

**ВЛИЯНИЕ НА ФАКТОРИТЕ НА МОРСКАТА ОКОЛНА СРЕДА ВЪРХУ
ПОПУЛАЦИОННИТЕ ПАРАМЕТРИ НА САФРИДА (*THRACHURUS MEDITERRANEUS
PONTICUS* ALEEV, 1956) ПРЕД БЪЛГАРСКИЯТ БРЯГ НА ЧЕРНО МОРЕ**

Мария Янкова, Кремена Стефанова, Валентина Дончева

**INFLUENCE OF THE MARINE ENVIRONMENTAL VARIABILITY ON THE
POPULATION PARAMETERS OF HORSE MACKEREL (*THRACHURUS
MEDITERRANEUS PONTICUS* ALEEV, 1956) IN FRONT OF THE BULGARIAN BLACK
SEA COAST**

Maria Yankova, Kremena Stefanova and Valentina Doncheva

Abstract: *In this study, we analyzed relationship between population parameters of horse mackerel and marine environmental factors using a canonical correspondence analysis (CCA) and agglomerative hierarchical clustering (AHC).*

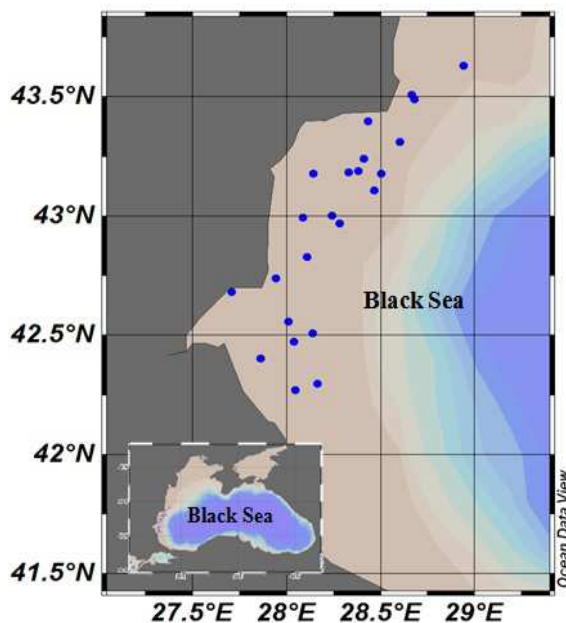
Key words: *SST, SLP, gust wind, zooplankton, horse mackerel, Black Sea, CCA, AHC*

Увод

Риболовът в Черно море в значителна степен се базира на трансграничните миграции видове [5]. Черноморският сафрид (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev, 1956), играе изключително важна роля в хранителната мрежа на пелагичните риби в Черно море като плячка за много хищници - паламуд, лефер, делфини и др. Той е и важен консуматор на зоопланктон, особено, когато запасите са големи, като по този начин действа като конкурент на другите риби, хранещи се с планктон [23]. Изучаването на влиянието на факторите на околната среда върху рибните популации е съществена стъпка към екосистемното управление, която все повече се превръща в стандартен подход в политиките за управление на рибарството [29]. Биофизични фактори на околната среда, като температура, соленост, храна и т.н., играят важна роля при контролирането на разпределението и изобилието на пелагичните риби [25]. Зависимостите между зоопланктона и абиотичните и биотични фактори на средата улеснява прогнозирането на миграционните пътища на рибите. Научната информация за влиянието на морската среда върху растежа на вида в Черно море е твърде малко. Проучванията показват, отрицателна корелация на топлолюбивите лятноразмножаващи се видове с температурата на морската вода [21, 26, 35].

Материал и методика

През периода 2004-2010 г. за изследване на популационната динамика на сафрида пред българския бряг на Черно море са събрани и обработени 26471 екземпляра. Пробите се взимат от пасивните риболовни уреди (даляни, грибове) и риболовни кораби и са представителни за размерна структура на уловите от сафрид. За установяване на размерния и възрастов състав на българските улови се извърши ежеседмично събиране и обработване на проби от сафрид (от северното и южно българско крайбрежие (Фигура 1).



Фиг. 1. Схема на пробовземанията пред българския бряг на Черно море.

В настоящата статия са представени изследвания върху по-важните популационни параметри на черн. сафрид като: асимптотична дължина (L_{∞}) определена чрез модела на von Bertalanffy (1938):

$$L_t = L_{\infty} \{1 - \exp[-k(t - t_0)]\}$$

където L_t е съответно дължината на рибите на възраст t години; L_{∞} - асимптотична дължина, k - параметър отразяващ скоростта на нарастването, t_0 -параметър на началното състояние.

Изчислени са средните дължини по възрасти, приложен е показателя на линейно нарастване (index of length growth performance) (Munro, Pauly, 1983; Pauly, Munro, 1984):

$$\phi = \log_{10}k + 2\log_{10}L_{\infty}$$

Изчислен е кондиционният фактор (коефициент на охраненост по Фултън) (Riker, 1975):

$$K = (W/L^3)100$$

Смъртността от естествени причини (M) е изчислена по метода на Pauly (1979, 1980):

$$\text{Log}M = -0.2107 - 0.0824 \log_{10}L_{\infty} + 0.6757 \log_{10}k + 0.4687 \log_{10}T^{\circ}\text{C}$$

където: $T^{\circ}\text{C}$ - средногодишната температура на морската вода в хоризонтите на обитаване на вида, L_{∞} и k са параметри в уравнението на Фон Берталанфи;

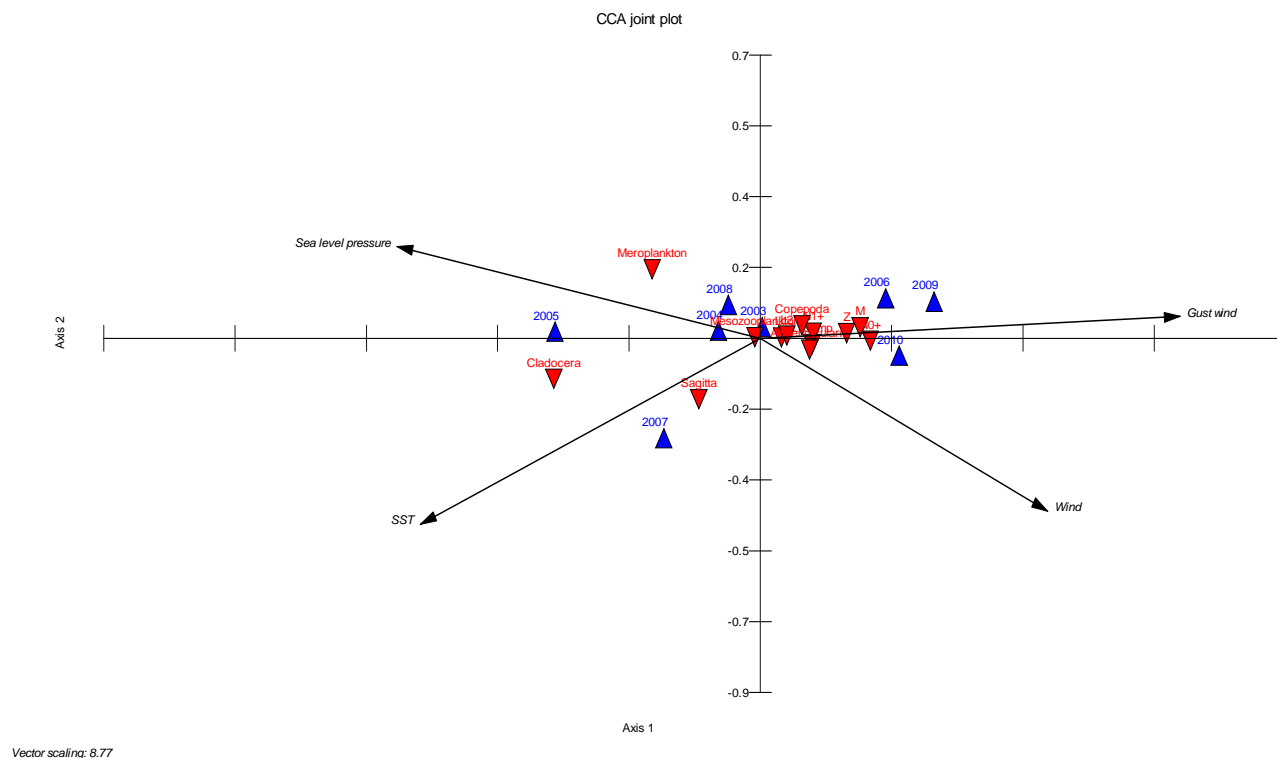
Изследванията върху зоопланктона пред българския бряг обхващат пролетно-летния период от 2003 до 2010г. Пробонабирането се осъществява със зоопланктонна мрежа тип Джеди с диаметър на входното отворстие 36 cm и с размер на апретурата 150 мкм. Пробите са фиксирани на борда на кораба с 4 % разтвор на формалдехид (Korshenko & Aleksandrov, 2006). Видовият състав на зоопланктона се идентифицира по определители за Черно и Азовско морета (Мордухай - Болтовский, 1968, 1969, 1972), а числеността на мезозоопланктона се определя по методика на Димов (1959). За установяване биомасата на мезозоопланктона се използват „Таблицы на стандартните индивидуални тегла на видовете” (Петіра, 1959).

Динамиката на климатичните фактори е представена чрез годишни колебания на температурите на морската вода, налягането, посоката и скоростта на вятъра (<http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/indices.html>). Приложен е йерархичен кластерен анализ за групиране по сходство, като мярка за подобие е използван коефициента на корелация (R кластер) между тях и е прилаган метода “Single linkage”. Статистическите анализи са

извършени с пакет програми Statistica и MVSP. Приложен е каноничен корелационен анализ за взаимовръзките между климатичните променливи, хранителната база и популационните параметри на сафрида през периода 2003-2010 г.

Резултати и Дискусия

Построен е биplot, върху който са отразени теглата на изследваните променливи на оста 1 и оста 2, както и разпределението на анализирани години във векторната равнина на изследваните променливи (Фигура 2).



Vector scaling: 8.77

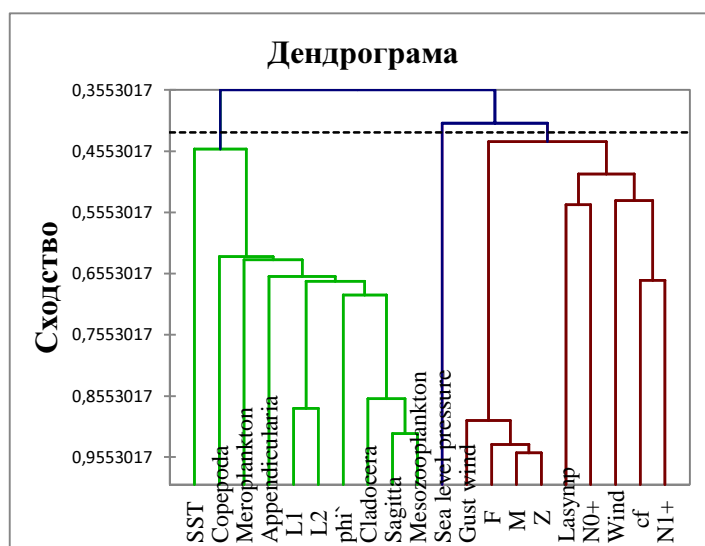
Фиг. 2. Биplot на каноничен корелационен анализ за климатичните променливи хранителната база и популационните параметри на сафрида по години.

От представените на фиг. 2 проекции на векторите се вижда, че около температурата на морската вода (SST, °C) се групират *Cladocera* и *Sagitta*, което корелира с техните предпочитания към по-висока температура (за *Cladocera*) и съвпада с репродукционния период на хетогнатата (над 40% млади форми). Съгласно данните на Националния институт по метеорология и хидрология към БАН температурите на морската вода през 2007 г. достигат своя максимум [1]. Според изследване на хранителния спектър в стомашното съдържание на черноморския сафрид е установено, че през летните месеци честотата на срещане е най-голяма за представителите на *Cladocera* [37]. Доброто състояние на хранителната база през 2007 година се потвърждава и от регистрираното повишаване на видовото разнообразие и концентрацията на топлолюбивите представители на *Cladocera*, които имат значително участие в биомасата на мезозопланктона [7]. Получените резултати потвърждават значителното участие на *Cladocera* в диетата на вида при по-високи измерени стойности на температурата на морската вода. Освен с описаните хидрометеорологични фактори 2007 година се характеризира и с ниските концентрации на биогенни елементи през пролетните месеци, и невисоките числености на *Rotatoria* и *Noctiluca* (индикатори за трофност на средата), което свидетелства за ниско ниво на еутрофикация пред българския бряг [7].

От изследваните фактори в настоящето изследване се установява, че посоката и силата на вятъра оказва влияние върху числеността на 0+ и 1+ годишните риби. В литературата има

редица изследвания, които показват, че ветровете със западната посока пред българския бряг на Черно море предизвикват издигането и придвижването към брега на дълбоководни води богати на биогенни елементи [14]. Същият автор посочва, че през летните месеци тези води често индуцират цъфтежи на фитопланктона. Изказани са хипотези от изследователи, че поради ниските температури и малките количества кислород те могат да предизвикат масов мор на зообентосни организми, включително и на различни видове риби [14]. Проданов (1995) посочва, че числеността на отделните поколения зависи от много и различни абиотични и биотични фактори. Според същият автор доминираща роля за рибната част на екосистемата имат равнището на риболовна смъртност и промените в трофичните вериги, дължащи се на масовото развитие на *Mnemiopsis leidyi* и цъфтежите на фитопланктона предизвикани от еутрофицирането на басейна. Сафридът се размножава през летните месеци в почти цялата акватория на Черно море [14]. През тези месеци биомасата на *M. leidyi*, е най-висока, поради което негативното и влияние е най-голямо. Ктенофората обитава главно хоризонтите над температурния скок [4,8] т.е слоевете, в които се развиват оплодените яйцеклетки и личинки на сафрида. Както беше отбелязано последните попадат в хранителния спектър на *M. leidyi*, поради което оказват директно влияние върху тяхната численост. Доказано е, че ктенофората се храни и с яйца и ларви на риби (ихтиопланктон) и оказва негативно въздействие върху числеността на рибните запаси [6, 19, 20, 21 по Проданов, 1995]. През 2006 и 2009 г. равнището на естествена смъртност (M) е сравнително високо съответно $M=0.992$ и $M=0.860$. През 2010 година годишният коефициент на смъртност от риболова и годишната норма на излавяне са най-големи за първа възрастова група и намаляват с увеличаване на възрастта (Yankova, собств. непуб., данни). Изчислените норми на излавяне могат да се колебаят през отделните години в зависимост от големината на запаса, възрастовия му състав, темпа на индивидуално нарастване, въздействието на хищниците и хидрометеорологичните условия [3]. Позитивните връзки между останалите променливи разположени в тази векторна равнина са по трудни за интерпретация.

Малко по-значимо групиране се наблюдава при резултатите от R-кълстера (фиг. 2). Използваната статистическа обработка отчита корелациите между изследваните променливи и ги подрежда в групи с подобни свойства.



Фиг. 2. Групиране на 21 изследвани елемента (променливи) от кластер с мярка на подобие коефициента на корелация (R-кластер). Легенда: ϕ' - индекс на нарастване; L_1 , L_2 – дължини на 1- и 2- годишните риби; N_{1+} - численост на размножителния запас; F-средна стойност на коефициента на риболовната смъртност; M-средна стойност на коефициента на естествена смъртност; Z- средна стойност на коефициента на обща смъртност; SST- температура на морската вода;

В индивидуални клъстери (с по един участник) се отделят морското ниво (sea level pressure SLP, mb). При добре оформената група на коефициентите на обща смъртност (Z) и нейните компоненти - естествена (M) и риболовна (F) смъртност е класиран и фактора - посока на вятъра. Той корелира положително ($r^2=0.734$, $n=8$) с коефициента на естествена смъртност. Статистически значима е и корелацията между посоката и силата на вятъра и коефициентите на обща ($r^2=0.737$, $n=8$) и риболовна смъртност ($r^2=0.801$, $n=8$). За неустойчивостта на хидрометеорологичните условия на Черно море, довеждащи до повишена смъртност на хайвер и засилена елиминация на личинките, особено през размножителния сезон посочва Павловская (1958). Като решаващо влияние върху преживяването на рибите в ранните етапи на индивидуалното развитие според същия автор са температурата, вълнението и обезпечеността на рибите с храна. В литературата има данни, че движението на морската вода може да бъде предизвикано от много причини: като разлика в атмосферното налягане; разлика в плътността; също и под влияние на вятъра и др., [13]. Температурата в повърхностните води по време на по-топло време се загрява по-бързо, отколкото в придънния слой. Термоклинът действа като физическа бариера между по-топлата вода на повърхността и студена вода на дъното, в резултат на което няма смесване на температурите от повърхностните води и по-дълбоките слоеве на морската вода. Водата в дълбоките слоеве остава без кислород и се установява силният му недостиг [35]. Термоклинът може да бъде разрушен от по-силен вятър и студен дъжд [35]. Тъй като в повърхностния слой кислородното съдържание се определя от температурата и продукцията на кислород от фитопланктона, за този слой е характерна изразена сезонна изменчивост [16].

Клъстерът, основан на корелационни връзки показва, че се групират един до друг корелационни коефициенти с положителни и отрицателни стойности. Така например, коефициента на угоеност (с.f-condition factor) и зоопланктона са значимо отделени. Коефициентът на охраненост корелира отрицателно със средногодишната биомаса на зоопланктона ($r^2=-0.74$, $n=8$, $p<0.05$), подчертавайки зависимостта на състоянието на популацията от нивото на хранителната база. Кондиционният фактор (коефициент на охраненост по Фултън) е силно оспорван в ихтиологичната литература, но същевременно широко и успешно се прилага като индекс за физиологичното състояние на рибите. В представения клъстер (Фиг. 2.) факторът вятър се групира с числеността на попълването (N_{0+} , N_{1+}). Екологичните фактори определят както началната численост на новото поколение след приключване на размножителния период, така и по-късното му оцеляване [17]. В най-ранния стадий от индивидуалното развитие на рибите-зародишния, оцеляването се определя главно от издръжливостта на организма на температурното и механично въздействие (вълнение) [17]. Със започване на самостоятелно хранене (стадия на свободна личинка) първостепенно значение придобива и плътността на организмите, служещи за храна [12].

В общ клъстер се отделят променливите мезозоопланктон, средната дължина на едно и двегодишните риби и температурата на морската вода (SST). Връзката между зоопланктона и средните дължини на възраст 0+ и 1+ годишните риби би следвало да се обясни с факта, че според изследване на диетата на вида е установено, че хранителните навици се променят значително с растежа на рибите като по-малките екземпляри се хранят предимно с зоопланктонни видове [38]. Зоопланктонът съставлява храната на младите индивиди [18, 38]. По-слаба положителна корелация е установена между средната дължина на двугодишните риби ($r^2=0.394$, $n=8$) и биомасата на Copepoda. Евентуалното наличие на по-дълга серия от данни би позволила разкриването на интересни биологични връзки и несъмнено би повишила стойностите на корелационния коефициент. Влиянието на температурата на морската вода е косвено чрез развитието на хранителния зоопланктон.

Индексът на нарастване (ϕ') бележи своя максимум през 2007 и 2008 г. и корелира положително с биомасата на Cladocera ($r^2=0.269$, $n=8$), на Sagitta ($r^2=0.389$, $n=8$) и с общата биомаса на мезозоопланктона ($r^2=0.476$, $n=8$). Growth performance index (ϕ') дава възможност да се изследва влиянието на околната среда върху нарастването на даден вид [15]. Упоменатия

индекс зависи от коефициента на угоеност (с.f), състоянието на хранителната база, температурата на морската вода (SST°) и т.н. [15, по Проданов, Стоянова, 1999].

Изводи

1. Получените резултати потвърждават значителното участие на *Cladocera* в диетата на вида при по-високи измерени стойности на температурата на морската вода през 2007 година.
2. Статистически значима е и корелацията между порива на вятъра и коефициентите на обща и риболовна смъртност.
3. Влиянието на температурата на морската вода е косвено чрез развитието на хранителния зоопланктон.
4. Коефициентът на охраненост корелира отрицателно със средногодишната биомаса на зоопланктона, подчертавайки зависимостта на състоянието на популацията от нивото на хранителната база.
5. Индексът на нарастване (ϕ_i) бележи своя максимум през 2007 и 2008 г. и корелира положително с биомасата на *Cladocera*, на *Sagitta* и с общата биомаса на мезозоопланктона.
6. Наличието на по-дълга серия от данни би позволила разкриването на интересни биологични връзки за влиянието на факторите на морската околна среда върху популационните параметри на черном. сафрид.

Литература

1. Гроздев, Г., Димитрова, П. 2010. Екстремални температурни рекорди на морската вода по българското черноморско крайбрежие info.meteo.bg/g120/ppts/seatemp_DG.ppt.
2. Димов И., 1959. Улучшённый количественный метод подсчёта планктона. Докл. БАН, 12, № 5, 2-3.
3. Иванов, Л. 1970. Опит за разделно определяне смъртността на черноморската скумрия (*Scomber scombrus* L.) от риболова и естествени причини. Известия на НИОРС-Варна, т.Х, 75-90.
4. Камбурска Л., 2004. Ролята на алохтонните ктенофори *Mnemiopsis leidyi* *Beroe ovata* за промените в структурата на зоопланктона на Черно море пред българския бряг. Дисертация за придобиване на образователна степен, ИО-БАН, 171.
5. Коларов, П. 2005. Евроинтеграция и рибарство. Българско сдружение за насърчаване на гражданската инициатива, 10.
6. Лебедева Л., Шушкина Е., 1993. Модельное исследование влияния гребневика *Mnemiopsis* на планктонное сообщество Черного моря. Океанология, 34, 1, 79 - 87.
7. Михнева В., 2007. Технически отчети на ИРР-Варна към ССА, 2003-2007.
8. 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.
9. Мордухай-Болтовский Ф. Д. 1968. Определитель фауны Черного и Азовского морей, том I, АНУССР – Киев, 424.
10. Мордухай- Болтовский Ф. Д. 1969. Определитель фауны Черного и Азовского морей, том II, АНУССР – Киев, 525.
11. Мордухай- Болтовский Ф. Д., 1972. Определитель фауны Черного и Азовского морей, том III, АНУССР – Киев, 338.
12. Павловская, Р. М. 1958. Некоторые вопросы биологии размножения и развития черноморской хамсы в связи с проблемой динамики численности. Труды АЗЧЕРНИРО, вып. 17.

13. Парталева, Г., 2002. Морето (океанът), като среда за живот. Реферат, Пловдивски Университет "Паисий Хилендарски".
14. Проданов К. 1995. Експлоатирани биологични ресурси на Световния океан и възможности за устойчивото им използване. Дисертация за получаване на научна и образователна степен доктор, Институт по Океанология-Варна, БАН, 504.
15. Проданов К., Стоянова М. 1999. Устойчиво развитие и използване на морските биологични ресурси. Изд. Къща Стено, Варна.
16. Първоначална Оценка на състоянието на морската околна среда съгласно чл.8 от НООСМ, 2013. 501 pp.
17. Стоянов, Ст.1961. Състояние на запаса на черноморската хамсия, ловена по българското черноморско крайбрежие през периода 1952-1961 г. Известия на Централния Научноизследователски Институт по Рибовъдство и Риболов - Варна, т. I, 5.
18. Стоянов, Ст. Георгиев, Ж. Иванов, Л. Николов, П. Коларов. П. Александрова. К. 1963. Рибите в Черно море, Варна, 246.
19. Тимофеев, С. Ф., 1993. Уровенъ потребление личинок риб гребневиком мнемипсисом в прибрежъ Чёрного моря. М: Океанология, т.33, б.
20. Цихон Луканина Е.А., О.Г. Резниченко, 1991. Особенности питания разноразмерных особей гребневика Мнемипсиса в черном море. Океанология, 31/2, 442-446.
21. Цихон Луканина Е.А., О.Г. Резниченко, Т.А.Лукашева, 1991. Количественные закономерности питания черноморского гребневика *Mnemiopsis leidyi*. Океанология, 31/2, 272-276.
22. Daskalov. G. 1999. Relating fish recruitment to stock biomass and physical environment in the Black Sea using generalized additive modeling. Fish. Res. 41(1):1-Daskalov. G. 2003. Long-term changes in fish abundance and environmental indices in the Black Sea. Marine Ecology Progress series. Vol. 255: 259-270.
23. Daskalov G.M., and Prodanov, K. 1994. Variability in growth of sprat *Spattus sprattus* L. off Bulgarian Black Sea coast with respect to the environmental changes in the Black Sea 94. Coll. Reprints, 81-84.
24. Daskalov G.M., Grishin A.N., Rodionov S., Mihneva V, 2007. Trophic cascades triggered by overfishing reveal possible mechanisms of ecosystem regime shifts. Proceedings of the National Academy of Sciences 104/25, 10518-10523.
25. Korshenko, A., Alexandrov B., 2006. Manual for mesozooplankton sampling and analysis in the Black Sea monitoring (Black Sea Zooplankton Manual) Online: <http://bsc.ath.cx/documents/ExpertNetwork/default.asp?I=/Expert%20Network%20-%20Zooplankton>.
26. Lee, P. F., Chen, I. C., and Tseng, W. N. 1999. Distribution patterns of three dominant tuna species in the Indian Ocean. 19th International ESRI Users Conference, San Diego, CA.
27. Mikhalyuk, A.N., 1985. Factors determining the abundance of young Black sea scad. In: Oceanographic and Fisheries Investigations of the Black Sea, Coll. reprints of VNIRO, Moscow, pp. 81±86 (in Russian).
28. Munro, J.L., Pauly, D.1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. Fish byte 1(1): 5-6.
29. Petipa T.S., 1959. On average weight of main forms of zooplankton. The studies of Sevastopol biological station, No 5, p. 13.
30. Pikitch, E. K., Santora, C., Babcock, E. A., Bakun, A. Bonfil, R., Con-over, D. O., Dayton, P., Doukakis, P., Fluharty, D., Heneman, B., Houde, E. D., Link, J., Livingston, P. A., Mangel, M., McAllister, M.K. Pope, J., and Sainsbury, K. J. 2004. Ecosystem-based fishery management, Science, Vol. 305, No. 5682, pp. 346-347.
31. Pauly, D., Munro, J.L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte 2(1): 21.
32. Pauly, D., 1979. Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. ICLARM Stud. Rev.,(1): 35.

33. Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. CIEM, 39 (2): 175-192.
34. Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish Res. Board Can., 191: 382.
35. Ruth Francis-Floyd. 2012. Dissolved oxygen for fish production <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FA/FA00200.pdf>.
36. Simonov, A.I., Ryabinin, A.I., Gershanovitch, D.E. (Eds.), 1992. Project "The USSR Seas". Hydrometeorology and Hydro-chemistry of the USSR Seas. Vol. 4: Black Sea, no. 1: Hydrometeorological Conditions and Oceanological Bases of the Biological Productivity. Hydrometeoizdat, Sankt Peter-bourg, 219 pp. (in Russian).
37. Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth laws. Hum. Biol., 10: 181-213.
38. Yankova, M., Raykov, V., Bogomilova, P. 2008. Diet composition of Horse mackerel, *Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev, 1956 (Osteichthyes: Carangidae) in the Bulgarian Black Sea waters. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 8:321-327.

За контакти:

ас. Мария Христова Янкова, PhD

ИО-Варна

e-mail: maria_y@abv.bg

гл. ас. Кремена Благовестова Стефанова

ИО-Варна

e-mail: stefanova@io-bas.bg

доц. д-р Валентина Георгиева Дончева

ИО-Варна

e-mail: valentina.doncheva@gmail.com