

ВИДОВО РАЗНООБРАЗИЕ И ДИНАМИКА НА ЧИСЛЕНОСТТА И БИОМАСАТА НА МЕЗОЗООПЛАНКТОНА ПРЕД БЪЛГАРСКИЯ БРЯГ ПРЕЗ 2008 - 2010 г.

Веселина Михнева, Кремена Стефанова

SPECIES DIVERSITY AND DYNAMICS OF MESOZOOPLANKTON ABUNDANCE AND BIOMASS OFF THE BULGARIAN COAST DURING 2008-2010

Vesselina Mihneva, Kremena Stefanova

Abstract: In 2008-2010, pronounced offshore gradients and decrease of mesozooplankton abundance and biomass from the Beloslav/Varna Lakes system and Varna Bay towards the open sea have been established. In the lake system, a few zooplankton species dominated in huge quantities. Low species diversity associated with high biomass is characteristic of highly eutrophic ecosystems, exposed to constant anthropogenic impact.

The mesozooplankton biomass in open sea showed an increasing trend compared to earlier investigations in 1989 – 2007, which well corresponded to the shift in the macrozooplankton community structure observed after 2005 and, primarily, to the decrease of the predatory ctenophore *Mnemiopsis leidyi* abundance in the Black Sea.

The appearance of two new non-native for the Black Sea ecosystem species, the Copepod *Oithona brevicornis* and the Ctenophore *Bolinopsis vitrea*, was established in 2009 and 2010, respectively off the Bulgarian Black Sea coast. The consequences of the new invasions should be carefully traced in the forthcoming investigations.

Key words: mesozooplankton, abundance, biomass, species diversity, Black Sea

Увод:

През последните десетилетия се наблюдават промени в структурата и функционирането на зоопланктонното съобщество в Черно море, във връзка главно с еутрофикацията на водите и навлизането, и масовото развитие, на нови за екосистемата, хищни видове макрозоопланктон (Bologa *et al.*, 1995; Zaitcev & Mamev, 1997). В началото на 90-те години, след колонизацията на инвазивната ктенофора *Mnemiopsis leidyi* в Черно море, делът на желеобразните видове - медузи и ктенофори, достига 99 % от общата биомаса на зоопланктона (Шушкина и съавтори, 1990). *M. leidyi* консумира 40 % от дневната биомаса на хранителния зоопланктон, което води до намаляване количеството на копеподите с 2-3 пъти, а на сагитите - над 10 пъти (Шушкина и съавтори, 1990). Ктенофорите потребяват значително количеството яйца и ларви на риба и оказват негативно влияние върху попълването на рибните запаси (Лебедева и Шушкина, 1993).

От 1997 г. в Черно море се развива друг нов вид ктенофора - *Beroe ovata*, стенотрофен потребител на *M. leidyi*, а количеството на *M. leidyi* започва да се понижава (Konsulov & Kamburksa, 1998; Kideys & Romanova, 2001). Същевременно, в края на 90 - те години настъпват първите положителни промени в трофичния статус на Черно море, свързани с намаляване съдържанието на биогенни елементи и chl *a* (Cociasu *et al.*, 1998; Yunev *et al.*, 2002; Shtereva *et al.*, 2002, 2003, 2005). Признаци на възстановяване разнообразието на зоопланктона се откриват след 1999 г. – развитие на видовете *Centropages ponticus* и *Pontella mediterranea*, почти изчезнали от видовия състав през 80-те години (Bologa *et al.*, 1995). От 2005 г. ктенофората *B. ovata* формира значителна биомаса през летните месеци и ограничава количеството на *M. leidyi*, а делът на хранителния зоопланктон нараства до 29 % от общата биомаса (Михнева, 2011).

През 2001 – 2010 г. в Черно море навлизат други нови представители на зоопланктона като *Oithona brevicornis* (Copepoda, Cyclopoida) (Zagorodnyaya, 2002; Gubanova & Altukhov, 2007), сцифомедузата *Chrysaora hysoscella* и ктенофората *Bolinopsis vitrea* (Ozturk *et al.*, 2011), а последиците от тяхното установяване и развитие върху екосистемата тепърва ще се проследят.

Настоящото изследване представя състоянието на мезозоопланктона в откритите и крайбрежни зони пред българския бряг на Черно море и включва данни за Варненско и Белославско езера. Поради намаленото промишлено производство, антропогенната преса в езерната система отслабва през последните години, но все още се установяват високи концентрации на азотни и фосфорни съединения, съдържание на тежки метали и нефтопродукти, въглищен прах и др. замърсители (Щерева и Джурова, 2008; Shtereva & Djurova, 2010). През пролетно-летните месеци в придънния воден слой в езерата протичат процеси на разлагане на натрупаната органична материя, при които се образува отровен газ сероводород. От 1992 г. към 1996 г. се отбелязва положителна тенденция на повишаване количеството на разтворения

кислород във Варненско езеро, но през летните месеци периодично настъпват аноксийни и хипоксийни явления, които довеждат до мор на риба и бентосни организми (Динева, 1999).

Целта на проведеното изследване е да се разкрие съвременното състояние на зоопланктонното съобщество и да се открият „горещите точки” по отношение на биоразнообразието чрез съпоставка между откритоморските части, крайбрежната ивица и езерните региони и чрез сравнение с дългогодишни серии от данни.

Материал и методика:

В изследването са обобщени резултатите от количествената и качествена обработката на 243 зоопланктонни проби, събрани в западната част на Черно море през интервала 2008 – 2010 г. Пробите, представляващи динамиката на планктонната фауна в българския сектор на Черно море, са събрани при ежесезонни и/или ежемесечни експедиции от ИРР - гр. Варна и ИО - БАН, с НИК "Проф. А. Вълканов" и НИК "Академик". Мониторингът обхваща Белославско и Варненско езеро, Варненски залив и открито море до 20 мили пред н. Галата и н. Калиакра.

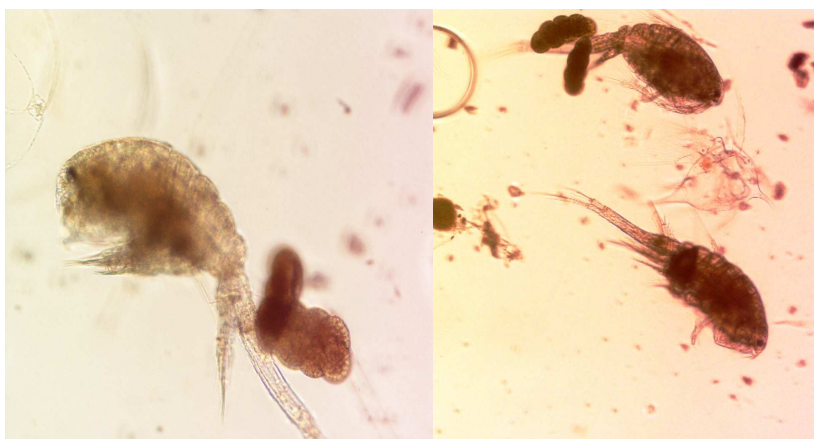
Мезозоопланктонът се събира с планктонна мрежа с диаметър на входното отворстие $d = 36$ cm и газ с апретура $150 \mu\text{m}$, а пробите се фиксират на борда на кораба с 4 % разтвор формалдехид : морска вода (Korshenko & Aleksandrov, 2006). Видовият състав на зоопланктона се идентифицира по определители за Черно и Азовско море (Мордухай - Болтовски и съавтори, 1968), а количеството на мезозоопланктона се определя по методика на Димов (1959). За определяне биомасата на мезозоопланктона се използват „Таблицы на стандартните индивидуални тегла” (Петипа, 1959).

За визуализация и извличане на тренд от многогодишните данни се използва локално - претеглена регресия *Loess Smoothing* (Cleveland *et al.*, 1992).

Резултати и Дискусия

Видово разнообразие на зоопланктона

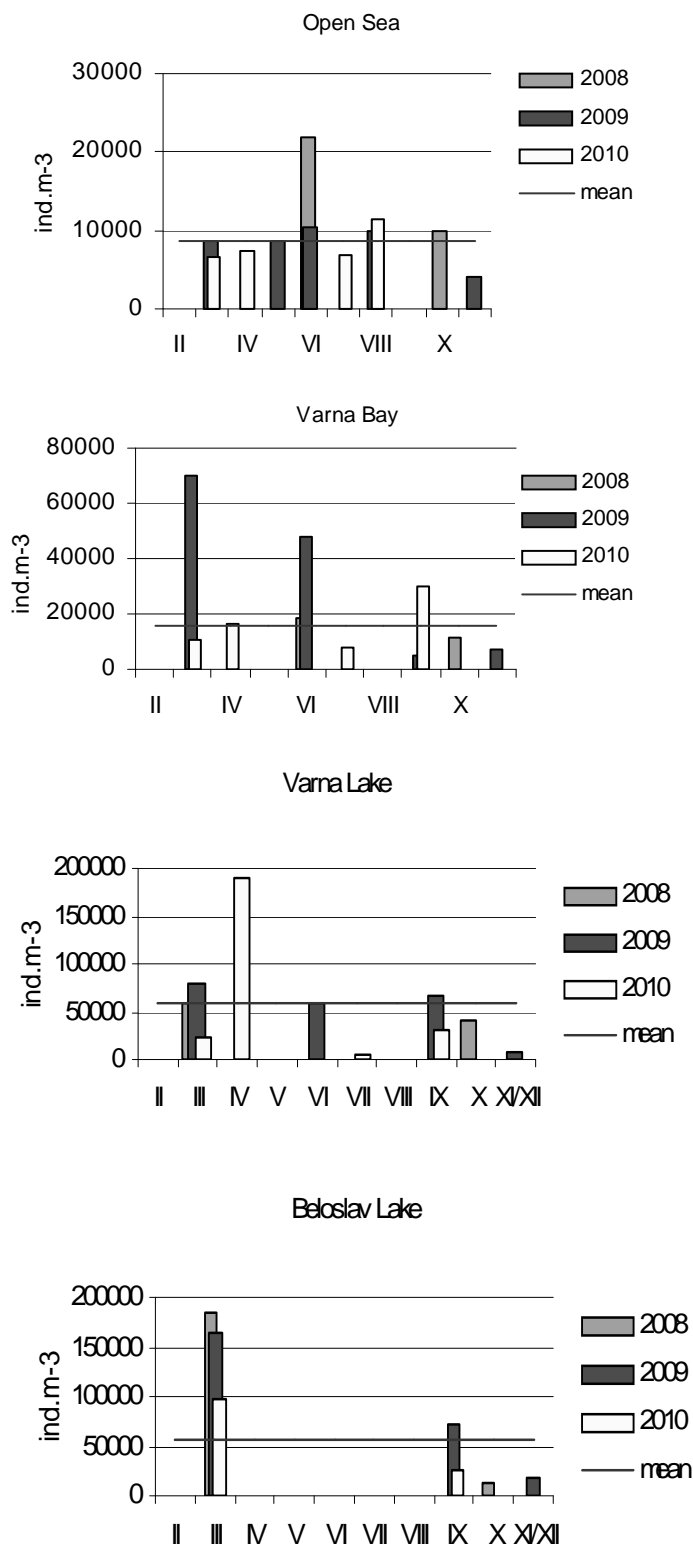
Изследванията показват ниско видово разнообразие на зоопланктона в езерната система край гр. Варна, особено през зимно-пролетния период. На някои станции през зимно-пролетните месеци се установяват не повече от 2 - 3 вида. През юли-октомври видовото разнообразие нараства до 4 - 8 зоопланктонни вида. По-значително е видовото разнообразие във Варненския залив и открито море. През зимата броят на зоопланктонните видове там възлиза на 10 - 18 вида, нараства с настъпване на пролетта, и достига максимум 25 вида през лятото, поради развитието на сезонни топлолюбиви организми.



Фигура 1. *Oithona brevicornis*.

През лятото и есента на 2009 г. във Варненския залив, Варненско езеро и в крайбрежието пред н. Галата, за пръв път в български води, се регистрира масово присъствие на представителя на подклас *Copepoda* - *Oithona brevicornis* (Фиг. 1). Първите единични екземпляри от този вид са установени в Черно море през 2001 г. (Zagorodnyaya, 2002), а като масова форма, той се наблюдава през лятото и есента в Севастополския залив от 2005 г. (Gubanova & Altukhov, 2007). *O. brevicornis* е естуаринен вид, толерантен към органично

замърсяване (Morton, 2003), което го прави добре пригоден към условията за живот в езерата и крайбрежните зони пред българския бряг.



Фигура 2. Месечна динамика на зоопланктонната численост (ind.m^{-3}) пред българския бряг: открито море (A), Варненски залив (B), Варненско езеро (C), Белославско езеро (D).

През есента на 2010 г. в крайбрежието пред н. Галата и н. Калиакра е отбелязано присъствие на единични възрастни екземпляри *Bolinopsis vitrea* (*Ctenophora*, *Lobata*), открит през 2009 г. пред турския бряг на Черно море (Ozturk *et al.*, 2011). *Bolinopsis vitrea* е топлолюбив вид, които се среща в редица региони на Средиземно море с тенденция на увеличаване на количеството през последните години (Öztürk *et al.*, 2011).

Динамика на числеността и биомасата

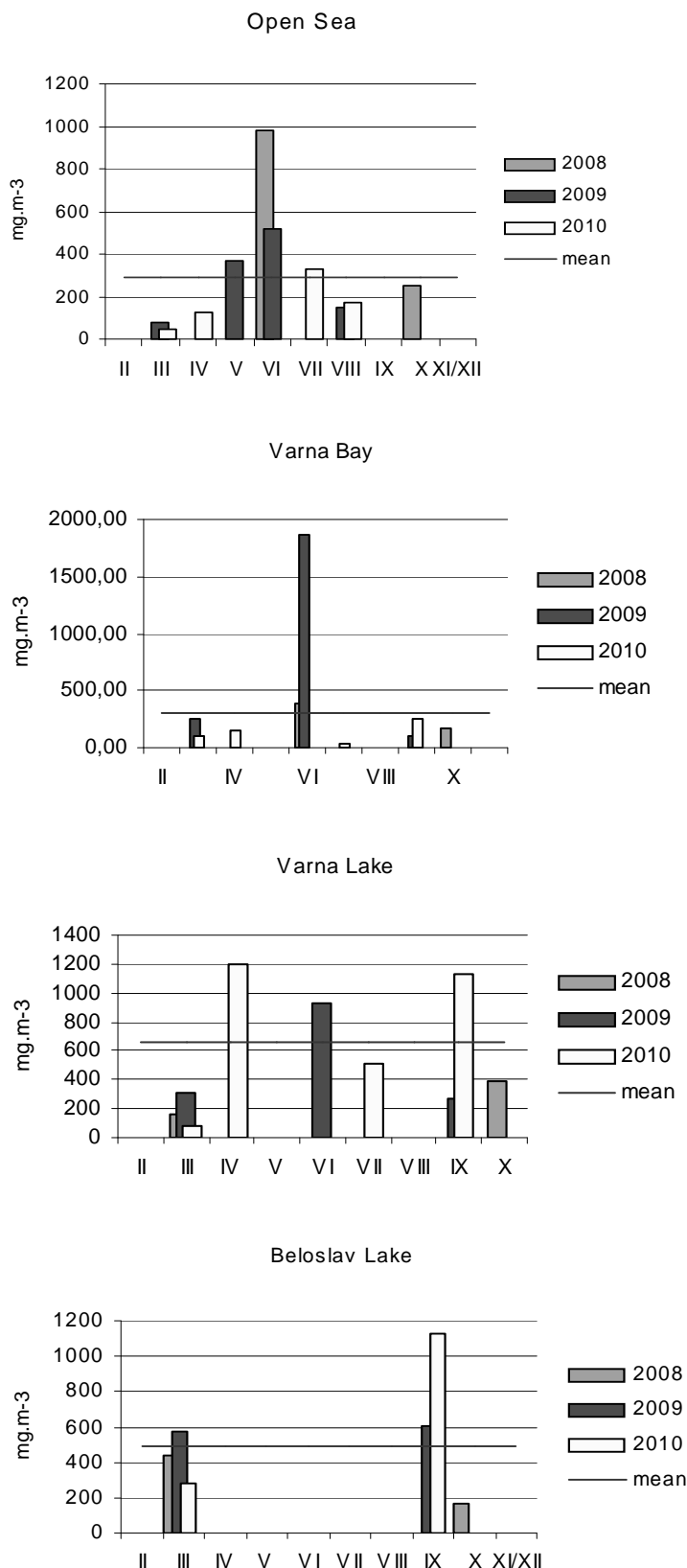
В пространствен аспект, максимална средна численост на зоопланктона - 57561 ind.m^{-3} се регистрира в езерната система край гр. Варна. Във Варненския залив средната численост формира 33 % от тази в езерата и достига 19229 ind.m^{-3} ($\pm 4240.3 \text{ SE}$) (Фиг. 2. В, С, D). В езерната система числеността на зоопланктона е максимална през март-април (Фиг. 2. С, D), поради повишаване количеството на представители на клас *Rotatoria*, които са индикаторни видове относно еутрофността на водата. Така, високата численост в езерата е резултат от доминирането на единични индикаторни видове, като през пролетните месеци, освен представители на кл. *Rotatoria*, се наблюдава значителна концентрация на *Acartia clausi* (*Copepoda*) и меропланктонни ларви на *Cirripedia*. Видът *A. clausi* е застъпен целогодишно в езерната система, тъй като е евритермен, еврихалинен представител на *Copepoda*, устойчив към замърсяване (Regner, 1985). Новият вид *Oithona brevicornis* формира най-значително количеството в заливната акватория през лятото и есента. Така напр., през септември 2010 г. в северната част на В. залив числеността на *O. brevicornis* достига $\sim 44000 \text{ ind.m}^{-3}$, а във Варненско езеро не превишава 1000 ind.m^{-3} . Сезонната динамика на *O. brevicornis* следва сходен модел с този в Севастополския залив (Gubanova & Altukhov, 2007), като през зимно-пролетния период не се откриват представители на вида, а през лятно-есенните месеци формира между 48-83 % от числеността на зоопланктона във Варненския залив.

Средната численост на зоопланктона в открито море пред българския бряг достига $8914.17 \text{ ind.m}^{-3}$ ($\pm 1261.01 \text{ SE}$) през периода на изследванията. Най-висока стойност на числеността е установена през м. юни - 16182 ind.m^{-3} , а през август количеството намалява и формира 66 % от юнската численост (Фиг.2. А). Повишаването на зоопланктонната численост през юни се определя от масово развитие на протозойния вид *Noctiluca scintillans*, чиято концентрация намалява към юли-август и отново нараства през ноември (Фиг. 2. А). *N. scintillans* е миксотрофен вид, принадлежащ към групата на индикаторите за висока еутрофност на морската вода (Konsulov & Kamburska, 1997), а развитието му последва формирането на интензивни цъфтежи на диатомеи (Huang & Qi, 1996). Най-висока численост на *N. scintillans* е отбелязана във Варненския залив през м. юни 2009 г. - 26683 ind.m^{-3} , а в езерната система видът не е установен.

Средната биомаса на мезозоопланктона (при отчитане на *N. scintillans*) в открито море достига 292.61 mg.m^{-3} ($\pm 74.87 \text{ SE}$) през 2008 - 2010 г. Годишната динамика в открито море се характеризира с високи стойности на биомасата през юни и ноември (Фиг. 3. А). Във Варненския залив се регистрира пролетен максимум (април - юни) (Фиг. 3. В), а във Варненско и Белославско езера по-значителни биомаси се наблюдават през март-април (Фиг. 3. С) и през есента. В езерата повишаването на зоопланктонната биомаса през есента е резултат от развитието на *Acartia clausi* и меропланктонни ларви, докато в крайбрежната ивица и открито море видовото разнообразие е по-голямо и включва представители на *Copepoda*, *Cladocera* и *meroplankton*, както и *Appendicularia*, *Chaetognatha* и др.

През 2008 - 2010 г. биомасата на хранителния зоопланктон в открито море (без отчитане на *N. scintillans*) достига 66.81 mg.m^{-3} ($\pm 6.22 \text{ SE}$) и надвишава с 1.4 пъти средната величина за 1989 - 2007 г. Добре е изразена тенденцията на нарастване на лятната биомаса, която достига 115.51 mg.m^{-3} и превишава с осем пъти средната стойност от началото на 90-те години (Фиг. 4). Нарастването на лятната биомаса на хранителния зоопланктона кореспондира с понижението на количеството на *M. leidy* след 2005 г. (Гришин и Михнева, 2010). След 2005 г. настъпват съществени промени в структурата на макрозоопланктонното съобщество, като делът на *M. leidy* в западната част на Черно море намалява до 29 % от количеството на желеобразните видове, за сметка на повишено участие на *Beroe ovata* и *Aurelia aurita*, а потреблението на *M. leidy* се оценява на 2.03 % от дневната биомаса на хранителния зоопланктон (Mihneva et al, 2008; Михнева, 2011).

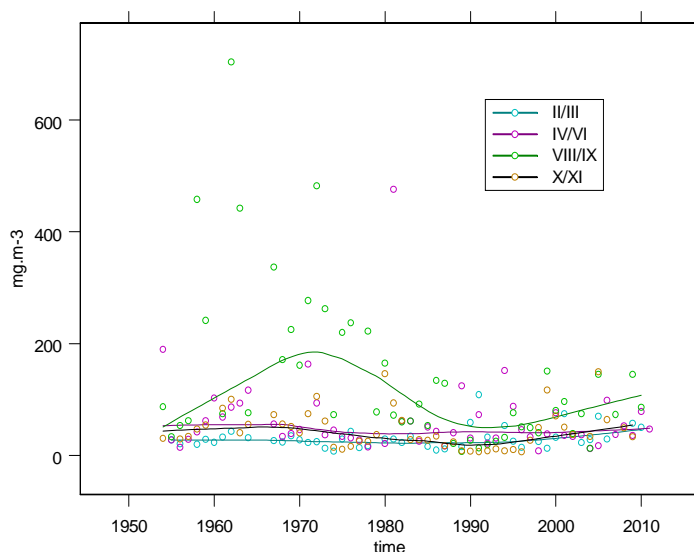
Изследването показва изразени градиенти и повишаване на зоопланктонната биомаса и численост в посока от открито море към Варненския залив и прилежащите езера. Паралелно, в езерната система се установява ниско видово разнообразие и висока концентрация на представители от клас *Rotatoria*, а във Варненския залив и крайбрежните зони - на *Protozoa* от



Фигура 3. Месечна динамика на мезозoopланктонната биомаса (mg.m^{-3} , с отчитане на *Noctiluca scintillans*) в български води: открито море (А), Варненски залив (В), Варненско езеро (С), Белославско езеро (D).

вида *N. scintillans* (Технически отчети на ИРР за 2008, 2009, 2010). Тези данни свидетелстват за по-значително ниво на еутрофикация в езерната система и заливния регион. Ниското видово разнообразие и високата степен на доминиране засягат цялостното функциониране на дадена екосистема, тъй като се свързват с опростяване на хранителните вериги, понижаване на

ефективността при пренос на вещества и енергия и висока уязвимост спрямо различни видове въздействия (замърсяване, развитие на инвазивни видове, климатични промени и др.).



Фигура 4. *Loess Smoothing*: Динамика на средногодишната биомаса (mg.m^{-3}) на биомасата на хранителния мезозoopланктон през 1954 - 2010 г. (Данни: 1954 - 1966 г. Димов И.; 1972 – 1989 г. Консулов А.; 1991 - 2010 г. Михнева В).

През изследвания период се наблюдава значителната вариабилност на месечните и сезонни стойности на количествените параметри на зоопланктона. Зависимостите между биологичните и хидрологичните параметри, в светлината на появата и масовото развитие на нови зоопланктонни видове, тепърва предстои да се анализират, но предварителните данни сочат наличие на нелинейни връзки (McQuatters - Gollor *et.al.*, 2008; Llore *et al.*, 2001; Михнева, 2011). Повишената уязвимост на зоопланктонното съобщество и нелинейният характер на зависимостите дават възможност дори малки промени в средата (с антропогенен, климатичен или друг произход) да предизвикат значителни последици за екосистемата (McQuatters - Gollor *et.al.*, 2008).

Изводи

Изследването показва висока численост на зоопланктона в езерната система край гр. Варна - 57561 ind.m^{-3} ($\pm 1261.01 \text{ SE}$) и във Варненския залив - 19229 ind.m^{-3} ($\pm 4240.3 \text{ SE}$), главно поради развитие на „монокултури“ от единични зоопланктонни видове. Новият вид, представител на *Copepoda*, *Cyclopoida* - *Oithona brevicornis* формира висока численост във Варненския залив през есенните месеци на 2010 г. – средно 19127 ind.m^{-3} , а във Варненско езеро количеството му не превишава 1000 ind.m^{-3} . Високата степен на еутрофикация в езерните региони и във Варненския залив се свързва с опростяване на видовия състав, силно изразено доминиране, развитие на нови видове, толерантни към замърсяване, при паралелно увеличаване биомасата на зоопланктона. Така, в открито море средната биомаса на мезозoopланктона (при отчитане на *Noctiluca scintillans*) достига 278.72 mg.m^{-3} ($\pm 104.22 \text{ SE}$) през 2008 - 2010 г., а във Варненско и Белославско езера се отчита повишение с 2.3 и 1.8 пъти, съответно - 652.95 mg.m^{-3} и 489.55 mg.m^{-3} .

В открито море и Варненския залив годишният максимум на зоопланктонната биомаса се установява към м. юни, във връзка с развитието на протозойния вид *N. scintillans*. Във Варненско и Белославско езера високи биомаси се регистрират през март-април, поради повишено количеството на *Rotatoria*, ларви на *Ciirpedia* и развитие на *Acartia clausi*; както и през есента – при доминиране на *Acartia clausi* и ларви на меропланктон.

Установена е тенденция на повишение на летните биомаси на хранителния зоопланктон в открито море, която е в съответствие с отслабената хищническа преса след 2005 г.

Литература:

1. Гришин А. Н., Михнева В. 2010. Влияние популяции гребневика – мнемииопсиса на характер питания моллиды черноморского анчоуса и оценки масштабов элиминации зоопланктона в Черном море, Рыбное хозяйство Украины, Керчь, 5, 10-15.
2. Димов И., 1959. Улучшенный количественный метод подсчета зоопланктона. Докл.БАН, 12, 5, 427 - 429.
3. Димов И., 1960. Зоопланктонът в Черно море пред българския бряг през 1954, 1955 и 1956 г. Трудове на НИРРП - Варна, 2, 35 - 44.
4. Димов И., 1966. Зоопланктонът пред западните брегове на Черно море през периода 1960 - 1964. Трудове на ИРП - Варна, 6, 5 - 34.
5. Динева С., 1999. Основни трендове на някои хидрофизични и хидрохимични параметри установени през 1992 – 1996 г. в българските крайбрежни води. Издание на съюза на учените - Варна, 2/98-1/99.65-69.
6. Консулов А., 1974. Сезонна и годишна динамика на зоопланктона пред Българския бряг през периода 1967 - 1970. ИИОР, Варна, 12, 64 - 78.
7. Консулов А., 1976. Зоопланктонът пред българския бряг на Черно море. Докторска дисертация, Институт по рибарство - Варна, 205.
8. Консулов А., 1977. Изследвания на вертикалното разпределение на зоопланктона пред българския бряг на Черно море, Известия на ИРП - Варна, 15, 67 - 82.
9. Консулов А., 1986. Сезонна и годишна динамика на зоопланктона пред българския бряг през 1974 - 1984. Океанология, 16,19 - 32.
10. Лебедева Л., Шушкина Е., 1993. Модельное исследование влияния гребневика *Mnemiopsis* на планктонное сообщество Черного моря. Океанология, 34, 1, 79 - 87.
11. Мордухай - Болтовски и съавтори, 1968. Определители на фауната на Черно и Азовско море, т I, II, III.
12. Михнева В., 2011. Ролята на *Aurelia aurita* и *Mnemiopsis leidyi* при формиране на структурата и функционирането на зоопланктонното съобщество в западната част на Черно море. Дисертация за получаване на научна и образователна степен доктор, Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания – София, БАН, 162.
13. Петипа, Т. С. 1959. Средний весъ массовых представителей зоопланктона в Черном море. Тр. Сев. Ст. Акад. Наук СССР, 5, 13, 10 - 15.
14. Технически отчети на ИРП-Варна към ССА, 2008-2010г.
15. Шушкина Е., Николаева Г., Лукашева Т., 1990 Изменение структуры планктонного сообщества Черного моря при массовом развитии гребневика *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz), Журнал общей биологии, 51, 1, 54 – 60.
16. Щерева Г., Б. Джурова. 2008. Металите желязо и манган в преходната зона езеро залив, Изв. на СУБ, Серия Медицина и екология, т.2'2007/1'2008, 73 78.
17. Bologa AS, Bodeanu N, Petran A, Tiganus V, Zaitzev Yu. (1995). Major modifications of the Black Sea benthic and biotic biota in the last three decades. In Briand F (ed) Les mers tributaires de Méditerranée. Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco, numéro spécial 15, CIESM Science Series, 1, 85-110.
18. Cociasu A., Popa L., Buga L., 1998. Long - term evolution of the nutrient concentrations on the north - western shelf of the Black Sea, Cercetari marine, 31, 13 - 29.
19. Cleveland W.S., Grosse E., Shyu W.M, 1992. Local regression models. 309-376. In: Chambers J.M, Hastie T.J. (eds) Statistical models in S. Wadsworth and Brooks/Cole Advanced Books and Software, Pacific Grove, CA.
20. Gubanov A., Altukhov D., 2007. Establishment of *Oithona brevicornis* Giesbrecht, 1892 (Copepoda, Cyclopoida) in the Black Sea. Aquatic Invasions, 2, 4, 407 - 410.
21. Huang C., Qi Y., 1996., The abundance cycle and influence factors on the red tide phenomena of *Noctiluca scintillans* in Dapeng Bay, the South China Sea. Journal of Plankton Research, 19, 3, 303 -318.
22. Korshenko A., Aleksandrov B., 2006. Manual for zooplankton sampling and analysis in the Black Sea Region.

23. Konsulov A., Kamburska L., 1997. Sensitivity to antropogenic factors of the plankton fauna adjacent to the Bulgarian coast of the Black Sea. Ozsoy & Mikaelyan (eds.) Sensitivity to change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea, 95 - 104.
24. Konsulov A., Kamburska L., 1998. Ecological determination of the new ctenophore - *Beroe ovata* invasion in the Black Sea, *Okeanologia*, 2, 195 - 198.
25. Kideys A., Romanova Z., 2001. Distribution of gelatinous macroplankton in the southern Black Sea during 1996 - 1999. *Marine Biology*, 139, 535 - 547.
26. Llope M., Daskalov G.M., Rouyer T., Mihneva V., Chan Kung - Sik, Grishin A., Stenseth N. Ch., 2011. Overfishing of top predators eroded the resilience of the Black Sea system regardless of the climate and anthropogenic conditions. *Global Change Biolgy*, 17, 1251- 1265, doi: 10.1111/j.1365-2486.2010.02331. x
27. Öztürk B, Mihneva V., Shiganova T., 2011. First records of *Bolinopsis vitrea* (L. Agassiz, 1860) (Ctenophora: Lobata) in the Black Sea. *Aquatic Invasions*, 6, 3, 455 - 460.
28. Regner D., 1985. Seasonal and multiannual dynamics of copepods in middle Adriatic, *Acta Adriatica*, 26, 11-99.
29. Shtereva G., Krastev A., Hristova O., 2002. Seasonal changes of nutrients and oxygen in the Bulgarian Black Sea coastal area. *Wat Sci & Tech*, 46, 8, 137 - 143.
30. Shtereva, G., Krastev A., Hristova O., 2003. Vertical Distribution of Nutrients in the Western Black Sea Area (summer 1998-2002), *Proceedings of 2-d Intern. Conference "Oceanography of Eastern Mediterranean and Black Sea"* (Ed. A. Yulmaz), 438 - 442.
31. Shtereva, G., Krastev A., Hristova O., Dzhurova B., 2005. Changes of the chemistry in the Bulgarian Black Sea coastal area, *Proceedings of IO*, 5, 103 - 111.
32. Shtereva G., Dzhurova B., 2010. Water quality of Varna Lake (Bulgaria). IV Conference BALWOIS' 2010, 24-27 May 2010, Ohrid, <http://balwois.com/2010/>
33. Morton B., 2003. Perspectives on Marine Environmental Change in Hong Kong and Southern China, 1977- 2001., *Proceedings of an International Workshop Reunion Conference, Hong Kong 21-26,10, 2001.*
34. 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. *J.Mar.Syst.* 74:649-658.
35. Mihneva V., Grishin A., Mihailov K., Velikova V., Daskalov G., Raykov V., 2008. Competitive relations between *Mnemiopsis leidyi* Aggasiz and anchovy juveniles (*Engraulis encrasicolus* L.) in Bulgarian Black Sea waters, *Acta Zoologica Bulgarica*, 2, 283-292.
36. Yunev O., Vedernikov V., Basturk O., Yilmaz A., Kideys A., Moncheva S, Konovalov S., 2002. Long - term variations of surface chlorophyll a and primary production in the open Black Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 230, 11 - 28.
37. Zagorodnyaya YuA., 2002. *Oithona brevicornis* in the Sevastopol Bay: is it a single event or a new invader in the Black Sea Fauna? *Morskoy Ekologicheskiy Zhurnal (Marine Ecology Journal)* 61: 43
38. Zaitsev Yu, Mamaev V., 1997. Biological diversity in the Black Sea: a study of change and decline. UN Publikations, New York, 228.

За контакти:

гл. ас. д-р Веселина Михнева
ИРР-Варна
e-mail: vmihneva@yahoo.com

гл. ас. Кремена Стефанова
ИО-Варна
e-mail: stefanova@io-bas.bg