

СЕЗОННИ ПРОМЕНИ НА ФИТОПЛАНКТОНА В МАЛЪК ПЛИТЪК ЯЗОВИР, ЧАСТ ОТ ЗАЩИТЕНА ЗОНА ПО НАТУРА 2000

Костадин Дочин, Ангелина Иванова

Институт по рибарство и аквакултури – Пловдив

РЕЗЮМЕ

При проучването в язовир „Кавака“ са идентифицирани 98 таксона фитопланктон от 6 отдела: Cyanoprokaryota (24, 24.48%); Chlorophyta (44, 44.9%); Streptophyta (5, 5.1%); Euglenophyta (8, 8.2%); Pyrrophyta (3, 3.1%) и отдел Ochrophyta (клас Bacillariophyceae) (14, 14.3%). Най-голям е броят на видовете от зелените водорасли (44) от отдел Chlorophyta. Въпреки второстепенното значение по видово обилие на синьо-зелените водорасли, в язовир „Кавака“ са установени повсеместни цъфтежи на цианопрокариоти, потенциални продуценти на токсини, като: *Anabaena spiroides*, *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis wesenbergii*, като тези видове неизменно присъстват в доминантните комплекси на фитопланктон. Според данните от нашето изследване, причините за доминирането на цианобактериите са малката дълбочина, ниското водно ниво на язовир „Кавака“ през почти целия период, с изключение на есента, когато нивото на язовира е значително по-високо и ефектът на „разреждането“ на водите му предизвиква значително понижаване на фитопланктонната численост. Отчетената средна стойност за биомасата ($2,169 \text{ mg.l}^{-1}$), както и останалите данни от проучването на фитопланктон, потвърждават това, че язовир „Кавака“ се намира в силно напреднала степен на еутрофикация.

Ключови думи: фитопланктон, цъфтежи, цианопрокариоти, биомаса, еутрофикация

SEASONAL CHANGES OF PHYTOPLANKTON IN A SMALL SHALLOW DAM LAKE PART OF THE PROTECTED AREA NATURE 2000

K. Dochin, A. Ivanova

Institute of Fisheries and Aquaculture – Plovdiv

ABSTRACT

During the research in the Kavaka dam lake 98 taxa of phytoplankton from 6 divisions have been identified: Cyanoprokaryota (24, 24.48%); Chlorophyta (44, 44.89%); Streptophyta (5, 5.1%); Euglenophyta (8, 8.16%); Pyrrophyta (3, 3.06%) and division Ochrophyta (class Bacillariophyceae) (14, 14.28%). The most numerous are the species of the green algae (44) from the division Chlorophyta. Despite the secondary importance of blue-green algae in terms of species abundance, ubiquitous blooms of cyanobacteria have been identified in Kavaka dam lake. They are potential producers of toxins such as: *Anabaena spiroides*, *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* and *Microcystis wesenbergii*, and these types are always present in dominant phytoplankton complexes. According to the data from our research, the reasons for the dominance of cyanobacteria are: the shallow depth, the low water level of the Kavaka dam lake during almost the whole period, with the exception of autumn, when the level of the reservoir is significantly higher and the effect of dilution of its waters causes a significant decrease in phytoplankton numbers. The reported average value of the

biomass (2.169 mg.l⁻¹) as well as the rest of the data from the phytoplankton research confirm that the Kavaka dam lake is at a state of a highly advanced degree of eutrophication.

Key words: phytoplankton, blooms, cyanobacteria, biomass, eutrophication

Времевите промени в структурата и функцията на фитопланктона са с фундаментално значение за метаболизма във водните системи. Водната среда е обект на големи изменения, свързани с обилието и състава на фитопланктона като резултат от взаимодействието на физични, химични и биологични фактори (Calijuri et al., 2002). Познаването на водните организми и на хранителните мрежи в язовирите е важно, защото присъствието или липсата на някои видове може да послужи като инструмент за прогнозиране на промени в качеството на водите (Straskraba & Tundisi, 1999; Темнискова и Стойнева, 2011a). Развитието на зоопланктона е свързано с биомасата на водораслите, чиято ценност като храна за него зависи предимно от таксономичния състав на фитопланктона, а най-добре се усвояват зелените, кремъчните и частично еугленовите водорасли (Паскалева, 1986; Lambert et al., 1986). Според някои изследователи, хранителните навици на някои риби са тясно свързани с фитопланктона. Белият толстолоб (*Hypophthalmichthys molitrix*) може да консумира до 62% от зелените и кремъчни водорасли, а пъстрият толстолоб (*Aristichthys nobilis*) до 36% от синьо-зелените водорасли (He et al., 2011). В язовирите с по-висока физическа стабилност промените в скоростта на смяната на водата водят до изместване на доминантните видове, намаляване на видовото разнообразие и промяна в сукцесията на фитопланктона (Li et al., 2012). Хидравличната динамика е един от основните фактори, определящи структурните и времеви промени във фитопланктона в язовирите (Lopez et al., 2012). Водните приливи са причина за внезапни драматични промени на всички параметри на околната среда като водно ниво, температурен и кислороден режим, светлинен режим и наличие на биогени

(Godlewska et al., 2003). През последните години язовирната алгофлора в страната е сравнително добре проучена от Beshkova and Saiz (2006); Belkinova et al., (2007); Цанев и Белкинова (2008); Teneva et al., (2009); Teneva et al., (2010); Dochin, (2014); Dochin and Ivanova, (2015) и др. Данните относно фитопланктона и трофичния статус на малки и средни язовири са сравнително оскъдни. Затова целта на представеното изследване е: проучване на сезонните промени на таксономичната структура и доминантните видове във фитопланктона на язовир „Кавака“ във връзка с оценка на трофичното му състояние.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Язовир „Кавака“ (BG0002010) е разположен на 1,5 km от село Паничери в община Хисаря. Общата му водна площ е 79,91 ha, а надморската височина е 256 m (табл. 1). В язовира се намира смесена колония от малка бяла чапла (*Egretta garzetta*) и нощна чапла (*Nycticorax nycticorax*). Той е включен в Натура 2000, а в акваторията му има изградена рибовъдна ферма, в която се отглеждат: шаран (*Cyprinus carpio*, L.), бял и пъстър толстолоб (*H. molitrix*; *A. nobilis*), бял амур (*Ctenopharingodon idella*), сом (*Silurus glanis*) и бяла риба (*Sander lucioperca*). Проби бяха събирани от 2 станции, разположени в централната част на язовира и при преливника на дълбочина от 0,5 m (фиг. 1). Физикохимичните проби бяха 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 бяха определяни *in-situ* с комбиниран дълбочинен оксиметър, тип WTW Oxi 1970 i, и микропроцесорен оксиметър, тип WTW Oxi 1970 i; Електропроводимостта (Cond. $\mu\text{S}/\text{m}$) бе определена с микропроцесорен кондуктометър, тип WTW/SET; Активна реакция на водата (pH) бе отчитана с pH-метър, тип WTW/SET. Амониевите йони ($\text{NH}_4\text{-N}$) (БДС 3587-77) и нитратните йони ($\text{NO}_3\text{-N}$) (БДС 3758-85) бяха определяни спектрофотометрично; Общият азот (TN) ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), в това число амони-

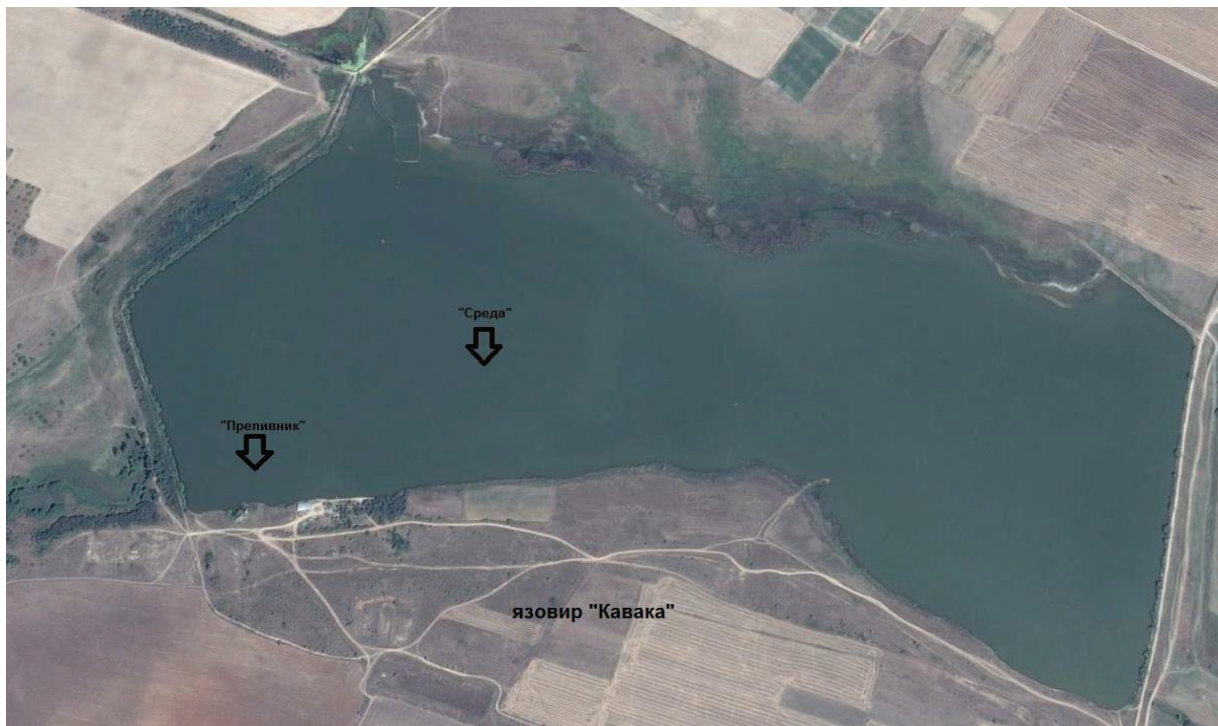
евият азот ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (БДС 3587-77), нитратният азот ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (БДС 3758-85) и ортофосфатите ($\text{PO}_4\text{-P}$) (БДС 7210-838) бяха определяни спектрофотометрично.

Пробите за анализ на фитопланктона бяха вземани с батометър, тип „Датски“, с обем 1200 ml., в банки с вместимост 1l. Консервирането им бе извършено с формалин до крайна концентрация 4%. Количественият и качественият анализ бе осъществен в бройтелна камера на „Burger“ по метода на Лаугасте (1974). Биомасата бе изчислена по таблици

Таблица 1. Станции за пробовзимане и географски координати на яз. „Кавака“

Table 1. Sampling stations and geographical coordinates in the Kavaca dam lake

Име на ВТ/Станция Name of Water Body/Site	Площ (Area, ha)	Надморска височина (Altitude, m)	GPS-координати (GPS Coordinates)
Язовир „Кавака“ Kavaca dam lake (BG0002010)	79,91	256	
„Среда“ (Middle of dam lake)			(420 26'.160' N) (0240.35'. 394'E)
„Преливник“ (Spillway)			(420 26'.310' N) (0240.35'. 494'E)



Фиг. 1. Сателитна снимка на язовир „Кавака“ със станциите за пробонабиране (Google Earth)

Fig. 1. Satellite image of Kavaca dam lake with sampling sites (Google Earth)

за стандартните тегла на фитопланктонните организми по 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 фитопланктони, 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“. Определянето на кремъчните водорасли бе направено без специално изгаряне по Сох (1996). Концентрацията на фотосинтетичния пигмент хлорофил *a* бе определяна спектрометрично в етанолен извлек, след филтруване, при λ 665 и 750 nm. За анализа му бяха взети смесени интегрални проби чрез пред-

варително измерване на дълбочината на еуфотичния слой (Z_{EU}).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През периода на проучването на язовир „Кавака“ температурата на водата се изменя от 13,0 °C до 29,8 °C. Прозрачността на водата се променя от 0,09 m до 0,12 m, а стойностите за разтворения във водата кислород са от 5,7 до 12,2 mg.l⁻¹. Подробни данни за динамиката и промените на основните физични и химични показатели на водата в язовир „Кавака“ са представени в табл. 2. В язовира са установени общо 98 таксона планктонни водорасли. Процентното разпределение и видовата структура на фитопланктона в язовира по време на изследването са представени на фиг. 2 и табл. 3. През юли в язовир „Кавака“ са установени 54 таксона (фиг. 3). Доминантна група в структурата на фитопланктона през юли са Цианопрокарйота: *Anabaena spiroides*, *Anabaena sphaerica*, *Merismopedia glauca* и *Microcystis aeruginosa*; и зелените водорасли: *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus communis* и *Scenedesmus protuberans*; както

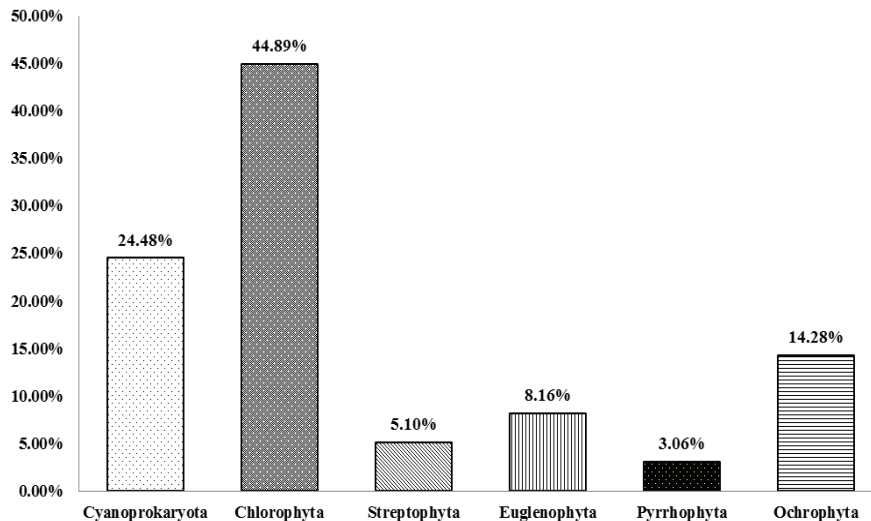
Таблица 2. Описание на стойностите на абиотичните показатели в язовир “Кавака”

Table 2. Description of the values of abiotic indicators in the Kavaca dam lake

Пункт (Point) Measure	Преливник / Spillway				Среда на язовира / In the middle of dam				
	Range	Mean	SD	D	Range	Mean	SD	D	
Параметър (Parameter)									
Water temperature	(°C)	13.6-29.8	22,633	8,259	16,200	13.0-29.1	22,03	8,228	16,100
Electrical conductivity	(μ S/cm)	395-434	421,0	22,516	39,000	395.0-460.0	438,333	37,527	65,000
Transparency	(m)	0.100-0.120	0,110	0,010	0,020	0.090-0.120	0,106	0,015	0,030
Dissolved oxygen (O ₂)	(mg.l ⁻¹)	6.20-12.20	8,886	3,055	6,000	5.70-8.20	7,166	1,305	2,500
Oxygen saturation (O ₂)	%	76.0-168.0	108,333	51,733	92,000	69.0-111.0	85	22,715	42,000
pH		7.38-9.27	8,020	1,082	1,890	7.21-8.58	7,696	0,766	1,370
Amonia nitrogen (NH ₄ -N)	(mg.l ⁻¹)	0.280-0.471	0,393	0,100	0,191	0.488-0.550	0,526	0,041	0,082
Nitrate nitrogen (NO ₃ -N)	(mg.l ⁻¹)	1.110-2.190	1,584	0,551	1,080	1.11-2.38	1,629	0,665	1,270
Total nitrogen (TN)	(mg.l ⁻¹)	1.390-2.620	1,977	0,616	1,230	1.63-2.95	2,155	0,699	1,320
Phosphate phosphorus (PO ₄ -P)	(mg.l ⁻¹)	0.310-0.556	0,415	0,126	0,246	0.43-0.74	0,607	0,159	0,310

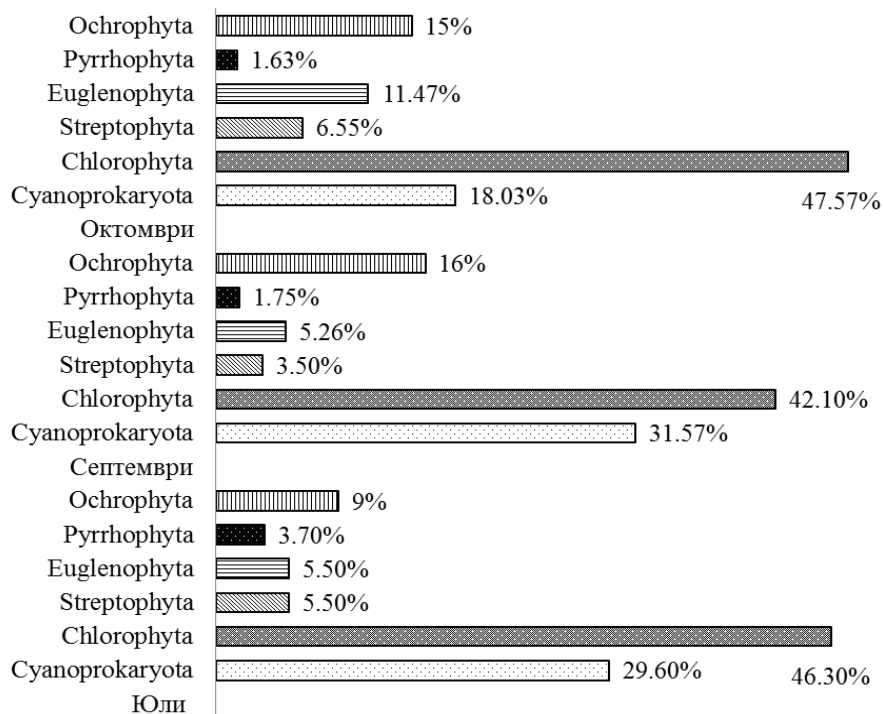
и кремъчният *Stephanodiscus hantzschii*; и еугленовият *Trachellomonas hispida* (табл. 4). През септември са идентифицирани 57 таксона фитопланктон (фиг. 3). През септември отново доминират синьо-зелените водорас-

ли: *M. aeruginosa*, *A. spiroides*, *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis wesenbergii*; зелените: *Pandorina morum*, *Pediastrum simplex* и *S. communis*; както и кремъчните: *Aulacoseira granulata* и *S. hantzschii*. През октомври в язо-



Фиг. 2. Разпределение и структура на фитопланктона в язовир „Кавака“ (2015 г.)

Fig. 2. Distribution and structure of phytoplankton in the Kavaca dam lake (2015)



Фиг. 3. Сезонно разпределение на фитопланктон в язовир „Кавака“ през 2015 г.

Fig. 3. Seasonal distribution of phytoplankton in the Kavaca dam lake in 2015

Таблица 3. Таксономичен състав на фитопланктона в язовир “Кавака”
Table 3. Taxonomic composition of the phytoplankton in the Kavaca dam lake

Месец (Month) Таксон (Taxa)	VII		IX		X	
	Преливник Spillway	Среда Middle	Преливник Spillway	Среда Middle	Преливник Spillway	Среда Middle
Суанопрокаryota						
<i>Anabaena flos-aquae</i> Brébisson ex Bornet & Flahault	*		*			
<i>Anabaena sheremetieviae</i> Elenkin	*					
<i>Anabaena</i> sp.	*					
<i>Anabaena sphaerica</i> Bornet & Flahault	**	**	*			
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn	**	**	*	**		
<i>Anabaenopsis circularis</i> (G.S.West) <i>Woloszynska</i> & V.Miller						*
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	*		**	**	**	**
<i>Aphanocapsa</i> c.f. <i>delicatissima</i> West & G.S.West			*		*	*
<i>Aphanocapsa</i> sp.		*		*	*	*
<i>Aphanothece clathrata</i> West & G.S.West		**				
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann				*	*	
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	*		*		*	*
<i>Coelosphaerium</i> sp.	*					
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	*	*				
<i>Lyngbya limnetica</i> Lemmermann		*	**	*	*	*
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	**	*		**		
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen					**	*
<i>Merismopedia</i> sp.			*	*		
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	**	**	**	**		
<i>Microcystis</i> sp.	*			*	*	*
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek ex Komárek			*		*	
<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont			*			
<i>Oscillatoria</i> sp.	*	*		*	*	*
<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenkin			*			
Chlorophyta						
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	*	*			*	*
<i>Ankistrodesmus acicularis</i> (Braun) Korshikov	*	*			*	*
<i>Ankistrodesmus bibrainus</i> (Reinsch) Korshikov				*		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	*					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda			*		*	
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reisch) Korsikov	*				*	
<i>Botriococcus</i> c.f. <i>braunii</i> Kützing			*			
<i>Chlamydomonas</i> c.f. <i>simplex</i> Pascher			*			
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris		*	*			*
<i>Coelastrum microporum</i> Naegeli	**	*		*		
<i>Crucigenia</i> sp.		*				
<i>Crucigeniella pulchra</i> (W. West & G. S. West) Komárek						*
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg			*			
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat		*		*		*

<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pascher & Korshikov in Korshikov	*		*		*	*
<i>Kirchneriella obessa</i> (G.S. West) Schmidle	*					
<i>Lagerheimia c.f.citriformis</i> (J.W.Snow) Collins			*			
<i>Lambertia</i> sp.					*	
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius				*		
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret in Brébisson) Komárková-Legnerová			*		*	*
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat		**	*			
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent	**	**	**			
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	*	*	*	*	*	**
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	*	*	**	**	*	*
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	*		*	*	*	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i> Reinsch		*				*
<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>elongatus</i> G.M. Smith	*	*	*	*	*	*
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann		*				
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> Dedusenko						*
<i>Scenedesmus bijugatus</i> Kützing	*		*		*	*
<i>Scenedesmus c.f. longispina</i> Chodat					*	
<i>Scenedesmus communis</i> Hegewald	*	**	**	**	**	**
<i>Scenedesmus intermedius</i> Chodat						*
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing	*	*	*		*	
<i>Scenedesmus perforatus</i> Lemmermann	*					
<i>Scenedesmus protuberans</i> F.E.Fritsch & M.F.Rich	**	**	*	*	*	*
<i>Schroederia robusta</i> Korshikov					*	*
<i>Tetraedriella</i> sp.	*	*	*	*		
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg					*	
<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	*	*			*	*
Tetraedron sp.					*	
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstrom and Tiffany					**	*
<i>Tetrastrum punctatum</i> (Schmidle) Ahlstrom & Tiffany				*		*
<i>Tetrastrum staurogeniaforme</i> (Schrod.) Lemm.					*	
Streptophyta						
<i>Closterium aciculare</i> T. West					*	*
<i>Closterium pronum</i> Brébisson	*	*	*	*		
Closterium sp.					*	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille		*			*	*
<i>Staurastrum planctonicum</i> Teiling	*	*	*	*	*	*
Euglenophyta						
<i>Euglena acus</i> (O.F.Müller) Ehrenberg				*	**	*
<i>Euglena gracilis</i> Klebs					*	
<i>Euglena polymorpha</i> Dangeard			*	*		*

<i>Euglena</i> sp.	*		*			
<i>Strombomonas</i> sp.			*			*
<i>Trachellomonas planctonica</i> Svirenko	*	*	**	*	**	*
<i>Trachellomonas</i> sp.			*		*	*
<i>Trachelomonas</i> c.f. <i>hispida</i> (Perty) Stein	*	**	*		*	*
Pyrrhophyta						
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	*	*	**			
Peridinium bipes Stein			*			
<i>Peridinium</i> sp.	*		*	*	*	*
Ochrophyta						
Bacillariophyceae						
<i>Amphora</i> sp.						*
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	*	**	**	**	**	**
Cocconeis placentula Ehrenberg				*	*	
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglipta</i> (Ehrenberg) Grunow						*
<i>Cyclotella glomerata</i> H.Bachmann				*		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing					**	**
<i>Cyclotella</i> sp.			*		*	*
<i>Cymbella</i> sp.			*			*
<i>Epithemia</i> sp.			*			
<i>Gomphonema</i> sp.			*			
<i>Navicula</i> sp.	*	*	*	*	*	*
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	*	**	*	**	**	**
<i>Synedra acus</i> Kützing	*					
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehrenberg	*					

вир „Кавака“ са констатирани 61 таксона водорасли (фиг. 3). Най-масови през октомври са синьо-зеленият – *A. flos-aquae*; зелените: *Pediastrum duplex* и *S. communis*; както и кремъчните водорасли: *A. granulata*, *Cyclotella meneghiniana* и *S. hantzschii* (табл. 4). През периода на изследването в язовир „Кавака“ стойностите на хлорофил *a* варират в широки граници – от 19,74 до 174,73 $\mu\text{g.l}^{-1}$. През юли са отчетени най-високите нива за същия показател (табл. 5). Стойностите за хлорофил *a* през септември се изменят в границите от 74,04 до 157,95 $\mu\text{g.l}^{-1}$, а през октомври се понижават значително с 5 до 7 пъти (табл. 5). Стойностите за числеността на фитопланктона през юли в язовира се изменят в границите от 122,4 до 126,4 $\times 10^{-6}$ cells.l⁻¹, а за биомасата – от 2,207 до 3,322 mg.l^{-1} . Нивата на същите показатели през септември са с най-високи стойности за периода на проуч-

ването (табл. 5). През октомври стойностите за числеността и биомасата на фитопланктона намаляват почти да пъти (фиг. 4, 5). Средната стойност за биомасата на фитопланктона (за периода на проучването) в язовира е 2,169 mg.l^{-1} , което е доказателство за еутрофния характер на изследвания водоем по този показател.

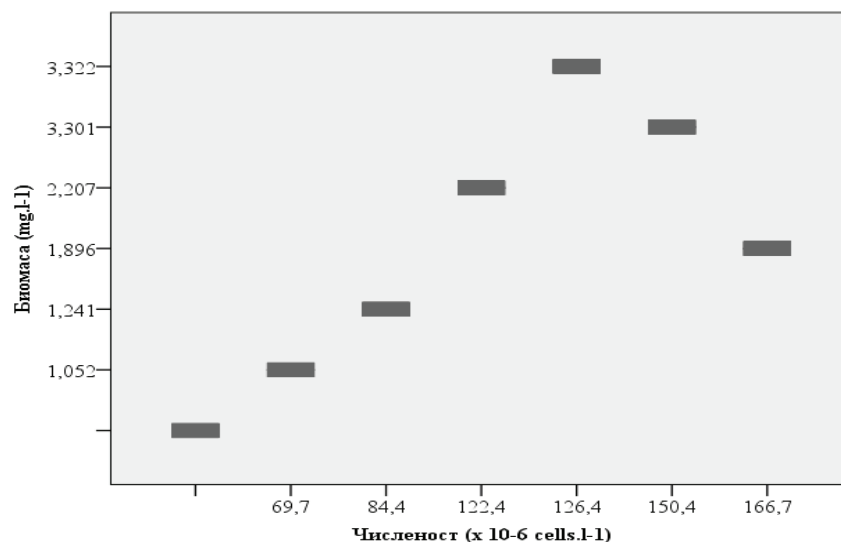
Видовият състав на фитопланктона в язовирите се различава от състава в естествените езера. Видовете в естествените водоеми са по-уязвими към бързи промени в условията на средата, например водното ниво и притока. Язовирите обикновено имат по-големи флуктуации във водното ниво, в сравнение с естествени езера. Крайбрежната зона на дълбоките езера е първата, която е неблагоприятно засегната от прекомерни изменения във водното ниво. Различните видове, обитаващи крайбрежните хабитати, са се развили

Таблица 4 . Фитопланктонни групи и доминантни видове в язовир „Кавака“**Table 4.** Phytoplankton groups and the dominant species in the Kavaca dam lake

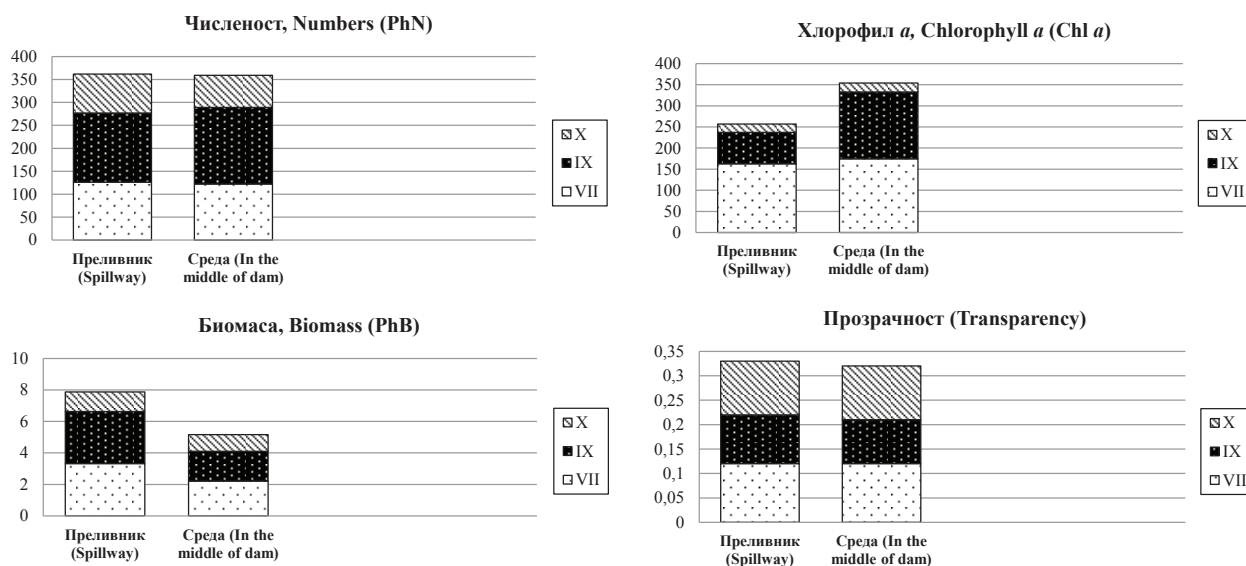
Месец	Фитопланктонна група	Брой/видове	Доминантни видове
VII. 2015 г.	Цианопрокaryota	16	<i>Anabaena spiroides</i> , <i>Anabaena sphaerica</i> , <i>Aphanothece clathrata</i> , <i>Merismopedia glauca</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i>
	Chlorophyta	25	<i>Coelastrum microporum</i> , <i>Oocystis lacustris</i> , <i>Pandorina morum</i> , <i>Scenedesmus communis</i> , <i>Scenedesmus protuberans</i>
	Streptophyta	3	<i>Staurastrum planctonicum</i>
	Euglenophyta	3	<i>Trachellomonas c.f. hispida</i>
	Pyrrhophyta	2	<i>Ceratium hirundinella</i>
	Ochrophyta (Bacillariophyceae)	5	<i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i> ,
IX. 2015 г.	Цианопрокaryota	18	<i>Anabaena spiroides</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Lyngbya limnetica</i> , <i>Merismopedia glauca</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Microcystis wesenbergii</i>
	Chlorophyta	24	<i>Pandorina morum</i> , <i>Pediastrum simplex</i> , <i>Scenedesmus communis</i> ,
	Streptophyta	2	-
	Euglenophyta	3	<i>Trachellomonas planctonica</i>
	Pyrrhophyta	1	<i>Ceratium hirundinella</i>
	Ochrophyta (Bacillariophyceae)	9	<i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i> ,
X. 2015 г.	Цианопрокaryota	11	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Merismopedia punctata</i>
	Chlorophyta	29	<i>Pediastrum duplex</i> , <i>Scenedesmus communis</i> , <i>Tetrastrum glabrum</i>
	Streptophyta	4	-
	Euglenophyta	7	<i>Euglena acus</i> , <i>Trachellomonas planctonica</i>
	Pyrrhophyta	1	<i>Peridinium sp.</i>
	Ochrophyta (Bacillariophyceae)	9	<i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i> ,

Таблица 5. Описание на количествените стойности на фитопланктона в язовир “Кавака”**Table 5.** Description of the quantities values of phytoplankton in the Kavaca dam lake

Параметър (Parameter)	Пункт (Point) Measure	Преливник / Spillway				Среда на язовира / In the middle of dam			
		Range	Mean	SD	D	Range	Mean	SD	D
Chlorophyll a (Chl a)	($\mu\text{g.l}^{-1}$)	19.74-162.89	85,550	72,260	143,140	21.15-174.73	117,950	84,240	153,58
Phytoplankton numbers (PhN)	($\times 10^{-6}$ cells.l ⁻¹)	84.8-150.4	120,53	33,19	65,6	69.7-166.7	119,6	48,56	97
Phytoplankton biomass (PhB)	(mg.l^{-1})	1.241-3.322	2,62	1,19	2,08	1.052-2.207	1,718	0,59	1,155



Фиг. 4. Боксплот диаграма на числеността ($\times 10^{-6}$ cells.l⁻¹) и биомасата (mg.l⁻¹) на фитопланктона в язовир „Кавака“
Fig. 4. Boxplot diagram of numbers ($\times 10^{-6}$ cells.l⁻¹) and biomass (mg.l⁻¹) of the phytoplankton in the Kavaca dam lake



Фиг. 5. Численост ($\times 10^{-6}$ cells.l⁻¹), биомаса (mg.l⁻¹), хлорофил *a* (μ g.l⁻¹) и прозрачност (m) в язовир “Кавака”
Fig. 5. Numbers ($\times 10^{-6}$ cells.l⁻¹), biomass (mg.l⁻¹), chlorophyll *a* (μ g.l⁻¹) and transparency (m) in the Kavaca dam lake

с адаптации към флукуации във водното ниво (Zohary & Ostrovsky, 2011). Язовирите са предпочитани от видове, толерантни към чести изменения и характеризирани се с го-

лямо разнообразие от различни типове жизнени стратегии (Pocięcha & Wilk-Wozniak, 2006). В язовир „Кавака“ най-голям брой видове (44) са идентифицирани от отдел

Chlorophyta, със слабо вариране от 42% (през септември) до 47,6% (през октомври), и синьо-зелените водорасли от Cyanoprokaryota (24 таксона) – варират от 18% (през октомври) до 31,6% (през септември). Представителите на клас Bacillariophyceae са разглеждани в границите от 9% (през юли) до 15% (през септември). Цианопрокариотите притежават голяма екологична пластичност. Те са повсеместни в сладките води и могат да предизвикат цъфтежи (Wojciechowska et al., 2004). Данните от нашето изследване показват, че Cyanoprokaryota имат много висока численост през целия период, а много от видовете потенциални продуценти на токсини участват в доминантите на фитопланктона. Според Kentzer et al. (2010), по-честото присъствие на синьо-зелените водорасли в общата численост на фитопланктона се отчита само по време на най-ниските нива на притока. Цианопрокариотите обикновено имат конкурентно предимство пред другите таксономични групи в по-топли и по-силно стратифицирани води (Reynolds, 2006). Фитопланктонът на много езера и особено на тези с високи трофични нива е доминиран от едри колониални представители на цианопрокариотите (Cabecinha et al., 2009). Тези водорасли, сред които *Microcystis*, *Anabaena*, и *Aphanizomenon*, обикновено се използват като индикаторни организми за еутрофикация (Akbaý et al., 1999). От друга страна, доминирането на кремъчните и дребни зелени водорасли е индикатор за ниска трофичност и добро качество на водата (Strastkraba & Tundisi, 1999). Според Crossetti et al. (2008), повишаването на нивата на еутрофикацията намалява разнообразието на фитопланктона и води до ръст в развитието на цианопрокариотите. В язовир „Кавака“, въпреки най-големия брой видове от Chlorophyta, през юли доминират представителите на Cyanoprokaryota, повечето от които са потенциално токсични видове, като *A. spiroides*, *A. flos-aquae* и *M. aeruginosa*. През септември отново най-масови са видовете синьо-зелени, едва през месец октомври, с изключение на *A. flos-aquae*, доминират видове от зелените

и кремъчните водорасли. Според нас вероятно една от многото причини за доминацията им са ниските водни нива на язовир „Кавака“ през почти целия сезон, с изключение на октомври, когато водното ниво е значително по-високо и ефектът на „разреждането“ на водите му предизвиква значително понижаване на числеността. По време на активния сезон за рибовъдството, през лятото, дълбочината на язовира едва надхвърля 1 m. През октомври нивото и площта му значително се увеличават, което още един път показва важното значение на хидрологичния режим за развитието на биологичните съобщества. Морфометрията на язовирите и тяхната дълбочина, дължащи се на ограниченията от напълването и оттичането през летния сух период, често играят ключова роля в динамиката на фитопланктона (Barone & Naselli-Flores, 1994). Ниските и намаляващите нива на водата в езерата обикновено са свързани с нисък приток и по-слабо външно натоварване с хранителни вещества, което би трябвало да доведе до олиготрофикация и подобряване на качеството на водите. От друга страна, екстремното намаляване на нивата на водата може да превърне мономиктичните езера в полимиктични, в които стратификацията през лятото да доведе до цъфтеж на цианопрокариотите (Zohary & Ostrovsky, 2011). Увеличаването на водното ниво може да намали биомасата на цианопрокариотите пряко – чрез ефекта на разреждане, или косвено – чрез изменение на лимнологичните условия в язовирите (Yang et al., 2016). Наличието на цъфтежи от синьо-зелените водорасли е наблюдавано при много различни условия в целия Европейски регион. Те отдавна са признати като видове, които могат да предизвикват проблем с качеството на водите в езера и язовири, дължащ се на тяхната потенциална токсичност и на способността им да влошават вкуса на питейната вода (Karadzic et al., 2010). Средната стойност на биомасата на фитопланктона в язовир „Кавака“ е 2,169 mg.l⁻¹ и свидетелства за това, че изследваният водоем се намира в еутрофно състояние.

ИЗВОДИ

Данните за качествения и количествения състав на фитопланктона показват, че проучваният язовир „Кавака“ се характеризира със сравнително голямо обилие на водорасли (98 таксона). Най-масово срещаните зелени, и синьо-зелени водорасли са сред групите с най-голямо значение като източник на храна за зоопланктона, свободно живеещите и стопанските видове риби. В язовира най-голям е броят на видовете от отдел Chlorophyta, но представителите на Суанопрокариота, между които видове, потенциални продуценти на токсини, имат висока численост в продължение на почти цялото изследване. Много от тях съставляват постоянна част от доминантите на фитопланктона и са една от основните причини за еутрофикацията на язовира. Наличието и обилното развитие на цианопрокариотите, както и сезонни промени в доминантите в язовир „Кавака“, потвърждават влиянието на хидрологичния режим на язовирите за повишаване или съответно за намаляване на трофността им. Констатираните сезонни различия в числеността и биомасата на фитопланктона се дължат основно на малката дълбочина, големите промени в хидрологичния режим на язовира и на повишаването на нивата на органичните съединения, в резултат от експлоатацията на язовира за целите на рибовъдството. Установената в нашето изследване средна стойност за биомасата на фитопланктона, както и останалите данни от проучването на фитопланктона, потвърждават това, че язовир „Кавака“ се намира в силно напреднала степен на еутрофикация.

ЛИТЕРАТУРА

- Akbay, N., N. Anul, S. Yerli, S. Soyupak & C. Yurteri**, 1999. Seasonal distribution of large phytoplankton in the Keban Dam Reservoir. *Journal of Plankton Research*, 21(4): 771-787
- Barone, R. & L. Naselli-Flores**, 1994. Phytoplankton dynamics in a shallow, hypertrophic reservoir (Lake Arancio, Sicily). *Hydrobiologia*, 289: 199-214
- 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
- Beshkova, M.** 1996. Horizontal distribution of the phytoplankton and characteristics of the Struma River-Pchelina Reservoir ecotone. *Hidrobiologiya (Sofia)*, 40: 43-54
- 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
- Calijuri, M. C., A. C. A. Dos Santos & S. Jati**, 2002. Temporal change in the phytoplankton community in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, S. P. Brazil). *Journal of Plankton Research*, 24 (7): 617-634
- Canev, A., Belkinova, D.**, 2008. Izsledvania varhu fitoplanktona na yazovir Ivailovgrad (Iztochni Rodopi, Bulgaria). *Ubilejna nauchna konferenciya po Ecologia (sbornik s docladi) Plovdiv, 1-vi noemvri 2008*, 485-493
- Cox, J. E.**, 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman and Hall, London, 158 pp.
- Crossetti, L. O., Bicudo, D. C., Bicudo, C. E. M. and L. M. Bini**, 2008. Phytoplankton biodiversity changes in a shallow tropical reservoir during the hypertrophication process. *Braz. J. Biol.*, 68(4): 1061-1067
- Deisinger, G. V.**, 1984. Leitfaden zur Bestimmung der planktischen Algen der Karntner Seen und ihrer Biomasse. *Karntner Insitut fur Seenforschung*, 76 pp.
- Dochin, K. & A. Ivanova**, 2015. Study of phytoplankton diversity and hydrochemical regime of Bistrica Dam Lake. *Bulg. J. Agric. Sci., Supplement 1*, 21: 137-146
- Dochin, K. T.**, 2014. Structura i dinamica na fitoplanktona v yazovir Karzhali. *Jivotnovudni nauki*, 51 (1-2): 110-120
- Fedorov, V. D.**, 1979. O metodah izuchenia fitoplanktona I evo aktivnosti. Moskva, Izd-vo Mosk. Universiteta, 159-166
- Godlewska, M., Mazurkiewicz-Boron, G., Pocięcha, A., Wilk-Wozniak, E. & M. Jelonek**, 2003. Effects of flood on the functioning of the Dobczyce reservoir ecosystem. *Hydrobiologia*, 504: 305-313
- Karadzic, V., Simic, G. S., Krizmanic, J. & D. Natic**, 2010. Phytoplankton and eutrophication development in the water supply reservoirs Garasi and Bakulja (Serbia). *Desalination*, 255: 91-96
- Kentzer, A., Dembowska, E., Gizinski, A. & P. Napierkowski**, 2010. Influence of the Wloclawek reservoir on hydrochemistry and plankton of a large lowland river

(The Lower Vistula River, Poland). *Ecological Engineering*, 36: 1747-1753

Laugaste, R., 1974. Razmerui i ves naybolee razprostranenuih vodorosley v ozerah "Chudsko-Pscovskom I Vuirtyarv. *Gidrobiologicheskie issledovaniya*, 6: 7-23

Li, F., Haiping, Z., Yiping, Z., Yihua, X. & C. Ling, 2012. Effect of flow velocity on phytoplankton biomass and composition in a freshwater lake. *Science of the Total Environment*, 447: 64-71

Lopez, N. L., Rivera-Rondon, C. A., Zapata, A. Jimenes, J., Villamil, W., Arenas, G., Rincon, C. & T. Sanches, 2012. Factors controlling phytoplankton in tropic high-mountain drinking-water reservoirs. *Limnetica* 31 (2): 305-322.

Pociecha, A. & E. Wilk-Wozniak, 2006. The life strategy and dynamics of selected species of phyto- and zooplankton in a dam reservoir during „wet“ and „dry“ years. *Polish Journal of Ecology*, 54 (1): 29-38

Reynolds, C. S., 2006. *Ecology of phytoplankton*. Cambridge, 551 pp.

Rott, E.V., 1983. Sind die veränderungen im phytoplanktonbild ds Piburger Sees Auswirkunngen der Tiefenwasserableitung. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 67,1 (Algological studies 34): 29-80

Straskraba, M., & J. G. Tundisi, 1999. Guidelines of lake management. *Reservoir water quality management*.

Volume 9, International Lake Environment Committee, 236 pp.

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.

Wojciechowska, W., Poniewozic, M. & A. Pasztaleniec, 2004. Vertical distribution of dominant cyanobacteria species in three lakes - evidence of tolerance to different turbulence and oxygen conditions. *Polish Journal of Ecology*, 52 (3): 347-351

Yang, J. Lv., H., Yang, J., Liua, L., Yua., X. & H. Chen, 2016. Decline in water level boosts cyanobacteria dominance in subtropical reservoirs. *Science of the Total Environment* 557-558, 445-452

Zohary, T. & I. Ostrovsky, 2011. Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lake. *Inland Waters*, 1: 47-59