

## Gombaszúnyogok válaszreakciója különböző intenzitású kék fényingerekre

JENEI LAJOS<sup>1,2</sup>, FAIL JÓZSEF<sup>1</sup>, SZUKÁCS GERGELY<sup>2</sup>, KECSKEMÉTI SÁNDOR<sup>2</sup>,  
EGRI ÁDÁM<sup>3</sup>, GEÖSEL ANDRÁS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék

<sup>2</sup> Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

<sup>3</sup> MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet

E-mail: jeneilanci@gmail.com

### Összefoglalás

Világszinten a legnagyobb mennyiségben termesztett gombafaj a kétspórás csiperke (*Agaricus bisporus*). A csiperkegomba termesztése során a jellemzően legveszélyesebb kártevők a gombaszúnyog fajok. Lárvaik elsődlegesen a komposztot, illetve a micéliumot fogyasztják, azonban súlyos fertőzés esetén képesek be-rágni a gomba tönkjébe, aminek következtében az áru eladhatatlanná válik. Továbbá az imágók jelentős fertőzésvektornak számítanak, többek között képesek terjeszteni a zöld-komposztpenész (*Trichoderma aggressivum* ssp.) és pókhálóspenész (*Cladobotryum dendroides*) spóráit is. A rovarok elleni védekezés korlátozott, és a jelenleg alkalmazott módszerek nem bizonyulnak elég hatásosnak. A környezetkímélő védekezési módszerek a kártevők gyérítésére számos esetben alkalmasak. Kísérletünkben gombaszúnyog imágók adott hullámhosszú, kék fényt kibocsátó LED fényforrásokhoz való csalogatását vizsgáltuk különböző fényintenzitások mellett. Célunk volt megismerni a gombaszúnyogok reakcióit több különböző intenzitású kék LED fény esetén. Eredményeink alapján elmondható, hogy az általunk alkalmazott kísérleti beállítás mellett, a  $1,30 \times 10^{14}$  foton/cm<sup>2</sup>/s intenzitású LED fényesort tartalmazó kamra fogta a legtöbb gombaszúnyog egyed.

**Kulcsszavak:** gombatermesztés, gombaszúnyog, *Lycoriella ingenua*, fototaxis

### Bevezetés

A gombatermesztés a mezőgazdaságban jelentős szereppel bír, mivel az input anyagai nagy része mezőgazdasági melléktermékek, melyek így élelmiszer előállításában hasznosulnak. Mivel a termesztés monokultúrában történik, így fokozottan számolnunk kell a kártevők illetve kórokozók megjelenésével és elszaporodásukkal. A kártevők közül legveszélyesebbnek a *Sciaridae* családba tartozó gombaszúnyog

fajok tekinthetőek. Közvetlen kártételt a lárvák okoznak a komposzt elfogyasztásával, így a hasznos szerves anyagok és víz felélésével. Ezen kívül a lárvák táplálkozás közben a micéliumot is megrághatják, amivel utat nyitnak a másodlagos kórokozók számára és további vízvesztést okoznak. További problémát okoz, hogy a lárvák ürülékén a csiperkegomba micélium növekedése vontatott. Nagy egyedszám esetén, a gombaszúnyog lárvák a gomba tönkjébe is berághatnak, amely kártétel már csak a szedéskor észlelhető. Az így károsított gombák friss fogyasztásra nem értékesíthetőek. Közvetett kártételük pedig patogén gombák spóráinak terjesztésében nyilvánul meg. Az ellenük való hatékony védekezés jelenleg nem megoldott, az engedélyezett inszekticidek köre szűk, illetve az alkalmas készítményeknek nincs engedélye gombában, vagy visszavonták a hatóanyagot az Európai Unióban. A kémiai védelem hiányában az alternatív védekezési megoldások kifejlesztése elsődleges a gombatermesztésben. Gombatermesztő házakban jelenleg is alkalmazott módszer az UV fénycsapdák használata, viszont ezek hatékonysága csekély, csak gyéríteni képes a felszaporodott gombaszúnyog populációt. Kísérletünk fő célkitűzése volt, hogy megismerjük a gombaszúnyogok fényre adott reakcióit a kék hullámhossztartományban különböző fényintenzitások esetén.

## Irodalmi áttekintés

### Termesztésben károsító gombaszúnyogok

Világviszonylatban a legnagyobb mennyiségben termesztett gomba a csiperkegomba (Royle 2014). A termesztés során azonban különböző növényvédelmi problémák jelentkezhetnek. A különböző gombás betegségek, mint például a pókhálóspenész, a nedves- és szárazmólé mellett, az állati kártevők megjelenésére is számítani kell. Az állati kártevők közül legnagyobb szerepük a *Sciaridae* családba tartozó gombaszúnyog fajoknak van (White 1985; Andreadis et al. 2015). Ezek a fajok mind lárvá, mind imágó alakban kártékonyak. A lárvák elsősorban a magas szervesanyag-tartalmú komposztot fogyasztják, ezzel elvéve a csiperkegombától a tápanyagokat (Chang és Miles 2004). Táplálkozás során erős rágóikkal a csiperke micéliumát és a fejlődő tőfejeket is elfogyasztják, ezzel növelve a kártétel súlyosságát (Ferguson et al. 2006). A lárvák a fiatal termőtesteket övező micéliumszálakat elrágva a fejlődő termőtest megdőlését okozzák. Fejlettebb termőtesteken általában nem tapasztalható ilyen kártétel, azonban nagy lárvaszám esetén a tönkbe járatokat rág (Fletcher és Gaze 2008). A kártételi küszöbérték a gombaszúnyogoknál igen alacsony, 125g gombakomposztban 1 db lárvá jelenléte már 0,5%-os termésvesztést eredményezhet (White 1986). Az imágók kártétele a különböző gombás betegségek terjesztésében merül ki. Testüket borító kitinszőrökön különböző patogén gombák szaporítóképletei tapadhatnak meg, mint például a szárazmólé betegséget okozó *Lecanicillium fungicola* var. *fungicola* (Fletcher és Gaze 2008; Shamshad et al. 2008). Ezen felül akár kártevő atkák vektorai is lehetnek (Györfi 2010). A gombatermesztésben károsító legelterjedtebb fajok a világon a *Lycoriella ingenua* (Dufour), a *Lycoriella castanescens* (Lengersdorf), és a *Bradysia ocellaris* (Comstock) (Shamshad 2010).

### Rovarok fényérzékelése

A rovarok fényérzékelése az egyszerű, illetve az összetett szemeken keresztül történik. Míg az egyszerű szemek szerkezete kezdetlegesebb, addig az összetett szemek elemi szemecskékből (ommatidiumokból) állnak, melyek mindegyike a tér egy adott irányába néz. Bizonyos rovarok akár a hátuk mögé is képesek látni (Land és Nilsson 2012). A rovarok látását a fotoreceptorok spektrális érzékenysége nagyban

meghatározza. Rovaroknál gyakran előfordul, hogy az emberek által már nem látható UV tartományt is képesek érzékelni. Korábbi, például méheken végzett kutatások kimutatták, hogy az összetett szemüknek tipikusan három érzékenységi csúcsa van, melyeknek maximuma az UV, a kék, valamint a zöld tartományokba esik (Jander 1963; Menzel és Blakers 1976). A rovarok egyik jellemző viselkedési válasza a fényre adott pozitív válasz vagy fototaxis. Amikor kísérletesen bizonyítjuk az adott rovarfaj pozitív választát a fényforrásra, akkor a csalogató hatást igazoljuk (Aoki és Kuramitsu 2007).

A fényre adott válasz egy genetikailag kódolt tulajdonság, melynek egy speciális esete a fénycsapdákra adott viselkedési válasz. Az UV közeli fényt kibocsátó csapdák az összes rovaregyed tekintetében tendenciájukban jellemzően nagyobb fogásokat mutatnak (Aoki és Kuramitsu 2007). A rovarok fénycsapdázása megfelelő rovaraxonómiai ismeretek birtokában jól alkalmazható az integrált növényvédelemben. Lényege a rajzásmegfigyelésre alapozott növényvédelem, amely segítségével a kijuttatott növényvédő szer mennyisége csökkenthető (Antignus 2000; Emura és Tazawa 2004). A fénycsapdázás hátránya az ismételtetés hiánya, és hogy a terület fogásait naprakészen kell feldolgozni megfelelő taxonómiai szaktudással rendelkező személynek a növényvédelmi döntéshozatalhoz, ami a szabadföldi termesztési gyakorlaton túlmutató erőfeszítést igényel. Gombaszúnyogok esetén, természetöberendezésben jól megvalósítható lehet a fénycsapdázás, illetve szabadföldi körülmények között a szelektíven csalogató fényen alapuló csalogató módszerek fejlesztése előnnyel bírhat az eddigi fénycsapdázási gyakorlathoz képest.

## Anyag és módszer

### Vizsgálat helye és ideje

A vizsgálatokat a Bio-Fungi Termelő és Kereskedelmi Kft. ócsai telephelyén végeztük el a központi csarnokban. Összesen öt nap végeztük a kísérlet méréseit, amelyek időpontjai a következők voltak: 2018.10.12.; 2018.10.15.; 2018.10.19.; 2018.10.26.; 2018.10.29.

### Vizsgálat anyaga

Kísérletünk során a természet helyiségekben található gombaszúnyog imágókat gyűjtöttük be, és a mintagyűjtés helyén végeztük a méréseket. Minden méréshez 100 egyedet használtunk mérési naponként 10 ismétlésben. A faj szerinti meghatározás laboratóriumi elvégzésére mérési naponként 20 imágóból álló mintát gyűjtöttünk (összesen 5×20 egyedet az öt kísérleti nap során) faji meghatározás céljából. A faj szerinti meghatározások morfológiai bélyegek alapján történtek, Steffan (1983) preparálási módszere szerint. A kifejlett egyedek azonosítása során Kai Heller dipterológus által meghatározott egyedeket is használtunk (Menzel és Mohrig 2000).

### Mérés módszere

A méréseinket egy általunk épített fotoorientációs mérőállomáson végeztük, kék fényt kibocsátó, különböző fényintenzitású LED szalagok segítségével. Azért esett a választásunk a kék tartományra, mert a könnyen beszerezhető LED szalagok palettájából a kéknek a fénye áll legközelebb az UV fényhez, amit leginkább alkalmaznak a gombaszúnyogok gyérítésére. A kísérleti elrendezés felépítéséhez Cloyd (2007) által végzett hasonló kutatást vettük alapul. Az ő kísérletükben alkalmazott módszert követve az általunk készített állomás egy központi kamrát illetve 6 db alkamrát tartalmazott. A központi kamrát 10 cm-es polietilén cső kötötte össze az alkamrákkal (1. ábra). A fényforrást egy-egy 9 diódát tartalmazó 15 cm

hosszú LED szalag biztosította, amit az alkamrákban helyeztünk el. Azért, hogy az alkamrákban homogén fényeloszlást kapjunk kívülről alufóliával borítottuk őket. Az alkalmazott LED szalag karakterisztikus hullámhossza 448 nm (félérték-szélesség = 25 nm) volt (2. ábra). A szalagok intenzitását dimmek segítségével szabályoztuk. Méréseink hatékonysága érdekében az alkamrákba szagtalan ragacs lapokat helyeztünk, így könnyítve a kiértékelést is. Később a mérőállomást módosítottuk: a kamrákat összekötő csöveket eltávolítottuk, így csökkentve a holt terek jelenlétét a központi kamrában, a méréseinket ezzel a szerkezettel végeztük el (3. ábra).

1. ábra. A mérőállomás felülről nézve (Fotó: Kecskeméti, 2018)



Figure 1. Fotoorientation measuring station (Picture by: Kecskeméti, 2018)

2. ábra. A választásos kísérletben használt LED szalag emissziós spektruma a központi kamra közepe és a legfényesebb kamra bejárata közötti távolság felétől a legfényesebb kamra felé mérve.

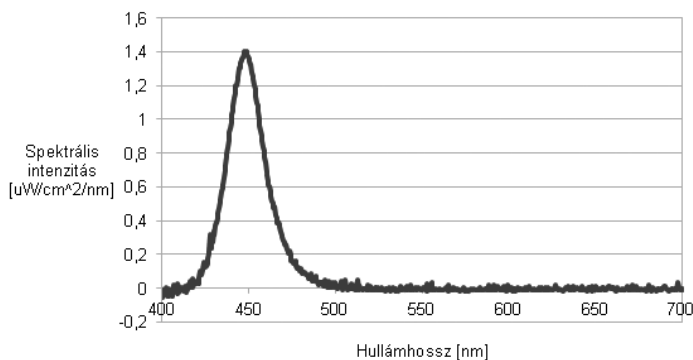


Figure 2. The emission spectrum of the LED strip used for multi-choice measurement. The measurement was performed towards the brightest chamber from the midpoint between the centre of the middle chamber and the entrance of the brightest chamber.

## 3. ábra. Javított fényorientációt vizsgáló szerkezet (Fotó: Kecskeméti: 2018)

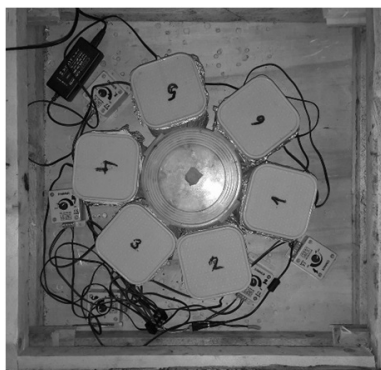


Figure 3. Improved fotoorientation measuring station (Picture by: Kecskeméti: 2018)

Az egyes alkamrák fényerejének eloszlását az 1. táblázat szemlélteti. Mint láthatjuk a legnagyobb intenzitás az 5. kamrában volt a legkisebb pedig a 6.-ban. A 6-os számú kamrában nem helyeztünk el LED szalagot, ugyanakkor a szemközti kamrából kibocsátott fény a 6. kamrába is beszűrődött, így minimális fényintenzitást mértünk benne. Ettől függetlenül a 6. számú kamrát tekintettük kontrollnak a mérések alatt. A legkisebb direkt megvilágítás az 1. kamrában volt. A kísérletben alkalmazott pontos fényintenzitásokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

*1. táblázat.* Az alkamrákból érkező fény intenzitása a központi kamra közepe és az adott kamra bejárata közötti távolság felezőpontjából mérve

| Kamraszám | Fényintenzitás (foton/cm <sup>2</sup> /s) |
|-----------|---|
| 1.        | 1,56x10 <sup>13</sup>                     |
| 2.        | 5,15x10 <sup>13</sup>                     |
| 3.        | 8,11x10 <sup>13</sup>                     |
| 4.        | 1,30x10 <sup>14</sup>                     |
| 5.        | 1,72x10 <sup>14</sup>                     |
| 6.        | 9,34x10 <sup>12</sup>                     |

Table 1. The intensity of light coming from the chambers measured from the middle chamber

Az egyes mérésekhez felhasznált, a termesztőberendezésben begyűjtött 100-100 db gombaszúnyog egyedek ivararányát, koreloszlását, illetve faj eloszlását nem ismertük. A kísérletet megelőzően

sötétadaptáció céljából 20 percen át fénytől elzártan tartottuk a kísérleti állatokat, majd a központi kamrába juttattuk a gombaszúnyog imágókat. A kísérlet megkezdésekor a mérőállomást fa dobozba helyeztük, így a kívülről besugárzó napfény esetleges zavaró hatását kizártuk. Egy-egy kísérlet 25 percen át folyt. A kiértékelést az alkamrákba helyezett ragacslapokba ragadt imágók száma alapján végeztük el.

A fogási adatokat az IBM SPSS Statisztikai programcsomag (22. verzió) segítségével elemeztük. Az adatok normális eloszlása a Shapiro-Wilk teszt alapján teljesült ( $p=0,119$ ). A kiugró értékeket 99%-os winszorizációval korrigáltuk (Zhang et al. 2011). A kísérlet során megfigyelt különbségeket egy tényezős varianciaanalízissel (ANOVA) mutattuk ki. A szóráshomogenitás sérülése miatt, Games-Howell post hoc tesztet alkalmaztunk.

A fényforrások spektrumának és fényintenzitásának mérését és kalibrálását egy radiometrikan kalibrált Ocean Optics STS-VIS spektrométerrel végeztük.

### Fajmeghatározásra használt módszerek

A meghatározás során két faj között kellett különbséget tennünk: *Lycoriella ingenua* és a *Bradysia impatiens*. Az egymástól való elkülönítésük a *Sciaridae* családra jellemző faji határozó bélyegek alapján történt. Az egyik karakterisztikus különbség az állatok csápjai között van: *Bradysia*-nál jellemzően, a csápízek hossza megegyezik a szélességével, míg a *Lycoriella* esetében a hosszuk nagyjából kétszerese a szélességüknek (4. ábra A/B).

4. ábra. *B. impatiens* (A) és *L. ingenua* (B) csápjai (Fotó: Kecskeméti, 2017)

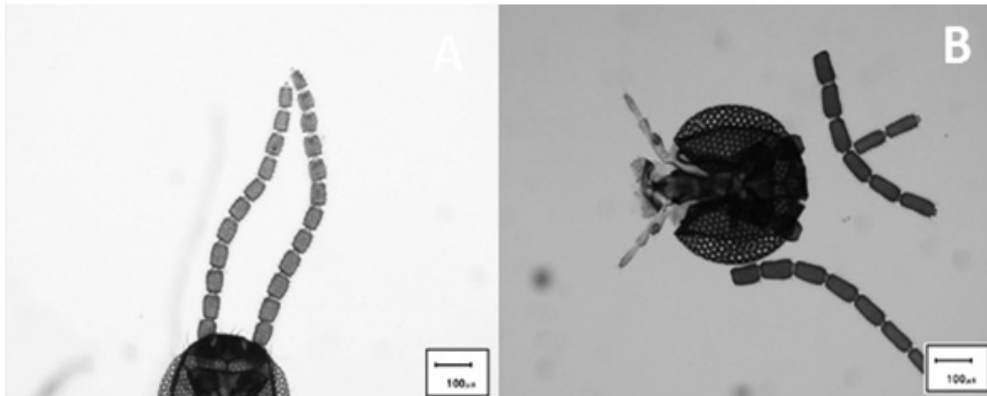


Figure 4. The antennae of *B. impatiens* (A) and *L. ingenua* (B) (Picture by: Kecskeméti, 2017)

Ezen felül fontos határozóbélyeg az elülső lábszáron található serteszőrök megléte, hossza, illetve száma. A *Bradysia impatiens* fajnál a serteszőrök fésűszerűen helyezkednek el, míg a *Lycoriella ingenua* esetén a serteszőrök csomókban vannak (5. ábra A/B).

5. ábra. *B. impatiens* (A) és *L. ingenua* lábszáron található serteszőrök (Fotó: Kecskeméti, 2017)

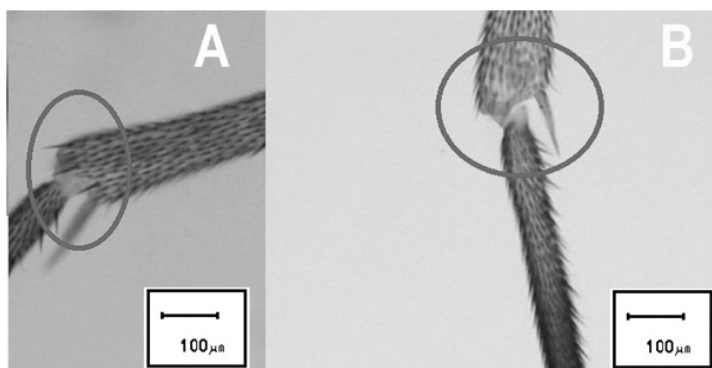


Figure 5. Hair structure on the armature of the fore tibia of *B. impatiens* (A) and *L. ingenua* (Picture by: Kecskeméti, 2017)

A legszembetűnőbb határozóbélyeg a két faj hímjeinek fogókészülékén (hipopígium) figyelhető meg. A hipopígium karmain fő különbség a hipopígium végén elhelyezkedő karom felépítésében található: a *Bradysia impatiens* fajnál a szőrök egymástól elállóak, fűrészszeg fogazatra emlékeztetnek. Ezzel szemben a *Lycoriella ingenua* esetében egy karom található. Ezen kívül, további különbség a fogókészülékén található kitinszőrök megléte, vagy hiánya, hossza. A *Bradysia impatiens* faj fogókészülék külső oldalán több, jól látható, hosszanti kitinszőr sor húzódik, míg ilyen markánsan hosszú szőr, a *Lycoriella ingenua* esetén a fogókészülék tövéénél, a belső oldalon található (6. ábra A/B).

6. ábra. *B. impatiens* és *L. ingenua* hipopígiumán található faji határozóbélyegek (Fotó: Kecskeméti, 2017)

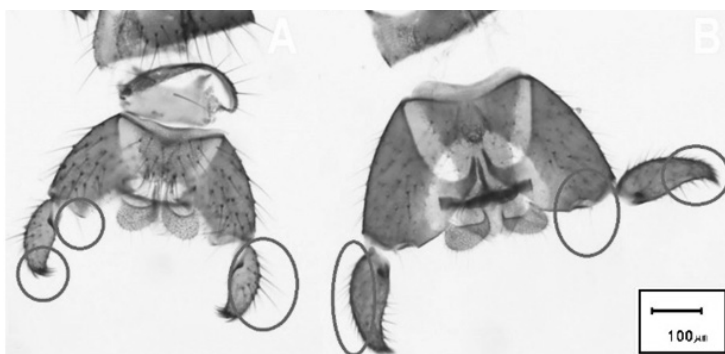


Figure 6. Racial resolutions in the hipophigiums of *B. impatiens* and *L. ingenua* (Picture by: Kecskeméti, 2017)

## Eredmények

Öt mérési nap alatt, közel 5000 gombaszúnyog imágó válaszreakcióját vizsgáltuk. Az alkamrák fényintenzitása között szignifikáns különbség volt ( $F(6;343)=282,9$ ,  $p<0,001$ ). Az eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a legtöbb imágó a 4. kamrát ( $1,30 \cdot 10^{14}$  foton/cm<sup>2</sup>/s) választotta (7. ábra). Ebben a kamrában átlagosan 27-28 imágót fogtunk, összesen 1357 egyed. A 4. kamrában csapdázott egyedek száma szignifikánsan nagyobb volt, mint a többi kamra fogásai ( $p<0,05$ ). A megvilágított kamrák közül a legkevesebb imágót a 2. kamrában ( $5,15 \cdot 10^{13}$  foton/cm<sup>2</sup>/s) fogtuk, ez a beengedett állatok mindössze 8,26%-át jelenti. A központi kamrában maradt imágók számától nem tért el a 2. kamrában fogott imágók száma. A 3. ( $8,11 \cdot 10^{13}$  foton/cm<sup>2</sup>/s), 5. ( $1,72 \cdot 10^{14}$  foton/cm<sup>2</sup>/s), és a Kontrol ( $9,34 \cdot 10^{12}$  foton/cm<sup>2</sup>/s) kamrákban csapdázott gombaszúnyogok száma közel azonos értéket mutatott, ezek szignifikánsan nem tértek el egymástól (7. ábra). A leggyengébb direkt megvilágítással rendelkező 1. kamra ( $1,56 \cdot 10^{13}$  foton/cm<sup>2</sup>/s) volt a második az abszolút fogások tekintetében, ahol összesen 812 darab (átlagosan 16,24 db) állatot számoltunk össze. Az 1. kamra fogásadatai a 4. kamrán kívül, minden más kamránál szignifikánsan nagyobb értéket mutatott ( $p<0,05$ ).

7. ábra. Gombaszúnyogok átlagos válaszreakciója különböző intenzitású 448 nm-es fényingerekre

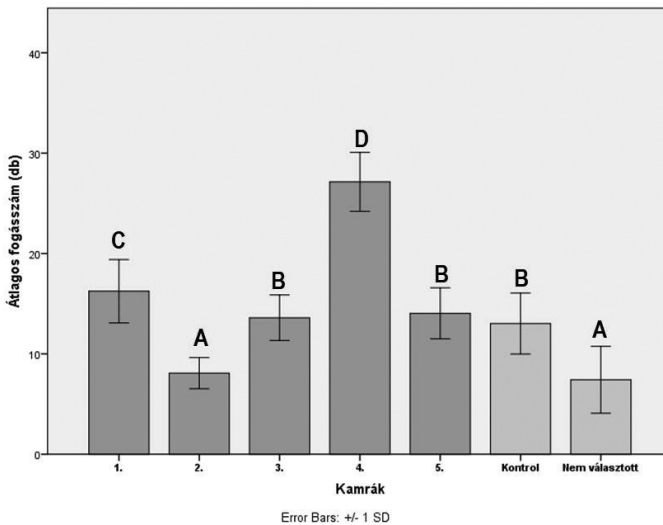


Figure 7. Mean responses of Fungus gnats to different intensities of 448 nm light. Error bars denote standard deviation.



A faj szerinti meghatározás két domináns fajt mutatott a gombatermesztő létesítmény gombaszúnyog állományában. Nagyobb arányban volt jelen a *Lycoriella ingenua* (67%), míg a *Bradysia impatiens* csak 29%-ban. Az egyedek 4%-át nem sikerült kellő biztonsággal beazonosítani, a jellemző faji bélyegek hiányosságai miatt (8. ábra).

8. ábra. A kísérlet során begyűjtött fajok aránya a termesztőlétesítményben

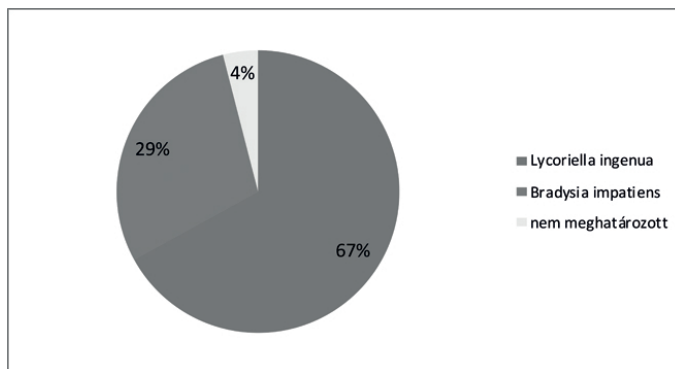


Figure 8. Proportion of collected species

### Következtetések

Kísérletünk eredményei alapján arra következtethetünk, hogy a különböző intenzitású fényingerek különböző mértékben csalogatják a vizsgált állatokat. Számunkra meglepő eredmény volt, hogy nem a legnagyobb intenzitású kamrában (5.) fogtuk a legtöbb egyedeket, hanem a második legnagyobb intenzitású ( $1,30 \times 10^{14}$  foton/cm<sup>2</sup>/s) 4. kamrában. Itt közel kétszeres (1,9x) fogásmennyiséget tapasztaltunk, mint az 5. kamrában. Mivel az 5. kamra fényintenzitása mindössze 1,325-ször nagyobb, mint a 4. kamráé, kizárjuk annak a lehetőséget, miszerint az 5. kamra fényintenzitása a vizsgált állatok számára repellens hatású lenne. Ugyanakkor elképzelhetőnek tartjuk, hogy a kísérleti kamrák elhelyezése befolyásolta a kapott eredményeinket. A kamrák fényintenzitása az óramutató járásával megegyezően növekedett. A kontrol kamrában nem helyeztünk el direkt megvilágítást, az 1. kamrában mértük a legkisebb direkt fényintenzitást, míg az 5. kamrában a legnagyobbat. Ennek alapján azt feltételezzük, hogy a kísérleti arénának volt egy "sötétebb", illetve egy "világosabb" oldala és feltehetőleg a "világosabb" fél súlypontja a 4-es kamrára esett és emiatt választotta a legtöbb egyed ezt a kamrát (9. ábra).

Ugyanakkor a második legnagyobb fogási szám az 1., azaz a leggyengébben megvilágított kamrában adódott ( $1,56 \times 10^{13}$  foton/cm<sup>2</sup>/s), amely a mérőállomás "sötétebb" felén helyezkedett el. Ezen adatok alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a vizsgált állatok esetén az egészen gyenge intenzitású fény is erős csalogatást váltott ki. Meg kell említeni továbbá, hogy az 1. kamra fényereje és az 5. kamra fényintenzitása között mindössze kétszörös nagyságrendbeli különbség volt, tehát a vizsgált intenzitásbeli tartomány túl szűk skálán mozgott. A rendelkezésünkre álló eszközökkel sajnálatos módon szélesebb skálára kiterjeszteni az intenzitást nem volt megoldható.

Későbbi kutatásaink során fontosnak érezzük a fotoorientációs mérőállomás átépítését és így a kísérlet megismétlését véletlenszerű kamraelrendezéssel, amire a helyhatás kizárása miatt van szükség. Továbbá szükségszerűnek tartjuk a központi kamra falát fényelnyelő anyaggal bevonni, hogy az alkamrákból beszőródó fény ne verődjön vissza a faláról. További terveink között szerepel más hullámhossztartományok vizsgálata is hasonló módszerekkel illetve gombaszúnyogok spektrális érzékenységének mérése elektoretinográfiával.

9. ábra. Fény súlypontjának alakulása a mérőállomáson

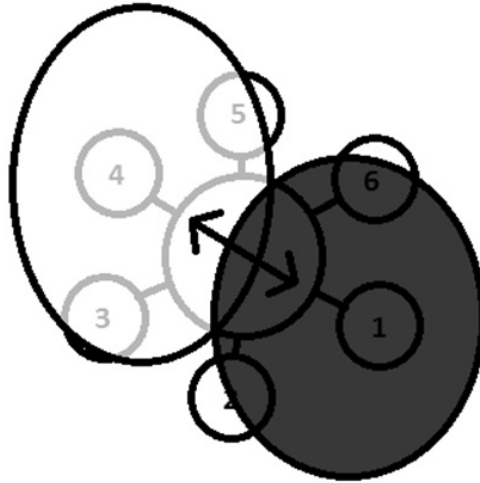


Figure 9. Overall distribution of light intensities in the measuring station

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-2-II-SZIE-20 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának és a 1783-3/2018/FEKUTSTRAT projekt támogatásával készült.

### Irodalomjegyzék

1. Andreadis, S.S., Cloonan, K.R., Myrick, A.J., Chen, H. and Baker, T.C. 2015. Isolation of a female-emitted sex pheromone component of the fungus gnat, *Lycoriella ingenua*, attractive to males. *Journal of Chemical Ecology*, 41: 1127-1136.
2. Antignus, Y. 2000. Manipulation of wavelength-dependent behavior of insects: an IPM tool to impede insects and restrict epidemics of insect-borne viruses. *Virus Res*, 71: 213-220.
3. Aoki, S. and Kuramitsu, O. 2007. Development of insect-attracting lighting fixture and evaluation of insect attractiveness by a new index. *J. Illum. Engng. Inst. Jpn.* 91: 195-198.
4. Chang, S.T. and Miles, P.G. 2004. Insect diseases. In: mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. Second edition. CRC Press, New York, USA. 179-185.

5. Cloyd, A. 2007. Phototaxis of Fungus Gnat, *Bradysia* sp. nr *coprophila* (Lintner) (Diptera: Sciaridae), Adults to Different Light Intensities, Kansas State University, Department of Entomology, Hortscience, 42(5): 1217-1220.
6. Emura, K. and Tazawa, S. 2004. The development of the eco-engineering insect control technology -physical control of insect behavior using artificial lights. *Eco-engineering*, 16: 237-240. (in Japanese with English abstract)
7. Ferguson, G., Murphy, G. and Shipp, L. 2006. Fungus gnats and shoreflies in greenhouse crops. Fact sheet 06-079, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, ([bioworksinc.com/products/shared/fungus-gnats-and-shoreflies-in-greenho use-crops-ca.pdf](http://bioworksinc.com/products/shared/fungus-gnats-and-shoreflies-in-greenho-use-crops-ca.pdf)).
8. Fletcher, J.T. and Gaze, R.H. 2008. Pests. In: Holleyman C. (szerk.): *Mushroom pest and disease control: A color handbook*. Grafos S.A., Barcelona, Spain. 140-166.
9. Györfi J. 2010. *Gombabiológia, gombatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.*
10. Jander, R. 1963. Insect orientation. *Annu. Rev. Entomol*, 8: 95-114.
11. Land, M.F. and Nilsson, D.E. 2012. *Animal eyes*. Second edition. Oxford University Press, Oxford. 157
12. Menzel, F. and Mohrig, W. 2000. Äußere Morphologie und Terminologie. In: Stark, A. and Menzel, F. (eds): *Revision der paläarktischen Trauermücken (Diptera, Sciaridae)*. (A Revision of the Palaearctic Black Fungus Gnats (Diptera: Sciaridae)). Ampyx-Verlag, Halle, Germany. 49-54.
13. Menzel, R. and Blakers, M. 1976. Colour receptors in the bee eye - morphology and spectral sensitivity. *J. Comp. Physiol. A*. 108: 11-33.
14. Royle, D.J. 2014. A global perspective on the high five: *agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* and *Flammulina*. USA. Professor Emeritus, Department of Plant Pathology and Environmental Microbiology The Pennsylvania State University, Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, 1-3.
15. Shamshad, A., Clift, A.D. and Mansfield, S. 2008. Toxicity of six commercially formulated insecticides against third instar larvae of mushroom sciarid, *Lycoriella ingenua*, Dufour (Diptera: Sciaridae) in New South Wales. *Australian Journal of Entomology*, 47: 256-260.
16. Shamshad, A. 2010 The development of integrated pest management for the control of mushroom Sciarid flies, *Lycoriella ingenua* (Dufour) and *Bradysia ocellaris* (Comstock), in cultivated mushrooms. *Pest management Science*, 66(10): 1063-1074.
17. Steffan, W.A. 1983. Preparation of slide mounts of sciaridae. *International Journal of Entomology*, 25(2-3): 231-232.
18. White, P.F. 1985. Pest and Pesticides. In: Flegg, P.B., Spencer, D.M., Wood, D.A. (szerk) *The biology and technology of the cultivated mushroom*. John Wiley and Sons, New York, USA. 279-293.
19. White, P.F. 1986. The effect of sciarid larvae (*Lycoriella auripila*) on the yield of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). *Annals of Applied Biology*, 109(1): 11-17.
20. Zhang, C.Y., Meng, J.Y., Wang, X.P., Zhu, F. and Lei, C.L. 2011. Effects of UV- A exposures on longevity and reproduction in *Helicoverpa armigera*, and on the development of its F1 generation. *Insect Sci*, 18: 697-702.

## Behavioral response of fungus gnats to distinct light intensities of blue light stimuli

JENEI, L.<sup>1,2</sup>, FAIL, J.<sup>1</sup>, SZUKÁCS, G.<sup>2</sup>, KECSKEMÉTI, S.<sup>2</sup>, EGRI, Á.<sup>3</sup>, GEÖSEL, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szent István University, Faculty of Horticulture, Department of Entomology

<sup>2</sup> Szent István University, Faculty of Horticulture, Department of Vegetable and Mushroom Growing

<sup>3</sup> MTA Centre for Ecological Research, Danube Research Institute

E-mail: jeneilanci@gmail.com

### Summary

The most commonly cultivated mushroom in the world is the white-button mushroom (*Agaricus bisporus*). During cultivation growers have to cope with the appearance of pests, which can cause severe crop losses. In mushroom cultivation, the most destructive pests are fungus gnats. In addition to the consumption of the compost, or mycelia by the larvae, the adults can cause serious infections indirectly, since they vector important fungal pathogens. Unfortunately, pest management is still unresolved, and no cost-effective methods are available for growers. The aim of our experiment was to study the behavioral responses of fungus gnats to varying light intensities of a given blue wavelength. Besides revealing the most attractive light intensity for the animals, we identified the species composition of sciarids within the growing facility.

**Keywords:** mushroom cultivation, fungus gnat, mushroom flies, *Lycoriella ingenua*, foto-orientation

### Szerzők:

Jenei Lajos (kapcsolattartó szerző) – MSc hallgató, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Fail József – PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Szukács Gergely – PhD hallgató, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Kecskeméti Sándor – PhD hallgató, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Egri Ádám – PhD, tudományos munkatárs, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet, 1113 Budapest, Karolina út 29.

Geösel András – PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.