

## ДИНАМИКА В КОНЦЕНТРАЦИИТЕ НА ХЛОРОФИЛ-А ПРЕД БЪЛГАРСКИЯ БРЯГ 2011 - 2016 г.

Даниела Клисарова\*, Димитър Герджиков

### DYNAMICS IN THE CONCENTRATIONS OF CHLOROPHYLL-A ALONG THE BULGARIAN COAST 2011 - 2016

Daniela Klisarova\*, Dimitar Gerdzhiakov

Institute of Fish Resources - Varna, blv. Primorski №4, POBox 72, Tel./Fax 052 63 20 66, \*e-mail: danibelbg@yahoo.com

**Abstract:** *One of the most commonly used methods to assessment of the amount of phytoplankton is to determine the concentrations of chlorophyll-a. For 2011-2016 in the eutrophic water of Varna and Beloslav Lakes and the southern parts of the Gulf of Varna the values of chlorophyll-a were changing in the range of 0.11 to 62 mg.m<sup>-3</sup>. In coastal water areas (up to 50 m isobath) quantities of chlorophyll-a are about 10 times lower and varies in the range from 0.03 to 6.56 mg.m<sup>-3</sup>. The impact of eutrophic waters of Varna Lake was registered only in the station B-3, located in the southern part of Varna Bay. It was established bimodal year cycle in the dynamics of monthly values of chl-a in coastal waters and unimodal annual cycle for the eutrophic waters of the Lakes and the southern part of Varna Bay. The environmental assessment of marine waters along the Bulgarian coast according to concentrations of chl-a is "good" and "very good", while in Varna and Beloslav lakes is "very bad" and "bad."*

**Key words:** *Western Black Sea, Varna bay, Varna and Beloslav lakes, chlorophyll-a, monthly and annual distribution, environmental assessment.*

#### Въведение

Фитопланктонът е първо звено от хранителните вериги в морето. Поради бързия си метаболизъм и кратък жизнен цикъл, той е много чувствителен към промените в околната среда. Освен, че е характерен белег на фитопланктона (фотоавтотрофни водорасли и цианобактерии) фотосинтетичния пигмент хлорофил е широко използван и като качествен индекс за определяне на биомасата на фитопланктона (Reynolds, 2006). Един от най-често използваните методи за оценка на запаса (численост или биомаса) на фитопланктона е определяне на количеството на хлорофил-а, доколкото той се съдържа във всички морски водорасли (Raymont, 1980).

Освен хлорофил-а в клетките на водораслитесе съдържат и други пигменти, като хлорофил-*b*, каротиноиди и ксантофили. Те играят ролята на фотосензибилизатори на хлорофилната молекула и улесняват по-доброто абсорбиране на енергията в зеления и синия обхват на спектъра (Узунов и Ковачев, 2002).

Екосистемата на Черно морепрез 1970-те и 1980-те години се характеризираше със засилени деградационни процеси в резултат на вторична еутрофикация.

През последните години в Черно море екологичната ситуация се характеризира с признаци на възстановяване, като най-честа причина бе посочвана намаляващото натоварване на екосистемата с биогенни вещества. През този период в Черно море се наблюдава и тенденция на редукция на концентрациите на хлорофил-а (McQuatters-Gollor et al., 2008).

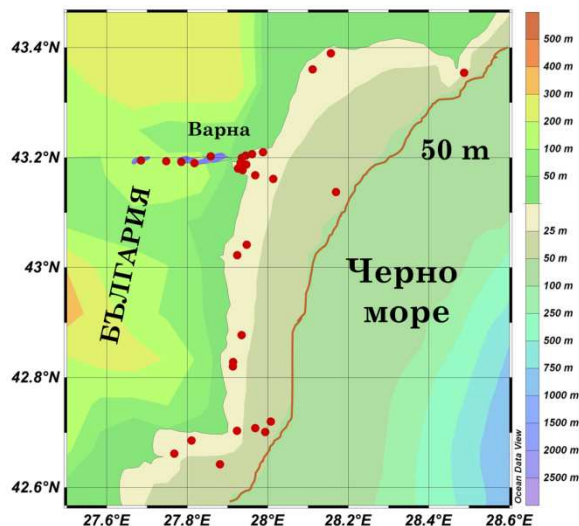
Целта на настоящето изследване бе да се анализира годишната и месечна динамика на концентрациите на хлорофил-а в българските морски крайбрежни води за периода 2011-2016 г.

#### Материал и методи

Изследването се базира на масив от 153 флуорометрични измервания на хлорофил-а (с Turner Design Fluorometer и Mini back Scat I (модел:1010P)- CTD60), събрани от 32 станции. Пробите бяха събирани в периода 2011-2016 г. от повърхностния и придънния слой вода в

акваториите на българското морско крайбрежие, до 50 m изобата, както и в акваториите на Белославско и Варненско езера (Фиг.1).

За графиките бяха използвани софтуер *Excel 12 (MicrosoftOffice 2007)*, *Statistica 10* и *OceanDataView 4.7.4 (Griddedfield: DIVAggridding; Hide bad estimates; Quality limit=8)*.

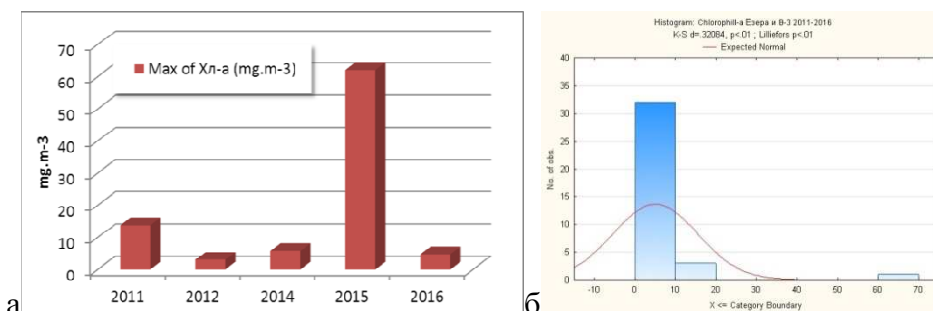


Фиг.1.Карта с разположението на станциите за пробовземане, 2011-2016 г. (OceanDataView 4.7.4)

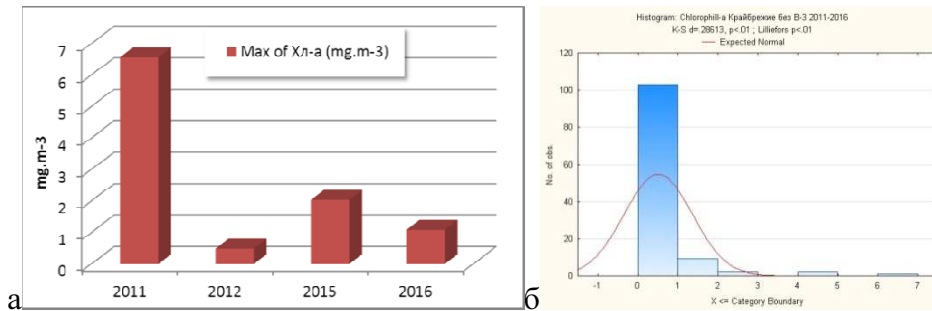
### Резултати и анализ

В еутрофицираните акватории на езерата (Варненско и Белославско езера) и южната част на Варненски залив - станция В-3, измерените концентрации на хл-а варираха в диапазона  $0.11 \div 62 \text{ mg.m}^{-3}$  при средно  $5.01 \text{ mg.m}^{-3}$  и Std. Dev. 10.53. Максималните годишни стойности на хл-а бяха между  $3 \div 62 \text{ mg.m}^{-3}$  (Фиг.2а). Наблюдаваше се тенденция за увеличаване на количествата на хл-а от 2011 към 2016 г. В тази акватория най-често са отчитани концентрации до  $10 \text{ mg.m}^{-3}$  (Фиг.2б).

В останалите крайбрежни морски акватории, концентрациите на хл-а се колебаеха в диапазон  $0.03 \div 6.56 \text{ mg.m}^{-3}$  със средно  $0.52 \text{ mg.m}^{-3}$  и Std. Dev. 0.85. Максималните годишни стойности на хл-а бяха между  $0.48 \div 6.56 \text{ mg.m}^{-3}$  (Фиг.3а). В тези акватории регистрирахме тенденция за намаляване на величините на хл-а от 2011 към 2016 г. Тук най-често са отчитани концентрации до  $1 \text{ mg.m}^{-3}$  (Фиг.3б).



Фиг.2. Максимални годишни стойности на хлорофил-а ( $\text{mg.m}^{-3}$ )(а), и хистограма на разпределението на хл-а (б) в акваториите на Варненско и Белославско езера и станция В-3, 2011-2016 г.

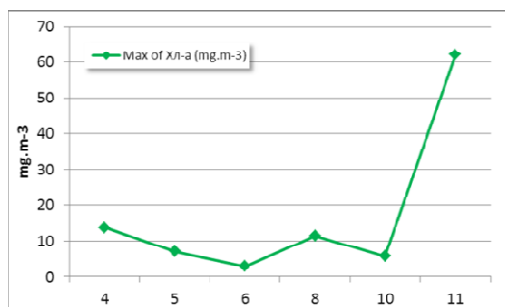


Фиг.3. Максимални годишни стойности на хлорофил-а ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) (а) и хистограма на разпределението на хл-а (б) в Българската морска крайбрежна акватория до 50 m изобата, 2011-2016 г.

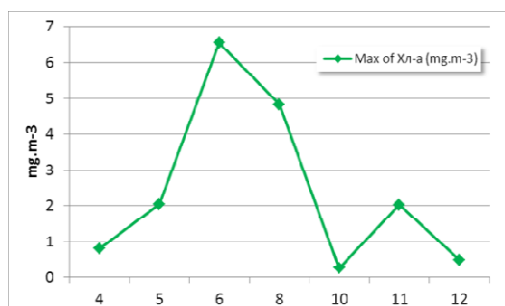
Обобщената месечна динамика на стойностите на хл-а за периода демонстрира промяна съобразно степента на еутрофикация на изследваните акватории.

В хипереутрофната акватория на Варненско и Белославско езера и в повлияната от тях зона на Варненския залив (ст. В-3) беше отчетен неординарен ход на месечните величини на хл-а, характеризиращи се с най-висок максимум през ноември (Фиг.4). Това се дължи на интензивното антропогенно натоварване на езерата. Системата Белославско езеро - Варненско езеро се намира под дългогодишно влияние на индустрия, транспорт, аграрни дейности и не на последно място на процесите на урбанизация. Езерната акватория е подложена на прякото въздействие на Девненския химически комплекс и заустването на водите от градските пречиствателни станции (ПСОВ Варна, ПСОВ Белослав и ПСОВ Аспарухово) (Джурова и Щерева, 2009).

На останалите крайбрежни станции беше отчетена нормална за умерените ширини месечна динамика на концентрациите на хл-а, характеризираща се с най-висок максимум през пролетта (юни), и още един, по-малък максимум през есенния период от годината (ноември). Стойностите тук бяха около 10 пъти по-ниски от тези в езерната система (Фиг.5).

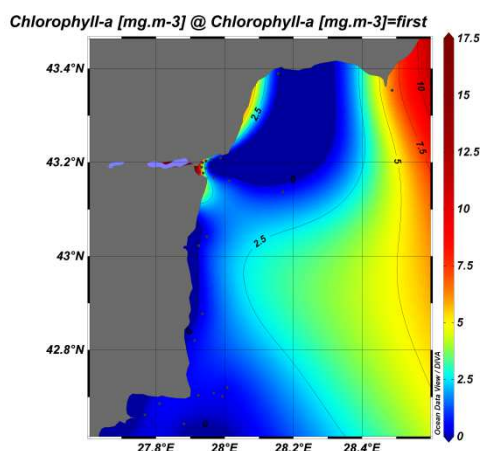


Фиг.4. Месечна динамика на максималните стойности на хлорофил-а ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) в акваториите на Варненско и Белославско езера и станция В-3, 2011-2016 г.



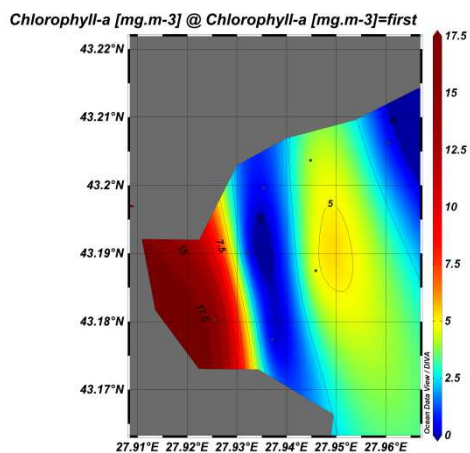
Фиг.5. Месечна динамика на максималните стойности на хлорофил-а ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) в Българската морска крайбрежна акватория, до 50 m изобата, 2011-2016 г.

Особенност в хоризонталното разпределение на стойностите на хлорофил-а в крайбрежните български морски акватории са по-високите величини в северната част от крайбрежието, формиращи се под влиянието на трансформираниите Дунавски води. Отчетена бе и тенденция за намаляване на количествата на хл-а в южна посока (Фиг.6).



Фиг.6. Разпределение на максималните величини на хл-а( $\text{mg.m}^{-3}$ ) пред българския бряг, 2011-2016 г. (OceanDataView 4.7.4)

Във Варненски залив най-високите величини на хл-а бяха регистрирани в неговата южна част, пряко повлияна от повърхностните течения на езерната система (Варненско и Белославско езера) (Фиг.7).



Фиг.7. Разпределение на максималните величини на хл-а ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) във Варненски залив, 2011-2016 г. (OceanDataView 4.7.4)

Максималният пик на хлорофил-а за периода 2011-2016 г. беше регистриран във Варненско езеро (ст. А-22) и в повлияната от него акватория на Варненския залив (ст.В-3). Той бе причинен от моноспецифичния „цъфтеж“ на перидинейта *Prorocentrum cordatum*, с концентрации през ноември 2015 г. до  $60.82 \times 10^6 \text{ cells.l}^{-1}$  (хл-а  $62 \text{ mg.m}^{-3}$ ) във Варненско езеро (ст.А-22, 0m) и до  $15.77 \times 10^6 \text{ cells.l}^{-1}$  (концентрация на хл-а  $16 \text{ mg.m}^{-3}$ ) в южната част на Варненски залив (ст.В-3, 0m)(Фиг.8). Водата в засегнатата от „цъфтежа“ акватория беше оцветена в интензивно червено-кафяв цвят.

В числеността на фитопланктона доминираха единствено 2 вида : перидинейта *Prorocentrum cordatum* с 90% в залива и 96% в езерото и криптофитовите *small Flagellates* (70%) в залива. В биомасата доминираше единствено перидинейта *Pr.cordatum* (99.68%) във Варненско езеро и 98% във Варненски залив.



Фиг.8. Микрофотография на проба вода от „цъфтежа“ на *Prorocentrum cordatum* през ноември 2015 г., увеличение  $\times 100$  (направена с микроскоп Olympus BX41 и камера u-Eye UI-1485LE-C-HQ)

Измерената през ноември 2015 г. концентрация на хл-а във Варненски залив (ст. В-3), е най-високата, определяна за 14 годишен период.

През юни 2002 г. на ст.В-5 (средната част на залива) са били измерени  $12 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , отново предизвикани от „цъфтеж“ на *Pr. cordatum* (Petrova and Gerdzhikov, 2006). За този 14 годишен период обичайно максималните стойности на хл-а в българските крайбрежни акватории (без езерата) са достигали до  $4 \div 6$  или  $8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  (по данни ИРР).

Изследванията на количеството на хлорофил-а през последните 5 години (2011-2016г.), демонстрираха „добро“ и „много добро“ екологично състояние на крайбрежните морски акватории и „много лошо“ и „лошо“ състояние на еутрофицираните акватории на Варненско и Белославско езера и южната част на Варненския залив.

### Изводи

За периода 2011-2016 г. в еутрофицираните акватории на Варненско и Белославско езера и южната част на Варненски залив стойностите на хлорофил-а се променяха в границите от  $0.11$  до  $62 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

В крайбрежните морски акватория (до 50 m изобата) величините на хлорофил-а бяха около 10 пъти по-ниски и се изменяха в границите от  $0.03$  до  $6.56 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Влиянието на еутрофицираните води на Варненско езеро бе регистрирано единствено на станция В-3, разположена в южната част на Варненски залив.

Беше установен бимодален годишен цикъл в динамиката на месечните стойности на хл-а в крайбрежните акватории и едномодален годишен цикъл за еутрофицираните води на езерата и южната част на Варненския залив.

Според концентрациите на хл-а екологичната оценка на морските води в българските крайбрежни акватории е „добра“ и „много добра“, а във Варненско и Белославско езера е „много лоша“ и „лоша“.

### Литература

1. Джурова, Б., Щерева, Г., 2009. Хидрохимични изследвания в Белославско и Варненско езера през 2008 г. *СУ-Варна, серия „Медицина и Екология“*, 2, 89-93.

2. Узунов, Й., Ковачев, С., 2002. Хидробиология. *Pensoft*, София-Москва, с. 342.

McQuatters-Gollop, A., Mee, L.D., Raitsos, D.E., Shapiro, G.I., 2008. Non-linearities, regime shifts and recovery: The recent influence of climate on Black Sea chlorophyll. *Journal of Marine Systems*, 74, 649–658.

3.Petrova, D., Gerdzhikov, D., 2006. Spatial distribution of the chlorophyll-a and phytoplankton in the Bulgarian part of the Black Sea. In: *Cercetari marine*, 36, 69-83.

4.Raymont, J.E.G., 1980. Plankton and productivity in the oceans - Phytoplankton, v1, second edition, *Pergamon Press*, p.568.

5.Reynolds, C.S., 2006. The Ecology of Phytoplankton. *Cambridge University Press*, p.535.

**За контакти:**

Проф.д-р Даниела Клисарова  
Институт по рибни ресурси  
Варна, бул."Приморски" 4, П.К.72  
e-mail: danibelbg@yahoo.com