

PANNON EGYETEM

GEORGIKON KAR

KESZTHELY

DOKTORI (PH.D.) ÉRTEKEZÉS

TÉZISFÜZET

A NAGYSZEMŰ BODOBÁCSOK EGYES CSOPORTJAINAK RENDSZERTANI VIZSGÁLATA

(HETEROPTERA: LYGAEOIDEA: GEOCORIDAE)

Készítette: Kóbor Péter

Keszthely, 2020

Tartalom

Előzmények	4
Célkitűzés	4
A vizsgálatok anyaga és módszere	5
Új tudományos eredmények bemutatása	6
Prelude	10
Aims of study	10
Materials and methods	12
Demonstration of new scientific results	13
A szerző munkásságának bibliográfiája	15
A szerző jelen dolgozat témájában megjelent közleményei	15
<i>Referált folyóiratban megjelent közlemények</i>	15
<i>Lektorált folyóiratban megjelent közlemények</i>	16
<i>Konferenciaközlemények</i>	16
A szerző egyéb közleményei	16
<i>Referált folyóiratban megjelent közlemények</i>	16
<i>Lektorált folyóiratban megjelent közlemények</i>	16
<i>Konferenciaközlemények</i>	17

Előzmények

A nagyszemű bodobácsok (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocorinae) a bodobácsok családsorozatának egy különös csoportja, mind küllemben, mind pedig táplálkozási sajátosságaik miatt. A család képviselői könnyen felismerhetők nagy, vesealakú szemeikről, többnyire ovális habitusukról és potrohuk egyes hátlemezeinek hajlott varratairól. A család jelenleg 30 genusból áll, melybe megközelítőleg 290 jelenleg ismert faj tartozik. Ezek a taxonok 5 alcsaládba kerültek besorolásra, melyek közül a névadó Geocorinae a legfajgazdagabb és legelterjedtebb. Az alcsalád képviselői majdnem minden meleg és mérsékelt égövi biomban megtalálhatók, még olyan extrém élőhelyeken is, mint magashegységek vagy sivatagok. Más bodobácsoktól eltérően, melyek növényi nedvekkal és magvakkal táplákoznak, a nagyszemű bodobácsok leginkább ragadozó életmódjukról ismertek. Azon fajok, melyek életmódja jól ismert táplálékspektruma ízeltlábú kártevők széles skálájából áll, ezáltal hasznos szervezetekként tartják őket számon a biológiai növényvédelemben. Ugyanakkor, a széleskörű alkalmazott ökológiai kutatások előfeltétele a fajok megbízható azonosítását lehetővé tevő biztos rendszertani ismertek megléte.

Célkitűzés

Jelen dolgozat célja a Geocorinae alcsalád egyes csoportjainak rendszertani vizsgálata volt. A rendelkezésre álló irodalom kritikus feldolgozása és természetrajzi gyűjtemények anyagainak vizsgálata alapján a következő fő célkitűzéseket fogalmaztam meg:

- 1) az alcsaládon belüli egyes rendszertani kategóriák (faj, genus) diagnosztikus bélyegeinek vizsgálata és értékelése
- 2) az alfaj és tribusz rendszertani kategóriák alkalmazhatóságának felülvizsgálata
- 3) a Geocoris genusz egységességének revíziója, a genuszon belüli feltételezett, koherens fajcsoportok rendszertani értékelése
- 4) egyes csoportok taxonómiai revíziója

A vizsgálatok anyaga és módszere

A megfogalmazott kérdések megválaszolásának érdekében végzett vizsgálatok során Európa és az Egyesült Államok több természettudományi múzeumának gyűjteményi anyagát dolgoztam fel és dokumentáltam, ilyen volt például a Magyar Természettudományi Múzeum mellett a londoni Natural History Museum, a bécsi Naturhistorisches Museum, a Kansas-i Egyetemhez tartozó Snow Entomological Collection vagy a hawaii Bernice P. Bishop Museum. Továbbá újabb terepi gyűjtésekből is jutottak el hozzám példányok többek közt a Kanári-szigetokről, Dél-Kínából vagy Új-Kaledóniáról.

A példányokhoz tartozó gyűjtőhelyi adatokat térinformatikai szoftver (QGIS) segítségével dolgoztam fel, elterjedési térképek generálás céljából.

A módszer gerincét a külső és ivarszervi karakterek mikroszkópos vizsgálata adta. Ennek eredményei taxonleírások, határozókulcsok készítéséhez kerültek felhasználásra, továbbá morfológiai bélyegeken alapuló filogenetikai rekonstrukcióhoz szolgáltatott adatsorokat. A filogenetikai rekonstrukció karaktermátrixa 31 karakterből állt, ebből 26 bináris és 5 többállapotú volt. A rekonstrukciót TNT 1.1 szoftvert használtam, az eredményeket WinClada programmal jelenítettem meg és elemztem.

A morfológiai ismereteket egyes esetekben molekuláris markerek szekvenciaadatainak elemzésével egészítettem ki. Ehhez etanolban tartósított példányok potrohszelvényeiből vontam ki DNS-t, majd citokróom-oxidáz I alegységre végeztem felszaporítást. A kapott terméket a Szegedi Biológiai Kutatóközpont BayGen Genomikai Egységében szekvenáltattam.

A saját szekvenciákat az NCBI GenBank adatbázisa és a BLAST eszköz segítségével ellenőriztem, valamint ugyanezen adatbázisból további, rokon taxonokhoz tartozó szekvenciákat töltöttem le. A szekvenciákat ClustalW programmal illesztettem. A MaximumLikelihood rekonstrukciót és a Kimura 2-paraméteres távolságbecslést MEGA X szoftverrel végeztem, majd a rekonstrukciót megismételtem RAxML szoftverrel is.

Új tudományos eredmények bemutatása

- 1) **Elkészítettem a Geocoridae család Geocorinae alcsaládjának első morfológiai alapú kladisztikus elemzését.** Áttekintettem és definiáltam az elemzésbe bevont bélyegeket. Lehatároltam a fő kládokat. Az eredmények alapján valószínűsíthető a korábban javasolt, azonban széleskörű elfogadottságot el nem érő tribusz-felosztás helyes és az alcsalád több rokonsági körre osztható morfológiai bélyegek alapján. A törzsfák továbbá alátámasztják korábbi szerzők azon feltételezéseit, miszerint a *Geocoris* genusz jelen formájában fajok rosszul definiált csoportja, felosztása és revíziója a fennálló taxonómiai problémák megoldásának egyik kulcsa. (publikáltalan eredmények)
- 2) **Újraértékeltem a *Piocoris erythrocephalus* alfajainak helyzetét.** A taxonok érvényességét morfológiai bélyegek vizsgálatának és molekuláris szekvenciaadatok kombinációjával vizsgáltam. A két alfajból egy érvényessége igazolást nyert, egy pedig szinonimizálásra került a törzsalakkal. A vizsgálat eredményei további politipikus fajok revíziójában módszertani alapvetésként alkalmazhatók. (publikált: Kóbor és mtsai 2018)
- 3) **Leírtam az indomaláj és új-guineai elterjedésű *Umbrageocoris* genuszt és a genuszba tartozó két új fajt, valamint az egyik fajon belül két új alfajt különítettem el.** (publikált: Kóbor 2019a, b)
- 4) **Típusanyag alapján revideáltam a *Germalus* genusz afrotrópusi (Madagaszkárt és a Mascarenhas-szigetcsoportot is beleértve) és francia-polinéziai elterjedésű fajait.** A régiókból öt új fajt írtam le. Ezen kívül elkészítettem az egyes régiók faunáját alkotó taxonok határozó kulcsát, új előfordulási adatokat rögzítettem, dokumentáltam a már ismert fajokhoz tartozó típuspéldányokat, ahol szükséges volt, revideáltam a leírásaikat. (Kóbor és Kondorosy 2016, 2017; Kóbor 2020)
- 5) **Típusanyag alapján revideáltam a Geocorinae alcsalád Új-Kaledónián előforduló csoportjait.** A munka során számos taxonómiai probléma került megoldásra, új szinonimákat javasoltam, tévesen szinonimizált genuszok státusát értékeltem újra. A régióból leírtam az eddig ismeretlen, bennszülött *Nannogermalus* genuszt (típusfaja: *Nannogermalus marmoratus* Kóbor & Kondorosy 2020), amely az eddig ismert legkisebb képviselője a nagyszemű bodobácsoknak. (Kóbor & Kondorosy 2020)

INVESTIGATIONS ON THE TAXONOMY AND SYSTEMATICS OF BIG-EYED BUGS (HETEROPTERA:

LYGAEOIDEA: GEOCORIDAE)

THESES

Prelude

Big-eyed bugs (Geocoridae: Geocorinae) are peculiar representatives of the superfamily Lygaeoidea in terms of both appearance and feeding habits. These insects are readily recognised by their big, kidney shaped eyes, mostly ovoid habitus, and curved sutures between abdominal tergites. The family consists of nearly 30 genera comprising a sum of circa 290 known species divided into 5 subfamilies of which the nominotypical subfamily, Geocorinae is the most species rich and most widely distributed. Representatives of the subfamily are distributed in almost all biomes with warm and temperate climate or even in extreme biotopes like high mountains or deserts. Unlike to other lygaeoid bugs which are seed- or sap-feeding, geocorids mostly known to be predaceous. The food range of the species with well-studied autecology includes wide range of arthropod pests, making them useful organisms in terms of biological pest management. However, extensive applied ecological studies require a firm systematical basis which allows reliable identification.

The characteristic appearance of Geocorinae led to serious confusions and errors in terms of the taxonomy and systematics of the taxon. Early descriptions and diagnoses were based on superficial study of easy-to-observe characters, mostly colouration. The erroneous conclusions were later broadly accepted and resulted a nominotypical taxon which is to be considered as “an ill-defined group of species belonging to perhaps several distinct genera” (MALIPATIL 1994) along with a relatively high ratio of mono- and oligotypic genera. Most of the studies on the representatives of the subfamily in the last decades restricted to description of new species, proposal of synonymies or studies on faunas of particular regions. The regions considered to be thoroughly studied at infrageneric level are the western part of the Palearctic biogeographic realm, China, Australia, the eastern part of the United States and Mexico. However, several biodiversity hotspots like Madagascar or New Caledonia have remained virtually unstudied since the 1920's until present day.

Aims of study

The aim of present study was to investigate the taxonomy and systematics of selected representatives of subfamily Geocorinae. Based on the available literature on the

biosystematics of Geocorinae and examination of material of various collections and recent field collectings, the following objectives were formulated:

- 1) an evaluation and investigation of diagnostic and systematic characters at various levels within the subfamily;
- 2) a revision of the applicability of tribe, subspecies categories in the subfamily;
- 3) an evaluation of suspected species-groups along with a revision of the integrity of *Geocoris* Fallén, 1814;
- 4) a taxonomic revision of taxa included in Geocorinae.

Materials and methods

In order to answer the formulated questions, I studied the collection material of several natural history museums of Europe and the United States, e.g. Hungarian Natural History Museum; Natural History Museum, London; Naturhistorisches Museum, Vienna; Snow Entomological Collection of Kansas State University, Bernice P. Bishop Museum, Honolulu, United States. Furthermore, I examined specimens collected in the Canary Islands, South China and New Caledonia.

Label data was processed and distribution maps were generated with QGIS geographic information system.

The backbone of the methodology was the study of exoskeletal and genital characters with stereoscopic microscope. Results of the examination were incorporated in taxon descriptions and diagnostic keys, furthermore, these data provided the basis of a phylogenetic reconstruction. The character matrix of the phylogenetic analysis consisted of 31 characters, from which 26 were considered as binary and 5 as multistate. Reconstruction was done using TNT 1.1. software, results were visualized and analysed with WinClada software.

In specific cases morphological knowledge was supplemented with the analysis of molecular sequence data. The acquisition of sequences was done via extraction of DNA from abdominal segments of ethanol preserved specimens and amplification of cytochrome-oxidase I subunit sequences. The product was sequenced in the BayGen Genomic Unit of Centre for Biological Research, Szeged.

The sequences were validated and additional data of related taxa was acquired using BLAST tool and the NCBI GenBank database. Sequences were aligned using ClustalW software. Maximum Likelihood reconstruction and Kimura 2-parameters distance estimation was done with MEGA X software. Analysis was repeated with RAxML software as cross-validation.

Demonstration of new scientific results

- 1) **I performed the first morphological cladistic analysis of subfamily Geocorinae (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae).** I defined and reviewed the characters included. I defined the main clades within the subfamily. The results support the correctness of the tribal classification of the subfamily, which was previously suggested, but never became widely accepted. The resulted cladograms support the previous suggestions that genus *Geocoris* is an “ill-defined group of species” in its present sense, thus its splitting and revision is necessary in order to resolve the several taxonomic problems of the subfamily. (unpublished)
- 2) **I revised the status of the subspecies of *Piocoris erythrocephalus*.** I examined the validity of taxa combining morphological knowledge and analysis of molecular sequences. One of the subspecies was proven to be valid, and one of them was synonymized with the prototype of the species. The results provide methodological fundamentals for the revision of other polytypic species. (published: Kóbor et. al 2018)
- 3) **I described a new genus, *Umbrageocoris* including two new species.** One of the species consists of two subspecies. (published: Kóbor 2019a, b)
- 4) **I revised the Afrotropical (including Madagascar and the Mascarene Islands) and French Polynesian species of genus *Germalus* based on type materials.** I described five new species of the genus. Furthermore, I keyed the representatives distributed in the region, recorded new occurrence data, documented the type material of the previously known species and revised the descriptions. (published: Kóbor & Kondorosy 2016, 2017; Kóbor 2020)
- 5) **I revised the New Caledonian representatives of subfamily Geocorinae based on the type materials.** Multiple taxonomic problems were solved in course of the works, new synonymies were proposed, and erroneously synonymised genera were resurrected. I described a new, endemic genus *Nannogermalus* (type species: *Nannogermalus marmoratus* Kóbor & Kondorosy, 2020).

A szerző munkásságának bibliográfiája

A szerző jelen dolgozat témájában megjelent közleményei

Referált folyóiratban megjelent közlemények

Kóbor, P. (2020). *Apennocoris pilosulus*: rediscovery of a forgotten big-eyed bug taxon from New Caledonia (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). *Zootaxa*, (submitted). [Q2]

Kóbor, P., & Kondorosy, E. (2020). *Nannogermalus marmoratus*: a new endemic big-eyed bug from New Caledonia (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocorinae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, (in press). [Q3]

Kóbor, P. (2020). An overview of the big-eyed bug fauna of French Polynesia (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). *Zootaxa*, 4743(3), 359-370. [Q2]

Kóbor, P. (2019). Contributions to the knowledge of *Umbrageocoris* (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). *Zootaxa*, 4652(2), 384-390. [Q2]

Kóbor, P. (2019). *Umbrageocoris kondorosyi*: a new genus and species of big-eyed bugs from New Guinea (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 65(1), 1-8. [Q3]

Kóbor, P., Tóbiás, I., Roca-Cusachs, M., & Kondorosy, E. (2018). The subspecies concept in Geocorinae: an integrated taxonomic case study on *Geocoris (Piocoris) erythrocephalus* (Lepelletier & Serville, 1825) (Hemiptera: Heteroptera: Geocoridae). *Zootaxa*, 4482(3), 541-550. [Q2]

Kóbor, P. (2018). *Geocoris margaretarum*: description of a new species from the Oriental region with remarks on allied taxa (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 66, 580-586. [Q2]

Kóbor, P., & Kondorosy, E. (2017). Revision of Continental African *Germalus* (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). *Zootaxa*, 4277(3), 427-434. [Q3]

Kóbor, P., & Kondorosy, E. (2016). *Germalus* species of the Malagasy region (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). *Zootaxa*, 4200(3), 444-450. [Q2]

Lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Kóbor, P. (2020). A review on biology and agricultural significance of big-eyed bugs (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). *Hungarian Agricultural Research*, (in press)

Konferenciaközlemények

Kóbor, P., Tóbiás, I. & Kondorosy, E. (2018). Az integrált megközelítés alkalmazhatósága a nagyszemű bodobácsok (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae) rendszertanának kutatásában. *XXIV. Ifjúsági Tudományos Fórum*, Keszthely.

Kóbor, P., Kondorosy, E. & Tóbiás, I. (2017). Palearktikus elterjedésű bodobácscsoportok filogenetikai vizsgálatának előzetes eredményei. *XXIII. Ifjúsági Tudományos Fórum*, Keszthely.

Kóbor, P., Tóbiás, I., & Kondorosy, E. (2017). “Prove them right”: molecular evidences of coherent species-groups in *Geocoris* (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). In: Michel, E, Ting, K. S., Harvey, Y., Aubriot, X. (szerk.) *Abstract Volume of the XIX. Young Systematists’ Forum* London, Egyesült Királyság.

Kóbor, P., & Kondorosy, E. (2015). New *Germalus* species from New Guinea and the Solomon Islands (Heteroptera: Geocoridae). In: Michel, E., Aubriot, X., Mounce, R (szerk.) *Abstract Volume of the XVII. Young Systematists’ Forum* London, Egyesült Királyság.

A szerző egyéb közleményei

Referált folyóiratban megjelent közlemények

Kondorosy, E. & Kóbor, P. (2016). A revision of *Hyginellus* (Hemiptera: Heteroptera: Heterogastridae). *Entomologica Americana*, 122 (1-2), 72-81. [Q3]

Lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Kóbor, P. (2017). Magyarország invazív címerespoloskái (Heteroptera: Pentatomidae). *Növényvédelem*, 53 (11), 491-496.

Beliczky, G., Kóbor, P., Németh, S., Havasi, M., Horváth, Z., Simon, Cs. (2017). Tápon nevelt harcsa (*Silurus glanis*) ürülékének és tavi üledék kölcsönhatásának in vitro modellezése a szerves nitrogénformák függvényében. *Halászatfejlesztés* 36, 22-28.

Konferenciaközlemények

Fülöp, L. & Kóbor, P. (2020) Adatok a Soroksári Botanikus Kert rezervátumterületein élő poloskaközösségek ismeretéhez. *XXVI. Ifjúsági Tudományos Fórum*, Keszthely.

Kóbor, P. (2016). A morphometric approach to delimit groups in Heterogastridae (Heteroptera: Lygaeoidea). *XXII. Ifjúsági Tudományos Fórum*, Keszthely.

Simon, F. & Kóbor, P. (2016). Adatok a Zala folyó középső szakaszának makrogerinctelen faunájához. *XXII. Ifjúsági Tudományos Fórum*, Keszthely.

Somogyi, B. & Kóbor, P. (2016). Adatok a zalaszentgróti kastélypark avarfaunájához. *XXII. Ifjúsági Tudományos Fórum*, Keszthely.

Kóbor, P. (2015). Egy kavicsbánya-tó természetvédelmi szerepének értékelése. *LVII. Georgikon Napok*, Keszthely.

Kóbor, P. (2015). Adatok egy kavicsbányató makrogerinctelen faunájához. *XXI. Ifjúsági tudományos Fórum*, Keszthely.

Beliczky, G., Kóbor, P., Németh, S., Havasi, M., Horváth, Z. & Simon, Cs. (2013). Tápon nevelt harcsa (*Silurus glanis*) ürülékének és a tavi üledék kölcsönhatásának in vitro modellezése a szerves nitrogénformák függvényében. *XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás*, Szarvas.

Kóbor, P., Chobanov, D., Müller, T. & Kolics, B. (2012). Adatok az *Onconotus servillei* fenológiájához és tartástechnológiájához. *XVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum*, Keszthely.