

АНОТАЦИЯ НА МАТЕРИАЛИТЕ

по чл. 76 от Правилника за РАС на ПУ “Паисий Хилендарски”, включително и
РАЗШИРЕНА ХАБИЛИТАЦИОННА СПРАВКА

на

доц. д-р Иванка Иванова Тенева-Джамбазова

катедра „Ботаника и биологическо образование”,
Биологически факултет, ПУ “Паисий Хилендарски”

**участник в конкурс за заемане на академичната длъжност „Професор“ по
Фикология към Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“**

Област на висше образование:

4. Природни науки, математика и информатика

Професионално направление:

4.3. Биологически науки (Фикология)

Обявен в Държавен вестник, бр. 98 от 19.11.2024 г.

АНОТАЦИЯ НА МАТЕРИАЛИТЕ

по чл. 76 от Правилника за РАС на ПУ “Паисий Хилендарски”

на **доц. д-р Иванка Иванова Тенева-Джамбазова** във връзка с участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „професор“, обявен в Държавен вестник, бр. 98 от 19.11.2024 г. по област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.3. Биологически науки (Фикология)

Представените материали за участие в конкурса за заемане на академичната длъжност “професор” включват 18 научни публикации, 2 глави от книги, 4 учебника и 4 ръководства (които не са използвани за придобиване на ОНС „доктор“ и академичните длъжности „главен асистент“ и „доцент“)

- Всички статии за конкурса са реферирани и индексирани в световноизвестните бази данни с научна информация Web of Science и Scopus
- Общ брой на импакт фактора на статиите, участващи в конкурса: 40.602
- Общ брой цитирания (в Web of Science и Scopus) на статиите включени в конкурса: 96
- Общ брой цитирания (в Web of Science и Scopus) на статиите на кандидата: 455
- Scopus ID: 6506320748; h-индекс по Scopus: 12
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506320748>
- h-индекс по Web of Science: 12
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/citation-report/1a362317-2b24-4121-b6e4-203445db7b58-0144d61369>
- ORCID ID: 0000-0002-8516-181X; <https://orcid.org/0000-0002-8516-181X>
- LinkedIn: ivanka-teneva-50b67866; <https://www.linkedin.com/in/ivanka-teneva-50b67866/>
- Google scholar: <https://scholar.google.bg/citations?hl=bg&user=4ZxOEcIAAAAJ>
- Researchgate: <https://www.researchgate.net/profile/Ivanka-Teneva>
- NACID ID: 45624; <https://cris.nacid.bg/public/scientist-preview/30052>
- Web-сайт: <https://blogs.uni-plovdiv.bg/teneva/>

I. АНОТАЦИЯ НА МАТЕРИАЛИТЕ

ГРУПА ПОКАЗАТЕЛ А.

НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ, НА ОСНОВАТА НА КОИТО Е ЗАЩИТЕН ДИСЕРТАЦИОННИЯТ ТРУД:

ПУБЛИКАЦИИ И ПУБЛИКУВАНИ РЕЗЮМЕТА ОТ УЧАСТИЯ В НАУЧНИ ФОРУМИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНАТА И НАУЧНА СТЕПЕН “ДОКТОР”

1. **Тенева И.** 2006. Таксономия, филогения и токсичен потенциал на някои видове синьо-зелени водораси (Cyanoprokaryota). **Автореферат** на дисертация за получаване на образователната и научна степен «доктор».

Анотация:

Целта на настоящата дисертация е да се направи таксономична, филогенетична и екотоксикологична характеристика на представители от род *Phormidium* (Oscillatoriales, Cyanoprokaryota). Изследвани са пет сладководни вида от род *Phormidium* (*Ph. molle*, *Ph. papyraceum*, *Ph. uncinatum*, *Ph. autumnale*, *Ph. bijugatum*) и шест щама на вида *Ph. autumnale*. Видовете *Phormidium* са култивирани интензивно за 14 дни при аксенични условия. След екстракция на геномна ДНК, 16S rRNA и *srcA*-IGS-*srcB* регионите бяха амплифицирани и

секвенирани. Молекулярните и филогенетични анализи бяха проведени с помощта на софтуерните продукти DNASTar и PHYLIP. За изследване токсичния потенциал, водорасловата маса бе екстрахирана с вода-метанол-бутанол (15:4:1). Екстрактите и хранителната среда, в която цианопрокариотните видове бяха култивирани в продължение на 14 дни бяха тествани за токсичност чрез *in vivo* и *in vitro* методи (миши модел, хистопатология, МТТ, Alamar Blue/CFDA-AM, пролиферация, ELISA, HPLC). Филогенетичните анализи показаха, че род *Phormidium* е полифилетичен, като доминиращ е *cpcB* региона, който се характеризира с относително висок процент на информативни субституции. Сравняването на информативните нуклеотидни субституции в *cpcB-IGS-cpcA* региона показва мозаечно разпределение, което е признак за генетична рекомбинация. Комбинирането на морфологични белези с молекулярни маркери като 16S rRNA и *cpcB-IGS-cpcA* секвенции е подходящо средство за идентификация и/или филогенетични изследвания на ниво вид или по-високи таксономични категории при разред Oscillatoriales. В сравнение с 16S rRNA секвенциите, IGS секвенциите са по-подходящи за изучаване на близкородствени връзки и междувидова вариабилност. Проведените цитотоксични тестове показват, че: (1) изследваните сладководни видове *Phormidium* продуцират интрацелуларни и екстрацелуларни цианотоксини или други биологично активни компоненти; (2) предложените условия за HPLC-анализ могат да бъдат използвани за детекция на цианотоксини от различни групи; (3) в някои случаи цитотоксичните ефекти на цианотоксините са температурно зависими; (4) RTL-W1 клетъчна линия или други рибни клетки са подходяща *in vitro* тест-система за изследване температурната зависимост на цитотоксичните ефекти на различни ксенобиотици.

2. Teneva I., Dzhabazov B., Mladenov R., Schirmer K. 2005. Molecular and phylogenetic characterization of *Phormidium* species (Cyanoprokaryota) using the *cpcB-IGS-cpcA* locus. – *Journal of Phycology*, 41(1): 188-194.

(импакт фактор: 2.502)

Резюме: Коректното определяне на видовете Cyanoprokaryota/Суанорфyceae има много важни приложения. Те включват оценка на риска по отношение на цъфтеж във водни резервоари, както и идентифициране на видове, способни да произвеждат ценни биоактивни съединения. Обикновено Суанорпроkaryota се класифицират въз основа на тяхната морфология. Морфологичните критерии обаче не винаги са надеждни, защото могат да се променят, например поради фактори на околната среда. По този начин генетичните и молекулярните анализи са обещаващ допълнителен подход, но тяхното приложение досега е ограничено до относително малко родове. В светлината на това, тук представяме първата характеристика на видове и щамове от рода *Phormidium* Kütz. въз основа на *cpcB-IGS-cpcA* локуса на фикоцианиновия оперон. При филогенетични анализи, използващи изведени аминокиселинни последователности на областите *cpcB-cpcA*, беше установено, че *Phormidium* е полифилетичен. Този анализ изглежда доминиран от *cpcB* региона, който се характеризира с относително висок процент информативни замествания. Процентът на променливите позиции в рамките на *cpcB-IGS-cpcA* локуса като цяло е 16.5%, като по този начин показва ниво на дивергенция, забележително по-високо от това, докладвано за *Nodularia* и *Arthrospira* в предишни проучвания, разчитащи на *cpcB-IGS-cpcA*. Освен това, подреждането на информативните нуклеотидни замествания в *cpcB-IGS-cpcA* последователностите разкриват мозаично разпределение, което може да е показателно за събития на генетична рекомбинация. И накрая, дължината и последователностите на IGS региона се оказаха полезни като маркери за диференциране на цианобактериалния род *Phormidium*. Въпреки това, дали IGS регионът сам по себе си е достатъчно дискриминиращ за разграничаване на видовете или дори щамовете на *Phormidium* изисква допълнителни изследвания, включвайки нови секвенции на IGS от други представители на род *Phormidium*.

3. **Teneva I.**, Dzhambazov B., Koleva L., Mladenov R., Schirmer K. 2005. Toxic potential of five freshwater *Phormidium* species (Cyanoprokaryota). – *Toxicon*, 45 (6): 711-725.

(импакт фактор: 2.255)

Резюме: Родът *Phormidium*, принадлежащ към Cyanoprokaryota (синьо-зелени водорасли) досега рядко е бил изследван по отношение на производството на токсини и потенциално произтичащите от това ефекти върху здравето на човека и околната среда. Тук показваме, че пет неизследвани досега сладководни вида от този род (*Ph. bijugatum*, *Ph. molle*, *Ph. rapyraceum*, *Ph. uncinatum*, *Ph. autumnale*) са способни да произвеждат биоактивни съединения. Екстрактите от *Phormidium* причиняват загуба на тегло, както и невро/хепатотоксични симптоми при мишки, а в случая на *Ph. bijugatum* дори смърт. Много ниските нива на сакситоксини и микроцистини, потвърдени от ELISA, са недостатъчни, за да обяснят тази токсичност и различните токсични ефекти на род *Phormidium*. Проведените HPLC анализи потвърдиха наличието на различни вещества и в бъдеще биха могли да помогнат при разделянето на фракции за по-подробно характеризиране. Резултатите от *in vivo* експериментите бяха потвърдени *in vitro* с помощта на клетки от хора, мишки и риби. Рибните клетки се оказаха най-малко чувствителни, но от друга страна са полезни при изследване на температурната зависимост на токсичността на екстрактите от *Phormidium*. Освен това, човешките клетки са по-чувствителни от мишките клетки, което предполага, че първите могат да бъдат по-подходящ избор за изследване на въздействието на *Phormidium* върху човека. От човешките клетки, две туморни клетъчни линии са по-чувствителни към една от пробите, в сравнение с нормалната клетъчна линия, което показва потенциална антитуморна активност. По този начин, петте сладководни вида *Phormidium* трябва да се вземат предвид при оценката на риска за околната среда, но също така и като потенциален източник на терапевтични средства.

4. **Teneva I.**, Schirmer K., Mladenov R., Schüürmann G. 2002. Cellular responses elicited by cyanobacterial toxins in a rainbow trout liver cell line. – *12th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Vienna, Austria*, 12-16 May 2002.
5. Schirmer K., **Teneva I.**, Dzhambazov B., Mladenov R. 2003. Cyanobacteria - an in vitro approach to studying their toxic potential to mammals and fish. – *SETAC Europe 13th Annual Meeting, Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Hamburg, Germany*, 27 April - 1 May 2003.

ПОКАЗАТЕЛ В4.

ХАБИЛИТАЦИОНЕН ТРУД – НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ В ИЗДАНИЯ, КОИТО СА РЕФЕРИРАНИ И ИНДЕКСИРАНИ В СВЕТОВНОИЗВЕСТНИ БАЗИ ДАННИ С НАУЧНА ИНФОРМАЦИЯ (WEB OF SCIENCE И SCOPUS)

1. **Teneva I.**, Belkinova D., Paunova-Krasteva T., Bardarov K., Moten D., Mladenov R., Dzhambazov B. 2023. Polyphasic characterisation of *Microcoleus autumnalis* (Gomont, 1892) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen, 2013 (Oscillatoriales, Cyanobacteria) using a metabolomic approach as a complementary tool. – *Biodiversity Data Journal*, 11: e100525. (Q2, IF-1.0) [DOI: 10.3897/BDJ.11.e100525](https://doi.org/10.3897/BDJ.11.e100525)

Резюме. В резултат на непрекъснатото преразглеждане на таксономията на цианобактериите, *Phormidium autumnale* (Agardh) Trevisan ex Gomont, 1892 беше прехвърлен към рода *Microcoleus* като *Microcoleus autumnalis* (Gomont, 1892) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen, 2013. Това прехвърляне се основава на единичен щам и литературни данни. В настоящото изследване, ние ревизираме таксономичната позиция на *Microcoleus autumnalis*, като прилагаме класическия подход на полифазна таксономия и

допълнително използваме метаболомика. Цианобактериалните щамове, идентифицирани като *Phormidium autumnale* и *Microcoleus vaginatus* (типов вид от рода *Microcoleus*), са използвани за сравнителни анализи. В допълнение, таксономичната връзка между видовете *Phormidium autumnale* и *Phormidium uncinatum* беше определена въз основа на полифазни характеристики. Проследяването на морфологичната вариабилност на щамове от *Phormidium autumnale* и *Microcoleus vaginatus* показва разлика в морфологията по отношение на краищата на трихомите, формата на апикалните клетки, както и наличието/отсъствието на калиптра и нейната форма. Извършеният ТЕМ анализ на тилакоидната структура на изследваните щамове показва парietална подредба на тилакоидите при представителите на род *Phormidium* и фасцикуларна подредба при род *Microcoleus*. Молекулярно-генетични анализи, базирани на 16S rDNA, разкриха групиране на изследваните щамове на *P. autumnale* в отделна клада. Тази клада е далеч от филогенетичната клада, която много ясно се формира от представители на типовия вид на род *Microcoleus*, а именно *M. vaginatus*. Чрез метаболомният анализ, включващ щамове *P. autumnale* и *M. vaginatus*, бяха идентифицира 39 съединения, които могат да се използват като потенциални биохимични маркери за разграничаване на двата цианобактериални вида. Въз основа на получените данни предлагаме промяна на сегашния статус на *Microcoleus autumnalis* чрез възстановяване на предишната му принадлежност към род *Phormidium* под името *Phormidium autumnale* (Agardh) Trevisan ex Gomont, 1892 и разграничаване на този вид от род *Microcoleus*.

2. **Teneva I.**, Velikova V., Belkinova D., Moten D., Dzhambazov B. 2023. Allelopathic Potential of the Cyanotoxins Microcystin-LR and Cylindrospermopsin on Green Algae. – *Plants*, 12(6): 1403. (Q1, IF-4.0) [DOI: 10.3390/plants12061403](https://doi.org/10.3390/plants12061403)

Резюме. Алелопатичните взаимодействия са широко разпространени във всички водни местообитания сред всички групи производители на първична водна биомаса, включително цианобактерии. Цианобактериите са производители на мощни токсини, наречени цианотоксини, чиято биологична и екологична роля, включително тяхното алелопатично влияние, все още не са напълно проучени. В настоящето изследване е установен алелопатичен потенциал на цианотоксините микроцистин-LR (MC-LR) и цилиндроспермопсин (CYL) върху зелени водорасли (*Chlamydomonas asymmetrica*, *Dunaliella salina* и *Scenedesmus obtusiusculus*). Бяха открити зависими от времето инхибиторни ефекти върху растежа и подвижността на зелените водорасли, изложени на експозиция с цианотоксини. Бяха наблюдавани също промени в тяхната морфология (форма на клетката, гранулиране на цитоплазмата и загуба на флагели). Беше установено, че цианотоксините MC-LR и CYL влияят на фотосинтезата в различна степен на зелените водорасли *Chlamydomonas asymmetrica*, *Dunaliella salina* и *Scenedesmus obtusiusculus*, засягайки параметрите на флуоресценцията на хлорофила като максималната фотохимична активност (Fv/Fm) на фотосистема II (PSII), нефотохимичното гасене на флуоресценцията на хлорофила (NPQ) и квантовият добив на нерегулираното разсейване на енергия Y(NO) във PSII. В контекста на тревожното изменение на климата и свързаните с това очаквания за повишена честота на цъфтеж на цианобактерии и освободени цианотоксини, нашите резултати демонстрираха възможната алелопатична роля на цианотоксините върху конкуриращи се автотрофи във фитопланктонните общности.

3. **Teneva I.**, Batsalova T., Bardarov K., Moten D., Dzhambazov B. 2022. A Novel Approach for Fast Screening of a Complex Cyanobacterial Extract for Immunomodulatory Properties and Antibacterial Activity. – *Applied Sciences*, 12(6): 2847. (Q2, IF-2.7) [DOI: 10.3390/app12062847](https://doi.org/10.3390/app12062847)

Резюме: Нишковидните цианобактерии от род *Phormidium* са богати естествени източници на биоактивни съединения, които могат да се използват като фармацевтични продукти или хранителни добавки. В това проучване ние предлагаме нов подход за оценка на имуномодулаторните свойства на продуктите, получени от цианобактерии. Влиянието на екстракта от *Phormidium rapyraceum* върху имунофенотипа на човешките левкоцити беше оценено чрез опит за свързване на тази активност с някои предполагаеми съединения, идентифицирани в екстракта. Чрез използване на три панела за оцветяване и поточна цитометрия, ние установихме, че цианобактериалният екстракт засяга главно CD4⁺ Т клетки, повишавайки активираните CD4⁺CD152⁺ Т клетки (15.75±1.93% третирани спрямо 4.65±1.41% контрола) и регулаторните CD4⁺CD25⁺ Т клетки (5.36±0.64% третирани спрямо 1.03±0.08% контрола). Освен това, екстрактът от *P. rapyraceum* може да модулира Т клетъчни субпопулации със CD4⁺ ефекторен/паметен фенотип. Тетрираните с екстракт клетки показват повишено секретирание на IL-2 (55± 2 pg/mL) и IL-6 (493±64 pg/mL) в сравнение с нететрираните – съответно 21±7 pg/mL и 250 ± 39 pg/mL. Не бяха наблюдавани значителни промени в секрецията на TNF-α. В допълнение, екстрактът от *P. rapyraceum* показва антибактериална активност както срещу Грам-отрицателни (зона на инхибиране от 18.25±0.50 mm до 20.28±1.50 mm), така и срещу Грам-положителни (зона на инхибиране от 10.86±0.85 mm до 17.00±0.82 mm) бактерии. Химическият профил на цианобактериалния екстракт е определен с помощта на LC-ESI-MS/MS анализ, където са открити най-малко 112 предполагаеми съединения. Много от тези съединения имат доказани различни биологични активности. Предполагаме, че съединения като бетулин и азитромицин (или техни аналози) могат да бъдат отговорни за имуномодулиращия потенциал на изследвания екстракт. Необходими са повече изследвания за определяне и валидиране на биологичните активности на определените предполагаеми съединения.

4. **Teneva I., Belkinova D., Mladenov R., Stoyanov P., Moten D., Basheva D., Kazakov S., Dzhambazov B.** 2020. Phytoplankton composition with an emphasis of Cyanobacteria and their toxins as an indicator for the ecological status of Lake Vaya (Bulgaria) – part of the Via Pontica migration route. – *Biodiversity Data Journal*, 8: e57507. (Q2, IF-1.225) [DOI: 10.3897/BDJ.8.e57507](https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e57507)

Резюме: Цианобактериите, като продуценти на биомаса, са основна част от фитопланктона в много водни басейни. Тъй като предизвикват цъфтежи и продуцират цианотоксини, те се явяват основна заплаха за останалите организми и създават екологичен риск за водните басейни. Продуцираните цианотоксини могат да причинят смъртта на много организми, включително птици и риби. Езерото Вая е най-голямото естествено езеро в България. През него преминава миграционния път на птиците между Европа и Африка – „Via Pontica“. От 2003 г., съгласно Рамсарската конвенция, езерото е обявено за „Влажна зона с международно значение“. По литературни данни от 2002-2006 г., езерото се определя като силно еутрофирано поради голямото антропогенно въздействие, но липсват данни за провеждането на редовен мониторинг за установяване на цианобактериите и наличието на цианотоксини. Отчитайки важността на тази уникална защитена екосистема, целта на изследването е да се направи пълна екологична оценка на сегашното състояние на езерото Вая, като се проучи фитопланктона, с акцент върху цъфтежа на цианобактериите и наличието на цианотоксини. Установен е качествения и количествения състав на фитопланктона, оценено е екологичното състояние на западната и източната част на езерото, идентифицирани са потенциалните продуценти на цианотоксини, установен е цъфтеж на цианобактерии и тяхното влияние върху макрофитите, измерени са концентрациите на цианотоксините MCs, CYL и STX във водни проби от двете части на езерото. Резултатите показват необходимостта от непрекъснато наблюдение на цианобактериалния състав, цъфтежите и наличието на цианотоксини в този воден басейн.

5. Batsalova T., Basheva D., Bardarov K., Bardarov V., Dzhambazov B., **Teneva I.** 2019. Assessment of the cytotoxicity, antioxidant activity and chemical composition of extracts from the cyanobacterium *Fischerella major* Gomont. – *Chemosphere*, 218: 93-103. (Q1, IF-5.778) DOI: [10.1016/j.chemosphere.2018.11.097](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.097)

Резюме: Цианопрокариотите (Cyanobacteria/Cyanophyta) са древни фотосинтезиращи прокариотни организми с космополитно разпространение. Те са производители на редица биологично активни вещества с противотуморно и противогъбично действие, витамини, антибиотици, алгициди, инсектициди, репеленти, хормони, имуносупресори и токсини. Досега, цианобактериалния вид *Fischerella major* Gomont не е изследван по отношение на въздействието му върху околната среда и човешкото здраве. В това проучване, са изследвани цитотоксичната, антиоксидантната и антитуморната активност на четири екстракта, приготвени от *Fischerella major*, чрез използване на *in vitro* тестове. В допълнение, общото фенолно съдържание и потенциалът за производство на цианотоксини също са анализирани. Проведеният GC/MS анализ идентифицира 45 съединения с различна химична природа и биологична активност. Наличието на микроцистини и сакситоксини беше установено във всички екстракти от *Fischerella major*. *In vitro* тестове върху клетъчни култури показват значителен зависим от концентрацията и времето цитотоксичен ефект върху всички клетъчни линии (HeLa, SK-Nep-1 и FL), третирани за различно време (24, 48 и 72 часа) с различни екстракти. Не беше наблюдаван селективен антитуморен ефект. Това е първото проучване, демонстриращо биологична активност на екстракти от *Fischerella major*, което го прави интересен обект за по-нататъшни изследвания, включително оценки на риска за околната среда (като производител на цианотоксини) или като потенциален източник на фармацевтични продукти.

Акценти

- *Fischerella major* произвежда микроцистини/нодуларини и сакситоксини.
- Екстрактите от *Fischerella major* имат силни цитотоксични ефекти върху човешки клетъчни линии, свързани с увреждане на митохондриите.
- Лизозомите запазват своята цялост и с времето успяват да преодолеят токсичните ефекти на екстрактите.
- Установени са 45 компонента с различна биологична активност в екстракт с DMSO от *Fischerella major*.

6. Basheva D., Moten D., Stoyanov P., Belkinova D., Mladenov R., **Teneva I.** 2018. Content of phycoerythrin, phycocyanin, allophycocyanin and phycoerythrocyanin in some cyanobacterial strains: Applications. – *Engineering in Life Sciences*, 18: 861-866. (Q2, IF-3.165) DOI: [10.1002/elsc.201800035](https://doi.org/10.1002/elsc.201800035)

Резюме: Цианобактериите са уникални прокариоти, които са способни да извършват кислородна фотосинтеза. В тези организми фикобилизомите (PBS) действат като антена на фотосинтетичния пигментен апарат. Фикобилизомите съдържат няколко фикобилипротеини (PBP): фикоеритрин (PE), фикоцианин (PC), алофикоцианин (APC) и фикоеритроцианин (PEC). Приложението на фикобилипротеините в биотехнологиите, хранително-вкусовата промишленост и медицината през последните години бързо нараства. Целта на нашето изследване беше да оценим качествено и количествено съдържание на фикоеритрин, фикоцианин, алофикоцианин и фикоеритроцианин в 14 цианобактериални щама, съхранявани в Пловдивска колекция от водораслови култури (PACC) и 4 щама, закупени от Колекцията от култури от автотрофни организми (CCALA). Нашите данни показват, че три щама на *Microcoleus autumnalis* (PACC 5505, PACC 5522 и PACC 5527) имат висок потенциал за производство на фикоеритрин (съответно 0.132, 0.201 и 0.136 mg/mL). По подобен начин един щам *Microcoleus autumnalis* (PACC 5522) и един

щам *Leptolyngbya boryana* (CCALA 084) са подходящи за биотехнологично производство на фикоцианини (съответно 0.051 и 0.264 mg/mL), както и алофикоцианини (съответно 0.102 и 0.171 mg/mL). В допълнение, данните за съдържанието на пигменти могат да се използват като биохимичен маркер за таксономични цели в рамките на групата.

ПОКАЗАТЕЛ Г7.

НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ В ИЗДАНИЯ, КОИТО СА РЕФЕРИРАНИ И ИНДЕКСИРАНИ В СВЕТОВНОИЗВЕСТНИ БАЗИ ДАННИ С НАУЧНА ИНФОРМАЦИЯ (WEB OF SCIENCE И SCOPUS), ИЗВЪН ХАБИЛИТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Gyuzeleva D., Batsalova T., Dzhambazov B., **Teneva I.**, Mladenova T., Mladenov R., Stoyanov P., Todorov K., Moten D., Apostolova D., Bivolarska A. 2024. Assessment of the biological activity of *Marrubium friwaldskyanum* Boiss. (Lamiaceae). – *Heliyon*, 10(11): e32599. (Q1, IF2023-3.4) [DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e32599](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32599)

Резюме: На този етап, научните проучвания за биологичната активност и потенциалното медицинско приложение на екстракти, извлечени от *Marrubium friwaldskyanum* Boiss. са ограничени. Настоящото изследване беше предприето, за да се установят няколко основни характеристики в това отношение – *in vitro* цитотоксичност и антитуморни свойства, антибактериална активност и имуномодулиращ потенциал. Бяха приготвени екстракти от различни надземни части на *Marrubium friwaldskyanum* – стъбла, листа и цветове. *In vitro* цитотоксичността и антитуморната активност на екстрактите бяха изследвани чрез МТТ и NR тестове, използвайки четири човешки клетъчни линии (една нормална фибробластна клетъчна линия и три аденокарциномни клетъчни линии /A549, HeLa, HT-29/), както и чрез експерименти с туморни сфероиди, формирани от HT-29 клетки. Антибактериалната активност спрямо грам-отрицателни (*Escherichia coli*) и грам-положителни (*Bacillus cereus*) бактерии е изследвана чрез оценка на минимални инхибиторни и минимални бактерицидни концентрации, както и изследвания на бактериалната жизнеспособност. Извършени са *ex vivo* анализи с нормални левкоцити, за да се определи потенциалната имуномодулираща активност на екстрактите. Нашите резултати демонстрират селективна антитуморна активност на екстрактите, насочена срещу аденокарцином на дебелото черво (HT-29 клетки) и цервикален аденокарцином (клетъчна линия HeLa). Метаболитната активност на белодробните аденокарциномни клетки A549 се повлиява само от екстракта, получен от цветове. Екстрактите от листа и цветове на *M. friwaldskyanum* показват най-висока активност, която включва намаляване на растежа и жизнеспособността на туморните сфероиди, формирани от HT-29 клетки. Изследваните екстракти показват антибактериална активност и срещу двата тествани вида бактерии. Третирането с екстракти от *M. friwaldskyanum* засяга специфични левкоцитни популации (HLA⁺, CD19⁺, CD11b⁺, CD25⁺ клетки). Тези резултати демонстрират за първи път сложни биологични ефекти на екстракти, получени от *M. friwaldskyanum* и техния потенциал да служат като източник на ценни съединения за фармацевтичната индустрия.

2. Moten D., Batsalova T., Apostolova D., Mladenova T., Dzhambazov B., **Teneva I.** 2023. In Silico Design of a New Epitope-Based Vaccine against Grass Group 1 Allergens. – *Advances in Respiratory Medicine*, 91(6): 486-503. (Q3, IF-1.8)) [DOI: 10.3390/arm91060036](https://doi.org/10.3390/arm91060036)

Резюме: Алергичните заболявания са глобален обществен здравен проблем, който засяга до 30% от населението в индустриализираните общества. Повече от 40% от алергичните пациенти страдат от алергия към тревни полени. Алергените от тревни полени от група 1 и група 5 са основните алергени, тъй като те предизвикват алергични реакции при пациенти във висока степен. В настоящото изследване използвахме имуноинформационни

подходи, за да проектираме ефективна ваксина срещу алергени от тревна група 1, базирана на поленови епитопи. След сравнение на всички известни поленови Т-клетъчни и В-клетъчни епитопи от поленови алергени, налични в публичните бази данни, епитопът GTKSEVEDVIPEGWKADTSY беше идентифициран като най-подходящ за по-нататъшни анализи. Тази аминокиселинна последователност беше подложена на имуноинформатични анализи за предсказване на антигенни Т-клетъчни и В-клетъчни епитопи. Беше извършен анализ на популационно покритие за CD8⁺ и CD4⁺ Т-клетъчни епитопи. Избраните Т-клетъчни епитопи (VEDVIPEGW и TKSEVEDVIPEGWKA) покриват съответно 78.87% и 98.20% от световното население и 84.57% и 99.86% от населението на Европа. Селектираните CD8⁺, CD4⁺ Т-клетъчни и В-клетъчни епитопи са валидирани чрез молекулярен докинг анализ. CD8⁺ и CD4⁺ Т-клетъчните епитопи показват много силен афинитет на свързване към главни молекули на комплекса за тъканна съвместимост МНС клас I (МНС I) и молекули на МНС клас II (МНС II) с обща енергийна оценка съответно от -72,1 kcal/mol и -89,59 kcal /mol. Човешкият IgE-Fc (PDB ID 4J4P) показва по-нисък афинитет с В-клетъчния епитоп ($\Delta G = -34,4$ kcal/mol), докато Phl p 2-специфичният човешки IgE Fab (PDB ID 2VXQ) има най-слабо свързване с В-клетъчен епитоп ($\Delta G = -29,9$ kcal/mol). Нашите имуноинформационни резултати показаха, че пептидът GTKSEVEDVIPEGWKADTSY може да стимулира имунната система и ние проведохме *ex vivo* тестове, които показаха, че изследваният епитоп активира Т клетките, изолирани от пациенти с алергия към тревни полени, но не се разпознава от IgE антитела, специфични за алергени към тревни полени. Това потвърждава важността на такива изследвания за установяване на универсални епитопи, които да служат като основа за разработване на ефективна ваксина срещу определена група алергени. Необходими са по-нататъшни *in vivo* проучвания, за да се потвърди ефективността на такава ваксина срещу алергени от тревни полени.

Акценти

Какви са основните констатации?

- Пептид, състоящ се от 20 аминокиселини, е проектиран *in silico* като ваксина срещу алергия към тревни полени.
- Епитоп-базираната ваксина е валидирана чрез анализ на молекулярен докинг и *ex vivo* тест за Т-клетъчно стимулиране. Тя обхваща повече от 80% от европейското и световното население.

Какво е значението на основната констатация?

- Имуногенният пептид може да се използва за лечение на пациенти с алергия към тревни полени чрез задействане на Т-клетъчния отговор и производство на конкурентни IgG антитела.
- Необходими са допълнителни проучвания преди клиничното приложение на епитоп-базираната ваксина за имунотерапия.

3. **Teneva I., Moten D., Belkinova D., Mladenova T., Dzhambazov B.** 2023. Toxic potential of *Anabaenopsis elenkinii* (Cyanobacteria) isolated from a bloom in Lake Vaya (Bulgaria). – Proceedings of 23rd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2023, 23(5.1.): 287-294. [DOI: 10.5593/sgem2023/5.1/s20.36](https://doi.org/10.5593/sgem2023/5.1/s20.36)

Резюме: Цианобактериите са древни фотосинтезиращи организми, които при определени условия (висока температура, еутрофикация) могат да растат бързо и да образуват "цианобактериални цъфтежи". Много често тези цъфтежи са съпроводени с производство на цианотоксини, които в повечето случаи са опасни за другите организми. Познаването на продуцентите на цианотоксини е от изключителна важност, особено днес, когато е доказано, че изменението на климата увеличава честотата на цъфтеж на токсични

цианобактерии в световен мащаб. Целта на настоящото изследване беше да се характеризира токсичният потенциал на цианобактериалния вид *Anabaenopsis elenkinii* V.V.Miller 1923, изолиран от езерото Вая по време на цианобактериален цъфтеж. Изолираният щам (*Anabaenopsis elenkinii*) беше идентифициран на базата на морфологичен анализ с помощта на светлинна микроскопия и неговата таксономична принадлежност и филогенетична позиция бяха потвърдени чрез прилагане на метода на максимална вероятност (ML) за филогенетичен анализ на базата на 16S ДНК секвенции. Продукцията на цианотоксини е анализирана чрез прилагане на имунологични методи (ELISA) за откриване на микроцистини, цилиндропермопсин и сакситоксини. Токсичният потенциал на *Anabaenopsis elenkinii* беше изследван *in vitro* чрез MTT тест за цитотоксичност и супероксид дисмутаза (SOD) активност, използвайки HT-29 клетки. Нашите анализи показват, че *Anabaenopsis elenkinii* продуцира микроцистини (0.42 ng/mL), цилиндропермопсин (0.10 ng/mL) и сакситоксин (0.05 ng/mL). MTT цитотоксичният тест показва, че средата, в която се отглежда цианобактериалният щам, значително намалява жизнеспособността на клетките HT-29 и този ефект е зависим от дозата и времето за експозиция. Освен това, беше установено 50% инхибиране на активността на SOD. Това е първият съобщение за *Anabaenopsis elenkinii* като продуцент на цианотоксини. Нашите резултати предоставят ценна информация за цианобактериите, произвеждащи токсини. Те демонстрират потенциалната опасност от "цианобактериален цъфтеж", където *Anabaenopsis elenkinii* е доминиращ вид.

4. Batsalova T., Georgiev Y., Moten D., **Teneva I.**, Dzhambazov B. 2022. Natural Xylooligosaccharides Exert Antitumor Activity via Modulation of Cellular Antioxidant State and TLR4. – *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18): 10430. (Q1, IF-5.6) DOI: [10.3390/ijms231810430](https://doi.org/10.3390/ijms231810430)

Резюме: Наскоро беше доказано, че ксилоолигозахаридите (XOS) с пребиотични свойства имат различни полезни биологични ефекти, включително имуномодулиращи и противотуморни действия. Настоящата статия се фокусира върху химическата и биологична оценка на наличните в търговската мрежа XOS, получени от царевича, и има за цел да изясни тяхната цитотоксичност и инхибиторен потенциал срещу туморни клетки. За целта бяха извършени спектрофотометрични химични анализи, инфрачервена спектроскопия с трансформация на Фурие и анализи с високоефективна течна хроматография. Антиоксидантната активност беше определена чрез измерване на капацитета за абсорбиране на кислородни радикали и капацитета за предотвратяване на хидроксилни радикали. За оценка на биологичната активност на XOS бяха използвани *in vitro* анализи за цитотоксичност с човешки клетъчни линии, получени от нормални и туморни тъкани, оценка на продукцията на АТФ, специфично визуализиране на митохондриалния мембранен потенциал, цитокинови тестове и молекулярен докинг. XOS показаха значителна антиоксидантна активност и беше установено, че повечето ксилозни олигомери са съставени от шест единици. XOS проявява антитуморна активност с изразен инхибиторен ефект върху лизозомите, но митохондриалната функционалност също е засегната. Производството на провъзпалителни цитокини от липополизахарид-стимулирани U-937 клетки беше намалено чрез XOS третиране, което предполага участието на Toll-like рецептор 4 (TLR4)-медирано сигнализиране в механизма на XOS действие. Молекулярните докинг анализи потвърждават потенциалното инхибиторно взаимодействие между XOS и TLR4. В допълнение, третирането с XOS има значително специфично за туморните клетки влияние върху глутатионовата антиоксидантна система, засягайки нейния баланс и по този начин допринасяйки за инхибирането на клетъчната жизнеспособност. Настоящото проучване изяснява потенциала за инхибиране на тумори на предлаганите в търговската мрежа XOS, които могат да се използват във

фармацевтичната и хранително-вкусовата промишленост, осигурявайки превантивни и терапевтични ползи.

5. Mladenova T., Batsalova T., Dzhambazov B., Mladenov R., **Teneva I.**, Stoyanov P., Bivolarska A. 2022. Antitumor and Immunomodulatory Properties of the Bulgarian Endemic Plant *Betonica bulgarica* Degen et Neič. (Lamiaceae). – *Plants*, 11(13): 1689. (Q1, IF-4.5)
[DOI: 10.3390/plants11131689](https://doi.org/10.3390/plants11131689)

Резюме: Известно е, че екстракти, получени от различни видове на род *Betonica*, притежават важни биологични свойства. Настоящото изследване има за цел да изследва цитотоксичния, антитуморния и имуномодулаторния потенциал на ендемичното растение *Betonica bulgarica* (Lamiaceae) и по този начин да разкрие нови аспекти на неговата биологична активност. **Методи:** Метанолов екстракт, получен от цветове на растението беше анализиран за цитотоксичност с помощта на клетъчни линии от бозайници. Антитуморният потенциал на екстракта беше изследван с помощта на човешки цервикални и белодробни аденокарциномни клетки (HeLa и A549). Ефектите на индуцирана апоптоза в HeLa клетки и лимфоцити от периферна кръв, както и имуномодулаторните свойства на екстракта бяха определени чрез флоуцитометричен анализ. **Резултати:** Резултатите от изследването показват, че екстрактът има значителен инхибиторен потенциал срещу HeLa клетки (средна IC₅₀ стойност 119.2 µg/mL). Екстрактът селективно индуцира апоптотична смърт в туморните клетки. Цитотоксични ефекти спрямо миши клетъчни линии бяха доказани след третиране с високи концентрации на екстракт от *Betonica bulgarica* (200 и 250 µg/mL). Двадесет и четири часова *ex vivo* инкубация на периферни кръвни левкоцити в хранителна среда, съдържаща растителен екстракт, предизвиква значителни ефекти в отделни имунно-клетъчни популации. Бяха отчетени повишени нива на CD25⁺ и CD56⁺ Т-клетъчни лимфоцити, особено CD4⁺CD25⁺ и CD8⁺CD56⁺ клетки. **Заключение:** Настоящото проучване показва, че екстрактът от цветове на *Betonica bulgarica* притежава антитуморна и имуномодулираща активност и може да служи като източник на биоактивни съединения с биомедицинско приложение.

6. Georgiev Y., Batsalova T., Dzhambazov B., Ognyanov M., Denev P., Antonova D., Wold C., Yanakieva I., **Teneva I.**, Paulsen B.S., Simova S. 2021. Immunomodulating polysaccharide complexes and antioxidant metabolites from *Anabaena laxa*, *Oscillatoria limosa* and *Phormidesmis molle*. – *Algal Research*, 60: 102538. (Q1, IF-5.276)
[DOI:10.1016/j.algal.2021.102538](https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102538)

Резюме: Целта на настоящото изследване е да се изследва химичният състав и биологичната активност на полизахариди и вторични метаболити, изолирани от слабо проучени цианобактериални видове, в търсене на имуномодулиращи и антиоксидантни съединения. Полизахаридните комплекси (PSC) са получени чрез екстракция с вряща вода от биомаси на *Anabaena laxa* (AL-PSC), *Oscillatoria limosa* (OL-PSC) и *Phormidesmis molle* (PM-PSC), предварително обработени с 80% (v/v) етанол и чист ацетон. Общото съдържание на въглехидрати в комплексите варира между 53.0% и 63.5% (w/w). Комплексите съдържат PS, съставени от неутрални монозахариди като основни градивни елементи, а уроновите киселини (GalA и GlcA) са в по-малки количества (4.2–9.5%). AL-PSC и OL-PSC са богати на Glc (33.1% и 38.6%), следвани от Man, Gal и Xyl като други доминиращи мономери. PM-PSC има най-високо количество Gal (45%), следван от Glc (21%). Освен това, неутрален екзополisahарид (EPS) (PM-EPSC), от тип (хетеро)ксилян (Xyl съдържание 70.5%), беше изолиран от *P. molle*. Средните молекулни тегла (Mw) на AL-PSC, OL-PSC и PM-PSC се оценяват на 67.0, 71.8 и 74.7 × 10⁴g/mol. AL-PSC (200 µg/mL) изразява най-мощната *ex vivo* стимулираща активност върху човешки моноцити и гранулоцити. AL-PSC и OL-PSC (50–200 µg/mL) проявяват по-добър *in vitro* инхибиторен

ефект върху растежа на клетки от човешки колоректален аденокарцином (HT-29) и аденокарцином на дебелото черво (LS-180), отколкото PM-PSC, засягайки тяхната лизозомна активност. Органичните екстракти, получени от биомаси, екстрахирани с 80% етанол и ацетон, са богати на въглехидрати, последвани от мастни киселини и други триацилглицеролни метаболитни съединения, терпени, метаболити от цикъла на Кребс, хлорофили и феноли. Сред трите вида, екстрактът от *A. laxa* (AL-E) съдържа най-високо фенолно съдържание и проявява най-силна антиоксидантна активност според анализа на капацитета за абсорбция на кислородни радикали (ORAC). *A. laxa* и другите цианобактерии трябва да се считат за ценни за изолиране на имуномодулатори и антиоксиданти с възможно приложение в диетологията и медицината.

7. Moten D., Batsalova B., Dzhambazov B., **Teneva I.** 2021. Comparative genome analysis of *Phormidesmis priestleyi* ULC007 and some representatives of genus *Phormidium* (Cyanobacteria). – *Ecologia Balkanica*, 13(2): 125-134. (Q4)

Резюме: Цианобактериите живеят в широк спектър от местообитания, включващи сладководни, морски и сухоземни екосистеми. Те са една от най-разнообразните групи в морфологично отношение. В опит да се преодолеят недостатъците на традиционните морфологични характеристики, в цианобактериалната систематика бяха въведени критерии, базирани на полифазна таксономия. Последните постижения в геномиката значително промениха разбирането ни за таксономията на цианобактериите. Наличните геноми в GenBank на NCBI, бяха използване за сравнителен анализ и цялостно изясняване на генетичните прилики и разлики на представители на род *Phormidium* и *Phormidesmis priestleyi* ULC007 (бивш *Phormidium priestleyi*). Проведен е сравнителен геномен анализ, който включва анализ на характеристиките на генома и функционално аотирани общи гени и автоматично изведени генни клъстери на вторични метаболити. Резултатите показват, че около 83% от гените в изследваните цианобактериални геноми са идентифицирани като гени с неизвестни функции, а тези с аотирани функции са включени главно в: (I) кофактори, витамини, простетични групи и пигменти; (II) клетъчна стена и капсула; (III) РНК метаболизъм; (IV) протеинов метаболизъм; (V) ДНК метаболизъм, (VI) мастни киселини, липиди и изопrenoиди; (VII) дишане; (VIII) реакция на стрес; (IX) аминокиселини и производни; и (X) въглехидрати Установихме, че *Phormidesmis priestleyi* ULC007 притежава седем гена, участващи в хемотаксиса. *In silico* идентификацията, аотацията и анализът на вторичните метаболитни биосинтезни генни клъстери на най-обещаващите мишени в рамките на изследваните цианобактериални геноми показаха наличието на специфични вторични метаболитни гени, които се нуждаят от допълнителни подробни анализи.

8. Belkinova D., **Teneva I.**, Basheva D., Neykov N., Moten D., Gecheva G., Apostolova E., Naimov S. 2021. Phytoplankton composition and ecological tolerance of the autotrophic picoplankton in Atanasovsko lake (Black Sea coastal lagoon, Bulgaria) – *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(2): 849-866. (Q3, IF-0.816)
[DOI:10.15666/aeer/1902_849866](https://doi.org/10.15666/aeer/1902_849866)

Резюме. Атанасовското езеро е крайбрежна лагуна, използвана за добив на сол от много години. Солеността му варира в широк диапазон (от 6.3 до > 72‰). Въпреки тези екстремни условия, много често се наблюдават цъфтежи на фитопланктонът. Следователно, нашата цел беше да проучим ключовите абиотични двигатели и екологичния оптимум на пикопланктона за 5-годишен период (2013-2017 г.). Бяха изследвани таксономичния състав, дългосрочната динамика и абиотичните двигатели на автотрофния пикопланктон (APP) в Северната солница на крайбрежната лагуна в Атанасовско езеро. Видовете APP бяха идентифицирани чрез използване на полифазен подход, базиран на молекулярни и

филогенетични анализи на 16S/18S rDNA в комбинация с цитоморфологична и екологична характеристика. *Picochlorum oklahomense* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) и морски *Synechococcus* sp. (Synechococcales, Cyanobacteria) са доминиращите генотипове в APP. Относителният биообем на APP към общия биообем на фитопланктона е силно променлив (от 36 до 99%), като беше установено, че солеността и температурата са основните абиотични двигатели на неговата динамика. Соленост между 30-59‰ и средна лятна температура над 24°C осигуряват екологичен оптимум за развитие на APP при относителен биообем от 93%. Това е първото съобщение на съобществото *Picochlorum oklahomense*/*Synechococcus* sp. в състава на APP в европейска крайбрежна лагуна.

9. Moten D., Batsalova T., Mladenov R., Dzhambazov B., **Teneva I.** 2020. CP43 and CP47 proteins of photosystem II (PSII) as molecular markers for resolving relationships between closely related Cyanobacteria. – *Ecologia Balkanica*, 12(2): 141-151. (Q4)

Резюме: Цианобактериите са най-примитивните фотосинтезиращи организми на Земята. Тяхната класификация традиционно се основава на морфологични характеристики както в ботаническите, така и в бактериологичните системи. Поради огромното разнообразие и липсата на ясни диакритични морфологични характеристики между близкородствените видове, за разрешаване на еволюционните връзки и класификация на цианобактериите през последните години се използва полифазен подход, включващ данни за ДНК секвенции. Въпреки че много молекулярни маркери са подобрени, все още са необходими нови подходящи маркери за установяване на родствени връзки между цианобактериите на видово и родово ниво. Нашата цел беше да проучим дали аминокиселинните последователности на протеините на фотосистема II CP43 и CP47 са подходящи маркери за такива цели. Филогенетичните анализи, базирани на аминокиселинните последователности на CP43 и CP47, показаха, че повечето от цианобактериалните видове/щамове, принадлежащи към различни родове, са групирани в отделни клади, поддържани с високи статистически стойности. Сравнението между филогенетичните дървета базирани на CP43 и CP47 и филогенетичните дървета базирани на 16S rRNA показва, че протеините CP43 и CP47 са по-подходящи маркери за установяване на родствени филогенетични връзки в рамките на цианобактериите на родово и видово ниво, отколкото консервативната 16S rRNA гена последователност. Правилната таксономична класификация и идентификация на цианобактериалните щамове е много важна за всички изследвания, свързани с биологичната активност на цианобактериите, тяхното биотехнологично приложение или при управлението и мониторинга на водата.

10. Moten D., Batsalova T., Dzhambazov B., **Teneva I.** 2020. Comparative genome analysis of some representatives of genus *Nostoc*. – *20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Conference proceedings*, 20(5.1): 167-174. (SJR 0.217) DOI: [10.5593/sgem2020/5.1/s20.021](https://doi.org/10.5593/sgem2020/5.1/s20.021)

Резюме: Цианобактериите са разнообразна група фотосинтезиращи бактерии, открити в най-различни местообитания, където играят важна роля. Те са една от най-разнообразните в морфологично отношение групи. Еволюционните връзки и класификацията са слабо проучени. Секвенирането на целия геном добави ново измерение към нашето разбиране за геномите на цианобактериите и възникна нов тип филогенеза – базираната на генома. Целта на това изследване беше да се проведе геномно сравнение на филогенетично тясно свързани нишковидни цианобактерии (*Nostoc carneum* NIES-2107, *Nostoc* sp. PCC 7107, *Nostoc punctiforme* PCC 73102, *Nostoc piscinale* CENA21, *Nostoc linckia* NIES-25, *Nostoc flagelliforme* CCNUN1, *Nostoc commune* HK-02 и *Tolypothrix* sp. PCC7601) със специален фокус върху сравнението на геномните характеристики и анотирани общи функционални гени, както и автоматично изведени генни клъстери на вторични метаболитни.

Размерите на генома, N50, броят на РНК, гените и протеините са сходни във всичките осем щамове. Съдържанието на G+C е почти идентично (приблизително 41%). Резултатите от RAST Server и SEED viewer показват, че изследваните геноми са значително сходни. Средно 70% от гените в изследваните геноми са идентифицирани с неизвестни функции, а тези с анотирани функции са включени главно в: (I) кофактори, витамини, простетични групи и пигменти; (II) клетъчна стена и капсула; (III) мембранен транспорт; (IV) протеинов метаболизъм; (V) регулиране и клетъчно сигнализиране, (VI) мастни киселини, липиди и изопреноиди; (VII) дишане; (VIII) реакция на стрес; (IX) аминокиселини и производни; и (X) въглехидрати. Резултатите от antiSMASH Server показаха повече генни клъстери за вторични метаболитни в *Tolypothrix sp.* PCC7601 и *Nostoc punctiforme* PCC 73102 в сравнение с други цианобактериални щамове.

11. **Teneva I.**, Belkinova D., Moten D., Basheva D., Dzhambazov B. 2019. In search of new molecular markers for taxonomic classification of Cyanobacteria. – *19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019. Conference proceedings*, 19(5.2): 461-468. (SJR 0.232) [DOI: 10.5593/sgem2019/5.2/S20.057](https://doi.org/10.5593/sgem2019/5.2/S20.057)

Резюме: Цианобактериите са основните представители на фитопланктона в много сладководни и морски екосистеми. Досега са описани около 150 рода и над 2000 вида. Въпреки че са една от най-древните групи организми, тяхната таксономична класификация е проблематична дори и днес поради липсата на ясни диаκριтични морфологични характеристики между тясно свързаните видове, високата вариабилност на морфологичните характеристики, използвани за таксономични цели в зависимост от условията на околната среда и заетите екологични ниши, както и възможния хоризонтален трансфер на гени.

Консолидирани около идеята за прилагане на принципите на полифазната таксономия, учените, работещи с цианобактерии, са съгласни, че молекулярният подход трябва да бъде основа за реорганизиране на класификацията на цианобактериите. Прието е, че е по-добре да има по-ясно дефинирани монофилетични родове, всеки от които съдържа относително малко видове, отколкото големи, слабо дефинирани полифилетични родове, съдържащи много несвързани видове.

В тази връзка търсенето, разработването и прилагането на нови молекулярно-генетични маркери за филогенетичен анализ и таксономична класификация на цианобактериите е важна задача. По-големият брой молекулярни маркери би означавал по-точна и прецизна класификация. Следователно целта на нашето проучване беше да разработим нов маркер, който поддържа и допълва известните потвърдени маркери (16S rDNA, rpoC1, rpoB, gyrB, rbcLX, cpcBA-IGS).

Въз основа на резултатите от биоинформатичния анализ смятаме, че Psb27 е подходящ кандидат за нов молекулярен маркер, който може да се използва за родово и видово определяне на цианобактерии. Psb27 е малък (11 kDa) липопротеин, който е част от фотосистема II (PSII), локализирана в тилакоидната мембрана на цианобактериите. Този малък протеин е подходящ, тъй като неговите повърхностни спирали III и IV са силно консервативни структури, отговорни за свързването с PSII, но N-терминалната част е специфична за вида.

Филогенетичните анализи, извършени чрез различни филогенетични методи и алгоритми (minimum evolution, maximum parsimony, maximum-likelihood, и neighbor-joining), базирани на гена за Psb27 и аминокиселинните последователности, демонстрираха неговата приложимост като молекулярен маркер. Ясното разделяне на тясно свързани таксономични категории в монофилетични групи в съответствие с морфологичните характеристики на таксоните, както и добрата корелация с резултатите от филогенетичните реконструкции, базирани на 16S rDNA, ни позволяват да предложим протеина Psb27 като

нов молекулярен маркер който може да се използва в таксономичната класификация на цианобактериите.

12. Moten D., Batsalova T., Basheva D., Mladenov R., Dzhambazov B., **Teneva I.** 2018. Outer Membrane Efflux Protein (OMEP) is a suitable molecular marker for resolving the phylogeny and taxonomic status of closely related Cyanobacteria. – *Phycological Research*, 66: 31-36. (Q2, IF-1.342) [DOI: 10.1111/pre.12203](https://doi.org/10.1111/pre.12203)

Резюме: Таксономията на цианобактериите, най-старите фототрофни прокариоти, е проблематична от много години поради тяхната проста морфология, висока вариабилност и адаптивност към различни екологични ниши. След въвеждането на полифазния подход, който се основава на комбинацията от няколко критерия (молекулярно секвениране, морфологични и екологични характеристики), цялата класификационна система на тези организми подлежи на реорганизация. Целта на това проучване беше да се оцени дали аминокиселинната секвенция на външномембрания ефлуксен протеин (outer membrane efflux protein, OMEP) могат да се използват като молекулярен маркер за разрешаване на филогенезата и таксономичния статус на близкородствени цианобактерии. Извършихме филогенетични анализи на базата на аминокиселинните последователности на OMEP и ДНК последователностите на 16S rRNA гена от 86 цианобактериални вида/щамове с напълно секвенирани геноми. Филогенетичните дървета, базирани на OMEP, показаха, че повечето от цианобактериалните видове/щамове, принадлежащи към различни родове, са групирани в отделни клади, поддържани от високи статистически стойности. Сравняването на OMEP дърветата с 16S rDNA дървото ясно показва, че OMEP е по-подходящ маркер за разрешаване на филогенетични връзки в рамките на цианобактериите на родово и видово ниво.

ПОКАЗАТЕЛ Г8.

ПУБЛИКУВАНА ГЛАВА ОТ КНИГА ИЛИ КОЛЕКТИВНА МОНОГРАФИЯ

1. Belkinova, D., Mladenov, R., Dimitrova-Dyulgerova, I., **Teneva, I.**, Stoyanov, P., Cheshmedjiev, S. Phytoplankton of the Stouden Kladenets Reservoir (Eastern Rhodope Mountains, Bulgaria). 2012. In: PU "Paisii Hilendarski", Jubilee Proceedings "Biological sciences for a better future", University of Plovdiv Publishing House, 2012, 42-61. ISBN 978-954-423-780-6.

Резюме: Изследван е видовият състав и обилието на летния фитопланктон в язовир „Студен кладенец“. Установени са общо 30 вида, които принадлежат към 6 отдела: Cyanoprokaryota – 3, Chlorophyta – 14, Zygnemaphyta – 3, Chrysophyta – 1, Euglenophyta – 3, и Bacillariophyta – 6 вида. С най-голямо относително обилие във флористичния състав са отделите Chlorophyta (46.7%) и Bacillariophyta (20.0%). Видовото богатство и количественото развитие на фитопланктона нарастват в посока от язовирната стена към опашната част на язовира. Въз основа на видовия състав и обилието на фитопланктона акваторията на язовир „Студен кладенец“ може да бъде разделена на две зони, които съществено се различават по качество на водата. В открития язовир водите са олиготрофни с признаци на мезотрофия, докато в опашната част има силно евтрофизирание и водораслов „цъфтеж“.

2. Стоянов П., Белкинова Д., Младенов Р., Тенева И. 2012. Анализ на водите на язовирите Крушовица, Еница и Вълчовец (Северна България) за наличие на цианотоксини. – В: ПУ „Паисий Хилендарски“, Юбилеен сборник. Биологически науки за по-добро бъдеще. Университетско издателство „Паисий Хилендарски“, pp. 237-249. ISBN 978-954-423-780-6.

Резюме: Настоящото изследване представя данни за доминиращите видове Cyanoprokaryota и резултати от токсикологичния анализ по отношение на наличие на цианотоксини в три язовира на територията на област Плевен (Северна България), а именно язовирите „Крушовица“, „Вълчовец“ и „Еница“. Цианопрокариотните видове *Planktothrix agardhii*, *Anabaena spiroides* и *Aphanizomenon flos-aquae*, съобщавани многократно като продуценти на хепато- и невротоксини, са доминиращи в изследваните водни басейни с цъфтежни концентрации от 1.03 mg/L до 10.5 mg/L. Анализът на водните проби за наличие на цианотоксини е проведен с помощта на ELISA кит за микроцистини/нодуларини, ELISA кит за сакситоксини, HPLC, както и *in vitro* тестове за цитотоксичност. Отчетено е наличие на микроцистини/нодуларини в пробите от язовир „Еница“ и „Крушовица“ и сакситоксини в пробата от язовир „Вълчовец“.

Пловдив, 06.02.2025 г.

Изготвил:
доц. д-р Иванка Тенева-Джамбазова