

A KÉTSPÓRÁS CSIPERKEGOMBA (*AGARICUS BISPORUS*) TERMESZTÉSÉBEN ALKALMAZOTT TÖBB DÚSÍTÓANYAG HATÁSA A *LYCORIELLA INGENUA* FEJLŐDÉSÉRE

KECSKEMÉTI SÁNDOR¹, FAIL JÓZSEF², GEŐSEL ANDRÁS¹

¹Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

²Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék

E-mail: kecskemeti.sandor@kertk.szie.hu

KULCSSZAVAK: Csiperketermesztés, dúsítóanyagok, gombaszúnyog, *Lycoriella ingenua*

A kétspórás csiperkegomba termesztése során a hozamnövelés érdekében különböző dúsítóanyagokat kevernek a komposzthoz. A dúsítóanyag elsődleges feladata a hozam növelése olyan módon, hogy a komposztban nehezen hozzáférhető tápanyagot biztosít a termőtestképzés időszakában a későbbi termőhullámokhoz. A gyakorlatban felmerülő kérdés, hogy a termesztésben használt dúsítóanyagok segítik-e a gombatermesztésben károsító *Lycoriella ingenua* fejlődését. Kísérletünk során a csiperketermesztésben felhasznált kilenc különféle dúsításra alkalmas anyagot hasonlítottunk össze annak feltárására, hogy milyen hatást fejt ki a *L. ingenua* gombaszúnyogra. Megállapítottuk, hogy a dúsítóanyagok pozitívan hatnak a gombaszúnyog fejlődésére, a kikelt imágók számát és azok tömegét is befolyásolják.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kétspórás csiperkegomba termesztése során különböző növényi és állati eredetű dúsítóanyagokat használnak a hozamnövelés érdekében. A dúsítóanyagok lehetnek egyszerű növényi termékek, mint többek között a szójadara, kukoricatöret, napraforgómag-őrlemény, repcetöret, de forgalmaznak speciálisan komposzt dúsításra kifejlesztett termékeket is (pl: Champfood, Superchamp, Millichamp stb.). A dúsítóanyagok sokszor szója-, illetve csont- vagy hallisztet is tartalmaznak. Ezek elsősorban magas nitrogéntartalmú keverékek, amelyek tápanyagforrást jelentenek a micélium számára. A gombatermesztésben károsító gombaszúnyogok (*Diptera: Sciaridae*) lárvái főként a természetközéget, a komposztot fogyasztják. A komposztot felélik, ezzel elveszik a tápanyagokat a gomba micéliuma elől, valamint a lárvák ürüléke gátolja a csiperke micéliumának növekedését. Mivel a gombaszúnyogok lárvái a komposztot annak magas szervesanyag-tartalma miatt fogyasztják, fennáll a kérdés, hogy a gyors és erőteljesebb micéliumnövekedés érdekében hozzáadott dúsítóanyagok serkentőleg hatnak-e a gombaszúnyoglárvákra is. Befolyásolja-e a kikelt gombaszúnyogok mennyiségét, ha a komposzthoz dúsítóanyagot keverünk. Kísérletünk során a csiperketermesztésben felhasznált kilenc különféle dúsításra alkalmas anyagot vizsgáltunk annak tekintetében, hogy a II-es fázisú csiperkekomposzthoz keverve hogyan befolyásolják a *Lycoriella ingenua* gombaszúnyog fejlődését.

DÚSÍTÓANYAGOK A GOMBATERMESZTÉSBN

A kétspórás csiperke termesztése a legfejlettebb technológiát megkövetelő kertészeti kultúrák közé tartozik. A termesztés intenzitásának eredményeként a termesztési fordulók lerövidültek, egy korszerű gombafarmon évente 6-8 alkalommal is telepíthetnek friss komposztot a természetközeli helyiségekbe. A rövid forduló többek között a holland-házás technológia megjelenésének, a minőségi komposzt- és szaporítóanyag-gyártás eredménye. A gyors és stabil termelés mellett a minél magasabb termésátlag elérése is állandó cél a gombaiparban dolgozók számára (GYŐRFI, 2010). A CPVO adatbázisában 2018-ban hat kétspórás csiperkegomba-fajta volt regisztrált státusszal nyilvántartva az Európai Unióban, továbbá a Magyarországon legnagyobb mennyiségben használt vonalak (A15, 901) nem is szerepeltek (INTERNET 1). Érdemes megemlíteni, hogy a korszerű fajták közötti ge-

netikai változatosság kicsi (SONNENBERG et al., 2016). Ennek következtében a különböző „fajták” alkalmazásával igazán nagy termésmenövedést nem érhetünk el, ugyanakkor a gyakorlatban különböző összetételű, eredetű dúsítóanyagok használatával képesek lehetnek a természetők a természetlag növelésére (GYÖRFI, 2010).

A dúsítóanyagokat eredetük szerint két fő csoportra oszthatjuk, növényi és állati eredetűekre. A növényi dúsítóanyagok fő összetevője a szójaliszt, az állati eredetűeké pedig a magas nitrogéntartalmú keratin. Egyéb állati eredetű dúsítóanyagként gyakran használnak még toll-lisztet a gyakorlatban (OEI, 2016).

A növényi dúsítóanyagok gyártásuk során átesnek egy hő-, vagy formalinos kezelésen. Ezzel egyrészt fertőtlenítik a dúsítóanyagot, amivel csökken a bekeverés utáni fertőződés veszélye, másrészt lassítják, késleltetik a tápanyagok feltáródását, ezzel biztosítva az egyenletes tápanyag-utánpótlást a micélium számára (OEI, 2016). Az állati eredetűeknél a hőkezelés a tápelemek felvehetőséget javítja (OVERSTIJNS, 1988). A dúsítóanyagok magas nitrogéntartalmú keverékek, amely tápelemből így többet képes felvenni a micélium, de ugyanakkor a termőtestek ásványianyag-tartalmát csak kis mértékben növeli. A komposztban található víz mennyisége nem befolyásolja a dúsítás hatását, jelentősebb tényező a komposzt eredeti nitrogéntartalma (GERRITS, 1988).

A komposzt állapotától függően két időpontban keverhetik hozzá a dúsítóanyagokat. A rendelkezésre álló idő hatékonyabb kihasználása érdekében a komposzt csirázásakor is belekeverhetik azokat, azonban így nőhet a komposzt befertőződésének esélye, valamint ilyen módszerrel a hozam növekedésének csupán kisebb hatása érzékelhető. A komposzt átszövetési folyamatának végén hozzákevert dúsítóanyag ezzel szemben közel 22%-os hozamnövekedést is eredményezhet. A többletozom mellett ilyenkor kisebb a valószínűsége a befertőződésnek, mivel a gombamicélium ilyenkor már kellő mennyiségben van jelen ahhoz, hogy elnyomjon más mikroorganizmusokat (OEI, 2016).

Csiperkegomba esetében a hozamnövekedés abból adódik, hogy több termőtest képződik, nem pedig a termőtestek átlagtömege növekszik (a növekmény 3-10 kg/m² is lehet). Dúsítási kísérletekben vizsgálták többek között szójaliszt, szárított burgonyafehére, napraforgóliszt, földimogyoróliszt, kukorica gluténliszt, gyapotmagliszt, búzakorpa, lucernaliszt, halliszt, vágóhídi húsliszt hatását, de napjainkban többnyire szójataralmú dúsítóanyagokat használunk (GYÖRFI, 2010).

A TERMESZTÉSBN KÁROSÍTÓ GOMBASZÚNYOGOK

A gombatermesztésben az egész világon a gombaszúnyogok (más néven tőzeglegyek, *Diptera: Sciaridae*) tekinthetők a kultúra legveszélyesebb kártevőinek (WHITE, 1985; ANDREADIS et al., 2015). Az okozott károkért általában három gombaszúnyogfajt tesznek felelőssé: a *Lycoriella castanescens*, a *Lycoriella ingenua* (2. ábra, lásd borító) és a *Bradysia ocellaris* fajt (SHAMSHAD, 2010). Az imágók közvetett módon vektortevékenységük révén károsítanak, ugyanis testük kitinszőrökkel borított (MENZEL és MOHRIG, 2000), továbbá ritkán tisztogatják magukat (GYÖRFI, 2010), így sok patogén gomba szaporítóképleteit hordozhatják magukon, amelyeket könnyedén magukkal vihetnek egyik természetőhelyiségből a másikba (FLETCHER és GAZE, 2008). Ismert, hogy a *Sciarid*-legyek képesek terjeszteni a szárazmólé betegség (GYÖRFI, 2010) és a *Trichoderma* komposztpenész spóráit is. Továbbá nem ritka, hogy az imágók testén kártevő atkák is utaznak (GYÖRFI, 2010). A gombaszúnyogok nem szezonálisan fordulnak elő, egész évben jelen lehetnek a természetőlétesítményben (FLETCHER és GAZE, 2008). A közvetlen kártételt a lárvák okozzák (1. ábra, lásd borító), 125 g takaróföldben 1 db láva jelenléte akár összességében 0,5%-os termésvesztést is okozhat (WHITE, 1986). Táplálkozásuk során tönkreteszik a komposztot, (3. ábra, lásd borító) felélik a benne található szerves anyagokat (BINNS, 1980). Az ürülékükkel szennyezett szubsztrátumot a csiperke micéliuma már nem képes hasznosítani (SHAMSHAD et al., 2008). A komposztban fejlődő micéliumfonalakat is elfogyasztják, továbbá erős rágóikkal képesek a fiatal termőtestekbe is belerágni, amelyek ennek hatására elbarnulnak, majd később elpusztulnak. A fejlettebb termőtestek nem feltétlenül pusztulnak el a rágás hatására, így jellemzően a tönkön keletkező kártétellel már csak a szedési időszakban szembesülünk (LEVANDOWSKI et al., 2004). A lárvák által ejtett sebzéseken keresztül a termőtestek sokkal könnyebben fertőződnek meg másodlagos eredetű kórokozók (GYÖRFI, 2010). Ugyanakkor a gombaszúnyogok lárváinak nem feltétlenül kell gombamicéliumot fogyasztaniuk ahhoz, hogy teljesen kifej-

lődjének, elegendő számukra a szerves anyagban gazdag komposzt fogyasztása is (4. ábra, lásd borító) (CHANG és MILES, 2004).

■ ANYAG ÉS MÓDSZER

■ LYCORIELLA INGENUA IZOLÁLÁSA ÉS FELSZAPORÍTÁSA

A kísérletünkhöz a *Lycoriella ingenua* gombaszúnyogot használtuk fel. A faj főként a gombatermesztésben károsít, ahol a termesztéshez használt komposztot a rovar lárvája fogyasztja. A károsított komposzton a kultúrgomba fejlődése vontatott vagy gátolt, mivel az alapanyagban kevesebb tápelem marad a gomba micéliuma számára. A komposzt fogyasztása mellett a lárvá időről időre micéliumot is károsítja, elvétele a termőtest tönkjébe is járhat rágat. A *Lycoriella ingenua* imágója 3-5 mm nagyságú, törékeny testfelépítésű rovar, színe fekete. Nagy, összetett szemekkel és hosszú fonalas csápokkal rendelkezik, amelyeket jellemzően 45 fokos szögben tart. A nőtényt a hímtől könnyű megkülönböztetni, mivel a hímek a potrohuk végén egy speciális, párást segítő fogókészülékkel rendelkeznek (2a-b. ábra).

A kísérletünkhöz szükséges rovaranyagot a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékén fenntartott sciarid törzsgyűjtemény biztosította. A törzsgyűjtemény alapjául szolgáló tenyészetet egy hazai gombatermesztő cég ócsai telephelyén gyűjtöttük. Mivel a helyszínen tiszta populációt alkotó egyedek befogása nem lehetséges, így először tiszta *Lycoriella ingenua* tenyészeteket hoztunk létre. A kevert populációból kiválogattuk az éppen párosodó egyedeket, amelyeket később, a párosodás után speciális sciarid-legyek nevelésére alkalmas tápkeverékre helyeztünk (KECSKEMÉTI, 2017). Minden begyűjtött párosodó hím és nőtény párt külön edénybe helyeztünk. Az egyedek elpusztulása után, Kai Heller dipterológus útmutatása alapján készített preparátum segítségével azonosítottuk a *Lycoriella ingenua* fajhoz tartozó egyedeket (KAI, szóbeli közlés). A *Lycoriella* fajt tartalmazó tenyészanyagok anyagát összeöntve alakítottuk ki a tiszta *Lycoriella* törzsgyűjteményt, amely később a kísérlethez szükséges imágókat biztosította.

■ A VIZSGÁLATHOZ FELHASZNÁLT DÚSÍTÓANYAGOK

A kísérletünk során összesen 9-féle dúsítóanyagot hasonlítottunk össze (5. ábra, lásd borító)). A felhasznált dúsítóanyagokat alkalmazzák a gyakorlatban is, főként a kétspórás csiperke komposzt dúsításánál. A vizsgált anyagokat három kategóriába osztottuk. Első csoportba tartoznak azon dúsítók, amelyek nem esnek át különösebb feldolgozáson, azokat egészen, vagy darálva adják a komposzthoz. Ezek a lenmag, repcemag, cirok, és a héjas napraforgómag. Nagyobb csoportot képeztek a speciálisan komposzt dúsításra kifejlesztett termékek (6. ábra, lásd borító): Champfood, SuperchampBasic és SuperchampPlantPro. Utolsó kategóriába soroltuk azokat a dúsítókat, amelyeket főként az állatok takarmányozásában használnak fel, de a gombaiparban is alkalmazzák mint dúsítóanyagokat: Hungrafeed, PannonGold Kukorica.

A kísérletben használt kezelések kódjai:

Cirok: CIROK	PannonGold Kukorica: PANNK
Champfood: CHFOOD	Repcemag: REPCE
Hungrafeed: HUNFEED	SuperchampBasic: SB
Lenmag: LEN	SuperchampPlantPro: SP
Héjas napraforgómag: NAPR	Kontrol: KONT

■ KÍSÉRLETI BEÁLLÍTÁS

A termesztési gyakorlatban a dúsítóanyagokat a komposzthoz viszonyított tömeg%-ban kifejezve használják fel, pl. 1 tonna komposzthoz 10-30 kg dúsítóanyagot. Kísérletünkben 1,6 m/m%-ban kevertük be a dúsítóanyagokat, ami 1,6 g dúsítóanyag/100 g II-es fázisú komposztnak felelt meg. Egy kezeléshez összesen

500 g II-es fázisú csiperkekomposztot és 8 g dúsítóanyagot használtunk fel. A megfelelő arányban bekevert II-es fázisú dúsított komposztot 870 ml-es műanyag vödörkbe helyeztük, amelyek tetejére fátyolfóliát erősítettünk. Minden kezeléshez 5 ismétlés tartozott. Minden egyes tenyészedenybe 1 darab megtermékenyített *Lycoriella inegna* nőtényt helyeztünk. A begyűjtött nőtényeket párosodást követően gyűjtöttük be és 24 óra elteltével juttattuk őket a megfelelő tenyészedenybe. A nevelődobozokat szabályozható légterű növénynevelő kamrába helyeztük, 85% relatív páratartalmat és 23 °C-ot tartva. A kísérlet végéig teljes sötétségben tartottuk az edényeket.

KÍSÉRLET ÉS ADATOK KIÉRTÉKELÉSE

A dúsítóanyagok sciaridokra gyakorolt hatását az egyes kezeléseknél fejlődött imágók száma alapján jellemeztük. A kikelt imágók számát nemenként naponta feljegyeztük. További értékelési szempont volt a különböző kezeléseken nevelkedett lárvákból kifejlődő imágók tömege. Az egyes kezelésekből nemenként gyűjtöttünk 11 hím és 11 nőtény imágót, amelyek tömegét feljegyeztük. Ezek mérését Sartorius CP225D típusú analitikai mérleggel végeztük, az adatok százszázad gramm pontosságúak. Az adatokat az IBM SPSS (ver. 22) Statisztikai programcsomaggal értékeltük ki.

A különböző kezelések közötti különbségek (kikelt imágók száma nemtől függően és függetlenül, valamint az imágók tömege nemtől függően) megállapítására egytényezős ANOVA modellt használtunk. Az imágók tömegvizsgálatánál normalizálás céljából $\ln(x)$ transzformációt alkalmaztunk, azonban a közölt eredmények grammban értendők. A normalitást a Kolmogorov-Smirnov és a Shapiro-Wilk teszt alapján fogadtuk el, amelyek teljesültek. A szóráshomogenitást Levene-próbával ellenőriztük (Imágók darabszáma: Hím: $F=1,235$ $p=0,302$; Nőtény: $F=1,335$ $P=0,250$; Nemtől függetlenül: $F=0,443$ $P=0,903$; Imágók tömege: Hím: $F=0,896$ $p=0,532$; Nőtény: $F=5,403$ $P<0,001$). A szignifikánsan különböző csoportokat Tukey-féle post hoc teszttel választottuk el egymástól ($p<0,05$). Ahol sérült a szóráshomogenitás, ott Games-Howell post hoc tesztet alkalmaztunk ($p<0,05$).

A sciaridok fejlődése szempontjából a legkedvezőbb dúsítóanyag kiválasztásához a kapott eredményeket az imágók darabszáma és tömege függvényében bonitáltuk. Minden egyes kezeléshez a kapott eredmények alapján hozzárendeltünk egy index-számot. A legmagasabb érték 10-es értéket, a legkisebb 1-es értéket kapott. A darabszám és a tömeg kiértékelésekor ugyanígy jártunk el. A két index-szám átlagából választottuk ki a *Lycoriella ingenua* fejlődésének legkedvezőbb dúsítóanyagot nemtől függően (Dúsítóindex_{1,2}) és függetlenül (Dúsítóindex).

$$\text{Dúsítóindex}_{1,2} = \frac{\text{Tömeg}_{\text{index1,2}} + \text{Darab}_{\text{index1,2}}}{2} \quad \text{Dúsítóindex} = \frac{\text{Dúsító}_{\text{index1}} + \text{Darab}_{\text{index2}}}{2}$$

EREDMÉNYEK

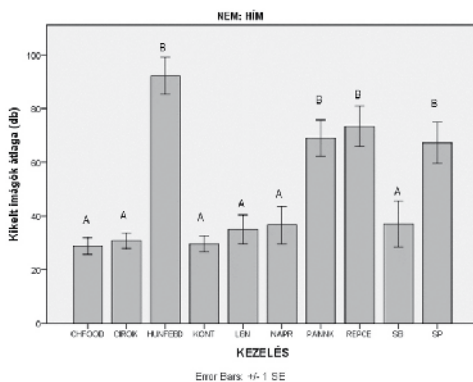
KIKELT IMÁGÓK SZÁMA

A kikelt imágók számában nemtől függően és függetlenül is szignifikáns különbség van a kezelések között (Hím: ($F(9,40)=13,693$, $p<0,001$; Nőtény: ($F(9,40)=17,367$, $p<0,001$; Nemtől függetlenül: ($F(9,40)=3,815$, $p=0,02$). Hímek esetében a legtöbb imágót a HUNFEED kezelésnél jegyeztük fel ($N=461$) míg a legkevesebb a CIROK kezelésen ($N=121$). Nőtényeknél a legtöbb imágót a KONT kezelés adta ($N=348$), a legkevesebbet pedig a HUNFEED ($N=48$). Nemtől függetlenül a legtöbb imágót a PANNK kezelésnél számoltunk ($N=650$) a legkevesebbet a CIROK esetében ($N=328$).

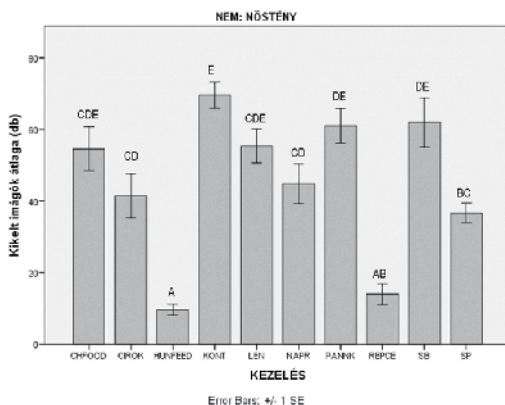
Az adatokat kiértékelve elmondhatjuk, hogy a hímek esetében szignifikánsan több adultot jegyeztünk fel az SP, PANNK, REPCE, HUNFEED kezeléseknél. A felsorolt kezeléseknél 6 egyéb kezeléstől különböztek szignifikánsan ($p<0,05$). A legkevesebb imágót a CIROK kezelésnél jegyeztük fel ($N=121$), amely érték 4 kezeléskor volt szignifikánsan kisebb ($p<0,05$). A nőstényeknél a KONT tenyészedenyben

volt a feljegyzett imágók száma a legnagyobb (N=348), ez az érték 5 egyéb kezelésnél szignifikánsan több volt. A második legtöbb nőtényt az SB kezelés adta (N=310), ez 4 egyéb kezelésnél volt szignifikánsan több ($p < 0,05$). A legkevesebb nőtény egyedét a HUNFEED dúsítóanyag kiértékelésekor számoltuk, mindössze 48-at. Az eredmény 8 másik kezelésnél volt szignifikánsan kisebb ($p < 0,05$). Nemtől függetlenül elmondhatjuk, hogy a legtöbb imágót a kísérlet ideje alatt a PANNK kezelésen számoltuk össze (N=650), ez 5 dúsítóanyag esetében volt szignifikánsan több. A legkevesebb gombaszúnyogot a CIROK kezelés adta (N=328). Az eredmény egy kezelésnél volt szignifikánsan kisebb ($p < 0,05$).

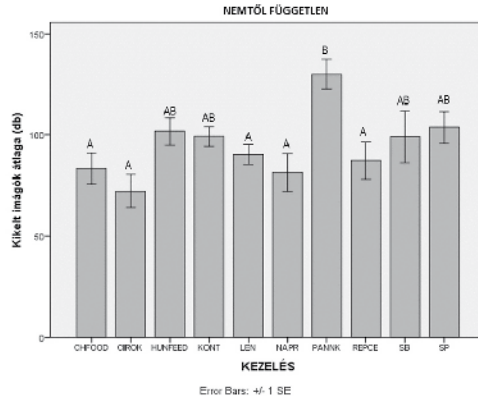
Az eredmények alapján hímeknél 2 elkülönülő csoportra (7. ábra), nőtények esetében 7 csoportra (8. ábra) és nemtől függetlenül 3 csoportra (9. ábra) lehetett osztani a kezeléseket.



7. ÁBRA A vizsgált dúsítóanyagokon feljegyzett egyedszám hímek esetében. A különböző betűk szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek (Tukey, $p < 0,05$)



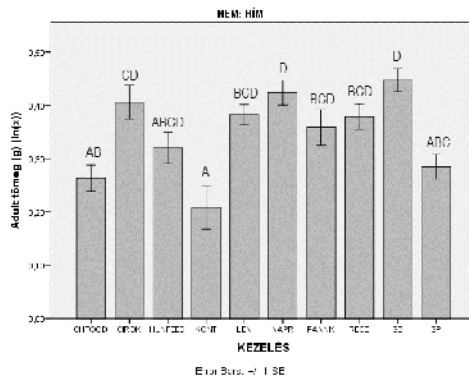
8. ÁBRA A vizsgált dúsítóanyagokon feljegyzett imágók egyedszáma nőtények esetében. A különböző betűk szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek (Tukey, $p < 0,05$)



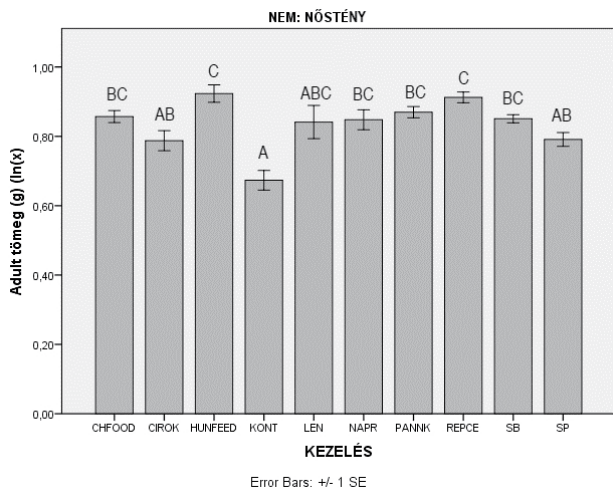
9. ÁBRA A vizsgált dúsítóanyagon feljegyzett imágók egyedszáma nemtől függetlenül. A különböző betűk szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek (Tukey, $p < 0,05$)

DÚSÍTÓANYAGOK HATÁSA AZ IMÁGÓK TÖMEGÉRE

Az eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a kezelések között nemtől függően szignifikáns különbséget mutattunk ki (Hím: $F(9,100) p < 0,001$; Nőstény: $F(9,100) p < 0,001$). Hímek esetében a legnagyobb tömegű adultok az SB dúsítóanyagon fejlődtek, átlagos tömegük $2,83 \cdot 10^{-4}$ g volt, amely 3 kezeléstől volt szignifikánsan több ($p < 0,05$). A legkisebb tömegűeket pedig a KONT kezelésem mértük ($1,68 \cdot 10^{-4}$ g) (6 egyéb kezeléstől volt szignifikánsan kevesebb ($p < 0,05$)). Nőstények közül a HUNFEED kezelésem lemért imágók bizonyultak a legnehezebbnek ($8,52 \cdot 10^{-4}$ g), a legkisebb tömegű adultokat a hímekhez hasonlóan, a KONT kezelésem kaptunk ($4,81 \cdot 10^{-4}$ g). A HUNFEED kezelésem eredménye 2 kezelésemnél volt szignifikánsan több, míg a KONT 6 kezelésemnél volt szignifikánsan kevesebb ($p < 0,05$). Az eredmények alapján a hímeknél 4 csoportot (10. ábra), míg a nőstényeknél 3 csoportot tudtunk elkülöníteni (11. ábra).



10. ÁBRA A vizsgált dúsítóanyagon feljegyzett imágótömeg hím egyedeknél. A különböző betűk szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek (Tukey, $p < 0,05$)



11. ÁBRA A vizsgált dúsítóanyagokon feljegyzett imágótömeg nőstény egyedeknél. A különböző betűk szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek (Games-Howell, $p < 0,05$)

DÚSÍTÓK HATÁSA A LYCORIELLA INGENUA FEJLŐDÉSÉRE

$$\text{A Dúsítóindex} = \frac{\text{Tömeg}_{\text{index}} + \text{Darab}_{\text{index}}}{2}$$

képlet alapján a hím egyedek fejlődésénél az SB kezelésben használt dúsítóanyag bizonyult a legjobbnak (index: 8). A legkevésbé alkalmas eljárásnak a KONT kezelés bizonyult (index: 2). Eredményeink alapján a PANNK kezelést értékeltük a legjobbnak a nőstények esetében (index: 8), míg a legrosszabb az SP kezelés volt (index: 2,5). Nemtől függetlenül eredményeink alapján a legmagasabb index-számmal rendelkező kezelések a PANNK (index: 7,25) és az SB (index: 7,25) voltak. A legkisebb értékek az SP (index: 3,75) valamint a KONT (index: 3,75) voltak.

A többi dúsítóanyag értékelését az 1. táblázatban foglaltuk össze:

KEZELÉS	HÍM			NŐSTÉNY			NEMTŐL FÜGGETLEN		
	Tömegindex ₁	Darabindex ₁	Dúsítóindex ₁	Tömegindex ₂	Darabindex ₂	Dúsítóindex ₂	Dúsítóindex ₁	Darabindex ₂	Dúsítóindex
CHFOOD	2	2	2	6	6	6	2	6	4
CIROK	8	1	4,5	3	4	3,5	4,5	3,5	4
HUNFEED	4	10	7	10	1	5,5	7	5,5	6,25
KONT	1	3	2	1	10	5,5	2	5,5	3,75
LEN	7	4	5,5	7	7	7	5,5	7	6,25
NAPR	9	5	7	5	5	5	7	5	6
PANNK	5	8	6,5	8	8	8	6,5	8	7,25
RECE	6	9	7,5	9	2	5,5	7,5	5,5	6,5
SB	10	6	8	4	9	6,5	8	6,5	7,25
SP	3	7	5	2	3	2,5	5	2,5	3,75

1. TÁBLÁZAT: Az egyes dúsítóanyagok értékelése nemtől függően és függetlenül

KÖVETKEZTETÉSEK

Kísérletünk alapján valószínűsítjük, hogy a gombatermesztésben alkalmazott dúsítóanyagok a termesztésben károsító *Lycoriella ingenua* fejlődését pozitívan befolyásolják. Mind a hímek, mind a nőstények esetében voltak szignifikáns különbségek az egyes dúsítóanyag-keverékeken kikelt imágók egyedszáma között. Nemtől füg-

getlenül vizsgálva ugyanakkor megállapítható, hogy a KONT (Kontroll) kezeléshez képest egyik dúsítóanyag sem különbözött szignifikánsan. Pusztán a kikelt imágók egyedszáma alapján ezáltal nem tudjuk objektíven értékelni a dúsítóanyagok hatását a *Lycoriella ingenua* fejlődésére.

A dúsítóanyagok hatását a tenyészedenyekből gyűjtött imágók tömege alapján is értékeltük. A hímek és nőstények esetében is a legkisebb tömegű rovarokat a KONT (Kontroll) kezelésekből gyűjtöttük. Az egyedszám és tömeg közötti kapcsolatot korrelációs vizsgálattal ellenőriztük és megállapítottuk, hogy nincs a két tényező között fordított kapcsolat. A kezelések többségénél, ahol dúsítóanyagot is kevertünk a komposztba, nagyobb tömegű adultakat mértünk. A kontrollhoz képest 6 kezelésen szignifikánsan nagyobb tömegű egyedek fejlődtek ($p < 0,05$). Hímek tekintetében az SB (Superchamp Basic) kezeléssel gyűjtöttük a legnagyobb tömegű egyedeket, nőstényeknél pedig a HUNFEED (Hungrafeed) kezelésnél voltak a legmagasabb eredmények. A Hungrafeed terméket elsősorban szarvasmarhák takarmányozásánál használják fel. A termék kukoricarost, kukoricalekvár és törtszem keveréke (INTERNET 2). Az állatok takarmányozásánál különösen fontos szempont, hogy a takarmány tápértéke, fehérje- és keményítőtartalma magas legyen, továbbá, hogy ezek fokozatosan szabaduljanak fel. A felsorolt tulajdonságok miatt a takarmánykeveréket dúsítóanyagként is felhasználja a gombaipar. A gombatermesztésben károsító gombaszúnyogok lárvái ugyanakkor a magas fehérjetartalmú takarmányt is elfogyaszthatják, ami elősegítheti a fejlődésüket. A Superchamp Basic egy speciálisan a komposzt dúsítására kifejlesztett anyag, amely magas tápelemtartalma miatt ugyancsak ideális táplálékul szolgálhat a gombaszúnyog lárváinak. A vizsgálataink alapján feltételezhetjük, hogy a dúsítók alkalmazásával hozzájárulunk a *Lycoriella ingenua* gombaszúnyog táplálásához, ami nagyobb vigorral rendelkező egyedeket eredményezhet.

A dúsítóanyagok értékelésekor fontosnak tartottuk, hogy a kikelt imágók számát és az imágók tömegét is figyelembe vegyük. A nagyobb egyedszám a gyors felszaporodás veszélyét hordozhatja magában, ami a természetknél hirtelen megjelenő nagy populációt jelenthet. HONEK kísérletében megállapításra került, hogy a nagyobb testtömeggel nagyobb fekunditás párosult az általa megvizsgált fajokon. Minden 1% szárazanyagban mért testtömeg-gyarapodás közel 0,95%-kal növelte a fekunditást (1993). Így elképzelhető, hogy a nehezebb *Lycoriella ingenua* nőstények is több tojást képesek lerakni. Érdemes megemlíteni ugyanakkor, hogy a nagyobb testtömeg a hím egyedeknél feltételezhetően nem növeli a párosodás sikerességét. *Lycoriella ingenua* hímek esetében ilyen irányú szakirodalmat nem találtunk, ugyanakkor TAYLOR et al. álkérészekon végzett kísérletéből azt figyelték meg, hogy a kis és nagy tömegű hímek párosodási sikeressége között nem volt különbség (1997). Kísérletünk alapján feltételezzük, hogy a *Lycoriella ingenua* szempontjából legkedvezőbb általunk vizsgált gombatermesztésben alkalmazott dúsítóanyag a PannonGold Kukorica és a Superchamp Basic.

Az összes eredményt figyelembe véve feltételezzük, hogy a gombatermesztésben alkalmazott dúsítóanyagok a *Lycoriella ingenua* gombaszúnyog egyedszámára nincsenek, vagy csak kis mértékben vannak hatással. A komposztban található magas nitrogén- és fehérjetartalmú keverékek azonban pozitív tömeggyarapodást eredményeznek a hímeknél és a nőstényeknél is, amely a nőstények fekunditását feltételezhetően növeli.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült”

THE EFFECT OF DIFFERENT WHITE BUTTON MUSHROOM (*AGARICUS BISPORUS*) COMPOST SUPPLEMENTS TO THE DEVELOPMENT OF *LYCORIELLA INGENUA*

KECSKEMÉTI, S.¹, FAIL, J.², GEŐSEL, A.²

¹Szent István University, Faculty of Horticulture, Department of Vegetable and Mushroom Growing

²Szent István University, Faculty of Horticulture, Department of Entomology

KEYWORDS: white-button mushroom cultivation, compost supplements, mushroom flies, *Lycoriella ingenua*

SUMMARY

During white button mushroom cultivation, it is a conventional process to mix different supplements into the compost, in order to increase the yield. It helps the initial development of the mushroom mycelia, which in the end results in more fruiting bodies at harvest. It is unknown, whether the compost supplements have any effect on the mushroom fly *Lycoriella ingenua*, which is an important pest in mushroom cultivation. In our experiment we compared 9 different compost supplements and their effect on *Lycoriella ingenua*. We have concluded that the supplements have a positive effect on mushroom flies, as the number and weight of adult insects increased slightly and significantly, respectively.

TABLES AND FIGURES

FIGURE 1. Oyster mushroom stalk damaged by sciaridae larvae (Picture by: Kecskeméti, 2018)

FIGURE 2. The adult of *Lycoriella ingenua* (A: female, B: male) (Picture by: Kecskeméti, 2017)

FIGURE 3. Compost damaged by sciaridae larvae

FIGURE 4. Pupa of sciaridae larvae

FIGURE 6. Some seed germinated in supplement with soyabean

FIGURE 7. Recorded adult number at different compost supplements in the case of males. Different letters indicate groups that differ significantly (Tukey, $p < 0,05$)

FIGURE 8. Recorded adult number at different compost supplements in the case of females. Different letters indicate groups that differ significantly (Tukey, $p < 0,05$)

FIGURE 9. Recorded adult number at different compost supplements independently from sex. Different letters indicate groups that differ significantly (Tukey, $p < 0,05$)

FIGURE 10. Recorded adult weight at different compost supplements in the case of males. Different letters indicate groups that differ significantly (Tukey, $p < 0,05$)

FIGURE 11. Recorded adult weight at different compost supplements in the case of females. Different letters indicate groups that differ significantly (Games-Howell, $p < 0,05$)

TABLE 1. Evaluation of compost supplements dependently and independently from sex

IRODALOMJEGYZÉK

- ANDREADIS, S.S., CLOONAN, K.R., MYRICK, A.J., CHEN, H., 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. (12): 1127–1136.
- BINNS, E.S. (1980): Field and laboratory observations on the substrates of the mushroom fungus gnat *Lycoriella auripila* (Diptera: Sciaridae). *Annals of Applied Biology*. 96. (2): 143–152.
- CHANG, S.-T., MILES, P.G. (2004): Insect Diseases. In: CHANG, S.-T., MILES, P.G. (Szerk.) *Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact* second edition. CRC Press, New York, USA, pp. 179-185.
- FLETCHER, J.T., GAZE, R.H. (2008): Pests. In: Holleyman, C. (szerk.): *Mushroom Pest and Disease Control: A Color Handbook*. Grafos S.A., Barcelona, Spain, pp. 140–166.
- GERRITS, J.P.G. (1988): Nutrition and compost. In: GRIENSVEN (Szerk.) *The cultivation of mushrooms*. Horst: Mushroom Experimental Station. Sussex. pp.29-72.
- GYÓRFI, J. (2010): *Gombabiológia, gombatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.*

7. HONEK, A. (1993). Intraspecific Variation in Body Size and Fecundity in Insects: A General Relationship. *Oikos*. 66. (3): 483-492.
8. KECSKEMÉTI, S. (2017): Gombatermesztésben károsító sciaridok preferenciája. ITT - Ifjú Tehetségek Találkozója (978-963-269-114-5). Szent István Egyetem, Budai Karok, 2017.12.01 Budapest, pp. 17-30.
9. LEWANDOWSKI, M., SZNYK, A., BEDNAREK, A. (2004): Biology and morphometry of *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae). *Biology Letters*. 41. (1): 41–50.
10. MENZEL, F., MOHRIG, W. (2000): Äußere Morphologie und Terminologie. In: Stark, A., Menzel, F. (szerk.): Revision der paläarktischen Trauermücken (Diptera, Sciaridae). [A Revision of the Palaearctic Black Fungus Gnats (Diptera: Sciaridae)]. Ampyx-Verlag, Halle, Germany, pp. 49-54.
11. OEI, P. (2016): Mushroom Cultivation IV. Amsterdam. ECO Consult Foundation.
12. OVERSTIJNS, A., BOCKSTAEL, L., LANNDY, P. (1988): Champignoneteelt, Overzicht van het onderzoek 1983 to 1988. Onderzoek en Voorlichtingscentrum voor Land- en –Tuinbouw, Beitem, Roslare, Province West-Vlaanderen, Belgium.
13. 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.
14. SHAMSHAD, A., CLIFT, A.D., 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.
15. SONNENBERG, A.S.M., GAO, W., LAVRIJSSSEN, G., HENDRICKX, P., TELLGERD N.S., FOULONGNE-ORIOU, M., KONG, W-S., SCHIJLEN, E.G., BAARS, J.J.P., VISSER, R.G. (2016): A detailed analysis of the recombination landscape of the button mushroom *Agaricus bisporus* var. *bisporus*. *Fungal Genetics and Biology*. 93. (2016): 35–45.
16. TAYLOR, B.W., ANDERSON, C.R., PECKARSKY, B.L. (1997): Effects of size at metamorphosis on stonefly fecundity, longevity, and reproductive success. *Oecologia*. 114. (4): 494-502.
17. 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 & Sons, New York, USA, pp. 279-293.
18. 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.

INTERNETES HIVATKOZÁSOK:

19. INTERNET 1: CPVO fajtakereső adatbázisa: <http://cpvo.europa.eu/en/cpvo-variety-finder> Lekérdezés ideje: 2018.06.03.
20. INTERNET 2: Hungrafeed tápkeverék: <http://www.beuker.sk/image/image-produktyHU/CORNGOLD-Hungrafeed.pdf> Lekérdezés ideje: 2018.06.03.