

DIPLOMADOLGOZAT

Péter Ágota Kincső

2024.



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

szakot gesztoráló intézet neve

növényorvos mesterképzési

szak

**A dél-amerikai paradicsommoly (*Tuta absoluta*) partenogenetikus
szaporodásának vizsgálata**

Belső konzulens: Radácsiné dr. Hári Katalin
egyetemi adjunktus

Belső konzulens intézete/tanszéke: Növényvédelmi Intézet
Rovartani Tanszék

Készítette: Péter Ágota Kincső

Budapest

2024.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés, célkitűzés	2
2.	Irodalmi áttekintés	3
2.1.	A paradicsomhajtás	3
2.1.1.	Hazai jelentőség	3
2.1.2.	Növényvédelem	3
2.2.	Dél-amerikai paradicsommoly (<i>Tuta absoluta</i>)	4
2.2.1.	Elterjedés, életmód, kártétel	4
2.2.2.	Védekezési lehetőségek a dél-amerikai paradicsommoly ellen	7
2.2.3.	Agrotechnikai módszerek	8
2.2.4.	Kémiai növényvédelem	8
2.2.5.	Biológiai növényvédelem	8
2.2.6.	Légtértelítés	9
2.2.7.	A szűznemzés	10
2.3.	A <i>Tuta absoluta</i> szűznemzéses populációi	11
3.	Anyag és módszer	13
3.1.	A vizsgálat ideje és helyszínei	13
3.2.	A dél-amerikai paradicsommoly rajzásmegfigyelése	14
3.3.	A dél-amerikai paradicsommoly kártétel felmérése	15
3.4.	A dél-amerikai paradicsommoly partenogenezisének vizsgálata	15
4.	Eredmények és értékelésük	18
4.1.	A dél-amerikai paradicsommoly rajzásmegfigyelése	18
4.2.	A dél-amerikai paradicsommoly kártétel felmérése	20
4.3.	A dél-amerikai paradicsommoly partenogenezisének vizsgálata	22
5.	Összefoglalás	26
	Irodalomjegyzék	27
	Köszönetnyilvánítás	33
	Mellékletek	34

1. Bevezetés, célkitűzés

A dél-amerikai paradicsommoly (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)) (Lepidoptera: Gelechiidae) egy világszerte jelentős kártevő a paradicsomtermesztés során. A Dél-Amerikából származó faj több, mint 90 országba terjedt el rövid időn belül Európa, Afrika és Ázsia területén (Desneux, et al., 2022; Vivekanandhan, et al., 2024). Magyarországon először 2010-ben írták le a megjelenését és azóta hazánkban szintén kulcskártevőként tartják számon (Gólya, 2010).

Az ellene való védekezés során nehézséget okoz, hogy a rovar gyors fejlődésének és a magas fekunditási arányának következtében az egyes nemzedékek nem választhatóak külön, így a kezelés időzítése komplikált (Vivekanandhan, et al., 2024). További problémát vet fel, hogy egyes populációk esetében különböző hatóanyagokkal szemben rezisztenciát figyeltek meg (Guedes, et al., 2019). A sikertelen védekezés folytán az általa okozott termés kiesés meghaladhatja az 50-100%-ot (Polat, et al., 2016). A légtértelítés egy hatékony védekezési eljárásnak bizonyult ellene (Cocco, et al., 2013). Azonban világszerte számos szűznemzéses populációt írtak le, amely megkérdőjelezte a légtértelítés hatékonyságát (Medigo, et al., 2012; Abbes & Brahim, 2014; Wang, et al., 2021; Grant, et al., 2021).

Üllésen egy paradicsomhajtató kertészet fóliablokkjában évek óta jelentős problémát okozott a *Tuta absoluta* kártétele. A termesztés során *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* tartalmú készítményekkel, ragadozó poloskák betelepítésével és légtértelítéssel védekeztek a kártevő ellen. Ennek ellenére az egyedszám nem csökkent és minden évben számottevő volt a kártétel az adott növényházban.

A dolgozat célja az volt, hogy megállapítsam, az üllési paradicsomhajtató kertészet fóliablokkjában jelen van-e szűznemzéssel szaporodó dél-amerikai paradicsommoly populáció és ez befolyásolhatja-e a légtértelítés eredményességét.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A paradicsomhajtatás

2.1.1. Hazai jelentőség

A hajtató berendezésekben történő termesztés funkciója, hogy a tömeges áru előtt az adott termék korábban jelenjen meg a piacon. A téli időszakban keletkezett áruhiány miatt ez magasabb értékkel bír, tehát jövedelmezőbb termesztési módszernek minősül.

Magyarországon hozzávetőlegesen 3200 hektáron termesztnek zöldséget termesztőberendezésekben, ebből 700 hektár fűtött fóliablokk és 250 hektár üvegház. Hazánkban 310 hektár teszi ki a paradicsomtermesztés felületét. A Magyar Paradicsom Napja című rendezvényen Gubacsi Zoltán, a FruitVeb Magyar Zöldség-Gyümölcs Szakmaközi Szervezet és Terméktanács alelnöke elmondta, hogy a 2023-as évre 110 hektárral nőtt a paradicsomhajtatás területe. Hozzátette, hogy az itthon előállított 150-160 ezer tonna termésmennyiségnek 75-80%-a fürtös és bogyós típusú, a kisebb része pedig cseresznye- és koktélpáradicsom (FruitVeb, 2023).

Az üvegház és a fóliablokk termesztő berendezések vetekednek egymással gazdaságosság szempontjából, ám egy tanulmány kimutatta, hogy – egy begyűjtött termelőüzemi adatokra alapozó átlagmodell alapján – az üvegház 23%-kal magasabb hozamot produkál, 30%-kal magasabb bevételt ér el, 30%-kal magasabb költségek mellett. Emellett a korszerű üvegházak megtérülési ideje 1 évvel marad el a fóliablokkéhoz képest, ám manapság a támogatások lehetőségével élve, a termelők számára a leggazdaságosabb megoldásnak a korszerű üvegházak számítanak paradicsomtermesztés szempontjából (Krivdáné Dorogi, 2019). A gazdasági fölény mellett további előnye a zárt termesztő berendezéseknek, hogy növényvédelmi szempontból a kultúra kevésbé kitett a különböző károsítóknak. A növényeket a talajtól izoláltan, steril közegben nevelik. Európában hozzávetőlegesen a zöldségtermesztők 95%-a alkalmazza a talajnélküli termesztést, kőzetgyapot vagy kókuszrost közeget használva (Xiong, et al., 2017).

2.1.2. Növényvédelem

Az integrált növényvédelem komponenseihez tartozik a klímaszabályozás, amelyet a korszerű növényházakban precíziósan lehet kezelni, illetve ez hozzájárul ahhoz, hogy a kijuttatott biológiai készítmények számára az optimális paramétereket meg lehet teremteni és azok

hatékonyságát elősegíteni. Tehát a biológiai növényvédelem effektívebb a zárt termesztő létesítményekben a szabadföldi körülményekhez képest (Paulitz & Bélanger , 2001).

A korszerű technológia ellenére a termesztőházak sosem mentesek károsítóktól. A rovar kártevők és a levegővel, széllel terjedő spórák a szellőzőkön keresztül jutnak be, az egyéb károsítók pedig eszközökkel és az ember által is bejuthatnak (Paulitz & Bélanger , 2001).

A paradicsomhajtatás során jelentős károsítók a dohányliszteske (*Bemisia tabaci*) és az üvegházi molytetű (*Trialeurodes vaporariorum*). Mindkét molytetű faj képes gazdasági kárt okozni, viszont a dohányliszteske az üvegházi molytetűvel szemben jobb vektorszerepet mutat a következő vírusok esetében: *Tomato leaf curl virus* (ToCV) és *Tomato leaf chlorosis disease* (ToLCD) (Patel, et al., 2022).

A lombot továbbá károsítja a közönséges takácsatka (*Tetranychus urticae*), és egyes levéltetű fajok (*Aphis gossypii*). Mindkét kártevő faj száraz klíma esetén okozhat számottevő problémát és csökkenti az asszimilációs felület nagyságát (Ramasamy & Ravishankar, 2018).

A termésen és lombon táplálkozó, polifág gypottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) szintén meghatározza a paradicsomhajtatás növényvédelmét. A gazdasági kár csökkentése érdekében Észak-Olaszországban már tesztelték az ellene történő légtértelítés lehetőségét, ahol a kezelt területen kisebb volt a károsított termések száma (Burgio , et al., 2020). A szintén a Lepidoptera rendbe, azon belül a Gelechiidae családba tartozó dél-amerikai paradicsommoly (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)) a paradicsomhajtatás során kulcskártevőnek számít, hiszen akár 100%-os termésvesztést is okozhat a levél aknázása mellett a bogyóba berágva (Desneux, et al., 2010; Cocco, et al., 2012)

2.2. Dél-amerikai paradicsommoly (*Tuta absoluta*)

2.2.1. Elterjedés, életmód, kártétel

A dél-amerikai paradicsommoly (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)) (Lepidoptera: Gelechiidae) megjelenését először 1917-ben Peruban írták le (Clarke, 1962). Európán belül először 2007-ben észlelték és jelentették Spanyolország területén (Roditakis, et al., 2010). Magyarországon először Gólya Gellért (2010) publikálta a rovar jelenlétét egy Kiskunfélegyházi termelőnél. Hazánkban a rovar gyors elterjedését a göngyöleg forgalma segítette elő, mivel a piacokon a rekeszeket elcserélik az eladáskor és ezzel a felületükre bábozódott állat könnyen eljuthat az ország bármely részére (Ágoston & Fazekas, 2014).

A *T. absoluta* fitofág, főként a Solanaceae családba tartozó növényfajokon táplálkozik: paradicsom (*Solanum lycopersicum* L.), burgonya (*Solanum tuberosum* L.), tojásgyümölcs (*Solanum melongena* L.), paprika, erős paprika (*Capsicum spp.*), fekete csucsor (*Solanum nigrum* L.), csattanó maszlag (*Datura stramonium* L.) (Bastola, et al., 2020). Azonban ki tud fejlődni számos Amaranthaceae, Convolvulaceae, Fabaceae és Malvaceae családokba tartozó fajokon is (Biondi, et al., 2017).

A nőtény imágó a felsorolt tápnövények fiatalabb leveleinek fonákjára, szárára, vagy csészeleveleire helyezi, egyesével a sárgás-fehér színű petéket (Biondi, et al., 2017). Egy nőtény mintegy 260 tojás rakására képes élete során (Vivekanandhan, et al., 2024). A peteállapot 4-6 napig tart, majd a kikelő lárva a levélbe, szárba, csészelevélbe berágva táplálkozik, ezzel aknákat képezve azokon (Biondi, et al., 2017; Vivekanandhan, et al., 2024). Az aknázás során a levél mezofillumát fogyasztja és az epidermiszt érintetlenül hagyja (*l. ábra*). Az akna idővel nekrotizálódik, így csökkentve a levél fotoszintetikus képességét. A termésen is képes aknázás által táplálkozni, ezzel sérülést okozva a bogyó felszínén, utat nyit a másodlagos kórokozóknak, amely termésrothadáshoz vezethet (Vivekanandhan, et al., 2024; El-Shafie, 2020).



1. ábra Lárvák az aknákbán (Készítette: Péter Ágota Kincső, Üllés, 2024.)

A száron való károsítással a növény fejlődését gátolja és a növekedését megállíthatja. Jelentős kártételt a levél és a termés aknázásával okoz, amely elérheti a 100%-os veszteséget, amennyiben nem történik ellene védekezés (2. ábra) (El-Shafie, 2020).

Egy nyugat-afrikai kísérletben súlyos fertőzés esetén a fertőzött levelek aránya elérte a 60%-ot, a kieső forgalom aránya pedig a 40,5%-ot (Houngbo, et al., 2024). Egy iráni vizsgálatban két évben (2015. és 2016.) végezték a kísérletet, amely során az első évben 57,11%, a második évben 59, 23% volt a termésveszteség aránya (Ghader, et al., 2019). Egy további tanulmány szerint a kártétel mértékét az egyedsűrűség határozza meg: növényenként 100 lárva táplálkozása során 55-100%-os kár is bekövetkezhet. (Cely, et al., 2010).



2. ábra A *T. absoluta* által okozott súlyos kártétel paradicsomtermesztés során

(Készítette: Péter Ágota Kincső, Öcsöd, 2024.)

Négy lárvastádiumot állapítottak meg, mely stádiumok valódi hernyóinak színe – koruknak megfelelően – a fehértől a világos zöldig változik (Vivekanandhan, et al., 2024). A *T. absoluta* lárvája végzi tehát a károsítást, amelyet kedvező körülmények között akár 10-13 napig is folytathat a bábozódásig. A kifejlett lárvák a talajon vagy a levelek felületén képeznek egy vékony szövedéket, ahol a báb stádiumuk – kedvező körülmények között – 8-10 napig tart (Biondi, et al., 2017; Vivekanandhan, et al., 2024). Az imágó 6 mm nagyságú, barnás-szürkés mintázat látható a szárnyán. Az imágók napközben kevésbé észrevehetőek, mert a levelek között rejtőznek és csak szürkületkor aktívak. Mindkét nem az imágó állapot első napjától már ivarérett. A nőtény által kibocsátott feromont követve találja meg a hím a nőtényt, majd párosodnak (Vivekanandhan, et al., 2024).

A *T. absoluta* teljes életciklusa egyes tanulmányok alapján 26-75 nap alatt zajlik le, míg más irodalmak szerint pedig kedvező körülmények között (25 °C, 65 % relatív páratartalom) 20-25 nap is elég hozzá. Az alsó fejlődési küszöbértéke 14 °C, a felső fejlődési küszöbértéke 34,6 °C. A faj életciklusa alapján tehát, a gyors fejlődésmenetének, és a dinamikus reprodukciós képességének köszönhetően sok generációja alakul ki egy évben, mely generációk össze is mosódhatnak, ezért nehéz elkülöníteni az egyes nemzedékeket (Biondi, et al., 2017; Vivekanandhan, et al., 2024).

Egy nyugat-európai kísérlet alapján a *T. absoluta* imágó alakja tolerálta a legnagyobb mértékben a több napig tartó alacsony hőmérsékletet (5°C), a lárva és a báb egyedekhez képest. A 0°C esetén 18 nap elteltével érték el 50%-os mortalitást az összes fejlődési alak esetében. Az írók szerint tehát a dél-amerikai paradicsommoly képes áttelelni egy nyugat-európai üvegházban, két kultúra között, fűtés nélküli periódusban (Van Damme, et al., 2014).

2.2.2. Védekezési lehetőségek a dél-amerikai paradicsommoly ellen

Az integrált növényvédelem napjainkban a legelfogadottabb és leghatékonyabbnak bizonyuló stratégia. Lényege, hogy megfigyelésre és tudományra alapozottan – a károsítók életmódját és biológiáját ismervén – történik a kezelésekkel kapcsolatos döntéshozatal, és a kártevőket úgy korlátozzák, hogy a kártételük a gazdasági küszöbérték alatt maradjon, ezzel egy fenntartható védekezési módszer hozható létre (Desneux, et al., 2022; Sahini, et al., 2021).

Az integrált növényvédelem a védekezési módszerek tekintetében előnyben részesíti az agrotechnikai és biológiai eljárásokat, míg a peszticid használat az utolsó intézkedésként szerepel (Deguine, et al., 2021).

2.2.3. Agrotechnikai módszerek

Az agrotechnikai eljárás az egyik legfontosabb része az integrált növényvédelemnek, hiszen a program e részében a termesztés technikájának helyes megválasztásával tud hozzájárulni az adott tulajdonos a kártevő mentességhez. A termesztő létesítmény megfelelő tisztítása, a fertőzött növényi maradványok eltávolítása és az egészséges szaporítóanyag nagyban csökkentheti a fertőzés kockázatát (Desneux, et al., 2022). Mivel a *T. absoluta* a Solanaceae család és még számos más növénycsalád gyomnövényein is képes kifejlődni, a termesztő létesítményeken belül és annak környezetében a gyomirtás szintén mérsékli a kártevő megjelenésének esélyét (Biondi, et al., 2017). Emellett a növényházak kialakítása során a dupla ajtók és a tetőszellőztetőkön található rovarhálók védelmet nyújtanak a rovar bejutása ellen (Desneux, et al., 2022). Továbbá a rekeszek, göngyöleg megfelelő tisztítása és fertőtlenítése megakadályozza az azok felületén bábként behurcolt kártevőt (Ágoston & Fazekas, 2014).

2.2.4. Kémiai növényvédelem

A szintetikus inszekticides kezelés előnye, hogy azonnali hatás érhető el a kártevő gyérítésére, éppen ezért a paradicsom esetében a palántakorban a kémiai növényvédelem bizonyul a legmegbízhatóbbnak, hiszen ebben a stádiumban a legérzékenyebb a növény és a kártevő hernyóját még az aknázás előtt érdemes elpusztítani, amíg kontakt készítményekkel elérhető (Desneux, et al., 2022).

A kémiai növényvédelem hátrányai közé tartozik, hogy ugyanazon hatóanyagok és hatóanyagcsoportok többszöri használatát követően rezisztencia alakult ki a *T. absoluta* esetében, mint például a szerves foszforsav észterekkel és a piretroidokkal szemben (Mahmoud, et al., 2020). A lárvállapot során megjelenő rezisztencia a kontakt, érintőhatású hatóanyagokkal szemben azzal magyarázható, hogy a hernyó élete nagy részét a levél mezofillumában tölti és ott táplálkozik (Sahini, et al., 2021). Brazíliában továbbá leírtak egy *T. absoluta* populációt, amely laboratóriumi körülmények között magasszintű rezisztenciát mutatott spinozad-dal szemben, viszont szabadföldön ennek a hatását még nem észlelték (Campos, et al., 2014). A megfelelő inszekticid használat alapja a szerrotáció, az időzítés és a megfelelő adjuváns használata (Guedes & Picanc,o, 2012; Desneux, et al., 2022).

2.2.5. Biológiai növényvédelem

A biológiai növényvédelem során olyan élő szervezeteket vagy szintetikusan előállított anyagokat alkalmaznak, amely a környezetre és más élő szervezetekre kevésbé toxikus. A *T.*

absoluta ellen a *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* nevű baktérium mellett a *Beauveria bassiana* és a *Metarhizium anisopliae* mikroorganizmusok is képesek a kártevő tevékenységét redukálni. Egy tanulmány szerint a *B. thuringiensis* hatása egyenrangú lehet egy konvencionális, kémiai növényvédő szerrel, amely tulajdonság igaz az azadirachtin biológiai növényvédő szerre is. Paradicsomtermesztés során továbbá hatékony két fonálféreg faj használata a dél-amerikai paradicsommoly ellen: *Steinernema feltiae* és *Heterorhabditis bacteriophora* (Aynalem, et al., 2022; Buragohain, et al., 2021; Desneux, et al., 2022)

A makroszervezetek alkalmazása terén beszélhetünk predátorokról és parazitoidokról. A szakirodalom kettő ragadozó poloskát említ: *Macrolohpus pygmeus* és *Nesidiocoris tenuis*. Az említett ragadozó poloskák előnyös tulajdonságai, hogy generalista tulajdonságuknak köszönhetően a *T. absoluta* tojás hiányában képesek más táplálék (pl. *Bemisia tabaci* lárvá) fogyasztására és ezzel növelni a fitneszüket (Desneux, et al., 2022; Sylla, et al., 2016).

Kulcsfontosságú tényező a biológiai ágensek betelepítésének időpontja, hiszen magas *T. absoluta* fertőzés esetén a ragadozó poloskák késői betelepítése eredménytelen védekezési eljárásnak minősül. A betelepítés az ültetés után 3-4 héttel ajánlott, 1-2 egyed/m² arányban (Desneux, et al., 2022).

A parazitoid szervezetek közül a *Trichogramma achaeae* fajt említi a szakirodalom, amely laboratóriumi körülmények között kimagasló eredményt ért el a dél-amerikai paradicsommoly elleni védekezésben, azonban a termesztés során ezt a hatékonyságot még nem figyelték meg, éppen ezért a fajjal történő vizsgálatok és fejlesztések folyamatosan zajlanak. A megfigyelések alapján, abban az esetben, ha a *T. achaeae* egy nemzedékét *Helicoverpa armigera* petéken nevelték, a parazitált *T. absoluta* tojások aránya nőtt (Cascone, et al., 2015).

2.2.6. Légtértelítés

Az eddig felsorolt intézkedéseket megfigyelésekre alapozottan végzik. A *T. absoluta* esetében a csapdázás módja a legkézenfekvőbb. A monitorozás mellett a csapdázás az egyedszám csökkentésére is alkalmas, amire a fénycsapda bizonyult eredményesebbnek a szex-feromon csapdával összevetve (Cocco, et al., 2012). A szex-feromon csapda csak a hímek fogására képes, hiszen a csapdában elhelyezett diszpenzer a *T. absoluta* nőstény szintetikus előállított feromonját bocsátja ki, ezzel a párzásra kész hímeket odavonzza, majd az a csapda ragacsos felületére tapadva elpusztul. Az említett monitorozási módszer a kultúra elején hatásos, ezzel a populáció első egyedeinek megjelenését lehet megfigyelni (Saad, et al., 2020). Egy kutatás szerint a csapdát az ültetés előtt 20 cm magásra érdemes rakni, majd a növény növekedésével

60 cm magasra emelni. A növényház területén hektáronként 4-5 csapdát javasolt kihelyezni, egyet közel a bejáráshoz és egyet-kettőt a melegebb pontokra. A fertőzöttség mértéke megállapítható a befogott hímek számával: hetente 1-3 fogás alacsony, 4-30 fogás közepes és 30-nál több esetén magas fertőzöttségi szint állapítható meg (Medigo, et al., 2013).

A légtértelítés módszere ugyancsak a *T. absoluta* nőtény feromonjának csalogatási funkcióján alapszik. A szex-feromon fő komponense a (3E,8Z,11Z)-3,8,11-tetradekatrien-1-il-acetát, amelyet Attygalle és társai (1996) azonosítottak, majd szintetikusan előállítottak. A növényházban kihelyezett diszpenzerek (aktív/passzív) nagy dózisban a szintetikus feromont bocsátják ki, így a hím képtelen a nőtény megtalálására és a párzás nem megy végbe. A módszer tehát mérsékli az egyedszám növekedését. Egy vizsgálat szerint a passzív (polietilén hengeres) diszpenzer esetén a benne lévő feromon dózis nem, inkább a hektáronkénti diszpenzerek száma befolyásolta a kártétel mértékét. Ez alapján 900 diszpenzer/ha (80 mg/ha dózis) kihelyezése javasolt, mivel magas egyedszám esetén kevesebb (225 diszpenzer/ha) nem mutatott megfelelő hatékonyságot (Cocco, et al., 2013; Huang, et al., 2024).

Egy Olaszországban felállított kísérlet során 1000 diszpenzer/ha (60 mg/ha dózis) kijuttatásával 62-89%-kal csökkent a károsított termések aránya (Cocco, et al., 2013).

2.2.7. A szűznemzés

A szűznemzés – másnéven partenogenezis – során az embrionális fejlődés a petében indul meg, két szülőtől származó genom szükségessége nélkül, így az utód csak az anyai genom változata. A szűznemzés jelenségét Charles Bonnet fedezte fel a 18. század közepén levéltetveken (Sperling, et al., 2023).

A fakultatív szűznemzés során az ivaros szaporodást preferálja az állat (ezzel biztosítva a genetikai változatosságot és fitnessét), viszont a partenogenetikus szaporodás is jelen van. E jelenségre példa a *Drosophila mercatorum* faj. Ezzel szemben az obligát szűznemzés során nem jön létre ivaros szaporodás. (Sperling, et al., 2023). Mind a fakultatív, mind az obligát szűznemzés esetében jelen vannak a következő változatok: a telitókia, amely következtében a megtermékenyítetlen petékből csak nőtény egyedek kelnek ki, mint például a Fulgoromorpha (bordásfejúkabóca-alkatúak) és a Cicadomorpha (énekeskabóca-alkatúak) alrendágainak fajtái. Az arrhenotókia során a megtermékenyítetlen petékből csak hím egyedek fejlődnek ki, erre példa a *Bemisia tabaci*. A deuterotókia során pedig a szűz nőtények petéiből hím és nőtény egyed is kifejlődik, amely megfigyelhető a Coccoidae (teknőspajzstetű-félék) családban (Aguín-Pombo & Kuznetsova, 2023).

2.3. A *Tuta absoluta* szűznemzéses populációi

Franciaországban 2012-ben írták le az első olyan *Tuta absoluta* populációt, amelyben laboratóriumi körülmények között megfigyelték a deuterotókiát. A lárvákat 2011-ben gyűjtötték össze egy franciaországi paradicsom állományból, majd mesterségesen nevelték őket. Az ötödik generáció bábjaiból felnevelt imágókat kezdték el megfigyelni. A szűz nőstények közül 20 egyedet vizsgáltak, ebből 19 rakott tojást, amelyből 4 rakott életképes petét (összesen 81 pete). A tojásokból 57 lárvá fejlődött imágóvá a partenogenetikus szaporodás során. A szűz nőstények tojásrakási képessége az F0 nemzedékben átlagosan 10,7 pete volt és a teljes peteszámuk 1-től 95-ig terjedt nőstényenként. A párosodott nőstények tojásrakási képessége nagyobb volt, továbbá a szűznemzéses tojások életképessége visszamaradottabbnak bizonyult, a mortalitás magasabb volt. A kikelt nemek arányában nem találtak különbséget. Tehát, a populáció képes volt a szűznemzésre, viszont az ivaros szaporodás jobb fitneszt biztosított. Jelen esetben fakultatív szűznemzésről beszélünk, amikor az elsődleges reprodukció ivarosán történik, de a hím hiányában szűznemzés is bekövetkezhet (Medigo, et al., 2012).

Tunéziában 3 helyszín populációját vizsgálták laboratóriumi körülmények között és a helyszínenként gyűjtött 30 nőstények 30%-a, 13,33%-a és 50%-a rakott tojást, amelyből a kikelt, életképes utódok aránya 11.36%, 16.67% és 17.02% volt. A szűz nőstények által rakott tojások száma 1-től 85-ig terjedt. A következő nemzedékben viszont már csak egy pete volt életképes (Abbes & Brahim, 2014).

Újabb partenogenetikus populációt 2021-ben az Egyesült Királyság területén fedeztek fel. Két populáció 100 szűz nőstényét vizsgálták, amely során mérték a nőstények élettartamát, a peték számát és a levélen való aknázást. A nőstények élettartamát tekintve az első populáció egyedei 21,28 napig éltek, a második populáció esetében pedig 32,71 napig éltek a nőstények. Az első populációban 84 nőstény rakott tojást, ebből 6 nőstény rakott életképes tojást, amelyből 14 lárvá (a rakott tojások 1 %-a) kelt ki. A második populáció nőstényei közül 82 nőstény rakott tojást, ebből 8 nőstény rakott életképes petét, amelyekből 15 lárvá (a rakott tojások 2,5 %-a) volt megfigyelhető. Az írók szerint a szűznemzéssel való szaporodás korlátozott és csak kis mértékben befolyásolhatja a légtérteleítés eredményességét (Grant, et al., 2021).

Szintén 2021-ben Kínában vizsgáltak szűznemzéses *T. absoluta* populációt. A vizsgált szűz nőstények 80%-a rakott tojást, ebből pedig 4 nőstény rakott életképes petét. Ez alapján, a megtermékenyítetlen nőstények lerakott petéinek 1,1%-a volt életképes. Ennek ellenére

megállapították, hogy e populáció esetén kevesebb hím jelenlétekor is a kártételi szint hasonló ahhoz a populációhoz képest, ahol a nemek aránya közel azonos (Wang, et al., 2021).

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálat ideje és helyszínei

A vizsgálathoz szükséges dél-amerikai paradicsommoly populációt Üllésen, egy 2 hektáros paradicsomhajtató kertészet 8500 m²-es fóliablokkjából gyűjtöttem be, mivel a kertészet üvegházával összevetve ebben a termesztő létesítményben volt jelentős a *Tuta absoluta* kártétele. Az üzemben korszerű technológiával és felszereltséggel történik a 11 hónapos paradicsomtermesztés: fehér színű talajtakaró fólia szolgálja az izoláltságot a talajtól, a függesztett termesztő csatornán közetgyapot paplan és palántanevelő kocka biztosítja a gyökerek számára az optimális közeget. A termálvízzel való fűtés, tetőszellőztetés, csepegtető öntözés, a tápoldat kijuttatása precízen, automatizáltan működik a Priva rendszeren keresztül. A telepet heti rendszerességgel látogatja egy szerződött szaktanácsadó, aki a növényvédelmet is irányítja. A növényvédelmi kezeléseket megfigyelésre alapozták (fénycsapdák, szemrevételezés). A kultúra elején kijuttatták a légtértelítést szolgáló diszpenzereket és a ragadozó poloskákat (*Macrolophus pygmeus*), majd többnyire a *Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki* hatóanyagú készítményekkel védekeztek a kártevő ellen. A növényvédelmi beavatkozások részleteit az 1. számú melléklet tartalmazza, a fóliablokkra vonatkozóan, az általam vizsgált termesztési évek alatt.

Az eddig említett védekezési módszerek mellett a *T. absoluta* populáció csökkentése érdekében további intézkedéseket végeztek: a levelezés során a termesztő csatorna alá ledobott leveleket heti rendszerességgel kihordták a házból, ezzel eltávolítva az abban rejtőző imágókat. További alternatív megoldásnak számított, hogy tavasszal, a munkacsúcs előtt és a feljövő paradicsommoly populáció idején a növényápoló kollégák összegyűjtötték és megsemmisítették az aknás leveleket.

Az első évben az ültetés 2022. november 30-án történt, a második évben pedig 2023. december 1-jén. A kertészetben két hetet vett igénybe a növények eltávolítása és a növényházak kitakarítása az új palánták érkezése előtt. A növények kihordását és minden növényi maradvány megsemmisítését követően a belső felületeket (termesztő csatorna, talajtakaró fólia, termesztő létesítmény belső falai) AquaJet nevű készülék segítségével fertőtlenítették. Először szappanos-klóros vizet juttattak ki, melyet állni hagytak, viszont megszáradás előtt ezt leöblítették, majd hidrogén-peroxiddal zárták a fertőtlenítés folyamatát. Az öntözőrendszer kimosását Hyppoval és salétromsavval végezték, mindkettőt 300 l/ha dózisban. A Hyppet 12 óráig hagyták a rendszerben állni, utána következett a salétromsav és az öblítés.

A partenogenezis vizsgálatát a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusán, a Rovartani Tanszék laboratóriumában végeztem. A kísérletet 2023. augusztus végén kezdtem és decemberben fejeztem be. A vizsgálat ismétlése 2024 februárjától július végéig történt.

3.2. A dél-amerikai paradicsommoly rajzásmegfigyelése

A dél-amerikai paradicsommoly populáció jelenlétét fénycsapdák segítségével figyeltem meg 2023. június 10. és november 12. között heti rendszerességgel. A csapdák leolvasását a kultúraváltást követően, 2024. január 13-án folytattam, hetente, és július 31-én fejeztem be. A két megfigyelési időszak között azért nem történt leolvasás, mert a kitakarítás és ültetés időszakában nem kaptam volna értékelhető adatokat.

A fénycsapdák használata azért volt indokolt a termesztő létesítményekben mert a légtértelítés alkalmazása mellett a szex-feromon csapdák nem vonzzák és fogják a hím imágókat. A CRI CRI rovarirtó lámpák UV fénnel vonzzák oda az éjszaka repülő rovarokat, majd elektromosáram ütéssel pusztítják el azokat. A rovarok a tálcára esnek, ahol azok megszámlálhatóak. A fénycsapdákat a növényházakba helyeztem, egyet az üvegházba, kettőt pedig a fóliablokkba. Ezenfelül a manipuláló helyiségben és a gépházban egy-egy Csalomon típusú szex-feromon csapdával figyeltem meg az állat jelenlétét a növényházakon kívül (3. ábra). A szexferomon csapdákból a feromon kapszulák cseréje 3 hetente történt, a ragacslapokat szükség szerint cseréltem. A csapdákat hetente ellenőriztem és az adatokat Excel fájlba rögzítettem.



3. ábra A dél-amerikai paradicsommoly rajzásának megfigyelésére használt csapdák helye a kertészet területén (forrás: Google Earth)

3.3. A dél-amerikai paradicsommoly kártétel felmérése

Az üvegházban és a fóliablokkban megjelenő kártételt a következő időpontokban felvételeztem: 2023. október 7-én, 2024. április 27-én, 2024. május 25-én, 2024. június 29-én és 2024. július 31-én. A felvételezés során mindkét termesztő létesítményben véletlenszerűen 50-50 levelet gyűjtöttem, amelyeket megvizsgálva lejegyeztem az aknák számát. Az adatokat Excel táblázatban rögzítettem.

3.4. A dél-amerikai paradicsommoly partenogenezisének vizsgálata

A dél-amerikai paradicsommoly szűznemzéses populáció nagyságának megállapításához a fóliablokk teljes területéről véletlenszerűen gyűjtöttem aknás leveleket. Ügyeltem arra, hogy az aknák ne legyenek túl nagyok és az áteső fényben láthatóak legyenek bennük a lárvák. A leveleket műanyag dobozokba helyeztem, alájuk enyhén nedves papírtörülőt raktam, hogy ne száradjanak ki idő előtt, majd dupla rétegű nejlonharisnyával fedtem be a dobozokat. A lárvák gyűjtését folyamatosan végeztem a kertészet területén, majd a bábokat a Rovartani Tanszék laboratóriumába szállítottam. A laboratóriumban sztereomikroszkóp segítségével

megállapítottam a gyűjtött bábok nemét és csak a nőtényeket neveltem tovább. A nőtények elkülönítéséhez Genc (2016) munkáját használtam. A nőtények nevelését Grant és munkatársai (2021) módszere szerint folytattam: a bábokat kisebb műanyag dobozokba raktam, majd miután kikeltek az imágók, melléjük egy mikrocentrifuga csőbe cukros vizet – amit vattával zártam le – egy másik mikrocentrifuga csőbe paradicsom levelet (a cső alján vízzel átitatott vattával) helyeztem. A műanyag dobozokban tehát a nőtény imágó mellett táplálék és tojásrakási felületet biztosítottam, majd egyrétegű harisnyával zártam le őket (4. ábra).



4. ábra A nőtények nevelésének körülményei és eszközei

(Készítette: Péter Ágota Kincső, Budapest, 2023.)

A nőtény *T. absoluta* egyedek nevelése Memmert klímaszekrényben zajlott, a következő paraméterek mellett: 24 °C léghőmérséklet, 65%-os páratartalom, 16 óra megvilágított és 8 óra sötét perióduson. A nőtények és a tojásrakás ellenőrzése hetente kétszer történt. Minden alkalommal, amikor szükséges volt, pótoltam a cukrosvizet, illetve cseréltem azokat a paradicsom leveleket, amelyeken volt tojás vagy elhervadtak. Az ellenőrzéskor feljegyeztem a nőtény által lerakott tojások számát, a kikelt lárvák számát, az elpusztult nőtényeket. Az

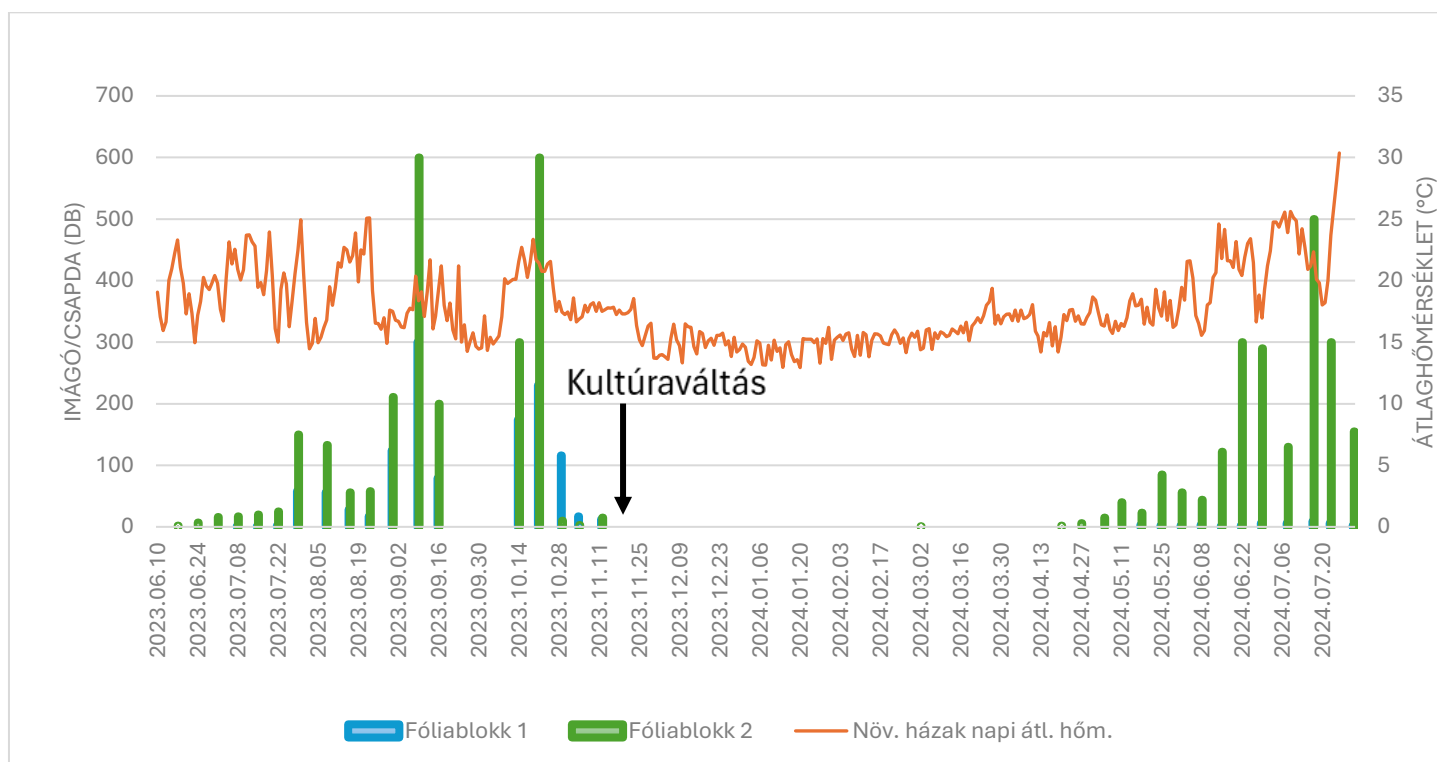
adatokat Excel táblázatba rögzítettem. A levelekre rakott tojásokat elkülönítve tartottam harisnyával fedett dobozban két hétig majd, ha nem kelt ki belőle hernyó, akkor eldobtam őket. A tojásból kikelt hernyókat harisnyával fedett műanyag dobozokban neveltem imágóvá. Az elpusztult nőtény egyedeket szexálásig elkülönítve tároltam. Az újabb szexálásra azért volt szükség, hogy a tojást nem rakó egyedek esetében kizárhassuk annak a kockázatát, hogy a hím bábót tévesen nőténynek határoztuk. A szexálást Fazekas és Szeőke (2011) munkája alapján végeztem. Ezt követően korrigáltam az adatsort.

Az első vizsgálat menetével párhuzamosan az egyetemen egy tenyészetet tartottam fenn az üllési kertészetből gyűjtött hím és nőtény bábokból. A rovarnevelő ketrecekben ivaros szaporodással gyarapodott a populáció. A tenyészet rendszeres ellátása friss paradicsomhajtással és cukros vízzel történt. Az ott bábállapotban lévő nőtény utódokat használtam fel a kísérlet megismétléséhez

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A dél-amerikai paradicsommoly rajzásmegfigyelése

A csapdák leolvasását heti rendszerességgel végeztem 2023. június 10. és 2024. július 31. között. A fóliablokkban (5. ábra) elhelyezett fénycsapdák közül a csarnokhoz és a gépházhoz közelebb lévő (3. ábra) csapda fogásszáma volt a legmagasabb, átlagosan 93,6 egyed hetente. Egy kiemelkedő egyedszám először szeptember 9-én volt észlelhető, hasonlóan egy iraki fóliablokkban vizsgált szex-feromon csapda által fogott egyedszámhoz, ahol szintén szeptemberben fogták a legtöbb egyedet hetente, átlagosan 56,66 hímeket (Assaf, et al., 2013). A fóliablokk távolabbi részén a fénycsapda hetente átlagosan 26,2 egyedet fogott. Összesen a fóliablokkban a két fénycsapda 5749 imágót gyűjtött össze.

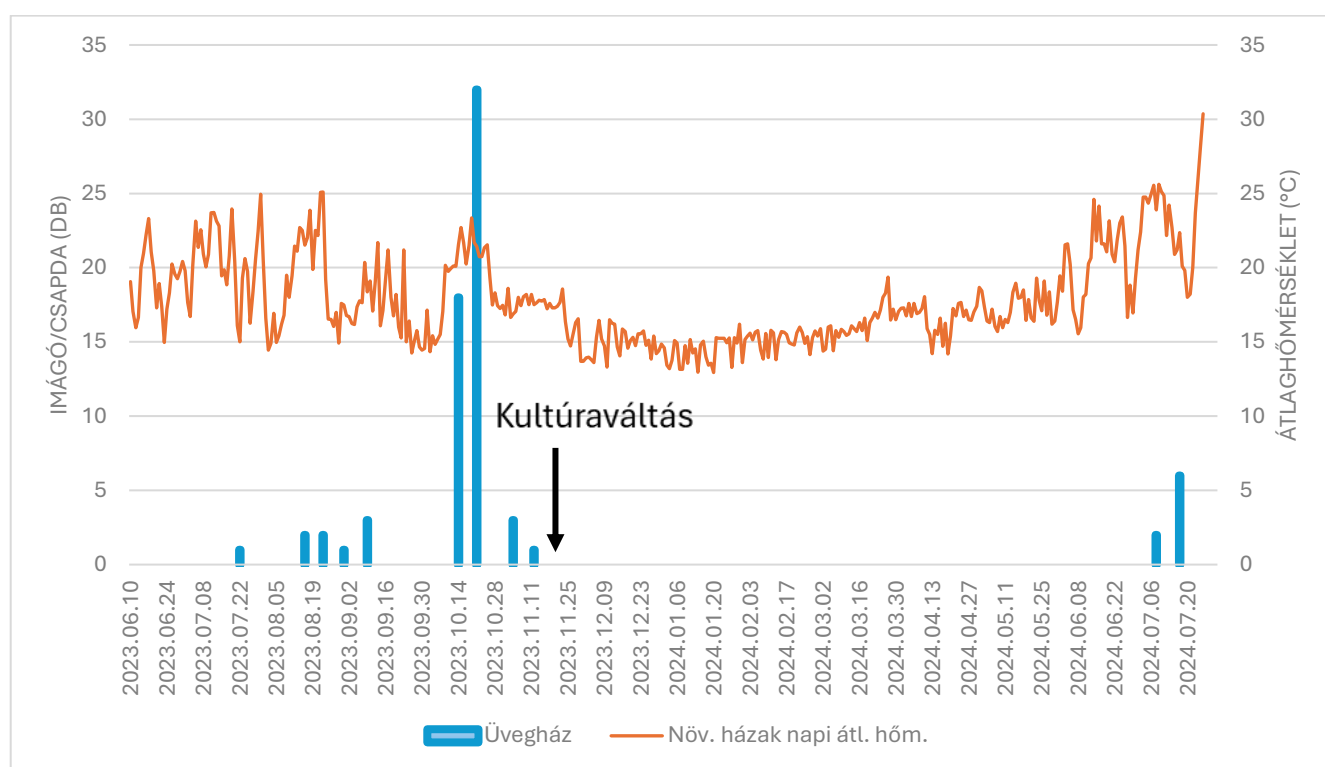


5. ábra A dél-amerikai paradicsommoly csapdázásának adatai a fóliablokkban heti rendszerességgel (Üllés, 2023-2024.)

A grafikonon emellett ábrázoltam a növényházakban mért napi átlagos hőmérsékletet, amely hozzájárulhatott a populáció aktivitásához. Assaf és munkatársai (2013) kapcsolatot találtak a hőmérséklet emelkedése és a populáció alakulása között. Cuthbertson és munkatársai (2013) szerint a *T. absoluta* fejlődéséhez a hőmérsékleti optimum 19-23 °C között van. Az ültetést

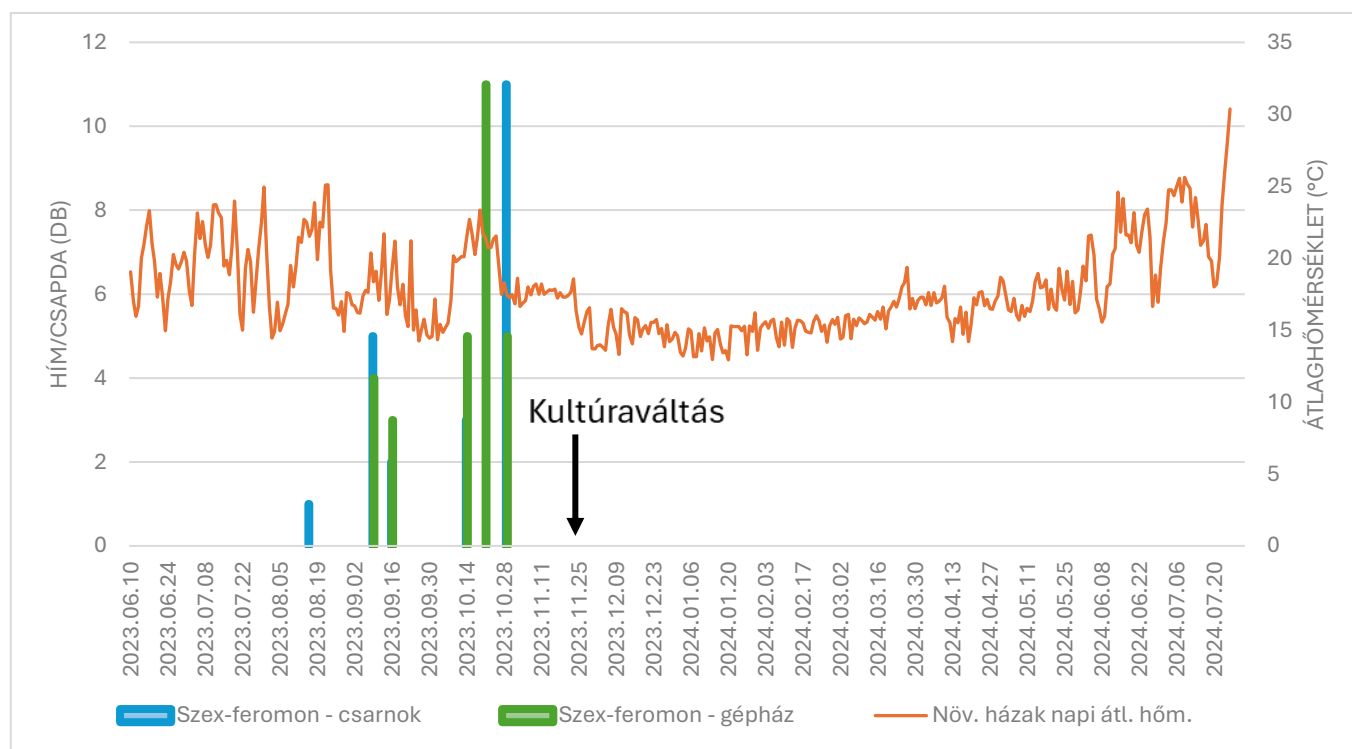
követően, a téli hónapokban (december, január, február) az átlaghőmérséklet 14,8 °C fok volt. Később, április 2-án érte el először a 19 °C-ot a napi átlaghőmérséklet. Ezzel összevetve a fogási adatokat, a téli hónapokban nem volt megfigyelhető imágó a csapdákbán. Először 2024. március 2-án fogott az egyik fénycsapda egy imágót. Ezt követően 6 hétig nem detektáltam imágót a csapdákbán, majd április 20-tól folyamatos volt az imágók fogása.

Az üvegházban (6. ábra) a fénycsapda által fogott teljes egyedszám 71 imágó volt (átlagosan 1,5 db/hét). Ebben a házban a fogásszám a kultúraváltást megelőző időszakban (október 14-21.) tetőzött, az év többi részében nem volt folyamatos a fogás. A kultúraváltás után először 2024. július 8-án volt észlelhető imágó a fénycsapdában.



6. ábra A dél-amerikai paradicsommoly csapdázásának adatai az üvegházban heti rendszerességgel (Üllés, 2023-2024.)

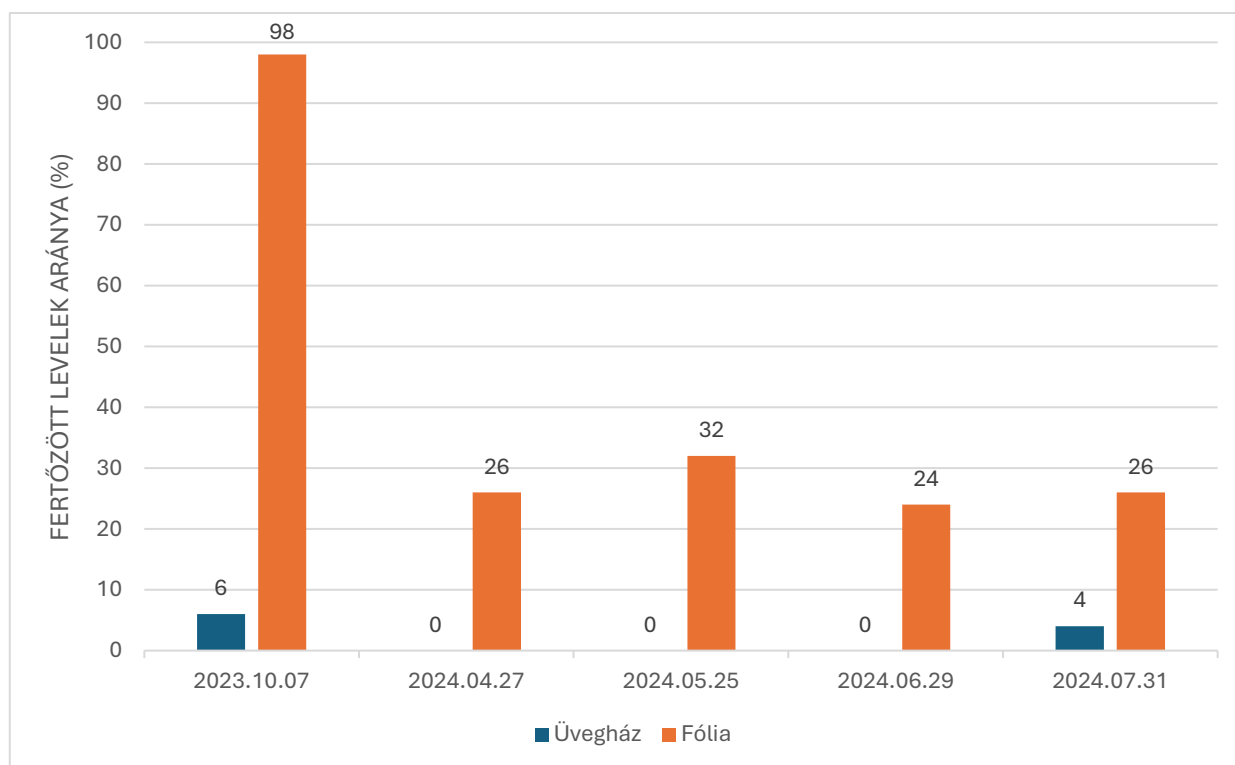
A szex-feromon csapdákat tekintve (7. ábra) a manipuláló helyiségben (csarnok) összesen 22 hím jelenlétét figyeltem meg (hetente átlagosan 0,4 db). A gépházban, a fóliablokk bejáratához közel összesen 28 egyedet számoltam meg (hetente átlagosan 0,6 db). A növényházakon kívüli szex-feromon csapdák abban az időszakban fogtak hímeket, amikor a fogási adatok mind a fóliablokkban, mind az üvegházban számottevőek voltak. Ez alapján elmondható, hogy nem a manipuláló és egyéb helyiségekből érkezett a kártevő.



7. ábra A dél-amerikai paradicsommoly csapdázásának adatai a növényházakon kívül heti rendszerességgel (Üllés, 2023-2024.)

4.2. A dél-amerikai paradicsommoly kártétel felmérése

A kártétel mértékét az üvegházban és a fóliablokkban öt alkalommal felvételeztem. Az 8. ábra a növényházakban megvizsgált 50-50 levél fertőzöttségének mértékét mutatja.



8. ábra A dél-amerikai paradicsommoly kártételének mértéke paradicsomleveleken (Üllés, 2024.)

Először 2023 októberében mértem fel a kártételt, a növényházak kitakarítása előtt. Ebben az időpontban a fóliablokkban a vizsgált levelek 98%-a volt fertőzött (6,7 akna/levél). Az üvegházban ekkor 6%-os volt a kártétel (0,12 akna/levél). A következő kártétel-felmérést 2024 áprilisában végeztem, amikor a csapdák rendszeresen fogtak. Ekkor a fóliablokkban 26%-os volt a kártétel (0,3 akna/levél), az üvegházban viszont nem észleltem aknás leveleket. A fóliablokkban májusban már folyamatos volt a fogás, ekkor 32%-os volt a kártétel (0,74 akna/levél), viszont az üvegházban továbbra sem találtam fertőzött levelet. Júniusban a fóliában 24%-os volt az aknás levelek aránya (0,8 akna/levél), az üvegházban pedig továbbra sem figyeltem meg kártételt. Végül júliusban felvételeztem a kártétel mértékét, amikor a fóliablokk 26%-os fertőzöttsége mellett (1,38 akna/levél), az üvegházban is megjelent a kártevő 4%-os kártétellel (0,08 akna/levél). Ez összefügg a csapdázási adatokkal, hiszen júliusban fogott először az üvegházban lévő fénycsapda, összesen 8 imágót.

Egy egyiptomi fóliaborítású növényházban minimum 97,6%-os kártételt figyeltek meg a kultúra végén. (Ata & Megahed, 2014). Az üllési fóliablokkban szintén a kitakarítás előtt volt a legmagasabb a fertőzési arány (98%). Ez összefügg a fogási adatokkal (4. ábra), hiszen szeptemberben a fóliablokkban a fogásszám megemelkedett. Szakirodalmak szerint a kártétel mértékét az egyedsűrűség határozza meg: 26 lárva/növény feletti egyedsűrűség jelentős termés kiesést okoz (Cely, et al., 2010). Egy további kutatásban megállapították, hogy üvegházi

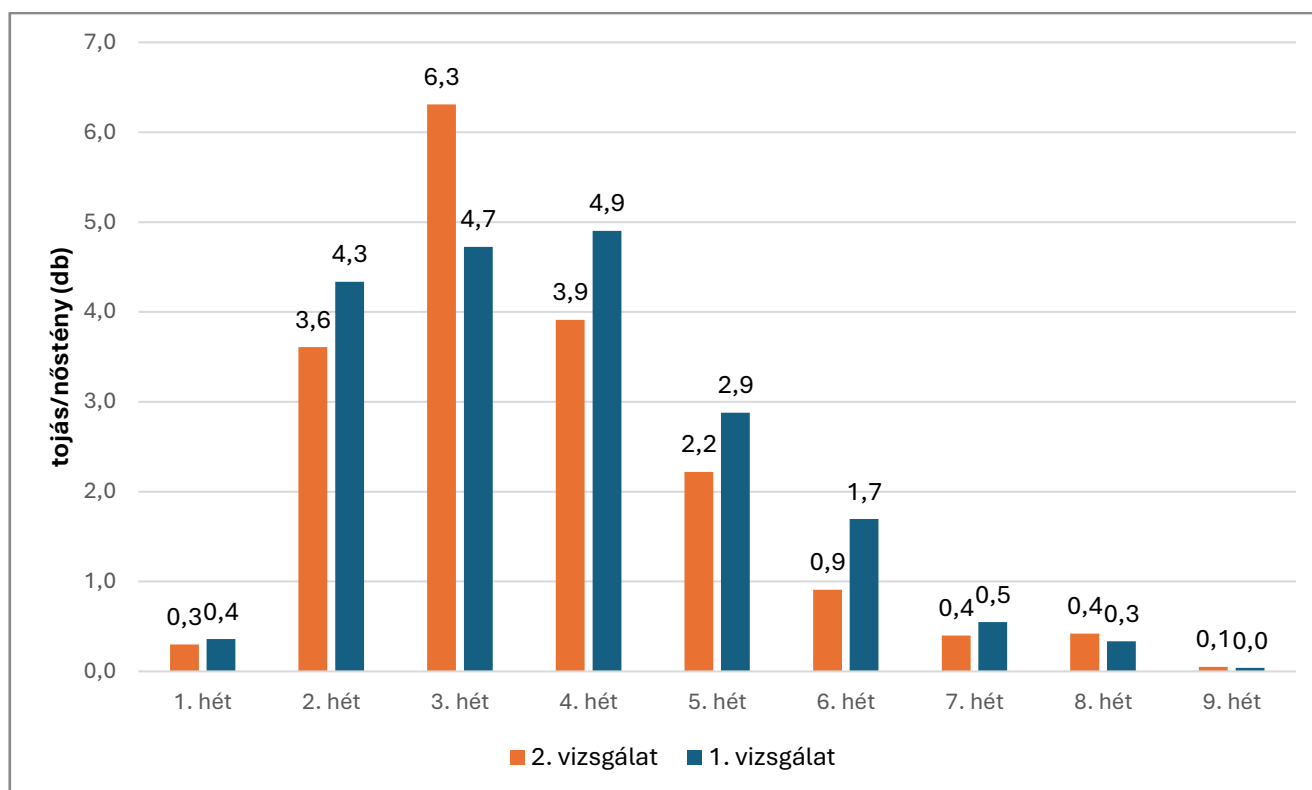
körülmények között a védekezési küszöbérték 2,25 lárva/növény, tehát az ilyen mértékű egyedsűrűségnél érdemes elkezdni a védekezést annak érdekében, hogy ne következzen be gazdasági kár (Shiberu & Getu, 2018).

4.3. A dél-amerikai paradicsommoly partenogenezisének vizsgálata

Az első kísérlet folyamán 131 szűz nőtényt vontam vizsgálatba, mert a kertészetből gyűjtött egyedek közül több maradt életben, míg a második kísérletnél 100 szűz nőtény megfigyelése történt.

A 131 szűz nőtényből, 119 egyed rakott tojást (91%) az első vizsgálat esetében, míg a második vizsgálat 100 nőténye közül 83 egyed volt képes tojásrakásra. Wang és munkatársai (2021) vizsgálataiban a szűz nőtények 80%-a rakott tojást, hasonló arányt figyeltem meg a saját kísérletem során. Az egy szűz nőtény által rakott teljes tojásszám 1 és 130 között alakult a vizsgálatomban, míg más vizsgálatokban 1 és 95, illetve 1-85 közötti nőtényenkénti tojásszámot figyeltek meg (Medigo, et al., 2012; Abbes & Brahim, 2014).

Ezenfelül elemeztem a szűz nőtények által rakott peték átlagos számát. Az első vizsgálatban 19,8 pete, a másodikban 18,1 volt az átlagos tojásszám. Bizonyos tanulmányok 14,27 tojásrakási átlagot írtak le, míg más vizsgálatokban 6,16 és 10,7 értékeket publikáltak (Grant, et al., 2021; Medigo, et al., 2012). A szűz nőtények átlagos tojásrakási teljesítményét a 9. ábra szemlélteti, heti szinten.



9. ábra A dél-amerikai paradicsommoly szűz nőstényei által rakott átlagos tojásszám, hetente, a két vizsgálat során

A magasabb tojásrakási eredmény összefügghet azzal, hogy a jelen vizsgálat szűz nőstény imágóinak élettartama hosszabb volt az előző tanulmányokhoz képest. Az első kísérlet nőstényei átlagosan 38,9 napig éltek, a második vizsgálat nőstényei pedig 38,3 napig voltak imágó állapotban. Ez kettő, illetve egy héttel több, mint Grant és munkatársai (2021) által megfigyelt populációké, ahol az egyik populáció nőstényeinek 21,28 napig, a másikénak 32,71 napig tartott az imágó stádiuma. Az általuk alkalmazott nevelési körülmények azonosak voltak a kísérletem során beállított paraméterekkel.

Az üllési paradicsommoly populációból származó 231 szűz nőstényből 1 nőstény rakott 1 életképes tojást (10. ábra). A tojásból kikelő lárvá nősténnyé fejlődött, amely 1 tojást rakott, de abból nem fejlődött ki lárvá. Francia kutatók által végzett hasonló vizsgálatban 20 nőstényből 4 rakott életképes tojást és ezen tojásokból összesen 57 lárvá kelt ki (Medigo, et al., 2012). Az Egyesült Királyságban végzett vizsgálat során két helyszínről gyűjtött 100-100 szűz nőstény közül 6, illetve 8 nőstény rakott életképes tojásokat. Ezekből a tojásokból 14 és 15 lárvá kelt ki a két különböző helyszínről származó populációkból (Grant, et al., 2021). Mindkét vizsgálatban nagyobb volt azon szűz nőstények száma, amelyek életképes tojásokat tudtak rakni, mint az általam vizsgált magyarországi helyszínen. Mindkét vizsgálatban arra a

következtetésre jutottak, hogy ez a szűznemzéssel szaporodó populáció még nem befolyásolja hátrányosan a légtértelítés hatékonyságát a vizsgálati helyeken. Mivel a vizsgálatomban a korábbi publikációk eredményeihez képest kisebb számú szűz nőtényt találtam, ezért megállapíthatom, hogy az üllési növényházban nem a szűz nőtényes populáció nagysága miatt alakul ki jelentős kártétel a légtértelített növényházban.



10. ábra Az egy szűz nőtény által rakott egyetlen életképes pete (Készítette: Péter Ágota Kincső, Budapest, 2023.)

A rajzásmegfigyelés és a kártétel felmérés eredményei azt mutatták, hogy a fóliablokkban magasabb a *T. absoluta* egyedsűrűsége és kártétele. A jelenlévő populációban azonban nem a szűznőtényes populáció jelenléte, illetve nagysága okozhatja a légtértelítés hatékonyságának csökkenését, mivel az összesen megvizsgált 231 szűz nőtény közül egy rakott olyan tojást, amelyből lárva fejlődött ki. Ennek ellenére a fóliablokkban a légtértelítés és egyéb védekezési eljárások mellett nagymértékű a dél-amerikai paradicsommoly jelenléte és kártétele. A vizsgálatom alapján megállapítom, hogy a paradicsommoly jelentős kártételének kialakulásában nem a szűznemzéses populáció játszik szerepet, a légtértelítés hatékonyságát ez

biztosan nem befolyásolja. A probléma megoldásához tehát tovább kell vizsgálnunk a lehetséges kockázati tényezőket.

A *Tuta absoluta* elleni védekezés során fontos tényező, hogy két kultúra között – főként, ha az előző évben fertőzés volt – megfelelően ki legyen takarítva a termesztő létesítmény, illetve az alternatív gazdanövények (gyomnövények) legyenek eltávolítva (El-Shafie, 2020). Az üvegházban és a fóliablokkban azonos módszerrel történt a kitakarítás. Ennek ellenére az feltételezhető, hogy az elavult fóliablokkban a tisztítás nem volt eredményes, mivel a fűtőcsövek sérült szigetelőanyagaiba nem érhetett el a fertőtlenítő anyag. A kitakarítás után, a téli időszakban a csapdázási adatok alapján nem volt jelen a kártevő, majd csak áprilistól fogtak a csapdák és egészen a kitakarításig jelen volt.

A szakirodalom szerint a légtértelítés magas egyedszám esetén sikertelen (Louis & Schirra, 2001). Az üllési paradicsomhajtató kertészetben a termesztési év alatt mindössze kétszer helyezték ki a diszpenzereket, azonban háromszor ajánlott (4 havonta), viszont a nyári időszak idején már akkora volt az egyedsűrűség, hogy a kihelyezést nem tartották célravezetőnek. Megfontolandó a második diszpenzerek hamarabbi kihelyezése, amikor még kevés a csapdák fogásszáma. Továbbá, egy tanulmány leírja, hogy amennyiben magas a kártevő egyedszáma (>10 egyed/csapda/nap), indokolt lehet a passzív diszpenzerek sűrűbb kihelyezése (Huang, et al., 2024).

Feltételezhető az is, hogy a dél-amerikai paradicsommoly hazánkban képes az áttelelésre, hasonlóan egy, már leírt nyugat-európai populációhoz. Belgiumban az imágó stádiumú egyedek éltek túl a legnagyobb számba a 0°C és 5°C-os hőmérsékletet (Van Damme, et al., 2014).

A paradicsomhajtató kertészetben heti egyszer védekeztek *Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki* tartalmú készítményekkel, ennek ellenére az egyedszám nem csökkent. Felmerülhet a kérdés, hogy kialakulhatott-e rezisztencia a *Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki* valamelyik törzsére a vizsgálati helyszínen. A szakirodalomban található adat arról, hogy különböző országokban számos Lepidoptera faj esetében írtak le rezisztenciát a *Bacillus thuringiensis* toxinokra (Afzal, et al., 2024), azonban egyelőre a dél-amerikai paradicsommoly esetében még nem történt ilyen említés.

5. Összefoglalás

A dél-amerikai paradicsommoly (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)) világszerte a hajtatos paradicsom egyik kulcskártevője. Az ellene való védekezés hiányában a levélen, a száron és a termésen történő károsítása következtében akár 100%-os veszteséget is okozhat. Számos védekezési eljárás közül a légtértelítés egy hatékony védekezési módszer ellene. Egy üllési paradicsomhajtató kertészet fóliablokkjában a légtértelítés alkalmazása ellenére a *T. absoluta* egyedszám számottevő volt. A vizsgálat hipotézise az volt, hogy a kertészet fóliablokkjában szűznemzéses populáció van jelen, amely csökkenti a légtértelítés hatékonyságát.

A populáció felmérését és nyomonkövetését a fóliablokkban és az üvegházban fénycsapdákkal, a kertészet egyéb területén szex-feromon csapdákkal figyeltem. Emellett kártételfelmérést végeztem a leveleken előforduló aknák számolásával. A rajzásmegfigyelés során a fóliablokkban 93,6 imágó/hét volt az átlagos fogásszám, míg az üvegházban ez az érték 1,5 imágó/hét volt. A kártétel mértékét tekintve a legsúlyosabb kártétel a kultúraváltás előtt, 2023 októberében jelentkezett, amikor fóliablokkban a kártételi szint 98%, míg az üvegházban 6% volt az aknás levelek aránya.

A szűznemzéses populáció felmérését célzó vizsgálatot 2023 augusztus végétől 2024 július végéig végeztem a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campus Rovartani Tanszékének laboratóriumában. A kísérlet során a vizsgált 231 szűz nőtény közül 1 esetben figyeltem meg egyetlen életképes petét, amelyből a kikelt lárva nősténnyé fejlődött és 1 tojást rakott.

Az eredmények alapján azt a következtetést vontam le, hogy az üllési kertészet fóliablokkjában előforduló populációban a szűznemzéssel szaporodó egyedek csak nagyon kis számban és véletlenszerűen fordulhatnak elő, amely a légtértelítés eredményességét nem befolyásolja. Feltételezhető, hogy a jelenlévő *Tuta absoluta* populáció elleni védekezés hatékonyságát más tényezők csökkentik: a diszpenzerek mennyisége, illetve kései kihelyezése, a dél-amerikai paradicsommoly sikeres áttelelése, továbbá egy esetlegesen kialakult rezisztencia a *Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki* egyes törzseivel szemben. Ennek megállapításához azonban további vizsgálatok szükségesek.

Irodalomjegyzék

- Abbes, K. & Brahim, C., 2014. Propensity of three Tunisian populations of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) for deuterotokous parthenogenetic reproduction. *African Entomology*, p. 538–544.
- Abdelmaksoud, N. M. és mtsai., 2020. Influence of insect traps and insecticides sequential application as a tactic for management of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bulletin of the National Research Centre*, p. 44:123.
- Afzal, M. B. S. és mtsai., 2024. Resistance of Lepidopteran Pests to *Bacillus thuringiensis* Toxins: Evidence of Field and Laboratory Evolved Resistance and Cross-Resistance, Mode of Resistance Inheritance, Fitness Costs, Mechanisms Involved and Management Options. *Toxins*.
- Ágoston, J. & Fazekas, I., 2014. Újabb adatok a paradicsom-sarlósmoly (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) magyarországi elterjedéséről és biológiájáról. *e-Acta Naturalia Pannonica*, p. 7: 5–14..
- Aguín-Pombo, D. & Kuznetsova, V. G., 2023. True Parthenogenesis and Female-Biased Sex Ratios in Cicadomorpha and Fulgoromorpha (Hemiptera, Auchenorrhyncha). *Insects* , pp. 14(10), 820.
- Assaf, L. H., Hassan, F. R., Ismael, H. R. & Saeed, S. A., 2013. Population Density of Tomato leaf miner *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera:Gelechiidae) under plastic houses conditions (b). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, pp. 07-10.
- Ata , T. E. & Megahed, M. M. M., 2014. Population Density of Tomato Leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under Protected Cultivation in Egypt. *Middle East Journal of Agriculture Research*, pp. 1242-1247.
- Attygalle, A. B. és mtsai., 1996. (3E,8Z,11Z)-3,8,11-Tetradecatrienyl Acetate, Major Sex Pheromone Component of the Tomato Pest *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, pp. Vol. 4, No. 3, pp. 305-314.

- Aynalem, B. és mtsai., 2022. Biocontrol competence of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Bacillus thuringiensis* against tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick 1917 under greenhouse and field conditions. *Heliyon* 7.
- Bastola, A., Pandey, S. R., Khadka, A. & Regmi, R., 2020. Efficacy of Commercial Insecticides against Tomato Leaf Miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Palpa, Nepal. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, pp. 2388-2396.
- Biondi, A., Guedes, R. N. C., Wan, F.-H. & Desneux, N., 2017. Ecology, Worldwide Spread, and Management of the Invasive South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta*: Past, Present and Future. *Annual Review of Entomology*, p. 63:239–58.
- Buragohain, P., Saikia, D. K., Sotelo-Cardona, P. & Srinivasan, R., 2021. Evaluation of Bio-Pesticides against the South American Tomato Leafminer, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in India. *Horticulturae*, pp. 7, 325.
- Burgio, G. és mtsai., 2020. Mating Disruption of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera:Noctuidae) on Processing Tomato: First Applications in Northern Italy. *Insects*, pp. 11, 206.
- Campos, M. R. és mtsai., 2014. Spinosyn resistance in the tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Pest Science*, p. 405–412.
- Cascone, P. és mtsai., 2015. Improving the efficiency of *Trichogramma achaeae* to control *Tuta absoluta*. *BioControl*, pp. 761-771.
- Cely, L., Cantor, F. & Rodríguez, D., 2010. Determination of levels of damage caused by different densities of *Tuta absoluta* populations (Lepidoptera: Gelechiidae) under greenhouse conditions. *Agronomía Colombiana*, pp. 401-411.
- Clarke, J. F. G., 1962. New species of microlepidoptera from Japan. *Ent. News*, p. 73.
- Cocco, A., Deliperi, S. & Delrio, G., 2012. Potential of mass trapping for *Tuta absoluta* management in greenhouse tomato crops using light and pheromone traps. *IOBC-WPRS Bulletin Vol. 80*, pp. pp. 319-324.
- Cocco, A., Deliperi, S. & Delrio, G., 2013. Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. *Journal of Applied Entomology*, pp. 16-28.

- Cuthbertson, A. G. S. és mtsai., 2013. Population Development of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under Simulated UK Glasshouse Conditions. *Insects*, pp. 185-197.
- Deguine, J.-P. és mtsai., 2021. Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Issue 41: 38.
- Desneux, N. és mtsai., 2022. Integrated Pest management of *Tuta absoluta*: practical implementations across different world regions. *Journal of Pest Science*, p. 95:17–39.
- Desneux, N. és mtsai., 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *J Pest Sci*, p. 83:197–215.
- El-Shafie, H. A. F., 2020. *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): An Invasive Insect Pest Threatening the World Tomato Production. *Invasive Species - Introduction Pathways, Economic Impact, and Possible Management Options*, pp. 1-16.
- Fazekas, I. & Szeőke, K., 2011. A paradicsom-sarlósmoly (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)) magyarországi elterjedése (1.). *e-Acta Naturalia Pannonica*, 2 (2). kötet, p. 141–146.
- FruitVeb , 2023. *Beszámoló: Magyar Paradicsom Napja 2023*. hely nélk., ismeretlen szerző
- GENÇ, H., 2016. The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): pupal key characters for sexing individuals. *Turkish Journal of Zoology*, pp. 801-805.
- Ghader, S., Fathipour, Y., Asgari, S. & Reddy, G. V. P., 2019. Economic injury level and crop loss assessment for *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato cultivars. *Journal of Applied Entomology*, pp. 493-507.
- Gólya, G., 2010. The first report of *Tuta absoluta* in Hungary. *EPPO Reporting Service*, p. 052.
- González-Cabrera, J., Molla', O., Monto'n, H. & Urbaneja, A., 2011. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) in controlling the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *BioControl*, p. 56:71–80.
- Grant, C., Rob, J. & Bass, C., 2021. Parthenogenesis in UK field populations of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta*, exposed to the mating disruptor Isonet T. *Pest Management Science*, pp. 77(7), 3445-3449.
- Guedes, R. N. C. & Picanc,o, M. C., 2012. The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. *EPPO Bulletin*, p. 211–216.

- Guedes, R. N. C. és mtsai., 2019. Insecticide resistance in the tomato pinworm *Tuta absoluta*: patterns, spread, mechanisms, management and outlook. *Journal of Pest Science*, pp. 1329-1342.
- Houngbo, E. N. és mtsai., 2024. Economic impact of pests on tomato production in southern and central Benin: The cases of *Helicoverpa armigera*, *Tuta absoluta*, *Tetranychus evansi*, and root-knot nematodes. *International Journal of Life Science Research Archive*, p. 069–079.
- Huang, J. és mtsai., 2024. Mating disruption of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on greenhouse tomatoes. *Crop Health*, pp. 2(1), 15.
- Krivdáné Dorogi, D. A., 2019. A hajtatott paradicsomtermesztés hatékonysága különböző műszaki-technológiai színvonalú termesztőberendezésekben. *Gazdálkodás*, pp. 394-408.
- Louis, F. & Schirra, K.-J., 2001. Mating disruption of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in vineyards with very high population densities. *IOBC wprs Bulletin*, pp. 75-80.
- Mahmoud, M. E. E. és mtsai., 2020. Development and Implementation of a Sustainable IPM and Surveillance Program for the Invasive Tomato Leafminer, *Tuta Absoluta* (Meyrick) in Sudan. *Athens Journal of Sciences*, pp. 159-174.
- Medigo, R. C., Haubruge, E. & Verheggen, F. J., 2012. First evidence of deuterotokous parthenogenesis in the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Pest Science*, p. 85:409–412.
- Medigo, R. C., Haubruge, E. & Verheggen, F. J., 2013. Pheromone-based management strategies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). A review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, pp. 17(3), 475-482.
- Patel, C., Srivastava, R. M. & Samraj, J. M., 2022. Comporavitve Study of Morphology and Developmental Biology of Two Agriculturally Important Whitefly Species *Bemisia tabaci* (Asia II 5) and *Trialeurodes vaporariorum* from North-Western Himalayan Region of India. *Agriculture, Agribusieness and Biotechnology*, p. Vol.65: e22210034.
- Paulitz, T. C. & Bélanger, R. R., 2001. BIOLOGICAL CONTROL IN GREENHOUSE SYSTEMS. *Annual Reviews*, p. 39:103–33.
- Polat, B., Özpinar, A. & Şahin, A. K., 2016. Studies of selected biological parameters of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera: Gelechiidae) under natural conditions. *Phytoparasitica*, p. 195–202.

- Ramasamy, S. & Ravishankar, M., 2018. Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato. In: *Integrated Pest Management Strategies for Tomato Under Protected Structures*. hely nélkül: ismeretlen szerző, pp. 313-322.
- Roditakis, E., Papachristos, D. & Roditakis, N. E., 2010. Current status of the tomato leafminer *Tuta absoluta* in Greece. *EPPO Bulletin*, p. 163–166 .
- Roditakis, E., Papachristos, D. & Roditakis, N. E., 2013. Current status of the tomato leafminer *Tuta absoluta* in Greece. *EPPO Bulletin*, pp. 40, 163–166.
- Saad, A.-F. S. A., Tayeb, E.-S. H. M., Hassan, A.-N. T. & Attia, H. G. A. I., 2020. I.P.M Strategy for *Tuta absoluta* on Tomatoes and Potatoes. *ALEXANDRIA SCIENCE EXCHANGE JOURNAL*, pp. VOL. 41, No.2. 275-283.
- Sahini, S., Berxolli, A. & Kokoja, F., 2021. Effectiveness of bio-insecticides and mass trapping based on population fluctuations for controlling *Tuta absoluta* under greenhouse conditions in Albania. *Heliyon* 7.
- Shiberu, T. & Getu, E., 2018. Determination of the economic threshold level of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant under glasshouse conditions. *Journal of Horticulture and Forestry*, pp. 9-16.
- Sperling, A. L., Fabian, D. K., Garrison, E. & Glover, D. M., 2023. A genetic basis for facultative parthenogenesis in *Drosophila*. *Current Biology*, p. 3545–3560.
- Sylla, S. és mtsai., 2016. Life-History Traits of *Macrolophus pygmaeus* with Different Prey Foods. *PLoS ONE*, p. 11(11).
- Van Damme, V. és mtsai., 2014. Overwintering potential of the invasive leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) as a pest in greenhouse tomato production in Western Europe. *Journal of Pest Science*, pp. 533-541.
- Vivekanandhan, P., Swathy, K., Sarayut, P. & Patcharin, K., 2024. Biology, classification, and entomopathogen-based management and their mode of action on *Tuta absoluta* (Meyrick) in Asia. *Frontiers in Microbiology*.
- Wang, M.-h. és mtsai., 2021. Polygyny of *Tuta absoluta* may affect sex pheromone-based control techniques. *Entomologia Generalis*, p. 357–367.

Xiong, J. és mtsai., 2017. Comparison of Coconut Coir, Rockwool, and Peat Cultivations for Tomato Production: Nutrient Balance, Plant Growth and Fruit Quality. *Frontiers in Plant Science*, pp. 8, 1327.

Köszönetnyilvánítás

Végtelen hálámat szeretném kifejezni témavezetőmnek, Radácsiné dr. Hári Katalinnak, aki segítette a munkámat, illetve szakmai hozzáértésével és javaslataival gyarapította a dolgozatom tartalmát.

Emellett szeretném megköszönni Édesapámnak, aki a szakma gyakorlati oldaláról osztotta meg velem a tapasztalatait, illetve, hogy Édesanyámmal az egyetemi éveim alatt végig támogattak.

Mellékletek

1. számú melléklet: Növényvédelmi kezelések a fóliablokkban

2022/2023. termesztési év			2023/2024. termesztési év		
Beavatkozás időpontja	Készítmény	Dózis	Beavatkozás időpontja	Készítmény	Dózis
2022.12.01.	V-5	4 l/ha	2023.12.02.	V-5	4 l/ha
2023.01.05.	Macrolophus	1 db/m ²	2024.01.03.	Movento	0,7 l/ha
2023.01.05.	Isonet T	1000 diszpenzer/ha	2024.01.18.	Macrolophus	1 db/m ²
2023.01.12.	Macrolophus	1 db/m ²	2024.01.18.	Isonet T	1000 diszpenzer/ha
2023.05.19.	Delfin WG	0,75 l/ha	2024.01.25.	Macrolophus	1 db/m ²
2023.06.02.	Isonet T	1000 diszpenzer/ha	2024.04.27.	Delfin WG	0,75 l/ha
2023.06.16.	Delfin WG	0,75 l/ha	2024.05.06.	Dipel DF	1 kg/ha
2023.06.30.	Dipel DF	1 kg/ha	2024.05.21.	Delfin WG	0,7 l/ha
2023.07.14.	Delfin WG	0,75 l/ha	2024.05.24.	Thiovit Jet	6 kg/ha
2023.07.17.	Thiovit Jet	6 kg/ha	2024.06.06.	Dipel DF	1 kg/ha
2023.07.24.	Thiovit Jet	6 kg/ha	2024.06.08.	Trichogramma achaeae	400 egyed/100 m ²
2023.07.28.	Dipel DF	1 kg/ha	2024.06.08.	Isonet T	1000 diszpenzer/ha
2023.08.04.	Delfin WG	0,75 l/ha	2024.07.06.	Trichogramma achaeae	400 egyed/100 m ²
2023.08.07.	Thiovit Jet	6 kg/ha	2024.07.12.	Delfin WG	0,7 l/ha
2023.08.11.	Dipel DF	1 kg/ha	2024.07.15.	Thiovit Jet	6 kg/ha
2023.08.14.	Thiovit Jet	6 kg/ha	2024.07.16.	Verimark	0,5 l/ha
2023.08.18.	Dipel DF	1 kg/ha	2024.07.24.	Thiovit Jet	6 kg/ha
2023.08.25.	Delfin WG	0,75 l/ha	2024.07.26.	Verimark	0,5 l/ha
2023.09.01.	Dipel DF	1 kg/ha	2024.07.30.	Dipel DF	1 kg/ha
2023.09.08.	Dipel DF	1 kg/ha	2024.08.01.	Thiovit Jet	6 kg/ha
2023.09.15.	Dipel DF	1 kg/ha	2024.08.09.	Delfin WG	0,7 l/ha
2023.09.22.	Dipel DF	1 kg/ha	2024.08.12.	Thiovit Jet	6 kg/ha
2023.10.27.	NeemAzal-T/S	3 l/ha	2024.08.16.	Dipel DF	1 kg/ha
2023.11.06.	NeemAzal-T/S	3 l/ha	2024.08.23.	Coragen	200 ml/ha
2023.11.13.	NeemAzal-T/S	3 l/ha	2024.08.30.	Delfin WG	0,7 l/ha
			2024.09.06.	Dipel DF	1 kg/ha
			2024.09.20.	Delfin WG	0,7 l/ha

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Péter Ágota Kincső
A Hallgató Neptun kódja: ZKA5ES
A dolgozat címe: A dél-amerikai paradicsommoly (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)) partenogenetikus szaporodásának vizsgálata
A megjelenés éve: 2024.
A konzulens intézetének neve: Növényvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Rovartani Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024. év november hó 4 nap

Péter Ágota Kincső

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Péter Ágota Kincső (név) (hallgató Neptun azonosítója: ZKA5ES)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének
követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Budapest, 2024. 10. 31.

Rodásziné Kéri Katalin
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.