

ФИТОПЛАНКТОНЪТ В ЯЗОВИР „ЦАНКОВ КАМЪК“

Костадин Дочин, Ангелина Иванова

Институт по рибарство и аквакултури – Пловдив

РЕЗЮМЕ

Проучването на фитопланктона в язовир „Цанков камък“, при две станции, от юли до октомври 2015 г., показва обилие от 75 таксона от 6 отдела. Във видовия състав доминират Bacillariophyceae (30,7%), а субдоминантни са представителите на Cyanoprokaryota (22,7%) и Chlorophyta (20,0%). Тахономичното сходство между изследваните станции е относително високо (0,53), но са установени разлики в доминантните комплекси на фитопланктона. Само при станцията в проточната зона на язовира доминират видовете *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek; *Peridinium* sp. и *Peridinium cinctum* (O. F. Müller) Ehrenberg, докато *Pandorina morum* (O. F. Müller) Bory de Saint-Vincent, *Radiococcus polycoccus* (Korshikov) I. Kostikov, T. Darienko, A. Lukesová & L. Hoffmann, *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller) Dujardin и *Mallomonas acaroides* Perty само при станцията в лимничната зона. Различният хидрологичен режим на станциите и антропогенното въздействие са факторите, отговорни за някои от различията в таксономичния състав и обилието на фитопланктона. При вертикалното разпределение максимумите за фитопланктонната плътност са отчетени в еуфитичния слой, а минимумите в придънните слоеве. При хоризонталното разпределение не са установени значими разлики. При станцията, разположена в дълбоката лимнична част на язовира, доминират предимно езерни видове, докато в преходната, плитка речна зона видовият състав на фитопланктона е по-разнообразен.

Ключови думи: таксономично сходство; доминантни комплекси; проточна зона; лимнична зона; еуфотичен слой.

THE PHYTOPLANKTON IN TSANKOV KAMAK RESERVOIR

K. Dochin, A. Ivanova

Institute of Fisheries and Aquaculture – Plovdiv

ABSTRACT

The survey of phytoplankton in the Tsankov Kamak Reservoir at two stations from July to October 2015 shows the abundance of 75 taxa of 6 divisions. In the species' composition dominated Bacillariophyceae (30.7%), and subdominant are the representatives of Cyanoprokaryota (22.7%) and Chlorophyta (20%). Taxonomic similarity between the studied stations was relatively high (0.53), but are established differences in dominant complexes of the phytoplankton. Only at the station in the flow area of the reservoir, dominate species *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Peridinium* sp. and *Peridinium cinctum* (O. F. Müller) Ehrenberg, while *Pandorina morum* (O. F. Müller) Bory de Saint-Vincent, *Radiococcus polycoccus* (Korshikov) I. Kostikov T. Darienko, A. Lukesová & L. Hoffmann, *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller) Dujardin and *Mallomonas acaroides* Perty only at station in limnetic zone. The different hydrological regime of the stations and anthropogenic influence are the factors responsible for some of the differences in taxonomic

composition and abundance of the phytoplankton. In the vertical distribution of the phytoplankton density the maximums were recorded in euphotic layer and the minimums in the bottom layers. In the horizontal distribution have not been established significant differences. At the station located in the deepest limnetic part of the reservoir dominated mostly lake species, while in transition, shallow river zone, species composition of phytoplankton is more heterogeneous.

Key words: taxonomic similarity; dominant complexes; flow zone; limnetic zone; euphotic layer

Планктонът е съобщество от микроскопични водни животни и растения, които свободно плуват във водната среда и нямат връзка с дънния субстрат (Темнискова и Стойнева, 2011a). Известно е, че планктонът играе важна роля за поддържането на хранителната верига във водните екосистеми (Mahendra & Nisar, 2013). Фитопланктонът е първото ниво в хранителната верига, достъпно за животните. Той е основната храна на разположение на много видове риби по време на ранния ларвен стадий (Agino and Rudnicki, 2007), както и стопански видове, които са обект на отглеждане в рибовъдството. Като първичен продуцент той е важен компонент в хранителния спектър на зоопланктона и е един от основните източници на кислород в езерата и язовирите. Фитопланктонът оказва непосредствено въздействие върху качеството на водите, а показателите на количественото му развитие широко се използват за характеризиране на трофичния статус на водоемите (Сластина и Клочкова, 2011). В езерата с различни морфометрични и хидрологични характеристики рядко се развиват еднакви групи сезонен фитопланктон, независимо от концентрацията на биогени в продуктивните слоеве. От друга страна, малките промени на околната среда в езерата с подобни физиографски характеристики дават възможност на ограничен брой сезонни фитопланктонни групи да отговарят на промените в трофичните условия (Salmaso et al., 2006). Фитопланктонът реагира на различните влияния на околната среда и затова може да бъде използван като екологичен индикатор (Sabesinha et al., 2009). Някои фитопланктонни видове имат изградени „стратегии“, които влияят върху тяхното пространствено разпоределе-

ние, като по този начин увеличават възможностите и достъпа си до ресурси (Alexander & Imberger, 2009). След построяването и пускането в експлоатация на големите язовири в страната са проведени изследвания, чиято цел е проучването на биоразнообразието и екологична оценка. Резултатите от тях са обобщени от Stoyneva & Temniskova-Topalova (2007) и Стойнева (2014). През последните години фитопланктонът в язовирите е относително добре проучен (Kalchev et al., 2005; Beshkova & Saiz, 2006; Belkinova et al., 2007; Teneva et al., 2009; Teneva et al., 2010; Dochin, 2014; Dochin and Stoyneva, 2014; Дочин, 2015 и др.). Настоящото проучване представя резултатите от едногодишен мониторинг на язовир „Цанков камък“ и е едно от първите по отношение на алгофлората на пуснатия в експлоатация през 2010 година язовир. Основната цел на изследването е проучването на таксономичния състав на фитопланктона, сезонното и пространственото му разпределение в речната и лимнична зона през 2015 година.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Язовир „Цанков камък“ е част от каскадата „Доспат–Въча“, намиращ се в Южна България, в Западните Родопи, с надморска височина от 693 m, в близост до град Девин, област Смолян. Строежът му започва през 2004 г., а пускането на язовира в експлоатация е осъществено през 2010 г. Водният обем е $111 \times 10^6 \text{ m}^3$. Водоизточници са реките Въча и Гашня. Дължината на язовир „Цанков камък“ е около 15 km (фиг. 1, табл. 1). За периода на проучването бяха събрани общо 17

проби за анализ на физичните и химични показатели на водата. Пробите са събирани съобразно стандартизирани методи, съгласно нормативните изисквания. По време на изследването бяха проследени следните по-важни параметри: Прозрачността по Secchi (Sd) бе определяна по метода на Secchi с метален диск, с размер 20 cm. Профилът на температурата на водата (T °C) и кислородният режим (mg.l^{-1}) бяха определяни *in-situ* с комбиниран дълбочинен оксиметър, тип WTW Oxi 1970 i. Електропроводимостта ($\text{Cond. } \mu\text{s/m}$) бе определена с микропроцесорен кондуктометър, тип WTW/SET. Активната реакция на водата (pH) бе отчитана с pH-метър, тип WTW/SET. Общият азот (TN) (mg.l^{-1}), в това число амониевият азот ($\text{NH}_4\text{-N, mg.l}^{-1}$) (БДС 3587-77) и нитратният азот ($\text{NO}_3\text{-N, mg.l}^{-1}$) (БДС 3758-85), както и фосфатните форми ($\text{PO}_4\text{-P}$), бяха определяни спектрофотометрично (БДС 7210-838).

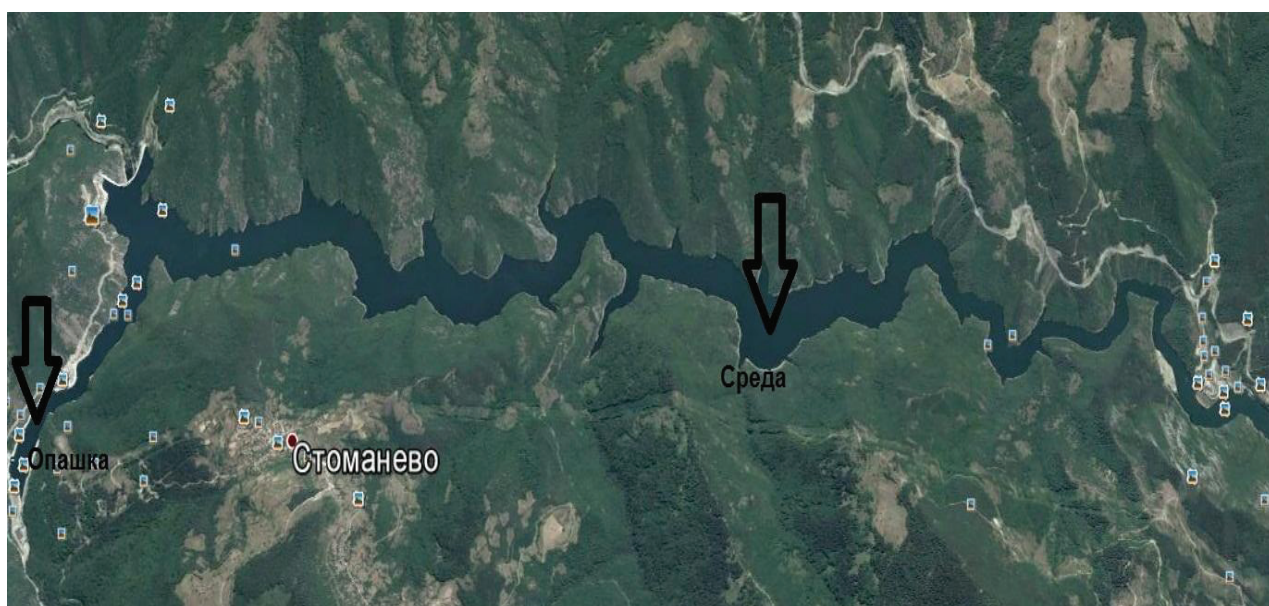
При изследването са взети общо 14 проби фитопланктон от 2 станции (от епи- мета и хиполимниона), едната, разположена в опашката на язовир „Цанков камък“, а другата в езерната му част. Пробите за анализ бяха взети с батометър тип „Niskin“ (Hydro-Bios

Apparatebau GmbH, Germany). Консервирането им бе извършено с формалин до крайна концентрация 4%. Количественият и качественият анализ бе осъществен в бройтелна камера на „Burker“ по метода на Лаугасте

Таблица. 1. Географска и морфометрична характеристика на язовир „Цанков камък“

Table 1. Geographical and morphometrical characteristics of Tsankov kamak Reservoir

Язовир	„Цанков камък“
Надморска височина (m)	693
Воден обем	111 000 000 m ³
Приток	69.5 m ³ /сек
Източник	река Въча и река Гашня
Построен	2010 г.
Местоположение	Южна България
Име на станция	„Опашка“
GPS координати	(41°46.279'N) (024°26.165'E)
Име на станция	„Среда“
GPS координати	(41°44.406'N) (024°25.209'E)



Фиг. 1. Сателитна снимка на язовир „Цанков камък“ със станциите за вземане на пробите

Fig. 1. Satellite image of Tsankov kamak Reservoir with sampling station

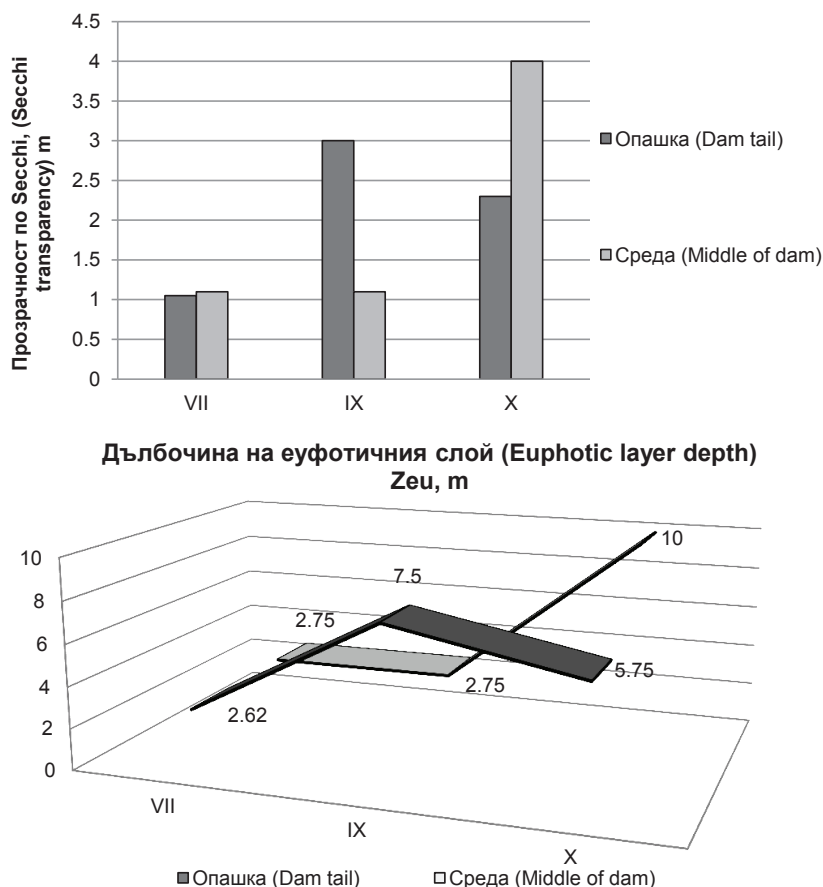
(1974). Биомасата бе изчислена по таблици за стандартните тегла на фитопланктонните организми на Лаугасте (1974), Федоров (1979) и Rott (1983). Видовете бяха преброени при увеличение 400x на светлинен микроскоп „Carl Zeiss Axioscope 2 plus“. Броенето бе извършвано индивидуално (клетка, филament или колония). Числеността бе представена като брой клетки на литър ($\times 10^{-6}$ cells.l⁻¹). Оценена бе общата биомаса за всяка проба, определена като сума от биомасите на всички фитопланктери, сумирана и по отделни таксономически групи. Биомасата на някои видове бе изчислена, като са използвани формули за съответните геометрични форми (Deisinger, 1984), и е изразена в (mg.l⁻¹). Доминантните видове бяха определяни от процентното участие на отделните видове към общото обилие. Видовата идентификация на фитопланктона бе осъществена на светлинен микроскоп „Carl Zeiss Axioscope 2 plus“ чрез стандартна таксономична литература и критично използване на AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2017). Определянето на кремъчните водорасли бе направено без специално изгаряне по Cox (1996). Степента на видово сходство между фитопланктона в двете изследвани станции на язовир „Цанков камък“ бе оценена чрез индекса на сходство по Jaccard (Jaccard Similarity Index), според формулата $S_j = a/a + b + c$, където: **a** – брой видове на станцията (период) **a**; **b** – брой видове на станцията (период) **b**; **a c** – брой видове на станцията (периоди) **a** и **b**, изчислен както за всички видове, така и за отделните фитопланктонни групи. Концентрацията на фотосинтетичния пигмент хлорофил *a* бе определена спектрометрично в етанолен извлек след филтруване, при λ 665 и 750 nm. За анализа му бяха взети смесени интегрални проби чрез предварително измерване на дълбочината на еуфотичния слой (Z_{EU}).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През периода на проучването в язовир „Цанков камък“ температурата на водата се

изменя в границите от 7,1 °C до 21,9 °C. Прозрачността на водата при станцията на опашката на язовира варира от 1,05 m през месец юли до 3 m през септември, а при станцията в езерната зона – от 1,1 m през месец юли до 4 m през месец октомври (табл. 2, фиг. 2). Дълбочината на фотичния слой в речната зона на язовира се изменя от 2,62 m през юли до 7,5 m през септември, а в езерната част – от 2,75 през юли до 10 m през месец октомври (фиг. 2). Стойностите за разтворения във водата кислород се изменят от 9,55 до 11,1 mg.l⁻¹ през септември в проточната зона и до пълна липса на кислород в хиполимниона на лимничната зона през октомври, и 11,22 mg.l⁻¹ в повърхностните води през септември. Подробни данни за физикохимичните показатели са представени в табл. 2.

В язовир „Цанков камък“ през 2015 г. са идентифицирани 75 таксона планктонни водорасли (табл. 3, фиг. 3). При станцията в проточната зона, в опашката на язовира, са установени 18 таксона водорасли, а само в лимничната зона на язовира 16 вида. Броят на общите видове NCS (number of common species) за двете станции през периода на проучването е 41. Индексът на таксономично сходство JSI между двете станции е 0,53 (фиг. 4). Най-ниски нива на таксономично сходство между двете изследвани станции са установени при отделите Euglenophyta (0,25) и Cyanoprokaryota (0,29), а най-високи при отдел Rynrhophyta (0,83) и клас Bacillariophyceae (0,73), (фиг. 4). През юли общият брой на идентифицираните таксони е 39. При станцията в опашката са установени 29 таксона (фиг. 5), а при станцията в лимничната зона на язовира са идентифицирани 40 таксона (фиг. 5). През първия месец на изследването в опашната част доминират: кремъчните – *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing, *Fragilaria acus* (Kützing) Lange-Bertalot, *Fragilaria crotonensis* Kitton; пирифитовите – *Peridinium* sp. и *Peridinium cinctum*; синьо-зеленият *P. agardhii*; а в лимничната зона: *T. fenestrata*, *F. acus*, *F. crotonensis* и *Asterionella formosa* Hassall от кремъчните; синьо-зеленият *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex



Фиг. 2. Прозрачност по Secchi (m) и дълбочина на еуфотичния слой (Z_{EU}) в язовир “Цанков камък”
Fig. 2. Secchi transparency (m) and depth of the euphotic layer (Z_{EU}) in Tsankov Kamak Reservoir

Таблица 2. Описание на стойностите на абиотичните показатели в язовир “Цанков камък”
Table 2. Description of the values of abiotic indicators in the Tsankov kamak Reservoir

Пункт (Point)	Measure	Опашка (Reservoir tail)						Среда на язовира (In the middle of Reservoir)					
		Mean	SD	Min	Max	D	Range	Mean	SD	Min	Max	D	Range
Water temperature	(°C)	11.85	5.857	7.1	21.9	14.8	7.1-21.9	11.37	6.236	5.5	24.5	19	5.5-24.5
Electrical conductivity	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	237.31	47.285	174.4	296	122	174.4-296	284.63	20.12	260	317	57	260-317
Transparency	(m)	2.116	0.987	1.05	3	1.95	1.05-3.0	2.066	1.674	1.1	4	2.9	1.1-4.0
Dissolved oxygen (O_2)	($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	10.266	0.712	9.55	11.1	1.55	9.55-11.1	6.012	4.132	0	11.22	11.22	0.0-11.22
Oxygen saturation (O_2)	%	101.25	12.238	89.8	122	32.5	89.8-122.3	62.83	47.705	0	132.6	132.6	0.0-132.6
pH		7.776	0.689	7	8.66	1.66	7.0-8.66	7.64	0.462	7.18	8.48	1.3	7.18-8.48
Amonia nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$)	($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0.073	0.021	0.05	0.1	0.05	0.05-0.1	0.118	0.148	0.05	0.56	0.51	0.05-0.56
Nitrate nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$)	($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0.515	0.301	0.26	1.09	0.83	0.26-1.15	0.459	0.16	0.21	0.73	0.52	0.21-0.73
Total nitrogen (TN)	($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0.59	0.289	0.36	1.15	0.79	0.36-1.15	0.577	0.183	0.27	0.92	0.65	0.27-0.92
Phosphate phosphorus $\text{PO}_4\text{-P}$)	($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0.066	0.029	0.03	0.11	0.08	0.03-0.11	0.088	0.042	0.032	0.17	0.138	0.032-0.17

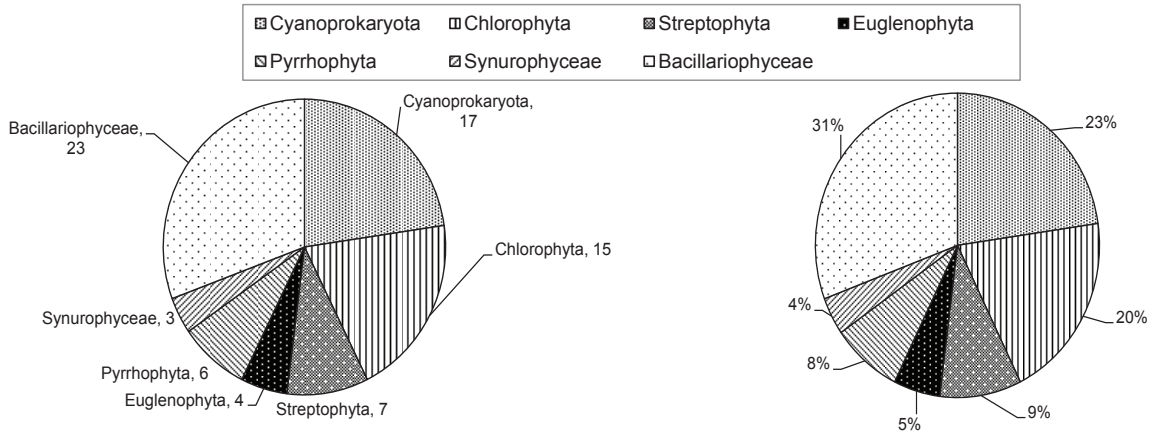
*Measure - мярка: Mean - средна стойност; SD - стандартно отклонение; Min - минимална стойност; Max - максимална стойност; D - размах; Range - диапазон

Таблица 3. Видов състав на фитопланктона в язовир “Цанков камък”, 2015 г.**Table 3.** Species composition of the phytoplankton in Tsankov kamak Reservoir, 2015

Таксон	VII		IX		X	
	Опашка	Среда	Опашка	Среда	Опашка	Среда
	Tail	Middle	Tail	Middle	Tail	Middle
Суанопрокариота						
<i>Anabaena</i> sp.				*		
<i>Anabaena sphaerica</i> Bornet & Flahault				*		
<i>Anathece clathrata</i> (W.West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová				*		
<i>Aphanizomenon flosaquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault		**	**	**	**	
<i>Aphanocapsa</i> c.f. <i>delicatissima</i> West & G.S.West		*				
<i>Aphanocapsa</i> sp.			*			
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli						*
<i>Dolichospermum spiroides</i> (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek	*					
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kützing			**	**		
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	*				*	
<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová		*		*	*	*
<i>Oscillatoria limosa</i> Gomond	*	*	**	**	**	
<i>Oscillatoria</i> sp.					*	
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	**	*				
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák				**		
<i>Synechococcus linearis</i> (Schmidle & Lauterborn) Komárek					*	
<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenkin				*		
Chlorophyta						
<i>Actinastrum hantschii</i> Lagerheim			*			
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda	*					
<i>Characium angustum</i> A. Braun			*			
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze			*	*		
<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	*		*	*		*
<i>Korchikoviella</i> sp.		*				
<i>Lambertia</i> sp.	*			*		
<i>Monoraphidium</i> sp.	*	*				
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (H.C.Wood) C. Bock, Proschold et Krienitz						*
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	*	*		*		
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent	*	**				
<i>Radiococcus polyococcus</i> (Korshikov) I.Kostikov, T.Darienko, A.Lukesová & L.Hoffmann					*	**
<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i> Reinhard				*		
<i>Tetradesmus lagerheimii</i> M.J.Wynne & Guiry			*	*		
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstrom and Tiffany					*	
Streptophyta						
<i>Closterium aciculare</i> T. West				*	*	*
<i>Closterium acutum</i> Brebisson ex Ralfs		*			*	
<i>Cosmarium margaritifera</i> Meneghini ex Ralfs						*

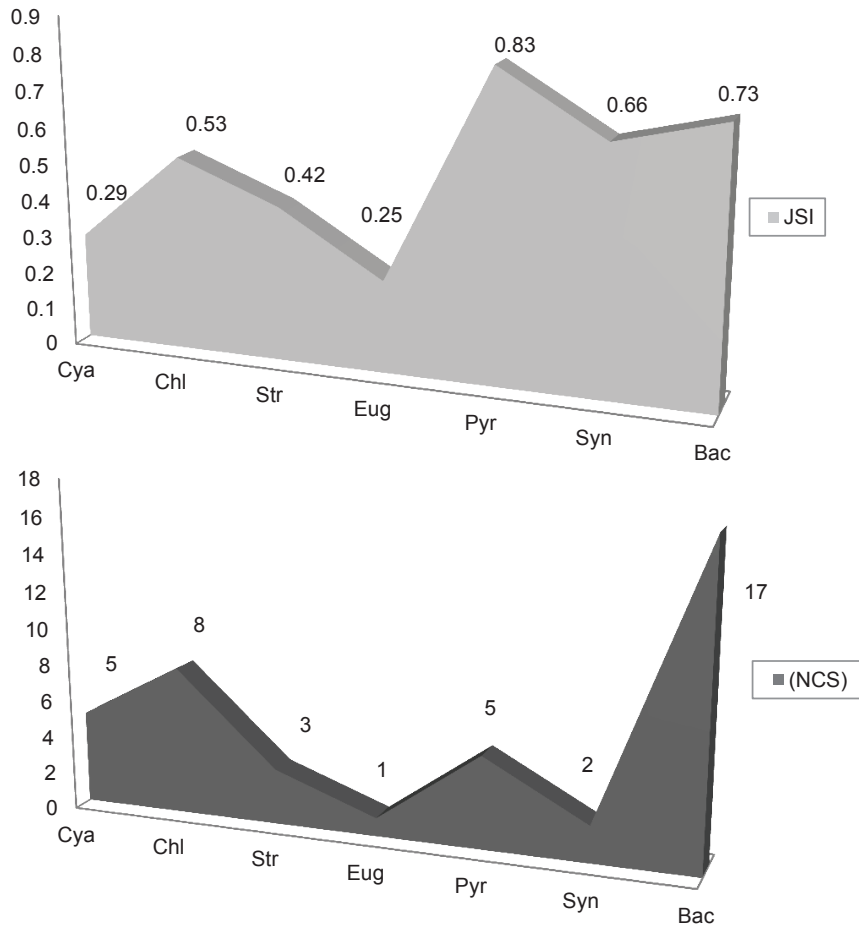
<i>Cosmarium</i> sp.				*		
<i>Elakatothrix lacustris</i> Korshikov						*
<i>Elakatothrix spirochroma</i> (Reverdin) Hindák				**		
<i>Staurastrum pingue</i> var. <i>planctonicum</i> (Teiling) Coesel & Meersters	*			*		*
Euglenophyta						
<i>Lepocynclis acus</i> (O.F.Müller) B.Marin & Melkonian				*		*
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin				*		
<i>Trachelomonas planctonica</i> Svirenko						*
<i>Trachelomonas</i> sp.	*			*		
Pyrrhophyta						
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	*			*	*	**
<i>Gymnodinium</i> spp.	*			*	*	*
<i>Gyrodinium helveticum</i> (Penard) Y.Takano & T.Horiguchi				*		*
<i>Peridinium bipes</i> Stein	*					*
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	**	*		**		
<i>Peridinium</i> spp.	**	**		**	*	
Ochrophyta						
Synurophyceae						
<i>Mallomonas acaroides</i> Perty		**		*		
<i>Mallomonas</i> sp.	*			*		*
<i>Malomonas c.f.tonsurata</i> Teiling	*					
Bacillariophyceae						
<i>Asterionella formosa</i> Hassall		**	**	**	**	**
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	*		*	*		
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg						*
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	*	*		*		
<i>Cyclotella</i> sp.				*		*
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh		*				*
<i>Cymbella</i> sp.	*	*	*	*	*	*
<i>Diploneis</i> sp.				*		
<i>Epithemia</i> sp.		*				
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	**	**				
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières						**
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	**	**	**	**	**	**
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg						*
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg						*
<i>Gomphonema</i> sp.				*		
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patric				*		*
<i>Navicula</i> sp.	*	*	*	*	*	*
<i>Nitzschia</i> sp.		*				*
<i>Stephanodiscus astraea</i> (Kützing) Grunow						*
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	*	*	*	*	*	*
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	**	**	*	**	**	**
<i>Tabellaria fenestrata</i> var. <i>asterionelloides</i> Grunow	*	*	**	*	**	**
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	*	*	*			

** доминантни видове



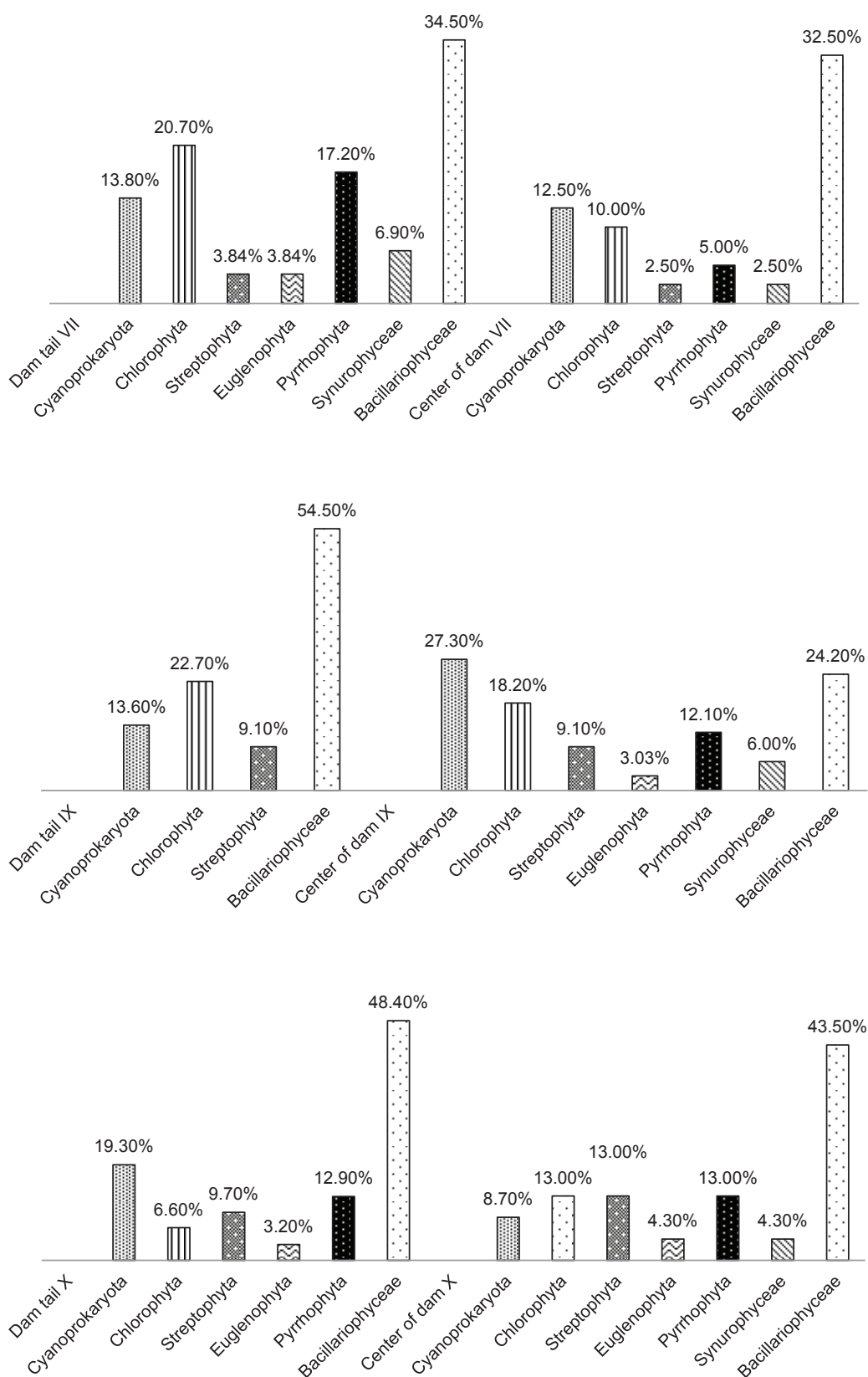
Фиг. 3. Брой видове и разпределение на фитопланктона в язовир Цанков камък за целия период на проучването

Fig. 3. Number of species and distribution of phytoplankton in Tsankov Kamak Reservoir for the entire study period



Фиг. 4. Индекс на Jaccard (JSI) на видово сходство между фитопланктона в язовир “Цанков камък” и брой на общите видове (NCS) от всяка таксономична група: Cya – Cyanoprokaryota; Eug – Euglenophyta, Pyr – Pyrrhophyta, Syn – Synurophyceae, Bac – Bacillariophyceae, Chl – Chlorophyta, и Str – Streptophyta

Fig. 4. Index of Jaccard (JSI) of species similarity between phytoplankton in the Tsankov Kamak Reservoir and the number of common species (NCS) from each taxo-nomic group: Cya – Cyanoprokaryota; Eug – Euglenophyta, Pyr – Pyrrhophyta, Syn – Synurophyceae, Bac – Bacillariophyceae, Chl – Chlorophyta, и Str – Streptophyta



Фиг. 5. Сезонно разпределение на фитопланктонните групи в язовир “Цанков камък” през 2015 г.
Fig. 5. Seasonal distribution of the phytoplankton groups in Tsankov kamak Reservoir through 2015

Bornet & Flahault, зелената *P. morum*, както и *M. acaroides* от клас Synurophyceae (табл. 3). През септември са установени 46 таксона. Фитопланктонът в опашката на язовира е представен от 22, а в централната му част от 33 таксона (фиг. 5). През септември в проточната част на язовир „Цанков камък“ най-масови са кремъчните – *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* Grunow и *A. formosa*, и синьо-зелените – *A. flosaquae*, *O. limosa* и *Gomphosphaeria aponina* Kützing; а в езерната част на язовира: *A. formosa* и *T. fenestrata* (от кремъчните) и синьо-зелените – *A. flosaquae* и *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek & Hindák. Общият брой на идентифицираните през октомври видове е 42. В проточната част на язовир „Цанков камък“ са констатирани 31 вида (фиг. 5). През октомври доминантни видове в проточната зона са диатомовите – *Fragilaria capucina* Desmazières и *T. fenestrata*, и синьо-зеленият *A. flos-aquae*, а в лимничната зона на язовира отново с най-голяма численост са кремъчните – *A. formosa* и *T. fenestrata*, пиропитовият *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller) Dujardin и зеленият *R. polycoccus* (табл. 3).

В речния участък количествените стойности на хлорофил *a* през периода на проучването се изменят от 0,337 през септември до 1,48 $\mu\text{g.l}^{-1}$ през юли, а при станцията в езерната зона – между 0,37 през октомври и 7,31 $\mu\text{g.l}^{-1}$

през юли (табл. 4). През юли, септември и октомври нивата на показателя в речната част на язовира са значително по-ниски от тези в лимничната зона (табл. 4). Средните стойности на хлорофил *a* за целия период на проучването са по-ниски при станцията в проточната част, в сравнение с езерната. Пространственото разпределение на фитопланктона във водните слоеве на язовир „Цанков камък“ има неравномерен характер. Най-високи нива при вертикалното разпределение на числеността и биомасата на фитопланктона са установени в еуфотичния слой на дълбочина от 5 m в лимничната зона през юли, а най-ниски в хиполимниона през октомври (табл. 5). Хоризонталното разпределение на фитопланктона в повърхностните води също има хетерогенен характер. В горния воден слой в проточната зона нивата на числеността и биомасата на фитопланктона през октомври са значително по-ниски, в сравнение с тези през юли и септември. Подобни са данните и за лимничната зона (табл. 5). Най-ниската отчетена абсолютна стойност за числеността на фитопланктона в проточната част през периода на изследването е през октомври при дълбочина 2,5 m, а най-високите – през юли и септември в повърхностния воден слой. Минималната стойност за биомасата в речната зона е отчетена през октомври на дълбочина 2,5 m, а максималната абсо-

Таблица 4. Описание на количествените стойности на фитопланктона в язовир „Цанков камък“
Table 4. Description of the quantities values of phytoplankton in the Tsankov kamak Reservoir

Пункт (Point) Measure Параметър (Parameter)	Опашка (Reservoir tail) Mean SD Min Max D Range	Среда на язовира (In the middle of Reservoir)					
		Mean SD Min Max D Range					
Chlorophyll a (Chl a) ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	0.976 0.583 0.337 1.48 1.14 0.337-1.481	4.65 3.748 0.37 7.31 6.94 0.37-7.31					
Phytoplankton numbers (PHN) ($\times 10^{-6}$ cells.l ⁻¹)	7.716 5.022 1.73 14 12.2 1.73-13.95	8.897 8.682 0.9 26.8 25.9 0.9-26.8					
Phytoplankton biomass (PhB) (mg.l ⁻¹)	0.304 0.311 0.051 0.9 0.85 0.051-0.900	0.327 0.316 0.033 0.973 0.94 0.033-0.973					

*Measure - мярка: Mean - средна стойност; SD - стандартно отклонение; Min - минимална стойност; Max - максимална стойност; D - размах; Range - диапазон

лютна – през юли при 0.5 m. В езерната зона минималните нива на същите показатели са установени в хиполимниона през октомври, на дълбочина 23 m, а максималните – в епилимниона, на дълбочина 5 m, през юли (табл. 5).

Постоянната цикличност в обилието и видовия състав представлява една от най-забележителните характеристики на сладководния фитопланктон. Досега факторите, които регулират периодите на последователен растеж и намаляване на популациите, са много и комплексни. Много от усилията са насочени към откриване на обяснение на характерното сезонно редуване на видовете, известно като „сезонна сукцесия“ (Reynolds, 1982). Биомасата е важен фактор за краткосрочна прогноза на цъфтежа на водораслите (Huang et al., 2012). Краткосрочното прогнозиране на пространствената динамика на фитопланктона се смята за първата и значителна стъпка при моделирането на цъф-

тежите. Доминирането на кремъчните водорасли в съобществата е показателен факт за олиготрофни условия (Costello et al., 2004). Според Mikhailyuk et. al., (2008) голямото обилие на диатомеите е характерно за водоеми с бързо течение, а на зелените и еугленови водорасли за такива с по-бавно течение. Късият период на задържане на водите, съпроводен с ниски температури и висока концентрация на фосфати, благоприятства увеличаването на биомасата на диатомовите водорасли. Това води до неблагоприятни условия за развитието на синьо-зелените водорасли (Wiśniewska, 2010). Кремъчните водорасли запазват доминантната си позиция във фитопланктона при условия на екстремно заливане през пролетта, когато водното ниво достига до максималните си стойности и когато термалната стратификация не е още установена (Mihaljevic et al., 2010). В началото на лятото се наблюдават различия в сезонната сукцесия на фитопланктона

Таблица 5. Численост и биомаса на фитопланктона при двете изследвани станции на язовир „Цанков камък”

Table 5. Numbers and biomass of the phytoplankton in the two studied stations of Tsankov kamak Reservoir

Месец (Month)	Местоположение (Location)	Дълбочина (Depth, m)	Численост (Numbers $\times 10^{-6}$ cells.l ⁻¹)	Биомаса (Biomass mg.l ⁻¹)
VII.2015	Опашка (Reservoir tail)	0.5	13.2	0.9
		4	8.1	0.171
	Среда (Centre of Reservoir)	0.5	7.5	0.255
		5	26.8	0.973
IX.2015	Опашка (Reservoir tail)	30	0.9	0.033
		0.5	13.95	0.384
	Среда (Centre of Reservoir)	4	5.78	0.172
		0.5	13.67	0.501
X. 2015	Опашка (Reservoir tail)	5	11.03	0.418
		0.5	3.54	0.144
	Среда (Centre of Reservoir)	2.5	1.73	0.051
		0.5	1.6	0.055
		10	8.57	0.333
		23	1.11	0.045

между олиготрофните и еутрофни системи. В еутрофните системи рециклирането на хранителните вещества по време на фазата на чистата вода позволява нов пик в развитието на фитопланктона (Leite et al., 2002). Представените данни за таксономичната структура на фитопланктона в язовир „Цанков камък“ показват доминантната роля на кремъчните, синьо-зелените и зелени водорасли през периода на изследването. Подобно на други планински язовири (Найденев и Сайс, 1977; Сайс, 1977; Kalchev et al., 2005; Дочин, 2015), кремъчните водорасли са водеща група, с най-голям брой на установените видове и постоянно присъствие в доминантните комплекси на фитопланктона. Според Rigosi & Rueda (2012), промените в доминантните групи настъпват главно в резултат на промени в екологичните условия, предизвикани от водния отток. Зелените водорасли запазват доминиращата си роля при силен воден отток от повърхностните слоеве, а синьо-зелените водорасли при воден отток от придънните водни слоеве (Rigosi & Rueda, 2012). При нашето проучване между двете станции са установени и някои различия в доминантните видове. През юли в проточната зона, в доминантните комплекси, освен кремъчните – *T. fenestrata*, *F. crotonensis* и *F. acus*, присъстват и пирифитовите водорасли – *Peridinium* sp. и *P. cinctum*, докато през същия период в лимничната зона на язовира тези таксони не участват в доминантните комплекси. През целия проучван период в речния участък на язовира е отчетено наличие на синьо-зелени водорасли като *A. flosaquae*, *P. agardhii*, участващи в доминантните комплекси, докато в езерната зона те по-рядко са част от доминантните видове. Една от основните причини за тези различия според нас са чисто хидрологичните разлики между двете изследвани станции, едната от тях се намира на практика в река, а втората – значително отдалечена от първата – в езерната част на язовира. Същевременно не е за пренебрегване и факта, че водното ниво на язовира в края на лятото и есента е значително по-ниско, вследствие на

изпускането на водите му за производство на електроенергия. Това внезапно намаляване на обема на водоема би могло да доведе до драматични промени в планктонните съобщества. С не по-малко значение за тези различия е и близостта на станцията в проточната зона до град Девин, с постъпващите непречистени битови води в речната част на язовира, което значително увеличава натоварването на проточната зона с органична материя. Въпреки това, по време на проучването не са установени масови цъфтежи на фитопланктона. Идентифицирани са някои видове цианопрокариоти (потенциални продуценти на токсини), но тяхната численост е сравнително ниска. Измерените през периода в язовир „Цанков камък“ количествени стойности на хлорофил *a* са по-високи в езерната част, в сравнение с тези в речната. Същото до известна степен се отнася за числеността и биомасата на фитопланктона, като максималните абсолютни стойности на тези показатели са установени в лимничната част на язовира. Стойностите за прозрачността на водата са най-ниски през юли и съответстват на максималните отчетени стойности за фитопланктонната численост и биомаса за същия период, и съответно най-ниски по време на минимумите в развитието на фитопланктона. Според Mihaljevic et al. (2010), разпределението на кремъчните водорасли във вертикалните водни слоеве е по-малко хомогенно. Когато езерата започват да стратифицират, обилието им значително намалява близо до повърхността, а е с по-високи стойности в дълбоките водни слоеве. Пространственото разпределение на фитопланктона в язовир „Цанков камък“ има неравномерен характер, максималните стойности при вертикалното разпределение на числеността и биомасата са отчетени в еуфотичния слой при лятната стратификация, където доминират кремъчните, синьо-зелените и зелените водорасли, а минималните – в хиполимниона по време на есенната циркулация, където са установени предимно кремъчни видове. Хоризонталното разпределение на фитопланктона също

има неравномерен характер, като между двете изследвани станции не са установени съществени разлики на стойностите за числеността и биомасата. Но разлики между двата изследвани пункта са установени по отношение на някои от доминантните видове. Зелените *P. morum* и *R. polyococcus*, както и пирофитовия *C. hirundinella* и синурофициейния *M. acaroides* са установени сред доминантите само в езерната зона, а синьо-зеленият *P. agardhii* и пирофитовите *P. cinctum* и *Peridinium* sp. са част от тези комплекси само в проточната зона. Установените разлики са логични, предвид разположението на двете изследвани станции в акваторията на водоема. Лимничната зона на язовира е с типичната алгофлора на езера и язовири, а в преходната част се срещат някои не толкова масови за езера и язовири планктонни водорасли. Интерпретацията на фитопланктонната периодичност предлага основа за прибавяне на подходящи количествени стойности в отговор на климатичните изменения и еутрофикацията, при което потенциално се променят нивата на лимитиращите ресурси (Reynolds, 1982). Олиготрофните езера имат един или два годишни максимума в биомасата на фитопланктона; след пролетния максимум има бавно развитие и намаляване през лятото, и понякога втори максимум през есента. Повечето еутрофни езера имат допълнителен максимум през лятото (Sommer, 1986). Пролетните и летните цъфтежи са по-ясно изразени в мезо и еутрофни езера, отколкото в езера с тенденция към олиготрофия (Seip & Reynolds, 1995). През периода на проучването са установени два максимума в развитието на фитопланктона в язовир „Цанков камък: летен – през юли, и есенен – през септември. В края на изследвания период, особено през октомври, вследствие значително понижаване на водното ниво на язовира, с цел производство на електроенергия, настъпват промени във фитопланктонното съобщество, като нивата на количествените показатели са по-ниски, в сравнение с тези през месеците юли и септември.

ИЗВОДИ

Резултатите от настоящото изследване на фитопланктона показват, че язовир „Цанков камък“ се характеризира с относително голямо обилие на алгофлората, представено от 75 таксона водорасли. Подобно на други планински язовири в страната, най-голям е броят на идентифицираните видове от клас Bacillariophyceae, следвани от отделите Cyanoprokaryota и Chlorophyta, много от представителите на които са ценен, естествен хранителен източник за стопанските видове риби. Установеното таксономично сходство между двете изследвани станции е относително високо. Отчетените разлики между тях в доминантните видове и количествено-то, и пространствено разпределение на фитопланктона са обусловени от хидрологичния им режим, едната от тях локализирана в преходната, проточна и плитка зона на язовира, а другата, разположена в дълбоката, езерна зона. Драматичното снижаване на водното ниво на язовира в края на изследвания период вероятно е другата причина за промени в таксономичната структура и количественото развитие на фитопланктонните съобщества, особено в плитката речна част, както и за разликите по отношение на доминантните видове. Антропогенно предизвиканият натиск също повлиява промените в съобществата на фитопланктона. Станцията с местоположение в речната част е в непосредствена близост до населено място, което е източник за зауставането на непречистени води в язовира, което би довело до увеличаване на нивата на органичната материя и повишаване на фитопланктонното обилие.

ЛИТЕРАТУРА

- Alexander, A. & J. Imberger, 2009. Spatial distribution of motile phytoplankton in a stratified reservoir: the physical controls on patch formation. *Journal of Plankton Research*, 31 (1): 101-118
- Arino, O. & R. Rudnicki, 2007. Phytoplankton dynamics. *C. R. Biologies*, 327: 961-969

- Belkinova, D. R. Mladenov, I. D. Dyulgerova, S. Cheshmedjiev & I. Angelova**, 2007. Phytoplankton Research in Karjali Reservoir. *Phytologia Balcanica*, 13 (1): 47-52
- Beshkova, M & D. Saiz**, 2006. Phytoplankton of the Yasna Polyana Reservoir (Southeast Bulgaria). - *Phytologia Balcanica*, 12 (1): 37-46
- Cabecinha, E., Cortes, R., Cabral, J. A., Ferreira, T., Lourenco, M. & M. A. Pardal**, 2009. Multi-scale approach using phytoplankton as a first step towards the definition of the ecological status of reservoirs. *Ecological Indicators*, 9: 240-255
- Costello, M. J. L. Collier, J. Dowse & D. Quigley**, 2004. Long-term environmental monitoring shows no impact from salmon cage farming in Lough Allen, an Irish freshwater lake. *Biology and Environment: Proceedings Of The Royal Irish Academy*, 104 B (1): 19-42
- Cox, J. E.**, 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman and Hall, London, 158 pp.
- Deisinger, G. V.**, 1984. Leitfaden zur Bestimmung der planktischen Algen der Karntner Seen und ihrer Biomasse. Karntner Institut für Seenforschung, 76 pp.
- Dochin, K. T.**, 2014. Structura i dinamika na fitoplanktona v yazovir Karzhali. *Jivotnovudni nauki*, 51 (1-2): 110-120
- Dochin, K. T.**, 2015. Sezonna dinamika i vidov sastav na fitoplanktona v yazovirite Kardzhali i Dospat. Disertacia, Sofijski Universitet "sv. Kliment Ohridski", Biologicheski facultet, 201 str.
- Dochin, K. T. & M. P. Stoyneva**, 2014. Effect of long-term cage fish-farming on the phytoplankton biodiversity in two large Bulgarian reservoirs. *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck*, 99: 95-112
- Fedorov, V. D.**, 1979. O metodah izuchenia fitoplanktona I evo aktivnosti. Moskva, Izd-vo Mosk. Universiteta, 159-166
- Guiry, M. D. and Guiry, G. M.**, Algae Base, World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2017. <http://www.algaebase.org>.
- Huang, J., Gao, J. & G. Hormann**, 2012. Hydrodynamic-phytoplankton model for short-term forecasts of phytoplankton in lake Taihu, China. *Limnologia*, 42: 7-18
- Kalchev, R., V. Tsavkova & S. Stoyanova**, 2005. Small-scale distribution, accuracy determination and comparability of abundance and diversity of phytoplankton in two Bulgarian reservoirs. *Phytologia Balcanica*, 11 (1): 25-32
- Laugaste, R.**, 1974. Razmerui i ves naybolee razprostranenuih vodorosley v ozerah "Chudsko-Pscovskom i Vuirtyarv. *Gidrobiologicheskie issledovaniya*, 6: 7-23
- Leite, B. V., Tassin, B. & J. C. Druart**, 2002. Phytoplankton variability in Lake Bourget: Phytoplankton dynamics and meteorology. *Lakes and Reservoirs: Research and management*, 7: 93-102
- Mahendra, A. & P. G. Nisar**, 2013. Study of seasonal variation of blue-green algae and their correlation with physicochemical parameters of Budaki M. I. tank Shirpur (M. S.) India. *Journal of Global Biosciences*, 2 (5): 139-144
- Mihaljevic, M., Spoljaric, D., Stevic, F., Cvijanovic, V., & B. H. Kutuzovic**, 2010. The influence of extreme floods from the river Dunabe 2006 on phytoplankton communities in Floodplain Lake: shift to a clear state. *Limnologia*, 40: 260-268
- Mikhailyuk T. I., Y. Kamenir, A. F. Popova, R. B. Kemp & Z. Dubinsky**, 2008. The effects of anthropogenic pollution on the Kanev Reservoir (Ukraine) phytoplankton. 1. Phytoplankton dynamics at stations with different levels of pollution. *Algae*, 3: 240-253
- Naidenov, V., Saiz, D.**, 1977b. Planktonat na yazovir Dospat prez purvite godini na zaviriavaneto mu. *Hydrobiologia* 5: 24-37
- Reynolds, C. S.**, 1982. Phytoplankton periodicity: Its motivation, mechanisms and manipulation. Annual Report, Freshwater Biological Association, Ambleside, 60-75
- Rigosi, A. & F. J. Rueda**, 2012. Hydraulic control of short-term successional changes in the phytoplankton assemblage in stratified reservoirs. *Ecological Engineering*, 44: 216-226
- Rott, E.V.**, 1983. Sind die veränderungen im phytoplanktonbild des Piburger Sees Auswirkungen der Tiefenwasserablenkung. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 67,1 (Algological studies 34): 29-80
- Saiz, D.**, 1977. Sezonnaja dinamika fitoplanktona v vodochranilishte Batak. *Hydrobiologia* 5: 52-61
- Salmaso, N., Morabito, G., Buzzi, F., Garibaldi, L., Simona, M & R. Mosello**, 2006. Phytoplankton as an indicator of the water quality of the deep lakes south of the Alps. *Hydrobiologia*, 563: 167-187
- Seip, K. I. & C. S. Reynolds**, 1995. Phytoplankton functional attributes along trophic gradient and season. *Limnol.Oceanogr*, 40 (3): 589-597
- Slastina, J. L., M. A. Klochkova**, 2011. Sezonnaja dinamika fitoplanktona oz. Chetirhvestnovno. Materialui IV shkolu-konferencii molodoih uchenuih s mejdunarodnuim uchastiem (26-28 avgusta 2011g.). Petrozavodsk: Karelskui nauchui centr RAN, 2011. S. 121-123
- Sommer, U.**, 1986. The periodicity of phytoplankton in lake Constance (Bodensee) in comparison to other deep lakes in central Europe. *Hydrobiologia*, 138: 1-7
- Stoyneva, M. P.**, 2014. Prinos kum prouchvaneto na bioraznoobrazieto na hidro- i aerobiontni prokariotni i eukariotni vodorasli v Bulgaria. Disertacia za pridobivane na nauchna stepen „doctor na naukite“, SU, BF, Cat. Botanika, 825 str.

Stoyneva, M. P. and Temniskova-Topalova, D. N., 2007. Cyanoprokaryotes of Bulgarian Non-Lotic Wetlands and their Biodiversity. In: Michev, T. M. and Stoyneva, M. P., Eds., Inventory of Bulgarian Wetlands and their Biodiversity. Part 1: Non-Lotic Wetlands. Publ. House Elsi-M, Sofia, 155-167

Temniskova, D. N., M. P. Stoyneva, 2011ab. Algologia. Pensoft, Sofia-Moskva, 964 str.

Teneva, I., Belkinova, D., Dimitrova-Dylgerova, I & R. Mladenov, 2009. Phytoplankton assemblages and monitoring of cyanotoxins in Trakiets reservoir. - Scientific

researches of the Union of Scientists in Bulgaria-Plovdiv, series B, 12: 244-249

Teneva, I., Belkinova, D., Dimitrova-Dylgerova, I., Vlaknova, M. & R. Mladenov, 2010. Composition and toxic potential of Cyanoprokaryota in Vacha Dam (Bulgaria). Second Balkan conference of biology, 21-23 May 2010, Plovdiv. 50 years University of Plovdiv.

Wiśniewska, M., 2010. Phytoplankton dynamics in the reservoir lake "Żur" on the pomeranian Wda River. Oceanological and Hydrobiological Studies. International Journal of Oceanography and Hydrobiology, 39 (4): 155-169