

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

НАХОДКА *UROSPORA WORMSKIOLDII*
(CHLOROPHYTA, ULOTRICHACEAE) В БЕЛОМ МОРЕ

© 2023 г. М. О. Березина^{1,*}, Т. А. Михайлова²

¹Северный филиал ФГБНУ “ВНИРО”

ул. Урицкого, 17, Архангельск, 163002, Россия

²Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

ул. Профессора Попова, 2, Санкт-Петербург, 197022, Россия

*e-mail: vesna.79@list.ru

Поступила в редакцию 30.05.2023 г.

После доработки 12.07.2023 г.

Принята к публикации 25.07.2023 г.

Приводятся данные о находке нового для Белого моря вида зеленых водорослей *Urospora wormskioldii*. Представлены сведения о морфологии *U. wormskioldii* и условиях его произрастания. Обсуждается вопрос о проникновении этого вида в Белое море.

Ключевые слова: *Urospora wormskioldii*, Chlorophyta, новая находка, Соловецкие острова, Белое море, Россия

DOI: 10.31857/S0006813623080021, **EDN:** JVRIFX

Род *Urospora* Areschoug (Ulotrichaceae) объединяет сравнительно небольшую группу видов, обитающих в окраинных и внутренних морях Мирового океана. В настоящее время таксономически признанными считаются 14 видов (Guiry, Guiry, 2023). Представители рода *Urospora* произрастают на различных твердых субстратах и иногда на других водорослях, главным образом, на литорали; некоторые из них заходят в верхнюю часть сублиторальной зоны (на глубины 5–9 м), некоторые — поднимаются в супралиторальную зону (Vozzhinskaja, 1967; Vinogradova, 1999).

Согласно литературным данным в морских водах Российской Федерации встречается 4 вида *Urospora*: *U. elongata* (Rosenv.) Hagem, *U. penicilliformis* (Roth) Aresch., *U. sphaerulifera* (Setch. et N.L. Gardner) Scagel и *U. wormskioldii* (Mert.) Rosenv. (= *U. vancouveriana* (Tilden) Scagel) (Vozzhinskaja, 1967, 1980; Perestenko, 1980; Vinogradova, 1979, 1995, 1999; Kloczkova, 1996, 1998; Selivanova, Zhigadlova, 1997; Kloczkova, Berezovskaya, 2001; Vinogradova, Shtrik, 2005; Kloczkova et al., 2009, 2020; Ocheretyana, 2017; Evseeva, 2018, 2019; Skriptsova, 2019). Вид *U. wormskioldii* зарегистрирован в водах Баренцева моря (Восточный Мурман), в Чукотском и Беринговом морях (северозападная часть, Командорские о-ва), Охотском море, у Курильских о-вов, у п-ва Камчатка и в Японском море (Vozzhinskaja, 1967; Vinogradova 1979, 1995, 1999; Kloczkova, 1996, 1998; Selivanova, Zhigadlova, 1997; Kloczkova, Berezovskaya, 2001;

Vinogradova, Shtrik, 2005; Kloczkova et al., 2009, 2020; Ocheretyana, 2017; Evseeva, 2018, 2019; Skriptsova, 2019).

Вид *Urospora wormskioldii* был обнаружен 20 июня 2015 г. эпифитно на слоевище *Fucus vesiculosus* L., собранном из штормовых выбросов на юго-западном берегу о. Соловецкий (пролив Печачовская Салма) в окрестностях научно-экспериментальной базы Северного филиала ФГБНУ “ВНИРО”. Образцы *U. wormskioldii* вместе с базифитом были зафиксированы 4%-м раствором формалина. Исследование образцов *U. wormskioldii* проводилось в лаборатории прибрежных исследований Северного Филиала ФГБНУ “ВНИРО” с помощью светового микроскопа Leica DM SL. Изображения внешнего вида слоевищ *U. wormskioldii* были получены с использованием фотосистемы Leica MPS30. Идентификация выполнялась с использованием систематической литературы (Vinogradova, 1979; Burrows, 1991). Из некоторых образцов *U. wormskioldii* были изготовлены постоянные препараты на предметных стеклах с использованием сиропа Karo. Часть образцов хранится в коллекции Северного филиала ФГБНУ “ВНИРО”, один образец депонирован в коллекцию водорослей БИН РАН (LE).

***Urospora wormskioldii* (Mert.) Rosenv.** — Белое море, о. Соловецкий, пролив Печачовская Салма, 64°59'15.08"N, 35°43'35.9"E, штормовые выбросы, эпифит *Fucus vesiculosus*, 20 VI 2015, Березина М.О., LE A0004141.

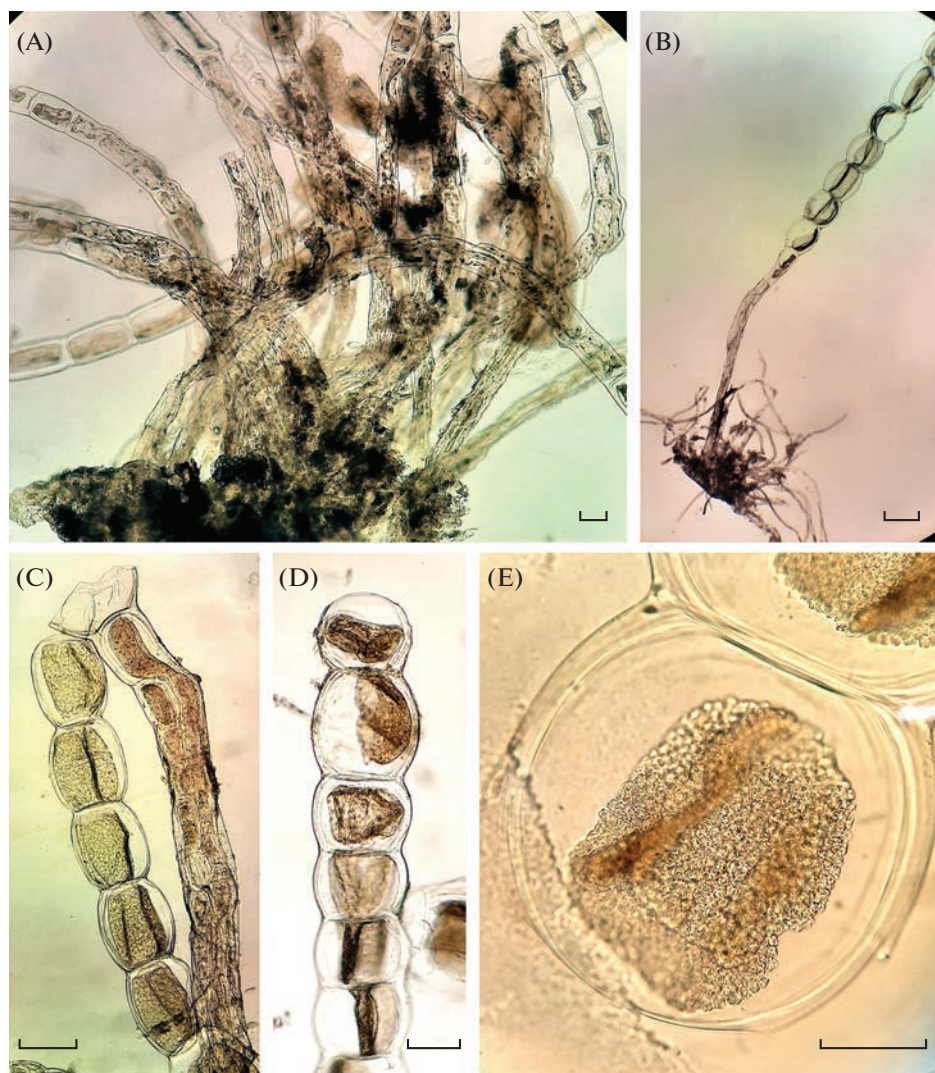


Рис. 1. *Urospora wormskioldii*: А, В — основания нитей с подошвами; С — фрагменты нитей с клетками, несущими ризоиды, и клетками в средней части; D — верхняя часть нити; Е — фертильная клетка. Масштабная линейка: А, С — 100 мкм; В, D — 200 мкм; Е — 125 мкм.

Fig. 1. *Urospora wormskioldii*: А, В — lower parts of the filaments with holdfasts; С — fragments of the filaments with cells carrying rhizoids and cells in the middle part; D — upper part of the filament; Е — fertile cell. Scale bars: А, С — 100 μm ; В, D — 200 μm ; Е — 125 μm .

Нити *U. wormskioldii* до 3 см длиной, нежные, легко разрываются на отдельные фрагменты. В свежем виде слоевища темно-зеленого цвета, при длительном содержании в 4%-м растворе формалина теряют интенсивную окраску и становятся светло-оливковыми. В основании нитей имеется хорошо развитая подошва, образованная базальной клеткой и ризоидами (рис. 1, А–С). Ризоиды внутренние и наружные, отходят от 5–13 нижних клеток слоевища; клетки с ризоидами цилиндрические, без перетяжек, шириной 70–100 мкм (рис. 1, С).

В средней части нитей клетки увеличиваются в размерах и становятся вытянуто-овальными и бочонковидными, а верхушечные клетки приобре-

тают почти сферическую форму (рис. 1, В–С). Ширина клеток в средней и верхней частях варьирует от (120) 150 до 560 мкм. Хлоропласт пристеночный, занимает всю клетку или только часть ее. Исследованные слоевища находились в стерильном и фертильном состоянии. Зооспоры отмечены в наиболее крупных клетках средней части нитей (рис. 1, Е).

Размерные характеристики изученных образцов *U. wormskioldii* соответствуют описанию этого вида с Британских островов (Burrows, 1991) и несколько отличаются от параметров *U. wormskioldii* из морей Дальнего Востока (Vinogradova, 1979; Ocheretyana, 2017). Слоевища из Белого моря имеют более крупные клетки в основании (70–

100 мкм ширины), чем дальневосточные (30–80 мкм). Клетки верхних частей нитей исследованных нами образцов, напротив, обладают меньшей шириной ((120) 150–560 мкм), чем указано для дальневосточных представителей *U. wormskioldii* (200–700(1000) мкм) (Vinogradova, 1979; Ocheretyana, 2017). Отличия морфологических характеристик *U. wormskioldii* из разных частей ареала связаны с межпопуляционной изменчивостью.

U. wormskioldii — амфибореальный и амфиполярный вид (Vinogradova, Shtrik, 2005; Dubrasquet et al., 2021). Впервые этот представитель рода *Urospora* был описан на побережье Гренландии (Hornemann, 1816). Затем *U. wormskioldii* был отмечен на побережьях Тихого океана (Setchell, Gardner, 1920; Sinova, 1940). Сведения о распространении, биологии и экологии *U. wormskioldii* имеются также в современных работах, посвященных морям Дальнего востока (Gussarova et al., 2000; Kloczkova, Berezovskaya, 2001; Ocheretyana, 2017; Evseeva, 2019; Skriptsova, 2019).

Значительное число современных находок *U. wormskioldii* относится к водам Атлантики, а наименьшее — к Арктике. Установлено, что *U. wormskioldii* широко распространен вдоль северо-восточного побережья Северной Америки от пролива Лонг-Айленд до пролива Бель-Айл (Nozères, Kennedy, 2022). Довольно часто *U. wormskioldii* встречается у побережий Западной Европы и Скандинавии (Burrows, 1991; Global..., 2023). Редкие находки этого вида отмечены в арктических водах Канады — в Гудзоновом заливе (гавань Ивудживик) и в Норвежском заливе (Lee, 1980). В других морях Северного Ледовитого океана находки *U. wormskioldii* зарегистрированы у о. Ян-Майен (Vinogradova, Shtrik, 2005), о. Шпицберген (Hoczyk, Latala, 1989; Vinogradova, 1995), о. Медвежий в Норвежском море (Vinogradova, Shtrik, 2005), на Мурманском побережье Баренцева моря (Vinogradova, Shtrik, 2005), в акватории Колючинской губы Чукотского моря (Vinogradova, 1999), у северного побережья Аляски (море Бофорта) (Wilce, Dunton, 2014).

Следует отметить, что сведения о распространении *U. wormskioldii* в водах мирового океана вплоть до настоящего времени касались только северного полушария. На данный момент известно, что *U. wormskioldii* встречается также в прибрежных водах Антарктики, он зарегистрирован на Западном Антарктическом полуострове, в районе научной станции Хенераль-Бернардо-О'Хиггинс (Dubrasquet et al., 2021). Таким образом, *U. wormskioldii* является вторым представителем рода *Urospora* (вместе с *U. penicilliformis*) для которого установлен амфиполярный характер распределения в водах мирового океана (Dubrasquet et al., 2021).

Анализ литературных данных по условиям обитания *U. wormskioldii* из разных частей ареала показал, что вид способен обитать в широком диапазоне температур и солености. В Арктических морских водах (о. Шпицберген, Северная Аляска) этот вид встречался во второй половине лета (Hoczyk, Latala, 1989; Wilce, Dunton, 2014). В районе о. Шпицберген (бухта Хорнсунд) *U. wormskioldii* вегетировал в августе при температуре 0–0.4°C и солености 29–34‰, а на побережье Северной Аляски (акватория пролива Стефанссон, море Бофорта) данный вид был зарегистрирован в конце июля в лагунах с соленостью 14‰ и температурой 13.2°C (Hoczyk, Latala, 1989; Wilce, Dunton, 2014). В северной части Атлантики (побережье Норвегии) макроскопические нитчатые талломы *U. wormskioldii* наблюдались весной (Burrows, 1991). На тихоокеанских побережьях этот вид вегетирует почти круглый год (Vinogradova, 1979; Ocheretyana, 2017). Согласно данным К.Л. Виноградовой (Vinogradova, 1979) во флоре дальневосточных морей *U. wormskioldii* встречался с февраля по октябрь. В работах С.О. Очеретяны (Ocheretyana, 2011, 2017) показано, что в районе Восточной Камчатки (Авачинская губа) данный вид развивался в литоральной зоне в апреле-июне и в октябре-декабре, температуры морских вод в эти периоды составляли 0.6–10.2°C и 5.9–0.7°C соответственно. Пик массового развития *U. wormskioldii* на литорали Авачинской губы был зарегистрирован в мае во время сизигийных приливов при температуре воды 1.9°C и солености, не превышающей 13‰. Во второй половине лета *U. wormskioldii* опускался в верхнюю сублитораль, соленость в это период составляла более 20‰, а температура воды достигала 13–16°C (Ocheretyana, 2011, 2017).

Прибрежная зона Соловецких островов Белого моря, где нами был обнаружен вид *U. wormskioldii*, характеризуется практически полной вертикальной гомотермией и гомогалинностью водной толщи, что обусловлено интенсивным турбулентным перемешиванием морских вод и мелководностью прибрежной акватории (Chugaunova, 1992). Температура прибрежных вод у Соловецких островов в летний период составляет в среднем 10.3°C, зимой –1.1°C; среднегодовая температура составляет 3.5°C. Максимальный прогрев морских вод приходится на июль-август (11.3–11.8°C); максимальные значения солености прибрежных вод приходятся на июнь-июль (26.8–26.9‰), минимальные — на апрель (22.8‰) (Edinaeva..., 2023). В период обнаружения *U. wormskioldii* (июнь 2015 г.) среднемесячная температура морских вод составила 10°C (при среднегодовом значении 7.8°C), соленость — 26‰. Таким образом, условия обитания в прибрежной зоне Соловецких островов не ограничивают возможность развития и размножения *U. wormskioldii* (учитывая наличие фер-

тильных клеток у исследованных образцов) в этом районе.

В связи с обнаружением *U. wormskioldii* в виде эпифита на слоевище *Fucus vesiculosus*, собранного из штормовых выбросов, оценить конкретное место произрастания нового вида *Urospora*, его встречаемость и обилие не представилось возможным. Можно предположить, что этот вид является редким для альгофлоры Соловецких островов и встречается в качестве сопутствующей формы в составе эпифитов в ассоциациях фукоидов.

Учитывая достаточную изученность флоры водорослей Белого моря (Gobi, 1878; Sinova, 1928; Kalugina, 1958a; Vozzhinskaja, 1980; Mikhaylova, 1996, 2000, 2019; Smirnova, Mikhaylova, 2013; Berezina, 2019), не исключено, что находка *U. wormskioldii* в акватории Соловецких островов является результатом современного проникновения данного вида в Белое море. Поскольку Соловецкие острова расположены при входе в Онежский залив и находятся в зоне постоянного течения, поступающего из бассейна Белого моря, в акваторию островов заносятся споры многих видов водорослей, в том числе и видов-вселенцев из Баренцева моря, за счет чего обеспечивается высокое видовое богатство соловецкой альгофлоры (Kalugina, 1958b). Наиболее близкой современной находкой *U. wormskioldii* является находка вида в прибрежной зоне о. Большой Олений, расположенного на Мурманском побережье Баренцева моря (Vinogradova, Shtrik, 2005). В качестве альтернативного варианта вселения вида можно предположить, что он мог появиться в акватории Соловецких островов путем его переноса транс-океанскими пассажирскими судами, так как известно, что с конца 90-х гг. прошлого века и до 2010 г. данный район Белого моря являлся одним из пунктов туристических круизов.

Полученные данные дополняют сведения о распространении *U. wormskioldii* в морях Северного Ледовитого океана.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках проведения Северным филиалом ФГБНУ “ВНИРО” государственного мониторинга водных биологических ресурсов морских вод Российской Федерации за исключением внутренних вод и в рамках госзадания БИН РАН № 121021600184-6 “Флора и систематика водорослей, лишайников и мохообразных России и фитогеографически важных регионов мира”. Авторы благодарны анонимным рецензентам за высказанные замечания и предложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[Berezina] Березина М.О. 2019. Аннотированный список морских зеленых макроводорослей Соловецких островов. — В кн.: Сб. материалов Всероссий-

ской конф. с междунар. участием II Юдахинские чтения “Проблемы обеспечения экологической безопасности и устойчивое развитие арктических территорий”. Архангельск. С. 220–226.

Burrows E.M. 1991. Seaweeds of the British Isles: Vol. 2. Chlorophyta. London. 238 p.

[Chugaynova] Чугайнова В.А. 1992. Гидрологическая и гидрохимическая оценка северных районов Онежского залива, перспективных для размещения марихозяйств. — В кн.: Тезисы докладов 5 региональной конференции “Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря”. Петрозаводск. С. 86–88.

Dubrasquet H., Garrido I., Bruning P., Reyes J., Guillemin M.-L. 2021. Building-up knowledge on green marine macroalgae diversity in the Western Antarctic Peninsula: data from two molecular markers reveals numerous species with amphipolar distribution. — *Cryptogamie, Algologie* 42 (2): 21–37. <https://doi.org/10.5252/cryptogamie-algologie2021v42a2>

[Edinaya...] Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане. 2023. <http://esimo.ru/portal/portal/esimo-user/main> (дата обращения: 26.05.2023).

[Evseeva] Евсеева Н.В. 2018. Видовой состав морских водорослей прибрежной зоны Мурманского побережья и архипелага Новая Земля. — Труды ВНИРО. 171: 7–25.

[Evseeva] Евсеева Н.В. 2019. Дополнения к флоре морских водорослей северо-западной части Берингова моря. — Труды ВНИРО. 175: 7–19.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2023. <https://api.gbif.org/v1/> (дата обращения: 26.05.2023)

Gobi C. 1878. Die Algenflora des Weissen Meeres und der demselben zunachstliegenden Theile des Nordlichen Eismeeres. — *Mém. Acad. Imp. Sci. Saint Pétersbourg, Sér. 7.* 26 (1): 1–92.

Guiry M.D., Guiry G.M. 2023. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. (дата обращения: 26.05.2023).

[Gussarova et al.] Гусарова И.С., Суховеева М.В., Моргунова И.А. 2000. Аннотированный список водорослей Северного Приморья. — *Известия ТИНРО* 127: 626–640.

Horczyk I., Latala A. 1989. The phytobenthos of the Hornsund fiord, SW Spitsbergen. — *Polar Research.* 7: 29–41.

Hornemann J.W. 1816. Flora Danica. Vol. 9, fasc. 26. Copenhagen. 1–8 p.

[Kalugina] Калугина А.А. 1958a. Флора водорослей Белого моря: Дис. ... канд. биол. наук. Л. 236 с.

[Kalugina] Калугина А.А. 1958b. Состав и распределение водорослей у берегов Соловецкого архипелага. — *Бот. журн.* 43 (2): 270–277.

[Kloczkova] Клочкова Н.Г. 1996. Флора водорослей макрофитов Татарского пролива (Японское море) и особенности ее формирования. Владивосток. 288 с.

[Kloczkova] Клочкова Н.Г. 1998. Водоросли-макрофиты Дальневосточных морей России: Дис. ... докт. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 277 с.

- [Kloczkova, Berezovskaya] Клочкова Н.Г., Березовская В.А. 2001. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. Владивосток. 208 с.
- [Kloczkova et al.] Клочкова Н.Г., Клочкова Т.А., Климова А.В. 2020. Флора водорослей-макрофитов Командорских островов: ревизия-2020. I. Chlorophyta и Ochrophyta. — Вестник КамчатГТУ. 54: 82–107.
<https://doi.org/10.17217/2079-0333-2020-54-82-107>
- [Kloczkova et al.] Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Е. 2009. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 1. Петропавловск-Камчатский. 216 с.
- Lee R.K.S. 1980. A catalogue of the marine algae of the Canadian Arctic. Publications in Botany 9. Ottawa. 81 p.
- [Mikhaylova] Михайлова Т.А. 1996. Видовой состав водорослей на плантации *Laminaria saccharina* в Белом море. — Бот. журн. 81 (4): 42–47.
- [Mikhaylova] Михайлова Т.А. 2000. Структура и межгодовая динамика ламинариевого фитocenоза в Белом море. — Бот. журн. 85 (5): 78–88.
- Mikhaylova T.A. 2019. Vegetation of the red algal belt of the White Sea (European Arctic, Russia). — Novosti Sist. Nizsh. Rast. 53 (1): 39–65.
<https://doi.org/10.31111/nsnr/2019.53.1.39>
- Nozères C., Kennedy M.K. (Eds.). 2022. Canadian Register of Marine Species. Accessed at <https://www.marinespecies.org/carms>. (дата обращения: 15.04.2023).
- [Ocheretyana] Очеретяна С.О. 2011. Накопление тяжелых металлов у зеленых водорослей-макрофитов в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка). — Вестник КамчатГТУ. 16: 38–44.
- [Ocheretyana] Очеретяна С.О. 2017. Видовой состав и структура альгосообществ “зеленых приливов” в Авачинской губе и устойчивость зеленых водорослей-макрофитов к неблагоприятному воздействию: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 23 с.
- [Perestenko] Перестенко Л.П. 1980. Водоросли залива Петра Великого. Л. 232 с.
- Selivanova O.N., Zhigadlova G.G. 1997. Marine algae of the Commander Islands. Preliminary remarks on the revision of the flora. I. Chlorophyta. — Bot. Mar. 40: 1–8.
- Setchell W.A., Gardner N.L. 1920. The marine algae of the Pacific coast of North America. Part II. Chlorophyceae. — University of California publications in Botany. 8(2): 139–374.
- [Sinova] Зинова Е.С. 1928. Водоросли Белого моря. Введение. Зеленые водоросли, Chlorophyceae. Циановые водоросли, Schizophyceae. Бурые водоросли, Phaerophyceae. — Тр. Ленингр. общ. естеств. 58(3): 4–50.
- [Sinova] Зинова Е.С. 1940. Морские водоросли Командорских островов. — Труды Тихоокеанского комитета. 5: 165–243.
- [Skriptsova] Скрипцова А.В. 2019. Водоросли-макрофиты залива Петра Великого Японского моря. — Биота и Среда. 3: 4–52.
- [Smirnova, Mikhaylova] Смирнова Н.Р., Михайлова Т.А. 2013. Морские водоросли-макрофиты, обитающие в районе Морской биологической станции СПбГУ. — Вестн. СПбГУ. Сер. 3. 2: 12–22.
- [Vinogradova] Виноградова К.Л. 1979. Определитель водорослей Дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. Л. 147 с.
- Vinogradova K.L. 1995. The checklist of the marine algae from Spitsbergen. — Botanicheskii Zhurnal. 80 (6): 50–61.
- [Vinogradova] Виноградова К.Л. 1999. Распространение водорослей-макрофитов в арктических морях России. — Нов. сист. низш. раст. 33: 14–24.
- [Vinogradova, Shtrik] Виноградова К.Л., Штрик В.А. 2005. Дополнения к флоре водорослей северных морей России. — Бот. журн. 90 (10): 1593–1599.
- [Vozzhinskaja] Возжинская В.Б. 1967. Новые водоросли для северных побережий Охотского моря. — Новости сист. низш. раст. 4: 138–140.
- [Vozzhinskaja] Возжинская В.Б. 1980. Видовой состав, распределение и фитогеографическая характеристика донной флоры Белого моря. — В кн.: Донная флора и продукция краевых морей СССР. М. С. 29–62.
- Wilce R.T., Dunton K.H. 2014. The Boulder Patch (North Alaska, Beaufort Sea) and its benthic algal flora. — Arctic. 67 (1): 43–56.
<https://doi.org/10.14430/arctic4360>

FINDING OF *UROSPORA WORMSKIOLDII* (CHLOROPHYTA, ULOTRICHACEAE) IN THE WHITE SEA

M. O. Berezina^{a, #} and T. A. Mikhaylova^b

^aNorth Branch of “VNIRO” (“Severnnyy”) *Uritskogo Str., 17, Arkhangelsk, 163002, Russia*

^bKomarov Botanical Institute RAS *Prof. Popova Str., 2, St. Petersburg, 197022, Russia*

[#]e-mail: vesna.79@list.ru

The article deals with the first finding of *Urospora wormskioldii* in the White Sea. Information on the morphology of *U. wormskioldii* and the conditions of its growth is presented. The species entry into the White Sea is discussed.

Keywords: *Urospora wormskioldii*, Chlorophyta, new record, Solovetsky Islands, White Sea, Russia

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was conducted within the framework of the state monitoring of water biological resources of the marine waters of the Russian Federation exclusive of internal waters by North Branch of “VNIRO”, and within the state assignment of the Komarov Botanical Institute RAS № 121021600184-6 “Flora and systematics of algae, lichens and mosses of Russia and phytogeographically important regions of the world”. The authors are grateful to anonymous reviewers for their comments and suggestions.

REFERENCES

- Berezina M.O. 2019. Annotirovanny spisok morskikh zelenykh vodorosley Solovetskikh ostrovov [Annotated list of marine green macroalgae of the Solovetsky Islands]. — In: Sbornik materialov Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem II Yudakhinskiye chteniya “Problemy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti i ustoychivoye razvitiye arkticheskikh teritoriy”. Arkhangel'sk. P. 220–226 (In Russ.).
- Burrows E.M. 1991. Seaweeds of the British Isles: Vol. 2. Chlorophyta. London. 238 p.
- Chugaynova V.A. 1992. Gidrologicheskaya i gidrokhimicheskaya otsenka severnykh rayonov Onezhskogo zaliva, perspektivnykh dlya razmeshcheniya marikhozyaystv [Hydrological and hydrochemical assessment of the northern areas of the Onega Bay, promising for the placement of marine farms]. — In: Tezisy dokladov 5 regionalnoy konferentsii “Problemy izucheniya, ratsionalnogo ispolzovaniya i okhrany prirodnkh resursov Belogo moraya”. Petrozavodsk. P. 86–88 (In Russ.).
- Dubrasquet H., Garrido I., Bruning P., Reyes J., Guillemin M.-L. 2021. Building-up knowledge on green marine macroalgae diversity in the Western Antarctic Peninsula: data from two molecular markers reveals numerous species with amphipolar distribution. — *Cryptogamie, Algologie*. 42 (2): 21–37. <https://doi.org/10.5252/cryptogamie-algologie2021v42a2>
- Edinaya gosudarstvennaya sistema informatsii ob obstanovke v Mirovom okeane [Unified State information system on the situation in the World Ocean]. 2023. <http://esimo.ru/portal/portal/esimo-user/main> (Accessed 26.05.2023) (In Russ.).
- Evseeva N.V. 2018. Species composition of seaweeds of the coastal zone of the Murmansk coast and archipelago Novaya Zemlya. — *Trudy VNIRO*. 171: 7–25 (In Russ.).
- Evseeva N.V. 2019. Additions to the flora of seaweeds of the northwestern part of the Bering Sea. — *Trudy VNIRO*. Vol. 175: 7–19 (In Russ.).
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2023. <https://api.gbif.org/v1/> (Accessed 26.05.2023).
- Gobi C. 1878. Die Algenflora des Weissen Meeres und der demselben zunachstliegenden Theile des Nordlichen Eismeer. — *Mém. Acad. Imp. Sci. Saint Pétersbourg*, Sér. 7. 26 (1): 1–92.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2023. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. (Accessed 26.05.2023).
- Gussarova I.S., Sukhoveyeva M.V., Morgutova I.A. 2000. Annotirovanny spisok vodorosley Severnogo Primorya [Annotated list of algae of Northern Primorye]. — *Izvestiya TINRO*. 127: 626–640 (In Russ.).
- Horczyk I., Latala A. 1989. The phytobenthos of the Hornsund fiord, SW Spitsbergen. — *Polar Research*. 7: 29–41.
- Hornemann J.W. 1816. *Flora Danica*. Vol. 9, fasc. 26. Copenhagen. P. 1–8.
- Kalugina A.A. 1958a. Flora vodorosley Belogo morya [Flora of algae of the White Sea]: Diss. Kand. Sci. Leningrad. 236 p. (In Russ.).
- Kalugina A.A. 1958b. The component species and the distribution of the algae in the vicinity of the coasts of the Solovetsky Islands. — *Bot. Zhurn.* 43 (2): 270–277 (In Russ.).
- Kloczkova N.G. 1996. Flora vodorosley makrofitov Tatarskogo Proliva i osobennosti ee formirovaniya [Macrophyte algal flora of Tatars Gulf (Sea of Japan) and peculiarities of its formation]. Vladivostok. 289 p. (In Russ.).
- Kloczkova N.G. 1998. Vodorosli-makrofity Dalnevoostochnykh morey Rossii [Algal macrophytes of the Far Eastern Seas of Russia]: Diss. ... Doct. Sci St. Petropavlovsk-Kamchatsky. 277 p. (In Russ.).
- Kloczkova N.G., Berezovskaya V.A. 2001. Makrofitobentos Avachinskoy guby i ego antropogennaya destruktziya [The Macrophytobenthos of the Avacha Bay and its anthropogenic destruction]. Vladivostok. 208 p. (In Russ.).
- Kloczkova N.G., Kloczkova T.A., Klimova A.V. 2020. Marine benthic algae from Commander Islands (revision 2020). I. Chlorophyta and Ochrophyta. — *Bulletin of Kamchatka State Technical University*. 54: 82–107 (In Russ.). <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2020-54-82-107>
- Kloczkova N.G., Korolova T.N., Kusidi A.E. 2009. Marine algae of Kamchatka and surrounding areas. Vol. 1. Petropavlovsk-Kamchatsky. 216 p. (In Russ.).
- Lee R.K.S. 1980. A catalogue of the marine algae of the Canadian Arctic. Publications in Botany 9. Ottawa. 81 p.
- Mikhaylova T.A. 1996. Algal species composition in *Laminaria saccharina* plantation in the White Sea. — *Bot. Zhurn.* 81 (3): 42–47 (In Russ.).
- Mikhaylova T.A. 2000. Structure and interannual dynamics of *Laminaria* phytocoenosis in the White Sea. — *Bot. Zhurn.* 85 (5): 78–88 (In Russ.).
- Mikhaylova T.A. 2019. Vegetation of the red algal belt of the White Sea (European Arctic, Russia). — *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 53 (1): 39–65. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2019.53.1.39>
- Nozères C., Kennedy M.K. (Eds.). 2022. Canadian Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org/carms>. (Accessed 15.04.2023).
- Ocheretyana S.O. 2011. Heavy metal accumulation in green algae-macrophytes in the Avacha bay. — *Bulletin of Kamchatka State Technical University*. 16: 38–44 (In Russ.).
- Ocheretyana S.O. 2017. Vidovoy sostav i struktura algosobshchestv “zelenykh prilivov” v Avachinskoy gube i ustoychivost zelenykh vodorosley-makrofitov k neblagopriyatnomu vozdeystviyu [Species composition

- and structure of algosociety of “green tides” in the Avacha Bay and resistance of green macrophyte algae to adverse effects]: Abstr. ... Diss. Kand. Sci. Petropavlovsk-Kamchatsky. 23 p. (In Russ.).
- Perstenko L.P. 1980. Vodorosli zaliva Petra Velikogo. [The seaweeds of Peter the Great Bay]. Leningrad. 232 p. (In Russ.).
- Selivanova O.N., Zhigadlova G.G. 1997. Marine algae of the Commander Islands. Preliminary remarks on the revision of the flora. I. Chlorophyta. — Bot. Mar. 40: 1–8.
- Setchell W.A., Gardner N.L. 1920. The marine algae of the Pacific coast of North America. Part II. Chlorophyceae. — University of California publications in Botany. 8 (2): 139–374.
- Sinova E.S. 1928. Vodorosli Belogo morya. Vvedenie. Zelenye vodorosli, Chlorophyceae. Cianovye vodorosli, Schizophyceae. Burye vodorosli, Phaeophyceae [Algae of the White Sea. Introduction. Green algae, Chlorophyceae. Cyanic algae, Schizophyceae. Brown algae, Phaeophyceae]. — Trudy Leningradsk. Obshch. Estestvoisp. 58(3): 4–50 (In Russ.).
- Sinova E.S. 1940. Morskie vodorosli Komandorskikh ostrovov [The algae of the Commander Islands]. — Trudy Tikhookeanskogo comiteta. 5: 165–243 (In Russ.).
- Skriptsova A.V. 2019. Seaweeds of the Peter the Great Bay, Sea of Japan. — Biota and Environment. 3: 14–52 (In Russ.).
- Smirnova N.R., Mikhaylova T.A. 2013. Seaweeds in the vicinity of Marine Biological Station of St-Petersburg State University. — Vestn. S.-Peterburgsk. Univ. Biol. 3 (2): 12–22 (In Russ.).
- Vinogradova K.L. 1979. Транслитерация [Guide of algae of the Far Eastern seas of the USSR. Green algae]. Leningrad. 147 p. (In Russ.).
- Vinogradova K.L. 1995. The checklist of the marine algae from Spitsbergen. — Bot. Zhurn. 80 (6): 50–61.
- Vinogradova K.L. 1999. De distribution algarum-macrophytorum in maribus Rossiae Arcticis notula. — Novosti Sist. Nizsh. Rast. 33: 14–24 (In Russ.).
- Vinogradova K.L., Shtrik V.A. 2005. Additions to the marine algae flora of the northern seas of Russia. — Bot. Zhurn. 90 (10): 1593–1599 (In Russ.).
- Vozzhinskaja V.B. 1967. Species algarum litorum borealium Maris Ochotensis novae. — Novosti Sist. Nizsh. Rast. 4: 138–140 (In Russ.).
- Vozzhinskaja V.B. 1980. Vidovoy sostav, raspredeleniye i fitogeograficheskaya kharakteristika donnoy flory Belogo morya [The species composition, distribution and biogeographical characteristics of the bottom flora of the White Sea]. — In: Donnaya flora i produktsiya krayevikh morey SSSR [The bottom flora and production of the marginal seas of the USSR]. Moscow. P. 29–62 (In Russ.).
- Wilce R.T., Dunton K.H. 2014. The Boulder Patch (North Alaska, Beaufort Sea) and its benthic algal flora. — Arctic. 67 (1): 43–56. <https://doi.org/10.14430/arctic4360>