

Фитопланктон озера Соленого (г. Омск) как перспективный источник биоресурсов

О. П. БАЖЕНОВА, О. А. КОНОВАЛОВА

ФГБОУ ВПО “Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина”
644008, Омск, Институтская площадь, 2
E-mail: olga52@br.ru, oxana_25.05@mail.ru

АННОТАЦИЯ

При исследовании мелководного оз. Соленого, расположенного на территории г. Омска, обнаружена массовая вегетация цианобактерии *Spirulina fusiformis* Woronich. Большие запасы сырой биомассы спирулины в летнее время делают возможным использование озера в качестве источника ценного биологического сырья.

Ключевые слова: фитопланктон, биомасса, минерализация, доминирующий комплекс, спирулина, биоресурс.

Городские водоемы выполняют важную функцию регулятора водного режима ландшафтов, они в значительной степени поддерживают его равновесие и осуществляют перераспределение влаги. В пределах городской черты водные объекты служат градообразующим фактором, обладают эстетической значимостью, используются для рекреации, поэтому их качество должно соответствовать коммунально-бытовым нормам. В то же время городские водоемы отличаются высоким уровнем уязвимости не только при чрезмерном использовании водных ресурсов, но и при освоении прилегающей территории. Возрастающая антропогенная нагрузка на водные объекты городов часто приводит к резкому ухудшению качества их воды, что вызывает необходимость изучения экологического состояния и разработки природоохранных мероприятий в целях обеспечения экологической безопасности населения. С другой стороны, исследование биоценозов городских водоемов может привести к интересным находкам, которые не только рас-

ширяют наши представления о биоразнообразии изучаемой территории, но и раскроют перспективы использования возобновимых водных биоресурсов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Озеро Соленое, расположенное на юго-восточной окраине территории Омска, лежит в небольшой котловине, имеет овальную форму. Длина озера с севера на юг 160 м, с востока на запад – 220 м, площадь – около 0,03 км², наибольшая глубина в настоящее время 2 м. По классификации А. И. Дзенс-Литовского [1], оно относится к Прииртышскому бассейну соляных озер, расположенному между Иртышом и Казахской складчатой страной, для которого характерны слабое развитие речных долин и обилие замкнутых озерных крупных и мелких котловин, часть которых расположена ниже уровня р. Иртыш. Озеро лежит на мощных третичных отложениях соленосной глины [2].

В настоящее время оз. Соленое, окруженное дачным массивом с одной стороны и ав-

томобильной дорогой с другой, выполняет рекреационную функцию, а всего лишь несколько десятилетий назад здесь был курорт. Постепенно озеро утратило курортное значение и претерпело существенные изменения [2].

Фитопланктон озера впервые исследовали в 2007–2009 гг. Количественные пробы объемом 0,5 л отбирали из поверхностного слоя воды 2 раза в месяц, зимой – один раз в месяц. Станции отбора проб располагались регулярно по акватории озера. Пробы фиксировали формалином, концентрировали осадочным способом и обрабатывали общепринятыми методами [3]. Доминирующие виды выделяли по биомассе. Один раз в сезон проводили химический анализ воды.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По степени минерализации воды озеро относится к солоноватым водоемам. Наименьшие показатели минерализации отмечаются весной, наивысшие – зимой. Согласно работе [4], весной озеро относится к категории солоноватых α -мезогалинных, а в остальные сезоны года – к солоноватым полигалинным. По ионному составу вода озера, согласно классификации О. А. Алекина [5], относится к хлоридному классу, группе натрия. Активная реакция воды варьируется от щелочной до сильнощелочной. Из всех анализируемых

химических компонентов воды не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК) содержание нитратного и нитритного азота. Превышение ПДК по железу общему отмечено в августе 2008 г. и феврале 2010 г. За рамки допустимых показателей выходят показатели рН, общей жесткости воды и содержание аммонийного азота. На 2–3 порядка превышена ПДК перманганатной окисляемости (табл. 1).

Вследствие значительной минерализации воды фитопланктон озера отличается невысоким видовым богатством: в нем найдено 73 видовых и внутривидовых таксона, относящихся к 6 отделам: Цианопрокaryota (21 вид и разновидность), Cryptophyta (5), Chryso-phyta (5), Bacillariophyta (17), Euglenophyta (6), Chlorophyta (19).

Весь безледный период в озере обильно развиваются цианобактерии. Доминирующее положение среди них занимает мезоглобный вид *Spirulina fusiformis* Woronich. (= *Arthrospira fusiformis* (Woronich.) Komárek et Lund), вызывающий в теплое время года “цветение” воды. В теплое время года *S. fusiformis* формирует основную долю общей биомассы фитопланктона, ее вегетация отмечается в озере даже в зимний период подо льдом. Помимо *S. fusiformis* в озере найдены колониальные (*Gomphosphaeria lacustris* Chod., виды родов *Microcystis* и *Gloeocapsa*), нитчатые (виды родов *Lyngbya*, *Phormidium*, *Anabaena*

Т а б л и ц а 1

Химический состав воды оз. Соленого, 2008–2010 гг.

Месяц исследования	Общая минерализация, мг/дм ³	Общая жесткость, мг · экв./дм ³	рН	Окисляемость перманг.	Нитрат-анион	Нитрит-анион	Азот аммонийный	Железо общее
2008 г.								
Февраль	28,55	30,80	9,26	109,18	9,80	0,001	5,20	0,22
Май	5,29	7,40	9,43	38,11	2,10	0,020	1,24	0
Август	21,05	22,00	9,20	96,82	10,00	0,009	7,80	0,88
Октябрь	19,77	23,60	9,62	81,40	10,60	0,005	2,10	0,16
2009 г.								
Май	5,79	13,80	9,94	36,05	11,60	0,003	5,00	0,30
2010 г.								
Февраль	24,92	29,00	8,94	156,56	7,40	0,017	6,00	0,84

spiroides Kleb., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Spirulina minima* A. Wurtz) и мелкоклеточные цианобактерии (виды родов *Synechocystis*, *Synechococcus*, *Dactylococcopsis*). Многие из них являются галофилами или мезогалолами, характерными для солоноватых вод.

Криптофитовые водоросли, представленные видами родов *Cryptomonas*, *Chroomonas* и *Rhodomonas*, наибольшего развития в озере достигали зимой 2007–2008 гг. Значительную долю общей численности фитопланктона криптофитовые водоросли формируют и в другие сезоны года, например в летне-осенний период 2009 г., но ввиду мелкоклеточности большинства видов по биомассе они существенно уступают цианобактериям и зеленым водорослям. Среди криптомонад, как и среди цианобактерий, наибольшего развития, вплоть до доминирования, достигают галофильные виды – *Cryptomonas ovata* Ehr., *C. salina* Wisl. Интенсивная вегетация криптомонад, особенно в подледный период, указывает на высокий уровень содержания в озере растворенных и тонкодисперсных органических веществ и бактерий, к утилизации которых, как известно, способны эти жгутиковые водоросли [6].

Зеленые водоросли представлены в фитопланктоне озера различными видами двух порядков – Chlamydomonadales и Chlorococcales. Хламидомонады наиболее интенсивно вегетируют в холодное время года, особенно подо льдом, из них наиболее многочислен *Chlamydomonas monadina* Stein. Хлорококковым водорослям присуще более значительное по сравнению с хламидомонадами видовое богатство. Среди них наиболее обычны виды родов *Chlorococcum*, *Monoraphidium*, *Scenedesmus*, часто встречаются *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Tetraëdron minimum* (A. Br.) Hansg., *Didymocystis inconspicua* Korsch., *Coenococcus planctonicus* Korsch. и др.

Диатомовые водоросли в озере немногочисленны, максимального развития достигают осенью. Представлены диатомеи в основном случайно-планктонными видами из родов *Cocconeis*, *Navicula*, *Surirella*, *Amphora* и др. Из истинно планктонных видов наиболее часто встречаются *Chaetoceros mülleri* Lemm., характерный обитатель солоноватых вод, а

также индикаторы антропогенного эвтрофирования *Stephanodiscus hantzschii* Grun. и *Nitzschia graciliformis* Lange-Bertal. et Simon.

Золотистые и эвгленовые водоросли большой роли в формировании фитопланктона озера не играют, их доля в формировании численности и биомассы фитопланктона весьма незначительна. Развиваются они в основном в теплое время года. Из эвгленовых водорослей наиболее часто встречается *Trachelomonas volvocina* Ehr., а из золотистых – *Chrysococcus biporus* Skuja.

В состав доминирующего комплекса фитопланктона входят представители четырех отделов, в том числе: Cyanoprokaryota – 4, Cryptophyta – 2, Bacillariophyta – 2, Chlorophyta – 3, что составляет 15,07 % от общего числа идентифицированных таксонов (табл. 2).

Из видов, формирующих доминирующий комплекс, наибольшее значение имеют мезогалоб *S. fusiformis* и галофил *C. ovata*, а также индифферентный по отношению к солености воды *Ch. monadina*. Но если *S. fusiformis* доминирует в теплое время года, то в холодное время, особенно в подледный период, ее вытесняют *C. ovata* и *Ch. monadina*. Летом единственным доминантом фитопланктона в озере является *S. fusiformis*, наиболее разнообразен состав доминирующего комплекса весной, во время замены доминантов зимнего сезона на летний комплекс видов.

Численность фитопланктона в озере зимой, весной и летом 2008 г. находится на одном уровне и только осенью значительно возрастает. Поскольку число клеток в извитом трихоме *S. fusiformis* подсчитать весьма трудно, то ее численность определяли по количеству трихомов. В связи с тем, что на смену *S. fusiformis*, имеющей крупный по размерам трихом, приходят мелкоклеточные цианобактерии (*M. pulvereae*, *S. salina*), хламидомонады и криптомонады, биомасса фитопланктона осенью намного меньше, чем весной и летом (табл. 3).

Зимой фитопланктон озера довольно обилен. В озере подо льдом интенсивно вегетируют цианобактерии, криптофитовые и зеленые водоросли, представленные в основном хламидомонадами. Основную долю численности зимой 2007–2008 гг. формируют мел-

Т а б л и ц а 2

Состав доминирующего комплекса фитопланктона оз. Соленого в 2007–2009 гг.

Вид	2007–2008 гг.				2008–2009 гг.			
	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
Суанопрокэроты								
<i>Spirulina fusiformis</i>	–	+	+	+	–	+	+	+
<i>Microcystis aeruginosa</i>	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Gloeocapsa minima</i>	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Lyngbya limnetica</i>	–	–	–	–	–	+	–	–
Криптофиты								
<i>Chroomonas acuta</i>	–	+	–	–	–	–	–	–
<i>Cryptomonas ovata</i>	+	+	–	+	–	+	–	+
Бацилларифиты								
<i>Chaetoceros mülleri</i>	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Navicula</i> sp.	–	–	–	–	–	+	–	–
Хлорофиты								
<i>Chlamydomonas monadina</i>	+	+	–	+	+	+	–	–
<i>Chlorococcum</i> sp.	–	+	–	–	–	+	–	–
<i>Monoraphidium contortum</i>	–	–	–	–	–	+	–	–

П р и м е ч а н и е. А – зима, Б – весна, В – лето, Г – осень; “+” – входит в число доминантов; “–” – не входит в число доминантов.

клеточные криптомонады, а в 2008–2009 гг. – мелкоклеточные цианобактерии и хламидомонады. В формировании биомассы зимнего фитопланктона главную роль играют хламидомонады, криптомонады и зимой 2008–2009 гг. – диатомовые водоросли (табл. 4).

Весной структура фитопланктона резко меняется. Если по численности по-прежнему ведущая роль принадлежит криптомонадам, цианобактериям и зеленым водорослям (преимущественно хламидомонадам), то в формировании биомассы основное участие принимает начавшая интенсивную вегетацию

Т а б л и ц а 3

Численность и биомасса фитопланктона оз. Соленого (ноябрь 2007 – октябрь 2008 г.)

Время наблюдений	Общая численность, 10^6 кл./дм ³	Общая биомасса, г/м ³	Численность, %				
			Суанопрокэроты	Криптофиты	Бацилларифиты	Хлорофиты	Прочие
Зима	3,40	3,01	1,69	73,10	–	25,21	–
	0,001	0,09	3,93	31,70		64,37	
Весна	3,80	68,88	24,00	49,40	1,80	18,80	6,00
	0,74	67,08	98,34	0,71	0,04	0,50	0,41
Лето	4,81	219,96	72,39	2,56	0,29	15,37	9,39
	2,39	213,42	99,87	0,02	0,01	0,07	0,03
Осень	13,13	10,68	2,05	10,60	13,58	69,15	4,62
	0,05	4,54	43,60	19,00	5,70	28,90	2,80
В среднем за год	5,76	111,26	30,32	19,85	5,76	37,91	6,16
	1,19	109,28	98,25	0,60	0,11	0,91	0,13

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 4 в знаменателе – численность (10^6 трихомов/дм³) и биомасса *S. fusiformis*.

Численность и биомасса фитопланктона оз. Соленого (ноябрь 2008 – октябрь 2009 гг.)

Время наблюдений	Общая численность, 10^6 кл./дм ³	Общая биомасса, г/м ³	Численность, %					Прочие
			биомасса, %					
			Суанопро- karyota	Crypto- phyta	Bacillario- phyta	Chloro- phyta		
Зима	6,03	0,96	67,52	0,85	2,81	20,59	8,23	
	0	0	5,35	0,29	19,87	72,55	1,94	
Весна	34,80	25,68	12,60	8,30	3,20	67,00	8,90	
	0,19	17,48	68,70	10,80	2,60	16,20	1,70	
Лето	3,90	93,12	44,60	33,50	14,50	2,90	4,50	
	1,00	92,00	98,50	1,00	0,43	0,05	0,02	
Осень	18,62	31,73	26,84	38,17	9,57	16,22	9,20	
	0,27	24,84	78,79	14,48	4,22	1,73	0,78	
В среднем за год	15,50	53,58	21,00	16,00	5,55	48,73	8,72	
	0,54	49,68	92,38	3,54	1,11	2,65	0,32	

S. fusiformis. Биомасса летнего фитопланктона практически полностью (98,80–99,96 %) создается этим видом. Максимальное значение биомассы фитопланктона в озере отмечено летом 2008 г., в 2009 г. развитие фитопланктона в целом намного ниже. С наступлением осени вегетация спирулины резко падает и структура фитопланктона вновь меняется. В озере начинают активно вегетировать зеленые и криптофитовые водоросли, возрастает роль диатомей.

Динамика численности и биомассы фитопланктона в 2009 г. в общих чертах повторяет предыдущий год исследований, но биомасса летнего фитопланктона из-за меньшего уровня вегетации спирулины снизилась в 2 раза и более. Вследствие этого снизилась и среднегодовая биомасса фитопланктона, но это не сыграло положительной роли в формировании качества воды озера.

Биомасса фитопланктона в безледный период за годы исследований в среднем по озеру колебалась в пределах 10,68–219,96 г/м³, что позволяет воду данного водоема отнести к 5-му классу качества – “грязная”, разряду “весьма грязная” или “предельно грязная”. Подсчитать индекс сапробности воды в озере не представляется возможным, так как доминирующая *S. fusiformis* не относится к числу известных в настоящее время видов-индикаторов сапробности [7–9]. Учитывая

наши данные о массовой вегетации *S. fusiformis* в оз. Соленом, этот вид, вероятно, относится к группе β-α-мезосапробов. В целом в фитопланктоне оз. Соленого найдено 40 видов-индикаторов сапробности, наибольшим числом индикаторов представлены цианобактерии (11), зеленые (11) и диатомовые водоросли (10). В составе индикаторных видов преобладают β-мезосапробы (19), индикаторы других зон сапробности представлены небольшим числом видов, а 17 видов-индикаторов относятся к представителям различных переходных зон. Такое соотношение индикаторных видов в фитопланктоне свидетельствует о высоком уровне сапробности воды в озере.

По показателям биомассы фитопланктона [10] оз. Соленое относится к категории гипертрофных водоемов. Из-за высокой минерализации воды “цветение” озера вызывается не обычными видами цианобактерий, характерными для эвтрофных вод Омского Прииртышья [11], а мезогалобом *S. fusiformis*.

Как известно, солоноватоводные экосистемы обладают высокими биопродукционными возможностями, которые проявляются и реализуются, как правило, при солёности не более 10–13 (15) ‰. Осолонение водоемов свыше указанного предела не только ограничивает распространение наиболее ценных кормовых и промысловых видов фауны, но

и резко снижает продуктивность фитопланктона, степень развития которого как первоисточника органического вещества определяет биопродукционный и рыбохозяйственный потенциал большинства водоемов. Высокая продуктивность фитопланктона наблюдается во многих солоноватых водоемах страны [12–15].

Минерализованные озера Западной Сибири изучаются давно и особенно пристально в связи с добычей в них ценного биоресурса – цист жаброногого рачка рода *Artemia* Leach, чаще относимого к виду *Artemia salina* (Linn.) [15]. Поскольку артемия обитает только в гипергалинных (соляных) озерах с диапазоном солености от 20 до 340 г/дм³ [16], то значительная часть данных о фитопланктоне касается именно этой категории водоемов [14, 15, 17–20]. Имеются сведения о видовом составе и обилии в разные годы фитопланктона таких крупных артемиевых озер, как Большое Яровое [13, 21–23], Кулундинское [14], Медвежье [24].

Из солоноватоводных водоемов юга Западной Сибири наиболее подробно изучен фитопланктон рыбопромысловых озер – Чаны [25–29], Убинское [30–32], Сартлан [33].

Впервые *S. fusiformis* описана Н. Н. Воронихиным при исследовании минерализованных водоемов Кулундинской степи в 1931 г., причем этот вид редко встречался в планктоне только двух содовых озер – Танатар-2 и Танатар-3 [34]. При обследовании этих озер в 2001–2002 гг. *S. fusiformis* не найдена [14]. По литературным данным, к настоящему времени этот вид в обследованных водоемах юга Западной Сибири не обнаружен, но найден в р. Кишон (Израиль), подверженной сильному загрязнению в результате сельскохозяйственной деятельности [35]. В некоторых озерах Западной Сибири, в том числе и в оз. Соленом, найдены другие виды этого рода [14, 27, 33], но такой массовой вегетации, как *S. fusiformis*, они никогда не достигают.

Интенсивное развитие спирулины, вплоть до “цветения” воды, ставит вопрос о возможности использования оз. Соленого в качестве источника ценного биологического сырья. Как известно, некоторые виды спирулины, например *S. platensis* (Nordst.) Geitl.,

широко применяются в птицеводстве как кормовая добавка, поскольку богаты белками и другими биологически активными веществами [36]. Выращивание спирулины в культуре требует значительных затрат, поэтому наличие природного и легкодоступного источника этого биоресурса будет экономически выгодно, особенно учитывая высокие потребности птицеводства в Омской области. В отличие от многих других видов сырья биологические ресурсы являются возобновимыми и отличаются высоким уровнем продуктивности, что особенно актуально в наше время.

Запасы сырой биомассы спирулины в оз. Соленом значительны и имеют промышленное значение, в наиболее продуктивный летний сезон 2008 г. они составили 4,38 т, а в 2009 г. – 1,89 т. Необходимо отметить, что, хотя в фитопланктоне озера вегетируют и токсичные виды цианобактерий (*Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *M. pulvereae* (Lemm.) Hollerb., *Aph. flos-aquae*), их численность, подавляемая “цветением” спирулины, никогда не достигает “первого аварийного уровня”, когда содержание токсинов превышает допустимую норму для питьевой воды [37].

Артемия в озере не найдена, видимо, ее развитие сдерживает не только невысокий уровень солености воды [16], но и крупные размеры трихома спирулины. Известно, что для питания артемии, начиная с науплиальных стадий, необходим корм размером не более 50 мкм [24].

Извлечение фитомассы спирулины позволит также улучшить экологическое состояние гипертрофного оз. Соленое, не допуская в нем такого опасного явления, как “цветение” воды. В дальнейшем возможно восстановление озера в статусе курортного водоема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзэнс-Литовский А. И. Соляные озера СССР и их минеральные богатства. Л.: Недра, 1968. 118 с.
2. Стецов И. В. Прошлое и настоящее озера Карьер – гидрологического памятника природы // Природа и природопользование на рубеже XXI века: материалы межрегион. науч.-практ. конф. Омск, 1999. С. 124–125.

3. Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Изд-во МГУ, 1979. 168 с.
4. Оксий О. П., Жукин В. Н., Брагинский П. Н. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29, № 4. С. 62–77.
5. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 443 с.
6. Корнева Л. Г. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2009. 22 с.
7. Макрушин А. В. Библиографический указатель по теме “Биологический анализ качества вод” с приложением списка видов-индикаторов. Л., 1974. 60 с.
8. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. М.: Изд-во СЭВ, 1977. 191 с.
9. Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.
10. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: Изд-во ИЭВБ РАН, 2003. С. 106–146.
11. Баженова О. П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. 248 с.
12. Васильчикова А. П., Попов А. Н., Бердышева Г. В. Фитопланктон как показатель качества воды водохранилищ-охладителей на Урале // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: Изд-во УрО АН СССР, 1989. С. 13–22.
13. Веснина Л. В., Журавлев В. Б., Новоселов В. А., Новоселова З. И., Ростовцев А. А., Соловов В. П., Студеникина Т. Л. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1999. 285 с.
14. Веснина Л. В., Митрофанова Е. Ю., Лисицина Т. О. Планктон соленых озер территории замкнутого стока (юг Западной Сибири, Россия) // Сиб. экол. журн. 2005. № 2. С. 221–233.
15. Литвиненко Л. И. Жабронии рачки рода *Artemia* Leach, 1819 в гипергалинных водоемах Западной Сибири (география, биоразнообразие, экология, биология и практическое использование): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Пермь, 2009. 46 с.
16. Соловов В. П., Подуровский М. А., Ясюченя Т. Л. Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов. Барнаул, 2001. 144 с.
17. Литвиненко Л. И., Черняк М. А. Фитопланктон и первичная продукция соляных озер Западной Сибири // Тез. докл. VIII съезда Гидробиол. об-ва РАН. Калининград, 2001. Т. 1. С. 249–250.
18. Литвиненко Л. И., Литвиненко А. И., Соловов В. П. и др. Биогеография и характеристика природных мест обитания сибирской артемии // Сб. докл. Междунар. науч.-исслед. семинара “Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ее запасов и их использование”. Тюмень: Изд-во ФГУП Госрыбцентр, 2004. С. 3–28.
19. Литвиненко Л. И., Ядуванкина М. А. Альгоценозы соляных озер юга Западной Сибири // Альгологические исследования: современное состояние и перспективы на будущее: мат-лы I Всерос. науч.-практ. конф. Уфа: Изд-во БГПУ, 2006. С. 66–69.
20. Литвиненко Л. И. Гиперсоленые озера Западной Сибири как среда обитания галофильного рачка артемии // Рыбное хозяйство. 2007. № 6. С. 93–98.
21. Филиппова А. В. Некоторые результаты изучения фитопланктона водоемов Алтайского края // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. Барнаул, 1979. С. 105–107.
22. Голубых О. С., Новоселова З. И., Студеникина Т. Л. Планктон соленых озер степной зоны Алтайского края // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы: мат-лы науч. конф. Томск, 2000. С. 96–97.
23. Барсукова Н. Н., Ракша А. В. Фитопланктон озера Большое Яровое // Красноярский край: освоение, развитие, перспективы: тез. докл. регион. студ. науч. конф. Ч. 2. Красноярск, 2003. С. 16.
24. Озеро Медвежье: биологическая продуктивность и комплексное использование природных ресурсов гипергалинного озера / под ред. А. И. Литвиненко. Тюмень: ФГУП СибрыбНИИпроект, 2001. 70 с.
25. Воронихин Н. Н. К флоре водорослей оз. Чаны и некоторых водоемов его системы // Уч. зап. ЛГУ. Сер. биол. 1940. Т. 14, № 62. С. 23–30.
26. Попова Т. Г. Растительность водоемов // Растительные богатства Новосибирской области. Новосибирск, 1961. С. 73–93.
27. Попова Т. Г. Основные черты распределения и состава водорослевого населения озер Чаны и Яркуль в период многоводья 1947–1948 гг. // Водоросли, грибы и лишайники юга Сибири. М.: Наука, 1980. С. 3–45.
28. Сафонова Т. А., Ермолаев В. И. Водоросли водоемов системы озера Чаны. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. 152 с.
29. Ермолаев В. И., Визер Л. С. Планктон озера Чаны // Сиб. экол. журн. 2001. Т. 8, № 4. С. 371–384.
30. Попова Т. Г. Альгологические исследования озера Убинского // Итоги исследований живой природы Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. С. 53–59.
31. Ермолаев В. И. Фитопланктон озера Убинского при разных уровнях воды // Водоросли, грибы и лишайники лесостепной и лесной зон Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. С. 43–49.
32. Ермолаев В. И. Фитопланктон озера Убинского и водоемов его придаточной системы // Водоросли, грибы и лишайники юга Сибири. М.: Наука, 1980. С. 69–94.
33. Ермолаев В. И. Фитопланктон водоемов бассейна озера Сартлан. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 96 с.
34. Воронихин Н. Н. К биологии минерализованных водоемов Кулундинской степи // Тр. СОПС АН СССР. Сер. сибирская. 1934. Т. 1, № 8. С. 177–183.
35. Barinova S., Medvedeva L., Nevo E. Regional influences on algal biodiversity in two polluted rivers of

- Eurasia (Rudnaya river, Russia, and Qishon river, Israel) // Applied ecology and environmental research. 2008. N 6 (4). С. 29–59.
36. Певень В. Г. Спирулина в кормлении племенной птицы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Сергиев Посад, 1998. 24 с.
37. Духовная Н. И., Гаврилова Е. В., Савочкина А. Ю. и др. Продукция микроцистина цианобактериями Шершневского водохранилища // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: мат-лы. II Всерос. конф. Сыктывкар: Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2009. С. 72–74.

Phytoplankton of Lake Solyonoe (Omsk) as a Promising Source of Bioresources

O. P. BAZHENOVA, O. A. KONOVALOVA

P. A. Stolypin Omsk State Agricultural University
644008, Omsk, *Institutskaya sq., 2*
E-mail: olga52@br.ru, oxana_25.05@mail.ru

Mass vegetation of cyanobacteriae *Spirulina fusiformis* Woronich. was discovered during the examination of shallow lake Solyonoe situated at the territory of Omsk. Large resources of the raw biomass of spirulina in summer make it possible to use the lake as a source of valuable biological raw material.

Key words: phytoplankton, biomass, mineralization, dominating complex, spirulina, bioresource.