

A PETTYESSZÁRNYÚ MUSLICA (*DROSOPHILA SUZUKII*) ÉS A *HANSENIASPORA UVARUM* ÉLESZTŐ MUTUALISTA KAPCSOLATÁNAK NÖVÉNYVÉDELMI VONATKOZÁSAI

Erdei Anna Laura, Szelényi Magdolna Olívia, Deutsch Ferenc, Rikk Péter, Köblös Gabriella, Molnár Béla Péter és Kiss Balázs

MTA ATK Növényvédelmi Intézet, Állattani Osztály, 1022 Budapest, Herman Ottó út 15.
e-mail: erdei.anna.laura@agrar.mta.hu

Számos mikrobiális fermentáció során keletkező vegyületről ismert, hogy csalogatja a *Drosophila* fajokat; monitorozásukra régóta használnak különböző almaecet, rizsecet illetve bor alapú csapdákat. Ezek a csalétek igen hatékonyak bizonyultak a populációdinamika nyomonkövetésében, de nem elég szelektívek a pettyesszárnyú muslicára (*Drosophila suzukii*) nézve, emiatt megfelelő használatukhoz taxonómiai képzettség és jelentős időráfordítás szükséges. A pettyesszárnyú muslica és a *Hanseniaspora uvarum* közötti mutualizmus lehetőséget adhat hatékonyabb és szelektívebb csalogatóanyagok kifejlesztésre, amelyek előrejelzésre vagy akár tömegcsapdázásra is alkalmasak lehetnek a jövőben.

Vizsgálatunk során összehasonlítottuk a vörösboros-almaecetet és az élő *H. uvarum*ot tartalmazó csapdák hatékonyságát és szelektivitását. A *H. uvarum*ot tartalmazó palackcsapda szignifikánsan szelektívebb volt a vörösboros-almaecetet tartalmazó csapdához képest, de az utóbbiak szignifikánsan több pettyesszárnyú muslicát fogtak a csapdázás során.

A *H. uvarum* folyadékultúráról szilárd fázisú mikroextrakcióval illatanyaggyűjtést végeztünk és gázkromatográfiával kapcsolt tömegspektrometriával meghatároztuk az illatanyagkomponenseket. Csápdetektoros gázkromatográfiával kilenc csáptaktív vegyületet azonosítottunk.

Kulcsszavak: *Drosophila suzukii*, pettyesszárnyú muslica, *Hanseniaspora uvarum*, élesztő, csapdázás

A mintegy 1500 fajt számláló *Drosophila* genus tagjait hagyományosan nem tekintették mezőgazdasági szempontból jelentős kártevőknek, hiszen a legtöbbjük csak sérült, erősen túlrejt, illetve rohadó gyümölcsrel táplálkozik. A pettyesszárnyú muslica (*Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)) ugyanakkor jelentős elsődleges kártételt okoz, mivel fűrészes tojócsöve segítségével képes egészséges, nem sérült gyümölcsökbe is tojást rakni (Walsh és mtsai 2011).

A Távol-Keleten őshonos fajt Európában és Észak-Amerikában 2008-ban találták meg először, azóta globálisan az egyik legjelentősebb invazív gyümölcskártevővé vált (CABI 2019). A lárvák táplálkozása (elsődleges kártétel) mellett a másodlagos kártétel is jelentős, mivel a felszíni sérülések különböző kórokozóknak nyithatnak utat (pl. *Botrytis cinerea*) (Cini,

Ioriatti, és Anfora 2012). A pettyesszárnyú muslica egyes esetekben akár 80%-kal is csökkentheti a termés hozamot (Rota-Stabelli és mtsai 2013).

A fajt Magyarországon először 2012-ben találták meg Kiss és mtsai (2013), és 2014 óta a kártevő rendszeresen jelentős gazdasági károkat okoz az egyes hazai bogyógyümölcs ültetvényekben (Nagy és mtsai 2017, Orosz és mtsai 2018). Jelenleg kevés hatékony és specifikus növényvédelmi megoldás áll rendelkezésre a pettyesszárnyú muslica ellen (Cloonan és mtsai 2018), ezért a viselkedését befolyásoló élettani és ökológiai tényezők megismerése növényvédelmi szempontból rendkívül fontos.

Egyre több növény-rovar kapcsolat esetében bizonyították, hogy a rovarok és mikroorganizmusok közötti mutualisztikus kapcsolat

jelentősen befolyásolja nemcsak a gazdanövények körét, hanem a rovarok és a növények fiziológiai állapotát is (Frago és mtsai 2012). Ebből a szempontból a *Drosophila* fajok sem jelentenek kivételt; a gyümölcsök felszínét kolonizáló élesztőgombák és a *Drosophila* fajok közötti szoros, kölcsönösen előnyös azaz mutualisztikus kapcsolat már régóta ismert (Starmer és Fogleman 1986). Az élesztők fontos tápanyagforrást jelentenek mind az imágók mind a lárvák számára (Starmer 1981), míg az imágók az élesztők fontos természetes vektorai (Starmer és Fogleman 1986).

A *Drosophila* fajok számára tojásrakás szempontjából az élesztők által kolonizált gyümölcsök attraktívabbak, mint a baktériumok illetve penészgombafajok által kolonizáltak (Oakeshott, Vacek, és Anderson 1989), és erősen preferálják azokat az élőhelyeket, amelyek a fejlődés szempontjából optimális élesztőfajokat tartalmaznak (Scheidler és mtsai. 2015). Nemcsak az élesztők mennyisége, hanem az élesztőközösség fajösszetétele is befolyásolja a lárvák fejlődését (Starmer és Aberdeen 1990).

A pettyesszárnyú muslica lárváinak ürülékéből, az imágók középbeléből és a fertőzött gyümölcsökből izolált mintákban összesen 28 élesztőfajt azonosítottak (Hamby és mtsai 2012). Leggyakrabban a *Hanseniaspora uvarum* volt jelen, de gyakorinak bizonyult a *Metschnikowia pulcherrima*, *Pichia terricola*, és *Pichia kluyveri* is (Hamby és mtsai 2012). A *H. uvarum* egy széleskörűen elterjedt erősen savtoleráns élesztőfaj, amely gyakran izolálható érett, illetve erjedő félben lévő gyümölcsökből és gyümölcslevekből is (Kurtzman és Fell 2011); emellett szerepet játszik a borerjesztés korai fázisában és az ecetsavas erjedésében is.

A *Drosophila* fajok és élesztők közötti szoros kapcsolatban fontos szerepet játszanak az élesztők által kibocsátott illatanyagok, amelyeket a *Drosophila* fajok hatékonyan érzékelnek. Scheidler és munkatársai (2015) a két eltérő tápnövény-preferenciával rendelkező *Drosophila* faj az ecetmuslica (*D. melanogaster*) és a pettyesszárnyú muslica élesztőkkel alkotott kapcsolatát vizsgálták. Csápdetektoros vizsgálatokkal azonosították hat élesztőfaj

illatanyagprofiljának csáptaktív komponenseit, és a válaszok alapján alátámasztották, hogy a különböző kultúrák hatékonyan elkülöníthetők. A pettyesszárnyú muslica az ecetmuslicánál érzékenyebbnek bizonyult az izoamil-acetátra és izobutil-acetátra, amelyeket legnagyobb arányban a *H. uvarum* termelt a vizsgált élesztőfajok között. A pettyesszárnyú muslicát mind a perifériás mind a központi szagló idegrendszer segíti a *H. uvarum* specifikus felismerésében (Scheidler és mtsai 2015).

Hazánkban a pettyesszárnyú muslica jelentős károkat okoz az őszi boggyósokban, sarjon termő málnában, szederben, bodzában. A kártételek időpontja, illetve mértéke az egyes években igen nagy eltéréseket mutat, (Nagy és mtsai. 2017, Orosz és mtsai 2018), ezért kiemelkedően fontos a kártevő hatékony előrejelzésén alapuló védekezés. A pettyesszárnyú muslica csapdázására régóta használnak fermentációs termékeket; vörösbort, ecetet, illetve ezek különböző arányú keverékeit (Landolt és mtsai 2012; Orosz és mtsai 2018). Ezek a csalogatóanyagok azonban számos rovar, köztük más *Drosophila* fajokat is vonzanak, amelyek meghatározása idő- és munkaigényes folyamat megnehezítve a növényvédelmi alkalmazást (Iglesias és mtsai 2014).

A felsorolt szempontokat figyelembe véve fontos lenne a minél szelektívebb csalogatóanyagok kifejlesztése, amit elősegíthet a *H. uvarum* és pettyesszárnyú muslica közötti kapcsolat részletesebb megismerése. Vizsgálataink során *H. uvarum* folyadék-kultúrák tenyészetet tartalmazó és hagyományos vörösboros-almacetes palackcsapdák hatékonyságát és specificitását hasonlítottuk össze szabadföldi körülmények között.

Anyag és módszer

Szabadföldi csapdázás

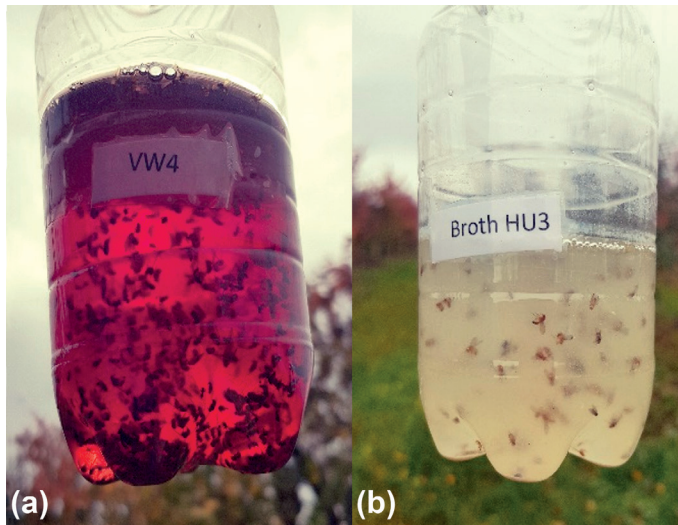
A csapdázás Berkenye község határában található meggyültetvényben zajlott. A csapdatestek egyik oldalukon 2–3 mm átmérőjű lyukkal ellátott, 0,5 literes PET palackok voltak. Csalogató anyagként az Arany Koma márkájú vörösbort és 5%-os almaecet 1:3

arányú keverékét, valamint *Hanseniaspora uvarum* élesztőgombát tartalmazó, élesztőki-vonat-pepton-dextróz (YPD) folyadékkultúrát használtunk (Albers és Larsson 2009). Minden csalétekhez 1 v/v% Antifoam detergenst (Sigma Aldrich Kft. Magyarország) adtunk, és a csapdatesteket 200 ml csalogató anyaggal töltöttük fel. A csapdákat 2018. október 2-án helyeztük ki 10 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben. A palackcsapdákat 1,5 méteres magasságban rögzítettük a fákon, majd 4 héten keresztül hetente ellenőriztük a fogásokat, illetve cseréltük a csalogató anyagot és a csapdatestet (1. ábra). A befogott állatokat az Állattani Osztály laboratóriumában határoztuk meg (Papp 1973, Bächli és mtsai 2004 taxonómiai munkái alapján), a pettyesszárnyú muslica esetén ivarmeghatározást is végeztünk.

A statisztikai kiértékeléseket az IBM SPSS 24 szoftverrel végeztük; kétmintás t-próbát illetve z-próbát használtunk.

Illatanyag-mintavétel és csápdetektoros gázkromatográfiás vizsgálatok

A *Hanseniaspora uvarum* illatanyagprofiljának vizsgálatához 25 ml térfogatú, YPD folyadékkultúrát használtunk, amelyet az illatanyaggyűjtést megelőzően 30 °C-on, 48 órán keresztül síkrázón inkubáltunk. Statikus légtérből szilárd fázisú mikroextrakcióval (SPME) 50/30 µm DVB/CAR/PDMS SPME szállal végeztünk mintavételezést. A mintavételezést megelőzően a SPME-szál kondicionálása a GC-MS inletben történt hélium vivógázzal 250 °C-on 5 percig. Ezt követően az illatanyag-mintavétel egyszerre két SPME szállal 60 percen keresztül 23–25 °C között történt. Az egyik illatanyagmintát Agilent 5890 GC és 5975 MS gázkromatográfjal kapcsolts tömegspektrométerrel (GC-MS), a másik



1. ábra. A vörösboros-almaecettel (a) és *Hanseniaspora uvarum* tenyésztéssel (b) csalétezett palackcsapdák fogásai.

Fotó: Molnár Béla Péter

mintát a csápdetektoros gázkromatográfiával (GC-EAD) vizsgáltuk tovább.

A GC-MS mérés során a gázkromatográf HP-5 UI kapilláris oszloppal volt felszerelve (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm). A vivógáz áramlási sebessége 1 ml/perc volt a futás során, a deszorpció 250 °C-on splitless módban történt. A gázkromatográfiás futás hőmérséklet programja 50 °C-ról indult, majd 10 °C/perccel 270 °C-ig fűtöttük az oszlop teret. A tömegspektrometriás mérés során a gyorsítófeszültség 70 eV volt; az ionfragmenseket a 29–300 m/z értékek közötti pásztázási tartományban regisztrálta a műszer. Az illatanyagkomponensek azonosítását a ChemStation programmal a NIST 2.0 könyvtár alapján végeztük el.

A *H. uvarum* illatanyagprofiljában található csápakív vegyületek azonosítása céljából 9 napos hím és nőtény pettyesszárnyú muslica egyedekkel dolgoztunk. Az állatokat 100 µl-es, levágott végű pipettahegybe rögzítettük oly módon hogy a fej félig a pipettahegyen kívülre került. A mérések során a rovar csápjához Ringer-oldattal feltöltött üvegapilláris érintettünk mikromanipulátorok segítségével. Az üvegapillárisok ezüst elektródokhoz csatlakoztak. A referencia elektród kapillárisát az állat fejének dorsalis közepső régiójába

illesztettük, a mérőelektród kapillárisát pedig a csáp proximális részének arista melletti régiójához. A gázkromatográf kapilláris oszlopán elválasztott anyagok nedvesített légárammal közvetlenül érték a csápot. A gázkromatográf HP-5 (30 m × 0,32 mm × 0,25 μm) típusú kapilláris oszloppal volt szerelve. A hőmérsékletprogram 50 °C-ról indult, majd 10 °C/perccel 250 °C-ig fűtöttük az oszlop teret.

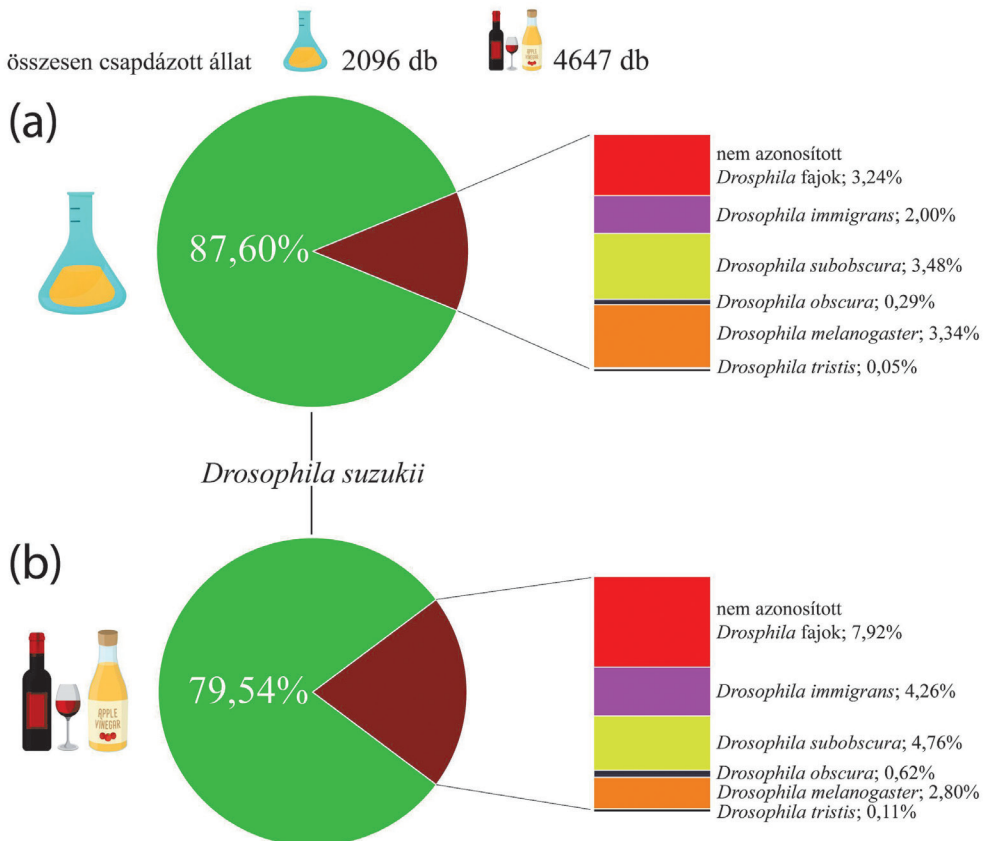
Eredmények és megvitatásuk

Szabadföldi csapdázás

A csapdázott egyedek között a pettyesszárnyú muslica mellett további öt *Drosophila* fajt azonosítottunk. A csapdázás eredményeit a 2. ábra szemlélteti.

A szabadföldi kísérlet négy hete alatt a vörösboros-almaecet szignifikánsan több pettyesszárnyú muslicát fogott, mint az élesztőt tartalmazó csapdák ($t=4,767$ $p<0,01$), tehát a vörösboros-almaecet hatékonyabb csaléteknek bizonyult a pettyesszárnyú muslicára nézve.

Annak megállapítására, hogy melyik csalétek tekinthető specifikusabbnak kétféle z-próbát végeztünk. A vörösboros-almaecet 3,88-szor gyakrabban fogott pettyesszárnyú muslicát, mint bármilyen más *Drosophila* fajt ($Z= 49,90$ $p<0,001$), míg a *H. uvarum* csalétek 7,06-szor gyakrabban fogott pettyesszárnyú muslicát, mint bármilyen más *Drosophila* fajt ($Z= 52,22$ $p<0,001$). Ezek alapján kijelenthető, hogy a *H. uvarum* a pettyesszárnyú muslicára nézve specifikusabb csaléteknek bizonyult (2. ábra).



2. ábra. A *Hanseniaspora uvarum*ot (a) és vörösboros-almaecet (b) tartalmazó csapdák által összesen fogott *Drosophila* egyedek faj szerinti megoszlásának sematikus ábrázolása.

Megvizsgáltuk a kétféle csalétek ivarspecificitását és a kétmintás z-próba eredménye azt mutatta, hogy a vörösboros-almaecet csapda szignifikánsan nagyobb valószínűséggel fogott nőtényt mint hím, míg a *H. uvarum* tartalmazó csapda esetén a fogott állatok ivaránya nem tért el szignifikánsan egymástól ($Z_{\text{vörösboros-almaecet}} = 2,70$ $p < 0,01$; $Z_{H.uvarum} = 0,61$ $p = 0,54$).

A szabadföldi csapdázás eredményei alapján a *H. uvarum* a vizsgált hazai pettyesszárnyú muslica populáció számára is vonzó hatású élesztőfaj. A *H. uvarum* csapda specifikusabb a pettyesszárnyú muslicára nézve mint a vörösboros-almaecet csapda, de az utóbbi hatékonysága hetenkénti csapdacsere esetén lényegesen nagyobbak bizonyult. Iglesias és mtsai (2013) csapdázási kísérlete során az élő *Saccharomyces cerevisiae*-t tartalmazó csapdák szignifikánsan több pettyesszárnyú muslicát fogtak hetente, mint a csak almaecetet és vörösboros-almaecetet tartalmazó csapdák, ugyanakkor a *S. cerevisiae*-t tartalmazó csapdák szignifikánsan többet fogtak más *Drosophila* fajokból is (Iglesias és mtsai 2014). Ez is mutatja, hogy az egyes harmatlégy fajok és élesztők közötti mutualista kapcsolat nem kizárólagos, ugyanakkor az élesztőfajok preferenciája tekintetében különbségek lehetnek az egyes harmatlégy fajok között. Szőlőültetvényben gyűjtött *D. melanogaster* és *D. simulans* egyedeiből egyéb élesztőfajok mellett izolálták a *H. uvarum*-ot (Lam és Howell 2015), ezek alapján más fajok is állhatnak bizonyos mértékben mutualista kapcsolatban a *H. uvarum*-mal, ami magyarázatot adhat a többi *Drosophila* faj csapdázására. Scheidler és mtsai (2015) által elvégzett preferenciavizsgálat szerint a pettyesszárnyú muslica sokkal erősebben vonzódik a *H. uvarum*-hoz, mint a *S. cerevisiae*-hez illetve egyéb élesztőfajokhoz.

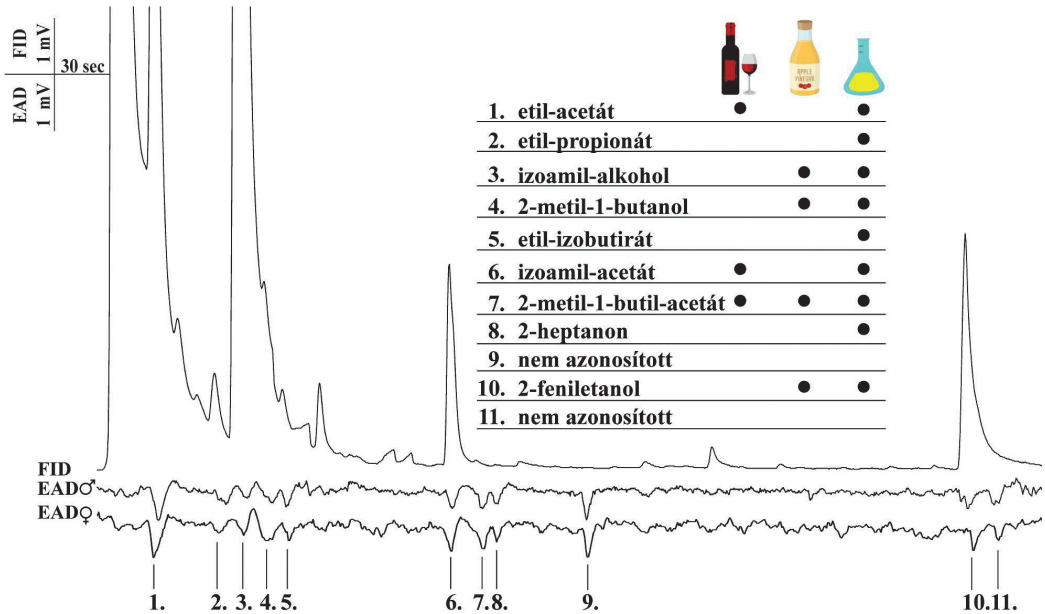
Bár a természetben élő populációk ivaránya nem ismert, a tenyészetekben jellemző az 50–50%-os eloszlás (Zhang és Feng 2019). Ha a két csapda ugyanolyan mértékben csalogatná a hímeket és nőtényeket, az eltérő ivarú csapdázott állatok fogási valószínűsége megegyezne. Ezzel szemben Landolt és mtsai (2011) Oregonban, vörösboros-almaecettel végzett

szabadföldi kísérleteik során lényegesen több hímét csapdáztak, mint nőtényt. Iglesias és mtsai (2014) sem az almaecetet sem a vörösboros-almaecetet tartalmazó csapdák esetében nem találtak különbséget a két ivar arányában. Kiss és mtsai (2016) hazai almaecetes palackcsapdával végzett vizsgálataik alapján megjegyzik, hogy bár számos helyszín adatát összesítve közel egyenlő ivarányt mutattak ki a fogásokban, egyes helyszíneken az ivarány meglepő mértékben eltolódott hol a hímek, hol a nőtények irányába. Mindezek alapján feltételezzük, hogy ezeket az irodalmi eltéréseket nemcsak a csalétek, hanem a populációk ivarányának lokális és időbeli eltérései is befolyásolhatják.

Illatanyag-mintavétel és csápdetektoros gázkromatográfiás vizsgálatok

Megvizsgáltuk, hogy a *H. uvarum* alapú csalétek esetében melyek a csápakatív komponensek, és ezek megtalálhatók-e irodalom alapján a vörösbor, almaecet, és *H. uvarum* csalétek illatanyagprofiljában (3. ábra). A csápdetektoros mérésekkel a *H. uvarum* tenyészetekről származó illatanyagmintákban 11 csápakatív komponenst találtunk, amelyeket gázkromatográfia kapcsolt tömegspektrométerrel azonosítottunk. Csápdetektoros-gázkromatográfiás módszerrel nem találtunk különbséget a hím és nőtény állatok érzékenysége között. Ezek alapján az élesztő illatanyagainak érzékelésére hasonló érzékszőr-repertoárral rendelkezhet a két ivar.

Az általunk azonosított illékony vegyületeket Scheidler és mtsai (2015) SPME-illatanyaggyűjtéssel és GC-MS-sel szintén azonosították a *H. uvarum* folyadék-kultúra illatanyagprofiljában, azonban az izoamil-alkohol és a 2-metil-1-butanol méréseik során nem váltottak ki csápválaszt. Ezeket a különbségeket okozhatja a mérőelektród kapilláris pozíciójának eltérése a csápdetektoros mérés során. A *Drosophila* fajok csápjá speciális topográfiájú, és a csáp felszínének különböző régióiban eltérő érzékenyséű érzékszőrök találhatók (de Bruyne és mtsai 2001). A mérőelektródhoz közelebb elhelyezkedő receptorok felől jobb az elektromos vezetés, mint a távolabbi receptorok felől.



3. ábra. A *Hanseniaspora uvarum* folyadék kultúráról SPME-vel gyűjtött illatanyagminták csápdetektoros gázkromatográfiás (GC-EAD) vizsgálata. Az illatanyagmintákat hímeiken és nőstényeken teszteltük (n=3). A táblázat tartalmazza az általunk azonosított csápkatív komponenseket. Fekete körök jelölik azokat a vegyületeket, amelyeket korábban már azonosítottak vörösbor (Cha és mtsai 2012), almaecet (Zhang és Feng 2019), illetve *Hanseniaspora uvarum* (Scheidler és mtsai 2015) illatanyagprofiljában

A 2-metil-1-butanol acetoinnal és etiloktanoáttal magas dózisban (20 mg) kétféle választásos biotesztben nem csökkenti a keverék vonzó képességét a pettyesszárnyú muslica számára, de önmagában, üres választáshoz képest repellens (Zhang és Feng 2019). Ez alátámasztja, hogy a pettyesszárnyú muslica képes a 2-metil-1-butanol-t érzékelni, de a vegyület viselkedéses hatását szükséges alacsonyabb dózisban megvizsgálni.

Bár az izoamil-alkohol szélcsatornában az ecetmuslica számára vonzó hatása (Becher és mtsai 2012), a pettyesszárnyú muslica terepi csapdázása során nem növelte a szintetikus vegyületekből álló keverék vonzó képességét (Zhang és Feng 2019).

A csápkatív komponensekkel folyamatban vannak további elektrofiziológiai vizsgálatok. A jövőben az azonosított csápkatív vegyületekkel laboratóriumi viselkedési tesztek és szabadföldi csapdázást is szeretnénk végezni.

Következtetések

A *Hanseniaspora uvarum* alapú csalétekfejlesztés új lehetőségeket nyithat a pettyesszárnyú muslica elleni gyakorlati növényvédelemben. Eredményeink alátámasztják, hogy a *Hanseniaspora uvarum* alapú csalétek szelektívebb a pettyesszárnyú muslicára nézve, ugyanakkor a vörösboros-almaecet csapdák heti csalétekcsere mellett magasabb fogásszám érhető el. A vörösboros-almaecet nagyobb fogási hatékonyságában több tényező is szerepet játszhat: eltérhet az illatanyag-kibocsátás dózisa, és időben változhatnak a kibocsátott illatanyagok is; valamint a vörös és sötét színek erősíthetik a csalogatóképességet (Basoalto és mtsai 2013).

A *Hanseniaspora uvarum*ot tartalmazó csapda magasabb specificitásának háttérben a pettyesszárnyú muslica számára vonzó hatású illatanyagprofil áll, ennek elővizsgálatát GC-MS és GC-EAD módszerrel végeztük el. Kilenc csápkatív komponenst azonosítottunk,

amelyek közül négy vegyület sem az almaecet sem a vörösbor illatanyagprofiljában nem található meg irodalmi adatok alapján (Cha és mtsai 2012, Zhang és Feng 2019).

Összességében ígéretes lehet élő *Hanseniaspora uvarum* alapú csapdák fejlesztésével foglalkozni a jövőben, ugyanakkor a csapdázási hatékonyság javításra szorul. Ennek érdekében a családok hatékonyságának időfüggését, a családok öregedését, valamint a vörös színű csapdák alkalmazásának hatását vizsgáló kísérleteket tervezünk elvégezni. Emellett szabadföldi csapdázást tervezünk végezni az élesztő alapú családokban azonosított csápakív komponensekből álló családokkal.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési Innovációs Hivatal (NKFIH) K119844 pályázatának, a GINOP-2.3.2-15-2016-00061, a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, valamint az ÚNKP-18-4 Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói, Kutatói Ösztöndíj anyagi támogatásával készült.

IRODALOM

- Albers E. and Larsson, C. (2009): A comparison of stress tolerance in YPD and industrial lignocellulose-based medium among industrial and laboratory yeast strains. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 36(8): 1085–1091.
- Bächli, G., Vilela, C.R., Escher, S.A. and Saura, A. (2004): The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. In *The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark*. Brill Academic Publishers, Leiden.
- Basoalto, E., Hilton R. and Knight, A. (2013): Factors affecting the efficacy of a vinegar trap for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Applied Entomology*, 137(8): 561–570.
- Becher, P.G., Flick, G., Rozpędowska, E., Schmidt, A., Hagman, A., Lebreton, S., Larsson, M.C., Hansson, B.S., Piškur, J., Witzgall, P. and Bengtsson, M. (2012): Yeast, not fruit volatiles mediate *Drosophila melanogaster* attraction, oviposition and development. *Functional Ecology*, 26(4): 822–828.
- De Bruyne, M., Foster, K. and Carlson, J. R. (2001): Odor coding in the *Drosophila* antenna. *Neuron*, 30(2): 537–552.
- Cha, D. H., Adams, T., Rogg, H. and Landolt, P. J. (2012): Identification and field evaluation of fermentation volatiles from wine and vinegar that mediate attraction of spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Journal of chemical ecology*, 38(11): 1419–1431.
- Cini, A., Ioriatti, C. and Anfora, G. (2012): A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bulletin of insectology*, 65(1): 149–160.
- Cloonan, K. R., Abraham, J., Angeli, S., Syed, Z. and Rodriguez-Saona, C. (2018): Advances in the Chemical Ecology of the Spotted Wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*) and its Applications. *Journal of chemical ecology*, 44(10): 922–939.
- CABI: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/109283>
- Frago, E., Dicke, M. and Godfray, H. C. J. (2012): Insect symbionts as hidden players in insect–plant interactions. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(12): 705–711.
- Hamby, K. A., Hernández, A., Boundy-Mills, K. and Zalom, F. G. (2012): Associations of yeasts with spotted-wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*; Diptera: Drosophilidae) in cherries and raspberries. *Applied Environmental Microbiology*, 78(14): 4869–4873.
- Iglesias, L. E., Nyoike, T. W. and Liburd, O. E. (2014): Effect of trap design, bait type, and age on captures of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in berry crops. *Journal of economic entomology*, 107(4): 1508–1518.
- Kiss, B., Lengyel G., Nagy Zs. és Kárpáti, Zs. (2013): A pettyesszárnyú muslica (*Drosophila suzukii*) első magyarországi előfordulása. *Növényvédelem*, 49(3): 97–99.
- Kiss, B., Kis, A. és Kákai, Á. (2016): The rapid invasion of spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), in Hungary. *Phytoparasitica*, 44: 429–433.
- Kurtzman, C.P. and Fell J.W. (2011): *The Yeasts*. Elsevier, Amsterdam.
- Lam, S. S. and Howell, K. S. (2015): *Drosophila*-associated yeast species in vineyard ecosystems. *FEMS microbiology letters*, 362(20): fmv170.
- Landolt, P. J., Adams, T. and Rogg, H. (2012): Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol. *Journal of Applied Entomology*, 136(1–2): 148–154.
- Oakeshott, J. G., Vacek, D. C. and Anderson, P. R. (1989): Effects of microbial floras on the distributions of five domestic *Drosophila* species across fruit resources. *Oecologia*, 78(4): 533–541.
- Orosz, Sz., Kiss, B., Szántóné Veszelka, M., Pestiné Jánoska, Zs., Torzsa, S., Krocskó, G. és Kákai,

- Á. (2018): A pettyesszárnyú muslica térhódítása hazánkban. *Növényvédelem*, 79(54): 237–45.
- Nagy, G. M., Varga J. és Dénes F.** (2017): *Drosophila suzukii* (Matsumura) fertőzés terjedése és kártétele 2016-ban Magyarországon. in: Tanulmánykötet Mészáros Károly tiszteletére, 37–42.
- Papp, L.** (1973): Trágyalegyek-Harmatlegyek – Sphaeroceridae-Drosophilidae, Magyarország állatvilága XV. kötet 7. füzet
- Starmer, W. T. and Aberdeen, V.** (1990): The nutritional importance of pure and mixed cultures of yeasts in the development of *Drosophila mulleri* larvae in *Opuntia* tissues and its relationship to host plant shifts. In *Ecological and evolutionary genetics of Drosophila* (pp. 145–160). Springer, Boston, MA.
- Rota-Stabelli, O., Blaxter, M. and Anfora, G.** (2013): *Drosophila suzukii*. *Current Biology* 23(1): R8–9.
- Scheidler, N. H., Liu, C., Hamby, K. A., Zalom, F. G. and Syed, Z.** (2015): Volatile codes: correlation of olfactory signals and reception in *Drosophila*-yeast chemical communication. *Scientific reports*, 5: 14059.
- Starmer, W. T.** (1981): A comparison of *Drosophila* habitats according to the physiological attributes of the associated yeast communities. *Evolution*, 35(1): 38–52.
- Starmer, W. T. and Aberdeen, V.** (1990): The nutritional importance of pure and mixed cultures of yeasts in the development of *Drosophila mulleri* larvae in *Opuntia* tissues and its relationship to host plant shifts. In *Ecological and evolutionary genetics of Drosophila* (pp. 145–160). Springer, Boston, MA.
- Starmer, W. T. and Fogleman, J. C.** (1986): Coadaptation of *Drosophila* and yeasts in their natural habitat. *Journal of Chemical Ecology*, 12(5): 1037–1055.
- Walsh, D.B., Bolda, M.P., Goodhue, R.E., Dreves, A.J., Lee, J., Bruck, D.J., Walton, V.M., O'Neal, S.D. and Zalom, F.G.** (2011): *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. *Journal of Integrated Pest Management*, 2(1): G1–G7.
- Zhang, A. and Feng, Y.** (2017): U.S. Patent Application No. 15/450,208.

THE MUTUALISTIC RELATIONSHIP BETWEEN THE SPOTTED WING DROSOPHILA (*DROSOPHILA SUZUKII*) AND *HANSENIASPORA UVARUM* YEAST AND ITS POSSIBLE BENEFITS IN PEST MANAGEMENT

A. L. Erdei, M. O. Szelényi, F. Deutsch, P. Rikk, G. Köblös, B. P. Molnár and B. Kiss

Plant Protection Institute CAR HAS, Herman Ottó street 15. Budapest H-1022 Hungary
 e-mail: erdei.anna.laura@agrar.mta.hu

Drosophilids are known to be attracted to various volatile components formed during microbial fermentation, thus vinegar and wine based traps are widely used for trapping *Drosophilidae* species. However, these baits are not species selective and identification of the caught species requires time and expertise. The mutualistic relationship between *Drosophila suzukii* and *Hanseniaspora uvarum* may give a unique opportunity to create a more effective and more selective bait for monitoring or even mass trapping the spotted wing drosophila.

We tested this possibility in field trapping experiments in which liquid culture of *Hanseniaspora uvarum* and wine-apple vinegar baited bottle traps were placed in a cherry orchard near Berkenye. The selectivity of *H. uvarum* baits for *D. suzukii* was significantly higher than that of wine-apple vinegar baits. However, the wine-apple vinegar bait was more attractive for *D. suzukii*.

To analyze the headspace of *H. uvarum* liquid culture the headspace volatiles were collected with solid-phase microextraction, and analysed with gas chromatograph coupled with mass spectrometer to identify the most abundant components. To understand which components can be detected by the antennae of *D. suzukii*, we applied gas chromatograph coupled with electroantennography and identified nine antennally active volatile components.

Keywords: *Drosophila suzukii*, spotted wing drosophila, *Hanseniaspora uvarum*, yeast, trapping

Érkezett: 2019. május 8.