



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“



БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ

КАТЕДРА „БОТАНИКА“

Костадин Тодоров Дочин

**СЕЗОННА ДИНАМИКА И ВИДОВ СЪСТАВ НА ФИТОПЛАНКТОНА
В ЯЗОВИРИТЕ „КЪРДЖАЛИ“ И „ДОСПАТ“**

АВТОРЕФЕРАТ

НА ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД ЗА ПРИДОБИВАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА И
НАУЧНА СТЕПЕН „ДОКТОР“

В ОБЛАСТ НА ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ: 4. ПРИРОДНИ НАУКИ, МАТЕМАТИКА
И ИНФОРМАТИКА; ПРОФЕСИОНАЛНО НАПРАВЛЕНИЕ 4.3. БИОЛОГИЧЕСКИ
НАУКИ

НАУЧНА СПЕЦИАЛНОСТ: БОТАНИКА

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

проф. дбн Майя ПЕТРОВА СТОЙНЕВА

София, 2015

Дисертационният труд съдържа 201 страници основен текст, структуриран в 6 глави, 1 приложение и литература (233 източника), включващ 59 заглавия на кирилица и 174 на латиница.

Изследванията от дисертационния труд са извършени в Институт по рибарство и аквакултури, град Пловдив.

Научно жури:

1. Проф. дбн Димитър Пеев
2. Проф. дбн Майя Стойнева
3. Проф. д-р Александър Ташев
4. Доц. д-р Юлияна Атанасова
5. Доц. д-р Пламен Пиларски

Рецензенти:

1. Проф. дбн Димитър Пеев
2. Доц. д-р Пламен Пиларски

Защитата на дисертационния труд ще се състои на

от часа в зала на Биологическия факултет на Софийския

Университет „Св. Климент Охридски“, бул. „Драган Цанков“ 8.



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“



БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ

КАТЕДРА „БОТАНИКА“

Костадин Тодоров Дочин

**СЕЗОННА ДИНАМИКА И ВИДОВ СЪСТАВ НА ФИТОПЛАНКТОНА
В ЯЗОВИРИТЕ „КЪРДЖАЛИ“ И „ДОСПАТ“**

АВТОРЕФЕРАТ

**НА ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД ЗА ПРИДОБИВАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА И
НАУЧНА СТЕПЕН „ДОКТОР“**

**В ОБЛАСТ НА ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ: 4. ПРИРОДНИ НАУКИ, МАТЕМАТИКА
И ИНФОРМАТИКА; ПРОФЕСИОНАЛНО НАПРАВЛЕНИЕ 4.3. БИОЛОГИЧЕСКИ
НАУКИ**

НАУЧНА СПЕЦИАЛНОСТ: БОТАНИКА

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

проф. дбн Майя ПЕТРОВА СТОЙНЕВА

СОФИЯ, 2015

Дисертационният труд съдържа 201 страници основен текст, структуриран в 6 глави, 1 приложение и литература (233 източника), включващ 59 заглавия на кирилица и 174 на латиница.

Изследванията от дисертационния труд са извършени в Институт по рибарство и аквакултури, град Пловдив.

Научно жури:

1. Проф. дбн Димитър Пеев
2. Проф. дбн Майя Стойнева
3. Проф. д-р Александър Ташев
4. Доц. д-р Юлияна Атанасова
5. Доц. д-р Пламен Пиларски

Рецензенти:

1. Проф. дбн Димитър Пеев
2. Доц. д-р Пламен Пиларски

Защитата на дисертационния труд ще се състои на

от часа в зала на Биологическия факултет на Софийския

Университет „Св. Климент Охридски“, бул. „Драган Цанков“ 8.

Увод

Планктонът е съобщество от микроскопични водни животни и растения, които свободно плуват във водната среда и нямат връзка с дънния субстрат (*Темнискова и Стойнева, 2011а*). Известно е, че планктонът играе важна роля за поддържането на хранителната верига във водните екосистеми (*Mahendra & Nisar, 2013*). Той е първичен продуцент, допринасящ за голяма част от фотосинтетична продукция в света и поради това е обект на интензивни мултидисциплинарни изследвания при различни нива на организация, от молекулярна генетика и физиология до популационна динамика и екология на съобществата (*Khanna et al., 2009*). Успехът на тези фотосинтетични организми лежи в способността им да използват слънчевата енергия и хранителните вещества и да се справят с променящата се околна среда. Светлината, хранителните вещества и смесените води играят ключова роля в еволюцията на техните отличителни жизнени черти и тяхната физиология и екология (*Khanna et al., 2009*).

Язовирите са постоянни изкуствени водоеми, които се използват за водоснабдяване, напояване, хидро-електроенергия и почивка. Тези басейни и техните биологични съобщества са били подложени на огромни пространствено-времеви изменения, причинени от постоянното използване на хидроресурсите им (*Cabecinha et al., 2009*). Тази експлоатация често води до проблеми, свързани с увеличаването на трофичните нива, което би могло рано или късно да повлияе на качеството на водите в язовирите (*Karadzic et al., 2010*). Добре известно е, че притокът на хранителни вещества в язовирите, особено на азотни и фосфорни съединения, предизвиква значително увеличаване на обилието и биомасата на първичните продуценти. Това от своя страна води до промяна във фитопланктонните съобщества и нарушаване на връзките в трофичните вериги. Връзката между хранителните вещества (особено фосфора и азота) и биомасата на различните групи водорасли е съществена за по-нататъшното им развитие в близко и далечно бъдеще (*Karadzic et al., 2010*). Поради тази причина точната оценка на нивата на водната продуктивност е много важна и трябва да се основава на детайлния анализ на физико-химичните фактори и фитопланктона.

Фитопланктонът обикновено стои в основата на водната хранителна верига и е най-важният фактор за производството на органична материя във водните екосистеми и затова е един от основните показатели за трофичното състояние и биологичната продуктивност на водните екосистеми и за оценка на общото състояние на водоемите (*Сластина и Клочкова, 2011*). Изучаването на структурата на фитопланктонните съобщества в екосистемите на язовирите е с голямо значение за мониторинга и управлението качеството на водите (*Халиуллина, 2010*). Фитопланктонът се използва за целите на екологичния мониторинг на водоемите защото той не само отразява, но и оказва непосредствено влияние върху качеството на водата. Понастоящем фитопланктонът е основен инструмент за оценка на качеството на водите, регламентиран в Европейската Рамкова Директива по водите (2000/60/EC,WFD).

Поради това, за оценка на влиянието на садковите култури върху състоянието на водите на *значимите* български язовири „Кърджали“ и „Доспат“ (*Мичев, 1993; Michev & Stoyneva 2007; Василев и др. 2013*) в настоящия труд са използвани данни за видовия състав на фитопланктона и неговата динамика. Работата е осъществена по проект ТК01/0146 на тема: „Комплексна оценка и изследване на влиянието на садковите аквакултури върху хидроекосистемата на язовири в България“ по договор с фонд „Научни изследвания“ ДО 02-307/19.12.2008.

1. Литературен обзор

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. Планктонът формира основната връзка в хранителната верига от риби и други водни организми във водните биотопи (*Tamot et al., 2008*). Развитието и разпространението на планктонните организми се повлиява от голям брой фактори като: химичния и биологичен характер на постъпващите води; формата, големината, дълбочината и географското местоположение на водоема; характера и количеството на дънните отлагания; времето на слънчево осветяване, въздуха, температурата и мътноста на водата, силата и преобладаващите ветрове и дейностите във водосборната площ (*Tamot et al., 2008*).

Познаването на водните организми и на хранителната верига в язовирите е важно, защото присъствието или липсата на някои видове и състава на хранителните вериги могат да послужат като индикатори за дългосрочно прогнозиране на състоянието на качеството на водите, и като ранен предупредителен признак за приближаващи промени (*Straskraba & Tundisi, 1999; Темнискова и Стойнева, 2011а* и др.).

По отношение на фитопланктонните съобщества в двата язовира, които са обект на настоящото проучване, има публикувани сравнително малък брой данни (*Найденев и Сайс, 1977; Трайков, 2005; Belkinova et al., 2007*).

Според *Найденев и Сайс (1977)* броят на видовете в язовир „Доспат“ е 45 и решаваща роля за този малък брой има фактът, че язовирът е дълбок, тесен с кратък период на огряване от слънцето и е разположен в долина. Според тези автори зелените водорасли играят второстепенна роля в продуцирането на планктонната биомаса. Вертикалното разпределение на фитопланктона до 15-метровата изобата има равномерен характер с известно намаление в металимниона. Най-висока концентрация на фитопланктона е констатирана на 15 m дълбочина, където температурата е достатъчно ниска за нормалното развитие на диатомеите. Настъпването на хомотермията води до хомогенно вертикално разпределение на планктона. В количествено отношение в язовир „Доспат“ през цялата година доминира диатомейният комплекс. Ранно-пролетните видове и тези, които се развиват в дълбочина през лятото, могат да

имат по-ниски изисквания към светлината, отколкото летните видове в епилимниона. През април 1972 г., фитопланктонът е добре развит, като общата численост възлиза на 26×10^7 екз./м³, а биомасата на 1265 мг/м³. Кремъчните водорасли изграждат 99.7% от сумарната численост. През лятото фитопланктонът намалява двукратно (13×10^7 екз./м³ и 654 мг/м³) като процентното съотношение на групите се запазва почти същото (*Найденев и Сайс 1977*). Най-висока концентрация на фитопланктона е констатирана на 15 м дълбочина, където температурата е достатъчно ниска за нормалното развитие на диатомеите. През лятото на 1973 числеността достига едва 45×10^5 екз./м³, а биомасата е 79 мг/м³. Кремъчните водорасли съставляват едва 62.42 % от сумарната численост, а флагелатите се увеличават до 26.53%. Максимално развитие през годината фитопланктонът достига през септември (12×10^7 екз./м³ и 801 мг/м³), а през ноември (59×10^6 екз./м³, 393 мг/м³) - *Найденев и Сайс (1977)*. Диатомеите съставляват съответно 93.73% и 89.95%. Най-високите концентрации на фитопланктона се наблюдават на дълбочина 19 м, където са най-ниските температури за сезона (10.2°C). През април 1974 г. общата численост достига 29×10^6 екз./м³, 1569 мг/м³, диатомеите съставляват 97.76% от общата численост. През май същата година, числеността достига 30×10^7 екз./м³, но с по-ниска биомаса поради малките размери на доминантите. През август общото количество на фитопланктона намалява (44×10^6 екз./м³, 287 мг/м³), като диатомеите все още доминират. През есента на 1974 г., числеността на фитопланктона отново нараства (18×10^7 екз./м³, 853 мг/м³), а диатомеите достигат да 85% от общата численост (*Найденев и Сайс 1977*). Видовете, които се срещат с голямо обилие през лятото, заедно с азотфиксиращите синьозелени водорасли, е вероятно да имат по-ниски изисквания към азот, отколкото тези, които се срещат рано на пролет, при високи стойности на азот. Тези данни съответстват на резултатите на други учени, например *Kilham et al. (1996)*, според които числеността на *Asterionella formosa* е по-голяма на дълбочина (>20 м) отколкото към повърхността (<20 м), както преди, така и след началото на стратификацията, а най-обилен през лятото в епилимниона е *Fragilaria crotonensis*, чиято численост спада през есента.

Язовир „Кърджали“ е изследван от *Traykov et al. (2003, 2005, 2011)*, *Traykov & Boyanovsky (2003)*, *Трайков (2005)*, *Belkinova et al. (2007)*, но данни за фитопланктона дават само *Трайков (2005)* и *Belkinova et al. (2007)*. Язовирът е

мономиктен със сравнително продължителен период на стратификация–девет месеца. Моделът на стратификация и морфометричните характеристики на язовира определят рязко изразени разлики на основните физико-химични параметри. Йонното съотношение на азота и фосфора се изменя от 30 в крайречната зона до 50 в езерната част, което показва че фосфорът е най-вероятния лимитиращ фактор (*Traykov et al., 2011*). При изследване на *Трайков (2005)* на фитопланктона на язовир „Кърджали“ са установени 55 таксона, разпределени в 7 таксономически групи (отдели и подотдели). В 16 проби от юли и септември 2006 година *Belkinova et al. (2007)* установяват 55 таксона с водеща роля на зелените водорасли и 1.62 мг л^{-1} средна биомаса, което класифицира язовира в границите между олиго- и мезотрофен. При сравнение на разпределението на броя на таксоните по пунктове е установено повишаване на броя им от стената към опашката на язовира. Паралелно, се наблюдава ясна тенденция на покачване на общата численост и на срещаемостта в това направление (*Трайков, 2005*). Подобна тенденция констатира и *Beshkova (1996)* в язовир „Пчелина“ и *Цанев и Белкинова (2008)* в язовир „Ивайловград“. Високите пролетни води на река Арда оказват влияние върху числеността на фитопланктона не само в преходната зона, но и по цялата дължина на язовир „Кърджали“. Епилимнионното разпределение на притока през периода на чистата вода води до „разреждане“ на фитопланктона и намаляване на числеността му по протежение на язовира (*Трайков, 2005*). При изследването на язовир „Кърджали“ *Трайков (2005)* заключава че развитието на фитопланктона свидетелства за мезотрофен характер на лимничната зона на язовира и еутрофен характер на проточната). Според *Belkinova et al. (2007)* средната фитопланктонна биомаса е 1.62 мг л^{-1} и кореспондира с нивата характеризиращи язовир „Кърджали“ между олиго- и мезотрофен тип.

2. Цел и задачи на изследването

Актуалността на разглежданите въпроси, свързани със сезонната динамика, таксономичната структура и количествените и качествени промени във фитопланктонните съобщества на язовири, подложени на антропогенен импакт, очертават **целта на проведеното изследване: проучване сезонната динамика и на структурата на фитопланктона в язовирите “Кърджали” и “Доспат” през периода 2009-2012 г.**

В съответствие с поставената цел са формулирани следните задачи:

1. Проучване на видовия състав и таксономичната структура на фитопланктона в язовирите “Кърджали” и Доспат.
2. Изучаване на сезонната динамика на числеността и биомасата на фитопланктона.
3. Изследване на пространственното количествено разпределение на фитопланктона в хоризонтален и вертикален аспект.
4. Изследване на корелационните връзки между количествените параметри на фитопланктона и физико-химичните показатели на средата.
5. Сравнение с предишни изследвания и оценка на съвременното състояние на фитопланктона в двата язовира след около 30 годишно садково рибовъдство в тях.

3. Материали и Методи

Настоящото изследване е проведено в акваторията на язовирите „Кърджали“ и „Доспат“ през периода от 2009 до 2012 година. Продължителността на експлоатация на садковите ферми и в двата язовира е над 30 години. В язовир „Кърджали“ се отглеждат основно есетрови риби (Acipenseridae), шаран (*Cyprinus carpio*) и европейски сом (*Sylurus glanis*), а в язовир „Доспат“ се отглежда само дъгова пъстърва (*Oncorhynchus mykiss*).

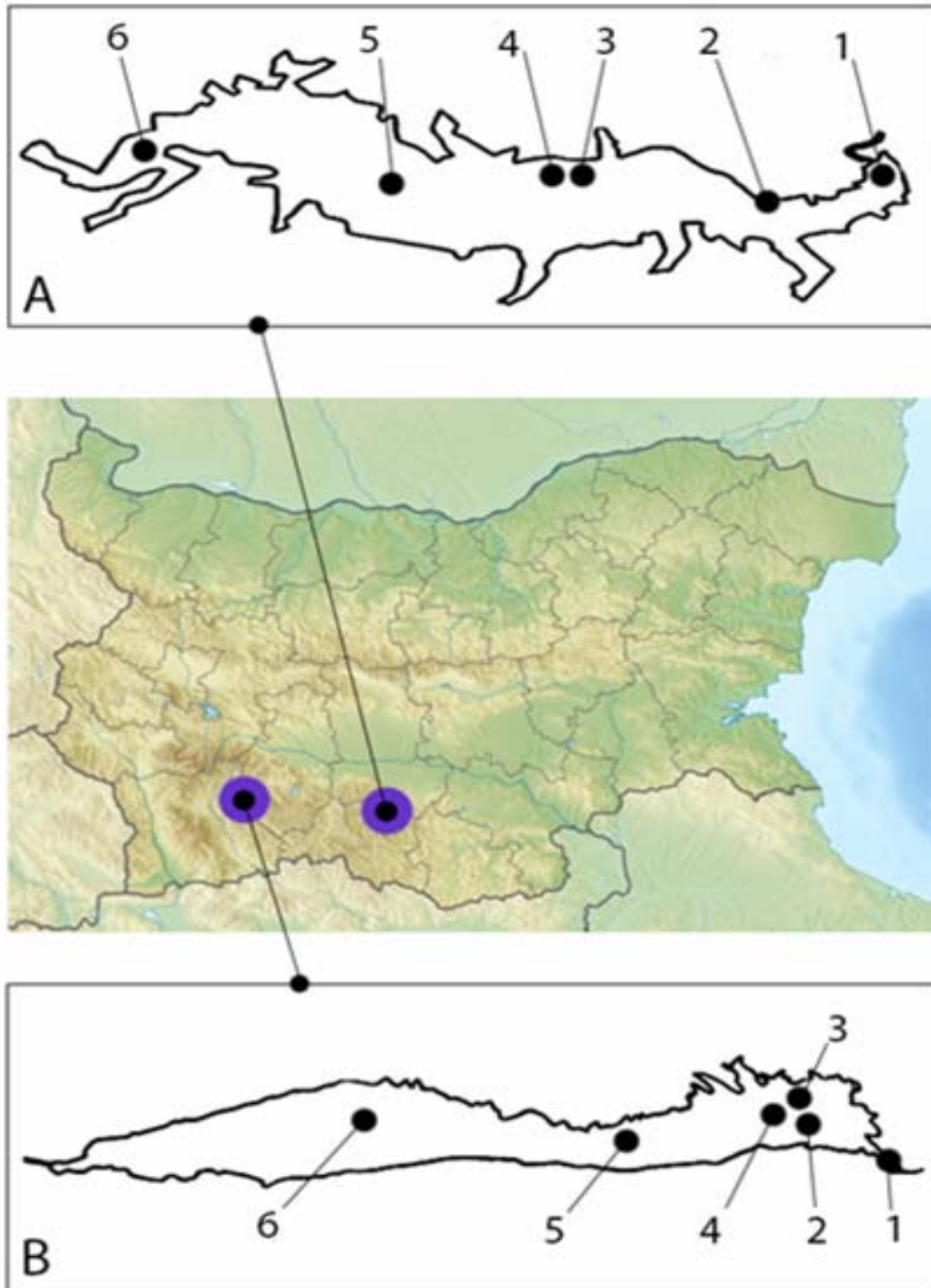
Таблица 1. Географска и морфометрична характеристика на язовир Кърджали.

Географска ширина		41°37'
Географска дължина		25°20'
Средна надморска височина	м	280
Завирен обем	м ³	497 235 698
Залята площ	м ²	15 991 735
Максимална дължина	м	22 000
Средна ширина	м	1 950
Средна дълбочина	м	33
Максимална дълбочина	м	74.3
Приток		река Арда
Водосборен басейн	км ²	1 882

Таблица 2. Географска и морфометрична характеристика на язовир Доспат.

Географска ширина		41°41'54''
Географска дължина		24°05'10''
Средна надморска височина	м	1 280
Завирен обем	м ³	449 248 693
Залята площ	м ²	22 099 371
Максимална дължина	м	19 000
Средна ширина	м	1 323
Средна дълбочина	м	20
Максимална дълбочина	м	около 50 м
Приток		река Доспат
Водосборен басейн	км ²	432.30

Фигура 1. Схеми на язовирите “Кърджали” (А) и “Доспат” (В) с местонахождението в страната и с пунктовете на пробовземане



3.1. Станции и периодичност на пробонабиране.

В язовир "Кърджали" проби са събирани от 6 станции, разположени както следва (Фигура 1):

станция 1 (N 41°37'68" E 25°19'99"), разположена на 300 м от стената на язовира,

станция 2 (N 41°37'83" E 25°19'55"), разположена до садково рибовъдно стопанство Виникол ООД,

станция 3 (N 41°38'48" E 25°18'71"), разположена до садковите рибовъдни стопанства Аква-маш и Аква-белуга,

станция 4 (N 41°38'52" E 25°18'71"), разположена до садково рибовъдно стопанство Есетра комерс ЕООД,

станция 5 (N 41°38'73" E 25°17'73")

и станция 6 (Халачдере - N 41°39'64" E 25°16'40").

За язовир „Доспат” са определени общо 6 станции (Фигура 1) като

станция 1 е разположена на 50 м от стената на язовира (N 41°38'69" E 24°09'13"),

станции 2 (N 41°39'45" E 24°09'06"), 3 (N 41°39'80" E 24°09'18") и 4 (N 41°39'72" E 24°08'89") са разположени около садковите установки на фирма Салвелинус-Рея Фиш,

станции 5 (N 41°40'41" E 24°07'46") и 6 (N 41°42'45" E 24°04'55") са разположени в свободната от садки акватория на язовира.

Пробонабирането от станция 5 в язовир "Кърджали" и станция 6 в язовир "Доспат" е започнато от месец април 2010 г. През същия месец проби са събирани и от река Арда (N 41°41'20" E 25°09'11") и река "Доспат" (N 41°44'39" E 24°00'71"). Всяка една от станциите включва до пет дълбочини на пробовземане, в зависимост от локалната дълбочина на язовира.

Мониторингът е осъществяван месечно и сезонно за периода от месец май 2009 до месец март 2012 година. Пробовземанията и за двата язовира са извършвани в един и същи месец. Пробите от отделните станции са набирани в рамките на две денонощия в часовия интервал между 10:00 и 15:00 часа. За всяка една от станциите вземането на проби е осъществявано на дълбочина през 5-10 м.

Събирането на проби в язовир „Доспат“ е извършено от борда на закотвен катер за всички пунктове, а в язовир „Кърджали“ пробите от станции 1, 5 и 6 са събирани от борда на закотвена лодка, а от пункт 2, 3 и 4 от понтоните на садковите рибовъдни стопанства. Местоположението на всяка станция в двата водоема е определяно по координати с помощта на GPS приемник (*Garmin 76 CSx*).

Мониторингът на фитопланктонните съобщества в река Арда обхваща 7 пробонабирания, започнали през месец април 2010 и продължили до месец март 2012 г. Изследването на фитопланктона в река Доспат обхваща периода от април 2010 до март 2012 година с 6 пробовземания.

Таблица 3. Средни стойности на хидрохимичните показатели в язовир “Кърджали” за периода 2009- 2010 г.

Показатели	Станция №					
	1	2	3	4	5	6
T °C	18.18	18.96	18.64	18.58	12.5	19
Електропроводимост, мкс м ⁻¹	318	309.6	321.8	312.2	272	316.2
pH	8.672	8.618	8.196	8.48	9.49	8.57
O ₂ , мг л ⁻¹	7.198	7.732	7.288	7.5822	14.2	7.66
O ₂ , %	76.24	83.36	77.9	81.02	138.5	82.4
NH ₄ ⁺ -N мг л ⁻¹	0.0214	0.0264	0.0378	0.0306	0.021	0.0268
NO ₃ -N, мг л ⁻¹	0.92	0.908	0.688	0.76	0.88	0.804
TN, мг л ⁻¹	0.9414	0.9344	0.7258	0.7906	0.901	0.8308
NH ₃ , мг л ⁻¹	0.0033	0.0034	0.0040	0.0028	0.0086	0.0044
PO ₄ -P, мг л ⁻¹	0.0408	0.0498	0.0502	0.0476	0.077	0.0494
TP, мг л ⁻¹	0.095	0.14	0.06	0.06	0.215	0.065
Окисляемост, мг л ⁻¹	2.31	2.764	2.24	2.624	2.26	2.36
Твърдост, мг л ⁻¹	89	89	106.8	89	89	106.8

Таблица 4. Средни стойности на хидрохимичните показатели в язовир “Кърджали” за периода 2011- 2012 г.

Показатели	Станция №					
	1	2	3	4	5	6
Т °С	18.25	18.3	18.4	18.2	18.1	18.4
Електропроводимост, мкс м ⁻¹	343.2	340	342	339.2	341	343
рН	8.25	8.28	8.32	8.39	8.39	8.39
О ₂ , мг л ⁻¹	9.67	9.31	9.31	9.32	9.76	9.86
О ₂ , %	104.87	100.7	101.8	101.4	105.2	106.8
NH ₄ ⁺ -N мг л ⁻¹	0.04	0.03	0.07	0.04	0.07	0.04
NO ₃ -N, мг л ⁻¹	0.94	1	1.09	0.91	1.14	0.87
TN, мг л ⁻¹	0.98	1.03	1.16	0.95	1.17	0.91
NH ₃ , мг л ⁻¹	0.003	0.0009	0.0016	0.0023	0.0018	0.0014
PO ₄ -P, мг л ⁻¹	0.36	0.38	0.35	0.33	0.36	0.35
TP, мг л ⁻¹	0.109	0.06	0.054	0.055	0.053	0.047
Окисляемост, мг л ⁻¹	3.23	3.32	3.64	3.65	3.76	4.25
Твърдост, мг л ⁻¹	97.9	97.9	97.9	103.83	103.83	103.8

Таблица 5. Средни стойности на хидрохимичните показатели в язовир “Доспат” за периода 2009- 2010 г.

Показатели	Станция №					
	1	2	3	4	5	6
Т °С	14.46	14.54	14.6	14.88	14.9	9.3
Електропроводимост, мкс м ⁻¹	106.8	105.86	106.48	108.9	115.7	115.2
рН	7.60	7.75	7.92	8.15	7.8	6.68
О ₂ , мг л ⁻¹	8.388	8.17	8.476	8.48	8.338	11.11
О ₂ , %	92.38	89.36	93.1	94.08	89.52	111.6
NH ₄ ⁺ -N мг л ⁻¹	0.0388	0.0272	0.0392	0.0312	0.0298	0.083
NO ₃ -N, мг л ⁻¹	0.496	0.61	0.588	0.512	0.468	1.14
TN, мг л ⁻¹	0.5348	0.6372	0.6272	0.5432	0.4978	1.223
NH ₃ , мг л ⁻¹	0.000242	0.000636	0.000934	0.001492	0.000534	0.00014
PO ₄ -P, мг л ⁻¹	0.0278	0.0248	0.033	0.0208	0.0304	0.015
TP, мг л ⁻¹	0.012	0.033	0.014	0.014	0.015	0.01
Окисляемост, мг л ⁻¹	1.838	1.758	1.83	1.604	1.912	1.5
Твърдост, мг л ⁻¹	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	17.8

Таблица 6. Средни стойности на хидрохимичните показатели в язовир “Доспат” за периода 2011- 2012 г.

Показатели	Станция №					
	1	2	3	4	5	6
T °C	13	13.5	13.3	13	12.9	12.7
Електропроводимост, мкс м ⁻¹	112.30	110.4	109.6	108.6	109.7	111.1
pH	6.85	7.22	7	7.19	7.03	7.17
O ₂ , мг л ⁻¹	10.92	9.4	8.77	9.31	9.28	9.6
O ₂ , %	115.4	103.6	93.6	100.8	100.2	102.6
NH ₄ ⁺ -N мг л ⁻¹	0.03	0.03	0.03	0.03	0.1	0.04
NO ₃ -N, мг л ⁻¹	0.72	0.57	0.47	0.68	0.46	0.38
TN, мг л ⁻¹	0.75	0.6	0.5	0.72	0.57	0.41
NH ₃ , мг л ⁻¹	0.00005	0.00016	0.00006	0.0001	0.00015	0.0001
PO ₄ -P, мг л ⁻¹	0.53	0.49	0.54	0.47	0.35	0.43
TP, мг л ⁻¹	0.061	0.038	0.044	0.041	0.044	0.046
Окисляемост, мг л ⁻¹	3.33	3.29	3.47	3.61	3.39	3.15
Твърдост, мг л ⁻¹	35.6	35.6	35.6	35.6	32	32

3.2. Физични и химични параметри.

Средните стойности на хидрохимичните показатели за двата язовира са дадени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Температурен профил на водата (T°C).

Вертикалният профил на температурата на водата (T°C) е определян *in-situ* на всеки метър воден слой до 0.5 м от придънния слой на водоема, който в зависимост от релефа на дъното на язовирите и нивото на водата в тях, достига до 30-60 м дълбочина. Измерванията са извършвани с комбиниран дълбочинен оксиметър, тип WTW Oxi 1970 i.

Електропроводимост (Cond мкс м⁻¹).

Електропроводимостта на водата е определена с микропроцесорен кондуктометър тип WTW /SET. Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Прозрачност по Secchi (Sd).

Прозрачността (Sd) (см) на водата е определена по метода на Secchi (вж. напр. Белкинова и др. 2013) с разграфен на срещуположни черни и бели

сегменти метален диск с размер 20 см. Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Активна реакция на водата (рН).

Активната реакция на водата (водороден показател, рН) е отчитана с рН-метър тип WTW/SET. Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Кислороден режим (mg l^{-1}) и насищане с кислород (%).

Вертикалният профил на количеството на разтворения във водата кислород ($\text{O}_2 \text{ mg l}^{-1}$) е определяно *in situ* успоредно с температурата в дълбочина на водния слой с микропроцесорен оксиметър тип WTW Oxi 1970 i. Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Амониеви йони ($\text{NH}_4\text{-N}$).

Амониевият азот ($\text{NH}_4\text{-N}$, mg.l^{-1}) (БДС 3587-77) е определян спектрофотометрично. Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Нитратни йони ($\text{NO}_3\text{-N}$).

Нитратният азот ($\text{NO}_3\text{-N}$, mg.l^{-1}) (БДС 3758-85) е определян спектрофотометрично. Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Общ азот (TN)

Общият азот (TN, mg l^{-1}), в това число амониевия азот ($\text{NH}_4\text{-N}$, mg l^{-1}) (БДС 3587-77) и нитратния азот ($\text{NO}_3\text{-N}$, mg l^{-1}) (БДС 3758-85) са определяни спектрофотометрично. Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Фосфатни форми $\text{PO}_4\text{-P}$ на фосфора

Фосфатният фосфор $\text{P}(\text{PO}_4^{3-}) \text{ mg l}^{-1}$ е определян спектрофотометрично (БДС 7210-838). Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Общ фосфор (TP) .

Общият фосфор (TP) е определян по метод 14 848 със спектрофотометър NOVA 400/Merck, след предвтирелно подкисляване на пробата с 25% H_2SO_4 в присъствие на $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. Пробата е обработена

предварително при температура 120 °C за 1 час с терморектор тип WTW, CR 2200. Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Обща твърдост на водата (мг л⁻¹ Са)

Общата твърдост на водата (мг л⁻¹ СаСО₃) е определяна титриметрично с буферни тестове на Aquamerck. Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Перманганатната окисляемост (мг л⁻¹) е определяна по стандартен аналитичен метод (БДС-3413-77, синхронизиран по ISO). Стойностите са представени в Таблицы 3, 4, 5 и 6.

Река Арда

Стойностите на основните физико-химични параметри във водите в река Арда (април, 2010 г.) са определяни при станция, намираща се на 1.5 км от вливането на реката в язовира.

Река Доспат

Динамиката в нивата на основните физико-химични параметри на водата в река Доспат (от април, 2010 година) са определяни при станция локализирана на 1км от вливането на реката в язовира.

3.3. Методи за пробонабиране и обработка на фитопланктона.

Пробите от фитопланктона са вземани с батометър тип „Датски“ с вместимост 1200 мл. Използвани са пластмасови банки с вместимост 1000 мл. Консервирането на фитопланктонните проби е извършено с формалин до крайна концентрация 4%. След стандартно утаяване повече от 48 часа пробите са отдекантирани и доведени до обем 100 мл. За целите на изследването са взети и „живи“ неконсервирани проби за доуточняване на видовия състав. Пробите за оценка на числеността, биомасата и таксономичния състав на фитопланктонните съобщества са вземани в интервал през 5 м (0 м, 5 м, 10 м, 15 м, 20 м, 30 м, 40 м) от повърхността до дъното на двата язовира.

Пробосъбиране е осъществено общо 21 пъти, 10 за язовир „Доспат“ и 11 пъти за язовир „Кърджали“, както следва: през 2009 година месеците V, VII, IX и XI, през 2010 г. IV, 2011 година IV, VI, VII (само за язовир „Кърджали“), VIII, XI, и през 2012 година месец март (III). Събрани са общо 547 фитопланктонни

проби: от язовир „Кърджали“ теса 307 (62 от повърхностния слой и 245 дълбочинни), и 240 (56 от повърхностния слой и 184 дълбочинни) са от язовир „Доспат“. Общо 13 пъти са вземани проби за фитопланктон в реките Доспат (6) и Арда (7) от април 2010 до март 2012 година.

Количественият и качественият анализ на фитопланктона е осъществен в броителна камера на „Burker“ по метода на *Лаугасте (1974)* при увеличение 400x на светлинен микроскоп „Carl Zeiss Axioscope 2 plus“. Биомасата на фитопланктона е изчислена по *Лаугасте (1974)*, *Федоров (1979)* и *Rott (1983)*. Числеността е представена като брой клетки на литър ($\times 10^6$ кл.л⁻¹). Биомасата на някои видове е изчислена като са използвани формули за съответните геометрични форми (*Deisinger, 1984*). Приравняването на биобема към биомасата е направено по стандартната формула, използвана в лимнологията и основана на относителното тегло на фитопланктерите, приравнено относително към плътността на водата:

$$1 \text{ мм}^3 \text{ л}^{-1} = 1 \text{ мг л}^{-1}$$

Оценена е общата биомаса за всяка проба, определена като сума от биомасите на всички фитопланктери, сумирана и по отделни таксономически групи.

Общата биомаса е един от основните показатели за оценяване на общото състояние на водоемите съобразно Наредба Н-4 за посочените в наредбата две групи водоеми ФП1 и ФП2, наред с хлорофил а и прозрачността по Secchi (Секки).

Доминантните видове са определяни от процентното участие на отделните видове в общото обилие численост. Анализът и обработката на данните е осъществен в Лабораторията по хидробиология на ИРА-Пловдив.

Видовото определяне е осъществено на светлинен микроскоп „Carl Zeiss Axioscope 2 plus“ с увеличение 400x. Използвани са следните таксономични монографии и специализирана литература: *Коршиков (1953)*, *Попова (1955)*, *Дедусенко-Щеголева и др. (1959)*, *Матвієнко (1965)*, *Воденичаров и др. (1971)*, *Матвієнко и Литвиненко (1977)*, *Кондратъева и др. (1984)*, *Deisinger (1984)*, *Царенко (1990)*, *Сох (1996)* и др.

Съхранението на пробите е осъществено в Лабораторията по хидробиология към Института по Рибарство и Аквакултури, град Пловдив.

3.4. Статистическа обработка на данните.

За проучване на взаимовръзките между абиотичните фактори на средата и фитопланктона в язовирите „Кърджали“ и „Доспат“ е използвана дескриптивна статистика. Математическите взаимовръзки между показателите са анализирани чрез корелационен коефициент на Pearson (r). Статистическата обработка на данните е осъществена със софтуерните продукти SPSS и Microsoft Excel 2010. Резултатите от вариационния анализ са изразени като средна аритметична величина (\bar{x}), стандартната грешка на средната аритметична величина ($\pm Sx$), коефициент на вариация ($CV\%$) и размах (D). Средната аритметична величина е изчислена по формулата: $\bar{x} = \sum x / N$

където $\sum x$ е сума на стойностите, а N е брой на наблюденията.

Стандартната грешка на средната аритметична величина е изчислена по формулата: $Sx = StDev / N$

където - $StDev$ е стандартното отклонение в генералната съвкупност.

N - обемът на извадката.

Изменчивостта на различните показатели се отчита чрез вариационен коефициент ($CV\%$), изразен в проценти. Коефициентът на вариация е изчислен по формулата: $CV\% = StDev / \bar{x} * 100$

където - $StDev$ е стандартното отклонение, а \bar{x} - средната аритметична величина.

Според *Маринков и Димова (1999)* варирането е незначително, когато $CV\%$ е до 10%, средно при $CV\%$ между 10 и 20%, а значително - когато вариационния коефициент е по-голям от 20 %.

Размахът (D) е изчислен по формулата: $D = X_{max} - X_{min}$

където - X_{max} и X_{min} са най-голямата и най-малка стойност на променливата.

За установяване на взаимовръзките между абиотичните и биотични фактори на средата е използван корелационния коефициент на *Pearson* (r) изчислен по формулата:

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

където Y е зависимата променлива, X независимата променлива, а нивото на значимост $p < 0.05$, $p < 0.01$.

4. Резултати и обсъждане

Характеристика и сезонна динамика на абиотичните показатели

4.1. Прозрачност по Secchi (S_D).

Язовир „Кърджали“

Прозрачността на водата в язовир „Кърджали“ се изменя сезонно от 1.2 м измерена при станции 3 и 4 (април 2010 г.) до 5.5 м при станция 1 (ноември 2011 година). Максимални стойности за водната прозрачност от 4.5 м до 5.5 м са отчетени през месец ноември 2009 и 2011 г. По време на стратификацията през лятото прозрачността по Secchi е с нива от 1.9 м (юни 2011 г.) до 4.5 м (август 2011г.). В периода на пролетния пик в развитието на фитопланктонните съобщества през месец април 2010, април 2011 и март 2012 г. водната прозрачност се изменя в границите на 1.2 до 1.4 м. С настъпването на пролетната хомотермия (март 2012 г.) при всички станции прозрачността на водата е със стойност 1.7 м. В настоящото изследване е констатирана тенденция за намаляване на прозрачността на водата по Secchi в посока от язовирната стена към станциите локализирани в района на река Арда. Най-ниските стойности за водната прозрачност са свързани с пролетните цъфтежи на фитопланктона през месеците април 2010 и 2011 г., както и с летния максимум в развитието на фитопланктонните съобщества през месец юни 2011 г.

Язовир „Доспат“

В язовир „Доспат“ прозрачността на водата има сезонни вариации в границите от 2.1 м през месец април 2011 г. (станция 4) до 6.5 м през месец юли 2009 г. (станции 4 и 5). Констатирана е тенденция към увеличаване на водната прозрачност (от 4.0 до 6.5 м) през летните месеци, когато фитопланктонната плътност е най-ниска (юли 2009, юли и август 2011 г.). През есента при настъпването на циркулацията на водните слоеве прозрачността намалява (2.5-3.0 м). В периода на пролетната хомотермия прозрачността на водата е с нива от 2.7 м (през месец април 2010 г.) до 4.0 м (април 2011 г.). Най-ниските нива на прозрачността на водата са пряко свързани с пролетния максимум в развитието на фитопланктона през месеците април 2011 и 2012 г.,

а максималните нива за показателя са установени по време на лятната стагнация през месеците май 2009, юни и август 2011 г.

4.2. Дълбочина на еуфотичния слой (Z_{EU}).

На основата на данните за прозрачността на водата (S_D) е изчислена дълбочината на еуфотичния слой (Z_{EU}) в язовир „Кърджали“ по формула, в която Z_{EU} е стойността, при която интензитетът на осветеност е 1% от интензитета на светлината в повърхностния слой води:

$$Z_{EU} = 2.5 * Z_{SD}$$

където Z_{EU} – дълбочина на еуфотичния слой; Z_{SD} – прозрачност по Secchi (м).

Минимални стойности за дълбочината на еуфотичния слой (Z_{EU}) са установени през месеците март и април, когато е максимумът в развитието на фитопланктона, а максималните са през летните месеци, когато обилието му е значително по-малко.

На базата на данните за прозрачността на водата (S_D) по горната формула е изчислена и дълбочината на еуфотичния слой (Z_{EU}) в язовир „Доспат“.

Минимални стойности за дълбочината на еуфотичния слой (Z_{EU}) са установени през пролетта (април), което е свързано с максимума в развитието на фитопланктона, а максимални - през летните месеци (юли и август), когато числеността му е значително по-ниска.

4.3. Структура и динамика на фитопланктона

Структура и сезонна динамика на фитопланктона

По време на настоящото изследване в язовир „Кърджали“ са установени 137, а в язовир „Доспат“ - 131 таксона планктонни водорасли. От тях 70 таксона се срещат и в двата язовира: Bacillariophyceae (29), Chlorophyta (17), Cyanoprokaryota (11), Streptophyta (4), Euglenophyta (4), Pyrrophyta и Synurophyceae по 2 вида. Представители на Cryptophyta са идентифицирани само в язовир „Доспат“.

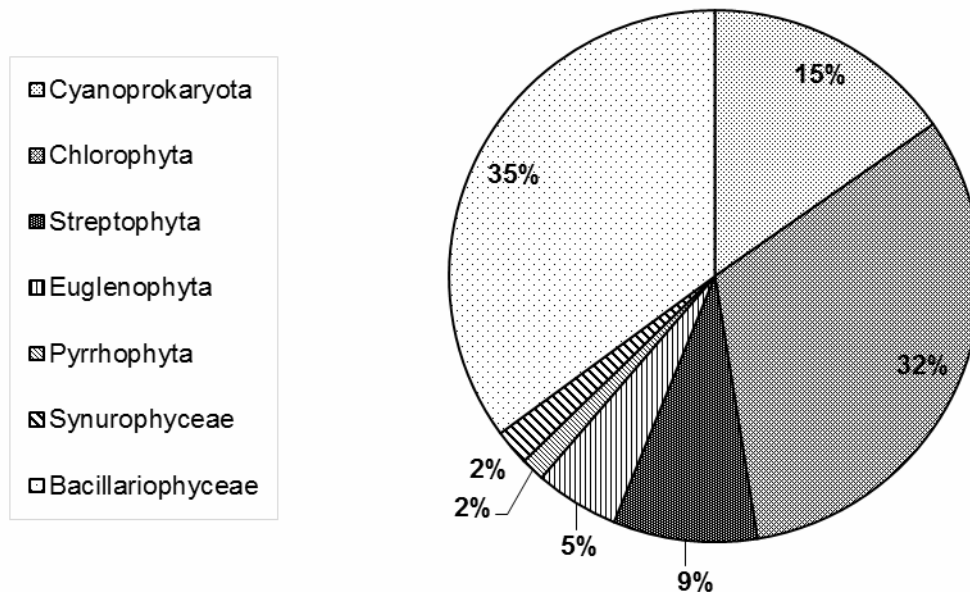
Само в язовир „Кърджали“ са установени 67 таксона, а само в язовир „Доспат“ - 61. Индексът на видовото сходство (*Sørensen*, 1948) между двата язовира е с относително висока стойност $C_s=0.52$.

Язовир „Кърджали“

За целия период на изследването в язовир „Кърджали“ са установени 137 таксона планктонни водорасли от 6 отдела: Ochrophyta (51: Bacillariophyceae - 48; Synurophyceae - 3), Chlorophyta (44), Cyanoprokaryota (21), Streptophyta (12), Euglenophyta (7) и Pyrrhophyta (2).

Таксономичната структура на фитопланктона като процентно разпределение на таксоните е представена на Фигура 2: Bacillariophyceae (35.03%), Chlorophyta (32.1%), Cyanoprokaryota (15.3%), Streptophyta (8.75%), Euglenophyta (5.10%), Synurophyceae (2.18%) и Pyrrhophyta (1.45%).

Фигура 2. Таксономична структура на фитопланктона в язовир “Кърджали” за целия период на изследване (2009-2012).

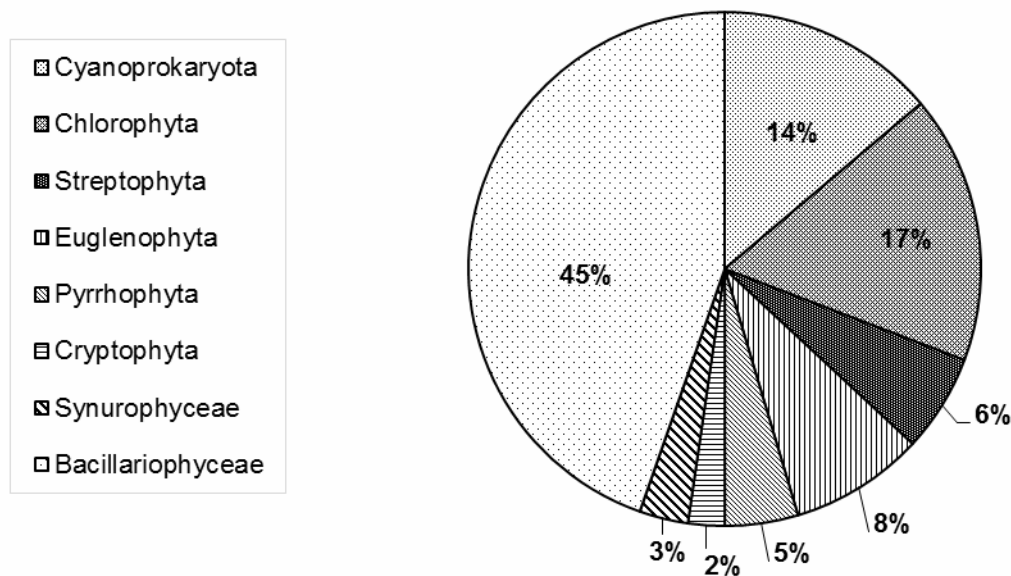


Язовир „Доспат“

По време на проучването на фитопланктона в язовир „Доспат“ са установени 131 таксона от 7 отдела: Ochrophyta (62: Bacillariophyceae 58; Synurophyceae - 4), Chlorophyta (22), Cyanoprokaryota (18), Streptophyta (8), Euglenophyta (11), Pyrrhophyta (6) и Cryptophyta (3).

Общата таксономична структура на фитопланктона за целия период на изследването, изразена в проценти, е следната: Bacillariophyceae (44.61%), Chlorophyta (16.92%), Cyanoprokaryota (13.84%), Streptophyta (6.15%), Euglenophyta (8.46%), Synurophyceae (3.07%), Pyrrhophyta (4.6%), и Cryptophyta (2.3%) - Фигура 3.

Фигура 3. Таксономична структура на фитопланктона в язовир „Доспат” за целия период на изследване (2009-2012).



4.4.Хоризонтална и сезонна динамика на числеността и биомасата на фитопланктона. Трофично състояние на язовирите

Язовир „Кърджали“

Максимални средни сезонни стойности за числеността и биомасата на фитопланктона са констатирани през месец април 2010 година (111.3×10^6 клетки $л^{-1}$, 4.164 мг $л^{-1}$, Фигура 4). Максималните средни стойности на биомасата са установени през месец април 2010 г. (4.070 мг $л^{-1}$), а

минималните 1.47×10^6 клетки $л^{-1}$, 4.164 мг $л^{-1}$ през месец март 2012 г.. Летният максимум в средните стойности на биомасата на фитопланктона е отчетен през месец юни 2011 година и достига (0.494 мг $л^{-1}$). През есента максимална средна стойност в биомасата на фитопланктона е отчетена през месец септември 2009 година (0.440 мг $л^{-1}$, Фигура 4). Максималните абсолютни биомаси на фитопланктона в язовира са установени през месец април 2010 г. (12.884 мг $л^{-1}$) на повърхността на водата (при станция 5). Минималните абсолютни стойности за биомасата на фитопланктона са констатирани през март 2012 г. (0.001 мг $л^{-1}$) в хиполимниона на дълбочина 40 метра при станция 1.

През периода на изследването на фитопланктона в язовир „Кърджали“ е определено трофичното състояние на отделните станции според средните стойности за биомасата на фитопланктона при всички хоризонти и дълбочини. Станциите 1 и 2 (0.838 мг $л^{-1}$; 0.846 мг $л^{-1}$) имат мезотрофен характер, станциите 4, 5 и 6 са еутрофни (0.924 мг $л^{-1}$; 1.329 мг $л^{-1}$; 1.160 мг $л^{-1}$), а станция 3 (0.448 мг $л^{-1}$) има олиготрофен характер (Фигура 6). Средната стойност на биомасата в повърхностния слой на язовир “Кърджали” за целия период на изследването е 1.435 мг $л^{-1}$ е близка до посочената от *Belkinova et al. (2007)* - 1.62 мг $л^{-1}$, установена също за повърхностния слой на язовира. Средната стойност за биомасата на фитопланктона в язовир “Кърджали” за целия период на проучването при всички дълбочини е 0.751 мг $л^{-1}$. Според нея язовирът се определя като мезотрофен.

Язовир „Доспат“

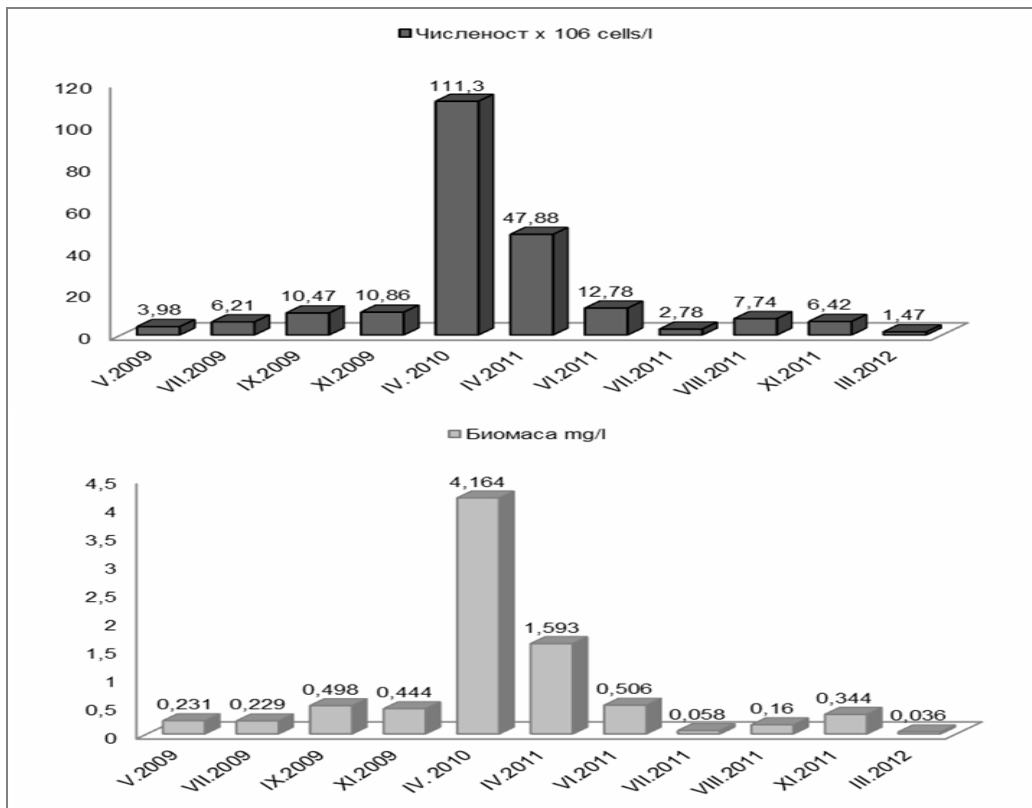
Максималните средни сезонни стойности за числеността и биомасата на фитопланктона са констатирани през месец април 2011 година (124×10^6 клетки $л^{-1}$, 4.028 мг $л^{-1}$), а най-ниски през месец август 2011 година (3.63×10^6 клетки $л^{-1}$, 0.090 мг $л^{-1}$) (Фигура 5). Летният максимум в средните стойности на биомасата е през юни 2011 г., когато достига 0.633 мг $л^{-1}$ на дълбочина 5 m. През есента максимална средна биомаса на фитопланктона е установена през ноември 2011 година (1.273 мг $л^{-1}$, Фигура 5). Максималните абсолютни стойности за показателя са констатирани отново през месец април 2011 г. (11.372 мг $л^{-1}$) на дълбочина 20 m. Минималните абсолютни стойности в

биомасата на фитопланктона са констатирани през месец ноември 2009 година (0.003 мг л^{-1}) в хиполимниона на дълбочина 30 метра. Средната стойност на биомасата в повърхностния слой на язовир Доспат за целия период на изследването е 0.921 мг л^{-1} .

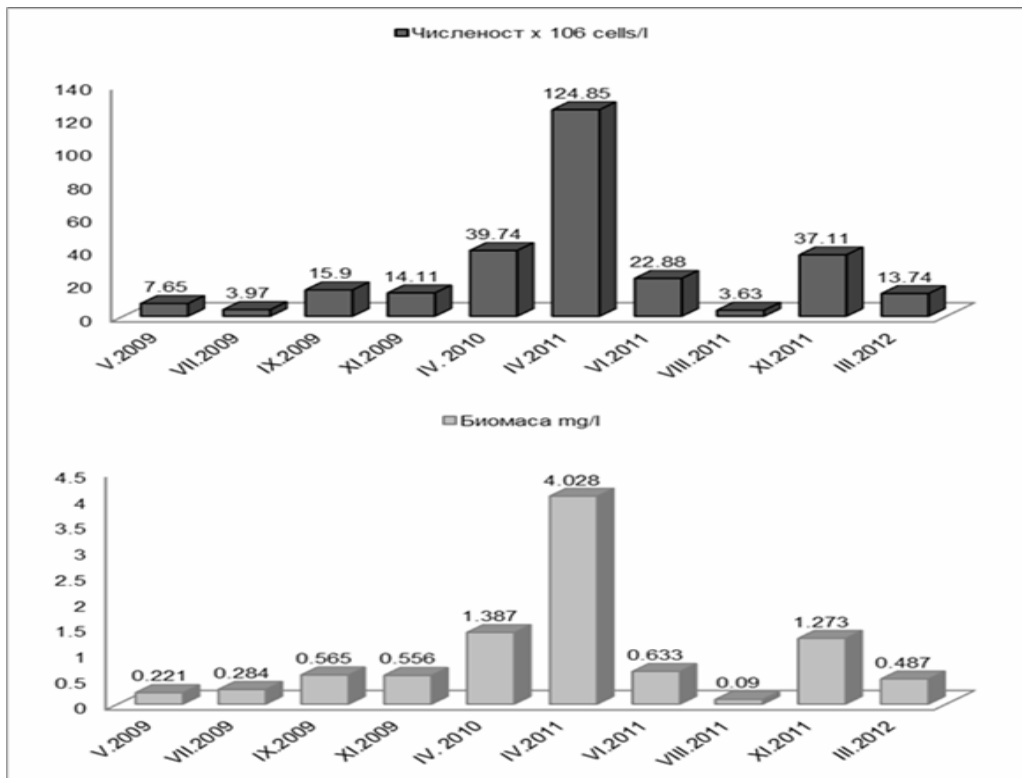
На основата на средните стойности на биомасата е отчетено трофичното състояние на отделните станции в язовир Доспат. Според средните нива в биомасата на фитопланктона през целия мониторингов период пунктовете 1, 2 и 3 са еутрофни (0.923 мг л^{-1} ; 1.450 мг л^{-1} ; 1.162 мг л^{-1}), станциите 4 и 5 са олиготрофни (0.781 мг л^{-1} ; 0.551 мг л^{-1}), а станция 6 е мезотрофна (0.855 мг л^{-1}) (Фигура 6). Максималните средни стойности за биомасата са установени при станциите 2 (1.450 мг л^{-1}) и 3 (1.162 мг л^{-1}), локализирани в близост до садковите установки и станция 1 (0.923 мг л^{-1}) на язовирната стена, а минималните средни нива на показателя са констатирани при станция 5 (0.551 мг л^{-1}) и станция 4 (0.781 мг л^{-1}), също разположена на садкова установка, но значително отдалечена от язовирната стена и намираща се в по-голяма близост до опашката на язовира.

Средната стойност за биомасата на фитопланктона в язовир “Доспат” за целия период на изследването само в повърхностния слой е 0.921 мг л^{-1} , което е индикация за мезотрофното трофичното състояние на язовира. Тази биомаса е по-висока от средната, изчислена за периода 1972-1975 – 0.7 мг л^{-1} от *Найденов и Сайс (1977)*.

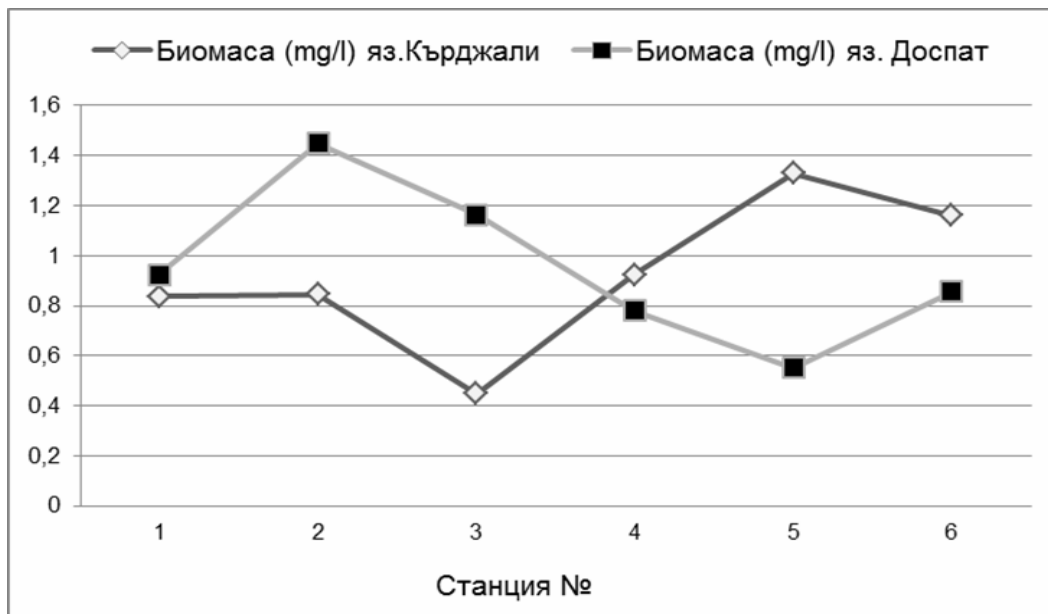
Фигура 4. Средни стойности по дати в сезонната динамика на числеността и биомасата на фитопланктона в язовир “Кърджали” (2009-2012 г.).



Фигура 5. Средни стойности по дати в числеността и биомасата на фитопланктона в язовир “Доспат” (2009-2012 г.).



Фигура 6. Средни стойности на биомасата на фитопланктона по станции в язовирите “Кърджали” и “Доспат” (2009-2012 г.).

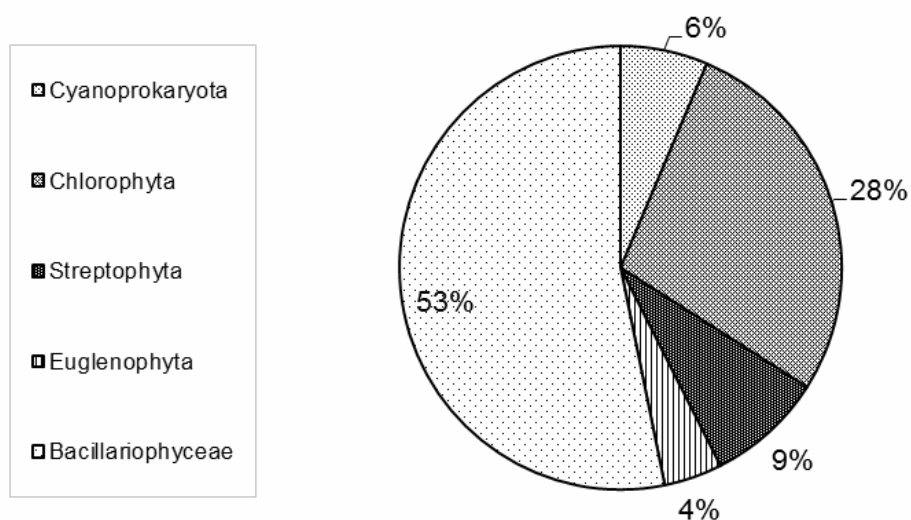


4.5. Структура и динамика на фитопланктона в реките Арда и Доспат.

Река Арда

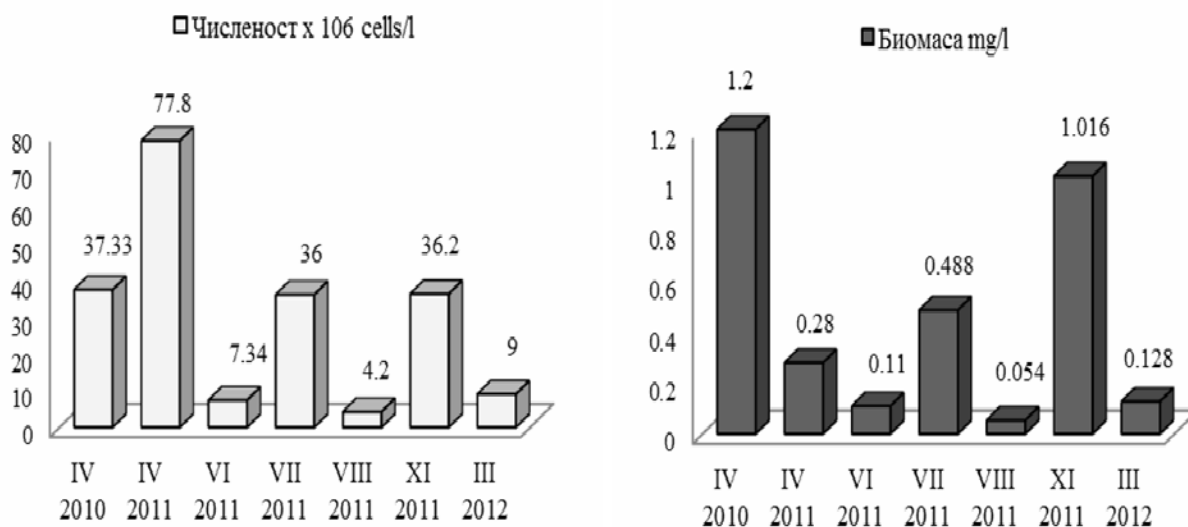
Установени са 48 фитопланктонни вида от 5 отдела: Ochrophyta (Bacillariophyceae - 25), Chlorophyta (14), Streptophyta (4), Euglenophyta (2) и Cyanoprokaryota (3). Процентното разпределение на групите е следното: Bacillariophyceae (53%), Chlorophyta (28%), Streptophyta (9%), Euglenophyta (6%) и Cyanoprokaryota (4%, Фигура 7). Най-висока численост имат кремъчните водорасли, а от тях доминантни видове са *Diatoma vulgare*, *Synedra ulna.*, *Aulacoseira granulata*, *Hannea arcus*, *Cymbella cymbiformis* C.Agardh и *Navicula radiosa* Kützing. През юли и август второстепенна роля в количествената структура на фитопланктона имат някои от представителите на зелените водорасли: *Scenedesmus communis*, *Scenedesmus bijugatus* и *Pediastrum simplex*.

Фигура 7. Таксономична труктура на фитопланктона в река Арда за периода 2010-2012 г.



Максимумът в числеността на фитопланктона е установен през месеците юли 2011 г. (36×10^6 клетки $л^{-1}$) и октомври 2011 г. (36.2×10^6 клетки $л^{-1}$), а минимумът - през месеците август 2011 и март 2012 г. (4.2×10^6 клетки $л^{-1}$ и 5.3×10^6 клетки $л^{-1}$, Фигура 8).

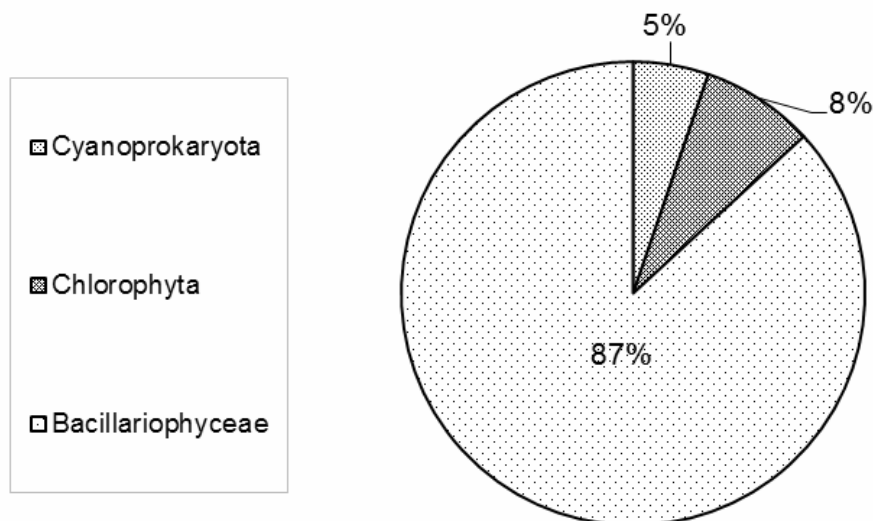
Фигура 8. Динамика на числеността и биомасата на фитопланктона в река Арда през периода 2010-2012 г.



Река Доспат

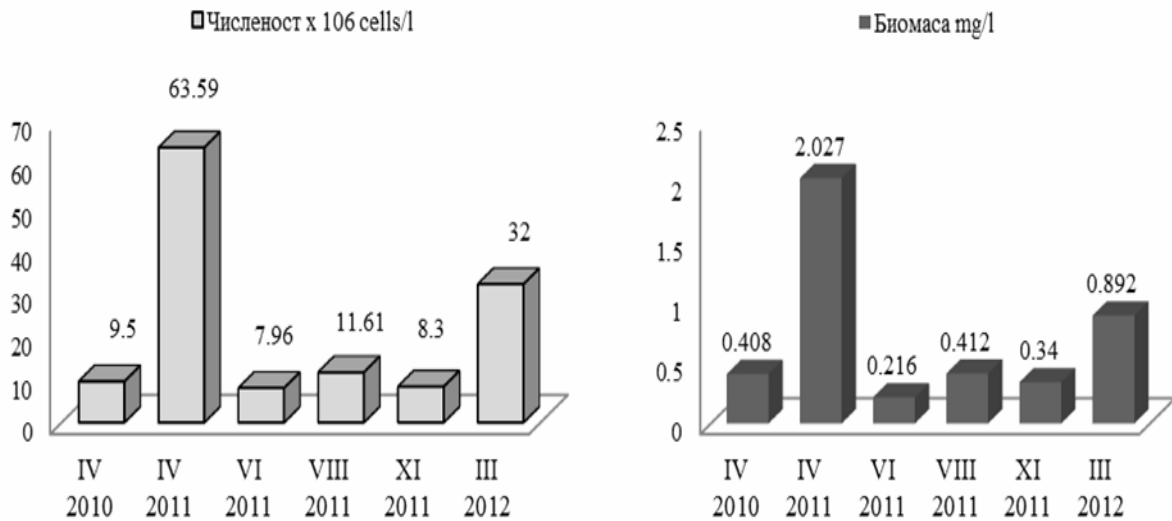
В речния фитопланктон на река Доспат са установени 38 таксона водорасли от 3 отдела: Ochrophyta (Bacillariophyceae - 33), Chlorophyta (3) и Cyanoprokaryota (2). Процентното разпределение е следното: Bacillariophyceae (87%), Chlorophyta (8%) и Cyanoprokaryota (5%, Фигура 9). С най-висока численост са кремъчните водорасли, с доминантни представители *Hannea arcus*, *Synedra ulna*, *Diatoma vulgare*, *Cymbella cymbiformis* и *Navicula* sp. През летните месеци се увеличава числеността на *Scenedesmus communis*, *Scenedesmus bijugatus* от зелените и *Oscillatoria limosa* C. Agardh. ex Gomont от синьозелените водорасли.

Фигура 9. Таксономична структура на фитопланктона в река “Доспат” (2010-2012 г.).



Максимална численост на фитопланктона е констатирана през месец април 2011г. (63.59×10^6 клетки $л^{-1}$), а минимална - през юни 2011г. (7.96×10^6 клетки $л^{-1}$). През лятото на 2011 г. (месец август) своята численост увеличават зелените водорасли (11.61×10^6 клетки $л^{-1}$, Фигура 10).

Фигура 10. Динамика в числеността и биомасата на фитопланктона в река “Доспат” (2010-2012 г.).



4.6. Статистическа обработка на данните

Варирането на числеността и биомасата на фитопланктона в язовирите “Кърджали” и “Доспат” и хидрохимичните показатели е изразено чрез средната аритметична величина (\bar{x}), средната грешка на средната аритметична ($S_{\bar{x}}$), вариационния коефициент ($CV\%$) и размаха (D).

Според степента на изменчивост изследваните показатели се разпределят в две групи: незначително вариращи и значително вариращи. Незначително вариращи са показателите прозрачност на водата по Secchi (SD), температурата на водата ($T^{\circ}C$), електропроводимостта ($Cond.$) и активната реакция на водата (pH), при които вариационният коефициент е със стойности по-малки от 10% ($CV < 10\%$). Значително вариращи са показателите: численост и биомаса на фитопланктона, разтворен във водата кислород (O_2), насищане с кислород ($O_2 \%$), концентрация на амониевите йони (NH_4^+), нитрати (NO_3-N), общ азот (TN), фосфати (PO_4-P), общ фосфор (TP) и перманганатната окисляемост. При всички тези показатели варирането е голямо и

вариационният коефициент има стойности много над 20% ($CV > 20\%$). За изясняване на влиянието на абиотичните фактори на средата върху структурата на фитопланктона и взаимовръзките между тях в двата язовира е направена статистическа обработка. Определени са корелационните зависимости между числеността и биомасата на фитопланктона и физико-химичните показатели на водата. В настоящото изследване са разкрити корелационни връзки с положителен и отрицателен знак. Разлики в стойностите и знаците на корелационния коефициент на *Pearson* са установени между различните показатели на проучване.

Язовир „Кърджали“

Корелационните зависимости между показателите в язовир “Кърджали” за целия период на изследването са представени в Таблица 7. Числеността на фитопланктона за целия период на проучване е в много висока корелация с положителен знак ($r=0.98$, $p<0.01$) с биомасата на фитопланктона, и значителна с рН ($r=0.39$, $p<0.01$) и насищането с кислород ($r=0.37$, $p<0.01$), както и умерена връзка с положителен знак с амоняка ($r=0.24$, $p<0.05$). Значителна отрицателна и умерена корелационна връзка с отрицателен знак е установена между числеността на фитопланктона и прозрачността ($r=-0.36$, $p<0.01$) и електропроводимостта на водата ($r=-0.31$, $p<0.05$). Слаба връзка с отрицателен знак ($r=-0.18$, $p<0.05$) е установена между фитопланктонната численост и температурата на водата, както и слаба зависимост с положителен знак с количеството на разтворения кислород ($r=0.19$, $p<0.05$). Биомасата на фитопланктона е в значителна корелация с положителен знак с активната реакция на водата (рН) ($r=0.37$, $p<0.01$) и насищането с кислород ($r=0.35$, $p<0.01$), както и умерена с амоняка ($r=0.25$, $p<0.05$) и слаба с разтворения кислород ($r=0.18$, $p<0.05$). Установена е значителна зависимост с отрицателен знак с прозрачността ($r=-0.35$, $p<0.01$) и слаба корелация с отрицателен знак за същия показател е отчетена с температурата на водата ($r=-0.19$, $p<0.05$) и фосфатите ($r=-0.15$, $p<0.05$) - Таблица 7.

Прозрачността на водата през целия период е във висока взаимовръзка положителен знак с електропроводимостта ($r=0.67$, $p<0.01$) и в значителна с температурата на водата ($r=0.40$, $p<0.01$), както и в значителна зависимост с отрицателен знак с рН ($r= -0.38$, $p<0.01$) и насищането с кислород ($r=-0.43$,

$p < 0.01$), и умерена корелация с отрицателен знак с количеството на разтворения кислород ($r = -0.34$, $p < 0.05$), нитратите ($r = -0.32$, $p < 0.05$) и общия азот ($r = -0.29$, $p < 0.05$). Температурата на водата е в значителна взаимовръзка с положителен знак с амоняка ($r = 0.43$, $p < 0.01$) и умерена с pH ($r = 0.34$, $p < 0.05$), и във висока корелация с отрицателен знак 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 зависимост с положителен знак с фосфатите ($r = 0.50$, $p < 0.01$), значителна с отрицателен знак с pH ($r = -0.37$, $p < 0.01$) и умерена с нивата на кислорода ($r = -0.21$, $p < 0.05$) и амоняка ($r = -0.22$, $p < 0.05$). Активната реакция на водата е в значителна връзка с положителен знак с насищането с кислород ($r = 0.45$, $p < 0.01$) и амоняка ($r = 0.54$, $p < 0.01$), значителна с отрицателен знак с нитратите ($r = -0.42$, $p < 0.01$) и общия азот ($r = -0.44$, $p < 0.01$) и умерена с фосфатите ($p < 0.05$, $r = -0.21$). Концентрацията на разтворения във водата кислород е в значителна корелация с положителен знак с насищането ($r = 0.48$, $p < 0.01$) и умерена с амоняка ($p < 0.05$, $r = 0.21$), а кислородното насищане е в умерена зависимост с положителен знак с амоняка ($r = 0.29$, $p < 0.05$) и с фосфагните форми на фосфора ($r = 0.18$, $p < 0.05$). При амониите йони общо за целия период на изследване в язовир "Кърджали" не е установена значима корелационна зависимост с други показатели. Нитратните форми на азота показват много висока корелация положителен знак с общия азот ($r = 0.98$, $p < 0.01$) и значителна с фосфатите ($r = 0.37$, $p < 0.01$), както и значителна зависимост с отрицателен знак с амоняка ($r = -0.43$, $p < 0.01$). Общият азот е в значителна корелационна зависимост с положителен знак с фосфатите ($r = 0.41$, $p < 0.01$) и значителна с отрицателен знак с амоняка ($r = -0.42$, $p < 0.01$). Нивата на амоняка в язовир "Кърджали" за целия период на проучването са в умерена зависимост с отрицателен знак с фосфатните форми на фосфора ($r = -0.26$, $p < 0.05$) - Таблица 7.

Таблица 7. Корелационна решетка със стойностите на коефициента на корелация на *Pearson* на физико-химичните показатели и числеността и биомасата на фитопланктона в яз. „Кърджали“ общо за целия период на изследване.

	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	-0.36**	-0.35**	1											
T°C	-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 -N	-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 ₃ -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.

Язовир „Доспат“

Стойностите на корелационните коефициенти на показателите в язовир “Доспат” общо за целия период на изследването са представени в Таблица 8. Числеността на фитопланктона е в много висока зависимост с положителен знак с биомасата на фитопланктона ($r=0.98$, $p<0.01$), в умерена с разтворения кислород ($r=0.27$, $p<0.05$) и процента на насищане с кислород ($r=0.25$, $p<0.05$), както и в значителна взаимовръзка с отрицателен знак с прозрачността на водата ($r=-0.41$, $p<0.01$) и умерена с нитратния ($r=-0.20$, $p<0.05$), общия азот ($r=-0.19$, $p<0.05$) и окисляемостта ($r=-0.20$, $p<0.05$). Фитопланктонната биомаса също е в зависимост с положителен знак с разтворения кислород ($r=0.25$, $p<0.05$), процента на насищане с кислород ($r=0.23$, $p<0.05$), в значителна с отрицателен знак с прозрачността на водата ($r=-0.41$, $p<0.01$) и в умерена с нитратния азот ($r=-0.19$, $p<0.05$), общия азот ($r=0.19$, $p<0.05$) и окисляемостта ($r=-0.22$, $p<0.05$) – Таблица 8).

Прозрачността на водата в язовир “Доспат” е в значителна зависимост с положителен знак с температурата на водата ($r=0.52$, $p<0.01$) и в умерена с pH ($r=0.28$, $p<0.05$) и перманганатната окисляемост ($r=0.26$, $p<0.05$). Прозрачността

е в значителна корелация с отрицателен знак с кислорода ($r=-0.49$, $p<0.01$) и процента на насищане с кислород ($r=-0.38$, $p<0.01$), и в умерена връзка с амониевия, ($r=-0.25$, $p<0.05$), нитратния ($r=-0.26$, $p<0.05$) и общия азот ($r=-0.29$, $p<0.05$), фосфатите ($r=-0.25$, $p<0.05$) и окисляемостта ($r=-0.26$, $p<0.05$). Температурата на водата е в умерена зависимост с положителен знак с рН ($r=0.33$, $p<0.05$), в значителна корелация с отрицателен знак с нитратите ($r=-0.54$, $p<0.01$) и общия азот ($r=-0.54$, $p<0.01$), и в умерена с отрицателен знак с кислорода ($r=-0.25$, $p<0.05$) и фосфатите ($r=-0.29$, $p<0.05$). Електропроводимостта е в умерена взаимовръзка с положителен знак с фосфатните форми на фосфора ($r=0.26$, $p<0.05$), и в умерена корелация с отрицателен знак с рН ($r=-0.33$, $p<0.05$), разтворения кислород ($r=-0.21$, $p<0.05$), процента на насищане ($r=-0.25$, $p<0.05$) и амоняка ($r=-0.21$, $p<0.05$). Активната реакция на водата в язовир "Доспат" е във висока зависимост с положителен знак с концентрацията на амоняка ($r=0.67$, $p<0.01$), в умерена с положителен знак с процента на насищане с кислород ($r=0.22$, $p<0.05$), в значителна взаимовръзка с отрицателен знак с фосфатите ($r=-0.52$, $p<0.01$) и в умерена с отрицателен знак с амониевия ($r=-0.30$, $p<0.05$), нитратния ($r=-0.26$, $p<0.05$), общия азот ($r=-0.29$, $p<0.05$) и окисляемостта ($r=-0.24$, $p<0.05$). Разтвореният във водата кислород е в много висока зависимост с положителен знак с процента на насищане ($r=0.96$, $p<0.01$), в умерена с нитратния ($r=0.20$, $p<0.05$), общия азот ($r=0.19$, $p<0.05$) и фосфатите ($r=0.22$, $p<0.05$), а насищането с кислород е в умерена корелация с положителен знак с количеството на амоняка ($r=0.21$, $p<0.05$). Амониевите йони са във взаимовръзка с положителен знак с нивата на общия азот ($r=0.25$, $p<0.05$). Много висока корелация с положителен знак ($r=0.99$, $p<0.01$) е отчетена между концентрацията на нитратните йони и количеството на общия азот, и умерена с фосфатите ($r=0.27$, $p<0.05$). Общият азот за целия период на проучване е в умерена зависимост с положителен знак с фосфатните форми на фосфора ($r=0.29$, $p<0.05$), а концентрацията на амоняка в умерена корелация с отрицателен знак с фосфатите ($r=-0.28$, $p<0.05$). Фосфатните форми на фосфора са в умерена корелационна зависимост с положителен знак с перманганатната окисляемост ($r=0.29$, $p<0.05$) - Таблица 8.

Таблица 8. Корелационна решетка със стойностите на коефициента на корелация на *Pearson* на физико-химичните показатели и числеността и биомасата на фитопланктона в яз. „Доспат“ общо за целия период на изследването.

	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 -N	-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 ₃ -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.

5. Основни резултати

При настоящото изследване на фитопланктона в язовирите “Кърджали” и “Доспат” за периода 2009-2012 година, сезонната динамика, таксономичната структура и взаимовръзките между биотичните и абиотични показатели са получени следните основни резултати:

- Фитопланктонните съобщества в язовирите “Кърджали” и “Доспат” се характеризират със сравнително високо биоразнообразие (137 таксона от 6 отдела в яз. “Кърджали” и 131 таксона от 7 отдела в яз. “Доспат”).
- В двата язовира най-голям е броят на видовете от клас Bacillariophyceae, а индексът на видово сходство на Sørensen между тях е относително висок - 0.52.
- Установеният общ брой таксони във всеки от язовирите (137 в “Кърджали” и 131 в „Доспат“) е съответно 2 и 3 пъти по-голям в сравнение с предишни изследвания, проведени преди 10 и 30 години.
- За първи път в язовир „Доспат“ са намерени синьозелени водорасли, представени с 18 вида, сред които има потенциални продуценти на токсини.
- Доминантните комплекси в двата язовира са специфични. В язовир “Кърджали” те са съставени предимно от кремъчни водорасли, а само през лятото доминират видове зелени водорасли. В язовир “Доспат” доминантните комплекси са от кремъчни и синьозелени водорасли и един пирофитов вид.
- Числеността и биомасата на фитопланктона в двата язовира са с близки стойности. В язовир “Кърджали” те варират между 0.04×10^6 и 363×10^6 клетки $л^{-1}$ и 0.016 и 11.700 мг $л^{-1}$, а в язовир “Доспат” са от 0.1×10^6 до 404×10^6 клетки $л^{-1}$ и от 0.08 до 11.372 мг $л^{-1}$.
- Хоризонталното количествено разпределение на фитопланктона в двата язовира е неравномерно и различно: в “Кърджали” обилието се увеличава от лимничната към проточната зона на язовира, а в “Доспат” е установена обратна тенденция към повишаване на числеността и биомасата при

станциите, разположени около садковите стопанства и язовирната стена в сравнение с тези в проточната част на язовира.

- Вертикалното количествено разпределение на фитопланктона в язовирите “Кърджали” и “Доспат” също има неравномерен характер и е различно в двата язовира. В “Кърджали” максималното обилие на фитопланктона е установено в повърхностния фотичен слой на епилимниона при дълбочини от 0 до 10 м, докато в язовир “Доспат” то е в металимниона на дълбочина между 10 и 20 м.
- За разлика от количественото разпределение, по отношение на таксономичната структура на фитопланктона не са установени съществени различия на различните изследвани дълбочини.
- Установен е ясно изразен сезонен сукцесионен ход в развитието на фитопланктонните съобщества в язовирите “Кърджали” и “Доспат” с пролетен максимум и два по-малки пика през есента и лятото.
- Установено е трофичното състояние на двата язовира на основата на средните стойности на фитопланктонната биомаса за целия период на изследването. И двата язовира са мезотрофни, като в “Кърджали” средната биомаса е 0.75 мг л^{-1} , а в “Доспат” – е 0.953 мг л^{-1} .
- Трофичното състояние на отделните станции в язовир “Кърджали” според средните стойности на биомасата съответства на тенденцията за нарастване на фитопланктонната плътност в посока от лимничната към проточната зона. В язовир “Доспат”, обратно, станциите, разположени в лимничната зона около садковото стопанство и язовирната стена, имат по-високи средни стойности на биомасата в сравнение с тези в проточната зона.
- Прозрачността на водата в двата язовира се променя във времеви и пространствен аспект и в тясна зависимост от количественото развитие на фитопланктона. В “Кърджали” тя сезонно се изменя от 1.2 до 5.5 м и намалява в посока от лимничната към проточната зона на язовира. В “Доспат” прозрачността на водата сезонно варира от 2.1 до 6.5 м като се

увеличава през периода на лятната температурна стратификация и в по-голяма в проточната зона и опашката на язовира.

- Дълбочината на еуфотичния слой (ZEU) в язовирите “Кърджали” и “Доспат” варира от ок. 3 до ок. 14 м, през различните периоди на изследването като пряко зависи от прозрачността на водата и от количественото развитие на фитопланктонните съобщества.
- Във фитопланктона на р. Арда са установени 48 таксона от 5 отдела, а в р. Доспат - 38 таксона от 3 отдела. Най-богат и в двете реки е клас Bacillariophyceae (25 таксона в р. Арда и 33 в р. Доспат).
- Определена е чрез дескриптивна статистика степента на вариране на числеността и биомасата на фитопланктона и на 12 физико-химични показателя в язовирите “Кърджали” и „Доспат“. Незначително вариращи са показателите прозрачност, температурата, електропроводимост и активната реакция на водата. Силно вариращи са показателите: численост и биомасата на фитопланктона, разтворен кислород, насищане с кислород, амониеви йони, нитрати, общ азот, фосфати, общ фосфор и перманганатната окисляемост.
- При използване на показателя на Pearson е доказано, че най-значимите абиотични фактори, влияещи върху количественото, сезонното и пространственото разпределение на фитопланктона в язовир “Кърджали” са рН, кислородното насищане, прозрачността и електропроводимостта на водата, а слаба е взаимовръзката на фитопланктонната численост и биомаса с температурата на водата и кислородното съдържание. За яз. “Доспат” най-значимите абиотични фактори са: кислородното съдържание, кислородното насищане, прозрачността и електропроводимостта, а по-слаба е установената корелация на количествените показатели на фитопланктона с нитратните форми на азота, общия азот и перманганатната окисляемост.

6. Изводи

Получените резултати от настоящото изследване на фитопланктона в язовирите “Кърджали” и “Доспат” за периода 2009-2012 година, сезонната им динамика, таксономичната структура и взаимовръзките между биотичните и абиотични показатели позволяват да се направят следните изводи:

- Получените данни за качествения и количествения състав на фитопланктона показват, че независимо от планинския си характер, и двата проучвани язовира се характеризират със сравнително богато биоразнообразие и голямо обилие на водораслите, обусловени от втока на биогени при продължителното садково рибовъдство.
- Както наличието и обилното развитие на таксономични групи и видове водорасли, които не са типични за планински язовири, така и близките стойности на числеността и биомасата на фитопланктона, и относително високото флористично сходство между двата язовира с различна надморска височина, потвърждава голямото влияние на антропогенно стимулирания процес на повишаване на трофността на водите поради продължителното садково рибовъдство.
- Установените разлики в пространственото разпределение на фитопланктона (хоризонтално и вертикално) в двата язовира при общо неравномерно разпространение на фитопланктона, също се дължат главно на влиянието на садковото рибовъдство, проявено по-ясно в язовир „Доспат“, в който е установено нетипично за язовирите по-малко обилие на планктона в проточната и опашната част.
- Сравняването на резултатите от настоящето изследване с наличните литературни данни за предишни периоди недвусмислено показва сериозно влияние на садковото рибовъдство върху биоразнообразието и обилието на фитопланктона и в двата язовира, а с това и върху качеството на водите им. Това влияние е много по-силно изразено в по-плиткия, по-тесен, по-малко осветен и по-високо разположен яз. „Доспат“ с по-малка проточност на водите в сравнение с по-дълбокия, по-широк, по-осветен и по-ниско разположен яз. „Кърджали“, чиито води се обменят по-бързо.

7. Приноси на дисертационния труд

1. Проведено е комплексно изследване на фитопланктонните съобщества в язовирите “Кърджали” и „Доспат“, включващо основни хидрологични, хидрохимични и биологични показатели на проучените язовири.
2. Направено е проучване на таксономичния състав, числеността и биомасата на фитопланктона в язовирите “Кърджали” и „Доспат“. Резултатите от изследването обогатяват значително наличната научна информация за тези водоеми.
3. За пръв път е направено детайлно изследване за изясняване на сезонната динамика и сукцесия на фитопланктона, както и доминантните комплекси и пространственото и времево разпределение на съобществата в язовирите „Кърджали“ и „Доспат“.
4. Получени са данни за степента на вариране на количествените показатели на фитопланктона и хидрохимичните фактори на средата в язовирите „Кърджали“ и „Доспат“.
5. Изведени са корелационни зависимости между основните количествени показатели на фитопланктона, както и между тях и факторите на средата, което дава възможност да се определят факторите с най-голямо значение за пространствените, сезонни и таксономични промени в структурата на фитопланктонните съобщества в язовирите „Кърджали“ и „Доспат“.
6. С прилагането на статистически методи при анализиране на количествените показатели на фитопланктона и факторите на средата, при изследването е установено влиянието на абиотичните фактори, взаимовръзките между тях и въздействието им върху фитопланктонните съобщества.
7. Доказани са негативни тенденции в развитието на двата язовира, дължащи се главно на дългогодишното развитие на садковото рибовъдство в тях.

Публикации на Костадин Тодоров Дочин

(Със * са обозначени публикациите, представени във връзка с дисертацията)

- Николова, Л., Л. Хаджиниколова, К. Дочин.** 2004. Проучване на комплексното влияние на някои паратипни фактори върху растежа на бял амур (*Ctenopharyngodon idella* Val.), отглеждан в поликултура. - Животновъдни науки, 3: 77-80.
- Nikolova, G. Grozev, K. Dochin.** 2005. The effect of some paratype factors on the growth of bighead carp (*A. nobilis*) reared in polyculture. - Journal of Environmental Protection and Ecology 6 (2): 454-461.
- Хаджиниколова Л., Т. Хубенова, А. Зайков, Р. Атанасова, Л. Николова, П. Василева, А. Стоева, Д. Терзийски, К. Дочин, Ив. Илиев.** 2007. Правила за добра производствена практика в аквакултурата, Министерство на Земеделието и Продоволствието, национален Център за Аграрни науки, Институт по рибарство и Аквакултури – Пловдив. Пловдив, 107 стр.
- Nikolova L., K.T. Dochin, G.K. Grozev, E.I. Paskaleva.** 2008. Influence of the Vegetation of the Plankton on the Growth of the Bighead carp (*Aristichthys nobilis* Richardson, 1845) While Being Bred in Autochthonous Polyculture Along with One-year old Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) and Two- year old Grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Valenciennes, 1844) (Pisces: Cyprinidae). - Acta Zoologica Bulgarica, Suppl. 2: 193-200.
- Nikolova L., L. Hadjinikolova, K. Dochin, D. Terziyski, R. Atanasova, A. Stoeva, G. Grozev, E. Paskaleva.** 2008a. Carp Fish Rearing in autochthonous polyculture of one and the same age (*Cyprinus carpio* L., *Aristichthys nobilis* Rich and *Ctenopharyngodon idella* Val.). - Bulg. J. Agric. Sci., 14:133-138.
- Nikolova L., L. Hadjinikolova, K. Dochin, D. Terziyski, R. Atanasova, A. Stoeva, G. Grozev, E. Paskaleva.** 2008b. Rearing of carp Fishes in autochthonous mixed polyculture (*Cyprinus carpio* L., *Aristichthys nobilis* Rich and *Ctenopharyngodon idella* Val.). - Bulg. J. Agric. Sci., 14: 139-144.
- Terziyski D., R. Kalchev, K. Dochin, I. Piskov H. Kalcheva and L. Pehlivanov.** 2010. Variability of biological characteristics and their relations to environmental variables in fish ponds stocked with carp fish larvae in two different proportions. - Bulg. J. Agric. Sci., 16: 341-349. **IF=0.153**
- Terziyski D., R. Kalchev, L. Hadjinikolova, K. Dochin and A. Ivanova.** 2010. Variability of chemical characteristics and their relations to environmental and biological variables in two variants of ponds stocking with fish larvae. - Bulg. J. Agric. Sci., 16: 284-297. **IF=0.153**
- Kalcheva, H., D. Terziyski, R. Kalchev, K. Dochin and A. Ivanova,** 2010. Control of zooplankton and nutrients on bacterioplankton in fish ponds with carp larvae. - Bulg. J. Agric. Sci., 16: 284-297. **IF=0.153**
- Николова Л., К. Дочин,** 2011. Убойные качества двулетнего карпа (*Cyprinus carpio* L.), выращиваемого в условиях автохтонной одновозрастной поликультуры, Наукови праці ОНАХТ (Одеська Національна Академія Харчових Технологій), 40(2): 127-130.
- Николова Л., К. Дочин,** 2011. Убойные качества двулетнего белого амурса (*Ctenopharyngodon idella* Val.), выращиваемого в условиях автохтонной одновозрастной поликультуры, Наукови праці ОНАХТ (Одеська Національна Академія Харчових Технологій), 40(2): 130-135.
- Nikolova L., K. Dochin & D. Terziyski.** 2013. Some parameters of the fishponds ecosystem for rearing carp in autochthonous monoculture. - Bulg. J. Agric. Sci., 19 (3): 584-589. **IF=0.136**
- *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.
- *Дочин, К.Т.** 2014. Структура и динамика на фитопланктона в язовир Кърджали. - Животновъдни науки 51 (1-2): 110-120.
- Дочин, К, В. Кунева, Л. Хаджиниколова, Ив. Илиев.** Корелационни зависимости между факторите на средата и фитопланктона в язовирите Кърджали и Доспат. - Животновъдни науки, (под печат).

- Иванова, А. Д. Терзийски, К. Дочин. Л. Хаджиниколова, Т. Хубенова.** Физични, химични и биологични параметри на водата в различен тип производствени системи използвани за отглеждане на шаран (*Cyprinus carpio* L.). – В сб. Научна конференция с международно участие “Българското земеделие – хоризонт 2020”. Стара Загора, 15-16 май 2014 г. (под печат).
- Dochin, K.T & M. P. Stoyneva.** Phytoplankton of the Dospat Reservoir (Rhodopi Mts, Bulgaria) – indicator of negative trend in reservoir development due to long-term cage fish farming. - Ann. Univ. Sof., Fac. Biol., Book 2-Botany (in press).
- Dochin, K & A. Ivanova.** Study of phytoplankton diversity and hydrochemical regime of Bistrica Dam Lake. - Bulg. J. Agric. Sci., Supplement 1, 21 (in press).

Участие във финансирани проекти и научни теми

- Технология за интегрирано отглеждане на водоплаващи птици и риби в топловоден тип водоеми (1999-2003 г.).** Проект към ССА. Ръководители: ст.н.с. д-р Гр. Грозев и ст.н.с. д-р Л. Хаджиниколова.
- Проучване на възможностите за въвеждане на биологично производство в топловодното рибовъдство при условията на България”** 2004-2006 г. Проект към ССА. Ръководител: н.с. д-р Л. Николова.
- Интродукция на есетрови риби (*Polyodon spathula*, Walbaum 1792) във вътрешните водоеми на България и разработване на технология за отглеждането му.** (2002-2006). Проект към ССА. Ръководител: ст.н.с. д-р Т. Хубенова.
- Проучване на структурата на общата рибопродуктивност при различна гъстота на посадката на шарана, за нуждите на органичното рибовъдство.** 2007-2009 г. Проект към ССА.
- На по-късен етап проектът е въведен в рамките на проект **Проучване на баланса на биогенните елементи и структурата на общата рибопродуктивност в топловодното рибовъдство.** Проект към ССА. Ръководител: ст.н.с. д-р Л. Хаджиниколова.
- Разработване на система от правила за добра производствена практика в аквакултурата” в рамките на „Създаване и трансфер на добри производствени земеделски практики, разработване на наръчници и системи за обучение и внедряване”.** 2007 г.
- Проучване на продуктивните качества на подрастващ шаран при отглеждането му в условия на ниска степен на интензификация на производство.** 2010-2012 г. Проектната задача е в рамките на проект **Усъвършенстване на технологията за отглеждане на зарибителен материал от шаран.** Проект към ССА. Ръководител: ст.н.с. д-р Л. Хаджиниколова и ст.н.с. д-р Т. Хубенова.
- Влияние на първичната продуктивност на планктона в рибовъдни басейни върху ефективността на отглеждането на личинки от шаран и растителноядни видове риби в поликултура,** 2006-2009 г. Проект към ССА. Ръководител: н.с. Д. Терзийски.
- Комплексна оценка и изследване на влиянието на садковите аквакултури върху хидроecosистемата на язовири в България“** по договор с фонд „Научни изследвания“ ДО 02-307/19.12.2008. 2009-2012 г. Ръководител: проф. д-р Л. Хаджиниколова. Проект към MOMH.
- Продуктивни характеристики на двулетен шаран от местна популация.** 2013-2014 г. Ръководител: доц. д-р Л. Николова. проект към ССА.
- Качество на месото на шарана (*Cyprinus carpio* L.) отглеждан при различни производствени системи.** 2012-2015 г. Ръководители: проф. д-р Л. Хаджиниколова, проф. д-р Т. Хубенова. Проект към ССА.
- Определяне качествата на мъжки гамети на някои видове от сем. *Cyprinidae*.** 2014 г. съвместен проект с ИБИР „Акад. К. Братанов“, БАН. Ръководители доц. д-р Л. Николова ИРА-Пловдив, доц. д-р Росен Стефанов ИБИР „Акад. К. Братанов“, БАН.

Участие в конференции

- Николова, Л., Л. Хаджиниколова, К. Дочин.** 2004. Проучване на комплексното влияние на някои паратипни фактори върху растежа на бял амур (*Ctenopharyngodon idella* Val.), отглеждан в поликултура, Юбилейна международна научна конференция Устойчиво развитие на рибовъдството, Пловдив, Животновъдни науки, 3: 77-80.
- Kalcheva H., M. Beshkova, D.Terziyski, A. Ivanova, K. Dochin, L. Pechlivanov, V. Vasilev, V. Tsavkova, I. Botev & R. Kalchev.** 2010. Trophic cascades in the pelagic food webs and abiotic changes as driving forces of bacterioplankton size structure in shallow anthropogenically manipulated and natural ecosystems and in reservoirs infested by *Dreissena polymorpha* in Bulgaria. Body size in the Changing World. 3rd workshop of the ESF Research Networking Programme SIZEMIC June 21-22, 2010, Barcelona, Spain (Abstract).
- Николова Л., К. Дочин.** 2011. Убойные качества двулетнего белого амура (*Ctenopharyngodon idella* Val.), выращиваемого в условиях автохтонной одновозрастной поликультуры. Материали VII Міжнародної науково-практичної конференції „Харчові технології-2011. випуск 40, том 2. Одеська Національна Академія Харчових Технологій.
- Николова Л., К. Дочин.** 2011. Убойные качества двулетнего карпа (*Cyprinus carpio* L.), выращиваемого в условиях автохтонной одновозрастной поликультуры. Материали VII Міжнародної науково-практичної конференції „Харчові технології-2011. випуск 40, том 2. Одеська Національна Академія Харчових Технологій.
- Nikolova L. & K. Dochin.** 2013. Slaughter characteristics of two-year old bighead carp and the influence of the some technological factors under the conditions of autochthonous polyculture of the same age, 8-th International Conference of Journal of Central European Agriculture, The role of animal production In rural development in the region of Central and Eastern Europe, JCEA.
- Дочин, К. Т.** 2014. Структура и динамика на фитопланктона в язовир Кърджали. Животновъдни науки 51 (1-2): 110-120. Научна Конференция с международно участие „Животновъдната наука-предизвикателства и иновации“-30.10-1.11. 2013 г, Витоша Парк Хотел, София.
- Dochin, K. & A. Ivanova.** Study of phytoplankton diversity and hydrochemical regime of Bistrica Dam Lake. 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON AQUACULTURE AND WATER ECOSYSTEMS October 29-31, 2014, Plovdiv. Bulg. J. Agric. Sci., Supplement 1, 21: (in press).
- Иванова, А. Д. Терзийски, К. Дочин. Л. Хаджиниколова, Т. Хубенова.** Физични, химични и биологични параметри на водата в различен тип производствени системи използвани за отглеждане на шаран (*Cyprinus carpio* L.). Научна конференция с международно участие“ Българското земеделие – хоризонт 2020”. Стара Загора, 15-16 май 2014 г. (под печат).

Забелязани цитати

- Hussein, M.S.** 2012. Effect of organic and chemical fertilization on growth performance, phytoplankton biomass and fish production in carp polyculture system. Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish., 16 (2): 133 – 143. Цит.: **NN 5,6.**
- Ponce-Palafox J.T¹, Arredondo-Figueroa J.L.^{2,3}, Castillo-Vargasmachuca S.G.¹, Rodríguez Chávez G¹, Benítez Valle A¹, Regalado de Dios M.A.¹, Medina Carrillo F¹, Navarro Villalobos R¹, Gómez Gurrola J.A.¹ & P¹ López Lugo.** 2010. The effect of chemical and organic fertilization on phytoplankton and fish production in carp (Cyprinidae) polyculture system. Revista Biociencias Julio 2010 Vol. 1 (1): 44 - 50. Цит.: **NN 5,6.**
- Singh U.P.^a, Bisht, H.C.S.^a, & N.N.^b Pandey.** 2014. Primary productivity and plankton production of poultry waste recycled fish ponds in mid hills. Ecology, Environment and Conservation, 20 (3): 1067-1074. Цит.: **NN 5,6.**
- La Ferla R. G. Maimone G. Caruso F. Azzaro M. Azzaro F. Decembrini A. Cosenza M. Leonardi & R. Paranhos.** 2014. Are prokaryotic cell shape and size suitable to ecosystem characterization? Hydrobiologia, 726: 65–80. Цит.: **N 9.**