

- Rezanka T., Nedbalova L., Sigler K., 2008. // *Phytochemistry*. V. 69. P. 2391–2399.
Rezanka T., Nedbalova L., Sigler K., 2008a. // *Phytochemistry*. V. 69. P. 2849–2855.
Rezanka T., Sigler K., 2009. // *Progr. Lipid Res.* V. 48. P. 206–238.
Robinson B.S., Johnson D.W., Poulos A., 1990. // *Biochem. J.* V. 265. P. 763–767.
Rotstein N.P., Aveldaño M.I., 1988. // *Biochem. J.* V. 249. P. 191–200.
Stillwell W., 2008. // *Chem. Phys. Lipids*. V.153. P. 1–2.
Stillwell W., Wassall S.R., 2003. // *Chem. Phys. Lipids*. V. 126. P. 1–27.
Valentine R.C., Valentine D.L., 2004. // *Progr. Lipid Res.* V. 43. P. 383–402.
Van Pelt C.K., Huang M.C., Tschanz C.L., Brenna J.T., 1999. // *J. Lipid Res.* V. 40. P. 1501–1505.

VERY LONG POLYENOIC FATTY ACID CHAINS OF MEMBRANE LIPIDS: COMPUTER SIMULATIONS FOR STUDY OF PROPERTIES AND FUNCTION FORECAST

A.L. Rabinovich, P.O. Ripatti

Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences,
Petrozavodsk, Russia, e-mail: rabinov@krc.karelia.ru

Monte Carlo computer simulations of very long polyunsaturated fatty acid chains with methylene-interrupted *cis* double bonds $N:4(n-6)cis$, $N:4(n-3)cis$, $N:5(n-6)cis$, $N:5(n-3)cis$, $N:6(n-6)cis$, $N:6(n-3)cis$ have been carried out; N is carbon atom number ($N=24,26,28,\dots,38$). Variations of all torsion angles of the chains were considered to be continuous from 0 to 360 deg. The conformational energy of a chain was represented as a sum of the structural unit energies. A scheme of pairwise interdependence of torsions was used. The units reproduce precisely the chain structure. The energy of nonbonded interactions, torsional and electrostatic terms were taken into account. The method is applied to an investigation of the flexibility and other characteristics of the chains.

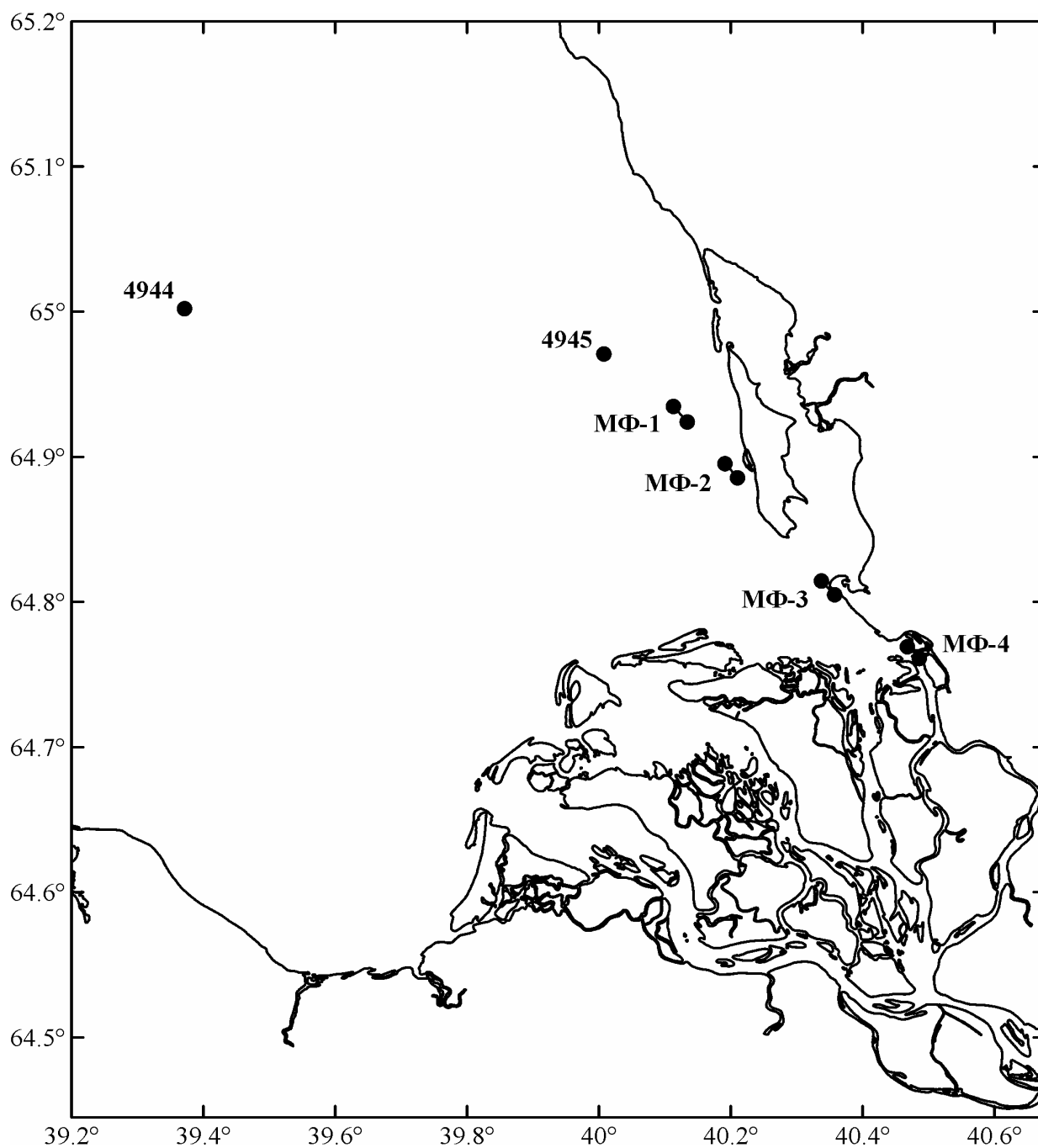
ФИТОПЛАНКТОН ДВИНСКОГО ЗАЛИВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ РЕЧНЫХ ВОД

И.Г. Радченко, Л.В. Ильяш

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия
e-mail: IraRadchenko@yandex.ru

В Двинский залив впадает самая крупная река беломорского бассейна – Северная Двина. Годовой сток Северной Двины составляет в среднем 110 км^3 (Gordeev et al., 1996). Стоковое течение Северной Двины прижимается к Зимнему берегу и значительно опресняет поверхностную водную массу (Гидрометеорология, 1991; Солянкин и др., 1994). По ходу стокового течения происходит смешение речных и морских вод, и соленость поверхностного слоя возрастает. В области влияния стокового течения отмечаются высокие градиенты в пространственном распределении основных биогенных элементов (Ефимова, Цыцарин, 2002). Пространственный градиент абиотических условий обуславливает изменение обилия и структуры сообщества планктонных водорослей. Сведения о фитопланктоне в районе, подверженном воздействию вод р. Северная Двина, немногочисленны и охватывают только позднелетний период (Шевченко и др., 2007) и летний (Македонская, 2005) периоды. В настоящей работе представлены данные по видовому составу и структуре фитопланктона Двинского залива в зоне влияния вод Северной Двины в начале сентября.

Материалом для работы послужили пробы фитопланктона, отобранные в юго-восточной части Двинского залива на 6 станциях (рис. 1) с поверхностного горизонта 3 сентября 2007 г. в ходе 53 рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш». На четырех станциях (МФ-1 – МФ-4) пробы отбирали без остановки судна в течение 5 мин, поэтому на рис. 1 они представлены двумя точками с координатами, соответствующими началу и концу отбора проб. Соленость определяли мультипараметрическим зондом FSI. Пробы воды (объем 0,5 – 4,6 л) концентрировали методом обратной фильтрации (диаметр пор 2 мкм) и фиксировали раствором Люголя. Фитопланктон просчитывали под микроскопом в камере типа Нажотта. Объемы клеток определяли методом геометрического подобия (Hillebrand et al., 1999) с последующим переводом в единицы углерода по аллометрическим зависимостям (Menden-Deuer, Lessard, 2000).



Станции отбора проб фитопланктона

Для анализа сходства сообществ фитопланктона использовали пакет анализа экологических данных PRIMER Version 5.2.4. (Clarke, Warwick, 2001). В качестве характеристики структуры фитопланктона рассматривали относительные значения биомассы популяций водорослей. Сходство оценивали с помощью индекса Брея-Кёртиса. Затем проводили ординацию сообществ методом многомерного шкалирования (MDS). Характерные виды, обуславливающие высокое сходство внутри каждой группы проб, выделяли с помощью процедуры SIMPER (Clarke, Warwick, 2001).

На исследованной акватории был выражен пространственный градиент солености (табл. 1). На ближайшей к устью реки ст. МФ-4 соленость (S) составляла 0,28–0,33‰, повышаясь до 11,6‰ на ст. МФ-1. На ст. 4945 распределение было уже незначительным, а на ст. 4944 S достигала характерных для беломорских поверхностных вод значений. Согласно

классификации вод по солености (Хлебович, 1974), воды на ст. МФ-4 и МФ-3 соответствуют олигогалинной зоне, на ст. МФ-2 и МФ-1 – мезогалинной зоне, а на ст. 4944 и 4945 – полигалинной зоне.

В фитопланктоне исследованного района идентифицировано 123 вида и вариетета, из которых 37 – диатомовые, 43 – зеленые водоросли, 23 – цианобактерии, 18 – динофлагелляты и по одному виду из харовых и желтозеленых. Зеленые и цианобактерии были представлены только пресноводными формами, динофлагелляты – только морскими, а диатомовые – как пресноводными, так и морскими формами.

Видовой состав, обилие и структура фитопланктона существенно изменялись по градиенту *S* (табл. 1). Наибольшие видовое богатство (*n*) и суммарная численность водорослей (*N*) наблюдались при наименьшей *S*, тогда как наибольшая суммарная биомасса (*B*) отмечена при самой высокой *S*. По градиенту *S* значения *n*, *N* и *B* уменьшались, а при достижении характерной для беломорских поверхностных *S*, эти показатели снова возрастали.

Таблица 1

Число видов, суммарная численность (*N*), суммарная биомасса (*B*) фитопланктона, первые два-три по обилию вида водорослей и их вклад в суммарную биомассу

| Станция | Соленость, ‰ | Число видов | <i>N</i> , млн кл/м ³ | <i>B</i> , мг С/м ³ | Первые по обилию виды и их вклад в <i>B</i> (%) |
|---------|--------------|-------------|----------------------------------|--------------------------------|--|
| МФ-4 | 0,28–0,33 | 58 | 2397 | 43,7 | <i>Aulacoseira italica</i> (34), <i>Aulacoseira islandica</i> (14) |
| МФ-3 | 1,2–1,6 | 52 | 1407 | 26,6 | <i>Aulacoseira italica</i> . (33), <i>Aulacoseira islandica</i> (26) |
| МФ-2 | 5,8–5,9 | 35 | 766 | 14,5 | <i>Aulacoseira islandica</i> (23), <i>Skeletonema</i> cf. <i>subsalsum</i> (17) |
| МФ-1 | 8,9–11,6 | 32 | 325 | 9,5 | <i>Coscinodiscus</i> sp. (20), <i>Skeletonema</i> cf. <i>subsalsum</i> (17), <i>Dinophysis norvegica</i> (16) |
| 4945 | 22,76 | 26 | 17 | 9,7 | <i>Dinophysis norvegica</i> (27), <i>Ceratium fusus</i> (21) |
| 4944 | 25,45 | 32 | 36 | 67,9 | <i>Ditylum brightwellii</i> (65), <i>Ceratium fusus</i> (18) |

По градиенту *S* изменялась и структура фитопланктона. В олигогалинной зоне фитопланктон был представлен только пресноводными формами. В мезогалинной зоне при солености 11,6 ‰ (ст. МФ-1) видовое богатство пресноводных форм было в 2,2 раза меньше такового на ст. МФ-4 (табл. 2). В мезогалинной зоне наиболее резко снижалось число видов зеленых водорослей – уже при 5,9 ‰ видовое богатство зеленых упало в 2,3 раза. Сопоставление видового богатства пресноводных водорослей на ст. МФ-1 и МФ-4 показывает, что в пределах олиго- и мезогалинной зон видовое богатство пресноводных диатомей снизилась на 42%, зеленых – на 60%, а цианобактерий – на 58%. В полигалинной зоне на ст. 4945 пресноводный фитопланктон был представлен только небольшим числом видов цианобактерий и зеленых водорослей, а на ст. 4944 пресноводные формы отсутствовали.

Таблица 2

Число видов (*n*), биомасса (*B*, мкг С/м³) и относительное снижение биомассы ($\Delta B/B$) основных групп пресноводного фитопланктона

| Станции | Диатомей | | | Зеленые | | | Цианобактерии | | |
|---------|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|---------------|----------|--------------|
| | <i>n</i> | <i>B</i> | $\Delta B/B$ | <i>n</i> | <i>B</i> | $\Delta B/B$ | <i>n</i> | <i>B</i> | $\Delta B/B$ |
| МФ-4 | 19 | 36074 | | 25 | 3701 | | 12 | 2391 | |
| МФ-3 | 16 | 24011 | 0,33 | 26 | 1244 | 0,66 | 9 | 1065 | 0,55 |
| МФ-2 | 13 | 9656 | 0,60 | 11 | 746 | 0,40 | 7 | 1261 | - |
| МФ-1 | 11 | 3483 | 0,64 | 10 | 458 | 0,39 | 5 | 420 | 0,67 |
| 4945 | 0 | 0 | 1,00 | 4 | 11 | 0,98 | 1 | 0,32 | >0,99 |

Небольшое число видов морских диатомей и динофлагеллят появилось в планктоне в мезогалинной зоне при *S*=5,9 ‰, с увеличением *S* их видовое богатство возрастало (табл.3).

Число видов (n) и биомасса (В, мкг С/м³) основных групп морского фитопланктона

| Станции | Диатомеи | | Динофлагелляты | |
|---------|----------|-------|----------------|-------|
| | n | В | n | В |
| МФ-2 | 3 | 1362 | 1 | 438 |
| МФ-1 | 4 | 3280 | 2 | 1811 |
| 4945 | 9 | 3296 | 11 | 6153 |
| 4944 | 11 | 44896 | 18 | 22632 |

В олигогалинной и мезогалинной зонах по биомассе преобладали пресноводные диатомеи, составляя 90% (ст. МФ-3) – 37% (ст. МФ-1) от **В**. Такие диатомеи как *Aulacoseira italica* и *A. islandica* давали наибольший вклад в **В** (табл. 1). По мере увеличения **S** биомасса пресноводных диатомовых водорослей уменьшалась (табл. 2). В пределах олигогалинной зоны относительное снижение биомассы ($\Delta B/B$) пресноводных диатомей было меньше, чем при переходе в мезогалинную зону и в пределах мезогалинной зоны (табл. 2). В результате снижения обилия пресноводных и увеличения обилия морских диатомей величины биомассы пресноводных и морских диатомей на ст. МФ-1 были практически равными и составили, соответственно 37% и 34% от **В**, а в число доминирующих форм входили пресноводная диатомея *Skeletonema cf. subsalsum* и морская *Coscinodiscus* sp. В полигалинной зоне пресноводные диатомеи отсутствовали и по **В** преобладали либо морские диатомеи (66% от **В**, ст. 4944), либо динофлагелляты (64% от **В**, ст. 4945).

В олиго- и мезогалинных зонах вклад цианобактерий и зеленых водорослей в суммарную биомассу составлял 4–8,7% и 4,7–8,5%, соответственно. Небольшое количество цианобактерий и зеленых водорослей (в сумме 0,12% от **В**) присутствовало также в полигалинной зоне на ст. 4945. У зеленых водорослей наиболее резкое снижение биомассы отмечено еще в пределах олигогалинной зоны при увеличении **S** до 1,6‰ (табл. 2). У цианобактерий биомасса наиболее резко снизилась в мезогалинной зоне при увеличении **S** до 11,6‰. Сопоставление обилия пресноводных водорослей на ст. МФ-1 и МФ-4 показывает, что в пределах олиго- и мезогалинной зон биомасса пресноводных диатомей снизилась на 90%, биомасса зеленых – на 88%, а биомасса цианобактерий – на 82%. Биомасса всех групп пресноводного фитопланктона снижалась в большей степени, чем их видовое богатство.

Биомасса морских водорослей (диатомей и динофлагеллят) возрастала с увеличением солёности (табл. 3). В итоге разнонаправленных трендов изменения биомассы пресноводных и морских водорослей по градиенту солёности, суммарная биомасса фитопланктона уменьшалась от олигогалинной до полигалинной зоны, а при достижении **S**, характерной для беломорских поверхностных вод, суммарная биомасса снова возрастала. Аналогичный характер пространственного распределения биомассы фитопланктона отмечен и в ряде других эстуариев умеренной зоны (Muylaert, Sabbe, 1999).

Анализ сходства структуры фитопланктона в олиго- и мезогалинной зонах показал, что фитопланктон на станциях олигогалинной зоны более сходен (сходство 72%), чем на станциях мезогалинной зоны (сходство 47%). Характерными видами, дающими наибольший вклад в сходство структуры, в олигогалинной зоне являлись *Aulacoseira italica* и *A. islandica*. В мезогалинной зоне характерным видом была *Skeletonema cf. subsalsum*.

В олигогалинной и мезогалинной зонах эстуариев сезонная динамика и пространственное распределение фитопланктона определяется комплексом факторов, основными из которых являются объем речного стока, интенсивность вертикального перемешивания, световой режим в водном столбе (мутность), состав и обилие собственно реофитопланктона, горизонтальный обмен с морским бассейном (Cloern et al., 1983). При низких видовом богатстве и обилии реофитопланктона эти показатели минимальны и у фитопланктона в эстуарии. При сезонных пиках фитопланктона в реке обилие фитопланктона в олигогалинной и мезогалинной зонах эстуариев максимально (Filardo, Dunstan, 1985). Такая динамика, по-видимому, характерна и для эстуария Северной Двины. Так в конце зимнего периода фитопланктон подледного слоя в юго-восточной части Двинского залива (соответствующей исследованному нами району) был представлен лишь единичными клетками исключительно пресноводных диатомовых и зеленых водорослей (Шевченко и др., 2007). В подледном фитопланктоне эстуария цианобактерии отмечены не были, тогда как в сентябре они были

представлены довольно разнообразно (23 вида). В августе в период высокого обилия цианобактерий в речных водах эта группа давала основной вклад в численность фитопланктона на десяти станциях разреза от г. Северодвинск в юго-западной части Двинского залива (Македонская, 2005).

Основными факторами, определяющими снижение обилия и видового богатства фитопланктона в олигогалинной и мезогалинной зонах эстуария, является смертность пресноводных форм в результате солевого стресса (Rebehn et al., 1993; Flaming, Kromkamp, 1994). При этом чувствительность водорослей к увеличению солёности является видоспецифичной (Muylaert, Sabbe, 1999). Однако в целом, диапазон солёности 5 – 8‰ является критическим для большинства представителей пресноводной флоры и фауны (Хлебович, 1974; McLusky, 1989). Видоспецифичная устойчивость водорослей к солевому стрессу проявлялась и в фитопланктоне исследованного района. Так зеленые водоросли оказались более чувствительны к повышению солёности, чем диатомовые и цианобактерии. При этом у диатомей и цианобактерий наибольшее относительное снижение биомассы наблюдалось как раз при повышении солёности от 5,9 до 11,6‰, т.е. в диапазоне критической солёности.

Многие морские водоросли способны выдерживать значительное распреснение и являются эвригалинными формами (Carpelan, 1978; Brand, 1984). Так в фитопланктоне олигогалинной зоны эстуария р. Кемь Белого моря в конце августа было обнаружено 19 видов водорослей, из которых большинство (14 видов) являлись морскими формами (Shevchenko et al., 2005). Эвригалинная диатомея *Detonula confervacea* входила в состав доминирующих видов, а диатомеи *Skeletonema costatum*, *Paralia sulcata* и *Rhizosolenia hebetata* составляли комплекс субдоминантов. При этом суммарная биомасса фитопланктона (30,2 мгС/м³) (Shevchenko et al., 2005) была аналогична средней биомассе фитопланктона в олигогалинной зоне эстуария Северной Двины (35,5 мгС/м³). В олигогалинной зоне эстуария Северной Двины морские диатомеи нами не обнаружены. Такое различие в структуре фитопланктона двух беломорских эстуариев могут быть обусловлены более высокой концентрацией взвеси в эстуарии Северной Двины (Shevchenko et al., 2005). При высокой мутности и, соответственно, сильном световом лимитировании, росте водорослей и их акклимации к пониженной солёности препятствуют высокие траты на дыхание, превосходящие фотосинтез (Cole et al., 1992).

В заключение считаем необходимым остановиться на следующих важных моментах. В исследованном районе эстуария Северной Двины на концентрацию взвеси в поверхностных водах существенное влияние оказывают приливно-отливные движения (Шевченко и др., 2007). Это дает основание ожидать значимого изменения обилия фитопланктона в течение приливно-отливного цикла. Существенное варьирование биомассы и структуры фитопланктона в течение приливно-отливного цикла отмечено во всех заливах Белого моря (Радченко и др., 1997; Ильяш и др., 2003) и во многих эстуариях (см. например, Goosen et al., 1999). Для выявления динамики фитопланктона олиго-, мезо- и полигалинных зон эстуария Северной Двины в разные фазы прилива необходимы дополнительные исследования.

Авторы благодарны экипажу НИС «Академик Мстислав Келдыш», а также Е.В. Запारे и В.П. Шевченко за сбор материала. Мы признательны академику А.П. Лисицину за поддержку наших исследований.

Литература

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, 1991. Т. II. Белое море. Вып. 2 / Под ред. Б.М. Затучной, Д.Е. Гершановича. СПб: Гидрометеоздат. 194 с.

Ефимова Л.Е., Цыцарин А.Г., 2002. Пространственно-временное распределение биогенных элементов в зоне смешения речных и морских вод Двинского залива Белого моря (на примере устьевой области Северной Двины и верхней части залива) // Исследование океанов и морей. СПб: Гидрометеоздат. Вып. 208. С. 199 – 216.

Ильяш Л.В., Житина Л.С., Федоров В.Д., 2003. Фитопланктон Белого моря. М.: «Янус-К». 168 с.

Македонская И.Ю., 2005. О состоянии фитопланктонного сообщества в юго-западной части Двинского залива Белого моря в августе 2003 г. // Материалы отчетной сессии Северного отделения ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ 2003–2004 гг. Архангельск: Изд-во АГТУ. С. 32–42.

Радченко И.Г., Ильяш Л.В., Полякова Т.И., Федоров В.Д., 1997. Летне-осенний планктон разных районов Белого моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 16. Биология, № 4. С. 24–29.

- Солянкин Е.В., Зозуля С.А., Кровнин А.С., Масленников В.В., 1994. Термохалинная структура и динамика вод Белого моря летом 1991 г. // Комплексные исследования экосистемы Белого моря: Сборник научных трудов. М.: ВНИРО. С. 8–25.
- Хлебович В.В., 1974. Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука. 235 с.
- Шевченко В.П., Филиппов А.С., Богунов А.Ю., Гоголицын В.А., Лещев А.В., Толстиков А.В., 2007. Геохимические исследования взвеси в маргинальном фильтре реки Северная Двина в конце зимнего периода // Вестник АГТУ. № 70. С. 164–176.
- Brand, L. E. 1984. The salinity tolerance of forty-six marine phytoplankton isolates // *Estuar. Coast. Shelf Sci.* V. 18. P. 543–556.
- Carpelan, L.H., 1978. Evolutionary euryhalinity of diatoms in changing environments // *Nova Hedwig.* V. 29. P. 489–526.
- Clarke K R, Warwick R M., 2001. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation.* 2nd edition: PRIMER-E. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 172 p.
- Cloern, J.E., Andrea, E.A., Cole, E.C., Wong, R.L.E., Arthur, J.F., Ball, M.D., 1983. River discharge controls phytoplankton dynamics in the northern San Francisco Bay estuary // *Estuarine Coastal Shelf Sci.* V. 16. P. 415–429.
- Cole, J.J., Caraco, N.F., Peierls, B.L., 1992. Can phytoplankton maintain a positive carbon balance in a turbid, freshwater, tidal estuary? // *Limnol. Oceanogr.* V. 37. P. 1608–1617.
- Filardo, M.J., Dunstan, W.M., 1985. Hydrodynamic control of phytoplankton in low salinity waters of the James River estuary, Virginia, U.S.A. // *Estuarine, Coastal Shelf Sci.* V. 21. P. 653–667.
- Flameling, J.P., Kromkamp, J., 1994. Responses of respiration and photosynthesis of *Scenedesmus protuberans* Fritsch to gradual and steep salinity increases // *J. Plankton Res.* V. 12. P. 1781–1792.
- Goosen N.K., Kromkamp J., Peene J., van Rijswijk P., van Breugel P., 1999. Bacterial and phytoplankton production in the maximum turbidity zone of three European estuaries: the Elbe, Westerschelde and Gironde // *Journal of Marine Systems.* V. 22. P. 151–171.
- Gordeev V.V., Martin J.M., Sidorov I.S., Sidorova M.N., 1996. A reassessment of the Eurasian river input of water, sediment, major elements, and nutrients to the Arctic Ocean // *Amer. J. Sci.* V. 296. P. 664 – 691.
- Hillebrand H., Dürselen C.-D., Kirschtel D., Pollinger U., Zohary T., 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae // *J. Phycol.* V. 35. P. 403–424.
- McLusky, D.S., 1989. *The Estuarine Ecosystem.* N. Y.: Chapman & Hall. 215 p.
- Menden-Deuer S., Lessard E.J., 2000. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protest plankton // *Limnol. Oceanogr.* V. 45, № 3. P. 569–579.
- Muyllaert K., Sabbe K., 1999. Spring phytoplankton assemblages in and around the maximum turbidity zone of the estuaries of the Elbe (Germany), the Schelde (Belgium / The Netherlands) and the Gironde (France) // *Journal of Marine Systems.* V. 22. P. 133–149.
- Rebehn, R., Schuchardt, B., Schirmer, M., Kirst, G.O., 1993. The distribution of *Actinocyclus normanii* Bacillariophyceae in estuaries: field observations and laboratory experiments // *Neth. J. Sea Res.* V. 27. P. 205–214.
- Shevchenko V.P., Dolotov Y.S., Filatov N.N., Alexeeva T.N., Filippov A.S., Nöthing E.-M., Novigatsky A.N., Pautova L.A., Platonov A.V., Politova N.V., Rat'kova T.N., Stein R., 2005. Biogeochemistry of the Kem' River estuary, White Sea (Russia) // *Hydrology and Earth System Sciences.* V. 9. P. 57–66.

РОЛЬ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИПИДНОГО СОСТАВА ЛИПОПРОТЕИДОВ РЫБ

Т.И. Регеранд¹, М.В. Лизенко², Е.И. Лизенко³

¹Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

²Кафедра факультетской терапии медицинского факультета ПГУ, г. Петрозаводск

³Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, e-mail: regerand@nwpi.krc.karelia.ru

Введение

Представители ихтиофауны являются одним из основных компонентов биологических ресурсов водной среды, как с точки зрения естественного биоразнообразия любого водоема, так и использования его в виде ценного пищевого продукта для человека. Воспроизводство запасов биоресурсов, в том числе и искусственное, становится серьезной актуальной задачей в условиях измененной окружающей среды практически всех водоемов, начиная от скромных по размерам озер и рек и заканчивая океаном. Для проведения экологически грамотной деятельности по использова-