



A foltosszárnyú muslica (*Drosophila suzukii* Matsumura, 1931) kártétele bogyós gyümölcsökben, és a szalicilsav, mint lehetőség a kártevő elleni védekezésben

GOMBKÖTŐ CSILLA*, KOLLÁNYI ÁGNES, KOLLÁNYI GÁBOR, VARGA JENŐ

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet

Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, Fertődi Kutatóállomás, Sarród

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-4689-2858>

Email: Gombkoto.Csilla@uni-mate.hu

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-7999-0891>

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-8533-7628>

*Corresponding author/Levelező szerző

Received/Érkezett: 2025.09.14.

Revised/Átdolgozva: 2025.10.27.

Accepted/Elfogadva: 2025.11.15.

Published/Megjelent: 2025.12.23.

ÖSSZEFOGLALÁS

A foltosszárnyú, vagy pettyesszárnyú muslica (*Drosophila suzukii*) egy Kelet-Ázsiából származó, de napjainkban egész világon jól ismert kertészeti kártevő, amely főként a bogyós gyümölcsökben, illetve egyes csonthéjas növényeken okoz súlyos gazdasági károkat. A nőivarú egyedek fűrészszemű tojócsővel rendelkeznek. Az érőfélben lévő gyümölcsbe petét helyezve a bogyó lehullik, másodlagos fertőzések (gombák, baktériumok) révén rothad és eladhatatlanná válik. Mivel napjainkban hazánkban még nincs teljesen bevált védekezési eljárás a kártevő ellen, fontos, hogy azt minél előbb megtaláljuk. A bogyós gyümölcsöknél külön nehézséget jelent az élelmezési várakozási idő betartása, mivel általában folytonérő fajokról van szó, ezért lenne kíváncsi egy biológiai növényvédelmi módszer kidolgozása. Évek óta folynak kísérletek természetes eredetű repellens anyagok kidolgozására, parazitoid fajok alkalmazására, a terület izolálására. Ezek a módszerek, technológiák azonban gyakran nem hozzák meg a hozzájuk fűzött reményeket. A növényélettannal foglalkozó szakemberek javaslataira indultak kísérletek a szalicilsavas, illetve jázmonsavas készítményekkel való kezelésekre. Ezek ugyanis képesek növelni a növények immunitását, könnyebben kivédve ezáltal a kórokozók, kártevők támadásait. A cikk egy szalicilsav tartalmú növénykondicionáló készítménnyel történt kezelés tapasztalatait írja le, amelyet a MATE KERTI GYKI Fertődi Kutatóállomásán hajtottak végre. A 2024-es és 2025-ös években a bogyókban lévő lárvapopuláció nagysága mérséklődött, ezért a szalicilsav – az eddigi tapasztalatok alapján és későbbiekben folytatódó kísérletek mellett – ígéretes alternatívának mutatkozik a kártevő elleni védekezésben.

Kulcsszavak: *Drosophila suzukii*, bogyós gyümölcsök, folytontermők, szalicilsav, szisztémás szerzett rezisztencia



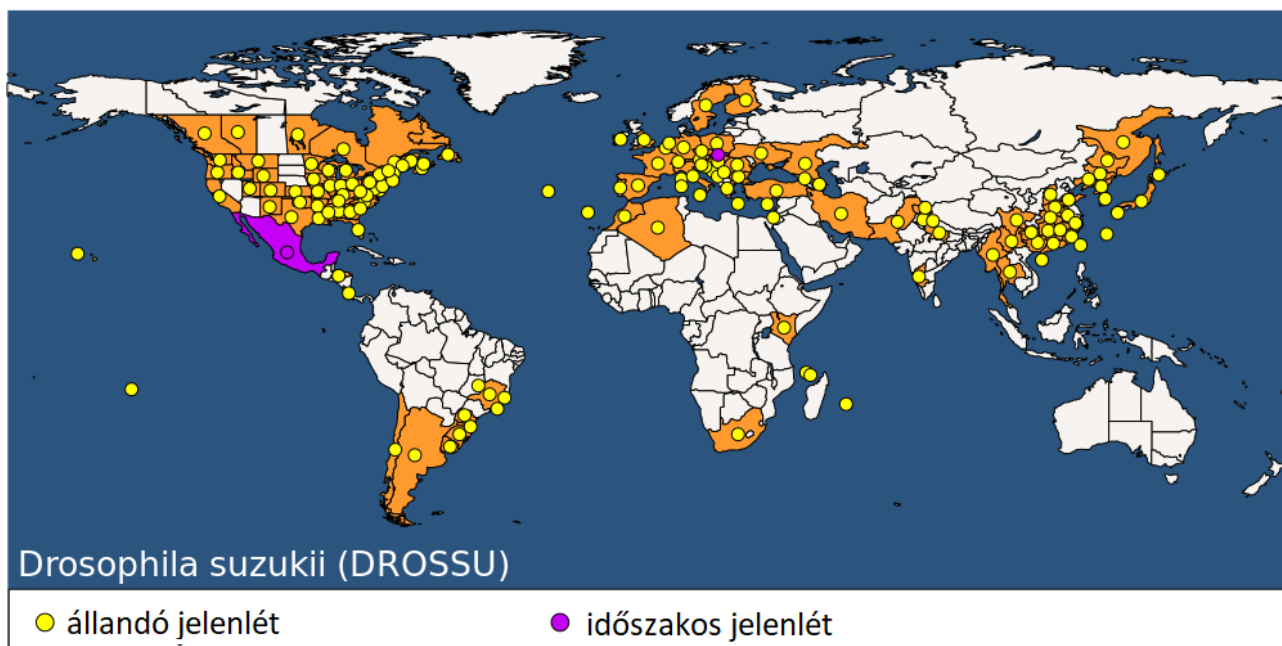
1. BEVEZETÉS

A foltosszárnyú muslica egyre nagyobb károkat fog okozni a közeljövőben, még inkább megnehezítve az egyébként is munka- és időigényes bogyós gyümölcsök termesztését. A kártevők elleni védekezés legfontosabb alapelvei, hogy az ültetvény helye megfelelően kerüljön kiválasztásra, elkerülve a *Drosophila suzukii* természetben is előforduló tápnövényeinek közelségét. Fontos a terület folyamatosan tisztán, gyommentesen tartása, a lehullott gyümölcsök eltávolítása. Ezeken túlmenően fontos lehet egy környezet- és egészségkímélő technológia kidolgozása a kártevők egyedszámának mérséklésére, ökonómiai küszöbszint alatt tartására. Egyesek javasolják a termőhelyen izolátorhálók felállítását, amely fizikai gátat szab a foltosszárnyú muslicának a növény megközelítésében. Ennek hátránya, hogy beruházási költsége magas, és folyamatos karbantartást igényel. Emiatt főként kisebb területeken, házikertekben jelenthet ez megfelelő megoldást. A külföldön sikerrel alkalmazott parazitoid rovarok alkalmazása Magyarországon nem járt sikerrel. Sajnos az őshonos parazitoid fajok között nem találni olyat, ami hatékonyan venné fel a küzdelmet a kártevő ellen (pl. *Trichopria drosophilae* Kieffer, 1912), a külföldről betelepített parazitadarazsak (pl. *Ganaspis brasiliensis* Ihering, 1905; *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani, 1875) viszont a hazai környezeti körülmények között nehezen maradtak életben. A MATE kecskeméti kutatóállomásán a szőlőben szalicilsavval végzett kísérletek sikerekkel jártak, ezért került ez a technológia átültetésre Fertődre, szeder ültetvényre. A növény kiválasztása az alapján történt, ahol a legnagyobb kár volt megfigyelhető az elmúlt években. A vizsgálatokra két évben: 2024-ben és 2025-ben került sor. Második évben a szalicilsavas kezelés mikroelemtrágyázással lett kiegészítve, hogy növények hatékonyabban védekezzenek a gombabetegségek (pl. *Botrytis cinerea*) ellen.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), más néven pettyesszárnyú, vagy foltosszárnyú muslica egyre nagyobb figyelmet kap a világon, így hazánkban is a gyümölcsstermesztésben. A fajt eredetileg Japánban ismerték fel, 1916-ban, majd először 1931-ben Matsumura írta le. A kelet-ázsiai szigetországban főként cseresznyeültvényekben okozott nagyobb károkat, amely akár a 75 %-ot is megközelítette (Kanzawa, 1939).

A rovar rendkívüli alkalmazkodó képessége lehetővé tette, hogy először a környező országokban, majd a távoli kontinenseken is megjelenjen (Kirschbaum et al, 2020). Észak-Amerikában 2008-ban jelent meg először Kariforniában (Walsh et al., 2011), illetve párhuzamosan Európában is ekkor regisztrálták az első egyedeket a spanyolországi Katalóniában (Calabria et al., 2012), ahonnan gyorsan áterjedt a közeli Olaszországra, majd Svájcra (Cini et al., 2012). A kártevő vándorlását még inkább felgyorsította a globalizáció, a termékek export- import tevékenysége (Bing et al., 2020) (1. ábra).



1. ábra: A *Drosophila suzukii* elterjedése a világon

Forrás: EPPO, 2025

Hazánkban először 2013-ban találták meg egy Balaton közeli autópályán kihelyezett csapdában. Ettől kezdve egyedszámuk rohamosan növekedett, és az ország egész területén megjelent. További gondot jelent, hogy a rovar nagy reprodukciós képességgel rendelkezik: kedvező körülmények között egy nőivarú egyed élete során akár 400 petét is elhelyezhet, és akár 13 nemzedék is kialakulhat (Cini et al., 2012).

Kezdetben gyanították, hogy a faj hazánk kontinentális éghajlatán képtelen áttelelni. Hazai kutatások azonban bizonyították, hogy valószínűleg a kevésbé hideg telek következményeként a rovarok télen is itt maradnak. A MATE KERTI GYKI Fertődi kutatóállomása például nagy számban megfigyelte a tiszafákon áttelelő egyedeket (Horváth, 2023). A foltösszárnyú muslica imágó alakban tel, melynek köszönhetően téle egy reproductív, hidegtűrőbb alakot vesz fel, mely segíti túlélését a téli hónapokban a természeti területeken (Buck et al., 2022). A téli alak -6 °C-on 45 órán keresztül is életben marad; csupán a populáció 50 %-a mutatott letalitást Winkler et al. (2021) vizsgálataiban. Gazdanövényei közé tartoznak a bogyós gyümölcsök (szamóca (*Fragaria x ananassa*), áfonya (*Vaccinium spp.*), ribizli (*Ribes spp.*), szeder (*Rubus fruticosus*), málna (*Rubus idaeus*), bodza (*Sambucus nigra*)), a szőlő (*Vitis vinifera*), cseresznye (*Prunus avium*), meggy (*Prunus cerasus*), de csonthéjasokban (*Prunus domestica*, *Prunus persica* etc.) is megtalálták már a kártevőt. Eddigi tapasztalataink szerint a legnagyobb kárt a bogyósgyümölcsökben okozza, ahol a termés akár 80-90 %-át is tönkretelheti. A vadon élő növényfajok közül Fertődön a tiszafákon (*Taxus baccata*) jelentkezett a kártevő nagy mennyiségben télen, így feltételezhető, hogy szívesen vészelik itt át a zord körülményeket. Tavasszal pedig innen indulhat a fertőzés. (Poyet, 2015). Kenis et al. (2016) összegyűjtötték az Európában lehetséges tápnövényeket. Megállapították, hogy a 19 családba tartozó 84 növényfajon azonosítható a *Drosophila suzukii*. Ez közé az alábbiak tartoznak: a *Cornus*, *Rubus*, *Prunus*, *Sambucus* és *Vaccinium* nemzetség fajai, valamint a *Ficus carica*, *Frangula alnus* és *Taxus baccata*. A nem haszonnövényként jelenlévő egyéb fajok nagy száma miatt sürgetőnek tartják egy területi szintű védekezés lehetőségét.



Külön problémát jelent, hogy míg más gyümölcslegyek, mint például a *Drosophila melanogaster*, azaz közönséges muslica a túlérést, rothadásnak indult gyümölcsöket fogyasztja, illetve azon szaporodik, addig a *Drosophila suzukii* képes az éppen érőfélben lévő gyümölcsökbe helyezni petéit fűrészcső segítségével. (Lee et al., 2011; Crava et al., 2020). Kimutatták, hogy a párosodott nőstények vonzódnak az ép gyümölcsökből kibocsátott illatanyagokhoz, igyekeznek azt mielőbb felkeresni (Keesey et al., 2015; Revadi et al., 2015). A gyümölcsön keletkezett sebzések nyílt utat nyitnak a baktériumos és gombás fertőzéseknek. Következésképpen a bogyók penészednek, korhadnak, összeaszódnak (Ioratti et al., 2018, Németh et al., 2024). A termés eladhatatlanná válik, hatalmas gazdasági károkat okozva a termelőknek.

Sajnos teljesen biztonságos védekezési módszerrel még nem rendelkezünk a rovar ellen. A kémiai összetételű inszekticidek közül az alábbi hatóanyagtartalommal rendelkezők bizonyultak hatásosnak:

- szerves foszfátok: olyan organofoszfátok, amelyek a rovarok idegrendszerének működését zavarják meg oly módon, hogy a hatóanyag gátolja az acetilkolin-észteráz enzimet (AChE), amelynek következtében az acetilkolin (ACh) felhalmozódik az idegi szinapszisokban és hiperstimulációt hoznak létre;
- piretroidok: szintén az idegrendszerben okoznak károsodást, viszont ebben az esetben az idegimpulzusokért felelős nátriumcsatornához kötődnek, majd tartós depolarizációt hoznak létre, ezáltal az idegrendszer kimerül;
- karbamátok: ezek a szerves foszfátokhoz hasonlóan működnek, az acetilkolin-észteráz (AChE) működésének gátlásával (Fukuto, 1990; Sánchez-Bayo, 2012);
- spinosinok: hasonlóan működik, mint az előző hatóanyagok. Itt egy természetes hatóanyagról beszélünk, amelyet a *Saccharopolyspora spinosa* talajlakó baktériumból nyernek ki. A nikotinos acetilkolin-receptorokhoz (nAChR) kapcsolódnak, folyamatos nátriumion-beáramlást okozva a nátriumcsatornákon. A hiperstimuláció következtében itt is az idegrendszer kimerülése okozza a rovar pusztulását;
- és néhány diamid hatóanyagú: ide a legújabb inszekticidek tartoznak. A rovarok izomsejtjeiben található ryanodin-receptorokhoz (RyRs) csatlakoznak, meggátolva azok működését. Ennek következtében kontrollálatlan kalciumion-beáramlás következik be, amely a kártevők bénulását okozza (Casida, 2015).

Ezek az imágókkal szemben alkalmazhatók (Haviland et al., 2012; Shower, 2020). Meg kell azonban említeni, hogy a fent említett gazdanövények közül a legjobban sújtott bogyós gyümölcsök többsége folytontermő. A betakarítás a nyári hónapokban folyamatosan zajlik, így az ültetvényben jelen lévő kártevő permetezése az élelmezési várakozási idő betartása miatt korlátozott, vagy kivitelezhetetlen (Gombkötő, 2024). Kémiai védekezésre a gyümölcs végleges lekerülése után van lehetőség. Poyet et al. (2015) megállapították ugyanis, hogy a szederben betakarítás után hirtelen egy újabb rajzásnak indult a kártevő. A szüretet követően a lehullott gyümölcsökben, illetve gyümölcsmúmiákban gyorsan elszaporodott a foltosszárnyú muslica. A globális éghajlatváltozás következménye azonban, hogy a kártevők, kórokozók alkalmazkodóképessége megváltozik, valamint a hatóanyagok rotációjának hiányában egyre inkább rezisztenssé válnak az egyes növényvédelmi kezelésekre, ami további problémákat okoz (Ma et al., 2021; Zhang et al., 2021).

A kutatók a fentieket figyelembe véve több kísérletet végeztek biológiai növényvédelmi technikák kidolgozására.

Bár a biológiai védekezésben nem találtak még egyetlen parazitoid, vagy predátor rovar, amely a *Drosophila suzukii* ellen önmagában teljeskörű, gazdaságilag is fenntartható megoldást nyújtana,



külföldi kísérletekben már léteznek bevált, természetben előforduló parazitoid rovarfajok (parazitadarazsak), amelyek alkalmazása nálunk egyelőre még nem honosodott meg, mert ezek a hasznos szervezetek a hazai éghajlati körülmények között képtelenek áttelelni. Észak- Amerikában, Oregon, Washington és Kalifornia államban sikeresnek bizonyultak a *Ganaspis kimorum* Buffington, (2024), *Trichopria drosophilae* Perkins (1910), *Leptopilina japonica* Novkovič és Kimura, (2011), valamint *Pachycrepoidus vindimmae* Rondani, (1875) fajok betelepítésére irányuló kísérletek (Jarrett et al., 2022). Európában több országban is belekezdtek kiterjedt vizsgálatokba, hogy a megfelelő parazitoid szervezetekkel vegyék fel a versenyt a *Drosophila suzukii* kártevő ellen. Giorgini et al. (2019) olaszországi vizsgálataikba hét *Braconidae* fajt, egy *Asobara* fajt és *Leptopilina japonica*-t vizsgálta, mint lárvaparazitoidot. A bábparazitoidok közül a *Trichopria drosophilae diapriida* és a *Pachycrepoideus vindemiae pteromalid* kerültek a kísérletbe. Svájcban hasonló kísérleteket végeztek, amelynek során az alábbi fajokkal próbálkoztak: *Pachycrepoideus vindemmiae*, *Leptopilina heterotoma*, Thomson (1862), *Leptopilina boulardi* Barbotin et al. (1979), *Trichopria* fajok, illetve két *Pteromalidae* faj. Bár egyes fajok hatékonyak bizonyultak, széleskörű elszaporításuk a változó klimatikus viszonyok miatt akadályokba ütközött (Knoll et al., 2017).

Az őshonos természetes ellenségekkel végzett vizsgálatok során arra a következtetésre jutottak, hogy ezeknek a fajoknak nincs koevolúciós múltjuk az egzotikus fajokkal (jelen esetben a *Drosophila suzukiival*), így általában kevésbé hatékonyan támadják őket (Kraaijeveld et al., 2001; Abram et al., 2017; Kruitwagen et al., 2018). Ezenkívül az új gazdaszervezethez való alkalmazkodás akadályozott lehet a vadonban, ahol mind az új, mind az őshonos gazdaszervezet elérhető (Jarrett et al., 2022). Évekkel ezelőtt megindultak a vizsgálatok arra vonatkozóan, hogy a növények ellenállóképességét hogyan lehetne növelni oly módon, hogy saját maga vegye fel a küzdelmet adott kórokozóval szemben. A fürtös gyümölcsöknél megfigyelhető ezen kívül, hogy a kocsányok megnyúlásával a növény lazább struktúrájú lesz, így kevésbé képesek a különböző károsító szervezetek megtelepedni rajta (Harinda Champa et al., 2014). Külföldi kísérletek hatásosnak találták a jázmonsav, valamint a szalicilsavval történő permetezést.

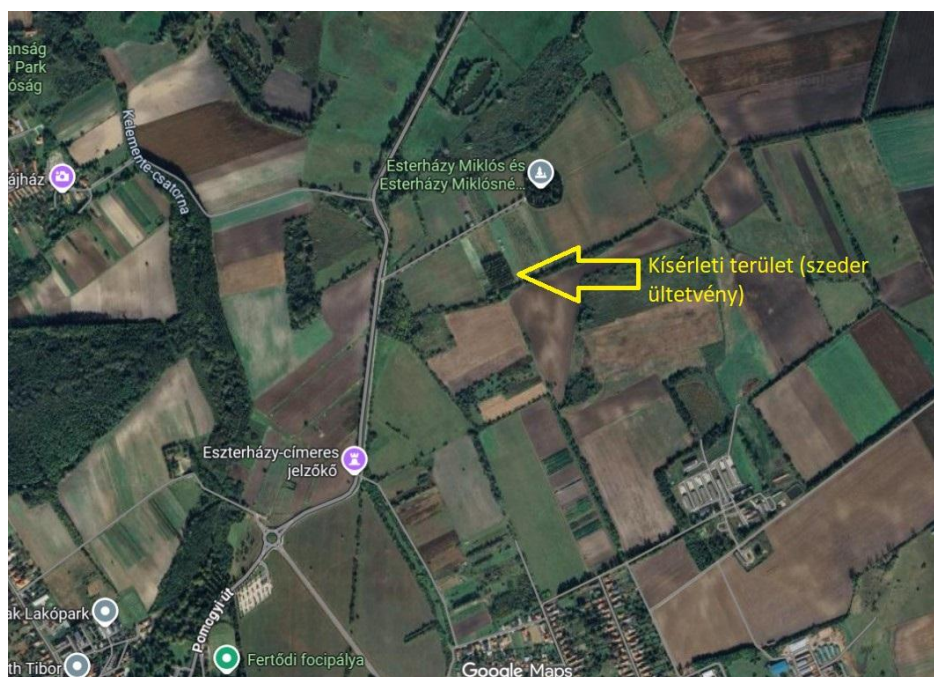
A szalicilsav az egyik legfontosabb növényi hormon, amely különféle stresszválaszokat és fejlődést szabályoz, például a kórokozókkal szembeni rezisztenciát, a virágzást, a termogenezist, az öregedést és az abiotikus stresszválaszokat. Ezek közül a funkciók közül a növényi immunválaszban betöltött szerepét tanulmányozták leggyakrabban (Gaffney et al., 1993; Kim és Lim, 2023; Zhang et al., 2025). A növényi immunrendszer nagyon összetett. A védekező válaszokat az alábbiak válthatják ki: a mikrobákhoz kapcsolódó molekuláris mintázatok (MAMP által kiváltott immunitás – MTI), effektor fehérje egy fertőzés során (ETI). Ezeken túlmenően létezik egy szisztémás szerzett rezisztencia (SAR) (Ross, 1961). Számos tanulmány kimutatta, hogy a SA központi szerepet játszik ebben az immunválaszban, ami antimikrobiális fehérjék felhalmozódásához és szisztémás védelemhez vezet a növény egészében. (Delaney et al., 1994; Yan et al., 2014; Koo, 2020; Hou et al., 2022). Mivel ez indukálható immunválasz, azóta széleskörű vizsgálatokat indítottak, hogy a specifikus kórokozókkal szemben hogyan lennének képesek megnövelni a növény ellenállóképességét ezen vegyület segítségével (Ward et al., 1991; Shimono et al., 2012; Vlot et al., 2021). Megállapították, hogy az immunitásban betöltött szerepével együtt szükség van erre a hormonnra a megfelelő gyökérmikrobiom kialakulásához is, aminek további szerepe lehet a kórokozókkal szembeni védekezésben (Zhang et al., 2019). A szalicilsav szintézise indukálható mind a lokális, mind a szisztémás szövetekben, ahol a sejthalál antagonistájaként, tehát a sejtek túlélésében játszhat szerepet a korábban említett, kórokozókkal szembeni védelem mellett (Fu et al. 2012; Zavaliev et al. 2020). Meg kell említeni emellett, hogy ez a vegyület detoxifikálja a káros reaktív oxigénfajtákat,

így indukálva a rezisztencia kialakulását (Király, 2004). A magasabb szalicilsavszint a kártevők elleni védekezésben is szerepet játszik. Egyrészt közvetlenül is gyengítheti a rovar immunrendszerét azáltal, hogy emésztőrendszerüket megzavarja. Közvetetten pedig azáltal, hogy a szalicilsav jelűtja kölcsönhatásban áll a más hormonok (pl. jázmonsav, etilén) által szabályozott védekezési útvonalakkal. Ez az úgynevezett crosstalk, amelynek révén a növény védekezési stratégiába kezd a kártétel ellen (pl. mérgező, vagy riasztó anyagok felszabadítása) (Tian et al., 2025).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A *Drosophila suzukii* egy évtizeddel ezelőtti megjelenése után az országban nagyon gyorsan elterjedt. A MATE KERTI GYKI Fertődi Kutatóállomásán is hamar jelentkezett a probléma. Erre reagálva, 2019 óta folynak adatgyűjtések annak megismerésére, hogy mekkora kártétellel kell számolni a különböző bogyós gyümölcsökben.

A kísérleti terület Fertőd város északi oldalán található, az úgynevezett Sírdombon, egy erdősáv mellett (2. ábra). Az intézmény kereteiben itt bodza, szeder, málna, szamóca, fekete berkenye, ribiszke fajtanemesítés folyik, amely mind a *Drosophila suzukii* tápnövénylistáján szerepel.



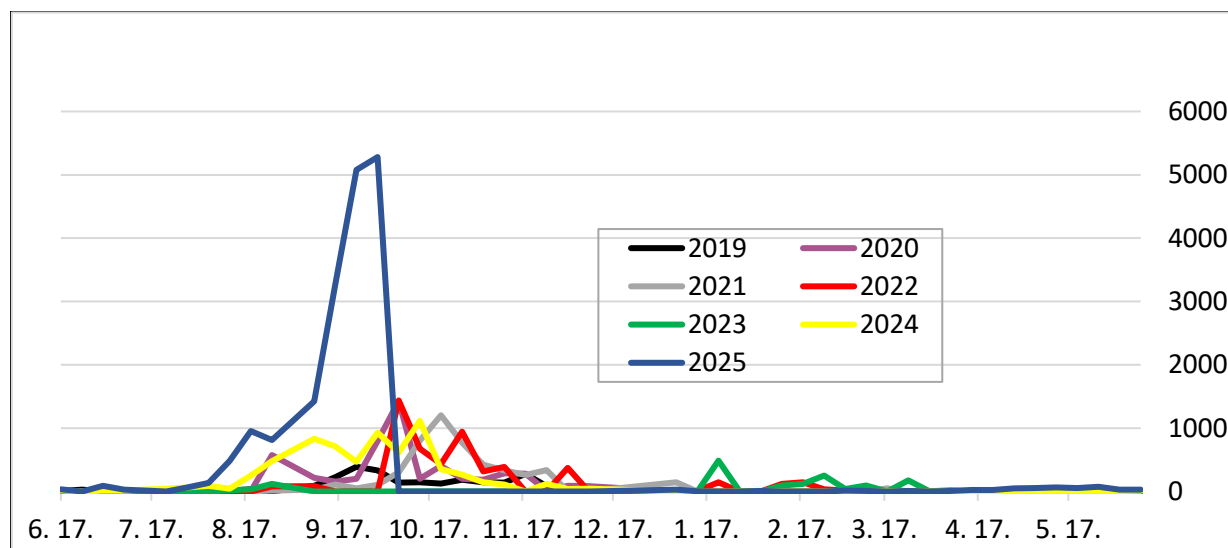
2. ábra: A MATE KERTI GYKI kísérleti területe (Fertőd)

Forrás: Googlemaps

Az egyedszámok megállapítására, a rajzásdinamika nyomon követésére csapdázásos módszer került bevezetésre. A málna, a szeder, illetve a bodza ültetvényekbe 2-2 csapda került kihelyezésre. Ezenkívül az ültetvény melletti erdősávba is kerültek csapdák, valamint a környéken elhelyezkedő tiszafákon egyaránt. Ezek eleinte Csalomon® Varl típusú varsás csapdák voltak, majd a fenntarthatóság és környezetvédelem jegyében ezek Red Vaso Trap csapdákkal kerültek lecserélésre. Ez utóbbi ugyanis jóval kevesebb műanyag felhasználásával készül.

A többféle csalogatóanyag kipróbálása után leghatékonyabbnak az almaecet és almaecet- etanol keveréke bizonyult. Almaecetből 100 ml kerül a csapdába, míg a keverék 100 ml almaecet és 10 ml etanol (vörösbor) hozzáadásával készül.

A csapdák egész évben kinn vannak a vizsgálati területen, begyűjtésük a fogott muslicákkal együtt hetente történt. A laborba került minta kiértékelésére egy Delta SZ-450 sztereomikroszkóp állt rendelkezésre. A petri csészére helyezett rovarok közül első körben kiválasztásra és elkülönítésre kerültek az egyéb fajok. Ezután a hím és nőivarú muslicák száma külön- külön került feljegyzésre. Az adatok rendszerezése Excel táblázatban történt. Ebben feltüntetésre került az időpont, a csapda helye, a csapdában alkalmazott csalogatóanyag, valamint a fogott egyedszám, nemenként. Az adatokat összegezve, majd a kihelyezett csapdák számával leosztva megkaptuk az átlagos, csapdánkénti darabszámot adott időpontban (3. ábra).



3. ábra: Átlagos csapdánkénti *Drosophila suzukii* fogásszám (Fertőd, 2019-2025)

A diagramból kitűnik, hogy a kártevő rajzása éveken belül szezonalitást mutat. Télen alig található az ültetvényen *Drosophila suzukii*. Tavasszal a telelőhelyről kezdenek betelepülni a rovarok. Eleinte főként a nőivarú egyedek jelennek meg. Nyár közepén indul a rajzás. Egyre több hím egyed jelenik meg, és hatalmas mértékű fertőzöttséget okoznak, akár 4000-5000 db/csapda egyedszám is megfigyelhető a kora őszi hetekben. Ezt a megállapítást korábban Zerulla és munkatársai (2015) is publikálták, a Fertődi vizsgálatok ezt teljes mértékben alátámasztották. A diagramból az is kitűnik, hogy melegebb nyarakon előbb kezdődik a rajzás, tovább elnyúlik, míg hűvösebb nyarakon később jelennek meg a kártevők nagyobb számban. Megfigyelhető, hogy 2025-ben az átlagnál kissé hűvösebb, párásabb időjárásnak köszönhetően minden eddiginél nagyobb egyedszám volt mérhető. Két vizsgálati évben, 2022-ben és 2023-ban a tél közepén egy kisebb mértékű utórajzás is megjelent. A fenti adatokat elemezve az a következtetés vonható le, hogy az egyre nagyobb mértékű fertőzés sürgetővé teszi a minél hatékonyabb növényvédelmi eljárás kidolgozását.

A MATE SZBI Kecskeméti Kutatóállomásán éveken ezelőtt belekezdtek a szalicilsavas kezelésbe szőlőn, ami pozitív eredményeket hozott a kártevővel való küzdelemben.

Ezután, 2024-ben a MATE KERTI GYKI Fertődi Kutatóállomása is becsatlakozott a kísérletekbe.



Mivel a tapasztalatok azt mutatták, hogy a csapdafogások a szederben voltak a legmagasabbak, illetve a gyümölcs károsodása is itt mutatkozott meg leginkább, ezért a kísérletre ebben az ültetvényben került sor.

A parcellán kilenc sorban található szeder, részben nyárfa takarásban. A sorok 80 méter hosszúak, támrendszerezsek. A vizsgálatba vont területen három fajta szeder található: 'Hull', 'Chester' és 'Dirksen'. A kezelési területek kiválasztása véletlenszerűen történt, szemelőtt tartva, hogy a kísérleti minta egyes részei napos helyeken, míg más részei fával takartan helyezkedjenek el. Megállapítható tehát, hogy a mintavételezés reprezentatív módon történt. A kezelések (szürke színnel jelöltek) egy-egy lábközre vonatkoztak, amelyeket az 1. táblázat szemléltet.

1. táblázat: A szalicilsavval kezelt (szürke színnel jelzett) szeder növények elhelyezkedése a kísérleti parcellán (Fertőd, 2024-2025)

Fajta	'Hull'			'Chester'			'Dirksen'		
Napos	1/12	2/12	3/12	1/12	2/12	3/12	1/12	2/12	3/12
	1/11	2/11	3/11	1/11	2/11	3/11	1/11	2/11	3/11
	1/10	2/10	3/10	1/10	2/10	3/10	1/10	2/10	3/10
Nyárfával takart	1/9	2/9	3/9	1/9	2/9	3/9	1/9	2/9	3/9
	1/8	2/8	3/8	1/8	2/8	3/8	1/8	2/8	3/8
	1/7	2/7	3/7	1/7	2/7	3/7	1/7	2/7	3/7
	1/6	2/6	3/6	1/6	2/6	3/6	1/6	2/6	3/6
	1/5	2/5	3/5	1/5	2/5	3/5	1/5	2/5	3/5
	1/4	2/4	3/4	1/4	2/4	3/4	1/4	2/4	3/4
	1/3	2/3	3/3	1/3	2/3	3/3	1/3	2/3	3/3
	1/2	2/2	3/2	1/2	2/2	3/2	1/2	2/2	3/2
	1/1	2/1	3/1	1/1	2/1	3/1	1/1	2/1	3/1
	1. sor	2. sor	3. sor	1. sor	2. sor	3. sor	1. sor	2. sor	3. sor

Az 1. táblázatban a jelzésekben az első szám a sorok számát jelöli, a választó jelek után a lábközök kerültek feltüntetésre. 2024-ben első körben került sor szalicilsavas növénykondicionáló kijuttatására. Ehhez a Kecskeméten már sikerrel alkalmazott Plantonic növénykondicionáló készítmény került felhasználásra. Hatóanyaga: 3 % metil acetát. A szer kijuttatására háti permetező segítségével került sor. 10 liter vízhez 100 ml növénykondicionáló került bekeverésre. A készítmény dobozán található felhasználási javaslat volt az irányelv a növényvédelmi kezelés időpontjának meghatározásához. A permetezésre két alkalommal került sor: április 25-én, valamint június 13-án. Ezután szüneteltetésre került a kezelés, az ajánlás ugyanis nem javasolja a virágzás alatti felhasználást. Tervben volt még egy harmadik, érés előtti növénykondicionálás permetezés, a csapadékos, illetve szeles időjárás azonban nem tette lehetővé. A szeder gyorsan érésnek indult, így a további kezelések elmaradtak.

A második évben, 2025-ben 4 alkalommal történt kezelés. A Plantonic mellett ebben az évben további mikroelemek kijuttatására is sor került, amelyek további biztonságot jelentenek a növények számára a gombás betegségekkel szemben. A kezelések az alábbiak szerint történtek:

- 2025. április 9: Plantonic növénykondicionálószer (0,1 %-os oldat), valamint vashiány megelőzésére Geomicro Vas+ B, Cu (1 %-os oldat) mikroelemtrágya;
- 2025. április 29: Plantonic növénykondicionálószer (0,1 %-os oldat), valamint vashiány megelőzésére Geomicro Vas+ B, Cu (1 %-os oldat) mikroelemtrágya;



- 2025. május 14: Plantonic növénykondicionálószer (0,1 %-os oldat), valamint vashiány megelőzésére Geomicro Vas+ B, Cu (0,1 %-os oldat) mikroelemtrágya;
- 2025. május 27: Plantonic növénykondicionálószer (0,1 %-os oldat), valamint Geomicro Bór+ Mo (0,1 %-os oldat) mikroelemtrágya.

A gyümölcsök fertőzöttségének megállapításához sor került mintaelemzésre. A kezelt és kezeletlen területekről tíz-tíz darab gyümölcs került begyűjtésre reprezentatív módon, több töről. Az egyes bogyók azonban nem azonos érettségben voltak. A halvány pirostól a sötét, feketés színűig egyaránt került a halmazba, odafigyelve azonban arra, hogy ezek az érettségi változatok mind a kezelt, mind a kezeletlenek között meglegyenek. 2024-ben hét és 2025-ben hat alkalommal került sor a minták szedésére, a július közepe – szeptember közepe intervallumban.

A vizsgálatokat elvégzésére laboratóriumban került sor, ahol a minták boncolása zajlott, és a benne talált lárvák közül a *Drosophila suzukii* fajhoz tartozók kiválasztása és számolása, hasonlóan a csapdák fogási adatainak meghatározásánál leírtakkal. A beazonosítás és egyedszámmeghatározás a sztereomikroszkóp segítségével történt. Az adatok rögzítése Excel táblázatban történt. Az adatok kiértékelése során először a bogyónkénti átlagos lárvaszám kiszámítására került sor, majd a tisztább átláthatóság érdekében a két év adataiból dobozdiagramok készültek

Ezután került sor a statisztikai elemzésre. Annak megállapítására, hogy a kezelt és kezeletlen halmaz számadatai között tudunk-e kimutatni szignifikáns különbséget, az adatokat Mann-Whitney féle U tesztnek vetettük alá. Azért esett a választás erre a módszerre, mert a Saphiro-wilk teszt eredményei alapján az adatok nem közelítik meg a normális eloszlás elfogadható szintjét, tehát ebben az esetben nem parametrikus adatokról van szó (McKnight et al., 2010; MacFarland et al., 2016).

4. EREDMÉNYEK

A kísérleti parcella monitorozása, szemrevételezése hetente történt. A kezelt és kezeletlen növények habitusában szemmel látható különbség nem volt megfigyelhető. Mivel a szalicilsav a növény immunrendszerét erősíti, repellens hatása nincs, ezért a fogott egyedek számában sem mutatkozott különbség az előző évekhez képest, sőt a 2025-ös évben minden eddigénél több *Drosophila suzukii* volt a csapdákból, ami valószínűleg a párásabb nyári napoknak volt köszönhető. Megállapítható, hogy mindkét évben az augusztus 20-i héten, majd azt követő két hétben tartalmazták a minták a legtöbb lárvát. Ez összefüggésben állhat a korábban említett, éven belüli szezonálitással, valamint az imágók számát feltáró csapdázásos kísérletekkel is összhangban áll, ugyanis a diagramon (2. ábra) látszik, hogy szeptember közepétől számolhatunk a legnagyobb mennyiségű kifejlett egyeddel.

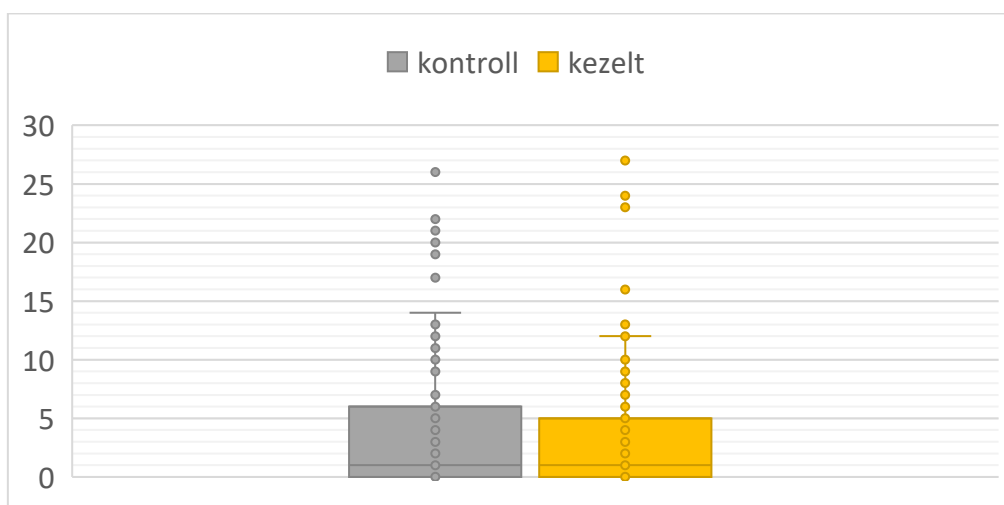
Az eredményekből kitűnik, hogy mindkét évben alacsonyabb volt az összes- és átlagos lárvaszám a kezelt mintákban (2. táblázat). 2024-ben az összes lárvá mintegy 12,7 %-kal volt kevesebb a kezelt állományban, mint a kontrollban, míg 2025-ben ez az arány még magasabb, 40 % volt. Külön kiemelendő, hogy míg a bogyónkénti átlagos lárvaszám a kontroll csoportban körülbelül egyforma volt mindkét évben, addig a kezelt növényeken 30,9 %-kal kevesebb volt megtalálható.



2. táblázat: A minták összes- és bogyónkénti átlagos lárvaszáma (Fertőd, 2024-2025)

	Összes lárva (db)		Bogyónkénti átlagos lárvaszám (db)	
	2024	2025	2024	2025
Kontroll	299	262	8,4225	8,5902
Kezelt	261	155	7,3521	5,0820

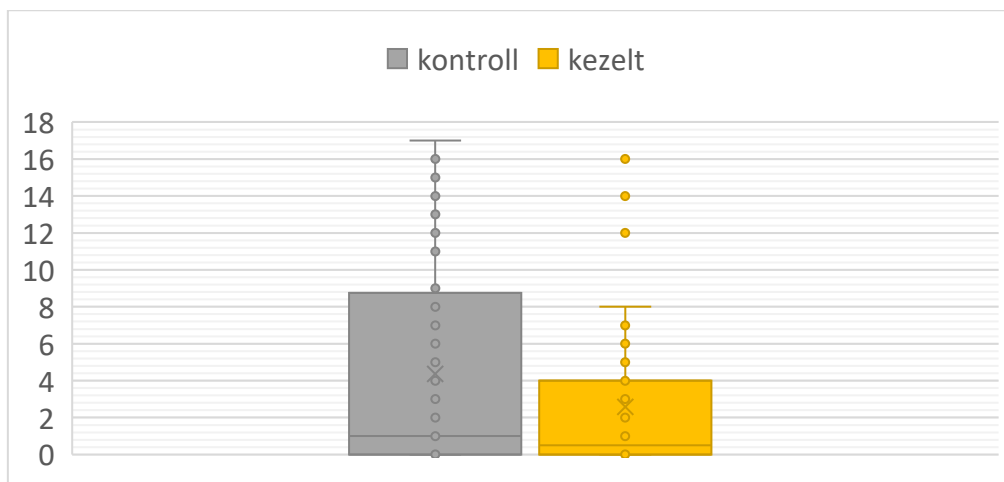
A 4-5. ábra a 2024, valamint 2025-ös évek bogyónkénti lárvaszámát szemlélteti dobozdiagramban.



4. ábra: A *Drosophila suzukii* bogyónkénti lárvaszáma szeder gyümölcsben, db/1 bogyó (Fertőd, 2024)

A diagramból (4. ábra) kitűnik, hogy a kezelt csoportban a medián lárvaszám alacsonyabb, mint a kontroll csoportban. A kontroll mintában a medián megközelítőleg 5-6 lárva/bogyó, míg a kezelt mintában ez az érték 2-3 lárva/bogyó körül van. Ez arra utal, hogy a kezelés hatékonyan csökkentette a kártevők átlagos populációját.

Mindkét csoportban nagy variabilitás figyelhető meg, amit a széles interkvartilis tartományok és a jelentős számú kiugró értékek is mutatnak. Megállapítható, hogy bár a kezelt csoportban alacsonyabb a median értéke, itt is megfigyelhetők kiugróan magas értékek (24-27 lárva/bogyó), ami arra utalhat, hogy a kezelés hatékonysága nem volt egyenletes minden mintavételi területen.



5. ábra: A *Drosophila suzukii* bogyónkénti lárvaszáma szeder gyümölcsben, db/bogyó (Fertőd, 2025)

Az 5. ábrában jól kivehető, hogy a kezelt minták lárvaszáma alacsonyabb értéket mutatott, mint a kontroll mintáké. A kontroll vizsgálati csoportban a medián megközelítőleg 1 lárva volt bogyónként (az adatok jelentős része a 0-9 db lárva/bogyó tartományban szóródik (interkvartilis terjedelem (IQR), sok jelentősen kiugró értékkel (ezek 10 és 17 között szóródnak).

A kezelt területről bekerült minták esetében megállapítható, hogy a medián körülbelül 2 db lárva/bogyó, és az adatok jelentős része itt szűkebb tartományban (0-4) között helyezkedett el. Ez kisebb szórást jelent a kontroll csoporthoz képest. Megfigyelhető azonban itt is néhány kiugróan magas érték: 12, 14 és 16 db lárva/bogyó.

A fentieket figyelembe véve elmondható, hogy valószínűleg az alkalmazott kezelésnek tudható be, hogy a kontrollhoz képest alacsonyabb a lárvaszám a kezelt mintákban. Megemlítenéd ezen kívül, hogy az interkvartilis tartományon belül a kezelt minták adatainak szórása kisebb mértékű.

Még ha egyértelmű különbséget mutatnak is a diagramok, önmagában ez nem elegendő a kezelés hatékonyságának igazolására. A továbbiakban a szignifikancia ellenőrzésére valamilyen statisztikai tesztre volt szükség. Jelen esetben, mivel a minta értékei nem normális eloszlásúak, ezért Mann-Whitney teszt került alkalmazásra.

A Mann-Whitney U próba elvégzése után az alábbi következtetések vonhatók le. A 2024-es adatokkal számolva az U érték 2044 lett. $\alpha = 0,01$ szignifikanciaszinten vizsgálva megállapítható, hogy mivel a kapott U-érték nagyobb, mint a kritikus U-érték (1832), ezért a nullhipotézist nem utasíthatjuk el, tehát a két eloszlás nem mutat szignifikáns különbséget. Magasabb szignifikanciaszinten vizsgálva először $\alpha = 0,1$ szignifikanciaszinten található olyan kritikus U-érték (2055), amely nagyobb a számított U-értéknél. Ebből az a következtetés vonható le, hogy $\alpha=0,1$ szignifikanciaszinten vizsgálva az értékeket a nullhipotézist elutasítható, a két eloszlás között szignifikáns különbség mutatkozik. Ez azonban enyhe mértékű szignifikancia.

A 2025-ös adatokra elvégzett Mann-Whitney U próba elvégzése során a kapott U-érték 1569 volt. Több szignifikanciaszinten vizsgálva is alacsonyabb a kritikus U érték a kapottnál ($\alpha = 0,01$ szinten $U_{\text{Kritikus}} = 1309$; $\alpha = 0,05$ szinten $U_{\text{Kritikus}} = 1427$; $\alpha = 0,1$ szinten $U_{\text{Kritikus}} = 1487$), tehát a nullhipotézis mindhárom esetben elutasítandó, és megállapítható, hogy a két eloszlás között nem mutatkozik szignifikáns különbség.



5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A *Drosophila suzukii*, azaz pettyesszárnyú, vagy foltoszsárnyú muslica 12 évvel ezelőtt jelent meg Magyarországon. A bogyós gyümölcsök egyik legveszélyesebb kártevőjének számít, ugyanis a mai napig nem létezik ellene tökéletesen kidolgozott növényvédelmi stratégia.

A MATE KERTI GYKI Fertődi Kutatóállomáson végzett csapdás egyedszámmeghatározások egyre súlyosbodó problémát mutatnak a 2019-es év óta. 2025-ben soha nem tapasztalt méretű egyedszámban történt a rajzás a kísérleti parcellán. A bogyós gyümölcsök közül legjobban a szedret sújtotta a kártétel, de a többi fajon ugyanúgy hatalmas veszteséget okozott. Deutsch és Kiss (2021) megállapították, hogy Magyarországon a legnagyobb számú imágót szeptember- októberben fogták. Ezt a fertődi gyümölcsültetvényen begyűjtött csapdafogások alátámasztják. A Carbonbrief (Hausfather, 2025) az éghajlat állapot vizsgálata során megállapította, hogy a 2025-ös év – az El Niño jelenségnek is köszönhetően – még a korábbi éveknél is melegebbnek és szárazabbnak bizonyult. Valószínűleg az eddig mért második, vagy harmadik legmelegebb esztendővel állunk szemben. A MATE Fertődi Kutatóállomásán 2025-ben rekord mennyiségű *Drosophila suzukii* imágót fogtak a csapdák, amely valószínűleg összefüggésbe hozható a kiemelkedően magas hőmérséklettel.

Évek óta kísérletek folynak a legmegfelelőbb növényvédelmi technológia kidolgozására. 2024-től a MATE SZBI Kecskeméti Kutatóállomás kutatóinak javaslatára kezdődött meg egy szalicilsav tartalmú növénykondicionáló készítmény alkalmazása. A szőlészetben a kutatók azt tapasztalták, hogy növényeik lazább fürtűek lettek, a levelek kevésbé záródtak össze, ezáltal a kórokozóknak és kártevőknek kedvezőtlenebbek lettek a körülmények az elszaporodáshoz (Németh et al., 2024). Ugyanezen eredményeket tapasztalták Zhang és munkatársai (2025). A fertődi vizsgálatok során szeder gyümölcsön ugyanez nem volt szembeötlő. Bár a szemrevételezés szubjektív módon zajlott, a kezelt növények külső megjelenése nem különbözött a kontroll egyedektől.

Tian és munkatársai (2025) megállapították, hogy a szalicilsavval történő kezelés hatására növelhető a növények immunitása, és csökkenthető a kártevők által okozott probléma. A szederben végzett kísérletek végeredményeképpen elmondható, hogy bár szignifikáns különbség nem volt kimutatható a kezelt és kezeletlen növények között, az adatokat megvizsgálva látható, hogy kismértékben, de alacsonyabb volt a muslicalárvák száma a Plantonic növénykondicionáló készítménnyel kezelt egyedeken. Különösen a bogyónkénti lárvaszám esetében érdekes, hogy a kezelt mintákban a második évben az elsőnél is jóval kevesebb kártevő volt megtalálható (2. táblázat). Ez összefüggésben állhat azzal, hogy a szalicilsav kijuttatására több alkalommal került sor, mint előtte éven.

Megállapítható, hogy kiegészítő kezelésként a szalicilsavas kezelés jó alternatívaként szolgál a biológiai növényvédelemben. Valószínűleg önmagában kevésnek bizonyul a teljes kártevőmentesség elérésében, de egyéb mikrotápanyagokkal, esetleg repellensekkel hatékony lehet.

Mind a világon, mind Magyarországon viszonylag kevés vizsgálat folyt azzal kapcsolatban, hogy a *Drosophila suzukii* ellen milyen hatékonysággal alkalmazhatók a szalicilsavas növénykondicionáló készítmények. Mivel a MATE KERTI GyKI Fertődi kísérleti parcelláin két év eredményeit tekintve sikeresnek mondható a kezelés, ezért javasolt lenne további kísérletek beállítása, esetleg egyéb készítmények bevonásával.



Damage Caused by the Spotted Fruit Fly (*Drosophila suzukii* Matsumura, 1931) to Berries and the Potential Use of Salicylic Acid in Pest Control

CSILLA GOMBKÖTŐ*, ÁGNES KOLLÁNYI, GÁBOR KOLLÁNYI, JENŐ VARGA

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticultural Sciences

Fruit Growing Research Centre, Fertőd Research Station, Sarród, Hungary

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-4689-2858>

Email: Gombkoto.Csilla@uni-mate.hu

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0004-7999-0891>

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0008-8533-7628>

*Corresponding author/Levelező szerző

ABSTRACT

Drosophila suzukii is a horticultural pest originating from East-Asia that is now widespread globally and causes significant economic losses in berry crops and certain stone fruits. Females possess a serrated ovipositor, enabling them to lay eggs in ripening fruit. As a result, infested berries often drop prematurely, become affected by secondary infections (fungal and bacterial), and are rendered unmarketable. Since there is currently no fully effective control method available in Hungary, the development of alternative strategies is a priority. In berry production, compliance with pre-harvest intervals presents a particular challenge because many species are continuously fruiting or everbearing. Consequently, the development of biological or low-residue plant protection methods is highly desirable. Over recent years, experiments have been conducted to develop natural repellents, the use of parasitoid species, and physical protection strategies, such as isolation; however, these methods and technologies have often failed to deliver consistent results. Following recommendations from plant physiology specialists, experiments using salicylic acid and jasmonic acid formulations were initiated. Both compounds are known to enhance plant immunity by inducing systemic defence responses, thereby improving resistance to pests and pathogens.

The study presents results from trials using a plant conditioning preparation containing salicylic acid, conducted at the Fertőd Research Station of MATE KERTI GYKI. In both 2024 and 2025, a reduction in larval population density within berries was observed. These findings indicate that salicylic acid represents a promising supplementary tool in the control of *D. suzukii*, warranting further investigation under field conditions.

Keywords: *Drosophila suzukii*, berry fruits, everbearings, salicylic acid, systemic acquired resistance



REFERENCES

- Baser, N., Ouantar, M., Broutou, O., Lamaj, F., Verrastro, V., & Porcelli F. (2015). First finding of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in Apulia, Italy, and its population dynamics throughout the year. *Fruits*, 70(4), 225-230. <https://revues.cirad.fr/index.php/fruits/article/view/32089>
- Bing, X-L., Winkler, J., Gerlach, J., Loeb, G., & Buchon, N. (2020). Identification of natural pathogens from wild *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science*, 77(4), 1594-1606. <https://doi.org/10.1002/ps.6235>
- Buck, N., Fountain, M-T., Potts, S-G., Bishop, J., & Garratt, M-P-D. (2022). The effects of non-crop habitat on spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*) abundance in fruit systems: A meta-analysis. *Agricultural and Forest Entomology*, 25(1), 66-76. <https://doi.org/10.1111/afe.12531>
- Calabria, G., Maca, J., Bächli, G., Serra, L., & Pascual, M. (2012). First records of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology*, 136(1-2), 139-147. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2010.01583.x>
- Casida, J. (2015). Golden Age of RyR and GABA-R Diamide and Isoxazoline Insecticides: Common Genesis, Serendipity, Surprises, Selectivity and Safety. *Chemical research in toxicology*, 28. <https://doi.org/10.1021/tx500520w>
- Cini, A., Ioriatti, C., & 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, 149-160.
- Crava, C. M., Zanini, D., Amati, S., Sollai, G., Crnjar, R., Paoli, M., Rossi-Stacconi, M. V., Rota-Stabelli, O., Tait, G., Haase, A., Romani, R., & Anfora, G. (2020). Structural and transcriptional evidence of mechanotransduction in the *Drosophila suzukii* ovipositor. *Journal of Insect Physiology*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2020.104088>
- Delaney, T. P., Uknes, S., Vernooij, B., Friedrich, L., Weymann, K., Negrotto, D., Gaffney, T., Gut-Rella, M., Kessmann, H., Ward, E., & Ryals, J. (1994). A central role of salicylic Acid in plant disease resistance. *Science*, 266(5188), 1247-1250. <https://doi.org/10.1126/science.266.5188.1247>
- Deutsch, F., & Kiss, B. (2021). Seasonal Abundance Changes of Spotted Wing *Drosophila* in Neighbouring Habitats in Hungary. In *Proceedings of the 1st International Electronic Conference on Entomology*, MDPI: Basel, Switzerland, 1-15 July 2021. <https://doi.org/10.3390/IECE-10488>
- Fu, Z. Q., Yan, S., Saleh, A., Wang, W., Ruble, J., Oka, N., Mohan, R., Spoel, S. H., Tada, Y., & Zheng, N. (2012). NPR3 and NPR4 are receptors for the immune signal salicylic acid in plants. *Nature*, 486(7402), 228-232. <https://doi.org/10.1038/nature11162>
- Fukuto, T. R. (1990). Mechanism of action of organophosphorus and carbamate insecticides. *Environmental Health Perspectives*, 87, 245-254. <https://doi.org/10.1289/ehp.9087245>
- Gaffney, T., Friedrich, L., Vernooij, B., Negrotto, D., Nye, G., Uknes, S., Ward, E., Kessmann, H., & Ryals, J. (1993). Requirement of salicylic Acid for the induction of systemic acquired resistance. *Science*. 261(5122), 754-756. <https://doi.org/10.1126/science.261.5122.754>. PMID: 17757215
- Giorgini, M., Wang, X-G., & Wang, Y., ... & Guerrieri, E. (2019). Exploration for native parasitoids of *Drosophila suzukii* in China reveals a diversity of parasitoid species and narrow host range of the dominant parasitoid. *Journal of Pest Sciences*, 92, 509-522. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-01068-3>
- Gombkötő, Cs. (2024). Októberben tetőzik a rajzás. *Kertészet és Szőlészet*. 73(40), 13.



- Guédot, C., Avanesyan, A., & Hietala-Henschell, K. (2018). Effect of Temperature and Humidity on the Seasonal Phenology of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Wisconsin. *Environmental Entomology*, 47(6), 1365-1375. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy159>
- Harinda Champa, W. A., Gill, M. I. S., Mahajan, B. V. C., & Arora, N. K. (2014). Preharvest salicylic acid treatments to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3607-3616. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1422-7>
- Hausfather, Z. (2025, July 29). State of the climate: 2025 on track to be second or third warmest year on record. *CarbonBrief*. <https://www.carbonbrief.org/state-of-the-climate-2025-on-track-to-be-second-or-third-warmest-year-on-record>
- Haviland, D. R., & Beers, E. H. (2012). Chemical Control Programs for *Drosophila suzukii* that Comply With International Limitations on Pesticide Residues for Exported Sweet Cherries. *Journal of Integrated Pest Management*, 3(2), F1–F6. <https://doi.org/10.1603/IPM11034>
- Horváth, Cs. (2023). Nagy gond a foltösszárnyú muslinca elleni védekezés. *Kertészet és Szőlészet*, 72(41), 12-13.
- Hou, S., & Tsuda, K. (2022). Salicylic acid and jasmonic acid crosstalk in plant immunity. *Essays in Biochemistry*, 66(5), 647-656. <https://doi.org/10.1042/EBC20210090>
- Ioriatti, C., Guzzon, R., Anfora, G., Ghidoni, F., Mazzoni, V., Villegas, T. R., Dalton, D. T., & Walton, V. M. (2018). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) Contributes to the Development of Sour Rot in Grape. *Journal of Economic Entomology*, 111(1), 283-292. <https://doi.org/10.1093/jee/tox292>
- Jarrett, B. J. M., Linder, S., Fanning, P. D., Isaacs, R., & Szűcs, M. (2022). Experimental adaptation of native parasitoids to the invasive insect pest, *Drosophila suzukii*. *Biological Control*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104843>
- Kanzawa, T. (1939). Studies on *Drosophila suzukii* Mats. Kofu. *Review of Applied Entomology*, 29, 622.
- Keeseey, I-W., Knaden, M., & Hansson, B-S. (2015). Olfactory specialization in *Drosophila suzukii* supports an ecological shift in host preference from rotten to fresh fruit. *Journal of Chemical Ecology*, 41, 121-128. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10886-015-0544-3>
- Kenis, M., Tonina, L., & Eschen, R. (2016). Non-crop plants used as hosts by *Drosophila suzukii* in Europe. *Journal of Pest Sciences*, 89, 735-748. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0755-6>
- Kim, T-J.; & Lim, G-H. (2023). Salicylic Acid and Mobile Regulators of Systemic Immunity in Plants: Transport and Metabolism. *Plants*, 12(5), 1013. <https://doi.org/10.3390/plants12051013>
- Kinjo, H., Kunimi, Y., & Nakai, M. (2014). Effects of temperature on the reproduction and development of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Applied Entomology and Zoology*, 49, 297-304. <https://doi.org/10.1007/s13355-014-0249-z>
- Király, Z. (2004). Types and mechanisms of plant resistance (in Hungarian). *Magyar Tudomány*, 10, 1090-1094.
- Kirschbaum, D. S., Funes, C. F., Buonocore-Biancheri, M. J., Suárez, L., & Ovruski, S. M. (2020). The Biology and Ecology of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). In Garcia, F. R. M. (Ed.) *Drosophila suzukii Management* (pp. 41-91). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62692-1_4
- Knoll, V., Ellenbroek, T., & Romeis, J. (2017). Seasonal and regional presence of hymenopteran parasitoids of *Drosophila* in Switzerland and their ability to parasitize the invasive *Drosophila suzukii*. *Scientific Reports*, 7, 40697. <https://doi.org/10.1038/srep40697>



- Koo, Y. M., Heo, A. Y., & Choi, H. W. (2020). Salicylic Acid as a Safe Plant Protector and Growth Regulator. *Plant Pathology*, 36(1), 1-10. <https://doi.org/10.5423/PPJ.RW.12.2019.0295>
- Lee, J. C., Bruck, D. J., Dreves, A. J., Ioriatti, C., Vogt, H., & Baufeld P. (2011). In Focus: Spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, across perspectives. *Pest Management Science*, 67(11), 1349-1351. <https://doi.org/10.1002/ps.2271>
- Liu, S., Gao, H-H., Chen, H., Zheng, L., Yu, Y., & Zhai, Y. (2019). Effects of temperature and relative humidity on the flight ability of *Drosophila suzukii* and *Drosophila melanogaster*. *Journal of Plant Protection*, 46(6), 1284-1291. <https://doi.org/10.13802/j.cnki.zwbhxb.2019.2018212>
- Ma, C-S., Zhang, W., Peng, Y., Zhao, F., Chang, X-Q., Xing, K., Zhu, L., Ma, G., Yang, H-P., & Rudolf, V-H-W. (2021). Climate warming promotes pesticide resistance through expanding overwintering range of a global pest. *Nature Communications*, 12, 5351. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25505-7>
- MacFarland, T-W., & Yates, J-M. (2016). Mann–Whitney U Test. In *Introduction to Nonparametric Statistics for the Biological Sciences Using R* (pp. 103-132). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30634-6_4
- McKnight, P. E., & Najab, J. (2010). *Mann-Whitney U-Test*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0524>
- Németh, E-K., Varga, J., Gombkötő, N., Kollányi, Á., Kisé, T-A., & Gombkötő, Cs. (2024). Options of Integrated Pest Management (IPM) of *Drosophila suzukii*. *Gradus*, 11(3). <https://doi.org/10.47833/2024.3.AGR.004>
- Poyet, M., Le Roux, V., Gilbert, P., Meirland, A., Prévost, G., Eslin, P., & Chabrierie, O. (2015). The Wide Potential Trophic Niche of the Asiatic Fruit Fly *Drosophila suzukii*: The Key of Its Invasion Success in Temperate Europe? *PLoS one*, 10(11), e0142785. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142785>
- Revadi, S., Vitagliano, S., Rossi Stacconi, M. V., Ramasamy, S., Mansourian, S., Carlin, S., Vrhovsek, U., Becher, P. G., Mazzoni, V., Rota-Stabelli, O., Angeli, S., Dekker, T., & Anfora, G. (2015). Olfactory responses of *Drosophila suzukii* females to host plant volatiles. *Physiological Entomology*, 40(1), 54-64. <https://doi.org/10.1111/phen.12088>
- Ross, A. F. (1961). Systemic acquired resistance induced by localized virus infections in plants. *Virology*, 14(3), 340-358. [https://doi.org/10.1016/0042-6822\(61\)90319-1](https://doi.org/10.1016/0042-6822(61)90319-1)
- Sánchez-Bayo, F. (2012). Insecticides mode of action in relation to their toxicity to non-target organisms. *Journal of Environmental and Analytical Toxicology*, S4, S4-002. <https://doi.org/10.4172/2161-0525.S4-002>
- Shawer, R. (2020). Chemical Control of *Drosophila suzukii*. In Garcia, F. R. M. (Ed.) *Drosophila suzukii Management* (pp. 133-142). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62692-1_7
- Shimono, M., Sugano, S., Nakayama, A., Jiang, C-J. Ono, K., Toki, S., & Takatsuji, H. (2007). Rice WRKY45 plays a crucial role in benzothiadiazole-inducible blast resistance. *The Plant Cell*, 19(6), 2064-2076. <https://doi.org/10.1105/tpc.106.046250>
- Tian, H., Xu, L., Li, X., & Zhang, Y. (2025). Salicylic acid: The roles in plant immunity and crosstalk with other hormones. *Journal of Integrated Plant Biology*, 67(3), 773-785. <https://doi.org/10.1111/jipb.13820>
- Vlot, A. C., Sales, J. H., Lenk, M., Bauer, K., Brambilla, A., Sommer, A., Chen, Y., Wenig, M., & Nayem, S. (2021). Systemic propagation of immunity in plants. *New Phytology*, 229(3), 1234-1250. <https://doi.org/10.1111/nph.16953>



- Walsh, D. B., Bolda, M. P., & Goodhue, R. E., ... & Zalom, F. G. (2011). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): invasive species of management concern for sweet cherry, blueberry, and raspberry. *Journal of Integrated Pest Management*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.1603/IPM10010>
- Ward, E. R., Uknes, S. J., Williams, S. C., Dincher, S. S., Wiederhold, D. L., Alexander, D. C., Ahlgoy, P., Mettraux, J.-P., & Ryals, J. A. (1991). Coordinated gene activity in response to agents that induce systemic acquired resistance, *The Plant Cell*, 3(10), 1085-1094. <https://doi.org/10.2307/3869297>
- Winkler, A., Jung, J., Kleinhenz, B., & Racca, P. (2021). Estimating temperature effects on *Drosophila suzukii* life cycle parameters. *Agricultural and Forest Entomology*, 23. <https://doi.org/10.1111/afe.12438>
- Yan, S., & Dong, X. (2014). Perception of the plant immune signal salicylic acid. *Current Opinion in Plant Biology*, 20, 64-68. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2014.04.006>
- Zavaliev, R., Mohan, R., Chen, T., & Dong, X. (2020). Formation of NPR1 condensates promotes cell survival during the plant immune response. *Cell*, 182(5), 1093–1108.e18. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.07.016>
- Zerulla, F. N., Schmidt, S., Streitberger, M., Zebitz, C. P. W., & Zelger, R. (2015). On the overwintering ability of *Drosophila suzukii* in South Tyrol. *Journal of Berry Research*, 5(1), 41-48. <https://doi.org/10.3233/JBR-150089>
- Zhang, Y., & Li, X. (2019). Salicylic acid: biosynthesis, perception, and contributions to plant immunity. *Current Opinion in Plant Biology*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2019.02.004>
- Zhang, P., Jackson, E., Li, X., & Zhang, Y. (2025). Salicylic acid and jasmonic acid in plant immunity. *Horticultural Researches*, 12 (7): uhaf082. <https://doi.org/10.1093/hr/uhaf082>

©Copyright 2025 by the Authors.

The journal is Open Access (Platinum). This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

