DOI: 10.17117/no.2014.02.166

Поступило в редакцию: 24.12.2014

<http://ucom.ru/doc/no.2014.02.166.pdf>

iwapr@aqua.laser.ru

Лабунская Е.Н., Бухарицин П.И. Фитопланктон Северного Каспия в ледовых условиях

Labunskaya E.N., Buharitsin P.I.
Phytoplankton of the North Caspian in ice conditions

Показана динамика развития фитопланктона Северного Каспия в зимних условиях за период 1986-2014гг. Отмечена его бедность и зависимость видового состава и продуктивности от речного стока, характера ледовых условий, а так же различия в количестве водорослей по отдельным районам моря. Выделены экологические группы водорослей в зависимости от солености морской воды

Ключевые слова: фитопланктон, ледовый режим, экологические группы, трансформация

Лабунская Екатерина Николаевна

Кандидат биологических наук, научный сотрудник
Институт Водных проблем РАН
г. Москва, ул. Губкина, д. 3

Бухарицин Петр Иванович

Доктор географических наук, ведущий научный
сотрудник, профессор
Институт водных проблем РАН
г. Москва, ул. Губкина, д. 3

Track record of the development of the phytoplankton North Caspiy is shown in winter condition for period 1986-2014gg. are Noted its poverty and dependency of the aspectual composition and productivity from river water, nature of the ice conditions, but in the same way differences in amount of the algae on separate region epidemic deatthes. The ecological groups of the algae are Chosen depending on saltiness of sea water

Key words: the phytoplankton, ice mode, ecological groups, transformation

Labunskaya Ekaterina Nicolaevna

Candidate of Biological Sciences, Researcher
Institute of Water Problems of RAS
Moscow, Gubkin st., 3

Buharitsin Peter Ivanovich

Doctor of Geographic Sciences, Leading Scientist,
Professor
Institute of Water Problems of RAS
Moscow, Gubkin st., 3

Фитопланктон является одним из важнейших объектов при изучении состояния водных экосистем. Он отличается наибольшим видовым разнообразием среди других гидробионтов, массовостью своего развития и наиболее приспособлен к существованию в широком диапазоне параметров состояния окружающей среды. В зимних условиях, когда отбор проб гидробионтов в Северном Каспии весьма затруднён из-за сложных ледовых условий, сведения о зимней альгофлоре становятся особенно ценными.

Зимнему фитопланктону Черного и Азовского морей посвящено много научных работ (Прошкина-Лавренко, Макарова), однако исследований подлёдной альгофлоры в замерзающей мелководной северной части Каспийского моря выполнено крайне мало. Усачевым П.И. приводятся краткие данные обработки нескольких проб, собранных в феврале и марте 1937, 1941 и 1948гг.

Левшакова В.Д. (1970) отметила не изученность зимнего планктона, и лишь высказала предположение об его бедности зимой. Обширные данные о водорослях середины апреля – начала мая приведены в ее работе за 1967 г., где указывается на то, что вегетационный период на Северном Каспии начинается вскоре после таяния льда. У кромки льда, где температура воды составляла 0,5оС в период с 1957 по 1964гг. было обнаружено 193 таксона водорослей. Ежегодно в апреле отмечалось от 30 до 87 видов.

Материалы и методы. Материалом для данной работы послужили пробы, отобранные в центральных районах Северного Каспия в январе-марте за период с 1986 по 2014гг. (рис. 1). Отбор проб проводился батометром Молчанова по общепринятой методике. Вода в объеме 1 л фиксировалась 40% формалином до 2% его концентрации. Затем она сгущалась до 10 мл в воронке прямой фильтрации через ядерные фильтры с диаметром пор 1 мкм.

Рис.1. Схема района исследований

Подсчет клеток до 100 экземпляров массовых, и не менее 600 – всех встреченных видов проводился в камере Нажжота объемом 0,02 мл [5].

Результаты исследований. Температура воды в феврале на Северном Каспии в поверхностном слое воды составляла 0,0-0,4оС, у дна – 0,4-2,0оС. В марте ее значения по всей исследуемой акватории были в пределах 0,0-0,8оС. В районе Уральской (Гурьевской) бороздины и в придонных слоях – 0,0 – (-0,7)оС. Лишь в районе о. Кулалы она была несколько выше – 1,2оС.

В феврале 1986г. толщина льда зимой на востоке Северного Каспия и в районе Уральской бороздины достигала 35 см. Граница припая проходила от о. Чечень на о. Жемчужный, затем до южной границы Уральской бороздины и далее на юго-восток до о. Кулалы по 10-метровой изобате. Дрейфующий лед распространялся до 12-15-метровых глубин. На предустьевых станциях фито-планктон отмечался лишь в придонном горизонте, где температура достигала

1,2-1,80С. В верхнем же слое подо льдом в этом районе водоросли практически отсутствовали. Так, в пяти пунктах наблюдения в поверхностном слое воды водоросли не отмечались, в четырех – встречались единичные клетки 2-4 видов. Всего было обнаружено 55 таксонов водорослей. Более интенсивно развивались диатомовые (42 вида). Зеленые (7 видов) и синезеленые (6 видов) регистрировались спорадически.

В феврале 2001г. было отмечено 36 разновидностей и форм альгофлоры. Доминировали диатомовые – 22, зеленые – 6; синезеленые – 5; динофитовые – 3 вида. Пресноводная альгофлора ограничивается несколькими эвригалинными видами. Основу биомассы составляют солоноватоводные типичные для Каспийского моря формы. Обеднённостью видового состава (1-3 вида) отличались южные станции, на границе со Средним Каспием. Практически на всех пунктах по численности и биомассе доминировали диатомовые водоросли, достигая иногда более чем 90% от общей продукции. При этом, в отличие от весенне-осеннего периода численность была крайне низкой и не превышала 0,14-42,85 тыс. кл/л. На станциях, где отмечались ее высокие показатели, вегетировали синезеленые водоросли *M. grevillei* (Hass.) Elenk. *M. pulverea* (Wood) Elenk., *O. amphibia* Ag.. Общая биомасса находилась в пределах 0,0001-0,0195 мг/л. Ареал распространения отдельных видов был различен: у диатомовых *Coscinodiscus radiatus* и *C. gigas* и зеленых *Mougeotia* sp. и *Spirogyra* sp он был крайне ограничен, диатомовая *Thalassionema nitzschioides* Grun. встречалась по всему региону исследований. Ее численность колебалась в пределах 0,05-1,15 тыс. кл/л. Довольно широко были распространены диатомовая *Rhizosolenia calcar-avis* и динофитовая *Prorocentrum proximum*. Они составляли основу биомассы на большинстве станций. Практически на всех пунктах наблюдения по численности и биомассе доминировали диатомовые водоросли, достигая иногда более чем 90% от общей продукции. При этом, в отличие от весенне-осеннего периода численность была крайне низкой и не превышала 0,14-42,85 тыс. кл/л. На станциях, где отмечались ее высокие показатели, вегетировали синезеленые водоросли *M. grevillei* (Hass.) Elenk. (ст. 17), *M. pulverea* (Wood) Elenk. (ст. 12), *O. amphibia* Ag. Общая биомасса находилась в пределах 0,0001-0,0195 мг/л.

В марте 1987г. состав водорослей расширился до 184 видов и был характерен для весенне-осеннего периода на Северном Каспии [2,3]. Общая численность клеток была от 4,3 тыс. кл/л и биомасса – 0,02 мг/л на севере Уральской бороздины до 2400,5 тыс.кл/л при биомассе 6,38 мг/л – на выходе Волго-Каспийского канала. По всей акватории вегетировала зеленая водоросль *Binuclearia lauterbornii* (Schmidle.) Pr.-Lavr., и особенно интенсивно – в восточной половине моря (3,50-27,00 тыс. кл /л) с максимумом развития (150,0 тыс. кл /л) в центральной части Уральской бороздины. Большой видовой состав фитопланктона в ледовых условиях марта 1987г. позволило оценить характер его распределения в зависимости от отношения к уровню солености акватории.

Альгофлора Северного Каспия представлена пятью экологическими группами [4]. В весенне-осенний период 52% составляют виды пресноводного

комплекса, приносимые речным стоком, главным образом, зеленые и синезеленые, то зимой число видов этой группы сокращается до 15%. Все они являются представителями диатомовых и встречаются единичными экземплярами. Лишь *Aulacosira granulata* (Ehr.) Ralfs. была многочисленней. В восточной части акватории ее численность составляла 4,00-4,70 тыс. кл/л, а в районе Забурунье-Урал – 10,00 тыс. кл/л. На предустьевых станциях она отмечалась единично. Солоноватоводно-пресноводные водоросли являлись самой разнообразной группой (48%). Это были, в основном, пеннатные диатомеи родов *Nitzschia* и *Navicula*, среди которых наиболее распространенной была *Navicula cryptocephala* Kutz. 0,08-0,75 тыс. кл/л. Представители морской альгофлоры хотя и были субдоминантными по числу таксонов (21). Их биомасса превосходила все другие группы водорослей. Они встречались по всему району исследований, особенно на станциях, граничащих со Средним Каспием (10 видов). Основу биомассы – 1,56 мг/л при численности 16,00 тыс. кл/л приходилась на *Rhizosolenia calcar-avis* M. Schultze. Субдоминантная *R. fragilissima* Bergon. не превышала в развитии 0,40 тыс. кл/л. Водоросли этой группы распространялись и в восточной части предустьевого пространства, где наиболее многочисленным был *Chaetoceros wigchamii* Brightw. (32,20-52,80 тыс. кл/л). На других станциях его численность не превышала 0,48-11,28 тыс. кл/л. Солоноватоводные водоросли составляли 17% в общем списке видов и отмечались отдельными клетками.

Количественное развитие фитопланктона по акватории Северного Каспия было не равномерным. Число видов на каждой из станций колебалось от 2 до 27. Общая численность клеток находилась в пределах 111,0-3563, 01 тыс. кл/л, биомасса – 0,01-6,38 мг/л. В восточной части предустьевого пространства Волги и в районе Забурунье-Урал, где температура достигала 1,2-1,8оС планктон отмечался практически лишь у дна, количество таксонов достигало 11-27, но численность и биомасса были ниже, чем на южных станциях. В верхнем же слое воды подо льдом в этих районах водоросли отсутствовали. В западной части предустьевого пространства Волги и в юго-восточном районе, где пробы отбирались лишь в поверхностном слое воды, состав планктона беднее (5-10 таксонов), хотя его биомасса здесь выше. В восточной половине центрального мелководья и в юго-западном районе водоросли практически отсутствовали.

Характерной особенностью альгофлоры Каспийского моря, выработанной в процессе экологической эволюции, является ее эвригалинность (Прошкина-Лавренко, Макарова, 1968). Это способствует расширению ареала обитания фитопланктона практически по всей акватории Северного Каспия. Тем не менее, прослеживается взаимосвязь количественных показателей развития водорослей с величиной солёности воды. Так, в центральном мелководье и в юго-восточном районе, где солёность достигала 7,24-12,95 г/л развивались лишь морские водоросли, их биомасса здесь была выше, чем в других районах Северного Каспия. В восточной половине моря солёность не превышала 3,28-9,29 г/л. И хотя такие показатели не ограничивают распространения морских водорослей в весенне-осенний период, в феврале они здесь встречались лишь отдельными клетками.

В марте 2001г. было отмечено 37 таксонов. Доминировали диатомовые – 26, затем следовали зеленые – 5; синезеленые – 3; динофитовые – 3 вида. Численность клеток в ледовых условиях варьировала в пределах 0,2-102,1 тыс. кл/л, биомасса – 0,04-1,27 мг/л. Число видов на станциях не превышало 2-17. Видовой состав по всей акватории был относительно постоянным. Доминирующая группа водорослей ограничивалась 3-4 видами. Преобладали индифферентные по отношению к солености и солоноватоводные виды. При оценке пространственного распределения планктона, прослеживалась зависимость вегетации водорослей от ледового режима. Так, на востоке исследуемой акватории в районах с более толстым ледяным покровом, а, следовательно, и с пониженной освещенностью водных масс объем биомассы клеток значительно ниже, чем на западе при толщине льда 10-15 см, а так же в юго-восточном районе, где распространялся плавучий лед. Однако, это связано не только с благоприятным ледовым режимом, но и с тем, что на юге Северного Каспия происходит постоянная циркуляция водных масс между ним и Средним Каспием. Как и в марте 1987 г. практически на всей акватории преобладали диатомовые (до 90%). Их видовой состав был однородным. *R. calcar-avis* доминировала по биомассе, а иногда и по численности; *Nitzschia tenuirostris*, *Chaetoceros paulsenii*, *Cyclotella* sp.1, *Cyclotella* sp.2 – по численности. Синезеленые водоросли практически отсутствовали.

В феврале 2013г. на четырех из 10 станций водоросли практически отсутствовали, на остальных отмечалось по 3-5 видов. Общий список видов состоял из 8 представителей основных групп фитопланктона Северного Каспия: синезеленые *Lyngbia. limnetica* Lemm., *Dactylococcopsis raphidioides* Hansg. *Oscillatoria* sp., диатомовые – *Gyrosigma* sp. *Skeletonema subsalsum* (Cleve-Euler) Bethge, зеленые – *Mougeotia* sp., *B. lauterbornii*, динофитовые – *Peridinium* sp.. Численность клеток была в пределах 0,0002-0,0264 кл/л, биомасса – 0,001-0,005 мг/л. На всем ареале исследований доминировала по численности *L. Limnetica* (рис 2).

Рис. 2. Распределение численности клеток (кл/л), в феврале 2013 г.

В январе 2014г. на акватории моря преобладал лед начальных видов. В западной его части наблюдалась чистая вода. Лед образовывался в основном севернее 45о с.ш. Восточная часть Северного Каспия была покрыта льдом начальных видов (нилас и серый лед) толщиной 10-15 см. Существенное влияние на снижение вегетации водорослей относительно толщины ледового покрова подтверждается прежними годами наблюдений (так, в феврале 1986г., при толщине льда до 35 см, на предустьевых станциях фитопланктон отмечался лишь в придонном горизонте, где температура достигала 1,2-1,8°С, в верхнем же слое воды подо льдом водоросли отсутствовали).

На Северном Каспии было отмечено 17 разновидностей и форм альгофлоры. Доминируют среди них диатомовые – 7, затем следуют зеленые – 5 и синезеленые – 5. Общая численность клеток варьировала от 49,0 до 1536,2 тыс. кл/л, преобладали синезеленые водоросли. Биомасса – от 0,06 до 0,43 мг/л, ее основу составляли диатомовые и зеленые. На каждой из 7 станций отмечалось по 3-14 видов. Практически все водоросли относились к эвригалинным и солоноватоводным видам, характерных для туводных фитоценозов Северного и Среднего Каспия. Состав альгофлоры был довольно однороден. Среди синезеленых вегетировали *L.limnetica*, *M. Pulverea*, *Phormidium* sp. Диатомовые были представлены *Cyclotella caspia* Grun., *Podosira parvula* Makar. et Pr.-Lavr, *Rhizosolenia fragilissima* Bergon., *Thalassionema nitzschioides* Grun.. Зеленые – *Binuclearia lauterborni* (Schmidle) Pr.-Lavr., *B. – var. crassa* Pr.-Lavr. et Makar. *Mougotia* sp.. Динофитовые водоросли, характерные для вод Северного Каспия практически отсутствовали.

Оценка качественных и количественных характеристик зимних фитоценозов в зависимости от ледового режима и водных течений в 2014г. выявило ряд закономерностей. Так, в восточной части Северного Каспия в предустьевом пространстве заметно влияние волжского стока. Преобладают юго-западные и юго-восточные течения.

Рис. 3. Распределение численности клеток (кл/л), в феврале 2014 г.

На станции, наиболее близко расположенной к предустьевому пространству Волги, зафиксировано максимальное число видов, встречаются зеленые *Scenedesmus acuminatus* (Lag.) Chod. и *S. bernardii* G.M.Smith. Здесь же высока численность мелкоклеточных форм синезеленых водорослей. Это свидетельствует о существенном вкладе пресноводного стока в формирование альгофлоры в этом районе (рис. 3).

В центральной части Бузачинского порога преобладают восточные и юго-восточные течения. Планктон был крайне беден. На 1-2 порядка относительно остальной части исследуемой акватории. На юге при северных и северо-восточных течениях – видами более характерными для Среднего Каспия *Cyclotella caspia* B.lauterborni – var. *crassa*. Последняя составляла основу биомассы и была максимальной для всего региона наблюдений. В южной части Уральской бороздины зимой преобладают слабые стоковые течения, что привело к значительному сокращению биомассы фитопланктона. Тем не менее, биомасса клеток и их видовой состав оставался значительным относительно северных и южных станций исследуемой акватории. При сравнении фитоценозов Северного Каспия в зависимости от условий ледового режима, можно отметить более интенсивную его вегетацию в 2014г. (на 1-2 порядка) относительно февраля 2013г. когда широкое распространение имела лишь *L. limnetica*, при этом лед начальных видов, нилас и серый лед наблюдался на 70% площади Северного Каспия (рис. 2,3).

Выводы

Таким образом, альгофлора Северного Каспия зимой сильно обеднена. Самой разнообразной группой в 1986 г. являлись солоноватоводно-пресноводные водоросли, в основном, пеннатные диатомеи, в 2014г. – солоноватоводные диатомеи. Основу биомассы составляли морские центрические диатомеи. В 2013г. – синезеленая эвригалинная *L. limnetica*.

По видовому составу и количественному развитию фитопланктон восточной части Северного Каспия отличается от западной. На востоке его основу составляли солоноватоводно-пресноводные и пресноводные водоросли; на западе планктонные комплексы были сформированы за счет типичных каспийских видов, вносимых с водами Среднего Каспия. Речные воды практически не оказывали влияния на состав фитопланктона зимой. Строгой закономерности в распределении альгофлоры по горизонтам в зависимости от температуры в феврале не выявлено. Выявлена зависимость вегетации водорослей от ледового режима. На востоке исследуемой акватории в районах с более толстым ледяным покровом, а, следовательно, и с пониженной освещенностью водных масс объем биомассы клеток значительно ниже, чем на западе [1]. Это связано не только с наличием плавучих льдов и открытой воды, но и с тем, что на юге Северного Каспия происходит постоянная циркуляция водных масс между ним и Средним Каспием.

Список литературы:

1. Бухарицин П.И., Лабунская Е.Н. Исследования морских льдов в целях обеспечения нефтеразведочных работ на шельфе Северного Каспия // Вестник АГТУ.
2. Экология: науч. журнал. Астрахань, 2002. С. 33-39.
3. Лабунская Е.Н. Фитопланктон Северного Каспия в феврале 1986 г. // Тезисы докладов научной конференции АГПИ им. Кирова. Астрахань, 1994. С. 82.
4. Лабунская Е.Н. Ранневесенний фитопланктон Северного Каспия. // Вестник Астраханского Государственного Технического университета. 1996. С. 116-123.
5. Левшакова В.Д. Некоторые экологические особенности фитопланктона Северного Каспия. // Тр. КаспНИРХа. Т.26. Астрахань: Волга, 1971. С. 67-82.
6. Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

© 2014, Лабунская Е.Н., Бухарицин П.И.
Фитопланктон Северного Каспия в ледовых
условиях

© 2014, Labunskaya E.N., Buharitsin P.I.
Phytoplankton of the North Caspian in ice conditions