

ВОДОРΟΣЛИ МИНЕРАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА “СВЯТОЙ КЛЮЧ” (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ, РОССИЯ)

Ю.В. Науменко

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия, e-mail: Naumenko55@ngs.ru

Впервые исследован минеральный источник в Новосибирской области, расположенный в отрогах Салаирского кряжа (Западная Сибирь). Приведен список водорослей, включающий 58 видов, относящихся к 30 родам, 19 семействам и 4 отделам. Установлено, что основу альгофлоры составляют диатомовые и зеленые водоросли. Выявлены доминанты *Meridion circulare* и *Diatoma mesodon*. Проведен эколого-географический анализ, согласно которому альгофлора представлена бентосными видами, с преобладанием индифферентных форм по отношению к галобности и активной реакции среды. Отмечено преобладание бета-мезосапробионтов и олигосапробионтов. В географическом отношении господствовали космополиты и бореальные виды.

Ключевые слова: водоросли, таксономический состав, минеральный источник, сапробность, Западная Сибирь.

ВВЕДЕНИЕ

Водоросли являются характерными обитателями минеральных вод. Новосибирская область обладает огромными ресурсами подземных вод различного назначения: столовых, лечебно-столовых, для использования в лечебных ваннах и прочих бальнеологических процедурах. Здесь встречаются самые разнообразные воды: гидрокарбонатные, сульфатные, радоновые, бромные,

иодобромные, термальные и другие. Подземные воды, выходящие на поверхность земли, называются источниками. Ряд из них обладают целебными свойствами, и население использует их в лечебных целях. Ниже приведены первые данные о водорослях источника, который называется “Святой ключ” или “Святой источник”. Цель настоящей работы – выявление видового состава водорослей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследованный источник находится в окрестностях поселка Ложок в Искитимском районе Новосибирской области. Гидрографическая сеть части района, где расположен источник, определяется системой реки Обь. Орографически район выражен отрогами Салаирского хребта. Выход источника на поверхность обусловлен тектоническими нарушениями в горных породах.

Материалом для настоящей статьи послужили результаты обработки 25 альгологических проб, собранных в июле и октябре 2018 г. Налеты и пленки водорослей снимали с гальки, бетонного и железного желобов, проводили выжимки из мхов, растущих в потоке, и собирали ил со дна. Во время сбора материала измеряли температуру и рН воды. Водоросли исследовали с помощью све-

тового микроскопа “Amplival” Carl Zeiss Jena при увеличении от 640 до 1600 раз. В работе принята система диатомовых водорослей, приведенная в Определителе диатомовых водорослей России (Куликовский и др., 2016). При идентификации таксонов использовали зарубежные (Lange-Bertalot, Krammer, 1989; Krammer, 2002; Komarek, Anagnostidis, 2005; и др.) таксономические и флористические сводки. Номенклатурные комбинации ряда видов соответствуют приводимым в электронной базе данных (AlgaeBase. URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения: 17.02.2020)). Для эколого-географической характеристики использованы данные вышеуказанных трудов, а также работа С.С. Бариновой и др. (2006) и другие материалы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

“Святой ключ” – источник нисходящий, рассеянного типа, как утверждают, появился в 40-х годах XX в., его координаты 54°27'00.7" с.ш.,

83°23'44.2" в.д. В настоящее время территорию благоустроили и рядом построен храм. Вода бесцветная, прозрачная, без запаха, температура 4 °С,

Видовой состав водорослей источника “Святой ключ”

Species composition of algae of the “Svyatoy Klyuch” spring

Вид	М	Г	А	Р	С
1	2	3	4	5	6
Отдел Cyanoprokaryota					
<i>Oscillatoria amoena</i> Gom.	д	і	?	k	о
<i>Oxynema acuminatum</i> (Gom.) Chatch., Kom., Strun., Smar., Peerap.	п	?	?	?	?
<i>Phormidium favosum</i> (Bory) Gom.	д	?	?	?	β
<i>P. simplicissima</i> (Gom.) Anagn. et Kom.	?	?	?	?	х
<i>Calothrix parietina</i> Thur. ex Bom. et Flah.	д	?	?	k	о
Отдел Bacillariophyta					
<i>Melosira varians</i> Ag.*	п	gl	al	k	β
<i>Diatoma anceps</i> (Ehr.) Kirchner	п	gb	al	aa	о-х
<i>D. hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	п	gb	al	aa	х
<i>D. mesodon</i> Kütz.*	п	gb	al	aa	х
<i>Hannaea arcus</i> (Ehr.) Patrick	п	і	і	aa	х-о
<i>Meridion circulare</i> Ag.*	п	gb	az	k	х-о
<i>Synedra gouldardii</i> var. <i>telezkoënsis</i> Poretzky*	п	?	?	aa	?
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compere*	п	і	al	k	β
<i>Cymbella aspera</i> (Ehr.) Cl.	п	і	і	aa	β
<i>C. cistula</i> (Ehr.) Kirchner	п	і	al	b	о
<i>C. cymbiformis</i> Agardh*	п	і	і	b	β
<i>C. helvetica</i> Kütz.	п	і	al	b	х-о
<i>C. laevis</i> Näg.	п	і	і	b	?
<i>C. lanceolata</i> (C. Ag.) Agardh*	п	і	al	k	о
<i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow*	п	і	і	k	β
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabenh.*	п	і	az	k	о
<i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz.	п	і	і	b	β
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	д	і	і	k	х
<i>G. productum</i> (Grun.) Lange-Bert. et Reichardt*	д	і	al	k	β
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehr.*	п	і	і	k	?
<i>C. pediculus</i> Ehr.	п	gl	al	k	β-о
<i>C. placentula</i> Ehr.*	п	і	і	k	b
<i>Achnanthydium lineare</i> W. Sm.	п	і	і	k	х-о
<i>A. minutissima</i> (Kütz.) Czarnecki*	п	і	і	k	о-β
<i>Planothidium haynaldii</i> (Schaarschmidt) Lange-Bert*	п	і	і	k	?
<i>P. lanceolatum</i> (Bréb.) Lange-Bert.	п	і	al	k	о-β
<i>P. rostratum</i> (Østr.) Lange-Bert.	п	і	al	k	?
<i>Frustulia saxonica</i> Rabenh.	д	gb	az	aa	?
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	д	і	al	b	β
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.*	д	і	і	b	о-β
<i>N. tripunctata</i> (O. Müll.) Bory*	д	і	і	b	β
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	д	і	al	k	о-β
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	д	і	і	k	β-о
<i>H. spectabilis</i> (Ehr.) Hust.	д	gl	?	k	?
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenh.	д	і	al	b	о-х
<i>N. linearis</i> W. Sm.	п	і	і	b	о-β
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm.	д	і	і	b	α
<i>N. tryblionella</i> Hantzsch	д	і	?	?	?
<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Sm.*	п	і	al	k	β-α
<i>Iconella linearis</i> (W. Sm.) Ruck et Nakov	д	і	і	b	о-β
<i>I. tenera</i> (Gregory) Ruck et Nakov	п	і	al	k	?
<i>Surirella angustata</i> Kütz.*	д	і	і	b	b
<i>S. minuta</i> Breb. ex Kütz.*	д	і	і	k	β

1	2	3	4	5	6
Отдел Chlorophyta					
<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kütz.) Kütz.	д	?	?	k	β
<i>U. tenuissima</i> Kütz.	д	i	?	k	o
<i>Ulothrix zonata</i> (Web. et Mohr) Kütz.*	д	i	i	b	β
<i>Stigeoclonium tenue</i> (C. Ag.) Kütz.	д	?	?	k	?
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz.*	д	i	al	k	β-o
<i>Closterium acerosum</i> (Schrank) Ehr.	п	i	i	k	α
<i>C. leibleinii</i> Kütz.	п	i	i	k	β-α
<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehr.	п	gb	i	k	β
Отдел Charophyta					
<i>Klebsormidium rivulare</i> (Kütz.) Morison et Sheath	д	?	?	?	o-β
<i>K. subtile</i> (Kütz.) Mikhailyuk, Glaser, Holzinger et Karsten	д	?	?	?	β-o

Примечание. Местообитание (М): п – перифитон, д – дно. Галобность (Г): gb – галофоб, i – индифферент, gl – галофил. Ацидофильность (А): az – ацидофил, i – индифферент, al – алкалифил. Биогеографическое распространение (Р): k – космополит, b – бореальный, aa – арктоальпийский. Сапробность (С): (x) – ксеносапроб, (x-o) – ксено-олигосапроб, (o-x) – олиго-ксеносапроб, (o) – олигосапроб, (o-β) – олиго-β-мезосапроб, (β-o) – β-олиго-мезосапроб, (β) – β-мезосапроб, (β-α) – β-α-мезосапроб, (α) – α-мезосапроб, ? – таксон, мало изученный в эколого-географическом отношении.

* Общий вид для двух сезонов.

активная реакция – нейтральная (7.60). В ионном составе преобладают катионы Ca^{2+} – 76 мг/дм³, Mg^{2+} – 16, и анионы HCO_3^- – 372, SO_4^{2-} – 11, Cl^- – 3 мг/дм³. Сумма ионов 506 мг/дм³ (химический анализ воды выполнен в испытательной лаборатории Института почвоведения и агрохимии СО РАН г. Новосибирска). Источник относится к гидрокарбонатно-натриево-кальциевым водам, содержит микроэлементы Cr^{6+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} , Cd^{2+} . Обращает внимание практически полное отсутствие железа в водах, что является редкостью в Новосибирской области. Как известно, наличие железа ухудшает органолептические свойства воды, а при регулярном употреблении возрастает опасность различных заболеваний внутренних органов (Янчук, Крашенинина, 2014).

Видовой состав источника представлен 58 таксонами (табл. 1), относящимися к 30 родам, 19 семействам и 4 отделам. Основой таксономического состава являются диатомовые (74.1 % от общего числа видов) и зеленые (13.9) водоросли, на долю синезеленых и харовых водорослей приходится по 8.6 и 3.4 % соответственно.

Наиболее крупные по числу видов 5 семейств, включающих 30 видов, которые принадлежат отделу диатомовых: Fragilariaceae и Symbellaceae (по 7), Bacillariaceae (6), Achnanthesiaceae и Surirellaceae (по 5).

В обрастаниях, взятых с бетонной стенки, металлической трубы, древесины, в выжимках мхов и налете с гальки встречаются темно-зеленые, зеленые, бурые скопления водорослей. Состав их относительно разнообразен. Наиболее богатыми

оказались пробы с бетонной стены (30 видов из 4 отделов). Доминировала *Diatoma mesodon*, содоминировали *Meridion circulare*, *Ulothrix zonata*, наиболее часто встречалась *Ulnaria ulna*.

Менее разнообразны водоросли с металлической трубы – 24 вида, где преобладали *Ulothrix zonata*, *U. tenuissima*, *Meridion circulare*, только здесь отмечены *Klebsormidium rivulare* и *Oscillatoria amoena*. На бревнах найдено 14 видов, господствовали *Meridion circulare* и *D. mesodon*. Кроме того, выявлены *Ulothrix tenerrima* и *Klebsormidium subtile*, которых на других поверхностях не находили. В обрастаниях гальки, камней обнаружено 11 видов, с преобладанием *Meridion circulare* и *D. mesodon*. По мере удаления потока ручья встречается *Cladophora glomerata*. В ее зарослях присутствовали виды родов *Cocconeis* и *Symbella* и др.

Наименьшее число видов (6) определено в донных песчаных пробах в одном из мест выхода подземных вод. Только здесь *Achnanthes minutissima* имел значительную численность. Этот вид имеет небольшие параметры клетки и энергичнее заселяет различные субстраты по сравнению с другими водорослями (Митрофанова, Генкал, 2015).

В осенний период происходит значительное сокращение видового состава – всего выявлено 24 вида, из которых только 4 из отдела зеленых продолжали вегетацию: *Ulothrix zonata*, *Cladophora glomerata*, *Closterium leibleinii*, *C. moniliferum*. Остальные водоросли – из отдела диатомовых. Выпадают представители отделов Cyanoprokaryota, Charophyta и ряд зеленых водорослей: *Ulothrix tenerrima*, *U. tenuissima*, *Stigeoclonium tenue*. Домини-

Таблица 2

Эколого-географическая характеристика водорослей источника “Святой ключ”

Ecological and geographical characteristics of algae source “Svyatoy Klyuch”

Эколого-географическая группа	Число таксонов	Доля выявленных таксонов, %
Местообитание		
п	32	55.2
д	25	43.1
?	1	1.7
Отношение к NaCl		
gb	6	10.3
i	40	69.0
gl	3	5.2
?	9	15.5
Отношение к pH		
az	3	5.2
i	24	41.4
al	18	31.0
?	13	22.4
Географическая характеристика		
k	31	53.4
b	14	24.1
aa	7	12.1
?	6	10.4

Примечание. Обозначение те же, что и в табл. 1.

нантный состав несколько изменился по сравнению с летним периодом. Доминирующими видами являлись *Meridion circulare*, *Diatoma anceps*, *D. mes-*

odon. Следует отметить, что *Meridion circulare* господствовал везде: в обрастаниях гальки и бревен, в зарослях *Ulothrix* и *Cladophora glomerata*, в скоплениях водяного мха. Общими для двух сезонов являлись 20 видов (см. табл. 1).

Эколого-географический анализ видового состава источника показал, что большинство найденных водорослей – представители бентоса, из них выделяются перифитонные виды – 55.2 % от всех выявленных (табл. 2). Все встреченные виды по отношению к солёности воды являются олигогалолами, с преобладанием индифферентов (69.0 %). На долю галофобов и галофилов приходится 10.3 и 5.2 % соответственно.

Данные по отношению к pH среды известны для 45 видов. Ведущее положение занимают индифференты – 41.4 %, в данную группу входят такие массовые виды, как *Ulothrix zonata* и *Achnanthydium minutissima*. Значительное количество видов являются алкалифилами – 31.0 %, где выделяются *Diatoma anceps*, *D. mesodon*. Ацидофилов выявлено всего 3 вида, среди них доминант *Meridion circulare*.

Географическое распространение: максимальная доля принадлежит широко распространенным видам – 53.4 %, значительна доля бореальных организмов.

Среди методов биологической индикации качества поверхностных вод видное место принадлежит методам оценки степени загрязнения воды по показательным организмам – сапробиологическому анализу. В источнике найдено 47 водорослей-сапробионтов всех зон сапробности, кроме полисапробной (табл. 3). Вегетация 23 видов, ко-

Таблица 3

Соотношение индикаторных видов водорослей источника “Святой ключ” по степени сапробности (июль, октябрь 2018 г.)

The ratio of indicator algae species of the “Svyatoy Klyuch” source by the degree of saprobity (July, October 2018)

Сапробная группа	Степень сапробности видов-индикаторов	Количество видов	Доля от общего числа видов, %
Ксеносапробионты (S = 0–0.50)	х	4	13.8
	х-о	4	
Олигосапробионты (S = 0.51–1.50)	о-х	2	25.9
	о	6	
	о-β	7	
Бетамезосапробионты (S = 1.51–2.50)	β-о	4	37.9
	β	16	
	β-α	2	
Альфамезосапробионты (S = 2.51–3.50)	α	2	3.4
Нет данных		11	19
Всего		58	100

Примечание. Обозначения те же, что и в табл. 1.

торые развиваются в очень чистых (ксеносапробионты) и чистых (олигосапробионты) водах, а также господство определенной части доминантов,

относящихся к данным группам, свидетельствует о благополучном состоянии водной среды. Следует отметить 16 видов β -мезосапробов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Источник “Святой ключ” согласно классификации минеральных вод (Куликов и др., 1991) по температуре относится к холодной группе (температура воды от 4 до 20 °С), по степени минерализации – к группе малой минерализации (от 2 до 5 г/л). Альгофлора исследованного водотока представлена 58 видами водорослей из 4 отделов: Cyanoprokaryota – 5, Vacillariophyta – 43, Chlorophyta – 8, Charophyta – 2. Выявлены доминанты, из которых особо выделяются *Meridion circulare* и

Diatoma mesodon. Основная часть доминирующих видов – типичные реофилы, свойственные рекам горного типа. Экологический анализ показал преимущество бентосных форм, среди которых преобладали обрастатели, индифференты по отношению к солёности и активной реакции воды. Географический анализ указывает на господство космополитов и бореальных видов. Отмечено преобладание бетамезосапробионтов и олигосапробионтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
- Куликов А.В., Жевлаков А.В., Бондаренко С.С. Минеральные лечебные воды СССР: Справочник. М., 1991. 346 с.
- Куликовский М.С., Глущенко А.М., Генкал С.И., Кузнецова И.В. Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль, 2016. 804 с.
- Митрофанова Е.Ю., Генкал С.И. Видовой состав *Vacillariophyta* на рдесте пронзеннолистном в литорали Телецкого озера (Горный Алтай, Россия) // Альгология. 2015. 25(2):185–197.
- Янчук Е.В., Крашенинина Г.И. Гигиеническая характеристика минерального состава воды подземных источников на территории Новосибирской области // Медицина и образование в Сибири. 2014. 3:2–8.
- AlgaeBase. URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения: 17.02.2020)
- Komarek J., Anagnostidis K. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19(2): Cyanoprokaryota. 2005. 759 p.
- Krammer K. Diatoms of Europe // Cymbella Ruggell. 2002. 3:584.
- Lange-Bertalot H., Krammer K. *Achnanthes* eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung *Cocconeis* und Nachtragen zu den Naviculaceae // Bibliotheca Diatomologica. Vol. 18. Berlin; Stuttgart, 1989. 393 s.

ALGAE FROM THE SVYATOU KLYUCH MINERAL SPRING (WESTERN SIBERIA, RUSSIA)

Yu.V. Naumenko

Central Siberian Botanical Garden SB RAS,
101, Zolotodolinskaya str., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail:Naumenko55@ngs.ru

For the first time, a mineral spring was investigated in the Novosibirsk region, located in the spurs of the Salair ridge (Western Siberia). The material for this article is the results of processing 25 algological samples collected in July and October 2018. Deposits and films of algae were removed from the pebbles, concrete and iron gutters, carried out squeezing of mosses growing in the stream, and collected silt from the bottom. During the collection of the material, the temperature and pH of the water were measured. The algae was examined using a “Amplival” Carl Zeiss Jena light microscope when magnified from 640 to 1600 times. The list of algae includes 58 species belonging to 30 genera, 19 families, and 4 divisions. It was found that the basis of algaoflora is diatoms and green algae. The dominants of *Meridion circulare* and *Diatoma mesodon* were identified. An ecological and geographical analysis was carried out, according to which the algaoflora is represented by benthic species, with a predominance of indifferent forms in relation to the halobicity and active reaction of the environment. The marked predominance of betamethasone and oligosaprobic. Cosmopolitans and boreal species dominated geographically.

Key words: algae, taxonomic composition, mineral spring, saprobity, Western Siberia

REFERENCES

- AlgaeBase.** URL: <http://www.algaebase.org> (date of request: 17.02.2020)
- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V.** Biodiversity environmental indicator of algae environment [Bioraznoobrazie vodorosley-indikatorov okruzhayushchey sredy]. Tel-Aviv: Piles Studio, 2006. 498 p. (In Russ.).
- Komarek J., Anagnostidis K.** Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19(2): Cyanoprokaryota. 2005. 759 p.
- Krammer K.** Diatoms of Europe // *Cymbella*. 2002. 3:584.
- Kulikov A.V., Zhevlakov A.V., Bondarenko S.S.** Mineral healing waters of the USSR: reference Book [Mineral'nye lechebnye vody SSSR: Spravochnik]. Moscow, 1991. 346 p. (In Russ.).
- Kulikovskij M.S., Glushchenko A.M., Genkal S.I., Kuznecova I.V.** Determinant of diatoms in Russia [Opredelitel' diatomovykh vodorosley Rossii]. Yaroslavl, 2016. 804 p. (In Russ.).
- Lange-Bertalot H., Krammer K.** *Achnanthes* eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung *Cocconeis* und Nachtragen zu den *Naviculaceae* // *Bibliotheca Diatomologica*. Vol. 18. Berlin; Stuttgart, 1989. 393 p.
- Mitrofanova E.Y., Genkal S.I.** The species composition of Bacillariophyta in the standardized pondweed in the littoral zone of lake Teletskoye (Altai mountains, Russia) [Vidovoy sostav *Bacillariophyta* na rdeste pronzenolistnom v litorali Teletskogo ozera (Gornyy Altay, Rossiya)] // *Algology*. 2015. 25(2):185–197. (In Russ.).
- Yanchuk E.V., Krasheninina G.I.** Hygienic characteristics of the mineral composition of underground water sources in the territory of the Novosibirsk region [Gigienicheskaya kharakteristika mineral'nogo sostava vody podzemnykh istochnikov na territorii Novosibirskoy oblasti] // *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*. 2014. 3:2–8. (In Russ.).

Поступила в редакцию 20.02.2020 г.,
после доработки – 25.03.2020 г.,
принята к публикации 04.04.2020 г.