

## Компоненти на суспендираното органично вещество в акваторията на Варненския залив

Огняна Д. Христова, Галина П. Щерева, Даниела Г. Петрова

Институт по океанология, БАН, Варна; e-mail: chem@io-bas.bg

Суспендираното вещество представлява обособена фаза в морската вода, съставена от частици на живата и неживата материя, и играе важна роля в биологичните, физичните и геохимичните процеси, протичащи във водното тяло. Явявайки се основна характеристика на състоянието на водния басейн, съставът на органичните суспензии се обуславя главно от наличието на планктон, метаболити, детрит и в по-малка степен зависи от внасяните отвън микроорганизми и органични частици. Изследванията върху състава на суспендирано органично вещество в района на българския шелф са епизодични, а информация за някои компоненти изобщо липсва (Романкевич, 1977; Агатова и др., 1989). В литературата са публикувани основно данни за протеини и нуклеинови киселини във води и утайки (Щерева, Димитров, 1991; Щерева, Димитров, Христова, 1993; Щерева, 1995; 1998).

Целта на настоящата работа е да се разширят познанията за компонентния състав на СВ, включвайки и нови компоненти, както и да се оцени частта от общия суспендиран материал на всеки един от тях.

### Материал и методика

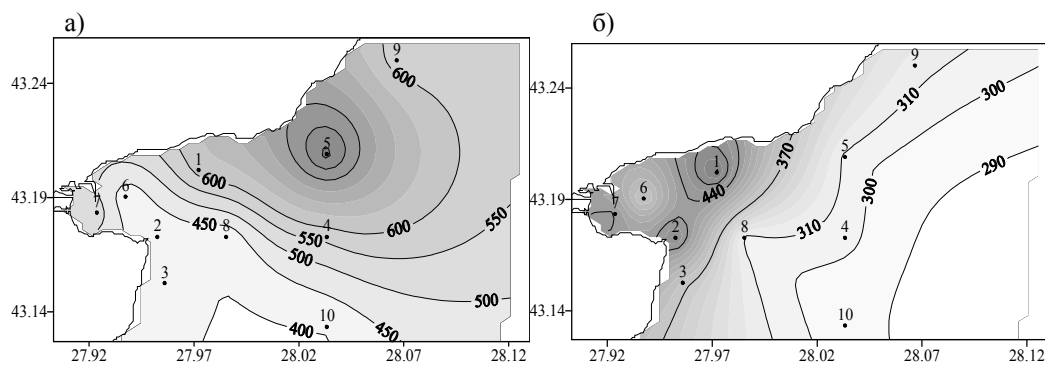
Изследванията са проведени през месец ноември 1997 г. на 10 станции в акваторията на Варненския залив. Пробите са отбрани с батометри тип "Go-Flow" от повърхностен и придънен хоризонт и веднага след пробовземането са филтрувани под вакуум през накалени и претеглени стъкловлакнести филтри GF/F. След филтруването те са изсушени, за да се избегне бактериалната деструкция на органичното вещество (ОВ) и

са съхранявани в ексикатор. Теглени са до постоянно тегло и по разликата е определено количеството суспендирано вещество (СВ), задържано върху филтъра. Събраният суспендиран материал (СМ) е анализиран за органичен въглерод ( $C_{org}$ ) чрез бихроматно окисление и компонентен състав, както следва: протеини (П) - метод на Лоури, въглехидрати (ВХ) - с L-триптофан и нуклеинови киселини (НК) - след киселинна хидролиза (Parsons, Mauta, Lally, 1984; Methods..., 1983; Методы..., 1980, 1988).

### Резултати

Концентрацията на суспендирания  $C_{org}$  в повърхностните води на Варненския залив се движи в границите от 403.3 до 920.4  $\mu\text{g/l}$  (фиг. 1а). Максималната концентрация за изследвания район е измерена на ст. 5, а минималната на ст. 10. Средната и южната част на изследваната акватория са обхванати от води с относително ниско съдържание на  $C_{org}$ , докато в най-външната част (ст. 4 и 9) се отбелязват стойности, близки до средната за цялата акватория (527.62  $\mu\text{g/l}$ ). Прави впечатление сравнително високото органично съдържание на ст. 1, което може да се свърже с максималната численост на зоопланктона (над  $10 \cdot 10^3 \text{ ind./m}^3$  при средна численост за залива  $8 \cdot 10^3 \text{ ind./m}^3$ ) установена от Камбурска, Стефанова (2002).

Концентрацията на суспендирания  $C_{org}$  в придънните води на Варненския залив варира в по-тесни граници: от 294.7  $\mu\text{g/l}$  (ст. 10) до 483.5  $\mu\text{g/l}$  (ст. 1). Картината на разпределение илюстрира обособяването на външна хомогенна зона със съдържание около 300  $\mu\text{g/l}$  (фиг. 1б). В границите на



Фиг. 1. Разпределение на суспендирания  $C_{орг}$  в повърхностните (а) и придънните (б) води на Варненския залив

самия залив се оформя зона с повишена концентрация на  $C_{орг}$  с изключение на ст. 6 в северната част, чието съдържание е близко до средното  $366.48 \mu\text{g/l}$ . Сравнявайки двата хоризонта, установяваме по-ниски стойности на дъното на всички станции. Разликата е значителна на по-дълбоките точки. На най-плитката станция (ст. 7) измерената концентрация попада в диапазона на регистрираните на повърхността, докато на ст. 4 и ст. 9 с дълбочина над 20 m  $C_{орг}$  намалява около 4 пъти.

В същия диапазон е и посочената от Люцарев, Романкевич (1987) стойност  $316 \mu\text{g/l}$ , измерена в придънния слой през месец октомври 1983 г. Средните данни за суспендирания  $C_{орг}$  от настоящите изследвания (таблица 1) са сравними с получените по-рано във Варненския залив (Мончева et al., 1995).

Таблица 1. Суспендиран  $C_{орг}$  (mg/l) в южната част на Варненския залив

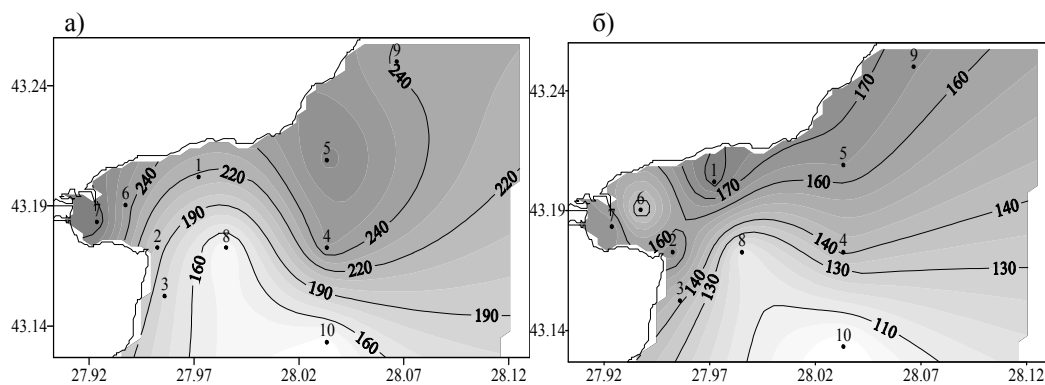
Периоди	Хоризонт	$C_{орг}$
Ноември 1993	повърхност	0.48
	дъно	0.44
Ноември 1997	повърхност	0.47
	дъно	0.32

Анализът на получените резултати показва, че динамиката на суспендираните **протеини** в повърхностните води на Варненския залив се ограничава в диапазона  $134.8\div 289.4 \mu\text{g/l}$ . Представената на фиг. 2а картина е близка до тази, илюстрираща разпределението на суспендирания  $C_{орг}$ , с високо съдържание на ст. 5 (фиг. 1). Максимумът, отбелязан в югозападната част на

залива (ст. 7), поради близостта до Варненското езеро и влиянието на езерното течение, е в съответствие с максимума на хлорофила (Мончева – непубликувани данни). За връзката между двата параметъра свидетелства и коефициентът на корелация  $r=0.80$ . В свежообразуваната органична материя частта на неустойчивите белтъчни съединения е по-голяма от тази на устойчивите. При протичане на фотосинтеза процентът на съединенията, поддаващи се на ферментно разлагане в СВ е висок (Романкевич, 1977). По-ниските придънни концентрации ( $95.1\div 183.8 \mu\text{g/l}$ ) на всички пунктове са обясними с процесите на трансформация на белтъчните съединения по пътя на суспендирания материал към дъното, т. е. с намаляване на дела на по-лабилните.

Разпределението на суспендираните протеини в придънния хоризонт (фиг. 2б) се отличава от това в повърхностния с регистрирания максимум на ст. 1. Минимум на ст. 10 се отнася за целия воден слой (включително и на средния хоризонт). Получените резултати са значително по-ниски от измерените през зимата (Щерева, Димитров, Христова, 1993) и съответно през пролетта, когато протеините надхвърлят  $760 \mu\text{g/l}$  (Щерева, 1995).

Суспендираните **въглехидрати** генетически са по-близко свързани с органичното вещество на живите организми (Passow, Alldredge, Logan, 1994; Biersmith, Benner, 1998; Романкевич, 1977) отколкото разтворените, но тяхното съдържание е значително по-ниско. Концентрацията на суспендираните въглехидрати в повърхностните води на Варненския залив



Фиг. 2. Разпределение на суспендирани протеини в повърхностните (а) и придънните (б) води на Варненския залив

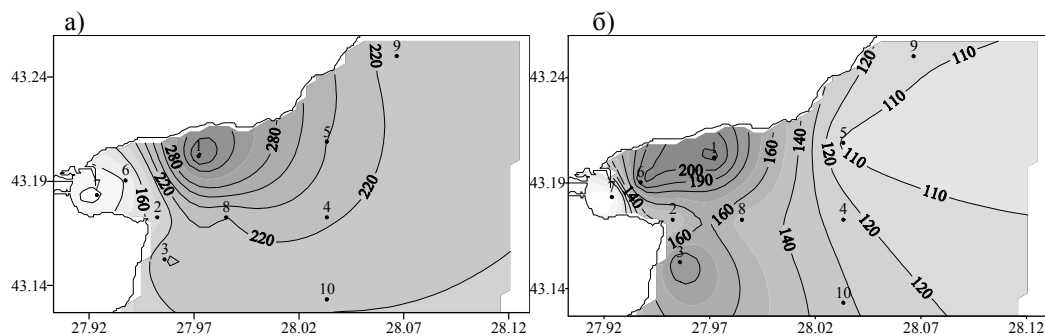
се движи в границите  $96.04 \div 364.96 \mu\text{g/l}$  с максимум на ст. 1 и минимум на ст. 7 (фиг. 3).

Разположението им се повтаря и в придънните води, където се наблюдава по-тесен интервал на изменение и по-ниски стойности ( $68.43 \div 213.49 \mu\text{g/l}$ ). Средната концентрация е  $146.42 \mu\text{g/l}$ , при  $207.0 \mu\text{g/l}$  за повърхността. За разлика от останалите компоненти при въглехидратите се наблюдават и по-високи придънни концентрации на дълбочина между 6 и 12 m (ст. 3, ст. 6, ст. 7). Интерес представлява съотношението ВХ/П, възлизашо средно на 0.89. Някои автори приемат отношението ВХ/П > 1 като белег за формирано свежо органично суспендирано вещество (В т ю к, И з м е с т ъ е в а, 1975). Неголемият брой проби не позволява да се направи категоричен извод в тази посока, но може да се предположи по-бързото извеждане на ВХ от СВ в сравнение с протеините (ВХ/П < 1). В подкрепа на това предположение е фактът, че в разтворено

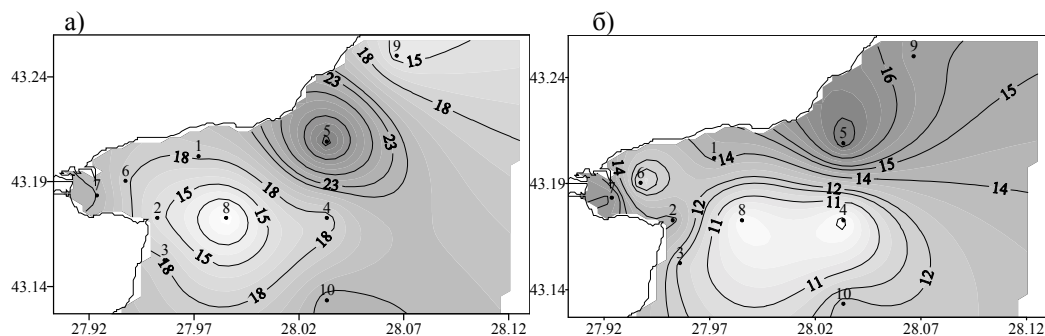
състояние това отношение е по-голямо от 1, тъй като въглехидратите превъзхождат протеините. Като компонент на СВ, ВХ участват главно в състава на органичния детрит. Някои от по-лесноусвояемите ВХ са основен енергетичен източник, изразходват се при дишането, други се утилизират от консументите в хода на деструкция на ОВ (Р о м а н к е в и ч, 1977).

Суспендираните **нуклеинови киселини** са в най-малки количества от разглежданите до тук компоненти. Средната концентрация в повърхностните води е  $18.86 \mu\text{g/l}$  с диапазон на вариране  $10.19 \div 31.97 \mu\text{g/l}$ , а в придънните съответно -  $12.78 \mu\text{g/l}$  ( $8.54 \div 18.04 \mu\text{g/l}$ ). Разпределението се характеризира с максимум на ст. 5 на двата хоризонта (фиг. 4) и с разширяване на областта на минимални концентрации в придънните води (ст. 4 и ст. 8).

Сравнението с данни от предходни периоди (Щ е р е в а, Д и м и т р о в, Х р и с т о в а, 1993) показва по-ниски концентра-



Фиг. 3. Разпределение на суспендираните въглехидрати в повърхностните (а) и придънните (б) води на Варненския залив



Фиг. 4. Разпределение на суспендираните нуклеинови киселини в повърхностните (а) и придънните (б) води на Варненския залив

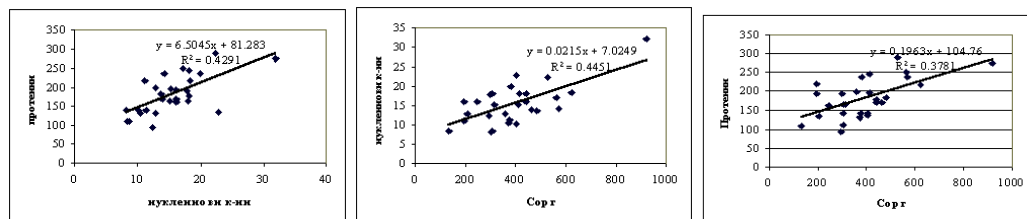
ции на НК, докато съотношението НК/ $S_{орг}$  е от същия порядък.

Разглеждайки пространственото разпределение на всички параметри, можем да обобщим, че зони на повишено съдържание се обособяват в най-вътрешната част и в североизточната част на залива. Тази зона може да се измества или разширява, като обхваща цялата северна част. Зоната с минимални концентрации е извън акваторията на Варненския залив при различните компоненти и хоризонти, като включва ст. 3, ст. 4, ст. 9, ст. 10. Няма абсолютно съвпадение, но се установява известно сходство в разпределението на двата хоризонта при  $S_{орг}$ , П и НК. Най-добра е корелацията между протеини и нуклеинови киселини ( $r=0.66$ ), както и между  $S_{орг}$  и всеки от тях (съответно  $r=0.62$ ,  $r=0.67$ ), илюстрирана с фиг. 5. Коренно различни са корелационните коефициенти при ВХ. Липсата на взаимовръзка с останалите параметри се доказва с ниската значимост на коефициентите ( $r \ll 0.5$ ) като единствено с  $S_{орг}$  коефициентът достига  $r=0.46$ .

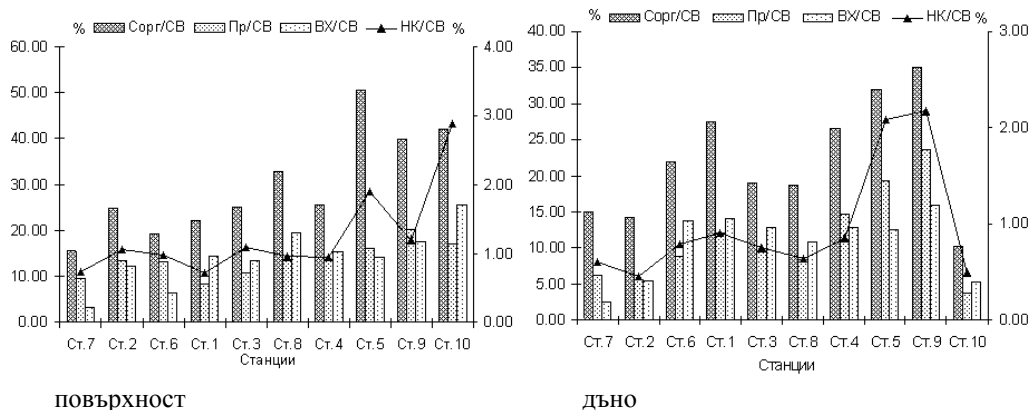
Процентното участие в състава на суспендирания материал на всеки един органичен компонент е показано на фиг. 6. С максимално отношение  $S_{орг}/СВ$  се характеризират ст. 5 и 10 (42.0-50.5 %), докато за сус-

пензиите в същинския залив то е 15.6-24.9 %. Между тях се оформя преходна зона (ст. 3 и 8) с междинни стойности на  $S_{орг}/СВ$ . С високо отношение П/СВ, респективно участие на протеините в състава на СМ са ст. 5, 9, 10 (16.0-20.1 %), докато в западната (вътрешна) част на залива отношението е значително по-ниско (8.5-13.2 %). Участието на ВХ в общото количество СМ е максимално отново в откритата (източна) част (15.0-25.5 %). В литературата се посочват данни за 25 % и 33 % ВХ в състава на СВ в Черно море (Старикова, Яблокова, 1972). Отношението НК/СВ на ст. 10 е най-високо (2.9 %), а на ст. 5 и 9 е между 1.2 и 1.9 %. В останалата акватория НК/СВ  $\sim 1$  % с минимум 0.7 % (ст. 1 и ст. 7).

В придънните води аналогично на абсолютните концентрации процентните отношения също са по-ниски. Разликата е значителна на по-дълбоките станции, където времето за трансформация на ОВ в процеса на седиментация е по-продължително. В североизточната част на изследваната акватория  $S_{орг}/СВ$  достига 35 %, като в цялата северна част се запазват стойности около и над 20 %. Отношенията П/СВ и ВХ/СВ показват подобна картина. Единствено НК/СВ очертава по-малка по площ област на максимални



Фиг. 5. Корелационни зависимости между П, НК и  $S_{орг}$



повърхност

дъно

**Фиг. 6. Отношения на органичните компоненти към общо съдържание на СМ**

стойности. Разпределението в придънния хоризонт се отличава с по-добро съвпадение при отделните компоненти. Еднозначно се обособява зона с повишено процентно участие на органичните компоненти в СВ извън залива (ст. 5 и ст. 9) и втора такава в самия залив (ст. 1 и ст. 6).

Можем да обобщим, че отношенията определено нарастват от вътрешността на залива (от запад към изток), което вероятно е свързано с отслабващото влияние на бреговия вток. На близките до брега станции, поради приноса на абразията, преобладаваща част в СМ е минералната. И на повърхността, и на дъното разпределението се характеризира с обособяване на външна зона – с високи отношения, и вътрешна (в рамките на самия залив) – с по-ниски  $C_{\text{орг}}/\text{СВ}$ ,  $\text{П}/\text{СВ}$ ,  $\text{ВХ}/\text{СВ}$ ,  $\text{НК}/\text{СВ}$ . Особеност на втората е, че в придънните води се очертава една област на относително високо

процентно участие на органични компоненти.

#### Изводи

Концентрациите на органичен С, протеини и нуклеинови киселини са по-ниски в придънните води, отколкото в повърхностните, поради трансформацията на лабилното суспендирано органично вещество. Установява се корелация между П, НК и  $C_{\text{орг}}$ . Единствено въглехидратите правят изключение със случаи на измерени високи концентрации на дъното и липсата на корелационна зависимост с останалите изследвани компоненти.

Разпределението се характеризира с обособяване на външна зона с високи относителни концентрации и вътрешна (в рамките на самия залив), – с по-ниски отношения  $C_{\text{орг}}/\text{СВ}$ ,  $\text{П}/\text{СВ}$ ,  $\text{ВХ}/\text{СВ}$ ,  $\text{НК}/\text{СВ}$  поради влиянието на брега, обуславящо пресов на минерална част в суспензиите.

## ЛИТЕРАТУРА

- А г а т о в а А. И., З. П. Б у р л а к о в а, Л. В. Е р е м е е в а, Н. И. Т о р г у н о в а. 1989. Растворенное взвешенное органическое вещество Черного моря в зимне-весенний период. Сборник научных трудов "Комплексные океанографические исследования Черного моря", Севастополь, 153-163.
- В и т ю к, Д. М., М. А. И з м е с т е в а. 1975. Белок и углеводы во взвешенном

веществе Средиземного моря. В: Экспедиционные исследования в Южной Атлантике и Средиземном море, Киев, Наукова думка, 137-148.

- Л ю ц а р е в С. В., Е. А. Р о м а н к е в и ч. 1987. Органический углерод, азот и фосфор в водах болгарского шельфа. Институт океанологии АН СССР, М. 17-24.

М е т о д и исследования органического вещества в океане. 1980. (Отв. ред.

- Романкевич Е. А.), Наука, Москва, 343.
- Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов. 1988. ВНИРО, Москва, 119.
- Романкевич, Е. 1977. Геохимия органического вещества в океане. "Наука", Москва, 256.
- Старикова, Н. Д., О. Г. Яблокова. 1972. Углеводы в Черном море. Океанология, 12, в.3, 431-436.
- Щерва Г. 1995. Спектрофотометрично определяне на протеини в морска вода. Analit. Labor., Vol.4, 2, 92-94.
- Щерва Г. 1998. Обща и органическа взвесь тонкого поверхностного микрослоя черноморской воды. Тр. на ИО, т.3, 27-32.
- Щерва Г. П., А. И. Димитров. 1991. Съдържание на белтъци и нуклеинови киселини във Варненския залив. II НК "Рационално усвояване и защита на природните ресурси", СУ - Варна, 61-67.
- Щерва Г. П., А. И. Димитров, О. Д. Христова. 1993. Органичното суспендирано вещество в езерните и заливните води на Варненския регион. III НК "Екология, икономика и жизнена среда на черноморския регион." СУ - Варна, 12-20.
- Biersmith, A., R. Benner. 1998. Carbohydrates in phytoplankton and freshly produced dissolved organic matter. Marine Chemistry, 63, 1-2, 131-144.
- Kamburska L. T., K. B. Stefanova. 2002. Ecological state of zooplankton community in the system Beloslav Lake - Varna Lake - Varna Bay. Proc. of VI Int. Conf. Black Sea, Oceanology and environmental protection. 336-345.
- Moncheva S., V. Doncheva, G. Shtereva, A. Konsulov. 1995. Phitoplankton in the organic particulate matter flux in Varna Bay. Rapp. Comm. int. Mer. Medit., 34, 213.
- Methods of Seawater Analysis. 1983. (Ed. by Grasshoff K., M. Ehrhardt, K. Kremling), Verlag Chemie, Wienheim, 419.
- Parsons T.R., Y. Maya, C. M. Lally. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Oxford, 63-67.
- Passow, U., A. Alldredge, B. Logan. 1994. The role of particulate carbohydrate exudates in the flocculation of diatoms blooms. Deep-Sea Research I, 41, 2, 335-357.

*Постъпила на 20.01.2003 г.*

## **Organic particulate components in Varna Bay**

*Ognyana Hristova, Galina Shtereva, Daniela Petrova*

### **(Summary)**

The organic components of the suspended matter in Varna Bay are discussed in the paper. The investigation was carried out at 10 stations during the autumn 1997. The following parameters were determined: organic carbon, proteins, carbohydrates and nucleic acids by spectrophotometric methods. The data show higher concentrations in surface layer than in bottom waters. The distribution of ratios of organic carbon ( $C_{org}/SM$ ) and each of particulate components reveal a zone of lower content out of the Varna Bay. The aquatory of the real bay is characterized as an area of greater organic content. A significant correlation between  $C_{org}$ , proteins and nucleic acids was established.