



Българска академия на науките

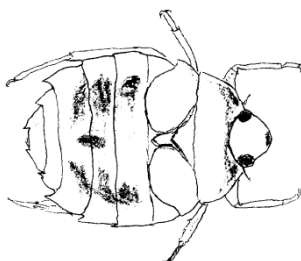
Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания

Десислава Стоянова Стоянова

**Видов състав, екологични изисквания и
разпространение в България на водни хетероптери
(Heteroptera, Nepomorpha)**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“



Научна специалност:

02.22.01 „Екология и опазване на екосистемите“

Научен ръководител: проф. д-р Снежана Грозева

Научен консултант: доц. д-р Николай Симов

София
2018

Дисертацията е разработена в рамките на докторантура, редовна форма на обучение, в Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания при Българската академия на науките.

Дисертационният труд съдържа 257 страници текст, от които 114 страници обяснителен текст включително 4 таблици и 18 фигури, 143 страници приложения (6 публикации по темата на дисертацията и две бази данни с находища на водни хетероптери в България). Списъкът на цитираната литература включва 436 заглавия, от които 46 на кирилица и 390 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на заседание на разширения състав на научния колегиум на отдел „Животинско разнообразие и ресурси“, състоял се на 7 март 2018 година.

Защитата ще се състои в 10:00 ч. на 25.05.2018 година в Заседателната зала на ИБЕИ-БАН, База 1, ул. Майор Гагарин 2.

Научно жури (назначено със заповед № 38/21.03.2018) в състав:

Вътрешни:

1. проф. д-р Снежана Грозева (ИБЕИ-БАН) - председател
2. проф. д-рн Параскева Михайлова (ИБЕИ-БАН) - рецензент

Външни:

3. проф. д-рн Георги Георгиев (ИГ-БАН)
4. доц. д-р Алекси Попов (НПМ-БАН) - рецензент
5. доц. д-р Катя Тренчева (ЛТУ)

Резерви:

1. доц. д-р Драган Чобанов (ИБЕИ-БАН) – вътрешен
2. проф. д-р Здравко Хубенов (НПМ-БАН) – външен

1. ВЪВЕДЕНИЕ

1.1. Водни Heteroptera – видов състав и разпространение в България. Екологични изисквания.

Предмет на настоящото изследване са представителите на инфраразред Neromorpha, включващ повече от 2300 вида, разпространени в целия свят (освен Антарктида) и принадлежащи към 11 (Štys and Jansson 1988, Schuh and Slater 1995, Ituarte and Papeschi 2004, Hebsgaard et al. 2004, Polhemus and Polhemus 2008) или в 13 семейства (Nieser 2002a, Grozeva et al. 2008, Tinerella 2008, Konopko et al. 2010, Weirauch and Schuh 2011, Hädicke 2012, Brožek 2014, Damgaard and Zettel 2014), в зависимост от приетия от съответните автори ранг на два таксона от надсемейство Corixoidea (Diapreocoridae и Micronectidae).

Водните хетероптери в България не са били обект на специално самостоятелно проучване. Данни за тяхното разпространение и видовия им състав намират място в фаунистични работи за подразреда като цяло, засягащи територия на страната (Неделков 1908, Йоакимов 1909, Jaczewski 1934, Буреш 1940, Йосифов 1954, 1955, 1958, 1959, 1960, 1961, 1969, 1974, 1986a, b, 1988, Stichel 1956, Kment 2006) или отделни нейни географски райони (Йосифов 1963, 1964, 1974a, Симов 2001, 2003, Göllner-Scheiding and Arnold 1988, Heiss and Josifov 1990, Josifov 1997, 1999, Hubenov et al. 2000a, b, Josifov and Simov 2004, 2006, Simov and Josifov 2004). Водните хетероптери намират място и в голям брой хидробиологични публикации. Това са изследвания на водната (предимно бентосната) фауна (Arndt 1943) или на екологичните характеристики на даден водоем/на водоемите в определен район, където те са част от списъците на установените видове (Русев 1961, 1962, 1966a,b, 1967, 1977, Русев и Янева 1975, 1986, Русев и др. 1984, 1987, 1991, 1994, Янева и Русев 1985, 1989, Russev 1959, 1979, Russev and Kaneva-Abadjieva 1973, Russev et al. 1984, Kovachev et al. 1999, Uzunov et al. 2001, Varadinova et al. 2011, 2012, Trichkova et al. 2013, Stoyanova et al. 2013, 2014, Hubenov et al. 2015, Vidinova et al. 2016). На базата на анализиранияте източници (Русев и др. 1994, Josifov 1986b, Jansson 1995, Simov and Josifov 2004) може да се обобщи, че за страната до момента са съобщени 40 вида от 13 рода и 9 семейства. Присъствието на *Sigara assimilis*, *Micronecta pusilla* и *M. minutissima* се нуждае от потвърждение.

Целенасочени изследвания за екологичните предпочитания на водните хетероптери у нас не са провеждани. В други райони на Европа са правени проучвания с цел установяване на връзка между разпространението на водни хетероптери и дадени параметри на средата. Публикуваните до момента описания на находища на водни хетероптери се различават по подхода, използваната терминология за класифициране на водоемите, в които са намирани представители на групата. Използват се и различни класификации на местообитания, ако въобще се споменават. Това затруднява сравняването на местообитанията, характерни за отделните видове, в различни части на ареалите им. Ключов подход в съвременната концепция за съхраняване на природната среда и опазването на дивите растителни и животински видове е защитата на природните местообитания. У нас не е правен опит за свързване на разпространението на водни хетеротоптери с типове водни местообитания по класификацията на Информационната система за природата в Европа (European nature information system, EUNIS). Описанието на връзката между даден вид водни хетероптери и определени типове местообитания по тази широко използвана в Европа система прави данните сравними и лесно използвани при бъдещи общоевропейски изследователски инициативи.

1.2. Цитогенетични характеристики на водни Heteroptera

Цитогенетични данни са известни за около 110 вида, принадлежащи към 9 семейства от инфраразред Nepomorpha: Nepidae, Belostomatidae, Corixidae, Micronectidae, Notonectidae, Ochteridae, Pleidae, Naucoridae и Gelastocoridae (Ueshima 1979, Angus 2006, Papeschi and Bressa 2006, Bressa and Papeschi 2007, Grozeva et al. 2008, 2009, 2013, Bardella et al. 2012, Castanhole et al. 2012, Kuznetsova et al. 2012, Chirino et al. 2013, 2017, Wisoram et al. 2013, Pereira et al. 2015, Gallo et al. 2016). Най-добре проучено по отношение на кариотип, мейоза и еволюция на кариотипа е сем. Belostomatidae (Kuznetsova et al. 2012, Chirino et al. 2013, Grozeva et al. 2013, Wisoram et al. 2013, Gallo et al. 2016, Chirino et al. 2017). На базата на информацията, публикувана до момента за около 5 % от описаните видове в инфраразреда, може да се предположи, че за представителите на Nepomorpha са характерни холокинетични хромозоми; диплоидният брой хромозоми варира от $2n\♂=4$ при *Lethocerus* sp. (Belostomatidae) до $2n\♂=51$ при *Ilyocoris cimicoides* (Linnaeus, 1758) (Naucoridae); широк набор от полдетерминиращи механизми; преобладаваща пост-редукция на половите хромозоми при сперматогенезата; присъствие/отсъствие на двойка m-хромозоми. Така наречените m-хромозоми при Heteroptera са двойка малки (micro-) хромозоми, чието поведение по време на мейозата при мъжките се различава както от поведението на половите хромозоми, така и от това на автозомите. Значението на тази двойка m-хромозоми за генома, както и техният произход са все още неясни (Ueshima 1979, Nokkala and Nokkala 1986a, Kuznetsova et al. 2011). Поради малкия размер на m-хромозомите, те често могат да останат незабелязани (Kuznetsova et al. 2011). Въпросът за разпространението на m-хромозомите в инфраразред Nepomorpha се нуждае от допълнителни изследвания. Повече данните за типа мейоза (с образуване на хиазми или ахиазматичен тип мейоза) при Nepomorpha също са изключително необходими, тъй като са стабилен диагностичен белег за таксони от по-висок ранг и за в бъдеще биха могли да бъдат успешно използвани във филогенетични реконструкции.

До момента на настоящето проучване не са известни цитогенетични данни за четири семейства: Helotrephidae, Potamocoridae, Diapreocoridae и Aphelocheiridae. От тях в България се среща единствено последното, представено от един вид – *Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794). Получаването на кариологични данни за това семейство ще запълни тази празнина и е от изключителна важност за проследяване на еволюцията на отделни цитогенетични характеристики в инфраразреда. Прилагането на цитогенетични и съвременни молекулярно-цитогенетични методи ще даде допълнителна информация за кариотипната еволюция в групата, а натрупването на информация за разпределението на конкретни гени (като 18S rDNA и изходния за насекомите теломерен мотив $(TTAGG)_n$ при повече видове ще предложи допълнителни таксономични белези за разграничаване на близки видове и най-вече на таксони от по-висок ранг.

Детайлно изследване на горепосочените характеристики, както и прогнозиране разпространението на пригодни за водните хетероптери местообитания, би дало основа за последващи теоретични разработки и би имало съществена научно-приложна стойност при бъдещи консервационни дейности и проекти.

2. ЦЕЛТА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО е изясняване съвременния видов състав, екологичните изисквания и разпространението на водни полутвърдокрили (Heteroptera, Nepomorpha) в България.

За постигането на тази цел са поставени следните изследователски **задачи**:

1. Детайлно проучване съвременния видов състав на водните хетероптери от инфраразред Nepomorpha в България.

2. Решаване на таксономични и филогенетични проблеми чрез комплекс от морфологични и молекулярни-цитогенетични методи.
3. Изготвяне на модели на разпространението на водни хетероптери в България.
4. Определяне значението на екологични фактори за разпространението на водните хетероптери в България.

3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Материалът за настоящето изследване е събиран в периода 2005-2017г. в различни водоеми в България при изпълнението на хидробиологични проекти, разработвани в ИБЕИ-БАН и НПМ-БАН, както и лични сборове на докторанта - самостоятелни, както и в рамките на проект "Актуализиране на план за управление на поддържан резерват "Сребърна" и разработване на план за управление на защитена местност "Пеликаните"". Данни за разпространението на водни хетероптери в България до началото на настоящето проучване са събрани и от публикуваните за страната литературни източници (Приложение 1). В хода на докторантурата са обработени 15060 екземпляра. Създадена е база данни с общо 446 находища на водни хетероптери: 171 по литературни данни; 275 по данни от събраните и/или определени по време на проучването насекоми (Фигура 1).

За събиране на насекомите са използвани следните основни методи:

- а) Събиране с хидробиологичен сак по адаптиран вариант на мултихабитатния метод за събиране на бентосни безгръбначни (Cheshmedjiev et al., 2011) съгласно приетите стандартни процедури (EN 27828: 1994; EN 28265: 1994).
- б) Улов на светлина. Описан основно в Приложение 7. Само в отделни случаи е използвана 180W живачна лампа.
- в) Рядко отделни видове са събирани чрез индивидуално търсене и улавяне, улов чрез стандартен ентомологичен сак (за излитащи от водата при миграции индивиди), както и чрез използването на екстракция от влажен субстрат с помощта на моторна вакуумна метла.

Определянето на материала (възрастни и ларви) е извършено по наличните ключове за групата: Кержнер и Ячевский (1964), Jansson (1986), Savage (1989), Канюкова (2006). При необходимост бяха дисецирани полови придатъци на мъжки екземпляри.

Всяко от находищата (при наличие на достатъчно данни за него) бе причислено към даден тип местообитание по класификацията на Информационната система за природата в Европа (EUNIS) (Таблица 1). С помощта на клъстерен анализ изследвахме структурата на фаунистичното сходство между находищата, причислени към три различни типа местообитания. Включените в анализа типове са както следва: С1.2. Постоянни мезотрофни водоеми, С1.3. Постоянни еутрофни водоеми и С1.6. Временни водоеми. Анализарани бяха данните за присъствие/отсъствие на видове водни дървеници в общо 103 находища, причислени към трите типа местообитания.

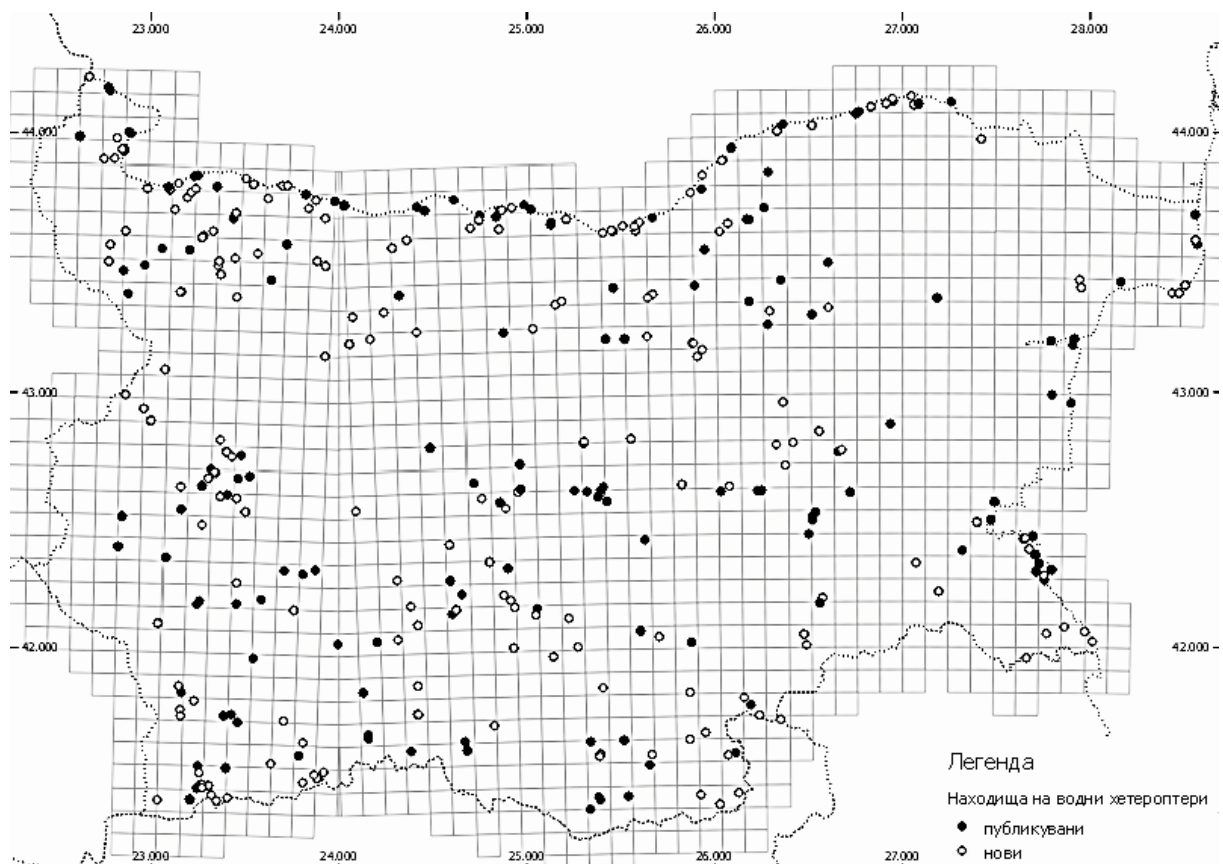
За измерване на сходството е използвана функцията `dist` от пакет `stats` в програмната среда R (R Core Team 2017) с бинарна мярка за сходство "binary".

За присъединяване на клъстерите бе използвана функцията `hclust` от пакета `stats` в програмната среда R (R Core Team 2017) с метод "average", представляващ присъединяване чрез непретегленото средно аритметично (unweighted pair-group method using arithmetic averages - UPGMA). За идентификация на видове, привързани към всеки от трите типа местообитание беше извършен анализ чрез функцията `multipatt` от пакета `indicspecies` (De Cáceres and Legendre 2009) в програмната среда R (R Core Team 2017).

Данните за 41 находища на *Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794) в България бяха използвани за изготвяне на модел на пригодността на местообитания за вида в елементарни водосбори в част от територията на страната (Екорегиян 12). Данните за прогнозиращите променливи, използвани за изготвяне на модела, са взети от база данни за речни сегменти и водосбори (CCM River and Catchment Database, version 2.1, цитиран като CCM2). Използваните методи за подготовка на данни и изготвяне на модели са описани подробно в Приложение 6 (Stoianova et al. in press).

Материал от водни хетероптери, събран на ултравиолетова светлина в поддържан резерват „Сребърна“ през юни 2010 г., заедно с данни за метеорологичните фактори на средата по време на тези сборове, беше тестван за: (1) различия между броя на мъжките и този на женските индивиди, уловени чрез привличане със светлина; (2) връзка между факторите на средата и броя индивиди, уловени чрез привличане със светлина. Методите, използвани за събиране на материала и за анализ на данни, са описани в Stoianova in press (Приложение 7).

Водни хетероптери от различни водоеми в страната бяха събрани и фиксирани за последващо изготвяне на микроскопски препарати (методът е описан в Приложения 2, 4, 5, съотв. Stoianova et al. 2015, 2017, Angus et al. 2017). Проведени бяха цитогенетични изследвания за 7 вида водни хетероптери (броят на използваните екземпляри от всеки вид е посочен съответно в Приложения 2, 4, 5), с прилагане на 3 техники за оцветяване: Шиф-Гимза, С-бендинг, FISH.



Фигура 1. Находища на водни хетероптери в България, включени в изследването.

Таблица 1. Брой находища на водни хетероптери по водосбори и по тип местообитание по EUNIS (за списъка на находищата виж Приложение 1)

Тип местообитание	Дунавски басейн	Западно беломорски басейн	Източно беломорски басейн	Черноморски басейн	Общо по тип
C1.1. Постоянни олиготрофни водоеми		4	3		7
C1.2. Постоянни мезотрофни водоеми	13	3	14	2	32
C1.3. Постоянни еутрофни водоеми	32	7	4	8	51
C1.4. Постоянни дистрофни водоеми		2	1		3
C1.5. Постоянни вътрешни солени и бракични водоеми				1	1
C1.6. Временни водоеми	8	2	1	9	20
C1.64. Дистрофни временни водоеми		1			1
C2.1. Извори и поточета от изворите	2		2		4
C2.2. Постоянни, бързотечащи, турбулентни водни течения	1	5	7	5	18
C2.3. Постоянни, бавнотечащи водни течения	149	12	44	19	224
C2.5. Временни течащи води	1	1	5	1	8
C3.6. Брегове от подвижни и меки седименти без растителност		3	2		5
D2.2. Торфища с кисели води влажни зони край извори с мека вода	1	2	1		4
D2.3. Преходни блата и плаващи подвижни торфища		2	3		5
D5. Влажни зони обрасли с острицови и тръстика, обикновено без открити водни площи				1	1
J5.3. Изкуствени сладки стоящи водоеми	2			1	3
J5.4. Изкуствени сладки течащи водни течения	5		1		6
X01. Естуари				2	2
X02. Солени крайбрежни лагуни				5	5
X03. Бракични крайбрежни лагуни				3	3
Некласифицирани	11	7	16	9	43
Общо по басейни	225	51	104	66	446

4. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

4.1. Видов състав

Представен е пълен списък на всички установени при проучването видове водни хетероптери. Таксоните са подредени в систематичен порядък съгласно Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region (Aukema and Rieger (Eds) 1994-2013). За всеки вид са предоставени данни за рецетния му ареал, за екологичните му предпочитания и за разпространението му у нас.

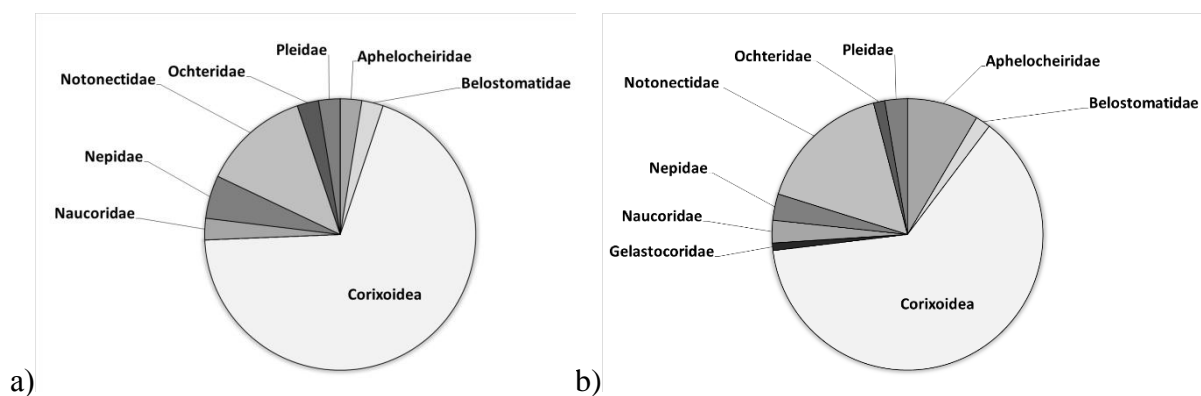
4.1.1. Анализ на фаунистичните данни

В резултат на настоящето проучване и по литературни данни (в 1.1. Въведение) до момента в България са установени общо 39 вида, 17 рода, 9 семейства. Този списък не включва *Micronecta minutissima*. Видът е съобщен от територията на страната (Янева 1991, Русев и др. 1994), сред видове, срещащи се в притоци на р. Дунав: р. Осъм и р. Огоста, но отсъства от списъка на установените таксони от 7 пункта по поречието на р. Огоста (Stoyanova and Traykov 2014). Видът не бе намерен сред водните хетероптери в изследваните от нас сборове от реките Огоста и Осъм, както и сред тези от други находища (виж Приложение 1). При повторно търсене на вида в поречието на тези реки

от род *Micronecta* бе установен единствено *M. scholzi*. Видът *M. minutissima* не е указан за територията на България и съседните ѝ страни в Кatalога на палеарктичните хетероптери (Jansson 1995). Описаното по-горе ни дава основание да считаме, че включването на *M. minutissima* във видовия списък за реките Огоста и Осъм и за територията на България като цяло е прибързано и се нуждае от потвърждение.

В хода на настоящето изследване не са установени нови видове за територията на страната, но бе установено първото конкретно находище на *S. assimilis* и видът е потвърден за България. *Sigara assimilis* за пръв път е споменат за България (в Западна България) от Jansson (1986) без конкретно находище и без ревизиране на музейния материал, отбелязан като източник за информацията. Впоследствие същият автор подлага на съмнение това съобщение в Кatalога на палеарктичните хетероптери (Jansson 1995). По време на настоящето проучване бе потвърдено присъствието в страната на още един вид - *Ochterus marginatus*. Установен бе отново на брега на р. Места. Видът не е намиран в последните 50 години и е включен като застрашен във второто издание на Червената книга на Република България. Разпространението на *S. assimilis*, *O. marginatus* и 7 вида водни хетероптери, известни от малък брой находища, е обсъдено в Stoianova and Simov (2016) (в Приложение 3).

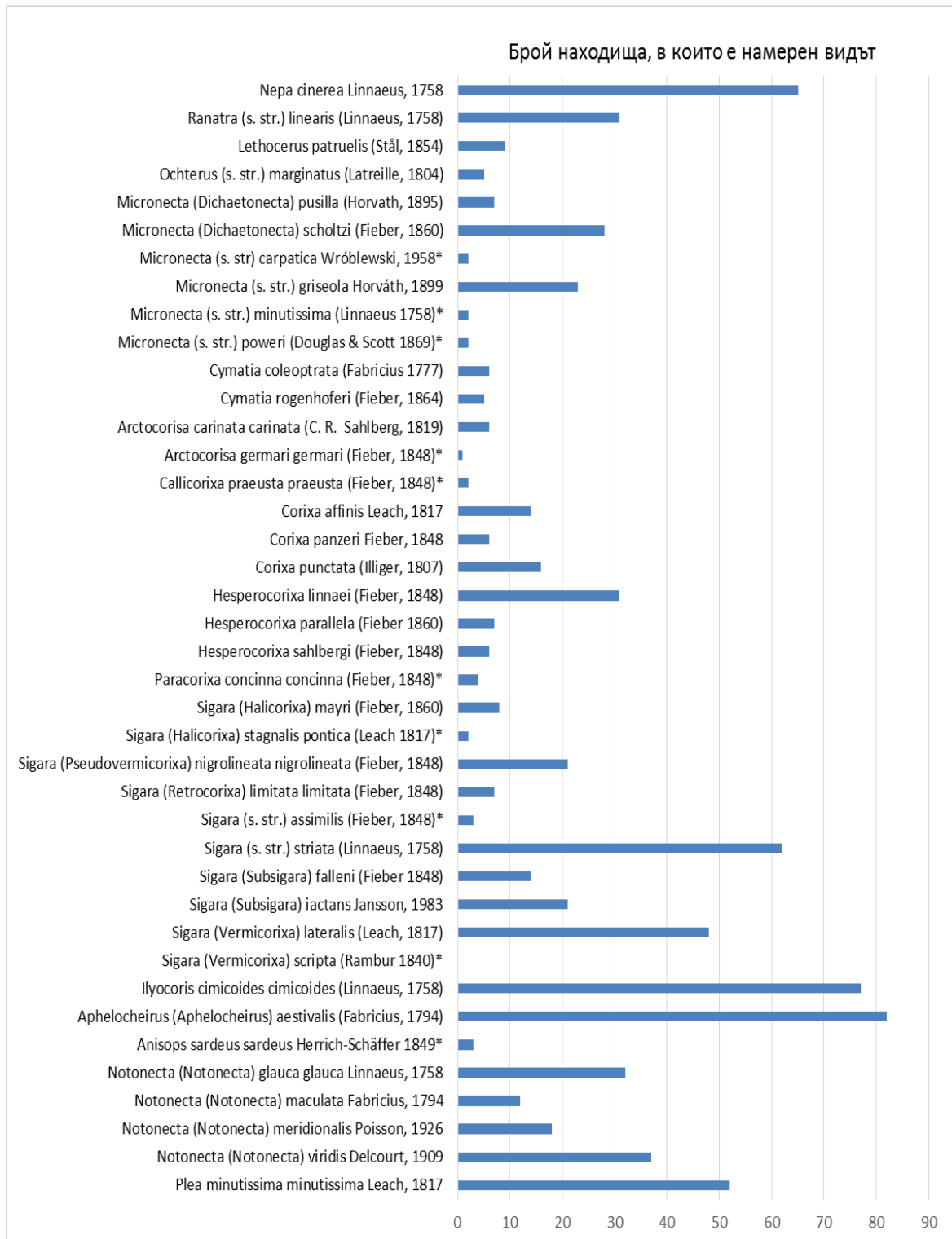
С най-голям брой видове във фауната на страната е представено семейство Corixidae с 22 вида (56.4 %) от 5 рода. Почти половината от видовете в семейството спадат към род *Sigara* (10 вида или 45 %). Семействата Micronectidae и Notonectidae са представени с по 5 вида (или по 12.8 %), съответно с по един и два рода. От семейство Nepidae се срещат 2 вида (или 5 % от общия видов състав) от два рода. Семействата Aphelocheiridae, Belostomatidae, Naucoridae, Ochteridae и Pleidae са представени у нас само с по един вид (по 2.5 %). Подобно е разпределението и в останалата част на Европа и то съответства на видовото богатство на отделните семейства в тази част на света (Фигура 15).



Фигура 15. Дял по семейства на видове водни хетероптери, срещани се: а) в България; б) в Палеарктика. Данните за Палеарктика са по Polhemus and Polhemus (2008). В графиката семействата Corixidae и Micronectidae са представени заедно като надсемейство Corixoidea.

Броят на установените находища (по литературни и наши оригинални данни) варира в широки граници за отделните видове (Фигура 16): от само 1 за *Arctocorisa germari germari* до 87 за *Aphelocheirus aestivalis* и 77 за *Ilyocoris cimicoides*. Освен двата споменати вида, други четири, намирани изключително често у нас, са *Plea minutissima minutissima*, *Sigara (Vermicorixa) lateralis*, *Sigara (Sigara) striata* и *Nepa cinerea*,

установени в между 45 и 65 находища. От видове, срещани се у нас, 20 са установени в по-малко от 10 находища, а десет вида (маркирани на Фигура 16) са намерени в по-малко от 5 находища.



Фигура 16. Брой находища, в които е намерен всеки от видовете, съобщавани от територията на България. С „*“ са маркирани видове, намерени в по-малко от 10 находища у нас.

Видовете с 5 или по малко от пет находища могат на този етап на проучването да бъдат определени като редки. Това обикновено са таксони, тясно привързани към ограничен тип местообитания, и изискват специфични абиотични и биотични фактори. Някои от тях са глациални реликти и се срещат само във високите части на планините, като представителите на род *Arctocorisa*. За други страната се явява съответно южна или северна граница на ареала им, както е при *Callicorixa praeusta*, *Cymatia coleoptrata* и *Anisops sardeus*. За *M. poweri*, *M. carpatica* изолираното разпространение може, освен от ограничението на местообитанието, да е резултат от дизюнкция на ареалите в следствие на различни палеоклиматични или геологични процеси. Ключово за някои редки и застрашени представители на *Nepomorpha* е замърсяването на повърхностните водни тела с различни битови и промишлени химични отпадъци.

За видове като *Lethocerus patruelis*, *Aphelocheirus aestivalis* и др. са установени много нови находища у нас, които разширяват представите ни за техния ареал (за *L. patruelis* виж Приложение 3). Една от причините за намирането на нови находища са увеличените усилия в хидробиологични изследвания в България през последните години. От друга страна, в следствие на ясно забележимите промени в климата на Балканите и тенденцията за неговото затопляне, видове, известни от единични находки в най-южните части на страната, вече се срещат и в Северна България (виж Приложение 3). Типичен пример затова е *Lethocerus patruelis*, който до края на 20 век е известен само с мигриращи индивиди от най-южните части на Струмската долина. В последните години видът е установен дори и във Варна, а редовно в Тракийската низина, дори в Софийската котловина и Средна гора (Приложение 3). Подобна е и ситуацията с *Anisops sardeus*, който бе установен в Източните Родопи на светлина (Приложение 3). Не на последно място трябва да отбележим, че след подобряване състоянието на реките някои видове се връщат в райони, в които са били изчезнали (Приложение 3).

В Европа е установен един чужд инвазивен вид от *Nepomorpha* - *Trichocorixa verticalis* (Fieber, 1851) с американски произход. Видът е с много висока толерантност към различни условия и и разнообразие от местообитания, понякога дори и тези, които не се обитават от други видове. Направеният прогнозен модел на възможната инвазия на вида в Европа (Guareschi et al. 2013) ясно показва, че България е бъдеща потенциална територия за колонизация.

4.1.2. Разпространение и екологични изисквания на водните хетероптери в България

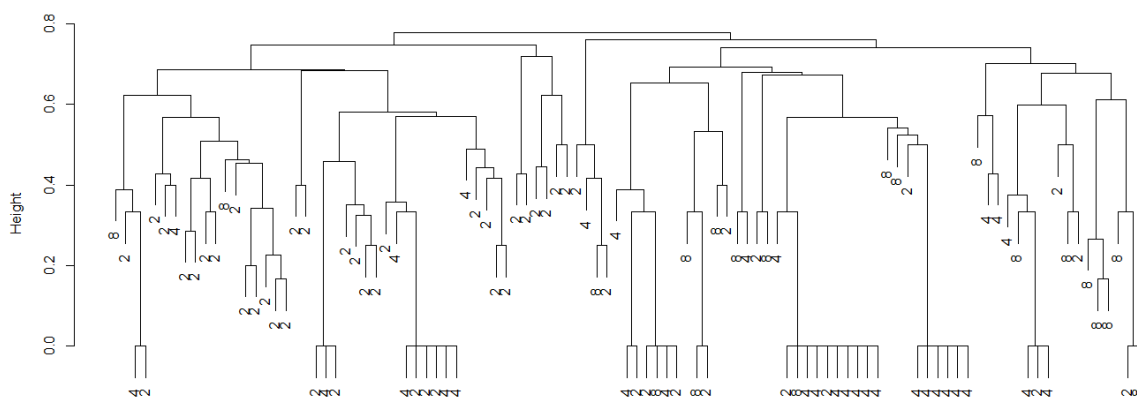
Находищата на водни хетероптери (по литературни и непубликувани данни) могат да бъдат причислени към 18 типа местообитания от трето ниво по класификацията на EUNIS, спадащи към 7 типа от второ ниво и 4 типа от първо ниво. Наличните данни не ни позволяват да сравняваме видовия състав на типовете находища или да направим реалистична оценка на богатството на видове за отделните типове. Пречките за това са следните: включените в изследването находища, не са равномерно разпределени по типове - някои типове са представени с много по-голям брой находища, отколкото други (Фигура 17); усилието за събиране на материал (напр. броят проби от отделните находища), както и времето на събиране при отделните сборове са различни. Съобразявайки се с изброените ограничения си позволяваме да коментираме общия броя намерени видове в находищата, причислени към даден тип. Такава информация може да послужи за избиране на обекти при бъдещи целенасочени проучвания за установяване видовия състав на водните хетероптери, характерен за отделни типове.

Най-голям брой видове са установени в находища, причислени към тип С2.3. Постоянни, бавнотечащи водни течения (80 % от видовете, съобщени за България), но този тип местообитание е представен и с най-голям брой находища (50 % от анализираните находища) (Фигура 17).

В постоянни еутрофни водоеми (тип С1.3.) също е установен голям брой видове (77 % от съобщените за България), докато броят на находищата, причислени към този тип, е значително по-малък (11 % от общия брой) (Фигура 17). Във временни водоеми (тип С1.6.) са намерени 50 %, а в постоянни мезотрофни водоеми (тип С1.2.) 52 % от видовете, въпреки че всеки от двата типа е представен със сравнително малък брой находища (7 и 4 % от общия брой, съответно). Последните три типа местообитания са представени с относително близък брой находища, което позволи да изследваме сходството между тях. В резултат на извършения кълстерен анализ се наблюдават две основни групи: едната включва находищата от тип постоянни мезотрофни водоеми (тип С1.2.) и от тип временни водоеми (тип С1.6.), а другата група обединява предимно находища от тип постоянни еутрофни водоеми (тип С1.3.) (Фигура 18). Възможно е наблюдаваното групиране да се дължи на преобладаване на мезотрофните сред временните водоеми, включени в изследването. Тъй като за тези находища липсват подробни описания, за момента не можем да потвърдим предположението чрез причисляване на временните водоеми към типове от по-високо ниво в класификацията (като например тип С1.62. Временни мезотрофни водоеми).



Фигура 17. Разпределение на находищата и видовете водни хетероптери по типове местообитания по EUNIS: сиво - находища, причислени към конкретния тип в проценти; черно - видове, намерени в находища от конкретния тип в проценти



Фигура 18. Дендрограма - резултат от извършения клъстерен анализ на фаунистичното сходство на находищата, причислени към три типа местообитание: 2 – Постоянни еутрофни водоеми, 4 – Постоянни мезотрофни водоеми, 8 – Временни водоеми

Общо 6 вида бяха идентифицирани като видове, привързани към всеки от трите типа местообитания. За постоянни еутрофни водоеми (тип C1.3.) - *Ilyocoris cimicoides cimicoides* (p-value = 0.002) и *Hesperocorixa linnaei* (p-value = 0.008); за постоянни мезотрофни водоеми (тип C1.2.) - *Micronecta scholtzi* (p-value = 0.006); за временни водоеми *Sigara mayri* (p-value = 0.001) и *Sigara nigrolineata nigrolineata* (p-value = 0.002). Идентифицирането на изброените видове като привързани към съответния тип местообитание е в съответствие с публикуваната информация за екологичните предпочитания на тези видове (обобщена в бележките за всеки вид в раздел 4.1. Видов списък).

Повече от половината типове местообитания по EUNIS, към които са причислени находища на водни хетероптери в настоящето изследване, се припокриват или са пряко свързани с приоритетни природни местообитания, включени в Директивата за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна (Таблица 3). Приоритетни типове местообитания от голямо значение за разпространението на множество водни хетероптери са 3130 Олиготрофни до мезотрофни стоящи води с растителност от *Littorelletea uniflorae* и/или *Isoeto-Nanojuncetea* (за *Arctocorisa germari germari*, *Arcotocorisa carinata carinata*); 1150 Крайбрежни лагуни (повече от половината видовете, срещащи се у нас); 3150 Естествени еутрофни езера с растителност от типа *Magnopotamion* или *Hydrocharition* (три четвърти от видовете водни хетероптери, срещащи се в България); 3260 Равнинни или планински реки с растителност от *Ranunculion fluitantis* и *Callitricho-Batrachion* (само в извори и турболентни водни течения е намирана близо една трета от видовете, а над три четвърти - в бавни водни течения).

Типове местообитания без пряка връзка с приоритетен тип, но имащи важно значение за разпространението на редица видове, са временни водоеми (C1.6.), брегове от подвижни и меки седименти без растителност (C3.6.). Една четвърт от видовете, установени в България, са намирани и в находища, причислени към тип временни водоеми. Литотелмите на брега на Черно море са временни водоеми, с които е свързано разпространението на халофилните видове *C. affinis*, *Sigara mayri*, *S. striata*, *S. nigrolineata nigrolineata*, *Paracorixa concinna*, *Notonecta viridis* (Йосифов 1961). Застрашеният вид (Josifov and Simov 2015) *Ochterus marginatus* до момента е намиран само на брегове от подвижни и меки седименти без растителност (тип C3.6) на речни течения в добро екологично състояние (Stoianova and Simov 2016 в Проложение 3). Наличието на такива местообитания е от огромно значение за опазването на вида.

Таблица 3. Връзка между типове местообитания по EUNIS и местообитания, включени в Приложение 1 на Директива № 92/43/ЕИО за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна. Типовете местообитания, между които е описана връзка, но в по-широк смисъл, са отбелязани с“*”. Източник на информацията за местообитанията, включени в Приложение 1 на Директива № 92/43/ЕИО: eunis.eea.europa.eu

Тип местообитание по класификацията на EUNIS	Тип приоритетно местообитание по Директивата за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна
C1.1. Постоянни олиготрофни водоеми	3130 Олиготрофни до мезотрофни стоящи води с растителност от <i>Littorelletea uniflorae</i> и/или <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>
C1.2. Постоянни мезотрофни водоеми	3130 Олиготрофни до мезотрофни стоящи води с растителност от <i>Littorelletea uniflorae</i> и/или <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>
C1.3. Постоянни еутрофни водоеми	3150 Естествени еутрофни езера с растителност от типа Magnopotamion или Hydrocharition
C1.4. Постоянни дистрофни водоеми	3160 Естествени дистрофни езера
C1.5. Постоянни вътрешни солени и бракични водоеми	1150 Крайбрежни лагуни
C1.6. Временни водоеми	Няма пряка връзка
C1.64. Дистрофни временни водоеми	Няма пряка връзка
C2.1. Извори и поточета от изворите	3260 Равнинни или планински реки с растителност от <i>Ranunculion fluitantis</i> и <i>Callitricho-Batrachion</i>
C2.2. Постоянни, бързотечащи, турбулентни водни течения	3260 Равнинни или планински реки с растителност от <i>Ranunculion fluitantis</i> и <i>Callitricho-Batrachion</i>
C2.3. Постоянни, бавнотечащи водни течения	*3260 Равнинни или планински реки с растителност от <i>Ranunculion fluitantis</i> и <i>Callitricho-Batrachion</i>
C2.5. Временни течащи води	Няма пряка връзка
C3.6. Брегове от подвижни и меки седименти без растителност	Няма пряка връзка
D2.2. Торфища с кисели води влажни зони край извори с мека вода	3260 Равнинни или планински реки с растителност от <i>Ranunculion fluitantis</i> и <i>Callitricho-Batrachion</i>

Тип местообитание по класификацията на EUNIS	Тип приоритетно местообитание по Директивата за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна
D2.3. Преходни блата и плаващи подвижни торфища	Няма пряка връзка
D5. Влажни зони обрасли с острицови и тръстика, обикновено без открити водни площи	Няма пряка връзка
J5.3. Изкуствени сладки стоящи водоеми	Няма пряка връзка
J5.4. Изкуствени сладки течащи водни течения	Няма пряка връзка
X01. Естуари	1130 Естуари
X02. Солени крайбрежни лагуни	1150 Крайбрежни лагуни
X03. Бракични крайбрежни лагуни	1150 Крайбрежни лагуни

В Беломорския басейн са установени находища на 34 от срещаните се в България видове водни хетероптери (от общо 39). Във водоеми от басейна на р. Дунав са установени 32 вида, а във водоеми от басейна на Черно море – 22 вида (Таблица 4).

Таблица 4. Брой установени находища (по литературни и не публикувани данни) на водни хетероптери по басейни. Видовете, намерени само във водоеми от Беломорския басейн, са обозначени с *; намерените само във водоеми от басейна на р. Дунав с **; намерените само във водоеми от басейна на Черно море с ***

	Вид	Дунавски басейн	Беломорски басейн	Черноморски басейн
1	<i>Nepa cinerea</i> Linnaeus, 1758	41	18	6
2	<i>Ranatra</i> (s. str.) <i>linearis</i> (Linnaeus, 1758)	19	7	5
3	<i>Lethocerus patruelis</i> (Stål, 1854)	1	6	2
4	<i>Ochterus</i> (<i>Ochterus</i>) <i>marginatus marginatus</i> (Latreille, 1804)*		5	
5	<i>Micronecta</i> (<i>Dichaetonecta</i>) <i>pusilla</i> (Horvath, 1895)**	6		
6	<i>Micronecta</i> (<i>Dichaetonecta</i>) <i>scholtzi</i> (Fieber, 1860)	11	14	3
7	<i>Micronecta</i> (s. str.) <i>carpatica</i> Wróblewski, 1958*		2	
8	<i>Micronecta</i> (s. str.) <i>griseola</i> Horváth, 1899	10	12	
9	<i>Micronecta</i> (s. str.) <i>poweri</i> (Douglas & Scott 1869)	1	1	
10	<i>Cymatia coleoprata</i> (Fabricius 1777)	5	1	
11	<i>Cymatia rogenhoferi</i> (Fieber, 1864)	4	1	
12	<i>Arctocoris</i> <i>carinata carinata</i> (C. R. Sahlberg, 1819)*		6	
13	<i>Arctocoris</i> <i>germari germari</i> (Fieber, 1848)*		1	
14	<i>Callicorixa praeusta praeusta</i> (Fieber, 1848)	1	1	

	Вид	Дунавски басейн	Беломорски басейн	Черноморски басейн
15	<i>Corixa affinis</i> Leach, 1817	6	3	5
16	<i>Corixa panzeri</i> Fieber, 1848	3	1	2
17	<i>Corixa punctata</i> (Illiger, 1807)	12	4	
18	<i>Hesperocorixa linnaei</i> (Fieber, 1848)	16	9	6
19	<i>Hesperocorixa parallela</i> (Fieber 1860)*		7	
20	<i>Hesperocorixa sahlbergi</i> (Fieber, 1848)	3	2	
21	<i>Paracorixa concinna concinna</i> (Fieber, 1848)	2	1	1
22	<i>Sigara (Halicorixa) mayri</i> (Fieber, 1860)***			8
23	<i>Sigara (Halicorixa) stagnalis pontica</i> (Leach 1817)	1		1
24	<i>Sigara (Pseudovermicorixa) nigrolineata nigrolineata</i> (Fieber, 1848)	11	6	4
25	<i>Sigara (Retrocorixa) limitata limitata</i> (Fieber, 1848)	4	3	
26	<i>Sigara (Sigara) assimilis</i> (Fieber, 1848)***	1		1
27	<i>Sigara (Sigara) striata</i> (Linnaeus, 1758)	37	17	6
28	<i>Sigara (Subsigara) falleni</i> (Fieber 1848)	9	5	
29	<i>Sigara (Subsigara) iactans</i> Jansson, 1983	16	4	1
30	<i>Sigara (Vermicorixa) lateralis</i> (Leach, 1817)	30	8	10
31	<i>Sigara (Vermicorixa) scripta</i> (Rambur 1840)*	1		
32	<i>Ilyocoris cimicoides cimicoides</i> (Linnaeus, 1758)	48	11	18
33	<i>Aphelocheirus (Aphelocheirus) aestivalis</i> (Fabricius, 1794)	74	3	5
34	<i>Anisops sardeus sardeus</i> Herrich-Schäffer 1849		3	
35	<i>Notonecta (Notonecta) glauca glauca</i> Linnaeus, 1758	14	7	11
36	<i>Notonecta (Notonecta) maculata</i> Fabricius, 1794	3	7	2
37	<i>Notonecta (Notonecta) meridionalis</i> Poisson, 1926	4	10	4
38	<i>Notonecta (Notonecta) viridis</i> Delcourt, 1909	18	8	11
39	<i>Plea minutissima minutissima</i> Leach, 1817	35	7	10

4.1.3 Нови находища на *Aphelocheirus aestivalis* в България и прогнози за разпространението на пригодни за него местообитания - резултатите от това изследване са подробно илюстрирани в Stoianova et al. in press (Приложение 6)

Изготвен е модел на разпространението на пригодни местообитания за *Aphelocheirus aestivalis*. Видът е стенобиотен и със слаба способност за разселване, но въпреки това е единственият представител на семейство Aphelocheiridae, срещащ се в по-голямата част от Европа (Kanyukova 1995, Rabitsch and Zettel 2000, Coulianos 2005, Živić et al., Fent et al. 2011). Хидроморфологични промени и замърсяване на водите могат да доведат до изчезване на субпопулациите *A. aestivalis*. Въпреки, че видът е сочен като уязвим към промените в обитаваните от него биотопи, *A. aestivalis* все още не е оценен от IUCN. Необходими са по-точни данни за географското разпространение и срещаемостта на вида.

Бяха установени 59 нови находища на *A. aestivalis* в общо 27 реки в България, включително най-южното съобщено досега находище на вида в Европа (р. Марица

близо до гр. Свиленград), 23 от реките са от басейна на р. Дунав, две от тях се вливат в Черно море и две са от водосборния басейн на Егейско море.

Субпопулациите на *A. aestivalis* в реките, включени в настоящото проучване, имат сложна възрастова структура. Във всеки от трите сезона (пролет, лято и есен) са намирани всички стадии на развитие: от ларви 1-ва възраст до възрастни (яйца не са открити в изследваните проби). Въпреки това ларвите от 1-ва и 2-ра възраст са събирани най-вече през летните месеци, което показва, че яйцата вероятно се излюпват главно през този сезон. Това предположение е в съответствие с наблюденията на Paráček (2012), че яйца биват снасяни през пролетта и лятото, а ларвите се излюпват в следващите седмици. Наличието на ларви и възрастни през пролетта и есента, подкрепя твърдението на Saulich and Musolin (2007), че *A. aestivalis* може да презимува във всеки стадий от своето развитие. Въпреки това, сред събраните през есента и пролетта насекоми преобладават възрастните и ларвите от 3-та, 4-та и 5-та възраст. Това съотношение води до предположението, че *A. aestivalis* в реките, включени в проучването, презимува предимно в тези стадии.

Документирано бе интензивно разселване на *A. aestivalis* в течението на р. Дунав: ларви и възрастни бяха събрани по време на пролетното пълноводие (при 6.6 m дълбочина). Това наблюдение съответства с обсъденото в Hoffmann (2008) пасивно разселване на вида във водите на р. Рейн.

В някои европейски държави *A. aestivalis* се счита за застрашен вид – включен е в локални и националните червени списъци или червените книги (Paráček 2012). Въпреки това, през последните 15 години са установени много нови находища на вида в Австрия (Rabitsch 2007), Чехия (Paráček et al. 2009) и Белгия (Vercauteren et al. 2002). Причините за големия брой нови находки на *A. aestivalis* в Европа не са ясни. Възможно е хидробиологичните методи за вземане на проби да са по-ефективни за намиране на вида, отколкото събирането с ентомологичен сак (Paráček 2012). Друга причина може да бъде подобряването на екологичното състояние на някои реки в Европа (Vercauteren et al. 2002).

Подобна тенденция се забелязва и за територията на България. Преди това проучване *A. aestivalis* е съобщен само от шест български реки в Екорегия 12: Дунав (Йосифов 1958, Русев 1966а), Русенски Лом (Русев и др. 1987, 1994), Вит, Батова река и Велека (данни от колекцията на Национален Природонаучен музей-БАН, София).

По време на настоящото проучване установихме находища на *A. aestivalis* в 21 реки, от които до момента видът не е съобщаван. Големият брой нови находки от последните години може да се дължи отчасти на прилагането на интензивни и периодични мониторингови програми за реките в България. От друга страна, след 1990 година множество индустриални производства вече не функционират, създадена е инфраструктура за пречистване на градските отпадъчни води, което е довело до масово подобряване на качеството на водите. В резултат на този процес някои реки, които на практика са били лишени от живот на разстояние 40-50 км след големи градове или индустриални центрове, сега възстановяват своята фауна (Russev 1968, Русев 1959, Kenderov and Apostolova 2008, Kenderov and Yaneva 2009, Uzunov et al. 2011, Kenderov et al. 2012). Намаленото антропогенно въздействие вероятно е сред причините за колонизация / реколонизация на местообитания, довела до множеството нови находки на вида у нас.

Въпреки големия брой (59) нови за България находища на вида, трябва да се има предвид уязвимостта на *A. aestivalis* спрямо промени в характеристиките на местообитанията му. Видът е чувствителен към промени в хидроморфологичните параметри (Paráček 2012): "изчистване на реки, регулиране на потоци или изграждане

на прегради и язовири", както и към натоварването с фини утайки - счита се, че те влияят отрицателно на дихателната функция на тези насекоми (Turley et al. 2016).

Тъй като разполагаме с данни за много находища на *Aphelocheirus aestivalis* в притоците на р. Дунав, но много малко в реки, вливащи се в Черно море, изследвахме разпространението на *A. aestivalis* в Екорегиян 12 (особено в басейна на Черно море) чрез създаване на модели за разпространението на пригодните за него местообитания. Според направената прогноза има по-голяма вероятност пригодни местообитания да бъдат намерени в средните и долните речни течения, в райони с ниски нива на замърсяване. Получените резултати са в съответствие с известната информация за екологичните предпочитания на вида (Aukema et al. 2002, Hoffmann 2008, Živić et al. 2007, Landeck 2009, Lock et al. 2013).

На базата на резултатите от приложеното моделиране можем да предположим, че има висока вероятност за намиране на пригодни местообитания в басейните на шест реки от басейна на Черно море, за които не са ни известни находища на вида, това са реките Айтоска, Камчия, Факийска, Провадийска, Русокастренска и Средецка.

Предложеният от нас модел представлява първи опит за прогнозиране на разпространението на пригодни местообитания за водни хетероптери на базата на данни за речни сегменти чрез прилагане на принципа на максималната ентропия (с програмата Maxent).

4.1.4. Значение на някои екологични фактори за разселване чрез полет на водни хетероптери от семейство Corixidae в поддържан резерват „Сребърна“ през юни 2010 г. - резултатите от това изследване са подробно описани (включително представени с таблици и фигури) в Stoianova in press (Приложение 7)

Анализиран бе материал, събран на ултравиолетова светлина в поддържан резерват „Сребърна“ през юни 2010 г., и данни за фактори на средата (като температура и влажност на въздуха, атмосферно налягане, скорост на вятъра) за периода на изследването. Сред събраните общо 4589 (за 11 вечери) водни хетероптери преобладават видовете от семейство Corixidae (4587 екземпляра от 13 вида, 5 рода). Установени са девет вида, нови за резервата (7 от Corixidae и 2 от Notonectidae). От шестте вида кориксиди, известни за резервата по литературни данни (Marinov, 2000; Varadinova et al., 2012), сред събраните на светлина насекоми отсъстват два вида: *Sigara falleni* и *S. nigrolineata nigrolineata*. Вместо очаквания *S. falleni* бе намерен близкият до него вид *S. iactans*, срещащ се по-често от *S. falleni* в Югоизточна Европа (Fent et al. 2011). Четири вида, събрани с хидробиологичен сак, не бяха намерени сред събраните на светлина насекоми: *Sigara nigrolineata nigrolineata*, *Ilyocoris cimicoides*, *Ranatra linearis*, and *Plea minutissima*. Можем да предположим, че периодът на изследването не е бил подходящ за наблюдение на летящи *Ranatra linearis* и *Sigara nigrolineata nigrolineata*, тъй като в други райони тези видове са описани като активни мигранти (Young 1965, Aukema et al. 2002). Много рядко е регистриран полет на *I. cimicoides* и *P. minutissima* (е. г. Csabai et al. 2006, 2012). При повечето индивиди от *I. cimicoides* летателните мускули остават неразвити (Brown 1951).

Повечето (90%) от екземплярите, събрани в светлинния капан, принадлежат към четири вида: *Sigara striata*, *S. (Vermicorixa) lateralis*, *S. (Subsigara) iactans*, *Cymatia rogenhoferi*. За тези четири вида Corixidae, броят на женските екземпляри за една вечер е по-голям от броя на мъжките, което до голяма степен е в съответствие със съотношението на половете при разселващи се кориксиди, описано в Kecső and Boda (2008). Наблюдаваната по време на нашето изследване висока летателна активност непосредствено след залез (първия час след него) потвърждава резултатите на други автори (Csabai et al. 2006; Boda and Csabai 2009a, b, 2013; Csabai et al. 2012). Този

период на деня е сред оптималните (на здрачаване, сутрин, около обяд) за разселване на насекоми, при които намирането на нови водни местообитания е повлияно от поляризацията на светлината (Csabai et al. 2006).

Резултатите от анализа показват, че промените в броя индивиди от *S. striata*, уловени през отделните вечери на изследването, могат до известна степен да се обяснят с промени в температурата на въздуха, атмосферното налягане и скоростта на вятъра в часовете на събиране. Може да се предположи, че през лятото след залез се наблюдава по-голям брой разселващи се индивиди от *S. striata* при относително ниски температури на въздуха, по-високо атмосферно налягане и по-ниска максимална скорост на вятъра. Нашите резултати за разселването на *S. striata* до голяма степен съответстват на установената от други автори повишена летателната активност на кориксидите в условия на антициклон (Popham 1964, Fernando 1959, Poisson et al. 1957, Richard 1958).

Според наблюденията по време на това изследване, кориксидите могат да се разселват чрез полет и при по-висока скорост на вятъра от граничните стойности, посочени от Csabai and Boda (2005) и Boda and Csabai (2009b).

Пет от деветте вида, нови за резервата, присъстваха само сред привлечените на светлина водни хетероптери, но не и в проби, събрани от водоеми в района на резервата. На база на данните, които имаме, може само да се предположи присъствието на тези видове в района, но е необходимо допълнително потвърждение. На светлина бяха събрани само насекоми, принадлежащи към две семейства (Corixidae и Notonectidae), макар в изследвания район да се срещат още три семейства водни хетероптери. Събирането на водни хетероптери на светлина е полезен метод за получаване на информация за видовете, които може да бъдат намерени в дадена влажна зона, но е препоръчително той да бъде комбиниран със събиране на насекоми и от водните местообитания в района. Методът е не селективен и трябва да се прилага внимателно в защитени територии и в местообитания на защитени видове.

4.2. Нови цитогенетични данни за водни хетероптери, срещащи се в България

4.2.1. Кариотип и сперматогенеза при два вида от семейство Corixidae, подсемейство Cymatiinae - резултатите от това изследване са подробно описани и документирани в Stoianova et al. 2015 (Приложение 2)

В настоящето изследване бяха изучени за първи път кариотипът и мейозата при мъжките на два вида *Cymatia* - *C. rogenhoferi* и *C. coleoprata*. Специално внимание беше отделено за изясняване типа мейозата при мъжките: чрез хиазми или ахиазматичен - с цел попълване на информацията за разпространението на ахиазматичния тип мейоза сред водните хетероптери.

За двата вида са установени следните цитогенетични характеристики: $2n=33$ ($28A+2m+X_1X_2Y$) за *C. rogenhoferi* и $2n=24$ ($20A+2m+XY$) за *C. coleoprata*; пост-редукция на половите хромозоми; ахиазматичен (*alignment*) тип на мейоза при мъжките на двата вида. Докато хромозомната формула на *Cymatia coleoprata* е често срещана в сем. Corixidae (Ueshima 1979), броят хромозоми, установен при *C. rogenhoferi*, не е съобщаван за други видове от семейството.

Мъжките индивиди на двата вида *Cymatia*, обект на проучването, имат полови хромозоми от типа XY (при *C. rogenhoferi* полдетерминиращият механизъм е X_1X_2Y - с две X хромозоми, възникнали в резултат на фрагментация на изходната X хромозома), описани при останалите представители на Corixidae и Micronectidae. На базата на публикуваните и получените тук данни може да се обобщи, че по кариологични признаци Cymatiinae показват сходство с Corixinae (по присъствието на m-хромозоми) и с Micronectidae - по ахиазматичния тип мейоза при мъжките.

Пост-редукция в хода на мейозата се нарича инверсията в последователността на мейотичните деления, т.е. броят на хромозомите се редуцира във второто мейотично деление, а не при първото (както е при повечето живи организми, в това число и при човека). Пост-редукция на половите хромозоми, характерна за повечето представители на Heteroptera (с някои изключения, виж Ueshima 1979, Grozeva and Nokkala 2001, Golub et al. 2015), включително за тези на Corixidae и Micronectidae (за повече литературни източници виж Ueshima 1979, Ituarte and Papeschi 2004, Waller and Angus 2005, Bressa and Papeschi 2007, Grozeva et al. 2008), бе наблюдавана при сперматогенезата и при двата изследвани вида *Cymatia*.

Поради малкия си размер двойката m-хромозоми често могат да останат незабелязани (Kuznetsova et al. 2011), но са неразделна част от кариотипа на голям брой видове в подразред Heteroptera, вкл. и в сем. Corixidae. Това е първото съобщение за наличие на m-хромозоми в род *Cymatia*.

Към семейство Corixidae принадлежат 6 подсемейства: Corixinae, Cymatiinae, Diaprepocorinae, Heterocorixinae, Stenocorixinae, and Micronectinae (Schuh and Slater 1995), като Nieser (2002a, b) предлага отделянето на Diaprepocorinae и Micronectinae в самостоятелни семейства. Цитогенетични данни са известни за семейство Micronectidae, и за подсемействата Corixinae и Cymatiinae. В Micronectidae са изследвани до момента четири вида и всички те имат ахиазматичен тип мейоза при мъжките: три вида от род *Micronecta* с хромозомна формула $2n=24 (22A+XY)$ и един вид от род *Tenagobia* с $2n=30 (28+XY)$ (Ituarte and Papeschi 2004, Grozeva et al. 2008). Отсъствието на m-хромозоми в кариотипа на тези видове и установяването на ахиазматичен тип на мейозата са белези, които ги отличават от останалите Corixidae и са в подкрепа на отделянето им в самостоятелно семейство. От подсем. Corixinae са изследвани 30 вида от 8 рода и всички те споделят следните характеристики: хиазматичен тип мейоза, пост редукция на половите хромозоми, присъствие на двойка m-хромозоми и $2n=24 (20+2m+XY)$ (Ueshima 1979, Waller and Angus 2005, Bressa and Papeschi 2007). Към подсем. Cymatiinae спадат два рода, *Cymatia* Flor, 1860, който се среща в Холарктика и Ориенталската област и *Cnethocymatia* Jansson, 1982, разпространен само в Северна Австралия и Нова Гвинея (Štys and Jansson 1988). До настоящето проучване за подсем. Cymatiinae е била известна само хромозомната формула на *Cymatia bonsdorffi* (Sahlberg, 1819) $2n=26 (24+XY)$ (Slack 1938, Southwood and Leston 1959).

При Heteroptera ахиазматичният тип на мейоза е стабилен белег на ниво семейство (Grozeva et al. 2008). До момента този тип мейоза е установен в подразред Heteroptera при представители на 7 семейства от три инфрапарзрета: Nepomorpha, Leptopodomorpha and Cimicomorpha (повече източници в Kuznetsova et al. 2011).

При водните хетероптери установяването на този белег при 3 вида *Micronecta* (Grozeva et al. 2008) и един вид *Tenagobia* (Ituarte and Papeschi 2004) подкрепя статута на Micronectinae (Corixidae) като отделно семейство Micronectidae, предложен по-рано от Nieser (2002a, b). Подсем. Cymatiinae е втората група в рамките на надсемейство Corixoidea, в която установихме ахиазматичен тип на мейозата. Както по тази, така и по редица морфологични характеристики, описани в Stoianova et al. 2015 (Приложение 2), Cymatiinae се отличават от останалите Corixidae, но са необходими детайлни морфологични и цитогенетични изследвания на още видове от Corixoidea, преди да може да се определи ранга на Cymatiinae, и евентуално то също да се отдели като самостоятелно семейство. Напр. специално внимание е нужно да се отдели на род *Cnethocymatia* от същото подсемейство; на род *Diaprepocoris* Kirkaldy, 1897, считан за базален таксон в Corixoidea, и род *Stenocorixa* Horváth, 1926, показващ известни

прилики с Cymatiainae (Hebsgaard et al. 2004, Hädicke 2012, Brožek 2014), от които до момента не успяхме да добием материал за цитогенетични изследвания.

4.2.2. Кариотип и сперматогенеза на представители на семейство Aphelocheiridae - резултатите от това изследване са подробно публикувани и документирани в Stoianova et al. 2017 (Приложение 4)

В настоящето изследване бяха получени първи цитогенетични данни за монотипичното семейство Aphelocheiridae (Nepomorpha). Изучени са кариотипът и сперматогенезата на *Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794). Допълнително са изследвани и кариотиповете на други три вида от род *Aphelocheirus*, два от които са ендемични за Пиренейския полуостров: *A. murcius* Nieser & Millán, 1989 и *A. occidentalis* Nieser & Millán, 1989. Четвъртият изследван вид морфологично не се отличава от *A. murcius*, но по молекулярни белези е различен от трите останали вида – *A. murcius*, *A. aestivalis* and *A. occidentalis* (Carbonell et al. 2011). За четирите вида са установени: $2n=23$ ($2n=22+X0$), пост редукция на половите хромозоми и хиазматичен тип на мейозата при мъжките. Тази хромозомна формула досега не е съобщавана за видове от инфраразред Nepomorpha. На база на получените резултати, може да се предположи, че и други представители на Aphelocheiridae споделят характеристиките, установени при изследваните тук видове. Това предположение може да бъде потвърдено само след цитогенетично изследване и на други представители на семейството, за които правим опити да бъде събран нужния материал.

Единственият род *Aphelocheirus* Westwood, 1833 в сем. Aphelocheiridae включва около 100 вида, описани от различни части на света (повече литературни източници в Xie and Liu 2014). Тази група насекоми на базата на морфологични и молекулярни характеристики е третирана от различни автори като подсемейство Aphelocheirinae (Naucoridae) (Polhemus and Polhemus 1989 и посочените от тях източници); като отделно семейство Aphelocheiridae, сестринско на Naucoridae (Naucoroidea) (Mahner 1993; Hua et al. 2009); или като част от надсемейство Aphelocheiroidea: включващо Aphelocheiridae и Potamocoridae (Hebsgaard et al.2004) или само Aphelocheiridae (Brožek 2014). От двете най-близки до Aphelocheiridae семейства, Naucoridae и Potamocoridae, второто е монотипично, среща се в Неотропика (Polhemus and Carrie 2013), и цитогенетично не е изследвано. Naucoridae е относително голямо семейство с около 400 вида и 40 рода (Štys and Jansson 1988). До момента хромозомен анализ е проведен за 8 вида от 5 рода (Ueshima 1979, Papeschi 1992, Grozeva et al. 2011). При всички изследвани представители са установени наличие на двойка m-хромозоми; полдетерминиращ механизъм X(0), пост редукция на половите хромозоми при мъжките и относително голям брой на автозомите, $2n$ варира между 18 и 48. Няма публикувана информация дали мейозата е от хиазматичен или ахиазматичен тип.

Aphelocheiridae и Naucoridae споделят полдетерминиращия механизъм X(0), който не е характерен за представителите на Nepomorpha – повечето видове в инфраразреда имат полдетерминиращ механизъм XY или X_nY . Полдетерминиращият механизъм X(0) е съобщен само за видове от семействата Naucoridae, Pleidae (в единствения изследван род *Plea* Leach, 1817) и Notonectidae (в част от изследваните видове) (Ueshima 1979, Grozeva et al. 2009, Pereira et al. 2015).

При представителите на Aphelocheiridae, обаче, не бяха установени m-хромозоми, за разлика от Naucoridae, където m-хромозоми са описани. Наличните до момента оскъдни кариологични данни за представители на двете семейства не позволяват да се правят обобщения нито за разпространението на m-хромозомите, нито изводи относно родството между двете групи.

4.2.3. Кариотип и сперматогенеза на два вида от семейство Nepidae - резултатите от това изследване са подробно документирани и публикувани в Angus et al. 2017 (Приложение 5)

В настоящото проучване са изследвани кариотипът и сперматогенезата на два вида от семейство Nepidae: водният скорпион *Nepa cinerea* и водната игла *Ranatra linearis*. За двата вида са установени пост редукция на половите хромозоми и хиазматичен тип на мейозата, хромозомна формула $2n$ ($\text{♂}/\text{♀}$)=33/36 ($14AA+X_1X_2X_3X_4Y/X_1X_1X_2X_2X_3X_3X_4X_4$) за *N. cinerea* и $2n$ ($\text{♂}/\text{♀}$)=43/46 ($19AA+X_1X_2X_3X_4Y/X_1X_1X_2X_2X_3X_3X_4X_4$) за *R. linearis*.

При двата вида бе проведен с помощта на FISH (с 18S rDNA) анализ, който показва сигнал за рДНК гени върху две от петте полови хромозоми при *N. cinerea*. При *R. linearis* поради липса на подходящи стадии бе по-трудно да се определи точно местоположението на рибозомалните гени, но наблюдаваните картини указват на факта, че то е подобно на наблюдаваното при *N. cinerea* върху половите хромозоми.

Ueshima (1979) обобщава публикуваните до 1979 година цитогенетични данни за Heteroptera, в т.ч. и данни за 9 вида от семейство Nepidae – 3 от род *Laccotrephes* Stål, 1866, 1 от *Nepa* Linnaeus, 1758 (*N. cinerea* Linnaeus, 1758 като *N. rubra* Linnaeus, 1758) и 5 от *Ranatra* Fabricius, 1790, including *R. linearis* (Linnaeus, 1758). Диплоидният брой хромозоми на изброените в Ueshima (1979) видове варира от 33 (*Nepa cinerea*) до 46 (*Ranatra chinensis* Mayer, 1865), а полдетерминиращ механизъм XY или X_nY , и само в един случай X(0). За *N. cinerea* Spaul (1922) съобщава полдетерминиращ механизъм X(0), но други двама автори посочват $X_1X_2X_3X_4Y$ (Steopoe 1925, 1931, 1932, Halkka 1956). Диплоидният брой на автозомите при *N. cinerea* варира в различните публикации: 34 (Spaul 1922) и 28 (Steopoe 1925, 1931, 1932, Halkka 1956).

Единствените данни за *R. linearis* по Ueshima (1979) са на Steopoe (1927), който съобщава $2n=43$ (♂): 19 двойки автозоми и множествени полови хромозоми: $X_1X_2X_3X_4Y$. В своята работа Arefyev and Devyatkin (1988), на базата на препарати, получени от клетъчна суспензия, описват диплоиден брой на хромозомите на същия вид (*R. linearis*) като $2n=46$ ($22+XY$) (♂). Разликите в публикуваните данни за кариотипа на *N. cinerea* и за *R. linearis* биха могли да са следствие от хромозомен полиморфизъм в различните популации, но по-вероятно става дума за неправилна интерпретация на данните. Необходими са допълнителни изследвания за да се намери отговор на този въпрос.

4.2.4. Теломерният повтор (TTAGG)_n - разпространение сред Heteroptera и еволюция - резултатите от това изследване са публикувани и документирани в Angus et al. 2017 (Приложение 5)

В рамките на предходното изследване (4.2.3.) при двата вида Nepidae - *N. cinerea* и *R. linearis*, бе проведен с помощта на FISH (с теломерния повтор (TTAGG)_n) анализ. Сигнал за наличие на теломерния повтор (TTAGG)_n бе регистриран върху хромозомите на всеки от двата вида.

Въпреки широкото разпространение на мотива (TTAGG)_n сред насекомите, той не е установен във всеки разред (Sahara et al. 1999, Frydrychová et al. 2004, Vítková et al. 2005, Lukhtanov and Kuznetsova 2010, Chirino et al. 2017). Например, при някои представители на разред Coleoptera теломерният повтор (TTAGG)_n отсъства, данните са интерпретирани като многократна (поне осем пъти) загуба на повтора в еволюцията на разреда (Frydrychová and Marec 2002, Mravinac et al. 2011). Почти две десетилетия при тестове на видове от Heteroptera за този повтор резултатът е бил отрицателен (Okazaki et al. 1993, Frydrychová et al. 2004, Grozeva et al. 2011), докато през последните години при някои (предимно еволюционно по-стари) видове провеждането на FISH тест за

повтора дават положителен резултат (Kuznetsova et al. 2012, Golub et al. 2015, Pita et al. 2016, Mason et al. 2016, Chirino et al. 2017, настоящото изследване).

Heteroptera се разделя на 7 инфрапарзеди с около 40 000 вида (Weirauch and Schuh 2011), а изследванията на теломерни ДНК последователности обхващат само 25 вида, 17 рода и 9 семейства в следните инфрапарзеди: Nepomorpha (семейства Belostomatidae and Nepidae; Kuznetsova et al. 2012, Chirino et al. 2017, настоящото изследване), Gerromorpha (Gerridae; Mason et al. 2016), Cimicomorpha (Miridae, Cimicidae, Tingidae и Reduviidae; Frydrychová et al. 2004, Grozeva et al. 2011, Golub et al. 2015, Pita et al. 2016) и Pentatomomorpha (Pyrrhocoridae, Pentatomidae; Frydrychová et al. 2004, Grozeva et al. 2011). От всички тях теломерният повтор (TTAGG)_n е установен само в базални инфрапарзеди на Heteroptera: *Lethocerus patruelis* (Nepomorpha) (Kuznetsova et al. 2012), *Gerris buenoi* Kirkaldy, 1911 (Gerromorpha) (Mason et al. 2016), и в сестринския на Heteroptera подразред Coleorrhyncha (Kuznetsova et al. 2015). Мотивът (TTAGG)_n е съобщен и в няколко рода от други подраззеди на Hemiptera: Sternorrhyncha и Auchenorrhyncha (повече източници в Kuznetsova et al. 2015 и Pita et al. 2016).

Направеният анализ на наличната информация показва, че много вероятно (TTAGG)_n е бил изходният теломерен повтор за Hemiptera като цяло. От друга страна, съществува и предположението, че еволюционно младите инфрапарзеди Cimicomorpha и Pentatomomorpha на ранен етап от своето отделяне са загубили повтора (TTAGG)_n и той е бил заменен с друг повтор или алтернативен механизъм (Frydrychová et al. 2004, Lukhtanov and Kuznetsova 2010, Mason et al. 2016). В предишни изследвания (Grozeva et al. 2011) представители на Miridae, Cimicidae, Tingidae, Pyrrhocoridae и Pentatomidae при тест за теломерния повтор (TTAGG)_n, са получени отрицателни резултати, в подкрепа на горното предположение. В същата публикация се съобщават и резултати от проведен dot-blot анализ, които елиминират (TTTTGGGG)_n, (TTGGGG)_n, (TTAGGC)_n, (TAACC)_n, (TTAGGG)_n и (TTTAGGG)_n като възможни варианти на повтор-заместител при TTAGG-отрицателните видове (Grozeva et al. 2011). Отсъствието на повтора (TTAGG)_n при представители на Cimicomorpha и от Pentatomomorpha, се потвърждава и от следващо изследване при секвениране на геномите на няколко вида от двата инфрапарзеди, което позволява предположението, че тези групи притежават алтернативен механизъм за поддържане на теломерите (Mason et al. 2016). В противоречие с горните предположения повторът (TTAGG)_n е установен в представители на подсемейство Triatominae (Reduviidae) от инфрапарзед Cimicomorpha (Pita et al. 2016).

Резултатите от последното изследване поставят под съмнение предишната хипотеза и нови въпроси, които очакват своето решение. Ясно е, обаче, че предстои все още много работа за изясняване на проблема и за проверка на горните хипотези.

5. ОБОБЩЕНИ РЕЗУЛТАТИ и ИЗВОДИ

Фаунистични:

1. Видовият състав на водните хетероптери в България включва 39 вида, 17 рода, 9 семейства. **Включването на *Micronecta minutissima* във видовия списък за реките Огоста и Осъм, и за територията на България като цяло, е прибързано и се нуждае от потвърждение.**
2. С най-голям брой видове във фауната на страната е представено семейство Corixidae. **Разпределението на видовото богатство по семейства у нас е подобно на това в останалата част на Европа и съответства на тази част на света.**

3. Установено е първото конкретно находище за два вида: *Sigara assimilis* и *Micronecta pusilla*, които са добавени към видовия състав на водните хетероптери в България; потвърдено е присъствието на *Ochterus marginatus* (включен в Червената книга на Република България като застрашен), който не е намиран в последните 50 години в страната.
4. Обобщени са данни за водни хетероптери в България от 446 находища, в това число 255 са нови и 20 находища, споменати в литературни източници са потвърдени. **Броят на установените находища варира в широки граници за отделните видове: от само 1 за *Arctocorisa germari germari* до 87 за *Aphelocheirus aestivalis* и 77 за *Ilyocoris cimicoides*.**
5. Видовете с 5 или по малко от пет находища могат да бъдат определени като **редки. Такива са таксони, тясно привързани към ограничен тип местообитания; глациални реликти; видове с южна или северна граница на ареала си в страната**

Екологични:

6. На базата на новите данни за находища бе разширена представата за разпространението на 10 редки вида. Данните показват, че два вида, доскоро считани за редки и с единични съобщения, разширяват ареала си: *Lethocerus patruelis* и *Aphelocheirus aestivalis* са установени съответно в нови 8 и 59 нови находища. Установени са нови находища на редки видове: за *Corixa panzeri* - 4; *Hesperocorixa sahlbergi* - 2; *Sigara assimilis* - 2; *Sigara mayri* - 3; *Cymatia rogenhoferi* - 2; *Micronecta carpatica* - 1; *Anisops sardeus* - 1; *Ochterus marginatus* - 1.
7. Поради промени в климата на Балканите и в България, и тенденциите за неговото затопляне, някои южни видове (*Lethocerus patruelis* и *Anisops sardeus*) значително разширяват ареала си на север.
8. Ключови за опазването на някои стенобионтни и реликтни видове е съхранението на 9 местообитания - X03. Крайбрежна лагуна - *Sigara assimilis* и *S. mayri*; C1.1. Постоянни олиготрофни водоеми; C1.4. Постоянни дистрофни водоеми; C1.64. Дистрофни временни водоеми свързани с разпространението на *Arctocorisa carinata carinata*, *Arctocorisa germari germari* и *Callicorixa praeusta praeusta*; C1.3. Постоянни еутрофни водоеми - *Cymatia coleoprata*; C2.12. Извори с твърда вода и C2.31. Епипотамални течения - *Micronecta poweri*; C2.31. Епипотамални течения - *Micronecta carpatica*; C3.6. Брегове с меки или мобилни утайки, без растителност или със слабо развитие на такава - *Ochterus marginatus*.
9. Направен е анализ на резултатите от проведено в района на езерото Сребърна изследване на летателната активност на 4 вида водни хетероптери от сем. Corixidae, срещащи се в България. Най-висока летателна активност е отчетена за първия час след залез. Установена е значима разлика между броя на уловени мъжки и този на уловените женски (за вечер) за всеки от тези четири вида, като женските преобладават. **Промените в броя на привлечените със светлина летящи *S. striata*, през отделните вечери на изследването, се обясняват до голяма степен с промени в температурата на въздуха, атмосферното налягане и скоростта на вятъра в часовете на събиране.**

10. Според изготвения модел има голяма вероятност пригодни местообитания за *Aphelocheirus aestivalis* да бъдат намерени в средните и долните течения на реки при ниски нива на замърсяване. Идентифицирани са речните участъци в изследвания район, в които, според модела, има висока вероятност за намиране на пригодни местообитания за вида.
11. За останалите видове, за които липсва нужната географска информация за моделиране на разпространението им, то е картирано в UTM мрежа.

Цитогенетични:

12. Първите кариологични данни за семейството показват, че за **Aphelocheiridae са характерни пост-редукция на половите хромозоми и хиазматичен тип на мейозата**. Хромозомната формула $2n=23 (22A+X0)$ е нова за инфраразред Nepomorpha.
13. **Установеният ахиазматичен тип мейоза (стабилен белег на ниво семейство) при два вида от род *Cumatia* в семейство Corixidae, както и редица други, морфологични, белези могат да бъдат успешно използвани в бъдеще при изследване систематиката на сем. Corixidae и евентуалната промяна на ранга на някои от включените сега в него подсемейства.**
Установяването на мотивът (TTAGG)_n в теломерите на два вида от сем. Nepidae - *Nepa cinerea* и *Ranatra linearis*, го прави второто семейство в инфраразред Nepomorpha (след Belostomatidae), в което е намерен типичният за насекомите теломерен мотив, който доскоро се считаше за отсъстващ при подразред Heteroptera. Този факт потвърждава хипотезата, че мотивът е изчезнал вторично в хода на еволюцията на самия подразред, а не преди отделянето му от останалите Hemiptera.

6. НАУЧНИ ПРИНОСИ

Фаунистични:

1. За първи път е проведено детайлно проучване на съвременния видов състав на водните хетероптери от инфраразред Nepomorpha в България. От този списък е изключен един вид *Micronecta minutissima*. За първи път са описани конкретни находища за България на *Sigara assimilis* и *M. pusilla*. На базата на новите данни за находища е разширена представата за разпространението на 10 редки вида. Регистрирано е отново присъствието на вид, включен в Червената книга на РБ (*Ochterus marginatus*), който не е установяван в България през последните 50 години;
2. Установени са тенденции за разширяване на ареала на видове с южно разпространение (*Lethocerus patruelis* и *Anisops sardeus*), най-вероятно свързани с наблюдаваните промени в климата на Балканите и в България.
3. Изготвен е модел на разпространението на пригодни местообитания за *Aphelocheirus aestivalis* в България. Предложеният модел представлява първи опит за прогнозиране на разпространението на пригодни местообитания за водни хетероптери на базата на данни за речни сегменти чрез прилагане на принципа на максималната ентропия (с програмата Maxent).

Екологични:

4. Направен е първи опит за изясняване на привързаността на водните хетероптери към конкретни местообитания и са определени важни за водните хетероптери местообитания, застрашени от промяна или изчезване.

5. Потвърдена е зависимостта между летателната активност на Corixidae и редица метеорологични фактори на средата. Идентифициран е периодът (след залез слънце), в който летателната активност на Corixidae е най-висока.

Цитогенетични:

6. Получени са първи кариологични данни за семейство Aphelocheiridae и е проследен процесът на сперматогенеза – пост-редукция на половите хромозоми и хиазматичен тип на мейозата. Установената хромозомна формула досега не е съобщавана за видове от ифраразред Nepomorpha.
7. За първи път е установен ахиазматичен тип мейоза при два вида от род *Cymatia* (сем. Corixidae). Важността на този белег за систематиката на семейството е обсъдена и въз основа на това и редица други морфологични белези е предложена евентуална промяна в бъдеще на ранга на някои от сега приетите подсемейства.
8. За първи път чрез прилагане на флуоресцентна *in situ* хибридизация (FISH) мотивът (TTAGG)_n е установен в теломерите на два вида от сем Nepidae – *Nepa cinerea* и *Ranatra linearis*. Това е второто семейство Nepomorpha (след Belostomatidae), в което е намерен типичният за голяма част от насекомите теломерен мотив, отсъстващ при голяма част от видовете на подразред Heteroptera.

7. БЛАГОДАРНОСТИ

Благодаря на научния си ръководите проф. д-р Снежана Грозева и на научния си консултант доц. д-р Николай Симов за оказаната ми от тях неоценима помощ и подкрепа по време на процеса на обучение и изготвянето на дисертационния труд.

Признателна съм на проф. Параскева Михайлова, д-р Юлия Илкова, които ме приеха от първия ден в Лабораторията по цитотаксономия и еволюция и ме подкрепяха през целия период на докторантурата.

Изказвам благодарност на колегите, които ми предоставиха събран от тях материал (и екологични данни за находищата) или съдействаха за събиране на такъв: Аличе Кардеция, Борис Велков, докторант Борислава Гьошева, д-р Весела Евтимова, д-р Виолета Тюфекчиева, доц. д-р Емилия Варадинова, проф. д-р Йордан Узунов, доц. д-р Лъчезар Пехливанов, д-р Любомир Кендеров, д-р Мария Керакова, д-р Мерлин Жоке, докторант Мила Ихтиманска, д-р Милена Павлова, доц. д-р Милчо Тодоров, докторант Моника Събева, Патриция Кабалеро, докторант Пенчо Иванов, Пенчо Пандъков, д-р Петя Борисова, д-р Раба Абдула Суфи, д-р Симеон Луканов, д-р Стефан Казаков, биолог Теодора Тричкова, докторант Тихомир Стефанов, д-р Янка Видинова.

Благодарна съм на проф. д-р Йордан Узунов за предоставените екологични и географски данни за водоеми в страната, а на д-р Фелипе Морейра и д-р Янка Видинова за предоставените литературни източници.

Благодаря на проф. Валентина Кузнецова, водещ учен в областта на цитотаксономията и цитогенетиката, на д-р Борис Анохин и проф. Робърт Ангус за ценното и ползотворно сътрудничество.

Признателна съм на колегите експерти по хидробиология и екология за ценните съвети и сътрудничество по подготовката на една съвместна публикация, както и за ценните съвети за работа с водни насекоми: д-р Весела Евтимова, д-р Виолета Тюфекчиева, доц. д-р Емилия Варадинова, д-р Любомир Кендеров, д-р Мария Керакова, д-р Мерлин Жоке, докторант Мила Ихтиманска, д-р Раба Абдула Суфи, докторант Тихомир Стефанов.

Материали, включени в изследването, са събирани при изпълнение на следните проекти:

2009-2010 Разработване на класификационна система за оценка на екологичното състояние и екологичния потенциал на определените типове повърхностни води (реки и езера) на територията на Р България (на базата на типология по система Б). Финансиране МОСВ, ОП Околна среда.

2009–2010 Определяне на референтни условия и максимален екологичен потенциал за типовете повърхностни води (реки и езера) на територията на Р България). Финансиране МОСВ, ОП Околна среда.

2009-2012. Enhancing research potential by strengthening a local network of laboratories for studying wetland ecosystems functioning, restoration and management (FP7-WETLANET).

2011. Изследване на биологичните елементи за качество (БЕК) и подкрепящите ги физико-химични елементи за качество в избрани потенциално референтни пунктове от типовете реки и езера на територията на Източноромански басейнов район с цел верифициране на определените референтни условия.

2011-2012. Натура 2000. Картиране и определяне на природозащитното състояние на природни местообитания и видове по утвърден списък и минимизиране на рисковете за рибите в рамките на проект „Картиране и определяне на природозащитното състояние на природни местообитания и видове“.

2011-2012. Извършване на мониторинг на макрозообентос в езера/язовири като елемент от Националната програма за мониторинг на повърхностни води за 2011г., Договор № 2072/01.08.2011 г. Финансиране ИАОС.

2012. Изследване на биологичните елементи за качество (БЕК) и подкрепящите ги физико-химични елементи за качество в избрани потенциално референтни пунктове от типовете реки и езера на територията на Черноморски басейнов район с цел верифициране на определените референтни условия-2012 г.

2012-2013. Извършване на мониторинг на макрозообентос в езера/язовири като елемент от Националната програма за мониторинг на повърхностни води за 2012 г., Договор № 2364/20.09.2012 Финансиране ИАОС.

2013. Оценка на екологичния статус на Алдомировско блато, в т.ч. и на рибната фауна и изготвяне и съгласуване на двугодишен зарибителен план. Финансиране МОСВ, Община Сливница и „Тинко-консулт“ ЕООД

2013. Изследване на биологичните елементи за качество (БЕК) и подкрепящите ги физико-химични елементи за качество в избрани потенциално референтни пунктове от типовете реки и езера на територията на Черноморски басейнов район с цел верифициране на определените референтни условия“ договор с Басейнова дирекция за управление на водите в Черноморски басейнов район, 2013. Дог. № 234/26.06.2013.

2013. Изследване за установяване на нивото на замърсяване на р. Дунав с тежки метали и с органични продукти. Дог № Д-62/18.04.2013. Финансиране ИАРА

2014-2015. Актуализиране на план за управление на поддържан резерват "Сребърна" и разработване на план за управление на защитена местност "Пеликаните", включително и всички необходими геодезически заснемания, ОПОС-20-УППР/17.04.2. Финансиране ОП Околна среда.

Благодаря на Научния съвет на ИБЕИ за отпуснатото поощрително финансиране в размер на 1000лв. по програмата за подпомагане на младите учени в БАН през 2016 г.

Декларация за оригиналност и достоверност
от Десислава Стоянова Стоянова

Във връзка с провеждането на процедура за защита на дисертация за придобиване на образователна и научна степен „доктор” в Института по биоразнообразие и екосистемни изследвания при БАН, еднозначно декларирам:

- 1) Резултатите, обсъжданията и изводите в научната продукция, които предоставям в процедурата, са оригинални и не са заимствани без цитиране от изследвания и публикации, в които нямам участие.
- 2) Представената от мен информация във вид на копия на документи и публикации, лично съставени справки съответства на обективната истина.

Декларатор:.....
Десислава Стоянова

Дата: 27.02.2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Основната част от резултатите са представени в две бази данни с находища на водни хетероптери в България (Приложение 1а, б) и 6 публикации (Приложения 2-7).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1а, б

База данни с находища на водни хетероптери в България (а) и списък на находищата за всеки конкретен вид (б) (по оригинални и литературни данни).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Stoianova D, Grozeva S, Simov N, Kuznetsova V (2015) Achiasmate male meiosis in two *Cymatia* species (Hemiptera, Heteroptera, Corixidae). In: Lukhtanov VA, Kuznetsova VG, Grozeva S, Golub NV (Eds) Genetic and cytogenetic structure of biological diversity in insects. ZooKeys 538: 95–104. doi:org/10.3897/zookeys.538.6722

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Stoianova D and Simov N (2016) New records of Aquatic True Bugs (Hemiptera: Heteroptera: Nepomorpha) from Bulgaria. Acta zoologica bulgarica 68(4): 497–502.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Stoianova D, Grozeva S, Simov N, Kuznetsova V (2017) Karyotype, sex determination and male meiosis in three benthic water bugs (Hemiptera: Nepomorpha: Aphelocheiridae). Aquatic Insects 38(3): 115–124. doi:10.1080/01650424.2017.1346260

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Angus RB, Jeangirard C, **Stoianova D**, Grozeva S, Kuznetsova VG (2017) A chromosomal analysis of *Nepa cinerea* Linnaeus, 1758 and *Ranatra linearis*(Linnaeus, 1758) (Heteroptera, Nepidae). Comparative Cytogenetics 11(4): 641–657. doi: org/10.3897/CompCytogen.v11i4.14928

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Stoianova D, Evtimova V, Kenderov L, Varadinova ED, Kerakova M, Ihtimanska MK, Stefanov T, Soufi RA, Tyufekchieva V, Vidinova Y, Simov N New Localities and Habitat Suitability Modelling for the Riverine Water Bug *Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794), Heteroptera: Aphelocheiridae, in Northern and Eastern Bulgaria. Acta zoologica bulgarica (in press)

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Stoianova D It is raining bugs: summer dispersal of aquatic bugs (Hemiptera, Heteroptera: Nepomorpha) in Srebarna Nature Reserve (Bulgaria). Historia naturalis bulgarica (in press)

УЧАСТИЕ В НАУЧНИ МЕРОПРИЯТИЯ В СТРАНАТА

1. **Stoianova D**, Grozeva S (2014). Water bugs (Heteroptera: Nepomorpha and Gerromorpha) as bioindicators in ecological studies. Семинар по Екология с Международно Участие, ИБЕИ-БАН, София (Доклад)
2. **Стоянова Д**, Грозева С (2014) Икономическо значение на някои семейства водни хетероптери, срещащи се в България”, Младежка научна конференция „Младите изследователи и съвременните научни предизвикателства ЛТУ (Доклад)
3. **Стоянова Д**, Грозева С (2014) Водни дървеници (Heteroptera, Nepomorpha): ухапвания при хората, Научно практическа конференция на тема: „ПРИРОДА, ГОРА, ОБЩЕСТВО. Природа и местообитания, човешка дейност и лов, алтернативен и ловен туризъм. Проблеми и взаимосвързаност. БЛРС” (Доклад)
4. **Stoianova D**, Jocque MA (2017) Quantification of dispersing Water Bugs (Hemiptera, Heteroptera: Nepomorpha) in Srebarna Nature Reserve (Bulgaria) Младежка научна конференция с международно участие “Климентови дни“. 16.11.2017 - 17.11.2017 (Постер).
5. **Stoianova D**, Varadinova E, Kerakova M, Ihtimanska M, Simov N, Stefanov T, Tyufekchieva V, Vidinova Y (2014) Occurrence of benthic water bug *Aphelocheirus aestivalis* (Heteroptera: Aphelocheiridae) in Lower Danube River (Bulgaria) and its tributaries. The 40th IAD Conference “The Danube and Black Sea Region - Unique Environment and Human Well Being Under Conditions of Global Changes”, 17-20 June 2014, Sofia, Bulgaria.
6. **Stoianova D**, Grozeva S, Anokhin BA, Kuznetsova VG First data on chromosome mapping in model true bugs from basal infraorders Nepomorpha, Leptopodomorpha and Gerromorpha (Heteroptera). 6th International Conference on the Karyosystematics of the Invertebrates, 27.08.2016 - 30.08.2016, Саратов, Русия.
7. Grozeva S, **Stoianova D**, Simov N, Kuznetsova VG Achiasmate male meiosis: distribution and role for understanding the relationships in the superfamily Corixoidea (Hemiptera, Heteroptera). 6th International Conference on the Karyosystematics of the Invertebrates, 27.08.2016 - 30.08.2016, Саратов, Русия.

**Species composition, environmental preferences and distribution of aquatic bugs
(Heteroptera, Nepomorpha) in Bulgaria
(Summary)**

The thesis contains summarized data (collected during a period of 15 years from 446 localities) about the distribution and ecology of aquatic bugs (Nepomorpha, Heteroptera) in Bulgaria. The material was collected by hydrobiological net using a multi-habitat sampling method, but also by light trapping and vacuum extraction; in some cases by individual searching for species in their specific habitats. In result of the present study it is established that there are 39 species, 17 genus and 9 families occurring in Bulgaria. First certain localities in the country of two species (*Sigara assimilis* и *Micronecta pusilla*) are registered. The presence of the vulnerable species *Ochterus marginatus* for Bulgaria is confirmed, after more than 50 years. The understanding of 10 rare species' distribution is improved. Nine habitat types are identified as important for the preservation of these species. Due to the climate changes observed on the Balkans and the tendency for its warming, the areal of *Lethocerus patruelis* is broadening northward. The flight activity of four species of Corixidae in the vicinity of Lake Srebarna in early summer is studied – the activity is highest during the first hour after sunset, furthermore the observed changes in the dispersal activity of the most common species *Sigara striata*, could be explained (to a great extent) by changes in air temperature, atmospheric pressure and wind speed. A model of the distribution of suitable habitats for *Aphelocheirus aestivalis* is built with the application of the maximum entropy principle. According to the model there is high probability of finding suitable habitats for this species in the lower courses of rivers with low levels of pollution; river sections with high probability of occurrence of suitable habitat for *Aphelocheirus aestivalis* are identified. The first cytogenetic data for benthic water bugs (Nepomorpha: Aphelocheiridae) is reported as $2n=23 (22A+X0)$, this chromosome number had not been reported in infraorder Nepomorpha. For the first time achiasmate meiosis is found in two species of *Cymatia* (Corixidae) and the significance of this cytogenetic characteristic for the systematics of Corixidae is discussed. For the first time the canonical “insect” (TTAGG)_n is detected in the telomeres of (two) species of family Nepidae – second family of aquatic Heteroptera with this motif.