlagos anyagcseretermékek egyik fő csoportja az illóolajok felépítésében is szerepet játszó terpenoidok, amelyből napjainkban közel 20.000 molekulát határoztak már meg.

(Lanenheim 1994). A terpének egyenes szénláncú vagy gyűrűs vegyületekké állhatnak össze, amelyekhez különböző funkciós csoportok kapcsolódhatnak, (Croteau 1987, Bakkali és mtsai 2008). Az elmúlt években nagy figyelmet fordítottak a növényi illóolajok növényvédelmének hatékonyságára. Ezen termékek és alkotóelemeik alkalmazása a mezőgazdasági termékek védelmére jól szolgálhatnak, mivel alacsony a toxicitásuk az emlősökre és a környezetre nézve (Raja és mtsai 2001; Rapachristos és Stampoulos 2002). A növényi olajok és összetevőik toxikus hatása jól dokumentált a különböző rovarkártevők ellen. A különféle aromanövényekből kivont illóolajok hatékonyságára vonatkozó vizsgálatok egy ígéretes megoldásra engednek következtetni a legfontosabb tárolt termékek rovarainak visszaszorítására. Közülük számos alacsony koncentráció mellett is aktív füstölőszerként is használható a rovarok ellen. (Arnason és mtsai 1988; Shaaya és mtsai 1991, 1993; Ogeno és mtsai 2003; Shaaya és Kostyukovsky 2006; Isman és Akhtar 2007; Kostyukovsky és Shaaya 2012).

#### Biológiai módszerek:

A tárolt terménytétel biológiai védelme természetes ellenségekkel és kórokozókkal, önmagában, illetve szelektív rovarölő szerekkel kombinálva is megfelelő alternatívája lehet a kémiai, gázosítószernek (Attia és mtsai 1979; Zettler és Cuperus 1990; Zettler 1991; Arthur 1992; Zettler és Arthur 1992; Zettler és Arthur 1997; Rossi és mtsai 2010).

A biológia védekező szerek biztonságosak az emberi egészségre nézve, nem szennyezik a környezetet és nem halmozódnak fel a terménytételekben, veszélyeztetve azok későbbi felhasználhatóságát (Meikle és mtsai 2002; Schöller 2010; Edde 2012).

A biológiai módszer lényege, hogy élő, hasznos szervezeteket, mint természetes ellenségeket használnak a kártevők elleni védekezés során. A tárolt termékekben lévő kártevők biológiai védekezésnek számos megközelítése létezik, ideértve a ragadozó rovarok és atkák, parazitoidok és fajspecifikus kórokozók használatát. Ellentétben a vegyszerekkel, amelyeket széles területen kell alkalmazni, a természetes ellenséget elég egyetlen egy helyen kiengedni és ezt követően megtalálják és megtámadják a kártevőket a gabonában. Nincs szükség vegyszerekre, valamint e módszerek nem jelentenek komoly kockázatot a fogyasztókra vagy a környezetre. A biológiai védekező szerek általában fajspecifikusak. Mivel a legtöbb fertőzés több fajból áll, a biológiai védekező szerek több különböző izolátumára vagy fajára lehet szükség. A biológiai védekezési módszerek lassan hatnak és következésképpen a védekezés hatékonysága előtt jelentős kár keletkezhet. Általában e módszerek sem alkalmasak erős fertőzések kezelésére (Subramanyam és Hagstrum 2000)

### Entomopatogén gombák:

A rovarpatogén gombák használata a kártevők, különösen a tárolt termények kártevői ellen, mind élelmiszerbiztonsági, mind pedig környezetvédelmi szempontból megfelelnek (Batta 2018). Felhasználása elsősorban a szántóföldeken ismert, azonban vannak eredményke raktári kártevők e módon történő gyérítéséről is. A védekezési módszer lényege, hogy a kártevők ellen védendő termény felületére kell kipermetezni a terméket, így a rovar mozgása során a gomba megtapad a kutikulán., majd bejut a rovar testébe, kicsírázik és a rovar testnedveit használja fel saját fejlődéséhez. (Keszthelyi 2021).

### Autocid védekezési eljárás:

Más néven önpusztító védekezési eljárás. A módszer lényege tulajdonképpen, hogy magát a kártevőt használja fel saját maga leküzdésére. Az eljárás a károsító génkezelésére alkalmazható, mely során a populáció egyedei közé olyan géneket juttatnak be, melyek az adott hordozó károsító fajt elpusztítják (Ábrahám és mtsai 2009).

#### **2.6.4. Mikrohullámú sugárzás gabonasziszikre gyakorolt hatása**

A mikrohullám egy megvalósítható és alternatív megoldás lehetne a tárolt termények kártevőinek kiirtására. A mikrohullám az elektromágneses sugárzás egy formája, amely fénysebességgel terjed, valamint hullámhossza egy métertől- egy milliméterig terjedhet, 300Mhz és 300GHz közötti frekvenciatartományig. A mikrohullámú sugárzásnak való kitettség fizikai sérüléseket, torz fejlődést okozhat, mind a tojásban, mind a lárvában. Ezen felül csökkentheti a reprodukció arányát a kifejlett rovaroknál. A nagy penetrációs képességgel bíró mikrohullámú besugárzás megölheti a gabonamagvakon belül és kívül élő kártevőket is egyaránt (Nelson 1996, Halverson és mtsai 1996).

A módszer hatékonynak tekinthető a raktárak padlórepedéseinek sterilizálásában is, ahol a rovarok is nagy számban megtalálhatóak, valamint alkalmazható az épületek olyan nehezen hozzáférhető területeinek kezelésére, mint például a falak, padlók közötti terek, mennyezett, melyeket lehetetlen lenne mikrohullámú sugárzásnak való kitettségtől teljesen elzárni (Upadhyay és Ahmed 2011).

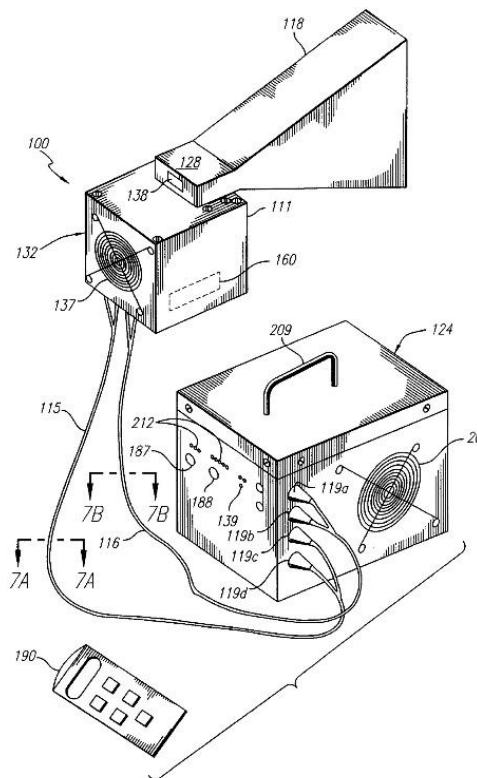
Az évek során már több kutatás is készült a mikrohullámú sugárzás *Sitophilus* genusra gyakorolt hatásáról. Többek között teljes mortalitást értek el a *Sitophilus granarius* esetében

500-W teljesítményen az árpában és a rozsbán végzett kezelések után 28 másodperc elteltével (Vadivambal és mtsai 2008).

Tilton és Vardell (1982) megfigyelte, hogy egy 50 °C-on történő, három és öt percig tartó kezelés elegendő volt a kukoricacsizsik (*Sitophilus zeamays*) ellen.

Gasemzadeh (2010) szerint a szinergikus kölcsönhatás azt jelzi, hogy a mikrohullámú sugárzás hideg tárolással együtt használható a rizszizsik (*Sitophilus oryzae*) kifejlett egyedeinek kezelésére.

A fizikai védekezésre alapult módszer egy fentartható és környezetbarát megoldás lehet a raktározott kártevők ellen. Azonban a vetőmagként felhasznált tételek kezelése jóval nagyobb szaktudást és körültekintést igényel, ugyanis a mikrohullámú kezelés a kártevők mellett a vetőmagban is jelentős károkat okozhat. Alkalmazása a növényi embrió teljes pusztulását idézheti elő, ezért e kezelést lehetőség szerint érdemes kerülni, vagy csak rövid ideig alkalmazni. A módszer alkalmazása nem újkeletű, ugyanis hatékony védekezési eljárásként alkalmazható a faanyagokban károsító rejtett életmódú fajok kiirtására.



**4.ábra: Speciális elektromágneses hullámokat kibocsájtó eszköz  
(Forrás: Agrofórum 2019/6. 30. évfolyam 19 oldal)**

A mikrohullámú kezelés során egy erre a célra kifejlesztett speciális elektromágneses hullámokat kibocsájtó eszközt használnak, (1. ábra) amit a kezelésre 100-110 °C-ra melegítenek fel. Az elektromágneses hullámok a károsító rovarok testnedvét hevíti fel, mely kártevők 60 °C felett bármelyik életciklusban elpusztíthatók. A módszer előnyeként kell megemlíteni, hogy alkalmazása nem okoz semmilyen kárt a faanyagban, valamint az eredményes mortalitás elérése érdekében az adott faanyag roncsolása nélkül védekezhetünk. A kezelés alapvetően gyors, illetve alkalmazását követően a kártevőmentesített terület azonnal használható. (Keszthelyi 2019)



### 3. CÉLKITÚZÉS:

A laboratóriumi vizsgálatok fő célja elsősorban a raktári kártevők ellen védekezés környezetbarát és hatékony módszerének kidolgozása volt. Fő motiváció volt egy olyan alternatív védekezési eljárás kidolgozásának előkészítése, mely a tárolt terményt, valamint annak későbbi felhasználását nem veszélyezteti.

Annak ellenére, hogy az évek során már több eredmény is született a mikrohullámú sugárzás *Sitophilus* genusra gyakorolt hatásával kapcsolatban, a gabonasziszikre (*Sitophilus granarius*) vonatkozó lényeges információk meglehetősen szűkösek. Ennek okán elsősorban a kutatás célja az információszerzés volt, hogy miként hat a három különböző vizsgált besugárzási dózis a kukoricaszemeken mérve a gabonasziszikre (*Sitophilus granarius*), valamint, hogy lehetőség legyen értékelni az alkalmazott dózisok kezelését követő különböző idő elteltével mérhető hatását a lárvák mortalitására és az utótok életképessége szempontjából.

## 4. VIZSGÁLAT:

### 4.1 Anyag és módszer

A kísérlethez 13,5 %-os nedvességtartalmú, kezeletlen, tiszta és fertőzésektől mentes gabonaszemeket használtunk. Minden minta (100g gabona) egy kis üvegedénybe került, majd ehhez adtunk hozzá a 20 db vegyes ivarú és korú gabonaszizsik (*Sitophilus granarius*) imágót. Az üvegedényeket szellőző textíliákkal fedtük le, majd  $26 \pm 2$  °C-on,  $60 \pm 7\%$ -os relatív páratartalommal 14/8 fényperiódusú klímakamrába helyeztük el. A kísérlethez egy átlagos háztartásban előforduló 2.45 GHz frekvenciájú mikrohullámú sütőt használtunk. A teljesítménytartománya 100-700W mikrohullámú teljesítmény volt. A mikrohullámú sütőt a kísérlet kezdete előtt a Japán ipari szabvány alapján kalibráltuk (Gallawa, 2000).



**5.ábra. Kifejlett gabonaszizsik (*Sitophilus granarius*) imágó gabonaszemen**

A kísérlet során két különböző mikrohullámú teljesítmény rovar mortalitási hatása került vizsgálat alá, 100 és 300 W teljesítményen. Összesen nyolc besugárzási periódus került beállításra a két mikrohullámú teljesítményen. A besugárzást folyamatosan alkalmaztuk 2,5 és 5 percig, illetve szakaszosan (2,5 perc besugárzás alatt, 1 perc szünet és ezt követően a sütőből kivettük, majd ismét 2,5 percig sugárzás alá helyeztük), 7,5 és 10 percig 100W teljesítményen, valamint 1,5; 3 és 4,5 percig 300W teljesítmény mellett. Minden kezelés 4

ismétlést tartalmazott. Kezelésenként négy darab minta került besugárzásra egy időben 28 °C-on és  $60 \pm 7\%$  relatív páratartalom mellett.

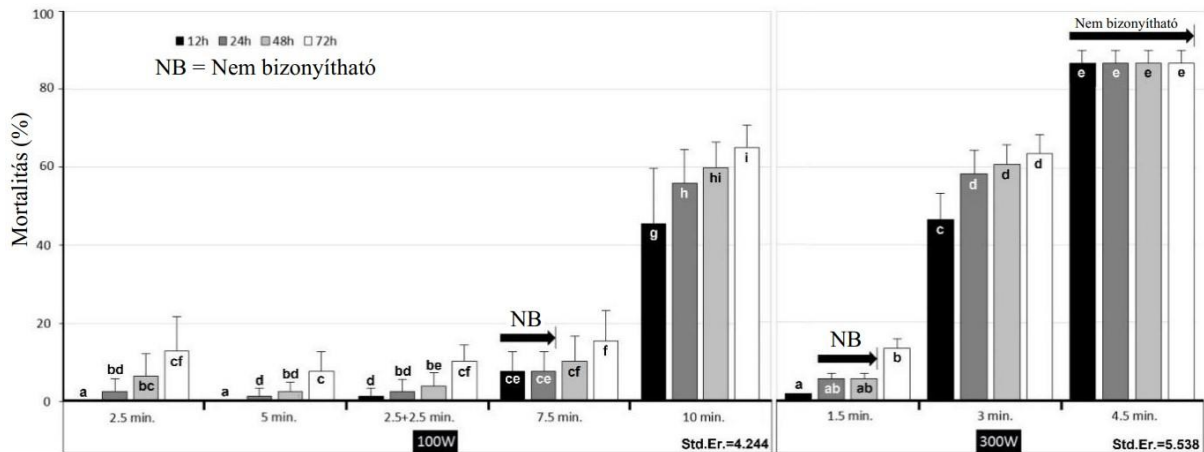
Az elpusztult egyedeket megszámloltuk és eltávolítottuk a kezelést követő: 12, 24, 48 és 72 óra elteltével. 72 órát követően minden mintából megszámloltuk és eltávolítottuk az imágókat (elhullottakat és élőket egyaránt), majd az üvegcskéket visszahelyeztük, további 45 napra a klímakamrába, ezt követően, 45 nap elteltével, az újonnan kifejlett élő, illetve elpusztult gabonaszizsik (*Sitophilus granarius*) imágókat ismét megszámloltuk, majd eltávolítottuk az üvegekből. Az imágókat a túlélés szempontjából és az utódokat a szaporodási képességük megismerése céljából vizsgáltuk.



**6. ábra gabonaszizsik (*Sitophilus granarius*) imágóval fertőzött gabonaszem kezelést követően**

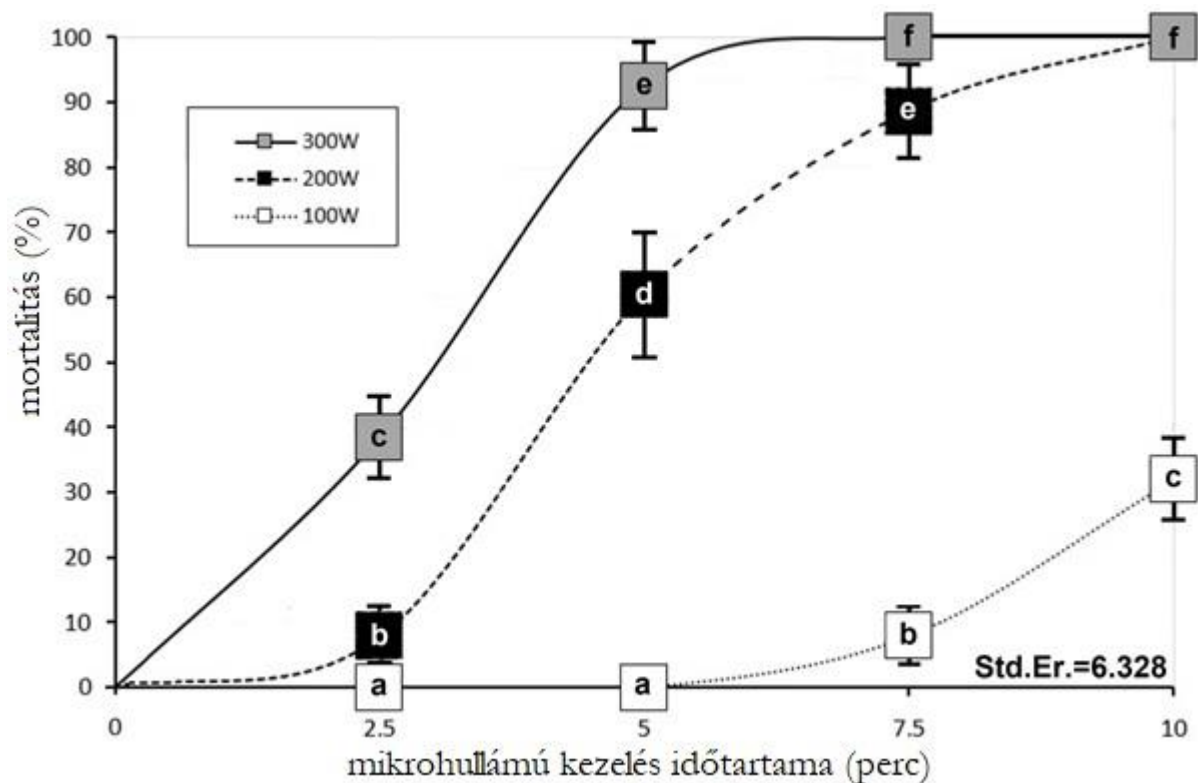
Ezenkívül elemzésre került a három (100W, 200W, 300W) mikrohullámú teljesítmény 2,5; 5; 7,5 és 10 perces besugárzási idejének hatása a gabonaszizsik (*Sitophilus granarius*) mortalitására nézve. A mortalitási értékek az Abbott-képlet segítségével lettek korrigálva. Az adatokat az SPSS 11.5 szoftver segítségével, az egytényezős varianciaanalízis szerint elemeztük, a gabonaszizsik mortalitási válaszával, mint változóval és a kezelés után eltelt idővel és a fő hatások mikrohullámú teljesítményének dózisteljesítményével. Átlagot a Tukey (HSD) teszt segítségével számítottuk.  $p < 0.05$ .

## 4.2. Eredmények



**7. ábra. A két különböző mikrohullámú besugárzás gabonasziszik (*Sitophilus granarius*) kifejlett egyedeire gyakorolt (Abbott-korrigált) százalékos mortalitása.**

Mint ahogy azt a 7. ábra is mutatja rovarpusztulás növekedése, melyet a hosszabb besugárzási idő és a kezelés után eltelt idő okoz, már 12 órával a kezelést követően nyilvánvaló volt. A leghosszabb besugárzás okozza a legmagasabb mortalitást, mindkét vizsgált erősségen: Így 10 perc és 100W erősségen (72 óra: 64,93%), illetve 4,5 perc, 300W erősségen (egyenletesen minden kezelés után: 87,01%). A rövid ideig alkalmazott besugárzási idő egyike sem váltott ki elfogadható növényvédelmi hatékonyságot. Jelentős mortalitási arány az első 12 órában figyelhető meg, azonban az idő elteltével minden kezelés után jelentősen csökkent a hatékonyság. A hatékonyság ezen csökkenése statisztikailag nem volt bizonyítható. Sőt bizonyos esetekben a teljes hiánya figyelhető meg. (12 és 24 óra elteltével 7,5 perces besugárzást követően 100W; 24 és 48 óra elteltével, 1,5 perces besugárzást követően, valamint 12 és 72 óra, 4,5 perces besugárzás után 300W-os teljesítményen). 2,5 és 7,5 perces besugárzási idő között 100W teljesítményen nincs jelentős növekedés a rovarpusztulás szempontjából. A két hasonló hosszúságú besugárzási idő esetén nem lehet számottevő mortalitási különbségre számítani. Jelentős rovarpusztulás 7,5 és 10 perces besugárzási idő között 100W-on volt megfigyelhető. Ezzel szemben a kezelés után eltelt 72 órával a rovarok nem mutattak jelentős növekedést a mortalitásban, még a hosszabb besugárzási idő esetén sem. Fontos megemlíteni, hogy teljes mortalitás a kísérleti rovaroknál az alkalmazott eljárások egyikénél sem figyelhető meg.



**8. ábra. Mortalitási adatok és a gabonasziszik (*Sitophilus granarius*) becsült mortalitási tendenciái lineárisan növekvő besugárzási tartományban, három kiválasztott mikrohullámú teljesítményen.**

Ahogy azt a 8. ábra is szemlélteti, a lognormális típusú mortalitási folyamatot az összes kiválasztott mikrohullámú teljesítmény lineárisan megnövekedett sugárzási szintje okozta. Mortalitási görbék három jól meghatározott részre oszthatóak, a három alkalmazott mikrohullámú teljesítménnyel összefüggésben. Lassú mortalitásnövekedés figyelhető meg az első harmadban (2,5 perces besugárzási időig 200 és 300W-on), később a második harmadban ez a tendencia jelentős mortalitással folytatódik (2,5 és 5 perces besugárzási idő, 200 és 300W-on és 7,5 és 10 perces besugárzási idő 100W-on). Végül az utolsó harmadban a teljes populáció elhullása következik be. A mortalitás tendenciája- lassú emelkedés után- exponenciális emelkedést mutat a különböző mikrohullámú teljesítményekre adott válaszban a növekvő besugárzási idők mellett, a rovarpopuláció teljes kiirtásáig. Ez a mérés megerősítette, hogy a kísérleti rovarpopuláció teljes mortalitása a magasabb besugárzási időknek felel meg.

**1. táblázat A gabonasziszik utódtermelése (a kifejlett egyedek átlagos száma  $\pm$  SE) és az elpusztult egyedek százalékos aránya ( $\% \pm$  SE). Utódok aránya, 45 nappal a gabonasziszik imágók eltávolítása után, valamint a statisztikai összefüggések ( $p \leq 0,05$ ).**

	Utódok száma	Elhullott imágók (%)	Utódok száma	Elhullott imágók (%)
<b>Kontroll egyedek</b>	37,75 $\pm$ 5,517	9,51 $\pm$ 2,63	37,75 $\pm$ 5,518	9,51 $\pm$ 2,64
<b>Mikrohullámú besugárzási idő (perc)</b>	100W		300 W	
<b>1,5</b>			9,75 $\pm$ 1,11	8,85 $\pm$ 6,43
<b>2,5</b>	36,50 $\pm$ 16,52	0,12 $\pm$ 0,12		
<b>3</b>			7,75 $\pm$ 5,42	4,21 $\pm$ 2,94
<b>4,5</b>			0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
<b>5</b>	42,75 $\pm$ 13,91	0,6 $\pm$ 0,6		
<b>2,5 + 2,5</b>	19,52 $\pm$ 2,25	0 $\pm$ 0		
<b>7,5</b>	18,25 $\pm$ 2,28	7,09 $\pm$ 2,87		
<b>10</b>	7,25 $\pm$ 2,46	38,79 $\pm$ 29,11		
<b>p</b>	0,001	0,152	0,001	0,254

Ahogy azt az 1. táblázat is szemlélteti a besugárzási idő növekedésével a kifejlett utódok száma mindkét mikrohullámú teljesítményen (100 és 300W-on) csökken. Ez a megfigyelés statisztikailag igazolt mindkét mikrohullámú teljesítményen ( $p = 0,001$ ). 45 nap elteltével a kontroll felnőttek utódainak száma és a legrövidebb besugárzási idővel kapott felnőttek utódainak száma hasonló volt. A mintapopulációk utódtermelése 50%-ra csökkent 2,5 + 2,5 és 7,5 perc besugárzási időnél 100 W-on az ép zsiszik populációkhoz képest. Azonban a felnőtt utódszám különbözött, de ez a különbség nem volt statisztikailag kimutatható. A jelentős csökkenést az utódszámban a hosszabb besugárzási periódusok váltották ki. (10 perc 100W-on és 3 perc 300W-on) Ezen kívül az utódnemzedék teljes visszaszorulását figyelték meg 4,5 perc elteltével a kezelés után 300W teljesítményen. Azonban a besugárzási kezelés az elpusztult utódnemzedékek számára gyakorolt hatását minden esetben nem sikerült statisztikailag bizonyítani

### 4.3. Következtetések

A kísérlet egyértelműen megerősítette a mikrohullámú sugárzás okozta felnőttkori mortalitást és az utódokat visszaszorító hatását a gabonasziszik esetében. A megerősítést segítette, hogy a mikrohullámú kezelés növényvédelmi hatékonyságát számos ízeltlábú kártevővel (*Coleoptera* és a *Lepidoptera* rendbe tartozó kártevők) kapcsolatos tanulmányok már alátámasztották. Ilyen például a cowpea zsizsik (*Callosobruchus macalatus*), pálmabogár (*Rhynchophorus ferrugineus*), vöröslisztes bogár (*Tribolium castaneum*), rizslepke (*Corcyra cephalonica*), lisztmoly (*Ephestia kuehniella*) (Bedi és Singh 1992; Gasemzadeh és mtsai 2010; Massa és mtsai 2011; Azizoglu és mtsai 2011; Purohit és mtsai 2013). A *Sitophilus* genusból elsősorban a kukoricaszisziket és a rizszisziket vizsgálták a korábbi kutatások (Kirkpatrick és mtsai 1972; Halverson és mtsai 1996).

Az eredmények alapján nagyobb gabonasziszik (*Sitophilus granarius*) mortalitási arány érhető el nagyobb teljesítményű mikrohullámú besugárzás és hosszabb kezelési idő alkalmazásával. Már Vadivambal (2009) is megfigyelte, hogy a gabonasziszik (*Sitophilus granarius*) mortalitása szignifikánsan változik a nedvességtartalomtól, a kezelés után eltelt időtől és a teljesítménytől függően, valamint magasabb mortalitás jelentkezett a búzában a kezelés után eltelt időre vonatkozóan.

Az utódkezelés előrehaladtával jelentős csökkenés figyelhető meg a gabonasziszik (*Sitophilus granarius*) mortalitása szempontjából, amely jól szemlélteti az ismertetett módszer akut rovarpusztító hatását. A mortalitás kezdetben mérsékelt növekedését a besugárzási idő lineáris növekedése következtében, annak gyors emelkedése követte, ami hirtelen a kísérleti rovarpopuláció teljes pusztulását idézte elő. Ezért is rövidebb, de erősebb mikrohullámú besugárzást kell alkalmazni, mivel ezek a kezelések rövid időn belül elfogadható hatékonyságot biztosítanak. Az eredmények azt mutatták, hogy a megszakított teljesítmény alkalmazása hatékonyabb (bár statisztikailag nem igazolt) a rovarirtásban, mint a folyamatos besugárzás. Ebből a szempontból a kapott eredmények alátámasztották Shayesteh és Barthakur megállapításait (1996).

A kezelés utódokra gyakorolt elnyomó következményeit a kísérleti megfigyelések igazolták, amik a kezelt felnőttek sterilitásával magyarázható. Tudjuk, hogy a mikrohullámú sugárzás káros hatással van a rovarokra, például csökkenti a szaporodási sebességet, csökkenti a testsúlyt, valamint fejlődési rendellenességeket is okozhat.

A korábbi eredmények rámutattak arra, hogy bár a tárolt termékek kártevőinek felszámolása növekedhet a teljes mikrohullámú energiával, a mag embrió életképessége és a palánta

életereje ennek megfelelően csökkent. (Aladjadjiyan 2010; Purohit és mtsai 2013) Ezért a vetőmagok kezelésekor a besugárzási dózis és az idő megválasztása nagy odafigyelést igényel (Bhaskara Reddy és mtsai 1998). Megállapítható, hogy egy kontroll szernek rövid időn belül el kell pusztítania a célzott rovar a megfelelő mennyiségű hatóanyaggal. A vizsgálat kimutatta, hogy a mikrohullámú sugárzásnak rovarölő hatása van a *Sitophilus granarius* imágójára, valamint elnyomja annak utódait.

Tehát a mikrohullámú sugárzás egy ígéretes megoldás lehet a védekezési stratégiákban, mint alternatív eljárás (kevésbé veszélyes), amely bizonyos esetekben akár helyettesítheti is a kémiai védekezés eszközeit. Az eredmények hozzájárulhatnak egy megbízhatóbb és megvalósíthatóbb módszer kidolgozásához, megvalósításához a tárolt termények kártevőinek védekezésével szemben. A megfelelően kiválasztott mikrohullámú besugárzás alkalmazható a gabonasziszik (*Sitophilus granarius*) lárva és imágó állapotban történő kezelésére. Ez a kezelés önmagában és más megoldásokkal kombinálva is egy hatékony és környezetbarát technikát biztosíthatna az Integrált Növényvédelmi Programban (IPM).



## 5. Összefoglalás:

A gazdálkodók számára a mezőgazdasági munkálatok nem érnek véget a betakarítással. A termény sikeres értékesítése érdekében szükséges a megfelelő betárolás megvalósítása, megőrizve a tétel minőségi és mennyiségi tulajdonságait. Mint ahogy a szabadföldön, úgy a raktárakban is megjelenhetnek korokozók, kártevők, melyek rontják a terményünk minőségét, ezáltal annak későbbi eladhatóságát. A raktári terménytárolás során alkalmazott védekezési eljárások lehetőségei az évek alatt, ismereteink bővülésével megváltoztak. A ma felhasznált peszticidek hatékonysága a rovarkártevők ellen megkérdőjelezhető. Azonban a kártevő gyérítő hatásukon kívül számolnunk kell a környezetre káros hatások megjelenésére is.

A vizsgálatok fő célja elsősorban a raktári kártevők elleni védekezés környezetbarát megvalósítása. Fő motiváció volt egy alternatív védekezési eljárás kidolgozásának előkészítése, mely a tárolt terményt, valamint annak későbbi felhasználását nem veszélyezteti.

A mikrohullámú besugárzás rovarölő hatékonyságát a besugárzást (100; 300 W) követő 12; 24; 48 és 72 órában vizsgáltuk, illetve értékeltük az utódgeneráció életképességét 45 nappal később. A mortalitási tendencia meghatározásához lineárisan növekvő besugárzási teljesítménytartományt (100; 200 és 300 W) állítottunk fel. A kezelést követő 12 órától kezdve egyértelműen megfigyelhető volt a mortalitás hatékonysága, mely a magasabb besugárzási idő és a kezelést követően eltelt idő következménye. Ezen hatékonyság az idő elteltével jelentősen csökken. A legnagyobb mortalitást kiváltó besugárzási periódusok a vizsgált mikrohullámú teljesítményeknél 10 perc elteltével, 100 W teljesítményen, 72. óras vizsgálatot követően 64,93 %-os volt, ezzel szemben 4,5 perces besugárzási periódus, 300 W teljesítmény mellett, a 12. órában elérte a 87,01 %-ot is. Ezen felül az utódtermelés teljes visszaszorulását figyeltük meg 4,5 perc elteltével, 300 W teljesítményű besugárzást követően.

Összeségében elmondható, az eredmények alapján, hogy a mikrohullámú sugárzás egy ígéretes megoldás lehet a védekezési stratégiákban, mint alternatív eljárás. Továbbá bizonyos esetekben akár helyettesítheti is a kémia védekezés eszközeit. A kapott eredmények hozzájárulhatnak egy megbízhatóbb módszer kidolgozásához. A megfelelően kiválasztott mikrohullámú besugárzás egyaránt alkalmazható a gabonasziszik (*Sitohpilus granarius*) lárva és imágó állapotban történő kezelésére. Ez a kezelés önmagában és más megoldásokkal kombinálva is egy hatékony és környezetbarát módszert biztosíthatna az Integrált Növényvédelmi Programban. (IPM).

## **6.KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS:**

EZÚTON SZERETNÉM MEGKÖSZÖNNI KONZULENSEMNEK, PROF. DR. KESZTHELI SÁNDORNAK A DOLGOZATOM ELKÉSZÍTÉSE SORÁN NYÚJTOTT SEGÍTSÉGÉT ÉS TANÁCSAIT.

## **IRODALOMJEGYZÉK:**

Aladjadjiyan A. 2010. Effect of microwave irradiation on seeds of lentils (*Lens culinaris*). Rom J Biophys. 20: 213–221.

Azizoglu U, Yilmaz S, Karaborklu 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

Batta YA, Kavallieratos NG. 2018. The use of entomopathogenic fungi for the control of stored-grain insects. Int J Pest Manag. 64(1):77–87.

Bedi SS, Singh M. 1992. Microwaves for control of stored grain insects. Nat Acad Sci Lett. 15:195–197.

C. H. Bell (2014): Pest control of stored food products: insects and mites, Food and Environment Research Agency, UK 494-501

David Rees (2007): Insects of stored grain, CSIRO Publishing

Dr. Bognár Sándor, Dr. Huzián László (1974): Növényvédelmi állattan, Mezőgazdasági kiadó, Budapest

Dr. Jávors István (1969): Raktári kártevők Mezőgazdasági kiadó, Budapest

Gulyás András: Környezetbarát növényvédelem a mezőgazdaságban. - In: Agrofórum : a növényvédők és növénytermesztők havilapja, ISSN 1788-5884, 2008. (19. évf.), 3. sz., 41. p.

Halverson SL, Burkholder WE, Bigelow TS, Nordheim EV, Misenheimer ME. 1996. High-power microwave radiation as an alternative insect control method for stored products. J Econ Entomol. 89(6):1638–1648.

Hertelendy Lajos: A raktári kártevők elleni védekezésről. - In: Agrofórum : a növényvédők és növénytermesztők havilapja, ISSN 1788-5884, 2009. (20. évf.), 6. sz., 18-22. p.

Keszthelyi Sándor (2017): Kártevők elleni védekezés lehetőségei, Agroinform kiadó, Budapest

Keszthelyi Sándor (2021): Tárolt termény-, élelmiszer- és termék-kártevők Inform kiadó, Budapest

Keszthelyi Sándor: A raktári kártevők kártételének mennyiségi és minőségi jellemzői. - In: Agroforum : a növényvédők és növénytermesztők havilapja, ISSN 1788-5884, 2020. (31. évf.), 6. sz., 32-33. p.

Keszthelyi Sándor: Raktári kártevők elszaporodását, elhelyezkedését befolyásoló tényezők elemzése. - In: Agroforum : a növényvédők és növénytermesztők havilapja, ISSN 1788-5884, 2016. (27. évf.), 6. sz., 36-39. p

Keszthelyi Sándor: Raktári kártevők terménytételben történő elszaporodása, elhelyezkedését befolyásoló tényezők elemzése. Agroforum : a növényvédők és növénytermesztők havilapja 2018

Kirkpatrick RL, Brower JH, Tilton EW. 1972. A comparison of microwave and infrared radiation to control rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. J Kansas Entomol Soc. 45:434–438.

Massa R, Caprio E, De Santis M, Griffo R, Migliore MD, Panariello G, Pinchera D, Spigno P. 2011. Microwave treatment for pest control: the case of *Rhynchophorus ferrugineus* in *Phoenix canariensis*. EPPO Bull. 41(2): 128-135

Mészáros Ferenc: Raktári kártevők ellen szén-dioxiddal. - In: Biokultúra, ISSN 0865-5189, 2007. (18. évf.), 3. sz., 13-14. p.

Moshe Kostyukovsky Anatoly Trostanetsky és Elazar Quinn (2016): Novel approaches for integrated grain storage management. Israel Journal of Plant Sciences, Volume. 63, 1, 7-16

P.D. Cox, L.E. Collins (2002): Factors affecting the behaviour of beetle pests in stored grain, with particular reference to the development of lures. Journal of Stored Products Research Volume 38, Issue 2, 2002, Pages 95-115

Purohit P, Jayas DS, Yadav BK, Chelladurai V, Fields PG, White NDG. 2013. Microwaves to control *Callosobruchus maculatus* in stored mung bean (*Vigna radiata*). J Stored Prod Res. 53:19–22

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, November 1965, Pages 177-184

Richar M Houseman (2006): Insect Pests of Stored Products, Division of Plant Sciences-Entomology

Roszík Péter: Tartós terménytárolás kovafölddel. - In: Biokultúra, ISSN 0865-5189, 2007. (18. évf.), 3. sz., 12-13. p.

Shadia E. Abd El-Aziz Control Strategies of Stored Product Pests - Journal of Entomology, ISSN 1812-5670, 2011. 8 (2) 101-102

Shayesteh N, Barthakur NN. 1996. Mortality and behaviour of two stored-product insect species during microwave irradiation. J Stored Prod Res. 32(3):239–246.

Terménytárolás a leggyorsabban és a legolcsóbban. - In: Agrárágazat, ISSN 1586-3832, 2007. (8. évf.), 5. sz., 85. p.

Vadivambal R, Deji OF, Jayas DS, White NDG. 2010. Disinfestation of stored corn using microwave energy. Agric Biol J North Am. 1:18–26

Vadivambal R. 2009. Disinfestation of stored grain insects using microwave energy. (letöltve 2022. 11.02) <https://mspace.lib.umanitoba.ca/handle/1993/3152>

Z. Korunic, A. Liska, P. Lucic, D. Hamel, V. Rozman (2020): Evaluation of diatomaceous earth formulations enhanced with natural products against stored product insect, Journal of Stored Products Research 86

Internetes forrás:

<https://grainscanada.gc.ca/en/grain-quality/manage/identify-an-insect/>

# Nyilatkozat



Kaposvári Campus, Kaposvár  
Cím: 7400 Kaposvár, Guba Sándor utca 40.  
Tel.: +36-82/505-800  
Honlap: <https://kaposvar.uni-mate.hu>

## 5. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

### NYILATKOZAT

Alulírott REPP MÁTÉ, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, KAPOSVÁRI Campus, MEZŐGAZDASÁGI MÉRŐK BSc szak nappali/levelező\* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: 2022 év 11 hó 8 nap

Repp Máté

Hallgató

### NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekinttem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom\*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: 2022 év 11 hó 8 nap

[Handwritten Signature]

Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!