

# Zárójelentés

Psammotettix fajok (Homoptera: Cicadellidae) összehasonlító autökológiai vizsgálata  
(2007.07.01. – 2012.06.30., támogatás: 4,3 M Ft)

A hazai kalászosok egyik domináns floémszívó kártevője a búza törpülés vírus (*Wheat dwarf virus*) vektoraként egyes években súlyos károkat okozó csíkos gabonakabóca (*Psammotettix alienus* (Dahlbom 1850)). Noha a *Psammotettix* nemzetségnek több faja is jelentős egyedsűrűségben fordul elő a szántóföldekkel szomszédos gyepeken, ezek előfordulása a *P. alienus* kivételével a gabonátlákon belül elhanyagolható. Munkánk fő célja olyan biológiai sajátosságok feltárása volt, melyek magyarázatot adnak a *P. alienus* faj kiugró sikerességére a nemzetség más fajaihoz képest a hazai gabonaállományokban. A kísérletsorozat másik célja volt, hogy új ismereteket nyújtsunk a *P. alienus* és az általa terjesztett búza törpülés vírus visszaszorítására irányuló további kutatásokhoz.

A vizsgálatokban a *P. alienus* fenológiáját és fejlődésmenetét, tápnövénykörét, valamint vírusátviteli képességét állandó gyepterületen gyakori *Psammotettix* fajkéval (*P. confinis*, *P. kolosvarensis*) hasonlítottuk össze. Lehetőségünk nyílt továbbá az eredeti pályázatban nem tervezett kisebb vizsgálatot végezni a gyakoribb hazai fajok egyes DNS szekvenciáinak összehasonlítására.

## Psammotettix tenyészetek

A munka során gyakran korlátozó tényező volt az egyes fajokból a megfelelő számú kísérleti állat biztosítása. Mivel a *Psammotettix* fajoknál az egyedek faji azonossága csak a hímek esetében, és csak az állatok elpusztulásával járó vizsgálattal állapítható meg, ezért a kísérletekhez külön tenyészetek létrehozása volt szükséges. Ez a *P. alienus* illetve a *P. confinis* fajokból kisebb gondot jelentett. A *P. kolosvarensis* esetében csak a pályázati munka közben találtunk megfelelően domináns forráspopulációt, így az első évek vizsgálataiban a faj nem szerepelt.

## 1.) Fenológia és fejlődésmenet vizsgálata

### Szabadföldi gyűjtések

2008 és 2011 között március végétől több helyszínen (Gödöllő, Bp-Adyliget, Pilisvörösvár) heti rendszerességgel végeztünk fűhálós felderítő gyűjtéseket, hogy megállapítsuk az egyes fajok imágóinak megjelenési időpontját. Az imágók megjelenését követően havonta végeztünk a gyűjtést. A vizsgált fajok imágói közel egy időben jelentek meg április végén - május elején. Az évek között nagyobb különbséget tapasztaltunk, mint a fajok között (1. táblázat). Az imágók november közepéig, egyes években végéig fűhálóval jelentős számban voltak foghatók.

A gödöllői repülőtér melletti legeltetett területen végzett gyűjtések jól reprezentálják azt a jelenséget, hogy számos gyepten májusban a *P. alienus* nem, vagy alig fogható, ellenben később nagy számban megjelenik. A gödöllői területet minden tavasszal a *P. helvolus* dominanciája jellemezte a kisebb számban előforduló *P. confinis* jelenléte mellett, ugyanakkor nyár közepétől jelentős arányban települt be *P. alienus* (1. ábra). A mezőgazdasági területek közé ékelt Bábolna autópálya-pihenőhelyen a *P. kolosvarensis* erős dominanciáját törte meg nyár közepére a *P. alienus* betelepülése.

A 2011. év során az egyes *Psammotettix*-fajok arányának szezonális változását 35 állandó gyepben (zömmel autópálya-pihenők mellett), évi 3 mintavétellel követtük nyomon. A májusban végzett mintavételek során a *P. confinis* fordult elő a legtöbb helyszínen (22), majd *P. kolosvarenis* (14), a *P. alienus* (10) és a *P. helvolus* (9) következett. A *P. alienus* mindössze 3 helyen volt domináns. A júliusban, illetve szeptemberben végzett mintavételek alkalmával ugyanakkor a *P. alienus* már 19 helyszínről előkerült, és több helyszínen dominánssá vált, míg a többi faj előkerülési helyeinek száma alig változott (2-3. táblázat).

*A fenológiai adatok a Psammotettix fajok hasonló fejlődésmenete mellett a P. alienus kiemelkedő migrációs hajlamára utalnak. Ebből a szempontból nemcsak az fontos, hogy valószínűleg részben a gabonafélék aratása okozta zavarás hatására jelentős betelepülés történik az állandó gyepekbe, hanem az a tény is, hogy a P. alienus ezekről a területekről a következő év tavaszára ismételten eltűnik. Eredményeink alapján érdemes áttekinteni Koppányi (1976, idézi Sáringer 1989) közleményét, aki a P. alienus imágók feltűnését lucernában csak június közepétől jelzi: valószínűsíthető, hogy a szerző nem a helyben kifejlődő, hanem a tömegesen migrálni kezdő imágókat észlelte.*

### Tenyészedényes vizsgálatok

Nyitott oldalú izolátorházban, külső hőmérsékleti és nappalhosszúsági viszonyok között, árpa növényeken hasonlítottuk össze a *P. alienus* és a *P. confinis* esetében az tojásrakástól az imágók megjelenéséig eltelt időtartamot. A 2007 június 27-n indult vizsgálatban két-két edényben 20-20 imágót helyeztünk a növényekre izolátorháló alá. Az utódnemzedék imágói mindkét faj esetében 25 nap elteltével jelentek meg nagyobb számban. Mivel a szülőnemzedéket nem vettük ki a hálók alól, az elhúzódó tojásrakás következtében vegyes korösszetételű állományok alakultak ki.

Klímakamrában 28°C-on, hosszúnappalos megvilágítás mellett árpa növényeken végzett kinevelés során a *P. alienus* és *P. confinis* kifejlődésének a tojásrakástól mért időtartama nem különbözött egymástól szignifikánsan (első húsz imágó kifejlődési ideje:  $31,8 \pm 2,91$ , illetve  $33,5 \pm 2,68$  nap, átlag  $\pm$ SD), ugyanakkor a hímek rövidebb fejlődési ideje szignifikánsan kisebb volt (faj hatása  $F=2,41$   $p=0,129$ ; nem hatása  $F=6,84$   $p=0,012$ ) (2.ábra). Hasonló körülmények között, de másik évben vizsgálva a *P. kolosvarensis* fejlődési ideje ( $37,5 \pm 4,0$ ) nap volt.

Az ősszel lerakott *P. alienus* és a *P. confinis* tojások áttelelését cserépedényes kísérletekben vizsgáltuk árpa növényeken. A háló alatt tartott állatok (20-20 imágó/edény) 2009. november elejétől rakhatták le tojásaikat külső hőmérsékleti és fényviszonyok mellett, izolátorházban.

1.) December 3-án klímakamrába (26/18 °C, 18/6 L/D) helyeztünk át 5-5 edényt. A klímakamrában a *P. alienus* esetében 30 napon belül jelentős számú lárva (edényenkénti átlag  $\pm$  szórás:  $23,5 \pm 12,3$ ) kelt ki. A *P. confinis* esetében lényegesen kisebb volt a kikelő lárvák száma ( $4,2 \pm 3,9$ ), két edényben egyáltalán nem kelt ki lárva.  
2.) Az edények másik részét (5-5 edényt) temperált helységbe (0-10 °C) raktuk át, majd március 2-n helyeztük vissza külső hőmérsékleti viszonyok közé. Mindössze két, *P. confinis*-t tartalmazó cserépből keltek ki lárvák (11 db) április elején, amiben valószínűleg jelentős szerepe volt a tojásokat tartalmazó növényi részek előregedésének és leszáradásának. A *P. confinis* sikeresen kifejlődő utódai (5 hím+1 nőstény) későn, május 20 és június 7 között érték el az ivarérettséget, testméretük ( $3,15 \pm 0,23$  mm; tibia hossza:  $1,46 \pm 0,15$  mm) kisebb volt, mint a szülőgenerációé (hímek testhossza:  $3,55 \pm 0,49$  mm; tibia hossza:  $1,61 \pm 0,22$  mm).

3.) Az edények harmadik csoportját folyamatosan külső hőmérsékleti viszonyok mellett tartottuk. Ezekben az imágók az első komoly fagyok alkalmával, december 18. előtt elpusztultak. Tavasszal ezeknél az edényeknél nem keltek ki utódok.

*A P. alienus és a P. confinis fejlődési ideje arra utal, hogy hazánkban mindkét fajnak három nemzedéke fejlődik ki, az elhúzódó tojásrakási időszak miatt a nemzedékek összefolynak. Ez a P. alienus vonatkozásában Sáringer (1989) megállapításának megerősítését jelenti. Az ősszel rakott tojásokkal végzett vizsgálat megmutatta, hogy sem a P. alienus sem a P. confinis ősszel lerakott tojásait nem védi obligát diapauza a késő őszi keléstől. A második két vizsgálat ugyanakkor nem bizonyult alkalmasnak arra, hogy a szabadföldi körülmények között történő áttelelésről, illetve tavaszi egyedfejlődésről képet kapjunk.*

## 2.) Tápnövénykör vizsgálata

A *P. alienus*, *P. confinis* és *P. kolosvarensis* fajok állományai több nemzedéken keresztül egyaránt problémamentesen szaporodtak kizárólag árpa, búza vagy zab növényeken. A *P. alienus* számára a kukorica is több nemzedéken át megfelelő tápnövény volt. A kukoricán kifejlődő *P. confinis* imágók száma és testmérete is elmaradt az árpán fejlődőkéitől, míg *P. kolosvarensis* imágókat kukoricára helyezve azok néhány napon belül elpusztultak.

A három *Psammotettix* faj túlélését és szaporodását elsősorban állandó gyepekben gyakori pázsitfűfajokon vizsgálva megállapítottuk, hogy a *P. alienus* potenciális tápnövényköre a pázsitfűfélék között lényegesen szélesebb a másik két fajénál. Míg a *P. alienus* 18 vizsgált fajból mindössze négyen (22 %) nem volt képes hetekig fennmaradni, addig a *P. confinis* 17 fajból 7-n (41 %), a *P. kolosvarensis* pedig 13 fajból 8-n (38 %) nem maradt életben (4. táblázat).

A nem pázsitfű-féléken 2 ismétlésben 10-10 imágóval végzett túlélés-tesztekben a vizsgálatban szereplő növényfajokra (lucerna, paradicsom, ürömmelű parlagnyír, molyhos sás (*Carex tomentosa*), madárkeserűfű (*Polygonum aviculare*), pongyola pitypang (*Taraxacum officinale*), közönséges pipacs (*Papaver rhoeas*)) helyezett imágók (*P. alienus*, *P. kolosvarensis*, *P. confinis*) túlnyomó része 3 napon belül elpusztult, 7 napnál hosszabb túlélés nem fordult elő. A vizsgálatot az elektropetrográfus munka háttéréként később molyhos sás, parlagnyír, illetve árpa növényeken négy ismétléssel újra elvégeztük, hasonló eredménnyel (3. ábra).

*Eredményeink alapján a növények minősége önmagában nem indokolja a P. confinis és a P. kolosvarensis hiányát a gabonátáblákon. Más részről a P. alienus szélesebb gazdanövényköre fontos előny lehet a faj számára, mikor a gabonátáblák egységes száradásakor (aratásakor) vándorlásra kényszerül. Eredményeink alapján valószínűsíthető, hogy a vizsgált Psammotettix fajok tápnövényei kizárólag a pázsitfű-félék közül kerülnek ki. Mivel növényhez való hozzáférés nélkül az állatok szobahőmérsékleten jellemzően 24 óra alatt elpusztulnak, a rendszeresen előforduló több napig túlélő egyedek arra utalnak, hogy az állatok valamilyen mértékben legalább folyadékforrásként képesek a nem pázsitfűfélékhez tartozó növényfajokat is hasznosítani.*

### Elektro-petrográfus vizsgálatok

A pályázathoz kapcsolódóan Magyarországon elsőként installáltunk és alkalmaztunk elektropetrográfus vizsgáló műszert (EPG), mellyel a szipókás rovarok táplálkozási viselkedésének elemei valós időben követhetők nyomon és rögzíthetők (4. ábra). A *P. alienus* szívása során 8 jellegzetes, ismétlődő EPG görbetípust definiáltunk. Meghatároztuk az egyes görbetípusok elektromos eredetét, ami a szipóka extracelluláris, illetve intracelluláris (szállítóedényekben is!) helyzetét jelzi. Az elektromotoros eredet, illetve az egyéb szipókás fajoknál leírt görbetípusokhoz való hasonlóság alapján megállapítottuk, hogy ezek közül kettő a floémből történő szíváshoz, egy pedig a xilémből, illetve a mezofillum sejtekből történő szíváshoz kapcsolódik. Megállapítottuk, hogy a *P. alienus* szívásai alapján definiált görbetípusok alkalmasak a *P. kolosvarensis* táplálkozási aktivitásának jellemzésére is.

Kimutattuk, hogy a *P. alienus* imágók a hosszútávú túlélésüket nem biztosító parlagfűvön, illetve molyhos sáson is viszonylag hosszú szívásokat végeznek (>30 perc). A korábban definiált görbetípusok alapján megállapítható, hogy az állatok a növények floémjéből is táplálkoznak. Mindazonáltal parlagfűvön és a molyhos sáson a *P. alienus* számos rövid szívási próbálkozása (<300 sec) jellemző, míg kedvező tápnövényen (árpán) a táplálkozás többórás egybefüggő szívási periódusokkal történik.

A két *Psammotettix* faj szívási viselkedésének kilenc paraméterre kiterjedő összevetéséből kiemelhető eredmény, hogy az árpa és parlagfű növényeken a *P. alienus* esetében szignifikánsan hosszabb volt a penetrációk időtartama, mint a *P. kolosvarensis* esetében, illetve hogy molyhos sáson a *P. kolosvarensis* imágók szignifikánsan hosszabb időt töltöttek a szállítószövetekből történő szívással, mint a *P. alienus*. Noha a *P. kolosvarensis* is intenzívebben fogyasztja az árpát, mint a molyhos sást, a két faj szívási viselkedésében tapasztalt különbségek arra utalnak, hogy a *P. kolosvarensis* az árpát a *P. alienus*-nál kevésbé kedveli, a molyhos sást ugyanakkor kitartóbban fogyasztja.

EPG-s vizsgálattal is igazoltuk, hogy a *P. alienus* a kukoricát tápnövényként fogadja el, az edénynyalábokig eljutva az árpaéhoz hasonlóan többórás szívásokat végez.

### 3. Vírusátviteli vizsgálatok

Vizsgálataink során búza törpülés vírussal fertőzött árpanövényeken tartott tenyészetekből származó vektorokat kétféle egészséges árpanövényeken rögzített mikroizolátorokba helyeztük. 10-10 *Psammotettix* imágó alkalmazásával kétnapos vírusleadási idő mellett a vírusátvitel a *P. alienus* esetében 100 %-os, (10/10) hatékonysággal megtörtént, míg a *P. confinis* és a *P. kolosvarensis* esetében nem történt vírusátvitel (0/10). Hasonló feltételek mellett egyetlen *P. alienus* imágó átviteli hatékonysága 50 %-os volt (5/10). Az EPG-os mérésekhez használt aranyszálas rögzítés mellett egyórás éheztetést követően 12 órás vírusleadási idő mellett az átvitel hatékonysága 15 %-os volt (6/40), míg négy-, illetve egyórás táplálkozási lehetőség egyáltalán nem eredményezett vírusátvitelt (0/24 ; 0/24). A zabon, árpán és búzán elvégzett vírusátviteli kísérleteink alapján a fentiekhez hasonló körülmények között 3-5 imágó 2-3 napos táplálkozási idő mellett a fogékony növényekre a vírust nagy biztonsággal átviszi.

#### 4. Psammotettix fajok DNS szekvenciáinak összehasonlítása

A vizsgálat célja a vizsgált fajok egységességének, valamint néhány hazai Psammotettix fajjal való filogenetikai kapcsolatának felmérése volt. A mitokondriális CytB gén mintegy 800 bp-os szakaszának összehasonlításában 3-3 különböző hazai élőhelyről származó *P. alienus*, *P. confinis* és *P. helvolus* egyed szekvenciái fajon belül közel teljes egyezést mutattak (>99,8 %). A fajok közötti egyezés mértéke a *P. alienus*, *P. confinis*, *P. helvolus*, *P. kolosvarensis* és *P. slovacus* fajok között 85,3 % és 90,5 % közé esett. Az öt faj azonossága a Magyarországról a 90-es végén kimutatott, kevésbé ismert *P. agrestis* fajjal 69,7 % és 71,7 % közötti volt. A Deltocephalinae alcsaládba tartozó, de a Psammotettix nemzetségtől erősen eltérő *Neotalitrus fenestratus* és a Psammotettix fajok szekvenciáinak megfelelése mindössze 36,6 % és 40,1 % között volt. A vizsgált szekvencián alapuló kladsztikai elemzés szerint a *P. alienus*-hoz a *P. helvolus* áll a legközelebb, és közös ágra kerülnek a kanálkás végű hím párzószerével jellemezhető fajok (*P. alienus*, *P. helvolus*, *P. slovacus*, *P. agrestis*), míg külön ágra került az eltérő ivarszervű *P. kolosvarensis* és *P. confinis*.

Ugyanezen fajok esetében egy mintegy 800 bp hosszú riboszómális DNS szakasz (ITS-2) szekvenciáját is meghatároztuk 2-2 egyed esetében. A szekvenciák fajon belül egyezése 99,5 - 100 % volt. A fajok közötti azonosság 96,1 és 99,9 % közötti volt, kivéve a *P. agrestis* fajt, amely ebben a szekvenciában a CytB szekvenciánál is jobban eltért a többi fajtól (azonosság 32,9 és 39,7 %).

#### Kiegészítés a közlemények listájához

A kutatás témakörében egy OTDK első helyezést nyert dolgozat, valamint két jelesre értékelt MSc szakdolgozat született:

Tholt Gergely: A csíkos gabonakabóca táplálkozási aktivitásának vizsgálata EPG módszerrel. XXX. OTDK, Agrártudományi Szekció, Növényvédelmi Tagozat

Tholt Gergely 2010: A csíkos gabonakabóca tápnövénykörének és táplálkozásának vizsgálata. ELTE TTK Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék.

Nagy Veronika 2011: *Psammotettix* fajok táplálkozásának összehasonlító vizsgálata EPG módszerrel. ELTE TTK Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék.

A *Cereal Research Communication* folyóirat közleményünk benyújtásakor jelentős impakt faktor értékkel rendelkezett, melyet rajtunk kívül álló okok miatt veszített el a közlés évében. Az elektropetrográfós vizsgálatok eredményeiből készített, nemzetközi folyóirathoz küldött közleményünket részben az eltérő opponensi vélemények miatt a várhatónál jóval hosszabb idő után utasították el, átdolgozása folyamatban van. A *P. alienus* migrációjával, illetve a DNS szekvenciák összehasonlításával kapcsolatos eredményeink felhasználásával további közlemény készítését tervezzük.

#### Hivatkozott közlemény:

Sáringer Gy. 1989: Egyenlő szárnyú rovarok – Homoptera. Kabócák - Auchenorrhyncha. in: A Növényvédelmi állattan kézikönyve. szerkesztette: Jermy T. és Balázs K. Akadémia Kiadó, Budapest 13-75. o.

## Táblázatok

fajok	2008	2009	2010	2011
<i>P. alienus</i>	május 9.	április 23.	május 7.	április 29.
<i>P. confinis</i>	május 9.	április 30.	május 7.	április 29.
<i>P. helvolus</i>	május 9.	április30.	május 13.	április 29.
<i>P. kolosvarensis</i>	-	-	-	április 30.

1. táblázat: *Psammotettix* fajok első imágóinak megjelenési időpontja Pest megyében

	május	július	szept.	változás
<i>P. alienus</i>	10	18	19	+ 9
<i>P. confinis</i>	22	24	26	+ 4
<i>P. kolosvarensis</i>	14	16	16	+2
<i>P. helvolus</i>	9	9	8	- 1

2. táblázat: *Psammotettix* fajok előfordulásának szezonális változása állandó gyepekben (35 vizsgált helyből az adott faj előfordulásával jellemezhető helyek száma)

	május	július	szept.	N
<i>P. alienus</i>	11,4 %	37,3 %	36,9 %	243
<i>P. confinis</i>	41,7 %	20,1 %	23,2 %	220
<i>P. kolosvarensis</i>	27,5 %	35,5 %	34,3 %	263
<i>P. helvolus</i>	19,4 %	7,1 %	5,7 %	77
	100 %	100 %	100 %	803

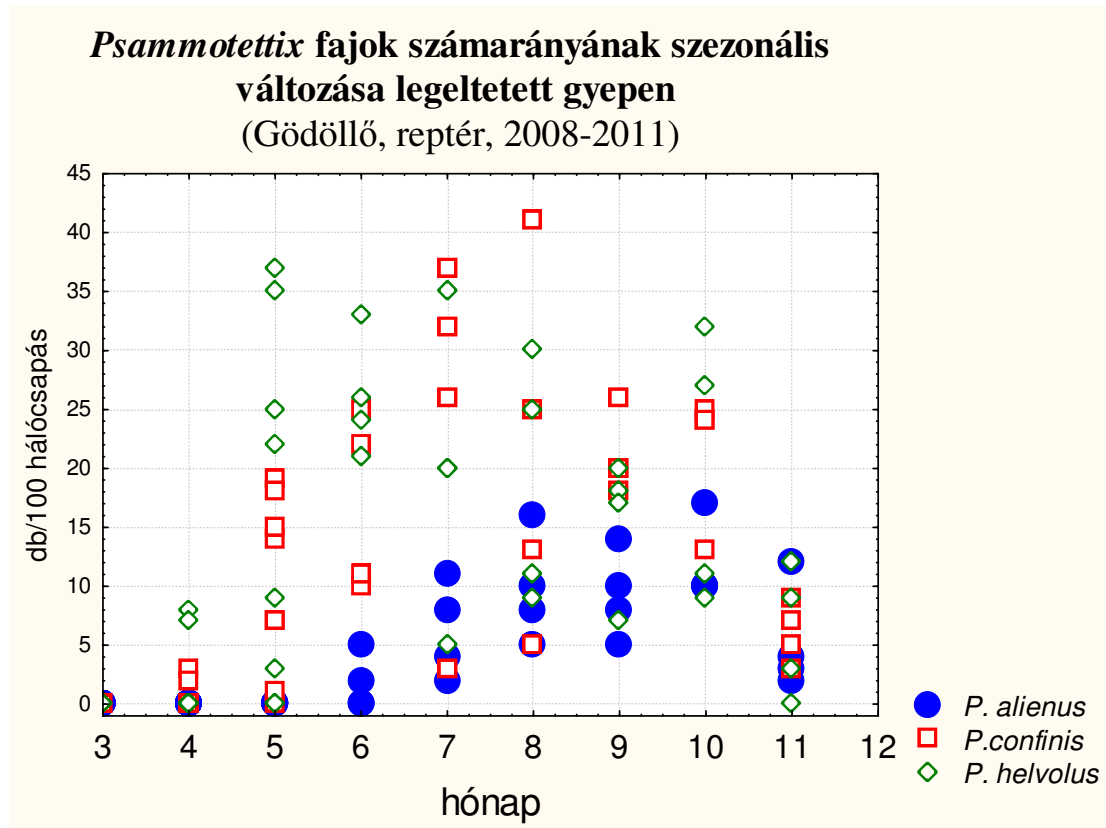
3. táblázat: *Psammotettix* fajok összesített dominanciája a 35 vizsgált gyepben

fajnév	<i>P. alienus</i>	<i>P. confinis</i>	<i>P. kolosvarensis</i>
<i>Setaria italica</i>	0	0	0
<i>Poa pratensis</i>	0	0	-
<i>Bromus inermis</i>	0	0	0
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	0	-
<i>Phleum pratense</i>	1	0	0
<i>Festuca pratensis</i>	2	2	0
<i>Bromus erectus</i>	2	0	0
<i>Puccinella distans</i>	2	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	2	2	2
<i>Lolium perenne</i>	2	2	2
<i>Alopecurus pratensis</i>	2	0	-
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	1	2
<i>Bromus arvensis</i>	2	0	0
<i>Avena strigosa</i>	2	2	2
<i>Lolium multiflorum</i>	2	2	-
<i>Echinochloa crus-galli</i>	2	2	0
<i>Lolium temulentum</i>	2	2	2
<i>Setaria glauca</i>	0	0	0

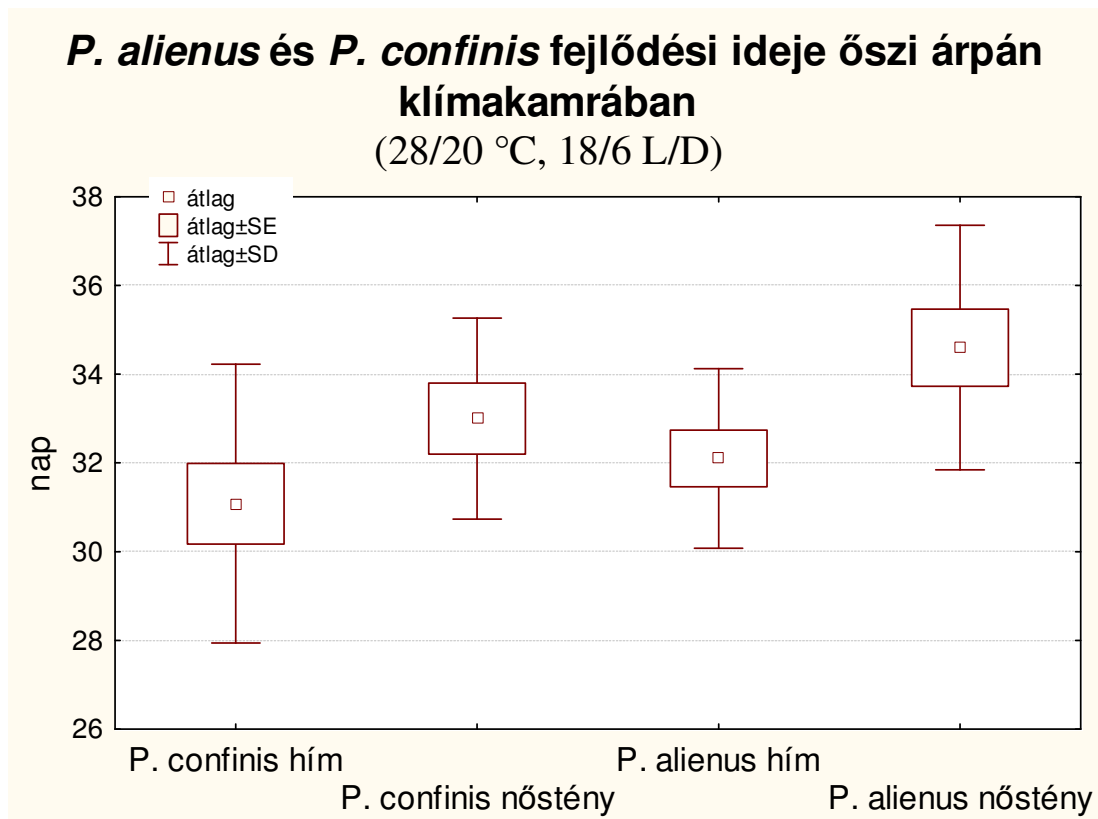
4. táblázat: *Psammotettix* fajok túlélése és szaporodása 4 hét elteltével különféle pázsitfűféléken (0: nincs túlélés; 1: ráhelyezett egyedek részben életben vannak; 2: utódnemzedék megjelenik (lárvák); -: nincs adat)

## Ábrák

1. ábra:

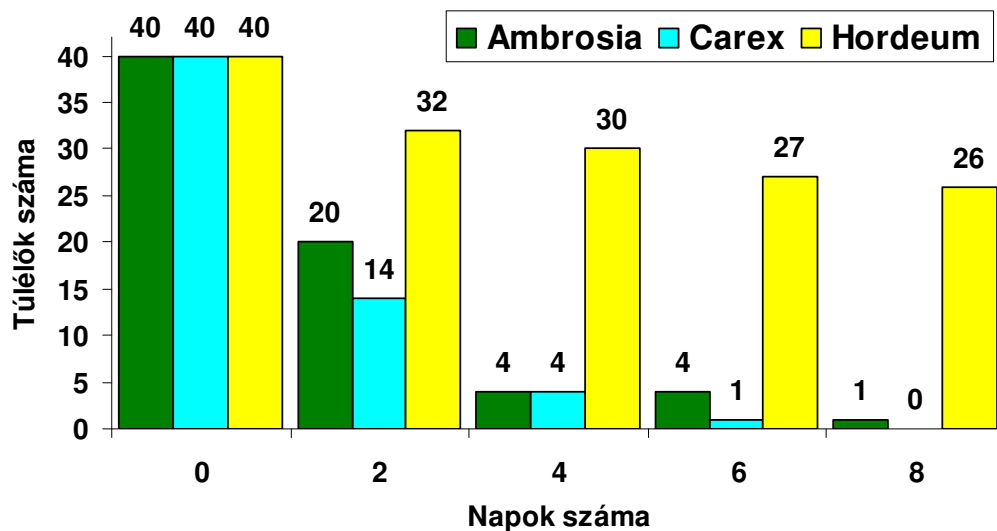


2. ábra:



3.ábra:

***P. alienus* imágók túlélése árpan, molyhos sáson és parlagfűvön.**



4.ábra:

**Elektropenetrográf (EPG) sematikus vázlata**

