

КОРЕЛАЦИОННИ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ФАКТОРИТЕ НА СРЕДАТА И ФИТОПЛАНКТОНА В ЯЗОВИРИТЕ „КЪРДЖАЛИ” И „ДОСПАТ”

КОСТАДИН ДОЧИН, ВЕЛИКА КУНЕВА*,
ЛИЛЯНА ХАДЖИНИКОЛОВА, ИВАН ИЛИЕВ**.

Институт по рибарство и аквакултури - Пловдив

*Аграрен университет - Пловдив

**Пловдивски университет „П. Хилендарски” - Пловдив

Фитопланктонът е важно звено на водните трофични вериги. Като първичен продуцент той превръща неорганичните вещества в органични съединения по време на фотосинтезата и пренася енергия и хранителни вещества за зоопланктона и другите водни организми в хранителната верига (Hanpongkittikul, 2005, Jakhar, 2013). Планктонологичното изследване е много често използван инструмент за оценка на качеството на водите и допринася за разбирането на основния характер и общото икономическо състояние на езерата (Tamot et al., 2008). В много публикации през последните години е проучено наличието на взаимовръзки между планктонните съобщества и факторите на средата, както и приложението на корелационните коефициенти за описание на връзките между различните показатели на средата в различни по тип и предназначение водоеми (Kalcheva et al., 2008 a,b). Резултатите от проучванията на Wang et al. (2007) показват, че връзките между биомасата на фитопланктона и свързаните с тях промени на средата са много чувствителни към сезонната периодичност, която е един от ключовите фактори за разбирането на различната роля на биотичните и абиотичните промени за фитопланктонната изменчивост, и от друга страна спомага за подобряване на методите за управление на еутрофните езера (Wang et al., 2007). Според резултатите от проучванията на Ishaq et al. (2013) и Wang et al. (2007) прилагането на корелационния анализ между физикохимичните фактори на средата и характеристиките на съобществото е от

изключителна важност да бъдат идентифицирани определени ключови взаимоотношения, които са с решаващо значение за устойчивото управление на природните екосистеми (Ishaq et al., 2013). Азотът и фосфорът са основните хранителни вещества и фактори с изключително значение за развитието на фитопланктона (Long et al., 2013). Данните при приложения в същото изследване корелационен анализ показват много висока корелация ($n=24$, $P<0.01$, $r=0.624$) между хлорофил α и общия азот (Long et al., 2013). При повишаването на числеността на фитопланктона и съдържанието на хлорофил α , общият азот намалява, което показва, че той не е лимитиращия фактор (Long et al., 2013). Въпреки че данните на някои изследователи показват, че общият фосфор не е свързан с фитопланктонната плътност и хлорофил α , то съотношението N:P илюстрира, че фосфорът е лимитиращ фактор за развитието на фитопланктона (Long et al., 2013). Редица автори определят азота като основен лимитиращ фактор за развитието на фитопланктона, а в резултатите от проучванията на някои от тях се посочва значителна взаимовръзка между биомасата на потенциалните азот фиксиращи цианопрокариоти и нивото на азот фиксиращата дейност (Philips et al., 1997). Актуалността на разглежданите въпроси, свързани с взаимовръзките между физикохимичните показатели и числеността и биомасата на фитопланктона очертават целта на представеното изследване: анализ на корелационните зависимости между факторите на средата и въздействието им вър-

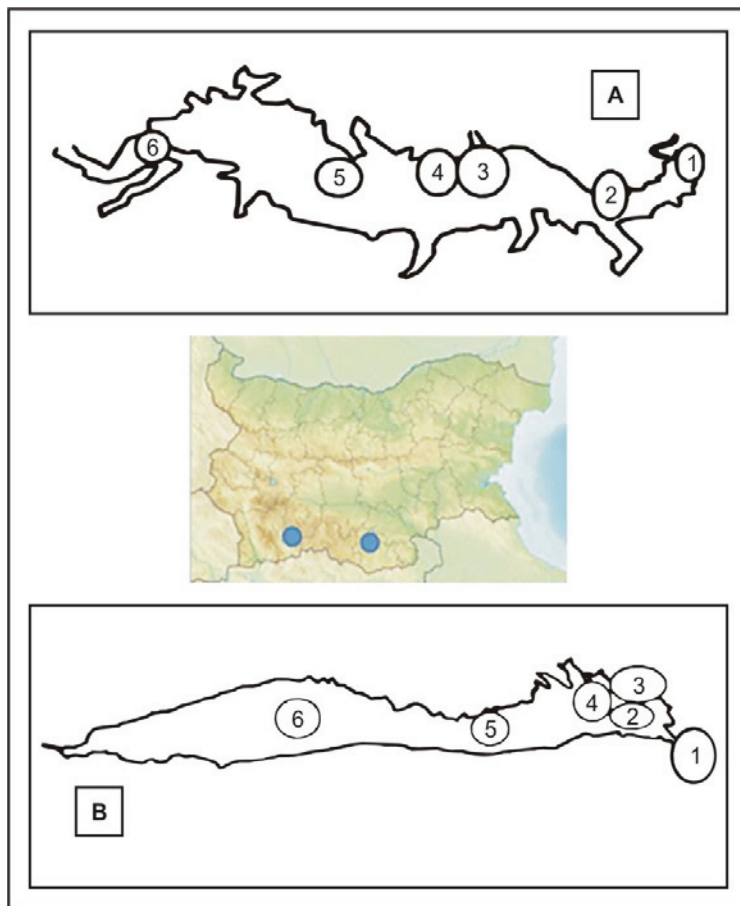
ху количественото развитие на фитопланктонните съобщества в язовирите „Кърджали“ и „Доспат“ през периода 2009-2012 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Описание на изследваните водоеми. Настоящото изследване бе проведено в акваторията на язовирите „Кърджали“ и „Доспат“ от 2009 до 2012 г. И в двата водоема пробите бяха събирани от 6 станции, разположени по цялата им дължина. Всяка една от станциите включваше до пет дълбочини за вземане на проби в зависимост от локалната дълбочина на язовира (фиг. 1). Язовир „Кърджали“ е полупланински, разположен на около 280 m надморска височина, с географски координати: N 41°37' и E 25°20'. Площта на язовира е до 15 991 735 m². Язовир „Доспат“ е планински, разположен на 1 280 m

надморска височина, с географски координати: N 41°41'54" и E 24°05'10" и площ 22 099 371 m² (Michev and Stoyneva, 2007, табл. 1). И в двата изследвани водоема има изградени садкови стопанства за отглеждане на риба. В язовир „Кърджали“ се отглеждат основно есетрови риби (*Acipenseridae*), шаран (*Cyprinus carpio*) и европейски сом (*Silurus glanis*), а в язовир „Доспат“ се отглежда само дъгова пъстърва (*Oncorhynchus mykiss*). Продължителността на експлоатацията на садковите ферми и в двата язовира е над 30 години.

Физикохимични показатели. Пробите бяха събирани съобразно стандартизирани методи, съгласно нормативните изисквания в България и на Европейското законодателство (EU Рамкова Директива за Води 2000/60/ЕС). По време на изследването бяха проследени следните по-важни физикохимични параметри



Фиг. 1. Схема на язовирите: А: "Кърджали" и В: "Доспат" със станциите за вземане на проби.
Fig. 1. Scheme of reservoirs: A: Kardzhali and B: Dospat with sampling stations.

Таблица 1. Географска и морфометрична характеристика на язовирите “Кърджали” и “Доспат” (2009-2012 г.)

Table 1. Geographical and morphometrical characteristics of Kardzhali and Dospat reservoirs (2009-2012).

| Изследвани водоеми | Мярка | яз. “Кърджали” | яз. “Доспат” |
|---------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| Географска ширина | | 41°37’ | 41°41’54” |
| Географска дължина | | 25°20’ | 24°05’10” |
| Средна надморска височина | m | 280 | 1 280 |
| Завирен обем | m ³ | 497 235 698 | 449 248 693 |
| Залята площ | m ² | 15 991 735 | 22 099 371 |
| Максимална дължина | m | 22 000 | 19 000 |
| Средна ширина | m | 1 950 | 1 323 |
| Средна дълбочина | m | 33 | 20 |
| Максимална дълбочина | m | 74,3 | около 50 m |
| Приток | | река Арда | река Доспат |
| Водосборен басейн | km ² | 1 882 | 432,3 |

в двата язовира: *Прозрачност по Secchi* (Sd) – тя бе определяна по метода на Secchi с разграфен на срещуположни черни и бели сегменти метален диск с размер 20 cm. *Температурен режим на водата* (T°C). Профилът на температурата на водата (T°C) бе определян *in situ* с комбиниран дълбочинен оксиметър, тип WTW Oxi 1970 i. *Електропроводимостта* (Cond $\mu\text{s}/\text{m}$) бе определена с микропроцесорен кондуктометър тип WTW /SET. *Активната реакция на водата* (pH) бе отчитана с pH-метър тип WTW/SET. *Кислородният режим* ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) и *насищането с кислород* (%) беше определяно *in situ* с микропроцесорен оксиметър тип WTW Oxi 1970 i. *Амониевите йони* ($\text{NH}_4\text{-N}$) (БДС 3587-77) бяха определяни спектрофотометрично. *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 амониевият азот ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (БДС 3587-77) и нитратният азот ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (БДС 3758-85) бяха определяни спектрофотометрично. *Фосфатните форми* $\text{PO}_4\text{-P}$ бяха определяни спектрофотометрично (БДС 7210-838). *Перманганатната окисляемост* ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) бе определяна по стан-

дартен аналитичен метод (БДС-3413-77, синхронизиран по ISO).

Фитопланктон. Пробите за анализ 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 броителна камера на „Burker“ по метода на **Лаугасте** (1974). Биомасата бе изчислена по таблици на **Лаугасте** (1974), **Федоров** (1979) и **Rott** (1983) за стандартните тегла на фитопланктонните организми. За видовете, чиито тегла не са включени в таблиците, обемът бе изчислен чрез прилагане на специален коефициент. 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 ($\times 10^{-6}\text{cells}\cdot\text{l}^{-1}$). Биомасата на някои видове бе изчислена като бяха използвани формули за съответните геометрични форми (**Deisinger**, 1984) и е изразена в $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Доминантните видове бяха определяни от процентното участие на отделните видове

Таблица 2. Стойности на коефициента на корелация на Pearson за физико-химичните фактори и количествените показатели на фитопланктона в язовир "Кърджали".

Table 2. Values of the coefficient of correlation of Pearson for physico-chemical factors and quantitative indicators of phytoplankton in Kardzhali reservoir.

| | Ph _N | Ph _B | SD | Т°С | Cond | pH | O ₂ | O ₂ % | NH ₄ ⁺ | NO ₃ -N | TN | NH ₃ | PO ₃ -P | Oxidiz |
|------------------------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|----------------|------------------|------------------------------|--------------------|---------|-----------------|--------------------|--------|
| Ph _N | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Ph _B | 0.98** | 1 | | | | | | | | | | | | |
| SD | -0.36** | -0.35** | 1 | | | | | | | | | | | |
| Т°С | -0.18 | -0.19 | 0.4** | 1 | | | | | | | | | | |
| Cond | -0.31* | -0.32* | 0.67** | 0.15 | 1 | | | | | | | | | |
| pH | 0.39** | 0.37** | -0.38** | 0.34* | -0.37** | 1 | | | | | | | | |
| O ₂ | 0.19 | 0.18 | -0.34* | -0.13 | -0.21* | 0.17 | 1 | | | | | | | |
| O ₂ % | 0.37** | 0.35** | -0.43** | -0.02 | -0.15 | 0.45** | 0.48** | 1 | | | | | | |
| NH ₄ ⁺ | -0.02 | -0.03 | 0.02 | 0.1 | 0.02 | 0.03 | 0 | 0.05 | 1 | | | | | |
| NO ₃ -N | 0.02 | 0.03 | -0.32* | -0.87** | -0.11 | -0.42** | 0.1 | -0.06 | -0.08 | 1 | | | | |
| TN | 0.01 | 0.03 | -0.29* | -0.87** | -0.06 | -0.44** | 0.1 | -0.06 | -0.08 | 0.98** | 1 | | | |
| NH ₃ | 0.24* | 0.25* | -0.06 | 0.43** | -0.22* | 0.54** | 0.21* | 0.29* | -0.02 | -0.43** | -0.42** | 1 | | |
| PO ₄ -P | -0.13 | -0.15 | 0.01 | -0.37** | 0.5** | -0.21* | 0.1 | 0.18 | 0.03 | 0.37** | 0.41** | -0.26* | 1 | |
| Oxidiz | -0.08 | -0.07 | -0.06 | 0.14 | 0.18 | 0.06 | -0.04 | 0.07 | 0.02 | -0.1 | -0.03 | -0.07 | 0.08 | 1 |

** Корелацията е значителна при нива на значимост от 0.01. * Корелацията е значителна при нива на значимост от 0.05.

Таблица 3. Стойности на коефициента на корелация на Pearson за физико-химичните фактори и количествените показатели на фитопланктона в язовир "Доспат".

Table 3. Values of the coefficient of correlation of Pearson for physico-chemical factors and quantitative indicators of phytoplankton in Dospat reservoir.

| | Ph _N | Ph _B | SD | T°C | Cond | pH | O ₂ | O ₂ % | NH ₄ ⁺ | NO ₃ -N | TN | NH ₃ | PO ₃ -P | Oxidiz |
|------------------------------|-----------------|-----------------|---------|---------|--------|---------|----------------|------------------|------------------------------|--------------------|-------|-----------------|--------------------|--------|
| Ph _N | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Ph _B | 0.98** | 1 | | | | | | | | | | | | |
| SD | -0.41** | -0.41** | 1 | | | | | | | | | | | |
| T°C | -0.13 | -0.12 | 0.52** | 1 | | | | | | | | | | |
| Cond | -0.15 | -0.13 | 0.08 | -0.07 | 1 | | | | | | | | | |
| pH | -0.01 | -0.001 | 0.28* | 0.33* | -0.33* | 1 | | | | | | | | |
| O ₂ | 0.27* | 0.25* | -0.49** | -0.25* | -0.21* | 0.13 | 1 | | | | | | | |
| O ₂ % | 0.25* | 0.23* | -0.38** | 0.02 | -0.25* | 0.22* | 0.96** | 1 | | | | | | |
| NH ₄ ⁺ | -0.01 | -0.003 | -0.25* | -0.1 | -0.01 | -0.3 | -0.06 | -0.08 | 1 | | | | | |
| NO ₃ -N | -0.2* | -0.19 | -0.26* | -0.54** | 0.04 | -0.26* | 0.2* | 0.04 | 0.15 | 1 | | | | |
| TN | -0.19 | -0.19 | -0.29* | -0.54** | 0.04 | -0.29* | 0.19 | 0.03 | 0.25* | 0.99** | 1 | | | |
| NH ₃ | -0.05 | -0.04 | 0.06 | 0.18 | -0.21* | 0.67** | 0.14 | 0.21* | 0.08 | -0.02 | -0.01 | 1 | | |
| PO ₄ -P | 0.11 | 0.09 | -0.25* | -0.29* | 0.26* | -0.52** | 0.22* | 0.15 | 0.18 | 0.27* | 0.29* | -0.28* | 1 | |
| Oxidiz | -0.2* | -0.22* | 0.26* | 0.18 | 0.14 | -0.24* | -0.04 | 0.04 | 0.02 | -0.02 | -0.02 | -0.16 | 0.29* | 1 |

** Корелацията е значителна при нива на значимост от 0.01. * Корелацията е значителна при нива на значимост от 0.05.

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 (Сох, 1996).

Статистически анализ. С помощта на корелационен анализ (Генчев и др., 1975) бяха установени и оценени зависимостите между изследваните показатели, изразени чрез коефициента на линейна корелация на Pearson (r), изчислен по формулата:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \right]}}$$

X - независимата променлива при нива на значимост $P < 0.05$, $P < 0.01$.

Математическата обработка на данните бе извършена посредством статистическата програма SPSS (Манов, 2001)

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Корелационни зависимости между физикохимичните фактори на средата. През целия период на проучване прозрачността на водата в язовир „Кърджали“ е във висока корелационна зависимост с електропроводимостта ($r=0.67$, $P < 0.01$) и значителна с температурата ($r=0.40$, $P < 0.01$), както и в корелационна връзка с отрицателен знак с рН ($r = -0.38$, $P < 0.01$), кислородното насищане ($r = -0.43$, $P < 0.01$), кислорода ($r = -0.34$, $P < 0.05$), нитратите ($r = -0.32$, $P < 0.05$) и общия азот ($r = -0.29$, $P < 0.05$, табл. 2). Температурата е в значителна корелация с амоняка ($r=0.43$, $P < 0.01$) и умерена с рН ($r=0.34$, $P < 0.05$). Висока с обратен знак е взаимовръзката на температурата с нитратите ($r = -0.87$, $P < 0.01$) и общия азот ($r = -0.87$, $P < 0.01$), и значителна с фосфатите ($r = -0.37$, $P < 0.01$). Електропроводимостта е в значителна корелация с фосфатите ($r=0.50$, $P < 0.01$), и в значителна с отрицателен знак с рН ($r = -0.37$, $P < 0.01$,

табл. 2). Активната реакция на водата е в значителна зависимост с насищането с кислород ($r=0.45$, $P < 0.01$) и амоняка ($r=0.54$, $P < 0.01$), както и в корелация с отрицателен знак с нитратите ($r = -0.42$, $P < 0.01$) и общия азот ($r = -0.44$, $P < 0.01$, табл. 2). Значителна корелация е установена между нивата на разтворения във водата кислород и насищането ($r=0.48$, $P < 0.01$), а кислородното насищане е в умерена корелация с амоняка ($r=0.29$, $P < 0.05$). Нитратите показват много висока корелационна зависимост с общия азот ($r=0.98$, $P < 0.01$) и значителна с фосфатите ($r=0.37$, $P < 0.01$), както и значителна корелация с отрицателен знак с амоняка ($r = -0.43$, $P < 0.01$). Общият азот корелира положително с фосфатите ($r=0.41$, $P < 0.01$) и с отрицателен знак с амоняка ($r = -0.42$, $P < 0.01$, табл. 2).

В язовир „Доспат“ прозрачността е в значителна корелационна зависимост с температурата ($r=0.52$, $P < 0.01$), както и в такава с отрицателен знак с кислорода ($r = -0.49$, $P < 0.01$) и насищането ($r = -0.38$, $P < 0.01$). Умерена с отрицателен знак е зависимостта на прозрачността с амониевия, ($r = -0.25$, $P < 0.05$) нитратния ($r = -0.26$, $P < 0.05$), общия азот ($r = -0.29$, $P < 0.05$), фосфатите ($r = -0.25$, $P < 0.05$) и окисляемостта ($r = -0.26$, $P < 0.05$, табл. 3). Температурата е в зависимост с рН ($r=0.33$, $P < 0.05$), както и в корелация с отрицателен знак с нитратите ($r = -0.54$, $P < 0.01$) и общия азот ($r = -0.54$, $P < 0.01$). Нивата в електропроводимостта на водата са в умерена взаимовръзка с фосфатите ($r=0.26$, $P < 0.05$) и в корелация с отрицателен знак с рН ($r = -0.33$, $P < 0.05$), кислорода ($r = -0.21$, $P < 0.05$), насищането ($r = -0.25$, $P < 0.05$) и амоняка ($r = -0.21$, $P < 0.05$, табл. 3). Активната реакция на водата в язовир „Доспат“ е във висока корелация с концентрацията на амоняка ($r=0.67$, $P < 0.01$) и във връзка с отрицателен знак с фосфатите ($r = -0.52$, $P < 0.01$), амониевия ($r = -0.30$, $P < 0.05$), нитратния ($r = -0.26$, $P < 0.05$), общия азот ($r = -0.29$, $P < 0.05$) и окисляемостта ($r = -0.24$, $P < 0.05$, табл. 3). Кислородът е в много висока корелационна зависимост с насищането ($r=0.96$, $P < 0.01$) и умерена с нитратния ($r=0.20$, $P < 0.05$), общия азот ($r=0.19$, $P < 0.05$) и фосфатите ($r=0.22$, $P < 0.05$). През периода на

изследването нивата на амониевите йони са в умерена зависимост със стойностите на общия азот ($r=0.25$, $P<0.05$) (табл. 3). Много висока степен на корелация ($r=0.99$, $P<0.01$) е отчетена между нитратите и нивата на азота, а общият азот е в умерена корелационна зависимост с фосфатите ($r=0.29$, $P<0.05$, табл. 3).

Корелационни зависимости между физикохимичните фактори и фитопланктона. При настоящото изследване в язовир „Кърджали“ числеността е в много висока зависимост ($r=0.98$, $P<0.01$) с биомасата на фитопланктона и значителна връзка с рН ($r=0.39$, $P<0.01$) и насищането с кислород ($r=0.37$, $P<0.01$). Значителна и умерена корелация с отрицателен знак е установена между числеността на фитопланктона и прозрачността ($r=-0.36$, $P<0.01$) и електропроводимостта на водата ($r=-0.31$, $P<0.05$). Умерена корелационна зависимост е отчетена между фитопланктонната численост и температурата на водата ($r=-0.18$, $P<0.05$) и количеството на разтворения кислород ($r=0.19$, $P<0.05$). Биомасата на фитопланктона е в значителна корелация с рН ($r=0.37$, $P<0.01$) и насищането с кислород ($r=0.35$, $P<0.01$), умерена с амония ($r=0.25$, $P<0.05$) и слаба корелация с разтворения във водата кислород ($r=0.18$, $P<0.05$, табл. 2). През периода на изследването е установена корелация с отрицателен знак между биомасата на фитопланктона и прозрачността ($r=-0.35$, $P<0.01$) и слаба с температурата на водата ($r=-0.19$, $P<0.05$) и фосфатите ($r=-0.15$, $P<0.05$, табл. 2). През периода на проучване на взаимовръзките между факторите на средата и количественото развитие на фитопланктона в язовир „Доспат“ числеността е в много висока корелация с биомасата на фитопланктона ($r=0.98$, $P<0.01$) и в умерена корелационна зависимост с разтворения кислород ($r=0.27$, $P<0.05$) и кислородното насищане ($r=0.25$, $P<0.05$, табл. 3). Значителна с отрицателен знак е зависимостта между фитопланктонната численост и прозрачността на водата ($r=-0.41$, $P<0.01$), както и с нитратния ($r=-0.20$, $P<0.05$), общия азот ($r=-0.19$, $P<0.05$) и окисляемостта ($r=-0.20$, $P<0.05$, табл. 3). Биомасата на фитопланктона е в умерена коре-

лация с нивата на разтворения във водата кислород ($r=0.25$, $P<0.05$), с процента на насищане с кислород ($r=0.23$, $P<0.05$) и прозрачността ($r=-0.41$, $P<0.01$), и в умерена корелационна връзка с отрицателен знак с нитратния азот ($r=-0.19$, $P<0.05$), общия азот ($r=-0.19$, $P<0.05$) и окисляемостта ($r=-0.22$, $P<0.05$, табл. 3).

В много публикации, проучващи корелационните зависимости между факторите на средата, изследователите посочват наличието на значителна корелация ($n=24$, $P<0.01$, $r=0.587$) между плътността на фитопланктона и температурата на водата, което показва значението й за развитието на фитопланктона (Long et al., 2013). В други изследвания се установява наличието на корелационни връзки с положителен и отрицателен знак между физикохимичните показатели и таксономичната структура на фитопланктона, а също така и взаимовръзки между съобществата на зоопланктона и фитопланктона (Conte-Porcuna et al., 2002, Kotadiya and Solanki, 2013, Ebigwai et al., 2014). Някои автори отчитат висока корелация (≥ 0.75) между общата численост на *Bacillariophyceae* и прозрачността, нитратите и фосфатите (Onyema, 2007). В работата на Ishaq and Khan (2013) се посочва, че представителите на *Chlorophyceae* колерират с положителен знак с температурата на водата и прозрачността ($r=0.67$, $P>0.05$), а други като Sharma et al. (2013) отчитат значителна връзка с отрицателен знак на същата таксономична група с разтворения във водата кислород ($r=-0.608$, $P>0.05$). В публикацията на Ebigwai et al. (2014) също се анализират корелационните зависимости между фитопланктона и физикохимичните параметри. Авторите посочват значителна зависимост ($r=0.86$) между представителите на *Dinophyta* и количеството на нитратите (Ebigwai et al., 2014). В данните, публикувани от Bhatnagar and Devi (2012) е отчетена статистическа взаимовръзка ($r=0.305$, $P<0.01$) между количеството на разтворения кислород и фитопланктона, а фосфатите показват корелация с отрицателен знак ($r=-0.372$, $P<0.01$) с фитопланктонната популация (Bhatnagar and Devi, 2012). Според резултатите на Ishaq et al.

(2013) фитопланктонът е в зависимост с отрицателен знак с температурата, а от друга страна е отчетена корелация с положителен знак с прозрачността, електропроводимостта, рН, твърдостта на водата и разтворения кислород (Ishaq et al., 2013). Получените от нас данни за корелационните коефициенти на Pearson в язовир „Кърджали“ показват, че най-значимите физикохимични фактори, които влияят върху количественото и пространствено разпределение на фитопланктона са: рН, кислородното насищане, прозрачността и електропроводимостта на водата. Тези резултати са в съответствие с проучванията на изследователи като **Bhatnagar and Devi**, (2012), **Ishaq et al.**, (2013), **Sharma et al.**, (2013). В настоящото изследване на язовир „Кърджали“ активната реакция на водата и кислородното насищане са в значителна корелация с положителен знак с числеността и биомасата на фитопланктона, а взаимовръзката им с прозрачността и електропроводимостта на водата е с отрицателен знак, което е в съответствие с данните на **Ishaq and Khan** (2013), **Ishaq et al.** (2011), посочващи наличие на корелационна зависимост на фитопланктона с прозрачността и електропроводимостта на водата с отрицателен знак. В язовир „Доспат“ най-значимите фактори на средата, които са в корелационна зависимост с числеността и биомасата на фитопланктона, са: прозрачността на водата, концентрацията на разтворения във водата кислород, кислородното насищане и електропроводимостта на водата. В нашето изследване бе установена по-слаба корелационна зависимост между количествените показатели на фитопланктона и нитратните форми на азота, за разлика от данните на **Onyema** (2007) и **Ebigwai et al.** (2014), които докладват за наличие на значителна корелационна зависимост между фитопланктона и нитратите. В настоящото проучване бе отчетена слаба корелация между количественото развитие на фитопланктона и концентрациите на общия азот и перманганатната окисляемост. Подобно на публикуваните от други изследователи резултати и в настоящото изследване бяха установени корелационни взаимовръзки меж-

ду числеността и биомасата на фитопланктона и рН, прозрачността на водата и разтворения кислород (**Bhatnagar and Devi**, 2012; **Ishaq et al.**, 2013; **Long et al.**, 2013; **Wang et al.**, 2007). Прозрачността на водата се определя най-вече от развитието на фитопланктона и от количеството на суспендираните частици във водата. Масовото развитие на фитопланктона и разлагането на частиците могат да увеличат нивата на суспендираните частици, а оттам и да понижат прозрачността на водата. Това може да обясни корелацията с отрицателен знак между водната прозрачност и количественото развитие на фитопланктона. За разлика от данните на предишни изследвания (**Bhatnagar and Devi**, 2012; **Ishaq and Khan**, 2013; **Long et al.**, 2013 и **Sharma et al.**, 2013) в настоящото проучване на язовир „Доспат“ е отчетената слаба корелационна зависимост с отрицателен знак между числеността и биомасата на фитопланктона и температурата на водата, и слаба корелация с положителен знак между горните показатели и концентрацията на разтворения във водата кислород.

ИЗВОДИ

В представеното изследване на взаимовръзките между факторите на средата и количественото развитие на фитопланктона в язовир „Кърджали“ стойностите на коефициента на корелация на Pearson показват много висока корелационна зависимост между числеността и биомасата на фитопланктона. Установена е значителна корелация с положителен знак е между числеността и биомасата на фитопланктона и рН, и насищането с кислород, и такава с отрицателен знак с прозрачността на водата. Водната прозрачност е с висока корелационна зависимост с температурата и значителна с електропроводимостта на водата. Температурата на водата е в корелация с отрицателен знак с нитратите, общия азот и с фосфатите. Нитратите показват много висока корелационна зависимост с положителен знак с общия азот, и значителна с фосфатите и амоняка. Общият азот е в значителна връзка с фо-

сфатния фосфор и амоняка.

В язовир „Доспат” стойностите на коефициента на Pearson показват също, че числеността на фитопланктона е в много висока корелационна зависимост с биомасата, и в корелация с отрицателен знак с прозрачността, както и във взаимовръзка с положителен знак с нивата на кислорода и насищането му. Биомасата корелира отрицателно с прозрачността, а тя е в значителна зависимост с водната температура. Много висока степен на корелация е отчетена между нитратите и общия азот и значителна връзка с отрицателен знак между температурата на водата, нитратите и общия азот.

Резултатите от корелационния анализ в язовир „Кърджали показват, че най-значимите фактори на водната среда, които влияят върху количественото и пространствено разпределение на фитопланктона са: прозрачността и електропроводимостта на водата, рН и кислородното насищане, а в язовир „Доспат”: прозрачността на водата, разтвореният във водата кислород, насищането с кислород и електропроводимостта на водата.

Представеното проучване може да послужи като основа за бъдещи по-задълбочени изследвания на зависимостите между факторите на средата и въздействието им върху количественото развитие, сезонната динамика и таксономичната структура на фитопланктонните съобщества в различни типове водоеми.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Генчев, Г., Е. Маринков, В. Йовчев, А. Огнянова**, 1975. Биометрични методи в растениевъдството, генетиката и селекцията, Земиздат, София.
2. **Лаугасте, Р.**, 1974. Размеры и вес наиболее распространенных водорослей в озерах Чудско-Псковском и Выртсьярв., Гидроб.исс., 6, 7-23..
3. **Манов, А.**, 2001. Компютърна статистика със SPSS, Тракия, София.
4. **Федоров, В. Д.**, 1979. О методах изучения фитопланктона и его активности. М., Издательство Московского университета. 159-166.

5. **Bhatnagar, A. and P. Devi**, 2012. Application of correlation and regression analysis in assessing lentic water quality: a case study at Brahmsarovar Kurukshetra, India. *International Journal of Environmental Science*, 3 (2): 813-820.

6. **Conte-Porcuna, J. M. Ramos-Rodrigues, E. and C. Perez-Martines**, 2002. Correlation between nutrient concentrations and zooplankton populations in a mesotrophic reservoir. *Freshwater Biology*, 47: 1463-1473.

7. **Cox, J. E.**, 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman and Hall, London., 158 pp.

8. **Deisinger, G.V.**, 1984. Leitfaden zur Bestimmung der planktischen Algen der Karntner Seen und ihrer Biomasse. Karntner Insitut fur Seenforschung, pp.76.

9. **Ebigwai, J. K., Imedimfon, I. E., Bright, H. A., Olowu, I., and F. A. Ekanem**, 2014. Physico-chemical parameters and phytoplankton assemblages along spatial and temporan gradiends in Great Kwa River, Calabar, Nigeria. *International Journal of Biological Chemistry*, 8 (1): 1-20.

10. **Hanpongkittikul, A. and L.Wongrat**, 2005. Phytoplankton community in the Pasak Jolasid Reservoir, Lop Buri Province. *Kasetsart University Fishery Research Bulletin*, 28: 1-12.

11. **Ishaq, F., Khanna, D. R. and A. Khan**, 2013. Physico-chemical and phytoplanktonic characteristics of river Tons at Dehradun (Uttarakhand), India. *Journal of Applied and Natural Science*, 5(2): 465-474.

12. **Ishaq, F. and A. Khan**, 2013. Assessment of ecological aspects and impact of pollution on limnological conditions of river Yamuna in Dehradun district of Uttarakhand India. *European Journal of Experimental Biology*, 3(2):18-31.

13. **Jakhar, P.** 2013. Role of phytoplankton and zooplankton as health indicators of aquatic ecosystem: a review. *International Journal of Innovative Research and Studies*, vol.2 issue 12: 490-500.

14. **Kalcheva, H., Nikolova, L., Terzyisky D., Stoeva, A. and R. Kalchev a**, 2008. Bacteriplancton dynamics and its relations to the productivity in carp fish ponds. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14 (2): 186-194.

- 15. Kalcheva, H., Nikolova, L., Terzyisky D., Stoeva, A., Pehlivanov, L. and R. Kalchev b,** 2008. Relationships between bacterioplankton, zooplankton and environmental factors in fertilized and non-fertilized carp fishponds. *Acta Zool. Bulg.*, Suppl. (2): 175-184.
- 16. Kotadiya, N. G. and H. A. Solanki,** 2013. Correlation of plankton diversity and density with physic-chemical parameters in Ghuma lake, rural area of Ahmedabad. *Global Research Analysis*, 2 (7): 175-178.
- 17. Long, S. X., Chen, C., Liu, Z. W and X. Y. Ye,** 2013. Relationship between phytoplankton and environment factors in Lake Hongfeng. *Journal of Environmental Biology*, 34: 445-449.
- 18. Michev, T. and Stoyneva, M.,** 2007. Inventory of Bulgarian wetlands and their biodiversity. Database of Bulgarian Non-Lotic Wetland and their Biodiversity. IBW 3155, Publishing House Elsi-M, Sofia.
- 19. Onyema, I. C.,** 2007. The phytoplankton composition abundance and temporal variation of a polluted estuarine creek in Lago, Nigeria. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 7: 89-96.
- 20. Philips, E. J., Cihra, M., Havens, K., Hanlon, C., Badylak, S., Rueter, B., Randall, M. and P. Hansen.,** 1997. Relationship between phytoplankton dynamics and the availability of light and nutrients in a shallow sub-tropical lake. *Journal of Plankton research*, 19 (3): 319-642.
- 21. Rott, E. V.,** 1983. Sind die veränderungen im phytoplanktonbild ds Piburger Sees Auswirkungen der Tiefenwasserableitung. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 67,1 (Algological studies 34): 29-80.
- 22. Sharma, K. K., Sharma, R. Langer, S. and K. Bangotra,** 2013. Phytoplankton as tool of biomonitoring of Behlol Nullah, Jammu (J&K), India. *International Research Journal of Environment Science*, 2 (6): 54-60.
- 23. Tamot, P., Mishra, R. and Somdutt,** 2008. Water quality monitoring of Halali reservoir with reference to cage aquaculture as a modern tool for obtaining enhanced fish production. *Proceedings of Taal 2007: The 12th World Conference*: 318-324.

CORRELATIONS BETWEEN THE ENVIRONMENTAL FACTORS AND PHYTOPLANKTON IN KARDZHALI AND DOSPAT RESERVOIRS

K. Dochin, V. Kuneva, L. Hadjinikolova, I. Iliev***

Institute of Fisheries and Aquaculture - Plovdiv

**Agricultural University - Plovdiv*

*** University of Plovdiv „Paisii Hilendarski” - Plovdiv*

SUMMARY

The aim of the present study was to analyze the correlation dependences between the quantitative indicators of phytoplankton and some environmental abiotic factors in Kardzhali and Dospat reservoirs for the period May 2009-April 2012. A Pearson (r) correlation coefficient was used for the analysis. In Kardzhali reservoir the results showed a very high correlation between the abundance and biomass of the phytoplankton ($r=0.98$, $P<0.01$), significant correlation between the phytoplankton abundance and pH ($r=0.39$, $P<0.01$) oxygen saturation ($r=0.37$, $P<0.01$), and a significant negative correlation with the transparency of the water ($r= -0.36$, $P<0.01$). The transparency of the water showed high level of correlation with the water conductivity ($r=0.67$, $P<0.01$) and significant with water temperature ($r= 0.40$, $P<0.01$). There was negative relationship between water temperature concentration of nitrates ($r= -0.87$,

$P < 0.01$), total nitrogen ($r = -0.87$, $P < 0.01$) and phosphates ($r = -0.37$, $P < 0.01$). The data from Dospat reservoir showed a very high correlation between the abundance and biomass of the phytoplankton ($r = 0.98$, $P < 0.01$). The phytoplankton abundance correlates significantly negatively with water transparency ($r = -0.41$, $P < 0.01$), and correlated positively with dissolved oxygen levels ($r = 0.27$, $p < 0.05$) and oxygen saturation ($r = 0.25$, $P < 0.05$). Significant correlation between transparency of the water and temperature ($r = 0.52$, $P < 0.01$) was observed, along with significant negative correlation between water temperature and nitrate forms of nitrogen ($r = -0.54$, $P < 0.01$) and total nitrogen ($r = -0.54$, $P < 0.01$).

Used abbreviations: Ph_N (numbers of phytoplankton), Ph_B (phytoplankton biomass), SD (Secchi transparency), Cond. (conductivity), Oxidiz. (oxidizability).

Key words: *correlation coefficient of Pearson (r), abiotic factors, biotic factors, phytoplankton, reservoirs.*

dokill@abv.bg