

Relationships within Aphidomorpha
on the basis of thorax morphology

Prace Naukowe
Uniwersytetu Śląskiego
w Katowicach
nr 2101

PIOTR WEGIEREK

Relationships within Aphidomorpha on the basis of thorax morphology

Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego



Katowice 2002

Editor of the Series: Biology
IWONA SZAREJKO

Reviewers
ELŻBIETA CICHOCKA
JAN KOTEJA

Executive Editor
GRAŻYNA WOJDAŁA

Technical Editor
BARBARA ARENHÖVEL

Copyright © 2002
by Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego
All rights reserved

ISSN 0208-6336
ISBN 83-226-1183-8

Published by
Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego
ul. Bankowa 12B, 40-007 Katowice
www.wydawnictwo.us.edu.pl
e-mail: wydawus@us.edu.pl

First impression. Edition: 150 + 50 copies. Printed
sheets: 6,75. Publishing sheets: 8,0. Passed to the Print-
ing House in August 2002. Signed for printing and
printing finished in October 2002.

Price 12 zł

Zakład Poligraficzny Marian Wioska
ul. 75. Pułku Piechoty 1, 41-500 Chorzów

Contents

Abstract	7
Introduction	9
Acknowledgements	11
1. Material and methods	13
2. The skeleton of aphids (Aphidomorpha)	18
2.1. Skeletal structures of recent aphids	18
2.2. Palaeontological data	54
3. Relationships within aphids	59
3.1. An analysis of the direction of changes in the skeleton of aphids	59
3.2. Phylogeny of Aphidomorpha	65
4. The skeleton of Sternorrhyncha	78
4.1. Scale insects (Coccoomorpha)	78
4.2. Jumping plant lice (Psyllomorpha)	82
4.3. White flies (Aleyrodomorpha)	86
5. Relationships within Sternorrhyncha	90
5.1. An analysis of the direction of changes in the skeleton of Sternorrhyncha	90
5.2. Phylogeny of Sternorrhyncha	96
6. Conclusion	99
References	101
Streszczenie	105
Резюме	106

Abstract

The aim of this monograph is to examine the skeleton of alate morphs of aphids. Drawings of 24 aphid species in dorsal, ventral and lateral view were prepared on the basis of three-dimensional preparations preserved in glycerol. The morphology of head and thorax of the representatives of all aphid families and most aphid tribes was studied. An attempt was made to reconstruct the phylogeny of aphids on the basis of thus obtained morphological data. An analysis of cladograms has shown that there is no phylogenetic relation between Adelgidae and Phylloxeridae. Within viviparous aphids, two developmental lines can be distinguished: Hormaphididae, Pemphigidae, and Phloeomyzidae on the one hand, and Mindaridae, Thelaxidae, Anoeciidae, Drepanosiphidae, Greenideidae, Lachnidae, and Aphididae on the other. An analysis of the direction of changes in the skeleton of Sternorrhyncha was undertaken. It has been established that, with regard to morphology, Aleyrodomorpha constitute a distinctly separate group. At the same times, a close relationship between Aphidomorpha and Coccoomorpha has been confirmed. Psyllomorpha are a sister group of aphids and scale insects.

Key words: Hemiptera, Sternorrhyncha, Aphidomorpha, morphology, thorax, phylogeny.

Introduction

The need for a systematic analysis of the morphology of alate morphs of recent aphids emerged from the problems encountered while studying fossil insects. Examination of palaeontological collections typically involves an analysis of alate morphs. Although both alate and apterous forms are represented in amber, only alate specimens, for taphonomic reasons, are preserved as imprints. The head and the thorax, the most strongly sclerotised parts, are best-preserved in the fossil record. In order to carry out a morphological analysis of fossil forms, it seemed necessary to study the morphology of these tagmata in recent aphid families. It emerged that very little is known about the external characters of alate morphs of recent aphids in comparison with behavioural, physiological, and even anatomical data, as well as the available information concerning the role of aphids in biocenoses. Only two comprehensive studies deal explicitly with the problems of aphid morphology (WEBER, 1928; ROBERTI, 1946), analysing external characters of single representatives of the genus *Aphis* LINNAEUS. Considering 4700 recent aphid species described so far (REMAUDIÈRE & REMAUDIÈRE, 1997), this cannot be a valid base for comparison and phylogenetic analysis.

The morphology of other groups of Sternorrhyncha has been studied more thoroughly, even though these groups are by far less numerous. Jumping plant lice (Psyllomorpha) were analysed by CRAWFORD (1914), WEBER (1929), PFLUGFELDER (1941), VONDRAČEK (1957), and KLIMASZEWSKI (1964, 1975); the morphology of white flies (Aleyrodomorpha) was studied by WEBER (1935) and BÄHRMANN (1973). Scale insects (Coccomorpha) received particular attention (e.g. THERON, 1958; GHAURI, 1962; GILIOME, 1967a; AFIFI, 1968; KOTEJA, 1986), which is remarkable, as in this insect group alate morphs occur only in males, and males of a large number of species remain unknown.

This monograph aims at an analysis of the skeleton of alate morphs of aphids. It presents the results of comparative studies and of the attempted reconstruction of the phylogeny of aphids on the basis of morphological data.

Examination of the skeletal structure of aphids prompted a comparison with other groups of Sternorrhyncha. However, the morphology of Sternorrhyncha is so complex and still poorly studied that the comparison is limited to the external characters of the head and the thorax without appendages, the mechanism of the connection between the appendages and the body, and the endoskeleton.

Acknowledgements

This project was financed by the State Committee for Scientific Research, grant no. 6 P04C 067 13.

I am very indebted to the late Prof. Dr. hab. S. M. Klimaszewski for inspiration and encouragement in pursuing this line of research. I thank Dr. J. Holman (Czech Academy of Sciences, Institute of Entomology, České Budějovice), Dr. M. Sorin (Kogakkan University, Japan), Dr. A. V. Stekolshchikov (Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg), and Dr. S. Buga (Department of Zoology, Belorussian University, Minsk) for the loan of slides and alcohol preparations of aphids. My thanks are due also to the staff of the Laboratory of Arthropoda in the Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences in Moscow for generous assistance and loan of specimens. I thank Prof. Dr. hab. Jerzy Lis (University of Opole) for his help in preparing cladograms with HENNIG86. Finally, I thank my colleagues from the Department of Zoology, University of Silesia, for their kind cooperation and assistance.

PIOTR WEGIEREK

Stosunki pokrewieństwa Aphidomorpha na podstawie cech morfologicznych tułowia

Streszczenie

Praca dzieli się na dwie zasadnicze części. Część pierwsza jest poświęcona mszycom (Aphidomorpha). Omówiono proces przygotowywania preparatów morf uskrzydłych mszyc w glicerynie oraz metodykę wykonywania rysunków. Szczegółowy opis budowy szkieletu tułowia mszyc wzbogacają plansze, na których pokazano przedstawicieli 24 gatunków mszyc. Reprezentują one wszystkie rodziny mszyc oraz większość plemion wyróżnionych w obrębie tych rodzin przez O. E. HEIE (1980). Opierając się na kryterium paleontologicznym, porównaniach wewnątrzgrupowych oraz porównaniach pozagrupowych (grupa zewnętrzna Psyllomorpha), przeprowadzono analizę kierunków zmian elementów budowy szkieletu oraz wyznaczono polaryzację cech. Z wykorzystaniem programu Hennig86 sporządzono kladogramy, które poddano analizie. Wskazuje ona na brak bezpośrednich powiązań filogenetycznych pomiędzy Adelgidae i Phylloxeridae. Stwierdza się też istnienie dwóch grup rozwojowych w obrębie mszyc żyworodnych. Pierwsza z tych grup obejmuje Hormaphididae, Pemphigidae i Phloeomyzidae. Do drugiej grupy należą: Mindaridae, Thelaxidae, Anoeciidae, Drepanosiphidae, Greenideidae, Lachnidae oraz Aphididae.

W drugiej części pracy, opierając się na literaturze i obserwacjach własnych autora, opisano budowę szkieletu zewnętrznego czerwców (Coccomorpha), koliszków (Psyllomorpha) i mączlików (Aleyrodomorpha). Są to taksony, które wraz z mszycami wchodzi w skład podrzędu Sternorrhyncha, zaliczanego do pluskwiaków (Hemiptera). Przeprowadzono badania porównawcze wskazujące na dużą odrębność morfologiczną mączlików od innych grup Sternorrhyncha oraz brak ścisłych powiązań filogenetycznych pomiędzy nimi i koliszkami. Potwierdzono bliskie pokrewieństwo mszyc i czerwców.

PIOTR WEGIEREK

Филогенетические отношения Aphidomorpha
в свете морфологических элементов строения груди

Резюме

Первая часть статьи касается тлей. Здесь описывается методика изготовления глицериновых препаратов тлей и выполнения рисунков. Представлено детальное описание структуры скелета груди тлей, иллюстрировано рисунками 24 видов тлей, представляющих все семейства и большинство триб тлей согласно системе О. Е. Нее (1980). При помощи палеонтологического критерия, внутригруппового и внешнегруппового (внешняя группа Psyllomorpha) представлен анализ главных тенденций изменения структуры скелета и проведена поляризация признаков. Кладистический анализ при помощи пакета Hennig86 выявил отсутствие прямых филогенетических связей между Adelgidae и Phylloxeridae, а также существование двух филогенетических линий среди живородящих тлей. В одну входят семейства Hormaphididae, Pemphigidae, Phloeomyzidae, другая объединяет Mindaridae, Thelaxidae, Anoeciidae, Drepanosiphidae, Greenideidae, Lachnidae, Aphididae.

Во второй части на основании литературы и данных автора описана структура внешнего скелета червецов (Coccomorpha), псиллид (Psyllomorpha) и белокрылок (Aleyrodomorpha). Эти таксона вместе с тлями входят в состав подотряда Sternorrhyncha отряда Hemiptera. Сравнительный анализ выявил значительные отличия белокрылок от других Sternorrhyncha и отсутствие четких филогенетических связей между белокрылками и псиллидами. Подтверждены родственные связи тлей и червецов.