

МИКОЛОГИЯ И АЛЬГОЛОГИЯ

УДК 574.5

ОБНАРУЖЕНИЕ КРАСНОЙ ВОДОРΟΣЛИ *THOREA HISPIDA* (THORE) DESV. (RHODOPHYTA) В РЕКЕ МОСКВЕ

А.А. Георгиев*, Г.А. Белякова, Д.А. Чудаев, М.Л. Георгиева, М.А. Гололобова

*Кафедра микологии и альгологии, биологический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, 119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12***e-mail: semga2001@yandex.ru*

В Московской области вид *Thorea hispida* (Thore) Desv. впервые был обнаружен в начале XX века. Впоследствии он был найден в реке Москве на территории города Москвы только в 2004 г., где с этого времени выявляется ежегодно. *T. hispida* включен в Красную книгу РФ и Красные книги некоторых европейских стран. В настоящей работе представлены новые данные о распространении *T. hispida* в реке Москве, приведены результаты морфологического изучения данного вида и рассмотрены некоторые проблемы, касающиеся его охранного статуса.

Ключевые слова: *Thorea hispida*, красные водоросли, Rhodophyta, морфология, природо-охранный статус вида, река Москва, Красная книга

Thorea hispida (Thore) Desvaux (Синоним: *Thorea ramosissima* Bory) — один из наиболее распространенных и хорошо изученных видов пресноводных красных водорослей семейства Thoreaceae (отдел Rhodophyta, класс Florideophyceae, порядок Thoreales). Он встречается в разных странах Европы, Азии, Америки [1]. *T. hispida* включен в Красные книги некоторых европейских стран, например, Болгарии [2], Словакии [3], Германии [4], Литвы [5], Польши [6], Сербии [7], Украины [8]; в то же время, этот вид не входит в Красный список Международного союза охраны природы [9]. Несмотря на широкое распространение, популяции *T. hispida* обычно малочисленны [8].

На территории Европейской России, в частности, в Московской области, вид впервые был обнаружен в начале XX века [10]. На территории РФ он отмечен также в Приморском крае, однако эти данные требуют подтверждения. В настоящее время *T. hispida* включен в Красную книгу РФ [11].

T. hispida является реофильным видом, встречается в водоемах с быстрым течением, где чаще всего обитает на небольших глубинах (около 0,5 м). Иногда выявляется в медленно текущих водах [12]. *T. hispida* колонизирует различные погруженные в воду субстраты (природные и искусственные): деревянные сваи мостов, стволы и ветви гниющих деревьев, каменные и бетонные блоки и даже нейлоновые тросы у шлюзов и мостов [13, 14]. Часто встречается среди молодых талломов зеленых водорослей (например, *Enteromorpha* или *Cladophora*) [8].

В настоящей работе приводятся новые данные о распространении *T. hispida* в реке Москве и результаты изучения морфологии данного вида, а также обсуждаются некоторые проблемы, касающиеся его охранного статуса.

Материалы и методы

Талломы гаметофитов *T. hispida* были собраны в безледные периоды на разных участках реки Москвы в течение 2004–2017 гг. Часть материала была гербаризована, а другая часть — зафиксирована 4%-ным раствором формальдегида. Материал хранится в фондах альгологической коллекции кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Морфологические исследования талломов проводили с использованием микроскопа Leica DM2500 (Leica Microsystems, Германия), оснащенного цифровой камерой Leica DFC495, и стереомикроскопа Leica M80 (Leica Microsystems, Германия), оснащенного цифровой камерой Leica IC80HD.

Результаты и обсуждение

Морфология талломов *T. hispida*. Талломы гаметофитов *T. hispida* являются макроскопическими, мягкими и слизистыми, длиной 10–20 см (редко до 35 см), многократно и обильно разветвленными, диаметром 0,5–3 мм (рис. 1). Талломы окрашены в темный, буровато-зеленый, почти черный цвет, в гербарии становятся темно-фиолетового цвета.

Таллом гаметофита многоосевой, состоящий из медуллярных нитей и коровых ассимиляционных нитей. Медуллярная область (центральная ось) шириной 100–300 мкм состоит из разветвленных и переплетенных между собой бесцветных нитей. Ассимиляционные нити являются разветвленными или неразветвленными, окрашенными, представлены двумя типами. Длинные ассимиляционные нити — длиной 400–1000 мкм, в основном простые или иногда раздвоенные у основания, реже в средней части, состоят из 15–28 клеток

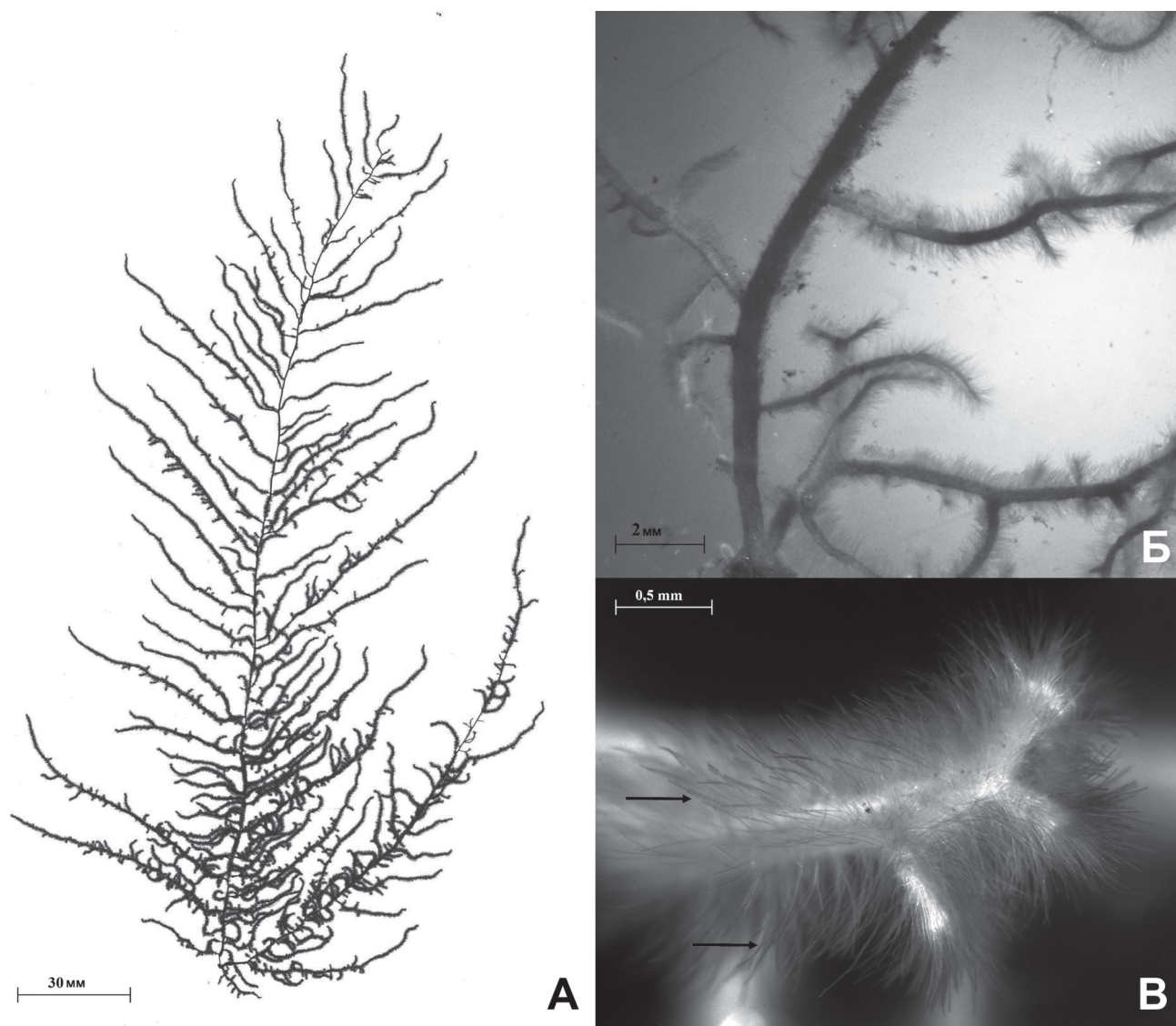


Рис. 1. Гаметофит *T. hispida*. А — общий вид таллома; Б, В — детали таллома с ветвлениями (стрелками показаны ассимиляционные нити)

длиной 20–45 мкм, шириной 4–8 мкм. Короткие ассимиляционные нити разветвлены, чаще ближе к верхушке, состоят из 3–7 клеток; клетки цилиндрической или овальной формы, длиной 8–12 мкм, шириной 4–11 мкм. Короткие и длинные нити образуют относительно плотный коровый слой шириной около 60–80 мкм; длинные нити выступают за пределы этого слоя, и из-за этого талломы выглядят опушенными (рис. 1 и рис. 2, А). Моноспорангии располагаются на верхушках коротких ассимиляционных нитей, одиночные или в группах по 2–3, яйцевидной или грушевидной формы, 15–22 мкм длиной, 7–8 мкм шириной (рис. 2, Б). Гаметангии не отмечены. Спорофиты (*Chantransia*-стадия) не были обнаружены.

T. hispida характеризуется широкими вариациями морфологических признаков. Наши образцы соответствуют протологу и более поздним подробным описаниям этого вида [1, 12, 15, 16].

Локальное распространение *T. hispida*. Первые зафиксированные находки *T. hispida* на территории

Московской области относятся к началу XX века, где этот вид встречался спорадически. *T. hispida* был зарегистрирован на территории Одинцовского, Орехово-Зуевского, Павлово-Посадского и Дмитровского районов. После этого вид длительное время (в течение нескольких десятилетий) не выявлялся в Московской области [10].

Нами *T. hispida* был выявлен в сентябре 2004 г. в реке Москве на территории города Москвы (Воробьевы горы, рядом с Андреевским мостом, 55°42'49.3"N, 37°34'41.2"E). Талломы были обнаружены на обоих берегах реки на находящихся в воде бетонных конструкциях моста и парапетах. Они также присутствовали на камнях и различных железных предметах, встречающихся на дне реки. Большая часть талломов развивалась на глубине 10–40 см. Талломы, растущие ближе к поверхности воды, периодически обнажались в результате действия волн.

Максимальная плотность произрастания талломов *T. hispida* (до 30 экземпляров на м²) была

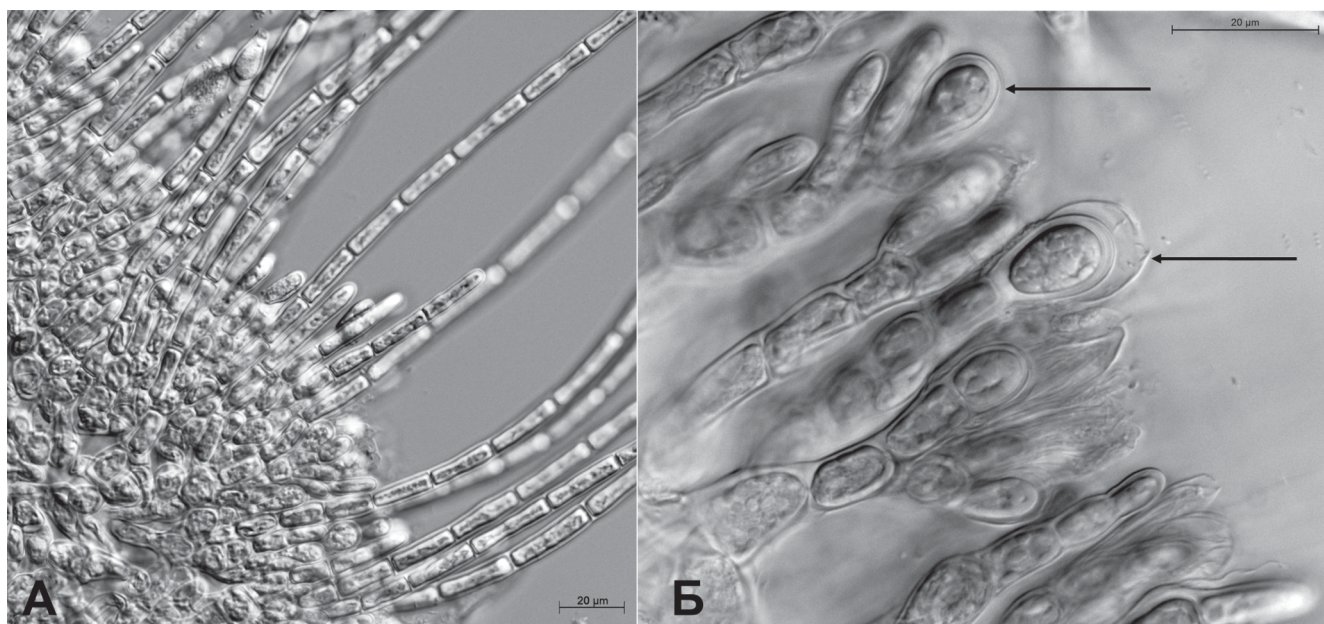


Рис. 2. Детали строения гаметофита *T. hispida*. А — короткие и длинные ассимиляционные нити; Б — короткие ассимиляционные нити с моноспорангиями (показаны стрелками)

отмечена вблизи Андреевского моста, на каменистых поверхностях, на глубине 15–30 см. Интересно, что популяция была локальной; выше и ниже по течению от этого места, по обоим берегам, талломы встречались реже, и спустя 200–300 м водоросль обнаружить не удалось. Популяция *T. hispida* отмечалась ежегодно в районе Андреевского моста и в последующие годы, но талломы были меньшими по размеру и их количество было ниже по сравнению с 2004 г. Летом 2011 г. этот вид был обнаружен в реке Москве на территории Московской области (намного выше по течению, примерно в 50 км от города Москвы, 55°42′05.8″N, 36°43′17.4″E) в районе Звенигородской биологической станции МГУ.

Таким образом, в реке Москве выявлена неустойчивая встречаемость *T. hispida*, так как в течение нескольких десятилетий этот вид в данном водотоке не был отмечен. Подобные ситуации упоминаются и в других исследованиях. Например, на Британских островах популяция *T. hispida* была зарегистрирована в 1989 г., спустя 140 лет после предыдущего наблюдения [14]. В реках Сербии *T. hispida* стал регулярно отмечаться с 1996 г., после 87 лет с последней подтвержденной находки [7]. Для *T. okadae* Yamada (другой вид рода *Thorea*) в Японии указывается, что водоросль была обнаружена после почти десятилетнего ее полного отсутствия [17].

С одной стороны, периодичность встречаемости популяции *T. hispida* может быть объяснена фрагментарностью ареала, где обитает вид. С другой стороны, это может быть связано с некоторыми особенностями жизненного цикла *T. hispida*, а именно, способностью вида сохраняться на стадии трудно идентифицируемого спорофита в течение длительного времени [13]. Спорофит является микроскопи-

ческим, развивается в виде маленьких (несколько миллиметров) подушковидных дерновинок, состоящих из разветвленных однорядных нитей; стадия спорофита морфологически соответствует роду *Chantransia*, и обычно говорят о *Chantransia*-стадии. Известно, что гаметофит *T. hispida* начинает развиваться непосредственно на спорофите из апикальной клетки после редукционного деления [18]. Возможно, для успешного чередования поколений необходимы определенные условия окружающей среды. Например, в культуре было обнаружено, что сочетание повышения температуры (до 20°C) и низкой интенсивности освещения стимулирует развитие макроскопических гаметофитов из *Chantransia*-стадии водоросли [18–20].

Охранный статус *T. hispida*. В целом разнообразие пресноводных красных водорослей в городе Москве и Московской области мало изучено. *T. hispida* является одним из пяти видов пресноводных водорослей, включенных в Красную книгу РФ [11]. Вид имеет статус “2а”, т.е. таксон, сокращающийся в численности в результате изменений условий существования и разрушения местообитаний. Как упоминалось выше, *T. hispida* был обнаружен в начале XX века в нескольких районах Московской области, но после этого длительное время не встречался. В 2004 г. *T. hispida* был выявлен в реке Москве (через 74 г. со времени последней находки) в пределах города Москвы. В 2011 г. талломы *T. hispida* были отмечены в реке Москве в Одинцовском районе Московской области (на Звенигородской биологической станции МГУ).

Следует отметить, что часто причиной исчезновения и редких находок *T. hispida* указывается антропогенное загрязнение воды. Некоторые авторы считают, что *T. hispida* предпочитает развиваться в олиготрофных водах и может считаться

индикатором чистоты водоема [7, 11, 14]. В то же время другие авторы сообщают о находках *T. hispida* в богатых питательными веществами (эвтрофных) водоемах [16, 21]. Детальная физическая, химическая и гидроморфологическая характеристика мест обитания *T. hispida* в Италии была представлена в работе Большаги и соавторов [13]. Авторы выявили, что *T. hispida* предпочитает развиваться в условиях со сравнительно высокими уровнями азота (до 9,4 мг/л) и фосфора (до 173 мг/л), электропроводности (до 660 мкСм/см), а также высокой мутности воды. Для развития вида предпочтительна высокая скорость течения воды (0,1–1,0 м/с), при этом показатели температуры (5,1°C – 26,2°C) и pH среды (7,1–8,6) могут сильно варьировать [13]. В результате авторы сделали вывод, что, во-первых, вид некорректно считать чувствительным к загрязнению воды, так как он предпочитает развиваться в водотоках с высокой доступностью питательных

веществ, а во-вторых, *T. hispida* не является видом, которому грозит исчезновение.

Наши данные согласуются с мнением коллег в том, что “редкость” *T. hispida* может быть объяснена, прежде всего, особенностями жизненного цикла вида и ограниченной доступностью мест колонизации. При отсутствии резких изменений условий обитания можно ожидать, что *T. hispida* останется постоянным обитателем реки Москвы. Однако для выяснения распространения и встречаемости этого вида в водотоках Московской области и в целом на территории России необходимо проведение дальнейших исследований.

Работа выполнена в рамках Государственного задания, части 2 п. 01 10 (тема № AAAA-A16-116021660085-8). Работа, связанная с проведением морфологических исследований (Георгиев А.А., Чудаев Д.А.), выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-50-00029).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. AlgaeBase [Электронный ресурс]. 2017. URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения: 29.10.2017).
2. Temniskova D., Stoyneva M.P., Kirjakov I.K. Red List of the Bulgarian algae. I. Macroalgae // Phytol. Balcan. 2008. Vol. 14. N 2. P. 193–206.
3. Hindak F., Hindakova A. Red list of cyanophytes and algae of Slovakia // Red list of plants and animals of Slovakia / Eds. D. Balaz, K. Marhold, and P. Urban. Ochrana Prirody, 2001. P. 14–22.
4. Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands // Schriftenreihe für Vegetationskunde / Eds. G. Ludwig and M. Schnittler. Landwirtschaftsverlag, 1996. P. 1–277.
5. Vitonytė I. First record of red algae *Thorea hispida* in Lithuanian freshwaters // Bot. Lith. 2011. Vol. 17. N 4. P. 165–175.
6. Sieminska J. Red list of algae in Poland // Red List of plants and fungi in Poland / Eds. Z. Mirek, K. Zarzycki, W. Wojewoda, and Z. Szeląg. Kraków: Polish Academy of Science, 2006. P. 37–52.
7. Simić S., Pantović N. Observation on the rare algae *Thorea hispida* (Thore) Desvaux (Rhodophyta) from Serbia // Cryptogamie: Algol. 2010. Vol. 31. N 3. P. 343–353.
8. Догадина Т.В., Громакова А.Б., Горбулин О.С. Новая находка представителя *Rhodophyta* из р. Северский Донец (Украина) // Альгология. 2009. Т. 19. № 3 С. 313–317.
9. IUCN Red List of Threatened Species [Электронный ресурс]. 2017. URL: <http://www.iucnredlist.org> (дата обращения: 29.10.2017).
10. Усачёва И.С. Водоросли водоемов Московской области. Основы изучения видового разнообразия. М.: ИВП РАН, 2002. 140 с.
11. Белякова Г.А. Торея реснитчатая [Электронный ресурс] // Красная книга Российской Федерации 2017. URL: <https://cicon.ru/toreya-resnitchataya.html> (дата обращения: 29.10.2017).
12. Sheath R.G., Vis M.L., Cole K.M. Distribution and systematics of the freshwater red algal family *Thoreaceae* in North America // Eur. J. Phycol. 1993. Vol. 28. N 4. P. 231–241.
13. Bolpagni R., Amadio C., Johnston E.T., Racchetti E. New physical and chemical perspectives on the ecology of *Thorea hispida* (Thoreaceae) // J. Limnol. 2015. Vol. 74. N 2. P. 294–301.
14. John D.M., Johnson L.R., Moore J.A. Observations on *Thorea ramosissima* Bory (Batrachospermales, Thoreaceae), a freshwater red alga rarely recorded in the British Isles // Brit. Phycol. J. 1989. Vol. 24. N 1. P. 99–102.
15. Simić S.B., Đorđević N.B., Vasiljević B.M. New Record of Red Alga *Thorea hispida* (Thore) Desvaux (Rhodophyta) in the River Sava (Sremska Mitrovica, Serbia) // Water Resour. Manag. 2014. Vol. 4. N 1. P. 47–52.
16. Carmona J.J., Necchi O., Jr. Systematics and distribution of *Thorea* (Thoreaceae, Rhodophyta) from central Mexico and south-eastern Brazil // Phycol. Res. 2001. Vol. 49. N 3. P. 231–239.
17. Sato H., Yokoyama T., Madono K., Tsuji M., Mizuno M., Uodome T., Senoo Y., Sugino N., Nagano M., Mitsuhashi H., Asami K., Michioku K., Harada H. Occurrence patterns of the gametophyte of *Thorea okadae* (Rhodophyta) in the Yasumuro River, Kamigori, Hyogo Prefecture, Japan, with special reference to variations in river-water discharge // Jpn J. Limnol. 2006. Vol. 67. N 2. P. 127–133.
18. Necchi O., Jr., Carmona J.J. Somatic meiosis and development of the juvenile gametophyte in members of the Batrachospermales sensu lato (Rhodophyta) // Phycologia. 2002. Vol. 41. N 4. P. 340–347.
19. Necchi O., Jr., Oliveira M.C. Phylogenetic affinities of “Chantransia” stages in members of the Batrachospermales and Thoreales (Rhodophyta) // J. Phycol. 2011. Vol. 47. N 3. P. 680–686.
20. Swale E.M.F. The development and growth of *Thorea ramosissima* Bory // Ann. Bot. 1962. Vol. 26. N 1. P. 105–116.
21. Eloranta P., Kwandrans J. Indicator value of freshwater red algae in running waters for water quality assessment // Oceanol. Hydrobiol. St. 2004. Vol. 33. N 1. P. 47–54.

Поступила в редакцию
17.11.2017

Принята в печать
15.12.2017

MYCOLOGY AND ALGOLOGY

NEW RECORD OF RED ALGA *THOREA HISPIDA* (THORE) DESV. (RHODOPHYTA) IN THE MOSKVA RIVER

A.A. Georgiev, G.A. Belyakova, D.A. Chudaev, M.L. Georgieva, M.A. Gololobova*

*Department of Mycology and Algology, School of Biology,
Lomonosov Moscow State University, Leninskiye gory 1–12, Moscow, 119234, Russia
e-mail: semga2001@yandex.ru

In Moscow Oblast *Thorea hispida* (Thore) Desv. was first time recorded at the beginning of the 20th century. Subsequently *T. hispida* was found in the Moskva River within the territory of Moscow City in 2004 where it still occurs. This species is included in the Red List of Russia, the Red List of Moscow Oblast and in the Red Lists of some European countries. In this paper authors present new data on the distribution of *T. hispida* in the Moskva River and discuss some problems concerning the morphology and conservation status of this species.

Keywords: *Thorea hispida*, red algae, Rhodophyta, morphology, conservation status of species, Moskva River, Red List

Сведения об авторах

Георгиев Антон Александрович — канд. биол. наук, доц. кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-54-82; e-mail: semga2001@yandex.ru

Белякова Галина Алексеевна — канд. биол. наук, доц. кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-49; e-mail: adm-odo@yandex.ru

Чудаев Дмитрий Алексеевич — канд. биол. наук, науч. сотр. кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-64; e-mail: chudaev@list.ru

Георгиева Марина Леонидовна — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-54-82; e-mail: i-marina@yandex.ru

Гололобова Мария Александровна — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-27-64; e-mail: gololobovama@mail.ru