

СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ ПРИНОСИ

на доц. д-р Милчо Тодоров Тодоров

[в квадратни скоби са посочени номерата на публикациите от приложения към документите по конкурса списък с научни трудове, в които е направен съответния принос; с **bold** са отбелязани номерата на публикациите след хабилитирането]

Основните научни интереси на кандидата са насочени към изучаване на фаунистиката, таксономията, морфологията, екологията и филогенията на полифилетичната група едноклетъчни животни - черупчестите амеби (Amoebozoa, Stramenopiles & Cercozoa). В по-малка степен са застъпени изследвания, свързани с изучаването на: ентомопатогени по вредители на горски и селскостопански растения; инвазивни чужди и пренесени видове сладководни безгръбначни животни (Decapoda и Mollusca); мониторинг и опазване на безгръбначните животни. Научните приноси на кандидата по темата на конкурса могат да бъдат групирани в следните направления:

I. Приноси в изучаването на черупчестите амеби

1. Таксономични приноси

➤ В публикации на кандидата са описани общо 17 нови за науката таксона черупчести амеби (1 инфрапаред, 1 семейство, 4 рода и 11 вида:

- New infraorder **Cylindrothecina** González-Miguéns, **Todorov**, Porfirio-Sousa, Ribeiro, Ramos, Lahr, Buckley & Lara 2022 [65]

- New family **Cylindriflugiidae** González-Miguéns, **Todorov**, Porfirio- Sousa, Ribeiro, Ramos, Lahr, Buckley & Lara 2022 [65]

- New genus **Cylindrifflugia** González-Miguéns, **Todorov**, Porfirio- Sousa, Ribeiro, Ramos, Lahr, Buckley & Lara 2022 (urn:lsid:zoo bank.org:act:62C7FAA1-CD5D-4865-BB4E-46CC77ED5C2E) [65]

- New genus **Golemanskia** González-Miguéns, **Todorov**, Blandenier, Porfirio-Sousa, Ribeiro, Ramos, Lahr & Lara, 2022 (urn:lsid:zoobank.org:act:5FCEB4DB-9AF9-4699- 90CA-FDF437070214)

- New genus **Galeripora** González-Miguéns, Soler-Zamora, Villar-dePablo, **Todorov** & Lara, 2022 (urn:lsid:zoobank.org:act:73C0B8C8-FFA4-48CC-8AE5-B0266D983995) [64]

- New genus **Padaungiella** Lara et **Todorov**, 2012 (urn:lsid:zoobank.org:act:7050AE36-A879-46 EB-A3C2- 051C8241234F)

- *Microchlamys sylvatica* Golemansky, Skarlato & Todorov, 1987 [4]

- *Planhoogenraadia bonneti* Todorov et Golemansky, 1999 [6]

- *Centropyxis thailandica* Todorov et Golemansky, 1999 [6]

- *Pentagonia shablensis* Todorov et Golemansky, 1998 [24]

- *Nebela golemanskyi* Todorov, 2010 [44]

- *Longinebela ampulla* Todorov, Bankov & Ganeva, 2018 [58]

- *Quadrullella deflandrei* Bankov, Todorov & Ganeva, 2021 [71]

- *Psammonobiotus invaginatus* Golemansky et Todorov, 2005 [75]

- *Galeripora galeriformis* González-Miguéns, Soler-Zamora, Villar-dePablo, Todorov & Lara, 2022 (urn:lsid:zoobank.org:act:09628A92-07D4-4DA7-BF68-A803B3A9D5D5) [64]
- *Galeripora sitiens* González-Miguéns, Soler-Zamora, Villar-dePablo, Todorov & Lara, 2022 (urn:lsid:zoobank.org:act:02BD3509-F96A-4EA0-8131-03DC5DD5BA6B) [64]
- *Galeripora naiadis* González-Miguéns, Soler-Zamora, Villar-dePablo, Todorov & Lara, 2022 (urn:lsid:zoobank.org:act:A6005873-8045-40E2-B0E1-DE073A2EC66B) [64]
- Извършена е таксономична ревизия и допълване на диагнозата на родовете *Arcella* [64], *Diffugia* [65], *Psammonobiotus* [75] и *Centropyxiella* [80].
- В резултат на извършени таксономични ревизии на по-висши таксони или на описването на нови такива са направени 26 нови комбинации:
 - *Cyphoderia amphoralis* (Wailes & Penard, 1911) comb. nov. [42]
 - *Cyphoderia major* (Penard, 1891) comb. nov. [42]
 - *Padaungiella lageniformis* (Penard, 1890) comb. nov. [48]
 - *Padaungiella wailesi* (Deflandre, 1936) comb. nov. [48]
 - *Padaungiella wetekampi* (Jung, 1942) comb. nov. [48]
 - *Padaungiella tubulata* (Brown, 1911) comb. nov. [48]
 - *Padaungiella nebeloides* (Gauthier-Lievre et Thomas, 1958) comb. nov. [48]
 - *Netzelia achlora* (Penard, 1902) comb. nov. [55]
 - *Netzelia gramen* (Penard, 1902) comb. nov. [55]
 - *Netzelia corona* (Wallich, 1864) comb. nov. [55]
 - *Netzelia tuberspinifera* (Hu, Shen and Gong, 1997) comb. nov. [55]
 - *Netzelia mulanensis* (Yang, Meisterfeld, Zhang, Shen, 2005) comb. nov. [55]
 - *Netzelia lithophila* (Penard, 1902) comb. nov. [55]
 - *Netzelia lobostoma* (Leidy, 1874) comb. nov. [55]
 - *Galeripora arenaria* (Greef, 1866) comb. nov. [64]
 - *Galeripora artocrea* (Leidy, 1876) comb. nov. [64]
 - *Galeripora bathystoma* (Deflandre, 1928) comb. nov. [64]
 - *Galeripora catinus* (Penard, 1890) comb. nov. [64]
 - *Galeripora discoides* (Ehrenberg, 1843) comb. nov. [64]
 - *Galeripora polypora* (Penard, 1890) comb. nov. [64]
 - *Cylindriiflugia acuminata* (Ehrenberg, 1838) comb. nov. Zoobank registration: lsid:zoobank.org:act:09799CDB-9F1F-4E3D-B880-02237BA49D73. [65]
 - *Cylindriiflugia elegans* (Penard, 1890) comb. nov. Zoobank registration: lsid:zoobank.org:act:B8C232C6-E51D-4C29-BE40-2ABFE1D71B89. [65]
 - *Cylindriiflugia lanceolata* (Penard, 1890) comb. nov. Zoobank registration: lsid:zoobank.org:act:59893EE0-F131-4598-9A95-BC8F88BE3128. [65]
 - *Cylindriiflugia bacilliarum* (Perty, 1849) comb. nov. Zoobank registration: lsid:zoobank.org:act:64D55BAC-19DC-46D1-A13D-1AEEAADB0CA9. [65]
 - *Cylindriiflugia hiraethogii* (Ogden, 1983) comb. nov. Zoobank registration: lsid:zoobank.org:act:BC13C9A1-7AFB-438A-A110-B0C0AADFE081. [65]
 - *Golemanskia viscidula* (Penard, 1902) comb. nov. Zoobank registration: lsid:zoobank.org:act:5FCEB4DB-9AF9-4699-90CA-FDF437070214. [65]

2. Фаунистични и екологични приноси

- Допълнени и прецизирани са данните за състава и доминантната структура на текамебната фауна и за разпространението на отделните видове черупчести амеби в различни типове местообитания от територията на България:
 - Обогатени са данните за сладководната текамебна фауна на голям брой стоящи водоеми от страната: яз. Бели Искър [14], кариерните езера около София [15], Шабленското и Езерецкото езера [24], Високопланинските езера в Рила [30], Рибни езера [74], Сврадливото езеро [77], яз. Тича [82], яз. Батак [83].
 - Прецизирани са познанията за слабо проучената до момента почвена текамебна фауна на България [2, 3, 13, 16, 18, 19, 20].
 - Допълнени са сведенията за интерстициалната текамебна фауна от българското черноморско крайбрежие [10, 39, 40, 42, 75, 80].
 - Разширени са познанията за сфагнофилните черупчести амеби в страната [2, 3, 5, 14, 30, 38, 44, 57, 58, 71, 78, 89].
- Съобщени са 72 нови за страната таксона черупчести амеби [5, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 44, 47, 48, 55, 58, 64, 65, 71, 74, 75, 77, 82, 83]
- Обогатени са познанията за биогеографията на черупчестите амеби и за тяхното разпространение в редица други райони от света: Тайланд [6, 7], Северна Корея [11], Чили [22], Мадагаскар [51,68], Дойранското езеро [76], Женевското езеро в Швейцария [84], о-в Ливингстон (Антарктика) [23, 26, 29, 85, 90].

3. Морфологични приноси

- С използването на сканиращ електронен микроскоп (СЕМ) са проведени дългогодишни изследвания върху структурата и ултраморфологията на черупките при голям брой видове, като за много от тях такива данни са публикувани за първи път в научната литература. Използването на този съвременен метод на изследване позволи да бъдат установени редица таксономични белези, които са незабележими при използването на светлинен микроскоп, а това от своя страна доведе до по-ясното разграничаване на близко родствени видове, до редица таксономични ревизии и до описването на няколко нови вида за науката [4, 6, 8, 9, 10, 20, 24, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 52, 58, 71, 75, 78, 80, 81].

3. Приноси в областта на молекулярно-филогенетичните изследвания на черупчестите амеби

- Приносите на кандидата в областта на молекулярно-филогенетичните изследвания на черупчестите амеби са постигнати през последните 15 години и са резултат от съвместни изследвания с водещи чуждестранни специалисти в областта на молекулярната генетика и филогенията на едноклетъчните животни. С използването на секвенционен анализ на различни ядрени и митохондриални гени или генни региони (рибозомалния 16S rDNA ген, митохондриалните гени цитохром оксидаза субединица I, COI и никотинамид аденин динуклеотид дехидрогеназа, NADH) са изследвани голям брой черупчести амеби. Получени са оригинални секвенции от над 100 вида, които са депонирани в генетичната

база данни (Gen Bank). Получените резултати от секвенционния и филогенетичния анализи позволиха извършването на таксономични ревизии и на съществени промени в систематиката на групата, както реконструиране на филогенетичните взаимоотношения между различните представители на черупчестите амеби и предлагането на еволюционни хипотези.

- Чрез използването на молекулярната филогения е изследвана възможността за преход на черупчестите амеби от разред Euglyphida от морски към сладководни местообитания. Проведени са секвенционен и филогенетичен анализ на 49 оригинални рибозомални ДНК секвенции от морски и сладководни представители на сем. Cyphoderiidae, на 20 секвенции от семействата Paulinellidae, Trinematidae, Assulinidae и Euglyphidae, както и на 21 секвенции на неопределени таксони от генетичната база данни (GenBank). Резултатите от тези анализи показват, че морските и сладководните еуглифиди са отчетливо разделени в отделни клонове, което е доказателство за това, че прехода между тези две различни местообитания се среща много рядко [43].

- Направена е съпоставка между потенциала на COI и SSU rDNA баркодирането за оценка на разнообразието и филогенетичните взаимоотношения на цифодеридните представители на черупчестите амеби (Rhizaria: Euglyphida). Резултатите от изследването показват, че използването на митохондриалния ген COI има по-голям потенциал при таксономичното баркодиране за оценка на видовото разнообразие при цифодериидите и за установяване на филогенетичните взаимоотношения в групата [46].

- За да бъдат изяснени еволюцията и филогенетичните взаимосвързки между представителите на арцилинидите и да бъде оценена валидността на използваните таксономични критерии са използвани секвенции на ядрени (SSU rDNA) и митохондриални (COI и NADH) гени. Резултатите от секвенционния и филогенетичния анализи ясно показват, че род *Diffugia* не е монофилетичен, родовете *Netzelia* и *Arcella* са тясно свързани, а род *Cryptodiffugia* стои в основата на клада Arcellinida. На базата на получените резултати е ревизирана систематиката на групата и са описани редица нови таксони [47, 52, 54, 55, 64, 65].

- За да бъдат оценени филогенетичните връзки и да бъде изяснена таксономията на представителите на род *Nebela sensu stricto* и на близки до тях таксони (*Nebela* group, Arcellinida) е извършено баркодиране с използването на митохондриалния ген цитохром оксидаза субединица I (COI). Данните от анализите показаха, че с използването на този маркер не само успешно се разграничават всички изследвани морфовидове, но също така се показва и съществуването на няколко потенциални криптични вида. Резултатите от тези изследвания позволиха извършването на таксономични ревизии родовете *Quadrullella* и *Nebela*, описването на нов род *Padaungiella* и преописанието на сем. Hyalospheniidae [48].

II. Приноси в изучаването на инвазивни чужди видове (разпространение, пътища на въвеждане, биологични и екологични особености)

➤ За първи път в България са установени 3 нови инвазивни чужди вида сладководни безгръбначни животни:

- В две находища от българския сектор на р. Дунав (с. Арчар и Тутракан) е регистриран китайският мъхнат рак *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 [56].
 - В три притока на р. Дунав от Северозападна България (реките Тополовец, Войнишка и Арчар) е установено присъствие на северноамериканския шипобузест рак *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) [62].
 - В литорала от българския сектор на р. Дунав (Видин и с. Арчар) са регистрирани колонии на северноамериканската бриоза *Pectinatella magnifica* (Leidy, 1851) [61].
- В обобщаваща разработка за инвазивните чужди видове от значение за Европейския съюз подробно са представени разпространението, пътищата на въвеждане, биологичните и екологични особености и на 6 инвазивни чужди вида сладководни прави раци: *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817), *Orconectes virilis* (Hagen, 1870), *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), *Procambarus fallax* f. *virginalis* и *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 [92, 93, 94, 95, 96, 98].
- Проведени са пилотни изследвания за тестване, подобряване и разширяване на функционалността на смартфон приложението ‘Invasive Alien Species in Europe’, разработено в Joint Research Center. По време на проведеното през 2019 г. съвместно проучване в страните от Дунавския регион (Joint Danube Survey 4) е показано, че смартфон приложението е много ефективно средство за събиране на данни за инвазивни чужди видове в Дунавския регион [87].
- Установена е инвазия на азиатската корбикула *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) в Източнобеломорския район, като в долните течения на р. Марица и р. Тунджа са регистрирани 6 находища на вида с голяма численост на популациите [73].

III. Приноси в изучаването на ентомопатогени по вредители на горски и селскостопански растения

- Проведени са експериментални изследвания за установяване въздействието на ентомопатогенната гъба *Entomophaga maimaiga* върху ларви на гъботворката (*Lymantria dispar*), която е опасен вредител по дъбовите насаждения. След успешната интродукция на патогена за биологичен контрол на популациите на гъботворката в страната е проведен мониторинг и е доказана неговата видовата специфичност и потискащата му роля на казамитетите на гъботворката в България [49, 99, 100].
- Проведени са изследвания за установяване и определяне на ентомопатогенните гъби в естествени популации на боровата процесия (*Thaumetopoea pityocampa*) в България. От две находища в Югоизточни Родопи (селата Фотиново и Кандилка) са събрани общо 908 ларви и какавиди на процесията, в 147 от които са установени характерни симптоми за микоза. В лабораторни условия са получени 27 изолата и след проведените анализи са установени общо 3 вида ентомопатогенни гъби – *Purpureocillium lilacinum* (14 изолата) и 2 вида от род *Beauveria* (*B. pseudobassiana* – 7 изолата и *B. varroae* – 6 изолата). И трите установени вида се съобщават за първи път от боровата процесия

и се смятат за перспективни агенти за биологичен контрол и потискане на нейните популации [59].

IV. Мониторинг и опазване на безгръбначни животни

➤ Обобщени са данните за разпространението на включения в Приложение II на Директивата за местообитанията вид поточен рак (*Austropotamobius torrentium*) във всички защитени зони от екологичната мрежа Натура 2000, където видът е регистриран. В изследваните общо 994 находища от 570 реки в 76 защитени зони поточният рак е установен в 112 находища от 83 реки в 30 зони. Прецизирани са височинния диапазон на разпространение на вида (от 189 до 1342 м, като преобладава в диапазона 300-900 м) и екологичните му предпочитания. Съвсем ясно е изразено предпочитанието на поточния рак към местообитания в реки, чиито брегове са обрасли с широколистни дървета (*Fagus sylvatica*, *Alnus glutinosa*, *Quercus* spp и *Platanus orientalis*) и е констатирано почти пълно отсъствие на вида в откритите участъци на реките и в участъците на реките в пояса с иглолистна растителност. [50].

➤ Обобщени са данните за разпространението и е уточнен таксономичния статус на медицинската пиявица в България. Изследвани са 226 индивида от 16 популации на вида от цялата страна, като са анализирани най-важните морфологични белези и е извършен кариологичен анализ. На базата на резултатите от тези анализи е променен статуса на медицинската пиявица, която се среща в България и тя е отнесена към вида *Hirudo verbana* вместо към досега смятания вид *H. medicinalis* [53].

➤ Анализирано е разпространението на трите местни вида сладководни прави раци в България (*Astacus astacus*, *Astacus leptodactylus* и *Austropotamobius torrentium*), като е констатирано, че най-голямо разпространение има поточният рак (*A. torrentium*), който е установен в 59 находища от страната. Анализирани са и консервационния статус на тези видове и са посочени основните заплахи, които водят до намаляване числеността на техните популации [67].

➤ На базата на собствени изследвания и на литературни данни е направено обобщение за състава, разпространението, екологичните предпочитания, зоогеографската характеристика и консервационния статус на мекотелите (Gastropoda и Bivalvia) в българския сектор на р. Дунав. Съобщени са общо 67 вида мекотели, от които 47 вида охлюви (Gastropoda) и 20 вида мида (Bivalvia) [86].

V. Научно-приложни приноси

➤ Изготвени са “Общи доклади за разпространение и оценка на ПС на целеви видове водни безгръбначни животни от групите на ракообразните и мекотелите, включени в Приложение II на Директивата за местообитанията” във връзка с проект “Картиране и определяне на природозащитното състояние на природни местообитания и видове – Фаза I” – 4 бр. (*Anisus vortivulus*, *Austropotamobius torrentium*, *Theodoxus transversalis*, *Unio crassus*)

Докладите са достъпни на следния адрес:

<http://natura2000.moew.government.bg/Home/Reports?reportType=Invertebrates>

➤ Изготвени са “Специфични доклади за разпространение и оценка на ПС на целеви видове водни безгръбначни животни от групите на ракообразните и мекотелите” във връзка с проект “Картиране и определяне на природозащитното състояние на природни местообитания и видове – Фаза I” – общо 245 специфични доклади за всички зони, в които се срещат целевите видове *Anisus vortivulus*, *Austropotamobius torrentium*, *Theodoxus transversalis*, *Unio crassus*.

Докладите са достъпни на следния адрес:

<http://natura2000.moew.government.bg/Home/Natura2000ProtectedSites>

➤ Изготвен е раздела „Безгръбначни животни (без Insecta) в България“ към „Национална стратегия за опазване на биологичното разнообразие“ [32].

➤ Изготвен е раздела „Безгръбначни животни“ в „План за управление на национален парк Рила 2015-2024 г.“ [91].

VI. Методични приноси

➤ Изготвени са 3 методики за мониторинг на видове от клас Gastropoda (1), Gastropoda (2) и клас Crustacea за нуждите на Националната система за мониторинг на биологичното разнообразие към Изпълнителна агенция по околна среда (ИАОС) [101, 102, 103].

Методиките са достъпни на следните адреси:

(http://eea.government.bg/bg/bio/nsnbr/praktichsko-rakovodstvo-metodiki-za-monitoring-i-otsenka/Gastropoda_1_Method.pdf)

(http://eea.government.bg/bg/bio/nsnbr/praktichsko-rakovodstvo-metodiki-za-monitoring-i-otsenka/Gastropoda_2_Method.pdf)

(http://eea.government.bg/bg/bio/nsnbr/praktichsko-rakovodstvo-metodiki-za-monitoring-i-otsenka/Crustacea_Method.pdf)

➤ Изготвени са 2 методики за мониторинг на чужди сладководни видове от клас Gastropoda и от разред Decapoda във връзка с подобряване на Информационната система към Националната система за мониторинг на биологичното разнообразие, Изпълнителна агенция по околна среда (ИАОС) [104, 105].

Методиките са достъпни на следния адрес:

(<http://eea.government.bg/bg/ibbis/deynosti-i-rezultati/deynosti-i-rezultati-3>)

28.06.2022 г.

Подпис:

(доц. д-р М. Тодоров)