
ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

УДК 581.91/268.46

МАКРОВОДОРОСЛИ УНСКОЙ ГУБЫ БЕЛОГО МОРЯ

© 2024 г. Т. А. Михайлова¹, * (ORCID: 0000-0002-4740-0437),
В. В. Халаман² (ORCID: 0000-0001-5426-0607),
П. А. Футоран³ (ORCID: 0000-0001-5576-4540), Н. В. Усов² (ORCID: 0000-0001-5093-5603),
Д. А. Аристов² (ORCID: 0000-0001-5271-9568),
В. С. Вишняков⁴ (ORCID: 0000-0003-3807-2221),
Р. Е. Романов¹ (ORCID: 0000-0002-6137-3586)

¹Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, 197022 Россия

²Зоологический институт (ЗИН) РАН, Санкт-Петербург, 199034 Россия

³ФГБУ “Национальный парк “Кенозерский”, Архангельск, 163069 Россия

⁴Институт биологии внутренних вод (ИБВВ) им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 152742 Россия

*e-mail: TMikhaylova@binran.ru

Поступила в редакцию 0.01.2024 г.

После доработки 13.02.2024 г.

Принята к публикации 20.03.2024 г.

Представлены результаты выполненного в 2022–2023 гг. исследования флоры водорослей Унской губы Белого моря. Обобщенный по оригинальным и литературным данным список макрофитов включает 94 вида: Chlorophyta – 26 видов, Rhodophyta – 34, Phaeophyceae – 30, два вида Xanthophyceae и по одному виду Charophyceae и Cyanophyta. Из них 46 видов – новые для района, 4 – новые для Белого моря и 2 – новые для флоры России. В направлении от мористой к кутовой части Унской губы береговой сток обеспечивает значительное опреснение и повышение мутности воды, вызывая резкое обеднение видового состава водорослей.

Ключевые слова: водоросли-макрофиты, флора, Белое море, Двинский залив, опреснение

DOI: 10.31857/S0134347524040069

Несмотря на давнюю историю изучения флоры водорослей Белого моря (Зинова, 1928, 1929б; Возжинская, 1980) далеко не все его участки исследованы достаточно полно. Наиболее детально изучена альгофлора окрестностей биологических стационаров, большинство из которых расположено в Кандалакшском заливе (Нинбург, Шошина, 1986; Смирнова, Михайлова, 2013; Garbary, Tarakhovskaya, 2013). Унская губа, расположенная в центральной части Летнего берега Двинского залива, изучена слабо. Согласно первым сведениям о водорослях Унской губы, полученным летом 1916–1917 гг. (Зинова, 1928, 1929б), здесь обнаружено 40 видов, из них 5 видов Chlorophyta, 19 – Rhodophyta и 16 – Phaeophyceae. Эти сборы были проведены на небольшом участке в районе поселка Пертоминск. В 2021–2022 гг. на основании сборов по всему периметру Унской губы список был

дополнен восьмью видами (Мосеев и др., 2021; Махнович, Мосеев, 2022).

Настоящее исследование предполагает на основе обобщения литературных и оригинальных данных уточнить состав флоры макрОВОДОРОСЛЕЙ Унской губы и выявить особенности их распределения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Унская губа, глубоко вдающаяся в материк на Онежском полуострове (рис. 1а), мелководная с пологими берегами, глубина не превышает 7–10 м. Грунт представлен средне- и мелкозернистыми песками, в кутах бухт – заиленным песком, в районах мысов встречается галечный и, реже, валунный грунт. Губа характеризуется значительным опреснением даже в мористой своей части: в горле губы соленость колеблется

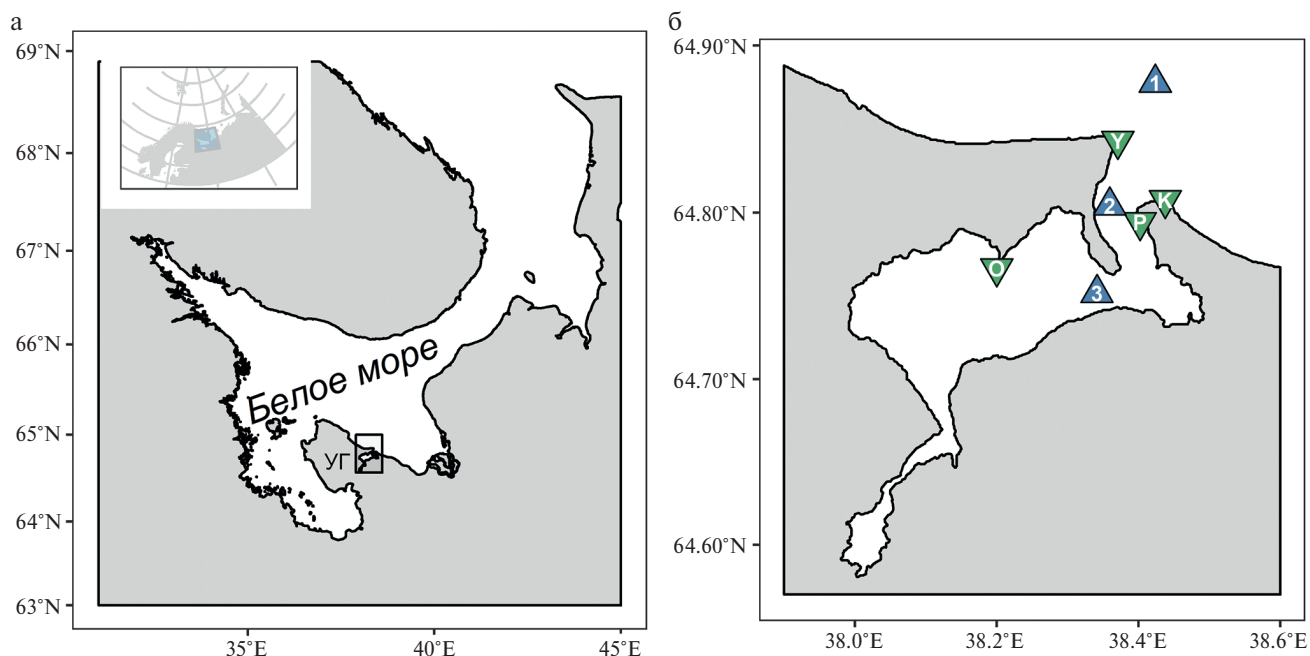


Рис. 1. Карта района исследования: Белое море (а), Унская губа (б). Условные обозначения: 1–3 – гидрологические станции, УГ – Унская губа, У – мыс Яреньгский Рог, К – мыс Красногорский Рог, Р – п. Пертоминск, О – мыс Острый Наволок.

от 17–20‰ весной до 24–26‰ зимой (Чугайнова, 2007).

Сбор материала проводили 18–21 июня 2022 г. и 17–19 июля 2023 г. в рамках двух морских экспедиций на научно-исследовательском судне “Профессор Владимир Кузнецов” – Центре коллективного пользования “Морские экспедиции” ЗИН РАН.

Гидрологические измерения выполняли на трех станциях: у входного буя в губу, в районе п. Пертоминск и в центральной части губы (рис. 1б). Температуру и соленость воды измеряли с помощью автоматического зонда MIDAS CTD+ (Valeport Ltd., UK), мутность воды – с помощью автоматического зонда Cyclops-6 multi-sensor platform (Turner Designs, USA). Соленость воды у мыса Острый Наволок измеряли прибором WTW – Conductivity portable meter ProfiLine Cond 3110 (Xylem Analytics).

Водоросли собирали в районе поселка Пертоминск (64°47' N, 38°23' E) и у мыса Острый Наволок (64°46' N, 38°12' E). В районе Пертоминска, включая мыс Яреньгский Рог (рис. 1б), сборы выполняли с берега; в сублиторали напротив мыса Красногорский Рог сбор осуществляли водолазным способом в диапазоне глубин 1.5–5 м. У мыса Острый Наволок (рис. 1б)

сборы выполняли в отлив с берега в верхней сублиторали (до глубины 0.7 м) и на литорали. Всего собрано 55 качественных проб.

Первичное определение видового состава выполняли на Беломорской биологической станции ЗИН с использованием микроскопов Микромед MC-5-ZOOM LED и Levenhuk D670T. Камеральную обработку трудно определяемых видов проводили в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН (БИН РАН) на базе Центра коллективного пользования научным оборудованием “Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов” с использованием микроскопа Axio Imager.A2. Более ста высушенных образцов, относящихся к 55 видам, инсерированы в Гербарий водорослей БИН РАН (акроним коллекции – LE).

Для сравнения флористических списков разных районов Белого моря использовали коэффициент сходства Сьеренсена (Magurran, 1988).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В 2022–2023 гг. опреснение наблюдалось в направлении от мористой части Унской губы к ее центру, где в июне 2022 г. зарегистрирована минимальная соленость 13.6‰ (табл. 1). В том же направлении происходило значительное

Таблица 1. Гидрологические характеристики (min–max) на глубинах до 5 м, полученные в 2022–2023 гг. в Унской губе

Гидрологические станции	Показатели и время измерения					
	Температура, °C		Соленость, ‰		Мутность, ЕМФ	
	июнь 2022	июль 2023	июнь 2022	июль 2023	июнь 2022	июль 2023
1	9.6–9.7	7.9–14.5	24.5–24.6	24.6–26.2	1.5–1.6	1.5–1.8
2	12.5–12.7	13.3–14	17.5–20	24.5–24.8	4.8–5.0	1.9–4.0
3	13.9–14.1	16.1–16.3	16.5–17	23.2–23.5	8.7–11.9	2.9–4.8
Мыс Острый Наволоок			13.6	19.0		

повышение мутности воды, особенно во время весеннего паводка (июнь 2022 г.): от 1.5 до 11.9 единиц мутности по формазину (ЕМФ) (табл. 1). В период исследования обнаружены 83 вида водорослей, в том числе Chlorophyta – 25 видов, Rhodophyta – 29, Phaeophyceae – 26 и по одному виду Xanthophyceae, Charophyceae и Cyanophyta.

Ниже приведен аннотированный список обнаруженных водорослей. В пределах крупных таксономических групп виды расположены в алфавитном порядке; * – виды, впервые зарегистрированные для Унской губы, ** – впервые отмеченные в Белом море, *** – впервые отмеченные для флоры России. Аннотация к видам включает краткое описание основных таксономических признаков и особенностей (при необходимости); указание хозяина для эпи- и эндофитов; указание места сбора (П – Пертоминск, ОН – мыс Острый Наволок) и после двоеточия – откуда собран вид: литораль (л), сублитораль (с), обрастание (о), плавающие (п) и выбросы (в); для сублиторальных находок (при необходимости) в скобках указывается глубина, на которой обнаружен вид; подчеркнутыми цифрами обозначены ранее опубликованные находки вида в Унской губе: 1 – Зинова (1928), 2 – Зинова (19296), 3 – Мосеев и др. (2021), 4 – Махнович, Мосеев (2022). Некоторые позиции в аннотации могут отсутствовать.

Chlorophyta (25 видов)

**Acrosiphonia arcta* (Dillwyn) Gain 1912; П: п.

**Acrosiphonia flagellata* Kjellman 1893; П: о, п.

Acrosiphonia incurva Kjellman 1893; П: п, в; 4.

**Acrosiphonia sonderi* (Kützinger) Kornmann 1962; П: п.

***Blastophysa rhizopus* Reinke 1889; микроскопический эндофит в медуллярном слое *Coccotylus*

brodiei, клетки 23–120 мкм длины и 10–25 мкм ширины; П: с (2–4 м).

**Blidingia chadefaudii* (Feldmann) Bliding 1963; слоевище трубчатое, однослойное, внутренние оболочки клеток утолщенные (15–20 мкм); П: о.

**Blidingia minima* (Nägeli ex Kützinger) Kylin 1947; слоевище трубчатое, однослойное, внутренние оболочки клеток не утолщенные (3–5 мкм); П: л.

Chaetomorpha melagonium (F. Weber et D. Mohr) Kützinger 1845; П: с (2–4 м), п, ОН: л, с; 1.

**Chaetomorpha tortuosa* (Dillwyn) Kleen 1849; П: п, ОН: л, с.

Cladophora sericea (Hudson) Kützinger 1843; П: п, ОН: л, с; 4.

**Derbesia marina* (Lyngbye) Solier 1846; П: с (2.5–3 м), ОН: л.

**Epicladia flustrae* Reinke 1889; микроскопический эпифит *Ceramium virgatum* и *Chorda filum*; П: п, ОН: л, с.

**Percursaria percursa* (C. Agardh) Rosenvinge 1893; ОН: с.

Rama rupestris (Linnaeus) Boedeker, M.J. Wynne et Zuccarello 2023; П: л, п; 1, 4.

Rhizoclonium riparium (Roth) Harvey 1849; П: л, п, ОН: л, с; 1.

Spongomorpha aeruginosa (Linnaeus) Hoek 1963; П: о, п, в; 4.

***Syncoryne reinkei* R. Nielsen et P.M. Pedersen 1977; микроскопический эпифит *Chorda filum*; П: о.

**Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret 1863; П: л, о, ОН: л, с.

**Ulothrix implexa* (Kützinger) Kützinger 1849; П: л, ОН: л.

- Ulva prolifera* O.F. Müller 1778; П: л, с (до 4 м), о, п, в, ОН: л, с; 3.
- **Ulvaria obscura* (Kützinger) Gayral ex Bliding 1969; П: п.
- ***Ulvella lens* P. Crouan et H. Crouan 1859; микроскопический эпифит пластины *Laminaria digitata*, П: с (2 м).
- ***Ulvella ramosa* (N.L. Gardner) R. Nielsen, C.J. O'Kelly et B. Wysor 2013; микроскопический эндофит в медуллярном слое *Coccotylus brodiei*, П: с (1.5–3 м).
- **Ulvella repens* (Pringsheim) R. Nielsen, C.J. O'Kelly et B. Wysor 2013; микроскопический эпи-эндофит *Coccotylus brodiei*, П: с (2–3 м).
- Urospora penicilliformis* (Roth) Areschoug 1874; П: л; 1. Rhodophyta (29 видов)
- **Acrochaetium parvulum* (Kylin) Hoyt 1920; микроскопический эпифит *Cladophora sericea*; П: п.
- **Acrochaetium secundatum* (Lyngbye) Nägeli 1858; микроскопический эпифит *Ahnfeltia plicata*; П: в.
- Ahnfeltia plicata* (Hudson) E.M. Fries 1836; П: с (1.5–4 м), п, в, ОН: с; 2, 4.
- **Ceramium deslongchampsii* Chauvin ex Duby 1830; П: с (2 м).
- **Ceramium virgatum* Roth 1797; П: л, с (до 5 м), п, в.
- Chondrus crispus* Stackhouse 1797; эпифитная карликовая форма на *Coccotylus brodiei*, длина слоевищ 10–15 мм, ширина ветвей 0.5–1 мм, толщина ветвей до 0.3 мм, коровой слой образован короткими дихотомически разветвленными нитями; П: с (2–3 м); 2.
- **Choreocolax polysiphoniae* Reinsch 1875; микроскопический эпифит *Vertebrata fucoides* и *Savoiea arctica*; П: с (2–3 м), ОН: с.
- **Chroodactylon ornatum* (C. Agardh) Basson 1979; ОН: л.
- Coccotylus brodiei* (Turner) Kützinger 1843; П: с (2–5 м), п, в; 2.
- **Coccotylus hartzii* (Rosenvinge) Le Gall et G.W. Saunders 2010; эпи-эндофит *Coccotylus brodiei* и *C. truncatus*; П: с (2–4 м), в.
- Coccotylus truncatus* (Pallas) M.J. Wynne et J.N. Heine 1992; П: с (5 м), п, в; 2.
- Cystoclonium purpureum* (Hudson) Batters 1902; П: с (1.5–5 м), п, в; 2.
- **Dumontia contorta* (S.G. Gmelin) Ruprecht 1850; П: в.
- Grania efflorescens* (J. Agardh) Kylin 1944; П: с (3.5–4 м); 2.
- **Haemescharia hennedyi* (Harvey) K.L. Vinogradova et Yacovleva 1989; П: с (2–4 м).
- **Harveyella mirabilis* (Reinsch) F. Schmitz et Reinke 1889; на *Rhodomela confervoides*; П: с (3.5–4 м).
- **Hildenbrandia rubra* (Sommerfelt) Meneghini 1841; П: с (2–3 м), ОН: (с).
- Meiodiscus spetsbergensis* (Kjellman) G.W. Saunders et McLachlan 1991; на *Rhodomela lycopodioides*; П: п; 2.
- Odonthalia dentata* (Linnaeus) Lyngbye 1819; П: с (2–5 м); 2.
- Palmaria palmata* (Linnaeus) F. Weber et D. Mohr 1805; П: п, в; 2.
- Phycodrys rubens* (Linnaeus) Batters 1902; П: с (3.5–4 м); 2.
- **Polysiphonia stricta* (Mertens ex Dillwyn) Greville 1824; П: л, с (1.5–4 м), п, в.
- Ptilota gunneri* P.C. Silva, Maggs et L.M. Irvine 1993; П: с (3.5–4 м), в; 2.
- Rhodochorton purpureum* (Lightfoot) Rosenvinge 1900; микроскопический эпифит *Coccotylus brodiei*; П: с (3.5–4 м); 2.
- **Rhodomela confervoides* (Hudson) P.C. Silva 1952; П: с (2–4 м), п, в.
- Rhodomela lycopodioides* (Linnaeus) C. Agardh 1822; П: с (1.5–2 м), п; 2.
- **Savoiea arctica* (J. Agardh) M.J. Wynne 2018; П: с (2 м), п.
- **Scagelia pylaisaei* (Montagne) M.J. Wynne 1985; ОН: с.
- Vertebrata fucoides* (Hudson) Kuntze 1891; П: л, с (2–5 м), п, в, ОН: л, с; 2.
- Heterokontophyta, Phaeophyceae (26 видов)
- Battersia arctica* (Harvey) Draisma, Prud'homme et H. Kawai 2010; П: л, с (2–5 м), о, п, в, ОН: л, с; 1.
- **Chaetopteris plumosa* (Lyngbye) Kützinger 1843; П: с (2–3 м).

Chorda filum (Linnaeus) Stackhouse 1797; П: л, с (до 5 м), о, п, ОН: л, с; 4.

Chordaria flagelliformis (O.F. Müller) C. Agardh 1817; П: л, с (до 4 м), п; 1.

**Desmarestia aculeata* (Linnaeus) J.V. Lamouroux 1813; П: в.

**Desmarestia viridis* (O.F. Müller) J.V. Lamouroux 1813; П: с (4.5–5 м).

**Dictyosiphon chordaria* Areschoug 1847; П: с (1.5–2 м).

Dictyosiphon foeniculaceus (Hudson) Greville 1830; П: с (1.5–4 м), п, в, ОН: с; 1.

Ectocarpus fasciculatus Harvey 1841; П: с (2–3 м); 1.

Ectocarpus siliculosus (Dillwyn) Lyngbye 1819; П: л, с (до 5 м), о, п, в, ОН: л, с; 1.

Elachista fucicola (Velley) Areschoug 1842; эпифит *Fucus vesiculosus* и *F. serratus*; П: л, с (до 2 м), ОН: с; 1.

**Eudesme virescens* (Carmichael ex Berkeley) J. Agardh 1882; П: в.

Fucus distichus Linnaeus 1767; П: с (1.5–2 м); 3, 4.

Fucus serratus Linnaeus 1753; П: с (1.5–2 м), п; 1, 3, 4.

Fucus vesiculosus Linnaeus 1753; П: с (до 5 м), п, ОН: л, с; 1, 3, 4.

**Halosiphon tomentosum* (Lyngbye) Jaasund 1957; П: с (3.5–4 м), п.

Laminaria digitata (Hudson) J.V. Lamouroux 1813; П: с (2–4 м), п, в; 1, 4.

**Petalonia fascia* (O.F. Müller) Kuntze 1898; П: л, с (до 2 м), п.

**Protohalopteris radicans* (Dillwyn) Draisma, Prud'homme et H. Kawai 2010; П: п.

**Pseudolithoderma subextensum* (Waern) S. Lund 1959; П: с (до 5 м), ОН: л.

**Punctaria plantaginea* (Roth) Greville 1830; на *Fucus distichus*; П: с (1.5–2 м).

Pyraliella littoralis (Linnaeus) Kjellman 1872; П: л, с (1.5–2 м), о, п, ОН: л, с; 1.

**Ralfsia fungiformis* (Gunnerus) Setchell et N.L. Gardner 1924; ОН: л.

Saccharina latissima (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl et G.W. Saunders 2006; П: с (1.5–4 м), в; 1, 4.

Spongonema tomentosum (Hudson) Kützing 1849; П: с (1.5–2 м), ОН: с; 1.

Stictyosiphon tortilis (Gobi) Areschoug ex Reinke 1889; П: с (4.5–5 м), п, в, ОН: с; 1.

Heterokontophyta, Xanthophyceae (1 вид)

****Vaucheria vipera* Blum 1960; ОН: л.

Charophyta, Charophyceae (1 вид)

****Tolypella* sp. (aff. *Tolypella normaniana* (Nordstedt) Nordstedt 1868); ОН: л.

Cyanophyta (1 вид)

**Rivularia atra* Roth ex Bornet et Flahault 1886; ОН: л.

Среди найденных видов 58 произрастали в сублиторали, 33 — в литоральной зоне, 20 встречались в обеих зонах. Происхождение 7 видов неопределенно, поскольку они были выявлены либо из оторванных от субстрата и свободно плавающих масс, либо из штормовых выбросов.

В мористой части Унской губы отмечены 23 вида Chlorophyta, 27 — Rhodophyta и 25 — Phaeophyceae. Литораль песчаная, растительность на ней не выражена, видовой состав водорослей беден. В сублиторальной зоне наиболее массовыми являются *Fucus vesiculosus*, *Chorda filum*, *Laminaria digitata*, *Saccharina latissima*, *Coccotylus brodiei* и *Cystoclonium purpureum*.

В более опресненной центральной части губы отмечены 10 видов Chlorophyta, 6 — Rhodophyta, 11 — Phaeophyceae и по одному виду Xanthophyceae, Charophyceae и Cyanophyta. В среднем и нижнем горизонтах литорали и в верхней сублиторали наиболее массово представлены *F. vesiculosus*, *Vertebrata fucoides*, *Ectocarpus siliculosus* и *Cladophora sericea*.

В результате проведенных в 2022–2023 гг. исследований выявлены 46 новых для района видов: Chlorophyta (17 видов), Rhodophyta (15), Phaeophyceae (11) и по одному виду Xanthophyceae, Charophyceae и Cyanophyta. Среди них *Blastophysa rhizopus*, *Syncoryne reinkei*, *Ulvella lens* и *U. ramosa* являются новыми для Белого моря, *Vaucheria vipera* и aff. *Tolypella normaniana* — новыми для флоры России.

Обобщенный по литературным и оригинальным данным список водорослей Унской губы Белого моря включает 94 вида: Chlorophyta (26 видов),

Rhodophyta (34), Phaeophyceae (30), Xanthophyceae (2), Charophyceae (1) и Cyanophyta (1).

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ вертикального распределения водорослей показал, что сублиторальная флора Унской губы значительно богаче литоральной. Это можно объяснить крайним дефицитом твердого субстрата в литоральной зоне, особенно в верхнем и среднем горизонтах.

Согласно результатам нашего исследования, в направлении от мористой к центральной части Унской губы видовое богатство водорослей значительно сокращалось (в 2.5 раза). Наиболее сильное обеднение видового состава (в 4.5 раза) отмечено в группе красных водорослей. По-видимому, это связано, главным образом, с резким понижением солености, но немаловажное значение имеет и снижение прозрачности воды.

В опресненных условиях центральной части Унской губы наиболее массово представлены 4 вида водорослей. Все они известны своей устойчивостью к пониженной солености. Так, *Vertebrata fucoides* встречается в Балтийском море в районе Калининграда (Володина, 2019; Nielsen et al., 1995), где соленость составляет 7–9‰, в опресненном Финском заливе обитает *Ectocarpus siliculosus* (Nielsen et al., 1995), а *Fucus vesiculosus* отмечен даже в его восточной части, где соленость снижается до 3‰ (Ковальчук, 2007; Nielsen et al., 1995). В опресненных участках Белого моря и Мурманского побережья Баренцева моря часто встречается *Cladophora sericea* (см.: Виноградова, 1988). Только в центральной части губы отмечены представители беломорской флоры, обитающие преимущественно в условиях опреснения — зеленая нитчатая водоросль *Percursaria percursa*, микроскопическая красная нитчатка *Chroodactylon ornatum*, колонии синезеленой водоросли *Rivularia atra*, а также представители харовых и желтозеленых водорослей.

Вызывает интерес отсутствие в Унской губе кораллиновых водорослей (Rhodophyta, Corallinophycidae). Единственный образец из этой группы *Leptophytum laeve* W.H. Adey 1966 найден на глубине 11 м у входного буя, в районе расположения 1-й гидрологической станции (рис. 16). В Белом море известно 9 представителей этого

подкласса, 5 из которых встречаются в Двинском заливе (Mikhaylova, 2017), но только для 4 видов имеются указания о распространении вдоль берегов залива. Вдоль Зимнего берега Двинского залива отмечен только *Clathromorphum compactum* (Kjellman) Foslie 1898 (см.: Возжинская, 1980), а вдоль Летнего берега указываются также *Boreolithothamnion glaciale* (Kjellman) P.W. Gabrielson, Maneveldt, Hughey et V. Peña 2023; *Corallina officinalis* Linnaeus 1758 и *Phymatolithon purpureum* (P. Crouan et H. Crouan) Woelkerling et L.M. Irvine 1986 (Зинова, 1929a, 1934; Возжинская, 1980). Известно, что распространение представителей этой группы зависит от количества твердого субстрата и уровня седиментации. Отмечено влияние солености на скорость фотосинтеза, рост и кальцификацию красных известковых водорослей. Установлено, что понижение солености до 22‰ приводит к значительному сокращению обилия таких представителей кораллиновых, как *Boreolithothamnion glaciale* и *Clathromorphum* sp. (Schoenrock et al., 2018). Унская губа характеризуется всем комплексом вышеупомянутых негативных факторов, сдерживающих распространение кораллиновых.

В ходе нашего исследования не обнаружены *Monostroma grevillei* (Thuret) Wittrock 1866, *Devaleraea ramentacea* (Linnaeus) Guiry 1982, *Euthora cristata* (C. Agardh) J. Agardh 1847, *Fimbrifolium dichotomum* (Lepechin) G.I. Hansen 1980, *Polyides rotunda* (Hudson) Gaillon 1828, *Ptilota serrata* Kützing 1847, *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis 1863, *Hecatonema terminale* (Kützing) Kylin 1937, *Punctaria tenuissima* (C. Agardh) Greville 1830, *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link 1833, *Vaucheria velutina* C. Agardh 1824 — виды, отмеченные в Унской губе предыдущими исследователями (Зинова, 1928, 1929b; Мосеев и др., 2021; Махнович, Мосеев, 2022). Некоторые из этих видов могли быть упущены в силу низкой встречаемости в сообществах. Однако среди них есть и банальные представители беломорских фитоценозов. Например, такие широко распространенные в Белом море красные водоросли, как *Devaleraea ramentacea*, *Euthora cristata*, *Fimbrifolium dichotomum* и *Polyides rotunda* (Возжинская, 1980; Mikhaylova, 2017), в Унской губе были найдены только сто лет назад (Зинова, 1929b). Характерный для беломорской литорали крупный фукоид *Ascophyllum nodosum*,

распространенный вдоль Зимнего и Летнего берегов Двинского залива (Зинова, 1934; Калугина, 1957; Возжинская, 1980), отмеченный Е.С. Зиновой (1928) и обнаруженный во время недавно проведенного исследования (Махнович, Мосеев, 2022) в мористой части Унской губы (район мыса Красногорский роу), не был найден нами даже в штормовых выбросах. Очевидно, *A. nodosum* сосредоточен только на входе в губу и не заходит вглубь. На распространение этого вида определенно влияет снижение солености. Известно, что в Балтийском море он произрастает только в самых соленых Датских водах (Nielsen et al., 1995).

Водоросли, найденные нами и нашими предшественниками в Унской губе, в подавляющем большинстве являются обычными представителями беломорской флоры. Все 46 впервые отмеченных нами для Белого моря видов относятся к недостаточно изученным в регионе таксономическим (*Xanthophyceae* и *Charophyceae*) и экологическим (микроскопические эпи- и эндофиты) группам. Найденные нами эпи- и эндофиты имеют довольно широкое географическое распространение (Guiry, Guiry, 2024), однако в силу того, что их трудно обнаружить и идентифицировать, они могли остаться незамеченными в ходе предыдущих исследований.

На данном этапе флористическая ревизия для Белого моря завершена только по группе красных водорослей (Mikhaylova, 2017). По другим группам с некоторым допущением и учетом современных таксономических и номенклатурных представлений (Guiry, Guiry, 2024) можно привлечь литературные данные по флоре моря в целом, а также по флоре Кандалакшского и Двинского заливов (Зинова, 1929а, 1934; Калугина, 1957; Возжинская, 1980; Нинбург, Шошина, 1986; Смирнова, Михайлова, 2013; Garbary, Tarakhovskaya, 2013). Согласно этим источникам, флора водорослей Кандалакшского залива включает 105 видов, Летнего берега Двинского залива — 107 и Зимнего берега — 64. По условиям солености и характеру грунтов акватория Зимнего берега Двинского залива наиболее сходна с акваторией Унской губы. Однако коэффициент их флористического сходства низкий (0.58), что определяется более бедным составом флоры Зимнего берега. По количеству видов флора Унской губы сопоставима

с флорами Кандалакшского залива и Летнего берега Двинского залива (коэффициенты сходства 0.73 и 0.72 соответственно). Флора водорослей Белого моря в настоящее время насчитывает 168 видов, поэтому включающая 94 вида флора Унской губы представляется довольно богатой для района с не самыми благоприятными условиями среды.

Большой исторический разрыв (около 100 лет) и различия в результатах первого (Зинова, 1928, 1929б) и последнего (наши данные) исследований водорослей Унской губы побуждают предпринять попытку приблизительной оценки влияния климатических изменений, в частности глобального потепления, на изменение флоры водорослей Белого моря. В этом контексте наибольшее внимание привлекают арктические виды. Однако наша находка в Унской губе арктического эндемика *Savoiea arctica* не подтверждает наличие такого влияния на условия и биоту Белого моря. На наш взгляд, нельзя определенно говорить об изменении во флоре данного района, и тем более уверенно это интерпретировать. Виды, найденные нами в Унской губе впервые, сто лет назад могли просто не встретиться Е.С. Зиновой. Констатация и анализ изменений во флоре водорослей возможны только на основе долговременного мониторинга с изучением не только флоры водорослей, но синтаксонов растительности, и при регулярном измерении гидрологических параметров. В настоящее время мы склонны объяснять выявленные различия недостаточной изученностью района.

Таким образом, в результате проведенного исследования в Унской губе Белого моря выявлен достаточно богатый видовой состав водорослей, отмечены новые виды не только для данного района, но и для Белого моря и морей России в целом. В исследованном районе, характеризующемся дефицитом твердого субстрата и выраженными градиентами солености и мутности воды, по мере изменения этих параметров среды в направлении от мористой к центральной части губы видовое разнообразие водорослей снижается в два с половиной раза.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность капитану и экипажу НИС “Профессор Владимир Кузнецов”, а также к.б.н. Р.М. Гогореву за помощь в сборе материала и К.К. Горину за определение синезеленой водоросли.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа Т.А. Михайловой и Р.Е. Романова выполнена в рамках темы государственного задания Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН № 121021600184-6 “Флора и систематика водорослей, лишайников и мохообразных России и фитогеографически важных регионов мира”. Работа В.В. Халамана, Н.В. Усова и Д.А. Аристова выполнена в рамках темы государственного задания Зоологического института РАН № 122031100283-9 “Динамика структуры и функционирование экосистем Белого моря и сопредельных арктических морей”. Работа В.С. Вишнякова выполнена в рамках темы государственного задания Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН № 121051100099-5 “Разнообразие, структура и функционирование сообществ водорослей и растений континентальных вод”.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В данной работе отсутствуют исследования человека и животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Виноградова К.Л. Род *Cladophora* Kütz. в северных морях СССР // Новости систематики низших растений. 1988. Т. 25. С. 31–38.
- Возжинская В.Б. Видовой состав, распределение и фитогеографическая характеристика донной флоры Белого моря // Донная флора и продукция краевых морей СССР. М.: Наука, 1980. С. 29–62.
- Володина А.А. О находках красной водоросли *Gail-lona rosea* (Roth) Athanasiadis в Российской части юго-восточной Балтики // Морской биол. журнал. 2019. Т. 4. № 2. С. 111–114.
<https://doi.org/10.21072/mbj.2019.04.2.12>
- Зинова Е.С. Водоросли Белого моря. Введение. Зеленые водоросли, Chlorophyceae. Циановые водоросли, Schizophyceae. Бурые водоросли, Phaeophyceae // Тр. Ленингр. об-ва естествоиспытателей. 1928. Т. 58. № 3. С. 4–50.
- Зинова Е.С. Беломорские водоросли и их практическое применение // Тр. института промышленных изысканий. 1929а. Т. 4. С. 3–47.
- Зинова Е.С. Водоросли Белого моря. Красные водоросли или Багрянки, Rhodophyceae // Тр. Ленингр. об-ва естествоиспытателей. 1929б. Т. 59. № 3. С. 3–40.
- Зинова Е.С. Новые обследования водорослей Белого моря по Летнему берегу и их использование // Исслед. морей СССР. 1934. Т. 20. С. 65–85.
- Калугина А.А. Состав и распределение водорослей у Зимнего берега Двинского залива Белого моря // Бот. журн. 1957. Т. 42. № 4. С. 628–634.
- Ковальчук Н.А. Морские макроводоросли // Природная среда и биологическое разнообразие архипелага Березовые острова (Финский залив). СПб.: Ком. по природным ресурсам и охране окружающей среды Ленингр. обл., 2007. С. 229–235.
- Махнович Н.М., Мосеев Д.С. Прибрежные донные сообщества Унской губы Белого моря // Естественные и технические науки. 2022. Т. 1. С. 82–88.
<https://doi.org/10.25633/ETN.2024.01.06>
- Мосеев Д.С., Березина М.О., Махнович Н.М. Сообщества макрофитов приливно-отливной зоны у берегов Онежского полуострова (Белое море) // Морские исследования и образование (MARESEDU-2021): труды X Междунар. науч.-практич. конф. Москва, 25–29 окт., 2021 г. С. 236–240.
- Нинбург Е.А., Шошина Е.В. Флора водорослей и их распределение в кутовой части Кандалакшского залива // Природа и хозяйство Севера. 1986. Т. 14. С. 60–66.
- Смирнова Н.Р., Михайлова Т.А. Морские водоросли-макрофиты, обитающие в районе Морской биологической станции СПбГУ // Вестн. СПбГУ. 2013. Т. 3. № 2. С. 12–22.
- Чугайнова В.А. Результаты сезонных гидрологических и гидрохимических наблюдений в Белом море (по данным 2000–2004 годов) // Материалы отчетной сессии Северного филиала ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ 2003–2004 гг. Архангельск, 2007. С. 261–274.
- Garbary D.J., Tarakhovskaya E.R. Marine macroalgae and associated flowering plants from the Keret Archipelago, White Sea, Russia // Algae. 2013. V. 28. P. 267–280.
<https://doi.org/10.4490/algae.2013.28.3.267>

- Guiry M.D., Guiry G.M.* AlgaeBase. World-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland, 2024. <http://www.algaebase.org>. Accessed February 10, 2024.
- Magurran A.E.* Ecological diversity and its measurement. Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press., 1988. 179 p.
- Mikhaylova T.A.* Checklist of Rhodophyta of the White Sea (the Arctic Ocean) // *Bot. Mar.* 2017. V. 60. № 1. P. 55–65. <https://doi.org/10.1515/bot-2016-0060>
- Nielsen R., Kristiansen A., Mathiesen L., Mathiesen H.* Distributional index of the benthic marine macroalgae of the Baltic Sea area // *Acta Bot. Fenn.* 1995. V. 155. P. 1–70.
- Schoenrock K.M., Bacquet M., Pearce D. et al.* Influences of salinity on the physiology and distribution of the Arctic coralline algae, *Lithothamnion glaciale* (Corallinales, Rhodophyta) // *J. Phycol.* 2018. V. 54. № 5. P. 690–702. <https://doi.org/10.1111/jpy.12774>

A Checklist of Macroalgae from Unskaya Inlet, White Sea

**T. A. Mikhaylova^a, V. V. Khalaman^b, P. A. Futoran^c, N. V. Usov^b, D. A. Aristov^b,
V. S. Vishnyakov^d, R. E. Romanov^a**

^a*Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg 197022, Russia*

^b*Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg 199034, Russia*

^c*Federal State Budgetary Institution “National Park “Kenosersky””, Arkhangelsk 163069, Russia*

^d*Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok 152742, Russia*

This paper presents the results of a study of the macroalgal flora in Unskaya Inlet (White Sea) that was carried out in 2022–2023. The checklist of macrophytes, summarized from original and literature data, comprises 94 species: Chlorophyta, 26; Rhodophyta, 34; Phaeophyceae, 30; Xanthophyceae, 2; Charophyceae, 1; and Cyanophyta, 1. Of these, 46 species are new to the region, 4 new to the White Sea, and 2 new to the flora of Russia. From the offshore part to the head of Unskaya Inlet, the coastal surface runoff leads to significant freshening and increased turbidity of water, thus, causing a sharp depletion of the species composition of algae.

Keywords: macroalgae, flora, White Sea, Dvina Bay, freshening