

ХАРАКТЕРИСТИКИ НА МОРСКИЯ ФИТОПЛАНКТОН ПРЕЗ ЗИМА - ПРОЛЕТ 2009-2010 г. – ОСОБЕНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ

Даниела Петрова, Димитър Герджиков

CHARACTERIZATIONS OF MARINE PHYTOPLANKTON IN WINTER – SPRING 2009 – 2010 – PECULIARITYS AND TRENDS

Daniela Petrova, Dimitar Gerdzchikov

Abstract: The observation of marine ecosystem in front of the Bulgarian Black Sea coast in 2009-2010 continue demonstrating a returning of the classic scheme of phytoplankton's development in the temperate latitudes, typical for the post eutrophication period. 6 phytoplankton species in bloom concentrations in which formation there are no peridineas have been found. The article's aim is to follow the phytoplankton's dynamic in two consecutive years in winter – spring season.

Key words: phytoplankton, "blooms", diatoms, peridineas, Black Sea

Въведение

Пролетният „цъфтеж“ на морския фитопланктон е отличителна характеристика на сезонния цикъл в умерените ширини и е свързан както с увеличеното количество на слънчева радиация, така и с интензивно протичащия по това време от годината процес на смесване на водните маси. Важно значение за началото на пролетния „цъфтеж“ има и увеличената устойчивост на повърхностния воден слой и повишеното количество на биогените [14]. Пролетните „цъфтежи“ обикновено се развиват в края на хидрологичния сезон [2]. През 90 -те години – периода на засилена еутрофикация, „цъфтежите“ на фитопланктон с максимални количествени стойности са докладвани през зимата [3]. Зимно-пролетните „цъфтежи“ на фитопланктона са с най- висока численост и биомаса през годината [4]. Нормалният цикъл на развитие на фитопланктона през годината, установен за умерените ширини и от изследванията в български води, се определя от два годишни максимума по-висок през зимно - пролетния период и по-нисък през есенния хидробиологичен сезон. Този нормален годишен цикъл беше сериозно нарушен през еутрофикационния период (70, 80, 90-те) като от средата на 90-те са регистрирани наченки за неговото възстановяване.

Въпреки, че редуцирането на количествените параметрите на фитопланктона през постеутрофикационния период е факт, връщането на екосистемата към обичайното за биогеографската ни зона състояние не може да се осъществи по същите пътища по които се е променила първоначално [8]. От друга страна влияние оказват и промените в климата през последните години [1].

Материали и методи

В статията е включена мрежа от наблюдения през февруари-март, май и юни на 2009 и февруари-март, април и юни 2010 в езерна, крайбрежна и откритоморска акватории (Галата – (G), (G-1, G-3, G-10 и G-20 морски мили), Калиакра – (K), (K-1, K-3, K-10 и K-20 морски мили), Варненски залив (B), (B-1,B-2,B-3,B-4,B-5,B-6,B-7,B-9,B-10), Езера - (A), Варненско езеро (A-22, A-18 и A-16), Белославско езеро (A-14 и A-10)). Анализирани бяха общо 163 броя фитопланктонни проби взети с НИК ”Проф. Ал. Вълканов”, ИРП-Варна.

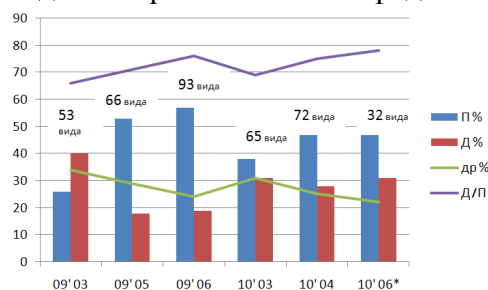
Морските акватории пред нос Калиакра и Галата бяха изследвани на станции разположени напречно на Дунавските трансформирани води до 20 морски мили отстояние от брега.

Фитопланктонните клетки бяха таксономично определени със светлинен микроскоп „Nikon” E400 и преброени в броителни камери ”Sedgewick Rafter” с обем 0.05 и 1 мл. (преди това пробите бяха концентрирани по утаечен метод и фиксирани в 2% р-р на формалин). Клетъчния обем беше изчислен чрез геометрични формули и бе използван софтуер Phytomax (ИРР-Варна) за качествените и количествените показатели [10].

Хидрологичните параметри бяха измерени чрез STD-60 оборудвана със сензори за налягане, температура, соленост, кислород, рН и Флуориметър - (Mini back Scat I (модел:1010P)) за хлорофил-а. Прозрачността на водното тяло бе изследвана чрез диск на Secchi в светлата част от денонощието.

Резултати и обсъждане

През изследвания период бяха установени 140 фитопланктонни вида. Според таксономичния състав, във фитоцена преобладаваха перидинеите (*Dinophyceae*) - 42% и диатомеите (*Bacillariophyceae*) – 31%. Общо комплекса Перидинеи/Диатомеи обхваща до 73 % от всички видове, число по-ниско от обичайно регистрираните средно 76% [5] - поради по-високо присъствие на *Chlorophyta* – 14%- *Euglenophyceae* – 5%, ; *Chrysophyceae* – 6%, *Cryptophyceae* – 4%. Синьо-зелените присъстват с обичайно малко на брой видове – *Cyanophyceae* – 3%. Срещат се отделни представители и на *Craspedophyceae* - <1%. Закономерно участието на Перидинеите във таксономичния състав се повишава със затопляне на температурата на морската вода от март към юни. Разпределението е представено на фиг. 1.



Фиг.1 . Процентни съотношения между основните групи фитопланктон през 2009-2010г.

В многогодишен план “цъфтежите” на фитопланктона през зимно-пролетните сезони са полиспецифични и с висока честота на формиране.

През 2009г. фитопланктонните “цъфтежи” в откритоморските акватории са установени през май и юни. Основно доминират 3-4 дребноразмерни, лесно приспособими видове. На отстояние до 1 миля са регистрирани „цъфтежи” на *Pseudo-nitzschia delicatissima* (май’ 09-G-1)- $4.81.06 \times 10^6$ кл.л⁻¹ и малки *Flagellates* (*Cryptophyceae*) (юни’ 09- G-1)- 4.2×10^6 кл.л⁻¹. След 3 морски мили само диатомеята *Ps. delicatissima* (май ’09-G-3)- 2.7×10^6 кл.л⁻¹ и златистото *Emiliania huxleyi* (юни ’09-E-10)- 1.06×10^6 кл.л⁻¹ са във високи концентрации [12].

Във Варненски залив поради влиянието на отточните води от системата на р. Провадийска, Белославско и Варненско езера, в южната и централна част на залива се създават подходящи условия за развитие на фитопланктон с по висока численост [3,4]. В тази част на залива бяха наблюдавани “цъфтежи” на два вида диатомеи и на дребните криптофитови флагелати:

Pseudo-nitzschia delicatissima – $3,5 \times 10^6$ кл.л⁻¹ на ст. В-5 , май’ 09; *small Flagellates* – $2,5 \times 10^6$ кл.л⁻¹ ст. В-2, юни’ 09; *small Flagellates* – $4,5 \times 10^6$ кл.л⁻¹ ст. В-3- март’ 10 и на същата станция *Skeletonema costatum* – $1,5 \times 10^6$ кл.л⁻¹ в придъния слой.

Таблица.1.

„Цъфтежни” видове във системата на Варненско езеро , численост (млн. кл. л⁻¹), биомаса (г.м⁻³).

Дата	Станция	Хоризонт (м)	Вид	Численост (млн. кл. л ⁻¹)	Биомаса (г.м ⁻³)
2009_03_06	А-16	0	<i>small Flagellates</i>	4.64	1.24
2009_03_06	А-22	0	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	1.30	4.08
2009_05_08	А-22	0	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	5.69	0.57
2009_05_08	А-22	0	<i>small Flagellates</i>	2.06	0.55
2009_05_08	А-22	0	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	1.75	5.49
2009_06_04	А-16	0	<i>small Flagellates</i>	31.08	8.33
2009_06_04	А-16	0	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	3.17	9.95
2010_03_19	А-22	0	<i>small Flagellates</i>	4.05	1.55
2010_03_19	А-22	0	<i>Skeletonema subsalsum (A. Cleve) Bethge, 1928</i>	1.84	1.67
2010_04_29	А-22	0	<i>small Flagellates</i>	4.22	0.76

През 2010г. април със затоплянето на морската вода отново започва да се развива в по-високи концентрации диатомеята *Pseudo-nitzschia delicatissima* -1.07 ст. В-3 в придъния слой.

Във Варненско езеро през изследваните месеци, без изключение, се развиват “цъфтежи”. При всичките експедиции в езерото установихме ниска прозрачност на водното тяло и интензивно оцветяване на водата. Регистрирани бяха 3 вида диатомеи и доминиране на група дребни криптофитови флагелати, които през юни 2009 се развиват над ниво “червен прилив” - 31.08×10^6 кл.л⁻¹ , но поради размерите им от 6 до 14 μm (в откритоморските зони същата група флагелати достига средно 12 μm) биомасата им е само 8.33 гр.м⁻³. Висока биомаса създава и друг съпътстващ вид диатомеята *Dactyliosolen fragilissimus* 9.95 гр.м⁻³ при 3.17×10^6 кл.л⁻¹ (А-16-0м юни’09 г.)(табл.1).

Бяха установени високи стойности в развитието на нов “цъфтежен” вид за езерната система диатомеята *Skeletonema subsalsum (A. Cleve) Bethge, 1928* [7,9]. В Белославско езеро тя

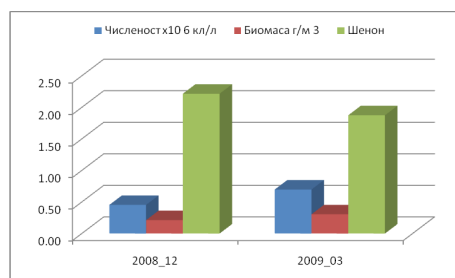
вегетираше с по-висока численост, и очевидно бе намерила още по-подходящи условия за своето развитие. В Белославско езеро „цъфтяха” и дребни флагелати (*Cryptophyceae*), (Табл.2), [2,6].

Таблица.2.

„Цъфтежни” видове във Белославско езеро по численост (млн. кл. л⁻¹) и биомаса (г.м⁻³)

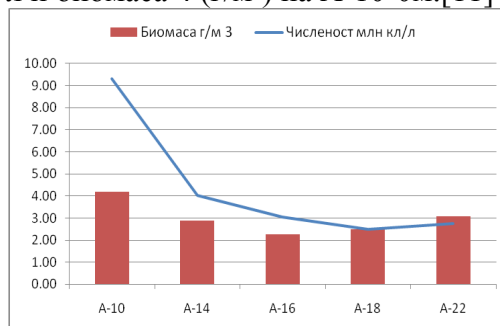
Дата	Станция	Хоризонт	Вид	Численост (млн.кл.л ⁻¹)	Биомаса (г.м ⁻³)
2009_03_06	A-10	0	<i>small Flagellates</i>	14.94	4.00
2010_03_19	A-14	0	<i>Skeletonema subsalsum</i> (<i>A.Cleve</i>) <i>Bethge, 1928</i>	2.44	2.20
2010_03_19	A-14	5	<i>small Flagellates</i>	1.55	0.59

Количествените фитопланктонни параметри пред н.Галата през март 2009 г. са численост 0.70×10^6 кл/л и биомаса 0.30 г/м^3 като липсват „цъфтежи”. По численост преобладават дребни *Cryptophyceae sp.* - 0.46×10^6 кл/л и *Cyanophyta - Merismopedia sp.* - 0.82×10^6 кл/л. Индексът за видово разнообразие е 1.87 (фиг.2.).



Фиг.2. Сравнение между биомаса(г/м³), численост $\times 10^6$ кл/л и индекс на видово разнообразие Шенон-Уивър на фитопланктона в 1÷3 милната зона на нос Галата (декември 2008г. и февруари-март 2009 г.);.

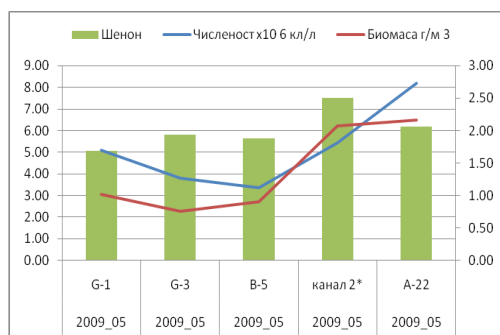
През март 2009 в езерата се наблюдава цъфтеж на дребноразмерни криптофитофи-*Chroomonas sp.*- $14,94 \times 10^6$ кл/л и биомаса $4 \text{ (г/м}^3)$ на А-10-0м.[11] (Фиг.3.)



Фиг.3. Динамика в средната биомаса(г/м³) и численост ($\times 10^6$ кл/л) на езерния фитопланктон през март 2009г.

През май 2009 г. във водите на 1÷3 мили от нос Галата числеността на фитопланктона е средно 4.44×10^6 кл/л, а биомасата е 2.66 г/м^3 . Индекса на видово разнообразие на Шенон-Уивър е 1.81 (фиг. 4.). Диатомеите доминират по численост с 86% и по биомаса –с 80%. Във Варненски залив средната численост е 3.34×10^6 кл/л, а биомасата 2.71 г/м^3 (ст.В-5), индекса на видово разнообразие е 1.88.

През този месец най-високо видово разнообразие е регистрирано в канала езеро-море 2, където в повърхностният воден слой индекса на Шенон-Уивър е 2.51, а числеността и биомасата на фитопланктона са по-високи (5.44×10^6 кл/л и 6.23 г/м^3) (фиг. 4.).



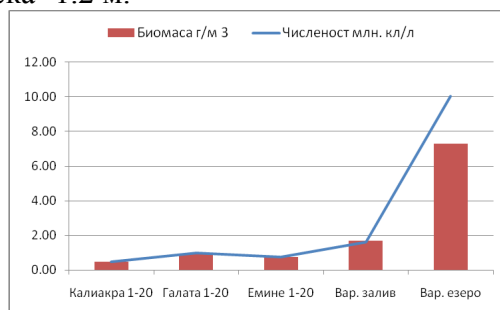
Фиг.4.Динамика във фитопланктонната биомаса(г/м^3), численост $\times 10^6$ кл/л и индекс на Шенон-Уивър(дясна скала) в различни акватории, май 2009 г.

Средните стойности за числеността и биомасата на фитопланктона през юни 2009 г. са: Калиакра 1-20 мили 0.48×10^6 кл/л и 0.49 г/м^3 , Галата 1-20мили 0.98×10^6 кл/л и 0.96 г/м^3 , Емине 1-20 мили 0.77×10^6 кл/л и 0.76 г/м^3 , Вар. залив 1.62×10^6 кл/л и 1.70 г/м^3 , Вар. езеро 10.02×10^6 кл/л и 7.28 г/м^3 . В сравнение с месец май 2009 г. средните стойности за численост и биомаса на фитопланктона през юни намаляват (от 1 до 4 пъти на различните станции (фиг. 5)).

Отчетената през март 2009г. прозрачност на водното тяло в Белославско езеро е 1.3 м, Варненско езеро - 2.0 м, Варненски залив - 5.9 м, нос Галата - 7.2 м.

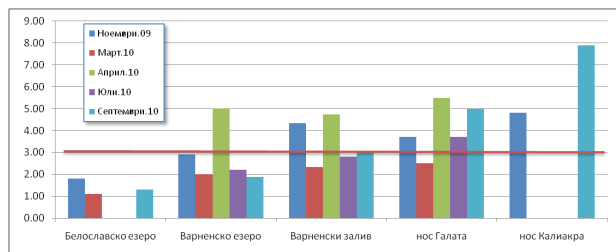
През май '09 в съответствие с регистрираните „цъфтежи” на фитопланктон прозрачността на водното тяло намалява - Варненско езеро - 1,3 м, Варненски залив - 3.0 м, нос Галата - 3.2 м..

През юни '09 стойността на прозрачността в крайбрежната зона 1-3 морски мили пред нос Галата остава сравнима с тази през май и е 3.3 м. Усреднената стойност на прозрачността за целия профил пред нос Галата е 4.4 м. Пред нос Калиакра тя е най-висока до 6.2м., а за нос Емине е 5.1м. Във Варненски залив е подобна на отчетената през месец май - 2.9м. а във Варненско езеро отново е ниска -1.2 м.



Фиг.5.Средна биомаса (г/м^3) и численост ($\times 10^6$ кл/л) на фитопланктона през юни 2009г.

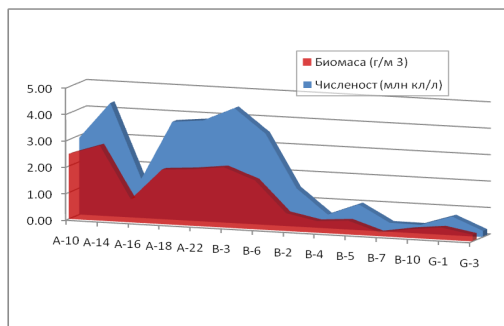
Прозрачността през март 2010 г. е ниска - в Белославско езеро е 1.10 м, В.езеро 2.00м, В.залив 2.33 м и н.Галата 2.50 м. През март бяха наблюдавани и най-високата фитопланктонна численост и максимума на хлорофил-а. Най – високата прозрачност на водното тяло бе измерена през април в акваториите на Варненско езеро-5.00 м, Варненски залив 4.73 м и нос Галата 5.50 м, което корелира с по-ниските количествени стойности на фитопланктона през април 2010 г. (фиг.6)



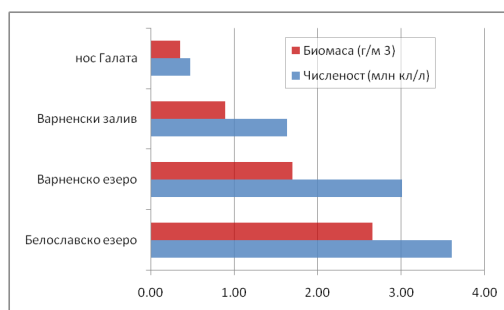
Фиг.6. Сезонна динамика на средната Прозрачност в изследваните акватории през 2010 г.

По профил Галата количествените стойности на фитопланктона през март’10 бяха най-ниските в сравнение с другите акватории - Белославско езеро 3.60×10^6 кл/л, 2.66 г/м^3 ; Варненско езеро 3.01×10^6 кл/л, 1.70 г/м^3 ; Варненски залив 1.63×10^6 кл/л, 0.89 г/м^3 ; нос Галата 0.47×10^6 кл/л, 0.36 г/м^3 ; (фиг. 7,8).

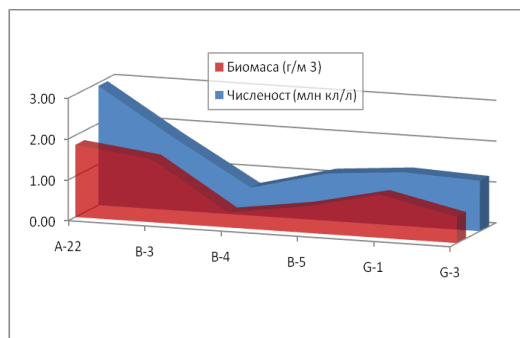
През април 2010 г. средната биомаса и численост на фитопланктона по профил Галата се повиши в сравнение с месец март - нос Галата 1.28×10^6 кл/л и 0.85 г/м^3 . Във Варненския залив биомасата остана приблизително същата но числеността на фитопланктона бе редуцирана в сравнение с предишния месец - Варненски залив 1.20×10^6 кл/л и 0.85 г/м^3 . Във Варненско езеро също се наблюдаваше намаляване на числеността и запазване на величината на биомасата приблизително на едно ниво с тази от март - Варненско езеро 2.92×10^6 кл/л и 1.97 г/м^3 , (фиг. 9,10).



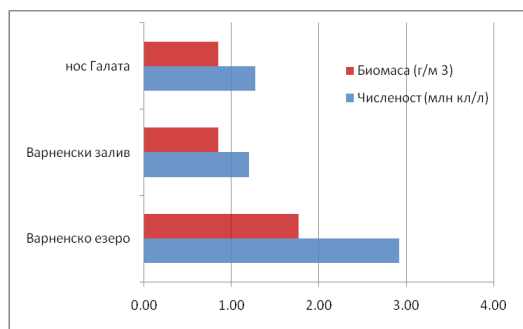
Фиг.7.Фитопланктонна численост(млн. кл/л) и биомаса(г/м³) по станции, март 2010 г.



Фиг.8.Средни количествени показатели през март 2010 г. по акватории



Фиг.9. Фитопланктонна численост (млн. кл/л) и биомаса (г/м³) по станции, април 2010г.



Фиг.10. Средни количествени показатели през април 2010 г. по акватории.

Средните количествени параметри на фитопланктона са по - ниски в сравнение с наблюдаваните в началото на това десетилетие и в сравнение с 90-те. [4]

През 2009г. количественото развитие на фитопланктона е с ниски величини и стойностите на хлорофил-а са в границите на 0.4 и 1.18 мг/м³ във Варненски заливи пред нос Галата .

През май са регистрирани най-високите стойности на хлорофил-а за 2009 г. в съответствие с повишените числености на фитопланктона в наблюдаваната акватория (5,14 мг/м³ G-1 и 4,73 мг/м³ B-5).

През юни 2009г. стойностите на хл-а намаляват, в сравнение с май. Във Варненски залив най-високите стойности на хлорофил-а се наблюдават на станциите B-1 - 4,98 мг/м³ в повърхностният слой.

През 2010г. при сравняване на стойностите на хл-а , установени във Варненски залив и пред н. Галата регистрираме максимални стойности във В.залив. Максималната величина на хл-а е през март 3.1 мг/м³ (B-6) и април 0.66 мг/м³ (B-5).

Количествените съотношения между двете главни таксономични групи във морския фитопланктон е важен параметър, характеризиращ развитието през тези годишни сезони. Количественото доминиране на перидинеи се свързва със създаване на благоприятни условия за тяхното развитие поради факта, че тези микроводорасли са миксотрофи и при наличие на големи количества РОВ във водната среда се развиват на големи площи и с висока численост измествайки другите конкуриращи ги групи. „Моноцъфтежите” на перидинеи водят до намаляване на биологичното разнообразие на фитопланктонното съобщество Такава организация на екосистемата е нестабилна.[2].

Таблица.3.

Процентни съотношения на групите на диатомеи и перидинеи по численост (ч) и биомаса (б) през зима-пролет 2009-2010 г.

	Д(ч)	П(ч)	Д(б)	П(б)	П/Д (ч)	П/Д (б)
Белославско езеро	35.59	1.12	61.12	5.36	36.71	66.48
Варненско езеро	33.30	4.69	56.24	19.46	37.99	75.70
Варненски залив	46.35	5.85	36.46	42.66	52.21	79.13
н.Галата	43.93	5.46	36.50	43.57	49.39	80.08
н. Емине	20.40	11.39	17.73	56.95	31.79	74.68
н.Калиакра	25.31	7.85	33.11	39.25	33.16	72.37

В езерата и Варненски залив доминират по численост и по биомаса видове от Диатомеите . Докато в акваториите на Варненски залив, н . Галата и н. Калиакра по –численост доминират диатомеите, а по биомаса групите са почти изравнени като има съвсем леко доминиране на перидинеите. Изключение прави акваторията пред н. Емине с доминиране на Перидинеи по биомаса (табл.3,4), [13].

Таблица.4.

Средни целочислени взаимоотношения на групите Диатомеи към Перидинеи по численост (ч) и биомаса (б), през зимно-пролетния сезон на 2009-2010 г.

	Д/П(ч)	Д/П(б)
Белославско езеро	32 : 1	11 : 1
Варненско езеро	7 : 1	3 : 1
Варненски залив	8 : 1	1 : 1
н.Галата	8	1 : 1
н. Емине	2	(П/Д) 3
н.Калиакра	3	1 : 1

Изводи :

Периодът се отличава с високо видово разнообразие на фитопланктона, през двете изследвани години са установени 140 фитопланктонни вида.

“Цъфтящите” видове са общо 6 на брой, развиващи се със сравнително ниски количествени параметри в открито море и във Варненски залив. 4 вида диатомеи *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Skeletonema costatum*, *Dactyliosolen fragilissimus* и *Skeletonema subsalsum* , група малки криптофитови (6-14 μm) и златистото *Emiliania huxleyi* – регистрирана в по-високи концентрации само в 10 милната зона пред нос Емине.

В системата на езерата (Варненско и Белославско езера) постоянно се развиват “цъфтежи” с високи числености на дребни криптофитови флагелати и на три диатомеи, които в сравнителен план вече не образуват екстремни количества фитопланктонна биомаса, но отново демонстрират високата еутрофна степен на езерната екосистема. ”Цъфтежи” на Перидинеи в езерата, така обичайни през 90-те, не бяха регистрирани.

Отбелязахме появата на нов “цъфтежен” вид диатомеята *Skeletonema subsalsum* (A.Cleve) *Bethge*, 1928 развиваща се във системата на Варненско и Белославско езеро и Варненски залив.

Средната биомаса за станция не превишава 6 гр.м⁻³ в откритоморските акватории и 8 гр.м⁻³ в системата на езерата.

Перидинеите доминират в качествения състав на фитопланктона, като диатомеите доминират по численост във всички изследвани акватории. По биомаса диатомеите доминират в акваториите на Белославско и Варненско езеро. Развитие на двете групи по биомаса е почти изравнено с лек превес на Перидинеите във Варненски залив, н. Галата и н. Калиакра, със изключение на нос Емине където П/ Д = 3 : 1.

Използвана литература

1. **Александров, В., П. Симеонов, В. Казанджиев, Г. Корчев, А. Йотова, 2010.** Климатични промени. Брошура на НИМХ-БАН, Ред. проф.В.Александров., /<http://global-change.meteo.bg/global.htm/> окт. 2010.
2. **Великова В., Д. Петрова, 1999.** Състояние на фитопланктонното съобщество в Белославското и Варненското езера през периода 1991-1997г., *Известия на ИРР-Варна*, Том XXV, 103-124.
3. **Великова, В., Петрова, Д., 1999 .** Многогодишна динамика на фитопланктона във Варненския залив през периода 1991-1997г. – В: Изв.ИРР, т. XXV, 89-102.
4. **Герджиков Д., Д. Петрова, 2007.** Съвременни тенденции в развитието на фитопланктонното съобщество пред българския бряг, *Известия на СУ-Варна*, 2’2006/1’2007, 73-82.
5. **Обобщен отчет на завършен научно-изследователски проект № Ж55, 2010.** Биологични и основни параметри на основните лятноразмножаващи се видове риби в зависимост от екологичните условия пред българския бряг на Черно море, ССА.
6. **Петрова Д., В. Великова, Д. Герджиков, 2004г.** Съвременно състояние на фитопланктона във Варненско езеро (1998-2003), *Известия на СУ-Варна* 2’2003/1’2004, 91-100.
7. **Bryantseva Yu., 2000.** Changes in structural characteristic of phytoplankton in the Black Sea.
8. **Daskalov, G. M., A. N. Grishin, S. Rodionov, and Vesselina Mihneva, 2007.** Trophic cascades triggered by overfishing reveal possible mechanisms of ecosystem regime shifts PNAS June 19, vol. 104 no. 25.
9. **Dereziuk, N., 2008.** List of Phytoplankton Species Observed in the Water Area near the Zmiinyi Island in 2004-2007.
10. **Edler, L. 1979.** Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea phytoplankton and chlorophyll. *Baltic Marine Biologists*:5-38.
11. **Petrova, D., 2008.** Major Bloom Producing Phytoplankton Species in the Lakes Along the Bulgarian Black Sea Coast- In: *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, v.14,N2, 201-208.
12. **Petrova, D., Gerdzhikov, D. 2008.** The phytoplankton community – an indicator of the ecological state along the bulgarian black sea coast In the summer 2006, *Cercetari marine*.
13. **Petrova, D., Gerdzhikov, D., 2008.** The changes of phytoplankton community in 2005. In: *Journal JEPE*.
14. **Raymont, J.E.G, 1980,** Plankton and the productivity in the oceans, *Second Edition, Vol.1 - Phytoplankton, Pergamon Pres.*