

Adatok az invazív márványos poloska (*Halyomorpha halys* Stal, 1855) telelési sikeréről városi környezetben (Heteroptera)

Overwintering success of the invasive brown marmorated stink bug
(BMSB, *Halyomorpha halys* Stal, 1855) in urban areas (Hetero

Ósz Aletta, Szanyi Szabolcs, Magyar Attila & Nagy Antal

Citation. Ósz A., Szanyi Sz., Magyar A. & Nagy A. 2021: Adatok az invazív márványos poloska (*Halyomorpha halys* Stal, 1855) telelési sikeréről városi környezetben (Heteroptera) | Overwintering success of the invasive brown marmorated stink bug (BMSB, *Halyomorpha halys* Stal, 1855) in urban areas (Heteroptera). – e-Acta Naturalia Pannonica 22: 59–69.

Abstract. The widely distributed, invasive brown marmorated stink bug (BMSB, *Halyomorpha halys*) causes significant risk for agriculture and cause nuisance for peoples especially in urban areas throughout Europe. Although its biology is relatively well studied, but due to its variability and continuous adaptation to new environment we should make studies to collect actual data. Here we studied the overwintering site preference and effect of environmental and inner factors on overwintering success in urban environment. In winter of 2019 BMSB preferred artificial overwintering sites against nature ones. Characteristics of overwintering sites as the heating and type of buildings had no effect on overwintering success in that winter. Females and larger more fit specimens had higher overwintering success. The inner factors can be seen more important than environmental conditions and they can play main role in further invasion and increasing economic losses causing by this pest.

Keywords. *Halyomorpha halys*, overwintering success, urban areas, morphometric analysis, fitness

Author's address. Ósz Aletta | Szanyi Szabolcs | Magyar Attila | Nagy Antal | Debreceni Egyetem MÉK Növényvédelmi Intézet | 4032 Debrecen, Böszörményi út 138. | Hungary | E-mail: osz.aletta@agr.unideb.hu | szanyi.szabolcs@agr.unideb.hu | m.attila@outlook.hu | nagyanti@agr.unideb.hu

Bevezetés

A fajok vándorlása és új területeken való megtelepedése természetes folyamat, amelyet az emberi tevékenység napjainkra jelentősen felgyorsított. A fajok többsége ma nem kívánt „potyautasként” kerül új élőhelyekre, ahol amellet, hogy számos nehézséggel néznek szembe jelentős kihívást jelentenek a honos ökoszisztémák tagjainak. Világszerte naponta újabb ízeltlábú fajok jelennek meg, hatalmas gazdasági kárt okozva szántóföldi-, dísznövény-, gyümölcs- és zöldségkultúrákban egyaránt. Európába a legtöbb idegenhonos, fitofág rovar Ázsia és Észak-Amerika területéről érkezik (Roques 2010), melyek jelentős része hazánkat is eléri. Az utóbbi évekből a selyemfényű puszpángmoly (*Cydalima perspectalis* Walker), a foltösszárnyú muslica (*Drosophila suzukii* Matsumura) és a márványos poloska (*Halyomorpha halys* Stal) megjelenése vált széles körben ismertté. Utóbbi természetesen csak egy a számos elmúlt évtizedben hazánkban újonnan megfigyelt poloskák (Heteroptera) közül, amelyek megjelenése különböző fokú kockázatot jelent az őshonos növényállományainkra és kultúrnövényeinkre egyaránt, illetve a lakosság napi életvitelét is kellemetlen módon zavarhatja (Kondorosy2012). Ez a faj szintén Ázsiában, többek között Kínában, Japánban, Koreában és Tajvanon őshonos (Rider et al. 2002; Vének 2016). Ezeken a területeken különböző gyümölcsfák és szántóföldi növények károsítójaként tartják számon (Funayama 1996, 2002, Hoebeke-Carter 2003; Qiu 2007; Vének-Korányi 2017).

Az ázsiai márványos poloskát (*Halyomorpha halys* Stal 1885) hazánkban először 2013-ban Budapesten Vének és munkatársai (Vének et al. 2014) találták meg. 2012-ben

Kondorosy (Kondorosy 2012) még csak potenciálisan megjelenő jövevényfajként említette, mivel több környező országban akkor már jelen volt. Pár év múlva 2018-ban pedig már az ország egész területéről érkeztek bejelentések, és főleg a nagyobb városokban – köztük Debrecenben is – tömegességük már a lakosság számára is szembetűnővé vált. Mára a faj Európa legtöbb országában jelen van: Svájc (2004; Wermelinger et al. 2008), Németország (2013; Haye-Zimmerman 2017), Franciaország (2013; Callot-Brua 2013), Görögország (2014; Milonas-Partsinevelos 2014), Románia (2015; Macavei et al. 2015), Olaszország (2016; Maistrello et al. 2016), Spanyolország (2016; Dioli et al. 2016), Grúzia és Oroszország (2016; Gapon 2016), Szlovákia és Szlovénia (2017; Hemala-Kment 2017; Eppo 2020), Horvátország (2018; Šapina-Šerić), Ukrajna (2019; Claerebout et al. 2019) és Csehország területén is (2019; Kment - Brezikova 2019).

A lakosság főleg emberi építményekben találkozik a faj egyedeivel, mivel azok ősszel telelésre alkalmas helyeket keresnek (Kobayashi-Kimura 1969), és ilyenkor nagy tömegben lephetik el a különböző emberi építményeket (Li et al. 2007). Ezzel szemben más adatok szerint a faj inkább a természetes környezetet preferálja, ahol különböző fák (pl. cédrus) kérge alatt, illetve azok avarjában keres téli menedéket (Qin 1990; Watanabe et al. 1994). Lee és munkatársai Észak-Amerika közép-atlanti régiójában vizsgálták a faj természetes élőhelyen való telelését. Adataik szerint a poloskák képesek áttelelni különböző fajú (pl.: mirigyes bálványfa (*Alianthus altissima*), fehér akác (*Pseudoacacia*), különböző szil (*Ulmus sp.*) és tölgy fajok (*Quercus sp.*)), nagyobb törzsátmérőjű, lábon álló holtfák kérge alatt. Melegigényes, de a téli időjárás telelésre gyakorolt hatásáról ellentmondó adatokkal rendelkezünk (Oda et al. 1981; Kiritani 2007).

A telet követően, amint az időjárás újra kedvezővé válik, a környező területeken keresnek maguk számára táplálékot. Főleg fásszárú növényeken szívogatnak, illetve ezeken helyezik el petéiket is. Számos, gazdaságilag jelentős növényen, köztük gyümölcs-, erdei- és díszfákon, zöldségféléken, valamint szántóföldi növényeken és gyomnövényeken is megfigyelték már táplálkozó egyedeiket.

Bár tápnövényköre, életmenete, fejlődése, és környezeti igényei jól kutatottak, változatossága és számos, máig kevésbé vagy egyáltalán nem kutatott részlet miatt biológija, különösen hazai viszonyaink között nem kellően ismert, annak ellenére, hogy már közel egy évtizede megjelent a faunánkban. Az ellene való hatékony védekezés azonban csak pontos és aktuális ismeretekre alapozva oldható meg. Ezt az adatgyűjtést szolgálva 2019-ben és 2020-ban végzett kutatásunk során a faj telelését vizsgáltuk nagyvárosi környezetben Debrecen területén. Vizsgálatunk a telelőhely választás mellett kitért a külső (telelőhely paraméterei, minősége) és belső (az ivar és az egyedek fitnesze) tényezők telelési sikerre gyakorolt hatásának vizsgálatára is.

Anyag és módszer

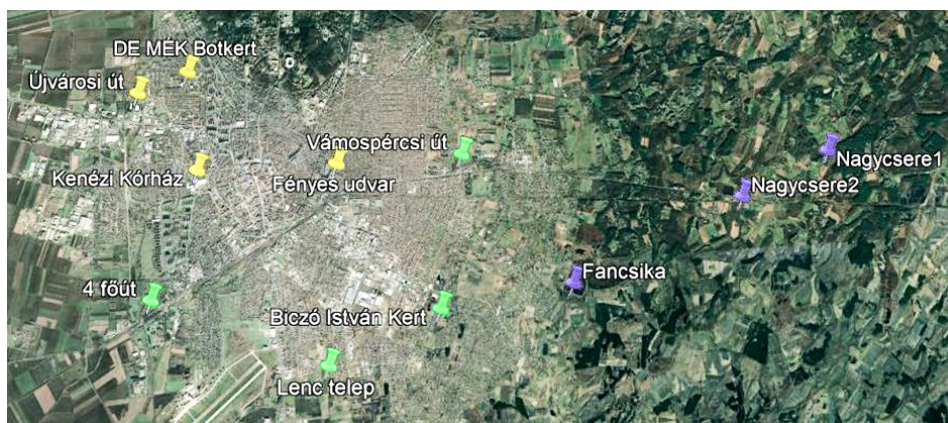
Kutatásunk 2019 novemberétől 2020 áprilisáig zajlott. Ennek során Debrecenben és környékén különböző mértékben városiasodott környezetben vizsgáltuk a faj potenciális természetes és mesterséges telelőhelyeit, az áttelelő imágók begyűjtése érdekében.

Mintaterületeink a belvárostól a várost körülvevő féltermészetes erdős területekig húzódó urbanizációs grádiens mentén helyezkedtek el 3 csoportban: urbán (belváros), szuburbán (külváros) és féltermészetes erdős területek (1. ábra). Olyan fás élőhelyeket választottunk ki (parkok, fasorok, erdőfoltok), ahol a korábbi eredmények alapján (Lee et al., 2014) a faj telelése a fák kérge, vagy az avar alatt elképzelhető volt. Minden rétegben csoportonként 4-4 terület vizsgálata történt meg 2019 novemberében. Mintaterületenként egy-egy 50 × 10 m-es fákkal borított kvadrát került kijelölésre, ahol az összes fát átvizsgáltuk telelő imágók után kutatva. Megvizsgáltuk a fellelhető kéregrepedéseket és a felváló kérget is, valamint minden megvizsgált fa környékén 1 méter suga-

rú körben az avar is átvizsgálásra került. A szakirodalomban leírtak ellenére sem kéreg-repedésekben, sem avarban nem sikerült telelő egyedeket azonosítani egyik kijelölt területen sem.

A keresést mesterséges, emberi építményekben folytattuk 2020 márciusában. Debrecenben és Újfehértón 12 városi mintaterületen vizsgáltuk az épületek repedéseit, ablakpárkányokat, ablakkereteket, illetve fűtött és fűtetlen kerti tárolókban található telelésre alkalmas zugokat (1. táblázat). A telelő imágók begyűjtését ebben az esetben is egyelével kíséreltük meg.

A befogott még telelő egyedek petri-csészékben egy hétig szobahőmérsékleten tartva lettek „felébresztve” a telelésből. Az ily módon felébredt imágókat sikeresen telelőnek, míg a többiek a telelés során elpusztultnak tekintettük. Ez alapján a telelési siker az eredményesen telelő egyedek százalékos arányával került meghatározásra nemeként külön-külön, és a teljes vizsgált populációra egyaránt. A nemek elkülönítését a Ricci et al. (2014) által megadott jelek alapján végeztük. Az egyéb fajba tartozó kis

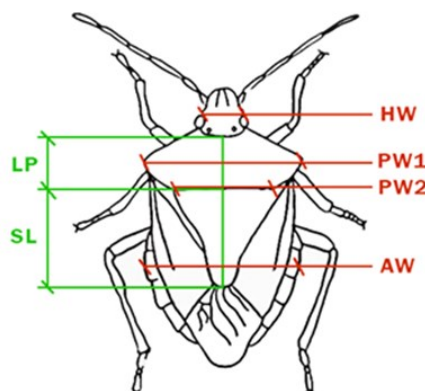


1. ábra. A *Halyomorpha halys* telelésének vizsgálata során vizsgált mintaterületek Debrecenben és környékén 2019-ben. (Sárga: urbán, Zöld: szuburbán, Lila: féltermészetes erdős területek)

Figure 1. *Halyomorpha halys* sampling sites studied in 2019 in and around city of Debrecen (E Hungary). (Yellow: urban areas, Green: suburban areas, Purple: semi-natural woody habitats)

2. ábra. *Halyomorpha halys* egyedeken mért 6 morfometriai paraméter (HW = fejszélesség, LP = előhát hossza, SL = pajzsocska hossza, PW1 = előhát legnagyobb szélessége, PW2 = előhát szélessége a pajzsocska mögött, AW = potroh szélessége).

Figure 2. Morphometric variables measured on *Halyomorpha halys* sampled after overwintering (HW=head width, LP=pronotum length, SL=scutellum length, PW1=pronotum highest width, PW2=pronotum width on the posterior margin, AW=abdomen width)



1. táblázat. A Debrecen és környékén 2020 márciusában vizsgált mesterséges *Halyomorpha halys* telelőhelyek és fontosabb paramétereik

Table 1. Artificial overwintering sites of *Halyomorpha halys* sampled in spring of 2020 in and around city of Debrecen and Újfehértó (E Hungary) with the main characteristics of the habitats.

Kód	Mintavételi hely	Terület, telelőhely típusa	Fűtés	Típus
K1	Debrecen	Kossuth Lajos I. kollégium (Ny-i ablak-párkány)	Fűtött	szilárd
K2	Debrecen	Kossuth Lajos II. kollégium (K-i ablak-párkány)	Fűtött	szilárd
K3	Debrecen	Kossuth Lajos II. kollégium (É-i falrepedés)	Fűtött	szilárd
K4	Debrecen	Kossuth Lajos I. kollégium (D-i ablakkeret)	Fűtött	szilárd
N1	Debrecen	Növényvédelmi Intézet (É-i ablakkeret)	Fűtött	szilárd
NA- IK	Újfehértó	NAIK (ablakkeret)	Fűtött	szilárd
KT	Debrecen	Fehérszilva út 13. (kerti tároló)	Fűtetlen	nem szilárd
OW	Debrecen	OEC WEST kollégium (ablakkeret)	Fűtött	szilárd
LU	Debrecen	Legátus út 3. (lépcsőház)	Fűtött	szilárd
MZ S	Debrecen	Móricz Zsigmond körút 2/a (lépcsőház)	Fűtetlen	szilárd
SZ1	Debrecen	Szamos utca 6. (kerti tároló)	Fűtetlen	nem szilárd
SZ2	Debrecen	Szamos utca 6. (kerti tárolószekrény)	Fűtetlen	nem szilárd

számban mintázott poloskákat, bár begyűjtöttem és meghatároztam, azok telelési sikerét a továbbiakban nem vizsgáltam. A *Halyomorpha halys* egyedek azonosítása a Vének (2016), valamint Wyniger és Kment (2010) által megadott bélyegek alapján történt.

Ezt követően az egyedek 70 m/m %-os etanolban lettek tartósítva a későbbi morfológiai mérésekhez. Az egyedek fitnessét, mint a telelést befolyásoló belső tényezőt az egyedek méretével határoztuk meg. A tartósított poloskákról mikroszkópi kép készült és a fotók alapján ImageJ 154 programmal (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>) hat morfológiai paraméter került meghatározásra minden egyed esetén: fejszélesség (HW), előhát hossza (LP), pajzsocskák hossza (SL), előhát legnagyobb szélessége (PW1), előhát szélessége a pajzsocskák mögött (PW2), potroh szélessége (AW) (2. ábra). A kalibrálás a fotózott egyedek alá helyezett milliméterpapír segítségével történt. A telelőhely paramétereinek és a morfológiai paramétereknek, azaz a fitnessnek a telelési sikerre gyakorolt hatását az egyes csoportokban mért telelési siker átlagok összevetése révén vizsgáltuk. Az összevetések parametrikus teszttel, T-próbával történtek. A teszt feltételeinek vizsgálatára *Q-Q plot*-okat (eloszlás vizsgálata) és F-próbát (szórások egyezősége) alkalmaztunk. Ahol a paraméteres tesztek feltételei nem teljesültek ott

nem parametrikus Mann-Whitney U teszt került alkalmazásra.

A telelési siker és a telelőhely zsúfoltsága (együtt telelő egyedek száma) közti kapcsolatot korreláció vizsgálattal teszteltük (Barta et al. 2000). A számítások Statistica 7.0 programcsomaggal lettek elvégezve.

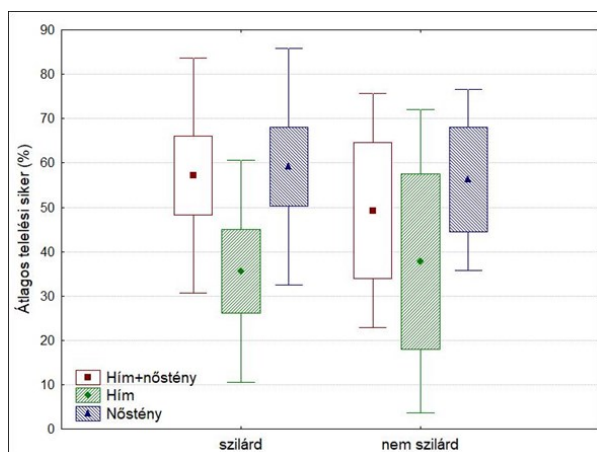
Eredmények

2019 novemberében az urbanizációs gradiens mentén vizsgált természetes telelőhelyeken, azaz fakéreg alatt és avarban, egyetlen telelő márványos poloskát sem sikerült begyűjteni. Debrecenben városi (urbán) és szuburbán környezetben egyaránt jelen lévő poloskák nem a természetes telelőhelyeket részesítik előnyben. A faj város környéki erdőkben való jelenlétére nem sikerült adatokat gyűjteni. Ez nem jelenti a faj területeken való hiányát, de jelzi, hogy ha egyáltalán jelen van, akkor is csak kis tömegességben található a jelzett élőhelyeken.

2020 március-április folyamán a vizsgált mesterséges telelőhelyekről összesen 162 telelő *Halymorpha halys* egyed került begyűjtésre, köztük 59 hím és 103 nősténnyel. A hímek átlagos aránya 30,86%-volt, ami 1:2-es hím nőstény aránynak felel meg, azaz a nőstények nagyobb számban teleltek a hímeknél. Az, hogy ez mennyiben felel meg a vegetációs időszakban jellemző hím-nőstény aránynak további vizsgálattal dönthető el.

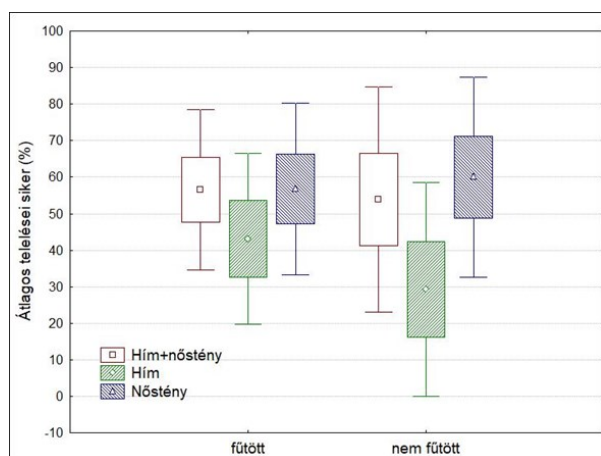
A telelőhelyek minőségének hatása a telelési sikerre

A fűtött és fűtetlen, valamint a szilárd és nem szilárd építésű építményekben mért telelési sikert összevetve sem a nemeket külön-külön vizsgálva, sem a teljes vizsgált populációt tekintve nem volt kimutatható a telelőhely minőségének telelési sikerre gyakorolt hatása (3. és 4. ábra). Bár a nem fűtött helyeken a hímek telelési sikere átlagosan valamivel kisebb volt, a különbség messze nem mutatkozott szignifikánsnak és a nőstények



3. ábra. A *Halymorpha halys* szilárd és nem szilárd épületekben mért túlélési sikere (%; átlag/SE/SD) nemenként és a teljes vizsgált populációban 2019 telén. Az átlagok nem mutattak eltérést Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0,05$).

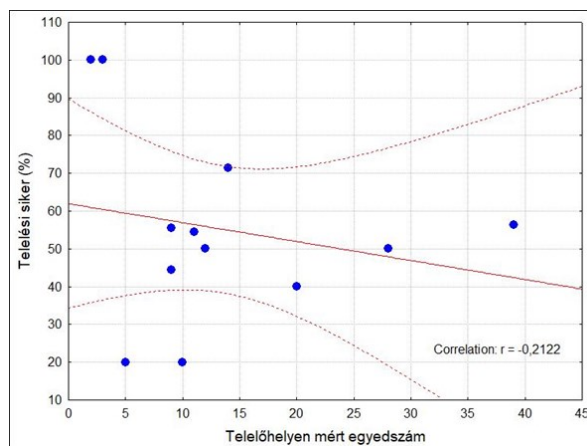
Figure 3. Overwintering success of *Halymorpha halys* in solid masonry and other type buildings (mean %/SE/SD) by sexes and in the whole sampled population in winter of 2019. Means did not show significant differences based on Mann-Whitney U-test ($p < 0.05$).



4. ábra. A *Halyomorpha halys* fűtött és fűtetlen épületekben mért túlélési sikere (%; átlag/SE/SD) nemenként és a teljes populációban 2019-2020 telén. Az átlagok nem mutattak szignifikáns eltérést Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0,05$).

Figure 4. Overwintering success of *Halyomorpha halys* in heated and non-heated buildings (mean %/SE/SD) by sexes and in the whole sampled population in winter of 2019. Means did not show significant differences based on Mann-Whitney U-test ($p < 0.05$)

esetén ugyanez már nem is volt megfigyelhető. A vizsgált populáció esetén sem az épület típusának, sem a fűtésnek nem volt jelentős hatása a telelési sikerre a 2019–2020-as téli időszakban. Ennek egyik oka lehet, hogy ez a tél a szokottnál enyhébbnek bizonyult, így a telelőhely hatása kevésbé érvényesülhetett. Kiritani (2007) szerint a téli melegebb hőmérséklet pozitívan hathat a túlélésre, de ezzel ellentétes tapasztalatok is születtek már korábbi vizsgálatok során (Oda et al. 1982). Eredményinek az utóbbi tapasztalatokat támasztják alá.



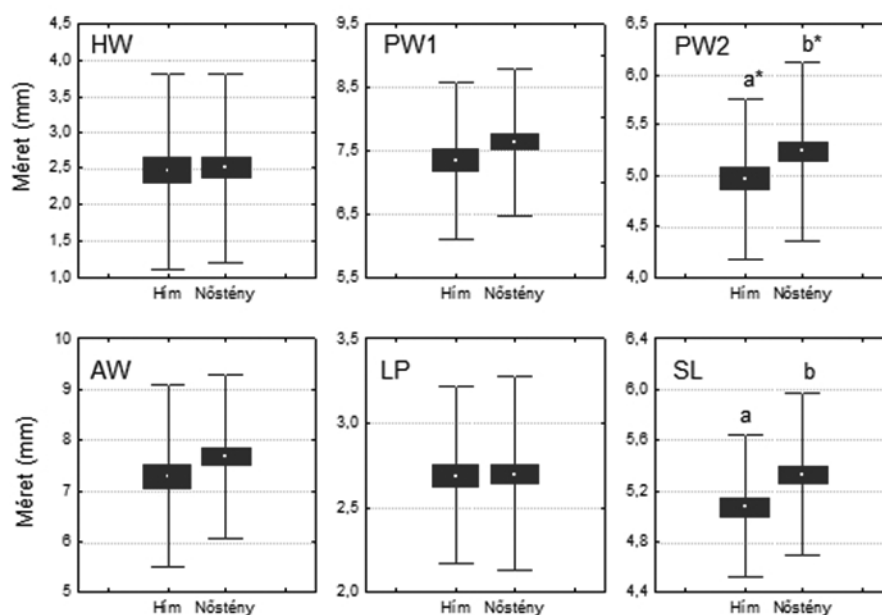
5. ábra. Telelőhely zsúfoltságának hatása a *Halyomorpha halys* telelési sikerére a teljes populáció esetén (Lineáris regresszió).

Figure 5. Effect of density of overwintering *Halyomorpha halys* specimens on the overwintering success (Linear regression).

A telelőhelyek zsúfoltsága, például a jelen lévő rovarpatogéneknek keresztül negatívan hathat a túlélési sikerre. Másrészt az alkalmasabbnak tűnő telelőhelyeken több poloska gyűlhet össze, így a telelési siker és a denzitás kapcsolata épp fordított, azaz pozitív is lehet. A szakirodalomban egyik feltételezés kapcsán sem találunk adatokat. Esetünkben a telelőhely zsúfoltsága (az együtt telelő egyedek száma) és a telelési siker közt nem volt egyértelmű kimutatható kapcsolat. Bár a zsúfoltság növekedésével a telelési siker valamelyest csökkent, a kapcsolat nem volt szignifikáns (5. ábra).

Az egyedek nemének és fitnessének hatása a telelési sikerre

Az egyedek fitness-e hat morfológiai paraméter alapján került meghatározásra. A mért értékek a nőstények esetén rendre nagyobbak voltak, de csak a pajzs hosszában (SL) volt statisztikailag is értékelhető eltérés a nőstények javára. Az ehhez kapcsolódó másik paraméterben, az előhát hátsó peremének szélességében (PW2) mért eltérés már csak marginális szignifikanciát ($p < 0,1$) mutatott, szintén a nőstények javára. A mért értékek alapján a nőstények valamivel robusztusabbak és megnyúltabbak, mint a hímek. Érdekes volt, hogy a potroh méretében nem volt kimutatható jelentős eltérés (6. ábra).



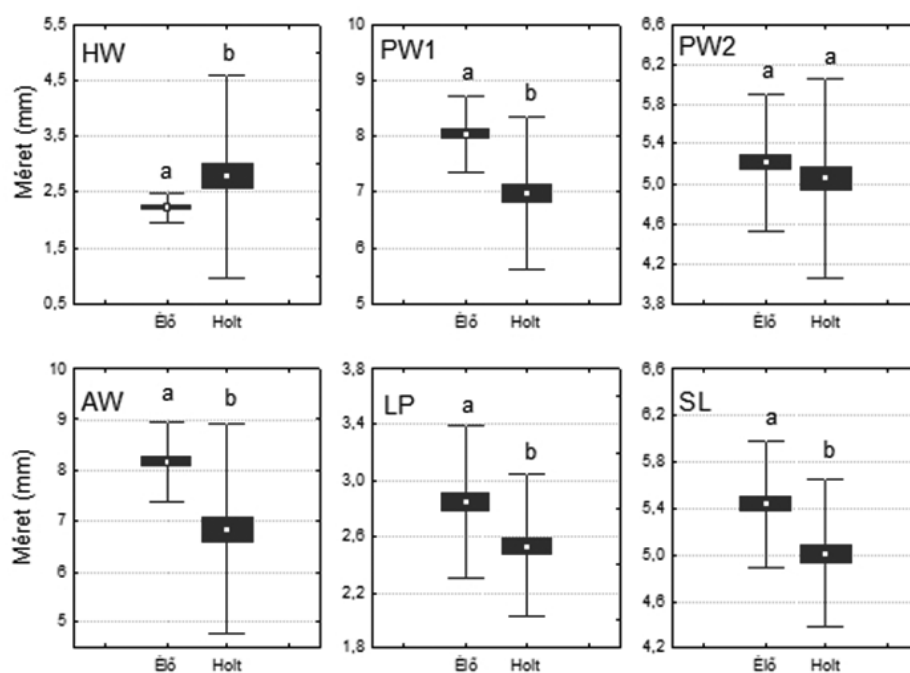
6. ábra. A *Halyomorpha halys* nemek közti morfológiai különbségek a hat mért morfológiai változó alapján (átlag/SE/SD). A kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik t-teszt alapján ($p < 0,05$; *: $p < 0,1$). (HW = fejszélesség, LP = előhát hossza, SL = pajzsocska hossza, PW1 = előhát legnagyobb szélessége, PW2 = előhát szélessége a pajzsocska mögött, AW = potroh szélessége)

Figure 6. Morphological differences between males and females in case of *Halyomorpha halys* population sampled in Debrecen and Újfehértó after overwintering in 2020. Small letters indicate significant differences based on t-test ($p < 0.05$, *: $p < 0.1$). (HW=head width, LP=pronotum length, SL=scutellum length, PW1=pronotum highest width, PW2=pronotum width on the posterior margin, AW=abdomen width)

A vizsgált időszakban a nőtények jelentősen nagyobb arányban éltek túl a telet és váltak aktívvá a 7 napos felébresztési időszakot követően. A befogott nőtények átlagosan több, mint fele ($58,4 \pm 24,4$), a hímeknek azonban mindössze $36,2 (\pm 26,0)$ %-a élt túl sikeresen a telet (t-teszt: $t=-2,061$, $p=0,0526$). A nőtények nagyobb telelési sikere segíti a populáció hosszabb távú fennmaradását és egyértelműen igazolja, hogy az ivarnak hatása van a túlélési sikerre.

A vizsgálat során feltételeztük, hogy a nagyobb méret nagyobb fitnesszel párosul. A telet sikeresen túlélő egyedek a legtöbb morfometriai paraméterben szignifikánsan nagyobbak voltak, mint elpusztult társaik. Az előtor hátsó szegélyének szélessége (PW2) esetén a különbség nem volt jelentős, míg a fejszélesség (HW) esetén pont ellentétes kapcsolat volt kimutatható. Ez alapján az erősebb, nagyobb egyedek nagyobb sikerrel éltek túl a telet, azaz eredményeink szerint a fitness jelentős hatással volt a telelési sikerre.

A fejszélesség (HW) esetén a fejméret eloszlása jelentősen eltért a többi paramétertől, ami alapján két csoport volt elkülöníthető. Egy nagyobb, normál fejméretű (1-4 mm) csoport mellett egy kisebb 12 tagú jelentősen szélesebb fejű (6-8 mm) csoport különült el egyértelműen. Ezek az egyedek mind ugyanarról a telelőhelyről (K2) származtak és ivarárányban (1:1), valamint telelési sikerükben is jelentősen eltértek az átlagtól, lévén egyikőjük sem élte túl a telet. A megfigyelt morfológiai különbség hátterében ál-



7. ábra. A sikeresen telelt és a tél során elpusztult *Halyomorpha halys* egyedek morfometriai paramétereinek átlagai. A kisbetűk a szignifikáns eltérést jelölik t-teszt alapján ($p<0,05$).

Figure 7. Morphometric parameters of successfully overwintered and died *Halyomorpha halys* specimens sampled in Debrecen and Újfehértó in spring of 2020. Small letters sign significant differences based on t-test ($p<0.05$).

lő, feltehetően genetikai ok jelentős hatással volt a csoport egyedeinek telelési sikerére, függetlenül a nemtől és az egyedek fitneszétől. Az irodalomban ilyen típusú eset eddig nem került publikálásra.

Összegzés

A márványos poloska (*Halyomorpha halys*) csakúgy, mint más invazív, nagy elterjedésű kártevő faj jelentős érdeklődésre tart számot. A faj változékonysága és az újonnan kolonizált területekhez való alkalmazkodása révén a távoli területeken gyűjtött biológiai adatok nem minden esetben tekinthetők megfelelőnek, így a helyi adatgyűjtés elengedhetetlen a faj biológiájának megismeréséhez. Vizsgálatunkban a faj telelőhely választását és a telelési sikerre ható külső és belső tényezőket vizsgáltuk városi környezetben. Debrecenben 2019 telén a faj a mesterséges telelőhelyeket preferálta. A telelőhely minősége, azaz az építmény típusa és fűtöttsége nem befolyásolta a telelés sikerét. Ezzel szemben a nőtények, illetve a nagyobb testméretű, azaz feltételezhetően jobb fitneszű egyedek telelési sikere jelentősen nagyobbak mutatkoztak, ami szerint a belső tényezők jelentős hatással vannak a telelés, így a további invázió sikerére is.

Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Irodalom – References

- Barta Z., Karsai I. & Székely T. 2000: Alapvető kutatástervezési, statisztikai és projektértékelési módszerek a szupraindividuális biológiában. – Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 163 p.
- Callot H. & Brua C. 2013: *Halyomorpha halys* (Stal, 1855), the marmorated stink bug, new species for the fauna of France (Heteroptera: Pentatomidae). – L'Entomologiste 69: 69–71
- Claerebout S., Haye T., Olafsson E., Pannier E. & Bultot J. 2019: Premières occurrences de *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) pour la Belgique et actualisation de sa répartition en Europe (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). – Bulletin de la Société Royale Belge d'Entomologie 154: 205–227.
- Dioli P., Leo P. & Maistrello L. 2016: Prime segnalazioni in Spagna e in Sardegna della specie aliena *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) e note sulla sua distribuzione in Europa (Hemiptera, Pentatomidae). – Revista gaditana de entomología 7: 539–548.
- Eppo 2020: *Halyomorpha halys* distribution details in Slovenia. <https://gd.eppo.int/taxon/HALYHA/distribution/SI> (Megtekintés: 2020. október 6.)
- Funayama K. 1996: Sucking injury on apple fruit by the adult of brown marmorated stink bug *Halyomorpha mista* (Uhler). – Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan 47: 140–142.
- Funayama K. 2002: Comparison of the susceptibility to injury of apple cultivars by stink bugs. – Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology 46: 37–40.
- Gapon D. A. 2016: First records of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Georgia. – Entomological Review 96:1086–88

- Haye T. & Zimmerman O. 2017: Etablierung der marmorierten baumwanze, *Halyomorpha halys* (Stal, 1855), in Deutschland. – *Heteroptera* 48: 34–37
- Hemala V. & Kment P. 2017: First record of *Halyomorpha halys* and mass occurrence of *Nezara viridula* in Slovakia (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). – *Plant Protection Science* 53: 247–253.
- Hoebeker E. R. & Carter M. E. 2003: *Halyomorpha halys* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. – *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 105: 225–37
- Kiritani K. 2007: The impact of global warming and land-use change on the pest status of rice and fruit bugs (Heteroptera) in Japan. – *Global Change Biology* 13: 1586–1595.
- Kment P. & Brezikova M. 2019: First record of the invasive brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in the Czech Republic. – *Klapalekiana* 54: 221–232.
- Kobayashi T. & Kimura S. 1969: Studies on the biology and control of house-entering stink bugs. I. The actual state of the hibernation of stink bugs in houses. – *Bulletin of Tohoku National Agricultural Experimental Station* 37: 123–128.
- Kondorosy E. 2012: Adventív poloskafajok Magyarországon. – *Növényvédelem* 48 (3): 97–104.
- Li Xin, Yin Xiangyu & Ma Li 2007: *Halyomorpha halys* behaviors and their application for control. – *Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition)* 35:139–145.
- Macavei L. I, Baetan R., Oltean I., Florian T., Varga M., Costi E. & Maistrello L. 2015: First detection of *Halyomorpha halys* Stal, a new invasive species with a high potential of damage on agricultural crops in Romania. – *Lucrari Stiintifice Series Agron* 58:105–8
- Maistrello L, Dioli P, Bariselli M, Mazzoli GL & Giacalone-Forini I 2016: Citizen science and early detection of invasive species: phenology of first occurrences of *Halyomorpha halys* in Southern Europe. – *Biological Invasions* 18: 3109–16.
- Milonas PG & Partsinevelos GK 2014: First report of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) in Greece. – *EPPO Bulletin* 44: 183–86
- Oda M, Nakanishi Y. & Uesumi Y. 1981: Ecological studies of stink bugs attacking fruit trees. Report 3: development and seasonal prevalence by rearing of the brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott and brown-marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* Uhler. – *Bulletin of the Nara Agricultural Experimental Station* 12: 131–140.
- Qin W. 1990: Occurrence rule and control techniques of *Halyomorpha picus*. – *Plant Protection* 16: 22–23.
- Qiu L. 2007: Studies on biology of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), an important pest for pome trees in China and its biological control. – Ph.D. dissertation. Chinese Academy of Forestry, Beijing, China.
- Rice K. B., Bergh C. J., Bergmann E. J., Biddinger D. J., Dieckhoff C., Dively G., Fraser H., Garipey T., Hamilton G., Haye T., Herbert A., Hoelmer K., Hooks C. R., Jones Krawczyk G., Kuhar T., Martinson H., Mitchell W., Nielsen A. E., Pfeiffer D. J., Raupp M. J., Rodriguez-Saona C., Shearer P., Shrewsbury P., Venugopal P.D., Whalen J., Wiman N. J., Leskey T. C. & Tooker J.F. 2014: Biology, Ecology, and Management of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae). – *Journal of Integrated Pest Management* 5(3): 1–13. <https://doi.org/10.1603/IPM14002>

- Rider D. A., Zheng L.Y. & Kerzhner I. M. 2002: Checklist and nomenclatural notes on the Chinese Pentatomidae (Heteroptera). II. Pentatominae. – *Zoosystematica Rossica* 11(1): 135–153.
- Roques A 2010: Taxonomy, time and geographic patterns. Chapter 2. In: Roques A. et al. (Eds): Alien terrestrial arthropods of Europe. – *BioRisk* 4(1): 11–26.
Doi: 10.3897/biorisk.4.70
- Šapina I. & Šeric J. L. 2018: First report of invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) in Croatia. – *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 48(1): 138–143.
- Vétek G. 2016: Az ázsiai márványospoloska (*Halyomorpha halys*). – *Agrofórum* 27: 42–47.
- Vétek G. & Korányi D. 2017: Severe damage to vegetables by the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in Hungary. – *Periodicum biologorum* 119 (2): 131–135
- Vétek G., Papp V., Haltrich A. & Rédei D. 2014: First record of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera; Heteroptera: Pentatomidae), in Hungary, with description of the genitalia of both sexes. – *Zootaxa* 3780: 194–200
- Watanabe M., Arakawa R., Shinagawa Y. & Okazawa T. 1994: Anti-invading methods against the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista*, in houses. – *Japan Society of Medical Entomology and Zoology* 45: 311–317.
- Wermelinger B., Wyniger D. & Forster B. 2008: First records of an invasive bug in Europe: *Halyomorpha halys* Stal (Heteroptera: Pentatomidae), a new pest on woody ornamentals and fruit trees? – *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 81: 1–8
- Wyniger D. & Kment P. 2010: Key for the separation of *Halyomorpha halys* (Stål) from similar-appearing pentatomids (Insecta: Heteroptera: Pentatomidae) occurring in Central Europe, with new Swiss records. – *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 83: 261–270.

