

**Soproni Egyetem**  
**Erdőmérnöki Kar**

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**A BIOLÓGIAI VÉDEKEZÉS LEHETŐSÉGEI *CETONIA AURATA*, *MELOLONTHA*  
*MELOLONTHA* ÉS *M. HIPPOCASTANI* FAJOK PAJORJAI ELLEN *BEAUVERIA*  
GOMBATÖRZSEK ALKALMAZÁSÁVAL**

**Horváth Eszter**

**Sopron**

**2024**

**Doktori Iskola:**

Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola

**Program:**

Az erdőgazdálkodás biológiai alapjai (E2)

**Témavezető:**

Dr. Tuba Katalin, egyetemi adjunktus

## 1. Bevezetés, célkitűzés

A *Melolonthinae* alcsalád fajai föld alatt és felett is évszázadok óta különösen komoly károkat okoznak. Az alcsalád két erdővédelmi szempontból legjelentősebb faja; a májusi és az erdei cserebogár (*Melolontha melolontha* és *M. hippocastani*), populációjukra a klímaváltozás kedvező hatást gyakorol ennek köszönhetően jelentőségük egyre növekszik. E fajok mellett sokszor előkerülnek a rózsabogár fajok, leggyakrabban a *Cetonia aurata*, melynek pajorjai laikus szemmel nehezen elkülöníthetők a *Melolontha* pajoroktól. A cserebogár-pajorok elleni védekezés hazánkban egyre kevésbé megoldott a vegyszeres növényvédelem visszaszorulásával, egyes hatóanyagok használatának korlátozásával, illetve kivonásával. Éppen ezért indokolt alternatív védekezési módok (biológiai, esetleg kombinált) kidolgozása, előzetes vizsgálata és használata. Magyarországon eddig az erdészeti gyakorlatban csak a *Beauveria bassiana* faj törzseit használták, gyenge eredménnyel. A *B. brongniartii* készítmények (ART) első hazai kipróbálásának tekinthető ez a dolgozat. A rovarpatogén gombák kijuttatása viszont önmagában általában nem elegendő, hiszen egyéb kár- és kórokozók ellen is védekezni kell a csemetekertekben, erdészeti és mezőgazdasági kultúrákban. A cserebogárpajorok által leginkább kedvelt és károsított kultúrákban használt szerek hatóanyagainak *Beauveria* fajokra gyakorolt hatását azonban nem ismerjük eléggé

Elsőként az utóbbi 10 év cserebogár-káradatait elemeztük. Ezt követően *Beauveria bassiana* és *B. brongniartii* fajok törzseinek optimális körülmények között mutatott növekedési ütemét vizsgáltuk laboratóriumi körülmények között. Következő lépésként a gombatörzseket használati alapon kiválasztott rovar-, gyom- és gombaölő szerekkel kezeltük és szintén a növekedés ütemüket vizsgáltuk. Végül a kiválasztott gombatörzsek *Melolontha melolontha*, *M. hippocastani* és *Cetonia aurata* fajokra gyakorolt hatást vizsgáltuk laboratóriumi, majd pedig félüzemi körülmények között.

### Célkitűzések

Munkánk során a következő kérdésekre kerestük a választ:

1. Azonos-e a *Beauveria bassiana* és *Beauveria brongniartii* fajok növekedésének üteme, ha azonos körülményeket biztosítunk számukra?
2. Hogyan változtatják a gombatörzsek növekedését és így hatékonyságát a velük párhuzamosan alkalmazott gombaölő, talajfertőtlenítő, illetve gyomirtó hatóanyagú szerek?
3. Hogy alakul a *Beauveria bassiana* és *B. brongniartii* fajok patogenitása a *Cetonia aurata*, *Melolontha melolontha* és *M. hippocastani* fajokra nézve azonos körülmények között?
4. Hogyan befolyásolja a *Beauveria bassiana* és *B. brongniartii* fajok *Cetonia aurata* pajorokra gyakorolt hatását a talajtípus és a hőmérséklet?

## 2. Anyag és módszer

### *Cserebogár káradatok elemzése*

Az adatelemzéshez az Országos Erdőkár Nyilvántartó Rendszer (NFK EFO, SOE ERTI) 2013-2022 közötti cserebogár káradatok adattáblái kerültek felhasználásra.

### *Beauveria fajok törzseinek növekedési erély vizsgálata laboratóriumi körülmények között*

A kísérlet a Soproni Egyetem Erdővédelmi Tanszékének kórtani laboratóriumában került elvégzésre  $22\pm 1^\circ\text{C}$  állandó hőmérsékleten és természetes fényviszonyok között, takarás nélkül, napi 10-11 óra megvilágítás mellett.

A kísérlethez a biológiai védekezésben cserebogár pajorok ellen használt *Beauveria bassiana* rovarpatogén gomba egy törzse (BORA jelöléssel) és *Beauveria brongniartii* szintén rovarpatogén gomba négy törzse (ART8, ART64, ART315 és ART2829 jelöléssel) került kiválasztásra. A kiválasztott gombatörzseket egyenként négyszeres ismétléssel steril PDA (potato dextrose agar) táptalajra oltottuk petri csészében. A petri csészéket lezártuk és laboratóriumban, azonos körülmények között tároltuk.

A kísérlet időtartama 2 hónap volt. A gombatörzsek táptalajra történő helyezésétől számított egy hónap elteltével történt az első, további egy hónap elteltével a második mérés.

A mérések során a petri csészék mindegyikéről fénykép készült a minták millimeterpapírra helyezésével. Ezen méretskála alapján történtek a telep nagyság meghatározások is.

### *A gyakorlatban használt vegyszerek hatásának vizsgálata a Beauveria fajok törzseinek növekedésére laboratóriumi körülmények között*

A kísérlet a Soproni Egyetem Erdővédelmi Tanszékének kórtani laboratóriumában került elvégzésre  $22\pm 1^\circ\text{C}$  állandó hőmérsékleten és természetes fényviszonyok között, takarás nélkül, napi 10-11 óra megvilágítás mellett.

A kísérlethez a *Beauveria bassiana* rovarpatogén gomba egy törzse (BORA jelöléssel) és *Beauveria brongniartii* szintén rovarpatogén gomba három törzse (ART8, ART64 és ART315 jelöléssel) került kiválasztásra. A kiválasztott gombatörzseket egyenként tizenöt ismétléssel steril PDA (potato dextrose agar) táptalajra oltottuk petri csészében, majd 2 hét után lepermeteztük a telepeket a négy kiválasztott növényvédő szerrel, törzsenként 3-3 ismétléssel és 3 kontroll mintával. A vizsgálathoz olyan vegyszerek kerültek kiválasztásra, amelyek általában használatban voltak az erdőgazdaságoknál (Taifun 360 – glifozát hatóanyagú gyomirtó; Basudin – diazinon hatóanyagú rovarölő, talajfertőtlenítő; Vegesol eReS – kén hatóanyagú gombaölő; Topaz – penkonazol hatóanyagú gombaölő).

Mind a négy szerből desztillált vízzel oldat készült az ajánlott kijuttatási mennyiség alapján, majd az oldatokból az egyes petri csészékbe 320  $\mu\text{l}$  mennyiséget juttattunk pipetta segítségével.

A vegyszeres kezelést követően 7 nap múlva történt az ellenőrzés.

A mérések során a petri csészék mindegyikéről fénykép készült a minták millimeterpapírra helyezésével. Ezen méreetskála alapján történtek a számolások is.

#### *Beauveria* fajok törzseinek hatásvizsgálata *Melolontha* és *Cetonia* pajorokra laboratóriumi körülmények között

A kísérlet a Soproni Egyetem Erdővédelmi Tanszékének alagsori helyiségében került elvégzésre  $18\pm 1^\circ\text{C}$  állandó hőmérsékleten és természetes fényviszonyok között, takarás nélkül.

Továbbra is az eddig alkalmazott két rovarpatogén gombafaj négy törzsét használtuk a kísérlethez, a jelölések kiegészültek a kezelt pajorok feltüntetésével (*Melolontha melolontha* - M.m., *Melolontha hippocastani* - M.h., *Cetonia aurata* - C.a.)

A kísérlet időtartama 5 hónap volt. Magas humusztartalmú virágföldet töltöttünk 0,4 l űrtartalmú műanyag poharakba, majd 1400 ml desztillált víz és 10 ml gombaszuszpenzió keverékéből minden pohárba 5000  $\mu\text{l}$ -t permeteztünk 2000  $\mu\text{l}$  desztillált víz kíséretében. A mintákat 17 poharanként zárható műanyag ládában tároltuk és havonta ellenőriztük a pajorok állapotát.

#### *Beauveria* gombatörzs hatásának vizsgálata *Cetonia aurata* pajorokra különböző közegekben és hőmérsékleteken, féléves körülmények között

L2-es *Cetonia aurata* pajorokkal és az eddig leghatékonyabbnak és legellenállóbbnak bizonyult ART64 jelölésű gombatörzs szuszpenziójával dolgoztunk. A kísérlet során 60 db 0,5 l-es műanyag pohárba virágföldet, másik 60 db pohárba homokot töltöttünk, mindegyikbe 1 db *Cetonia aurata* pajort helyeztünk, majd 30-30 mintát kezeltünk. A 3. kísérlettel megegyezően (1400 ml desztillált víz és 10 ml gombaszuszpenzió keverékéből minden pohárba 5000  $\mu\text{l}$ -t permeteztünk 2000  $\mu\text{l}$  desztillált víz kíséretében) A homokos mintákba 1-1 szelet krumplit tettünk tápanyag utánpótlás céljából. A mintákat zárható tetejű műanyag ládába helyeztük, ládánként 10 virágföldes és 10 homokos mintát. Így 3 kezelt és 3 kontroll ládánk lett, melyeket a következő képpen helyeztünk el:

- 1 kezelt és 1 kontroll láda a gyümölcsösben leásva a földbe, a teteje földdel takarva; a hőmérséklet változó, a kinti viszonyoknak megfelelő ( $< 10^\circ\text{C}$ )
- 1 kezelt és 1 kontroll láda fűtetlen helyiségben,  $16-18^\circ\text{C}$  ( $\sim 17^\circ\text{C}$ ) hőmérsékleten
- 1 kezelt és 1 kontroll láda fűtött helyiségben  $23-25^\circ\text{C}$  ( $\sim 24^\circ\text{C}$ ) hőmérsékleten

A kísérlet időtartama 6 hónap volt, a mintákat másfél havonta ellenőriztük.

#### *Statisztikai adatfeldolgozás*

A kezelések hatásait az egyes gombatelepek növekedésére egytényezős varianciaanalízis (ANOVA=Analysis Of Variance) statisztikai módszer segítségével vizsgáltuk a Statistica programban, a szoftver alapbeállításainak használatával. Szükség esetén Dunnet post hoc és Tukey

HSD post hoc tesztek is lefuttattunk. Az alkalmazott szignifikancia szint minden esetben  $p=0,05$  volt. A kiértékeléshez Microsoft Excel programot, illetve a káradatok kiértékeléséhez Spearman-féle rangkorrelációt is használtunk.

### 3. Eredmények

#### *Cserebogár káradatok elemzése*

2013-2022 között szinte kizárólag a homokos területekről jelentettek cserebogár kártételt, 10-100% káreréllyel. Ez megegyezik a szakirodalmi adatokkal, miszerint a *Melolontha* fajok előfordulása leginkább homokos területeken jellemző.

Mind a tíz évben a Belső-Somogyi-homokvidékről jelentették a legtöbb erdőrészből a cserebogarak kártételét, a többi erdészeti táj kárértéke jóval elmaradt ettől. Mindenhol a pajorkár volt túlnyomó többségben. A pajorok károkozásának ciklikussága jól nyomonkövethető 2014-ben, majd négy év múlva; 2018-ban is van egy csúcs. Ez összeegyeztethető a bogár életciklusával is.

Mindegyik évben a kocsányos tölgy fafajú állományból jelentettek legtöbbször cserebogárkárt, ezt követte a csertölgy, majd a legtöbb esetben az erdeifenyő következett, kivéve 2013-ban, amikor a harmadik helyen a feketefenyő végzett, illetve 2015-ben, amikor a szürkenyár.

A pajor- és imágókárok előfordulása és előfordulási mutatói különböző képpen függenek a termőhelyi- és állományviszonyoktól. A faállomány egészségi állapotának romlásával mindkét kárforma kárerélye növekszik, de míg a tengerszint feletti magasság növekedésével a pajorkár gyakorisága csökken és kárerélye nő, az imágók esetében a kárerély is csökkenést mutat. Ezen kívül a záródás is fordított hatással van rájuk, mert míg a pajorkár kárterülete a záródás növekedésével egyenesen arányosan csökken, addig az imágókár kárterülete szignifikáns növekedést jelez.

#### *Beauveria fajok törzseinek növekedési erély vizsgálata laboratóriumi körülmények között*

A *Beauveria bassiana* (BORA jelöléssel) telepei már a vizsgálat elején erőteljes növekedésnek indultak. Telepei átlagosan legalább háromszor akkorák voltak, mint a többi minta, majd a második mérés idejére már majdnem, vagy teljesen ki is töltötték a rendelkezésre álló teret. Később a növekedés üteme kissé lelassult. Ezen minták növekedési értékeinek szórása az egyedüli, amely a két mérés között nem növekedett, hanem csökkent, amely eredmény oka lehet a maximális méret elérése is.

A többi négy törzs esetében a második mérés eredményeinek szórása nagyjából a duplája az első mérés kori értékek szórásának. Ez azt mutatja, hogy a BORA stabilabban produkálja a mért ütemű növekedést, esetében az átlag értelmezhető és megbízhatóbb eredményt ad. A csökkenéstől függetlenül azonban a BORA esetében számított szórásérték az ART2829 kivételével a másik három szórásértéknek többszöröse. Ez a különböző törzsek telepeinek jelentős méretbeli

eltéréséből következik. Az átlagok közötti különbség is csökkent, a BORA telepek mérete átlagosan már csak 1,9-szerese volt a sorban öt követő ART2829 jelű törzsek méretátlagának.

Az ART jelű *Beauveria brongniartii* törzsek telepeinek növekedése a két mérés között nagyjából azonos ütemben zajlott, amit a minták körülbelül duplájára növekedése jelez.

A mért értékek alapján a BORA jelzésű preparátum növekedése a legerőteljesebb és szignifikánsan el is tér a többi törzstől, az adott körülmények között az első és a második mérési időpontban egyaránt. A második legnagyobb növekedési eréllyel az ART2829-es törzs rendelkezett, ami szintén szignifikáns eltérést mutatott a többi törzs értékeitől. A többi három törzs az eredmények alapján egymáshoz nagyon hasonló növekedési értékkel rendelkezett.

*A gyakorlatban használt vegyszerek hatásának vizsgálata a Beauveria fajok törzseinek növekedésére laboratóriumi körülmények között*

A kontroll minták esetében legkisebb mértékben az ART8 jelű - 117,88%-kal -, legnagyobb mértékben pedig az ART315 jelű - 211,78%-kal - növekedett. Tehát még a legkevésbé terjeszkedő törzs is átlagosan több mint duplájára nőtt az egy hét alatt, míg a legagresszívan terjeszkedő háromszorosánál is nagyobb méretet ért el zavartalan körülmények között. Az előző kísérlethez képest most nem a BORA, hanem az ART315 törzs mutatta a legerőteljesebb növekedést kezelés nélkül.

A Taifun 360 gyomirtó szerrel való kezelés mindegyik gombatörzs esetében a kontrollhoz képest kis mértékben visszavetette a növekedés ütemét.

A Basudin az ART64 kivételével pozitívan befolyásolta a telepek növekedését, jelentősebb segítséget a BORA és az ART8 esetében jelentett a hifáknak. Itt átlagosan 49,67%, illetve 38,03% volt a plusz növekedés a kezeletlen mintákhoz képest.

A Vegesolos kezelés hatása az ART8 törzs kivételével kismértékű növekedéscsökkenést idézett elő, míg a másik gombaölő szerrel, a Topazzal történt kezelés minden esetben visszavetette a telepek növekedését. Itt tehát a várt hatást kaptuk; a legkisebb eltérés esetében (ART64 minták) is a kontrollhoz képest átlagosan 474 mm<sup>2</sup>-rel (38,58%) volt kisebb a telepek növekedése, míg ez a legnagyobb mértékű visszaesés esetében (ART315) átlagosan 1886 mm<sup>2</sup> (100,08%) volt. A telep méretek növekedésének lassulása az ART64 minta kivételével statisztikailag is szignifikáns volt ez utóbbi szer esetében. A Topaz, mint gombaölő jóval erősebbnek bizonyult a Vegesolnál. Ennek magyarázata lehet – amellet hogy más a hatóanyaguk -, hogy az előbbi felszívódó, úgy tűnik, jól mozog a telepben, míg az utóbbi inkább kontakt, lokális hatású szer.

A kísérletben felhasznált négy vegyszer hatása a gombatörzsek fejlődésére eltérő volt. Míg az első két szer, melyek gyomirtó, talajfertőtlenítő és rovarirtó hatásúak, pozitív, semleges vagy enyhén negatív hatással voltak a minták növekedésére, addig a két gombaölő hatású szer csökkentette a növekedés ütemét.

Mind a négy szer esetében a telepek megjelenése változott leginkább, még akkor is, amikor a növekedés befolyásolása nem volt kimutatható. Ez valószínűleg kapcsolatban áll a telepek hidrofób tulajdonságával, mivel a szereket a kijuttatáshoz vízben oldottuk és így a kontakt szerek

(Taifun 360, Basudin, Vegesol eReS) csak a teleppel közvetlenül érintkező kis felületeken tudták kifejteni hatásukat, ellentétben a felszívódó Topazzal. Ezen kívül több esetben rózsaszínes elszíneződés volt tapasztalható a mintákon.

A javasolt kijuttatási mennyiséget használva egyik szer sem gátolta nagymértékben a gombatorzsek növekedését, így szükség esetén bármelyikkel együtt használhatók a *Beauveria* fajokat tartalmazó készítmények, viszont lehetőség szerint a gombaölő szerekekkel való párhuzamos használatot mellőzni kell, mert a növekedés ütemének csökkentésével a hatékonyságot is csökkentheti a *Melolontha* pajorokkal szemben.

#### *Beauveria* fajok törzseinek hatásvizsgálata *Melolontha* és *Cetonia* pajorokra laboratóriumi körülmények között

A *Cetonia aurata* pajorok esetében közvetlen és egyértelműen a gomba számlájára írható pusztulást nem tapasztaltunk, a pajorok pusztulása a gomba közvetett hatásának köszönhető. A faj pajorjai úgy tűnik, az ART315 törzsre nem is reagáltak, ugyanis itt pusztulás egyáltalán nem volt. A másik két rovarfaj esetében is nagyobb arányban voltak a legyengített és más tényező által elpusztított pajorok, mint a közvetlenül gomba általi halál. A *Melolontha* fajokat számos mintánál meggyengítette és ez által más fertőzésekre fogékonyakká tette a gombaszuszpenziós kezelést, illetve több esetben közvetlen hatásként okozott pusztulást. Ez utóbbit a látványos fehér gombafonalak, a bolyhos bevonat bizonyította.

Mindegyik gombatorzsré a *Melolontha hippocastani* reagált a legérzékenyebben. Ezen faj esetében volt a legmagasabb a direkt pusztulás aránya is, melyben a leghatékonyabb az ART2829 törzs volt 24%-kal, míg a közvetett pusztulásért az ART64 törzs felel, kiugró 53%-kal.

A *M. melolontha* pajorok esetében a legnagyobb arányú közvetlen fertőzés az ART64 törzsnél figyelhető meg, az eredmény itt 18%. A legyengített és más tényezőtől elpusztult pajorok legnagyobb százalékban az ART2829 törzssel kezelt mintákból kerültek ki (29%).

A négy gombatorzsré közül összességében az ART64 volt a leghatékonyabb mind a közvetlen, mind pedig a közvetett hatását tekintve. Ezt követte az ART2829, majd az ART315 és a BORA, melyek összességében nagyjából azonosan teljesítettek, a pajor pusztulás tekintetében.

Az 5. hónap végére a gombafonalak nagyrésze teljesen eltűnt. A kontroll minták és a kezelt, de pajort nem tartalmazó minták esetében a gomba jelenléte nem volt megfigyelhető, ami arra utal, hogy a cél faj (táplálék) hiányában a gomba „alvó”, spóra állapotban marad, nem indul fejlődésnek. Megjegyzendő, hogy bár az első két kísérlet alkalmával a BORA és az ART315 jelű telepek növekedése volt a legerőteljesebb, gyakorlati hatását tekintve a cél fajra alkalmazva mégis egy harmadik törzsré: az ART64 bizonyult a legsikeresebbnek.



*Beauveria gombatörzs hatásának vizsgálata Cetonia aurata pajorokra különböző közegekben és hőmérsékleteken, félüzemi körülmények között*

A félüzemi kísérlet esetén az előző kísérlet eredményei alapján választottuk ki az ART64 gombatörzset. A *Cetonia aurata* lárvák közvetlen fertőzést nem mutattak a korábbi vizsgálat során, ezért ezekkel kísérleteztünk tovább, hátha egyes tényezők; mint a hőmérséklet vagy a közeg megváltoztatása jobb eredményhez segít. A félüzemi kísérlet esetében négy ellenőrzés történt; Az első ellenőrzés során még alig volt változás, minimális az elhullás. Az átlagosan 24 °C - on lévő földes, kezelt mintából eltűnt egy egyed.

A második ellenőrzés során még legalább 70% volt az egészséges élő egyedek száma mindegyik mintában. A hőmérséklet igencsak kedvezett a bogár fejlődésének, hiszen az átlagosan 24 °C – on tartott mintákban bábgyúrok is megjelentek, 30% arányban. A bábok 1 kivétellel homokos mintában voltak.

A harmadik ellenőrzéskor a hőmérséklet segítő szerepe ismét megmutatkozott, hiszen az átlagosan 24 °C – os mintákban tovább folytatódott a bábozódás, sőt, kikelt bogarakat is találtunk. Viszont az elhullások száma is nőtt, mind a meleg helyen tartott, mind pedig a többi mintában.

Az utolsó ellenőrzés során felvett adatok alapján az elhullás aránya nem függ a kezeléstől, hiszen a három legmagasabb pusztulási arányt mutató minta közül kettőt kontroll mintákban tapasztaltuk. A legkevesebb elpusztult pajorot pedig a leghidegebb helyen tartott mintákban találtuk, ezen kezelt homokos mintákban egy sem pusztult el! Az életben maradt egyedek fejlődési állapotát egyértelműen a hőmérséklet befolyásolta. A hőmérséklet és az egyes fejlődési állapotok összefüggésvizsgálata az élő pajorok esetében szignifikáns negatív, míg a bábok és a bogarak esetében szignifikáns pozitív korrelációt mutatott ki. A magasabb, átlagosan 24 °C-os hőmérsékleten tartott pajorok majdnem mindegyike bebábozódott, sok esetben ki is kelt. A kicsivel hűvösebb tartományban csak a bábozódásig jutott el néhány egyed, a kinti, esetenként fagypont alatti hőmérsékleten tartott egyedek viszont mind pajor állapotban maradtak. A túlélési arány is náluk a legmagasabb, a kezelt homokos mintában 100%. Ennek magyarázata lehet - amellet, hogy a vizsgálat alapján a gomba nincs jelentős hatással a faj pajorjaira - hogy az alacsonyabb hőmérséklet a gombának sem kedvez, így közvetett hatása sem lehetett a kinti minták esetében.

Néhány esetben tapasztaltuk a gomba jelenlétét a kezelt minták elpusztult egyedein, de ennek aránya elenyésző volt. Egyes esetekben feltételezhető a gombaszuspenziós kezelés gyengítő hatása és így a pusztulásban játszott közvetett szerepe is.

A félüzemi kísérlet eredményei alapján megerősítést nyert, hogy a *Cetonia aurata* pajorokra csekély mértékben van hatása a gombának, lényegében nem cél faj számára. Magasabb (18-20°C körüli) hőmérsékleten valamicske eredményt el lehet érni vele.

#### 4. A disszertáció tézisei

**T1:** Azonos, állandó és ideális körülmények között a *Beauveria bassiana* és a *B. brongniartii* entomopatogén gombafajok törzsei nem azonos ütemben növekednek. Közülük a *B. bassiana* képes a gyorsabb növekedésre.

A vizsgált egy *B. bassiana* (BORA) és négy *B. brongniartii* (ART8; ART64; ART315; ART2829) törzs közül laboratóriumi körülmények között a *B. bassiana* törzs fejlődött a leggyorsabban. A négy másik törzs között szintén észlelhető volt eltérés. A vizsgált gombatörzsek átlagos növekedési aránya a rendelkezésre álló területhez (100%) képest a kísérlet ideje alatt a következő képpen alakult: ART8 – 14% < ART64 – 14,43% < ART315 – 18,40% < ART2829 – 48,32% < BORA – 91,04%. Összességében tehát elmondható, hogy a *B. bassiana* fejlődése számára optimális körülmények között maximális és a vizsgált *B. brongniartii* törzsek közül a legjobban fejlődő is alig mutat fele olyan jó eredményt, mint a BORA, a többi 3 törzs pedig messze elmarad tőlük. Mivel a sterilitás nem lehet gátló tényező, a másik biztosított körülmény pedig a hőmérséklet, így a *B. brongniartii* számára valószínűleg más hőmérséklet az optimális.

**T2:** A *Beauveria* nemzetség fajaival együtt használt gombaölő hatóanyagú szerek többnyire gátolják a gombatörzsek növekedését.

A kísérletben alkalmazott két gombaölő szer (Topaz és Vegesol eReS) egyaránt gátolta a gombatörzsek növekedési ütemét, egy kivétellel, amely esetben valószínűleg elegyedési vagy fedési elégtelenség állt fenn. A gátlás mértéke 3,36% és 100,08% közötti volt. A különbség a két szer hatásmechanizmusából és hatóanyagából adódik (kontakt és felszívódó). A Topaz sokkal jobban gátolta a telepeket, így ha mindenképpen gombaölő szerrel kell kijuttatni a *Beauveria* tartalmú szert, akkor inkább a Vegesol javasolt, különben a gomba hatástalan maradhat.

**T3:** Azonos, állandó és ideális körülmények között a *Beauveria bassiana* és *B. brongniartii* fajok vizsgált törzsei a laikusok által könnyen összetéveszthető *Cetonia aurata*, *Melolontha melolontha* és *M. hippocastani* pajorok közül inkább a *Melolontha* fajokra veszélyesek.

Az elvégzett kísérletek során a *Beauveria* fajok semmilyen egyértelműen beazonosítható hatást nem gyakoroltak a *C. aurata* pajorokra, azok fejlődése a legtöbb esetben zavartalanul zajlott. A *Melolontha* fajok tekintetében ez már nem mondható el, hiszen több esetben is közvetett vagy közvetlen hatás volt kimutatható a gombával való kezelés és a *Melolontha* egyedek pusztulása között. Igaz, az ideális, laboratóriumi körülmények között elért 30% alatti hatékonysági értékek félüzemi és szabadföldi alkalmazás esetén ennél valószínűleg alacsonyabb értéket mutatnának.

**T4:** A *Beauveria bassiana* és *B. brongniartii* fajok törzseinek *Cetonia aurata* faj pajorjaira gyakorolt hatását nem befolyásolja a környezeti tényezők, mint a talajtípus és a hőmérséklet változtatása.

Jelentős fertőzési arány nem volt igazolható sem az eltérő talajú (magas humusztartalmú virágföld, illetve homok), sem az eltérő hőmérsékletű (< 10°C; ~17°C, ~24°C), sem pedig a kezelt és a kezeletlen minták között. A kontroll és a kezelt minták között eltérés nem mutatkozott, így elmondható, hogy a *C. aurata* nem cél faj a használt gombatörzsek számára. A hőmérséklet változtatásával a rovar fejlődési üteme viszont változott. Alacsony hőmérséklet (<10°C) esetén fejlődés nem mutatkozott, pajor állapotban maradt az összes minta. Közepes hőmérsékleten (~17°C) a minták 40%-a maradt pajor állapotban, de bogárrá egy sem fejlődött, magas hőmérsékleten (~24°C) pedig a minták csupán 3%-a maradt pajor állapotban, 21% bebábozódott, 26%-nak pedig bogár állapotba sikerült kerülnie a kísérlet végére.

## 5. Publikációk listája

1. **HORVÁTH ESZTER**, TUBA KATALIN, LAKATOS FERENC (2016): The effect of *Beauveria* species on cockchafer and rose chafer grubs. 5th Interdisciplinary Doctoral Conference, Pécs, 27-29. May, 2016.
2. TUBA KATALIN, MOLNÁR MIKLÓS, **HORVÁTH ESZTER**, MERŐ NÁNDOR (2017): Pajorok elleni védekezési kísérletek *Beauveria* törzsekkel. Biokultúra 28 1 pp. 22-25.
3. **HORVÁTH ESZTER** (2017): A cserebogarak (*Melolonthidae*) elleni gombaszuszpenziós (*Beauveria*) biológiai védekezés hatékonysága. Soproni Egyetem, Diplomamunka, 34 oldal.
4. **HORVÁTH ESZTER**, LAKATOS FERENC, GISELHER GRABENWEGER, TUBA KATALIN: Examination of the effect of four pesticides used in practice on *Beauveria* strains under laboratory conditions. Acta Silvatica – befogadói nyilatkozat 2024.