

Ботаника: Водоросли

К-176 ПРОВ 68

12204

Академия наук СССР

БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени В. Л. КОМАРОВА

ПРОВ 98

ПРОВ 2010

А. А. КАЛУГИНА

ФЛОРА ВОДОРΟΣЛЕЙ БЕЛОГО МОРЯ

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель работы — кандидат биологических наук
А. Д. Зинова-Александрова

Севастопольск
БИБЛИОТЕКА
№ 12204

ЛЕНИНГРАД
1958

А. А. КАЛУГИНА

ФЛОРА ВОДОРΟΣЛЕЙ БЕЛОГО МОРЯ

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель работы — кандидат биологических наук
А. Д. Зинова-Александрова

ЛЕНИНГРАД
1958

Белое море является одним из наиболее богатых промышленными водорослями морей СССР. В нем произрастают такие водоросли, как *Ahnfeltia plicata*, *Laminaria saccharina*, *L. digitata*, *Fucus vesiculosus*, *F. serratus*, *F. inflatus*, *Ascophyllum nodosum* и цветковое растение *Zostera*, образующие обширные подводные заросли. Все эти виды являются основным сырьем для производства агар-агара, маннита, альгина, фукоидина, зостерина и других веществ, имеющих широкое применение в медицине, в текстильной, кожевенной и пищевой промышленности, а также для приготовления искусственных питательных сред. Хорошо известно значение этих водорослей и в сельском хозяйстве.

Сбор и переработка водорослей на Белом море ведется довольно интенсивно. Так, например, на Соловецких островах ежегодно заготавливается до 30—35 т сухой массы анфельции. В значительных количествах заготавливаются также ламинарии и фукусовые.

Водорослевая промышленность с каждым годом требует все большего количества сырья, а заросли наиболее важных видов водорослей с каждым годом уменьшаются, так как заготовка водорослей ведется без учета правил драгировки. Поэтому, чтобы обеспечить промысловые организации сырьем, необходимо наладить строгий учет имеющихся запасов, выявить наличие зарослей водорослей в мало изученных районах Белого моря, вести регулярные наблюдения за естественным возобновлением и биологией отдельных видов, изучить окружающую среду и характер распределения водорослей во всех участках Белого моря. Сведений же по этим вопросам очень мало.

Перед автором настоящей работы была поставлена задача: изучить наличие и характер распределения водорослей в мало изученных районах Белого моря, а также в тех районах, где ведется их интенсивная эксплуатация. Кроме того, изучался видовой состав водорослей, знание которого необходимо для определения характера беломорской флоры, так как этот характер отражает те особенности Белого моря, в условиях

которых развиваются промысловые виды. Эти данные, наряду с изучением биологии промысловых водорослей, помогут решить вопрос о необходимых мероприятиях для наилучшего возобновления зарослей в естественных условиях и, может быть, для создания культурных подводных «полей-огородов».

* * *

Основой для выполнения настоящей работы послужили личные материалы, собранные осенью 1954 г. на о. Соловецком, в 1955 и 1956 гг. на Зимнем берегу, вокруг Соловецких островов и в Кандалакшском заливе, коллекции водорослей, собранные под руководством К. П. Гемп у Поморского берега в 1952 и 1953 гг. и под руководством М. С. Киреевой в районе Соловецких островов и у Лямышского берега в 1952 г. Кроме собственных сборов, автором обработаны 40 глубоководных проб, собранных вместе с зообентосом, в районе Соловецких островов сотрудником Беломорской биологической станции М. Н. Тимаковой. Сбор материала и полевые наблюдения осуществлялись в тесной связи с общими задачами экспедиций Беломорской биологической станции Карельского филиала АН СССР, проводившихся под руководством директора станции З. Г. Паленичко и начальника экспедиций В. М. Надёжина.

Всего было собрано и обработано около 500 проб фитобентоса и более 1000 гербарных листов сухих образцов. В полевых условиях производился учет качественного и количественного состава водорослей и определялась биомасса водорослей в различных пунктах литорали; попутно с изучением альгологического материала велись регулярные гидрологические наблюдения. Обработка собранного материала была осуществлена в лаборатории Беломорской биологической станции Института биологии Карельского филиала АН СССР и в Отделе споровых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР.

В соответствии с задачами исследования, диссертация делится на следующие главы:

- I. Задачи и район исследования.
- II. Краткий обзор литературы.
- III. Общая характеристика Белого моря.
 1. Физико-географический очерк.
 2. Гидрологические условия.
 3. Краткая история развития бассейна Белого моря и его фауны и флоры.

IV. Водоросли Белого моря, их состав и распределение.

1. Введение.
2. Методика исследования.
3. Состав и распределение водорослей вдоль Зимнего берега.
4. Состав и распределение водорослей у Соловецких островов.
5. Данные о составе и распределении водорослей районов Карельского и Поморского берегов.
6. Данные о составе и распределении водорослей вдоль Лямецкого берега.
7. Сезонные изменения.
8. Некоторые особенности беломорской флоры.

V. Систематический список обнаруженных водорослей.

VI. Сводная таблица распространения водорослей Белого моря.

VII. Список использованной литературы.

* * *

Альгологические исследования на Белом море начались с конца XVIII столетия, причем первоначальные сведения были довольно отрывочными. К числу таких исследований относится работа И. И. Лепёхина (1774), в которой описывается всего лишь три вида багрянок.

Первой флористическо-географической сводкой по Белому морю была работа А. Постельса и Ф. Рупрехта (1840), в которой при сопоставлении общих видов Белого, Баренцова, Черного и Каспийского морей авторы дают списки водорослей для Белого моря, насчитывающие 37 видов.

Более ценные сведения о водорослях Белого моря появляются во второй половине XIX и, особенно, в XX столетии в связи с усилением экспедиционных исследований на севере.

Большим событием в изучении флоры Белого моря явилась работа известного русского альголога Х. Гоби (1878), который указывает 76 видов водорослей, дает описания новых видов и форм, приводит анализ беломорской флоры и сопоставление ее с флорами соседних морей. Вскоре после исследований Х. Гоби появляется работа Н. М. Книповича (1891, 1891a), где впервые разбирается закономерность распределения и особенности условий обитания животных организмов и некоторых водорослей в районе Соловецких островов.

Дальнейшие альгологические исследования на Белом море были продолжены Е. С. Зиновой; они особенно широко развернулись после Великой Октябрьской социалистической революции. Ею были проведены всесторонние исследования флоры водорослей с учетом комплекса факторов среды, влияющих на характер распределения водорослей в некоторых районах Белого моря (1916—1934). Всего для Белого моря Е. С. Зиновой указывается 131 вид зеленых, бурых и красных водорослей.

Вслед за работами Е. С. Зиновой появляется ряд исследований, расширивших наши представления о водорослях Белого моря. Так, К. Чуднов (1926) опубликовал данные о водорослях губы Долгой на о. Соловецком. К. М. Дерюгин в замечательной монографии по фауне Белого моря (1928), наряду с изучением гидрологического режима моря, состава фауны и других интереснейших вопросов, при описании отдельных пунктов, станций, зон и биоценозов большое внимание уделяет и водорослям. Е. Гурьянова, И. Закс и И. Ушаков (1925, 1928—1930) затрагивают вопросы, касающиеся закономерностей распределения водорослей в литоральной зоне в зависимости от различных факторов среды. Г. С. Гурвич (1934) дает характеристику распределения водорослей на литорали Бабьей губы. К. И. Мейер в отчете о работе экспедиции Океанографического института (1933) приводит обширный материал по учету запасов промысловых видов водорослей Белого моря, а в флористической сводке (1938) дает список 99 видов водорослей, собранных указанной экспедицией. О. С. Зверева (1938) впервые сообщает интереснейшие данные по биологии промысловой водоросли *Ahnfeltia plicata* (Huds) Fries. Исключительно важное значение в познании особенностей Белого моря, как морского бассейна, имеют работы Е. Ф. Гурьяновой (1945, 1947, 1948, 1949) и В. В. Кузнецова (1948—1949, 1948, 1953).

Большим шагом вперед по изучению флоры водорослей Белого моря явились работы А. Д. Зиновой (1944—1955). Автор приводит для флоры Белого моря 128 видов и 117 форм бурых и красных водорослей и на основе богатого, изученного ею материала впервые дает правильную фитогеографическую характеристику Белого моря.

За последнее десятилетие в альгологической литературе появилось несколько работ, посвященных биологическим вопросам. К ним относится очень интересная и нужная для промысловых хозяйств брошюра К. П. Гемп и З. Г. Паленичко

(1956). Особого внимания также заслуживает статья В. В. Кузнецова (1956) об особенностях роста фукоидов Белого и Баренцова морей.

Важное значение имеет статья Е. Ф. Гурьяновой (1957), в которой автор освещает гидрологический режим и распределение донных организмов в до сих пор еще не исследованном Мезенском заливе.

Различного рода отрывочные указания о водорослях Белого моря встречаются в работах еще многих других авторов, главным образом, зоологов. Кроме того, имеется значительная литература по использованию беломорских водорослей в различных отраслях промышленности и в сельском хозяйстве. Наиболее важные из этих работ приведены в списке использованной литературы.

Наличие довольно значительного количества работ, посвященных водорослям Белого моря, говорит о большом интересе, проявленном к изучению особенностей этого моря не только как морского бассейна, но и в связи с развитием водорослевой промышленности.

* * *

Белое море — полузамкнутый арктический бассейн, соединенный с Баренцовым морем узким неглубоким проливом. В нем ярко сказываются черты континентальности, характерные для моря, глубоко вклинившегося в материк. Летом наблюдается большое прогревание поверхностных слоев воды, зимой же почти вся поверхность покрывается льдом, который держится в течение 6—7 месяцев в году. Море отличается большой мелководностью, пониженной соленостью и прозрачностью воды, хорошей аэрацией водной толщи и ярко выраженной стратификацией гидрологических элементов в большинстве его районов.

Своеобразной особенностью Белого моря является сочетание в нем черт, присущих как арктическим, так и бореальным морям, что обуславливается, с одной стороны, его связью с водами Полярного бассейна, а с другой, более южным географическим положением по сравнению с другими арктическими морями.

* * *

В настоящее время для флоры Белого моря известно 194

вида макрофитов. Количественное соотношение типов водорослей представлено в следующей таблице.¹

Видовой состав водорослей в различных районах моря очень разнообразен и количество видов сильно колеблется в зависимости от гидрологического режима, а, следовательно, и от условий существования организмов.

Типы водорослей	Количество видов	К общему количеству видов в %
Зеленые	41	21,1
Бурые	86	44,3
Красные	67	34,6

Приведем краткую характеристику отдельных районов Белого моря.

Зимний берег. Работы, сделанные автором на Зимнем берегу, показали, что здесь, по сравнению с другими районами Белого моря, условия для развития водорослей самые неблагоприятные. К числу отрицательных факторов среды относятся: пониженная прозрачность и соленость воды, особенно у берега, прилегающего к Двинскому заливу, песчаные грунты и сильные течения, поднимающие со дна песок, который заносит не только отдельные водоросли, но и целые их заросли. В наиболее благоприятных местах этого района заросли водорослей располагаются узкой полосой (от м. Куйского до м. Медвежьего). В остальных же участках Зимнего берега водоросли совершенно отсутствуют. Все же здесь нами был собран 51 вид водорослей, в том числе: зеленых 15, бурых 25 и красных 11; из них впервые отмечаются для Белого моря: *Entocladia viridis*, *Enteromorpha procera*, *Spongomorpha hystrix*, *Myriactula stellulata*, *Myrionema strangulans*, *Sorapion kjellmanii*, *Streblonema oligosporum* и *Kylinia parvula*. Почти все они, кроме *Myrionema strangulans* и *Sorapion kjellmanii*, указываются впервые не только для Белого моря, но и для всего севера Советского Союза.

В массовом количестве в этом районе произрастают такие виды, как *Fucus inflatus*, *F. vesiculosus*, *Chorda filum*, *Ch. to-*

¹ В общее число видов водорослей, известных для Белого моря, входит также 7 новых видов для Белого моря, собранных Ю. Е. Петровым в 1955—1956 гг. на Соловецких островах.

mentosa, Ilea fascia, Laminaria saccharina, Rhodymenia palmata, Ahnfeltia plicata, Stictyosiphon tortilis, Ectocarpus, Pylaiella, Enteromorpha, Monostroma и Spongomorpha.

Состав и распределение водорослей в этой части моря характеризуется следующими чертами.

Литораль Зимнего берега почти полностью лишена водорослей, за исключением III горизонта, где были обнаружены только зеленые водоросли. Все остальные бурые и красные водоросли и часть зеленых развиваются в сублиторальной зоне на глубине 0—5 м.

В распределении сублиторальных водорослей отсутствует четкая зональность.

Здесь отсутствуют виды, характерные для большинства других районов Белого моря, как например, *Fucus serratus*, *Laminaria digitata*, *Alaria*, *Phyllaria*, *Corallina*, *Ceramium*, *Lithothamnion* и др.

* * *

Летний берег. На основании литературных данных и многочисленных личных наблюдений в районе Летнего Наволока можно сказать, что вдоль всего Летнего берега, включая и о. Жижгин, имеются более благоприятные условия для произрастания водорослей, чем на Зимнем берегу, так как здесь, во-первых, преобладают каменистые грунты и, во-вторых, этот берег не испытывает такого влияния двинских вод, как это наблюдается на Зимнем берегу.

Обширные и довольно густые заросли водорослей, состоящие в основном из ламинариевых, фукусовых и анфельции, здесь располагаются как на литорали, так и в сублиторали, спускаясь на значительные глубины.

У Летнего берега насчитывается 112 видов макрофитов. Почти все встречающиеся здесь виды, являются широко распространенными в Белом море. Исключение представляют *Bolbocoleon peliferum*, *Rhizoclonium rigidum*, *Ascoecyclus orbicularis*, *Desmotrichum scopulorum* и *Rhodochorton purpureum*, найденные только у Летнего берега и *Chondrus crispus*, *Ralfsia verrucosa* и *Hecatonema terminalis*, обитающие только здесь и на Соловецких островах.

* * *

Наши исследования в районе *Соловецкого архипелага* показали, что этот район является одним из наиболее благоприятных для развития водорослей. Этому способствуют:

1) расположение Соловецких островов при входе в Онежский залив, благодаря чему сюда подходят как более соленые морские воды Бассейна, так и опресненные, богатые питательными веществами, воды Онежского залива; 2) изрезанность береговой линии, наличие значительного количества губ, заливов, шхер, корг и т. д.; 3) преобладание каменистых грунтов; 4) повышенная прозрачность и соленость воды.

Флора водорослей Соловецкого архипелага в настоящее время насчитывает 125 видов и 36 форм макрофитов; из них бурых водорослей 60 видов, красных — 41 и зеленых — 24. Обнаружено 43 вида новых для Соловецких островов. Из них 17 видов новых для флоры всего Белого моря: *Entonema effusum*, *Laminariocolax tomentosoides*, *Lithoderma subextensum*, *Microspongium globosum*, *Petroderma maculiforme*, *Desmotrichum undulatum*, *Punctaria latifolia*, *Saundersella simplex*, *Sphacelaria racemosa*, *Audouinella membranacea*, *Ceramium areschougii*, *C. strictum*, *Erithrocladia subintegra*, *Harveyella mirabilis*, *Kylinia parvula*, *Percursaria percursa*, *Rhizoclonium tortuosum*. Все они, за исключением четырех видов — *Laminariocolax tomentosoides*, *Ceramium strictum*, *Erithrocladia subintegra* и *Harveyella mirabilis* — указываются впервые для северных морей СССР.

В массовом количестве в этом районе произрастают такие виды, как *Laminaria saccharina*, *L. digitata*, *Alaria esculenta*, *Fucus vesiculosus*, *F. serratus*, *Ascophyllum nodosum*, *Chorda filum*, *Ch. tomentosa*, *Desmarestia aculeata*, *Ahnfeltia plicata*, *Corallina officinalis*, *Cystoclonium purpureum*, *Lithothamnion*, *Ceramium rubrum*, *Odonthalia dentata*, *Ptilota plumosa*, *P. pectinata*, *Rhodophyllis dichotoma*, *Phyllophora brodiaei*, *Ph. interrupta*, *Phycodrys*, *Polysiphonia*, *Cladophora* и др.

В распределении водорослей на литорали Соловецких островов отсутствует четкая зональность. Так, например, нельзя провести границы между зарослями *Fucus vesiculosus* и *Ascophyllum nodosum*. Однако выше поднимается на литорали *Fucus vesiculosus*, где он образует почти чистые заросли.

В распределении водорослей сублиторальной зоны более или менее ясно выражены три горизонта. На глубине 0,5—3 м каменистой фации, как наиболее распространенной в этом районе, располагаются заросли *Fucus serratus* и *Ahnfeltia plicata* и сопутствующих им багрянок и нитчатых эпифитных водорослей. Приблизительно с 3 м глубины начинается второй горизонт — ламинарии + багрянки. Эта зона является наи-

более обширной по своей площади и заходит на глубину 12—15 м. С 15 и до 30 м, а иногда и глубже, простирается горизонт красных водорослей.

Для мягких грунтов характерно наличие зарослей зоостеры.

Наибольшее число видов водорослей произрастает на восточных и северных склонах Соловецких островов, омываемых более солеными водами Бассейна. Так, на северо-восточном берегу о. Соловецкого (Ребалда) обнаружено 72 вида, на северном берегу о. Муксалма — 65. Южные берега, обращенные к материку и Онежскому заливу, значительно беднее видами; так, в губе Красной и в губе Березовой Соловецкого острова было собрано соответственно 49 и 53 вида водорослей.

* * *

Исследования автора у *Лямецкого берега* показали, что благодаря наличию каменистой гряды, расположенной в III горизонте литорали и в сублиторали, сильным течениям, повышенной прозрачности и солёности воды и ряду других факторов среды, здесь наблюдается более или менее развитая водорослевая растительность. У Лямецкого берега было собрано 45 видов макрофитов, из них зеленых 8, бурых 21 и красных 16.

По видовому составу водорослей флора Лямецкого берега очень сходна с флорой Соловецких островов. Здесь произрастают виды *Fucus*, *Laminaria*, *Alaria*, *Phyllaria*, *Desmarestia*, *Chorda*, *Ceramium*, *Ptilota*, *Lithothamnion* и др. Имеются также заросли анфельдии (у м. Палова) и зоостеры.

По характеру распределения водорослей Лямецкий берег сближается с Зимним берегом. Это сходство выражается в том, что на Лямецком берегу, так же как и на Зимнем, на довольно широкой песчаной литорали заросли фукоидов отсутствуют (исключая каменистые мысы); они сосредоточены главным образом на каменистой гряде в III горизонте литорали. Удаленность Лямецкого берега от открытой части моря (Бассейна) и защищенность его от северной волны благоприятствует развитию здесь некоторых видов водорослей и зоостеры в лужах и ваннах литорали, что или совсем не наблюдается на Зимнем берегу (в Горле), или выражено очень слабо (в Двинском заливе).

В сублиторальной же зоне у Лямецкого берега густые заросли водорослей располагаются вдоль всего берега и спуска-

ются на глубину до 10 м. Дальнейшему их распространению препятствуют широко развитые здесь песчаные и глинистые грунты, которые начинаются с глубины в 7—10 м.

Вдоль Лямецкого берега можно выделить три более или менее отчетливо выраженных зоны: зону zostеры, зону фукоидов и зону ламинарий и багрянок.

* * *

Для *Поморского берега* характерно наличие небольших глубин, обилие островов и подводных отмелей. Но по гидрологическому режиму отдельные губы и острова этого берега, которые были охвачены нашими исследованиями, сильно отличаются друг от друга. Так, в губах Домашней и Сорокской и в районе о. Горелка наблюдается пониженная соленость и прозрачность воды и поднятие илистых грунтов на небольшие глубины. Водоросли в этих районах произрастают только до 3—4 м глубины. Заросли ламинарий здесь отсутствуют.

Повышенная прозрачность и соленость воды, постоянные течения, отсутствие поблизости источников опреснения и заиления и обилие каменистых грунтов в районе о. Кондострова способствуют пышному развитию водорослей как на литорали, так и в сублиторали. С 3—4 м начинаются заросли ламинарий и багрянок, которые спускаются на значительную глубину.

В исследованных нами районах Поморского берега мы обнаружили 67 видов водорослей, из них зеленых 13, бурых 32 и красных 22.

В составе и распределении водорослей в губах Домашней и Сорокской, в районе о. Горелка и вокруг о. Кондострова наблюдается большое сходство. Фукусовые произрастают здесь главным образом в III горизонте литорали, во II горизонте они представлены проростками и однолетними особями. I горизонт совершенно голый, если не считать выбросов водорослей и растущих здесь видов солончаковой растительности. Наибольшая биомасса фукоидов наблюдается в южных районах Поморского берега. Максимальная биомасса фукоидов у о. Горелка равна $57,0 \text{ кг/м}^2$ и в Сорокской бухте— $15,3 \text{ кг/м}^2$.

В сублиторальной зоне на глубине 0—4 м во всех исследованных пунктах, как правило, произрастает анфельция, или вместе с фукоидами или в виде чистых зарослей.

В настоящее время, учитывая также и литературные данные, для всего Поморского берега известно 99 видов макрофитов, в основной своей массе широко распространенных по

всему Белому морю. Исключение составляют *Chaetomorpha gracilis*, *Sphacelaria radicans* и *Ceramium deslongschampii*, которые обнаружены только у Поморского берега, а также *Cladophora glaucescens* и *Streblonema fasciculatum*, произрастающие лишь в Онежском заливе и у Соловецких островов.

- Фукоиды, составляющие основную массу водорослей у Поморского берега, произрастают повсеместно, за исключением эстуариев рек. Ламинариевые тоже образуют большие заросли, однако их ареал несколько уже и встречаются они значительно дальше от кутовой части залива, чем фукусовые. Местами в промысловых количествах произрастает и анфельция.

* * *

В *Кандалакшском заливе* скалистые и каменистые грунты, сильно изрезанные берега, обилие островов, корг и луд и довольно слабые течения, создают благоприятные условия для массового развития водорослей. Как следствие ясно выраженной стратификации гидрологических элементов здесь особенно отчетливо, по сравнению с другими районами моря, выступает зональность в распределении водорослей. По литературным данным, а также в результате наших исследований в губе Кузокоцкой в Кандалакшском заливе обнаружено 117 видов макрофитов. Наиболее распространенными видами являются: *Laminaria saccharina*, *L. digitata*, *Desmarestia aculeata*, *Fucus vesiculosus*, *F. inflatus*, *F. serratus*, *F. filiformis*, *Chorda filum*, *Ch. tomentosa*, *Chaetopteris plumosa*, *Chordaria flagelliformis*, *Ectocarpus*, *Dictyosiphon*, *Ahnfeltia plicata*, *Ptilota plumosa*, *Phyllophora brodiaei*, *Ph. interrupta*, *Rhodymenia palmata*, *Euthora cristata*, *Corallina officinalis*, *Polysiphonia*, *Cladophora*, *Enteromorpha* и *Spongomorpha*. Флора этого залива очень близка к флоре Соловецких островов. Почти все виды, обнаруженные в Канадалакшском заливе, встречаются также и у Соловецких островов. *Enteromorpha tubulosa*, *Alaria elliptica*, *Asterocytis ramosa*, *Sphacelaria olivacea* и *Kylinia parvula* собраны лишь в Кандалакшском заливе и у Соловецких островов. Два вида — *Chaetomorpha crassa* и *Plumaria elegans* — были найдены только в Кандалакшском заливе.

* * *

Судя по литературным данным, на *Терском берегу Горла* массовому развитию водорослей благоприятствуют скалистые берега с валунными и каменистыми россыпями. Несмотря на

сильные течения, характерные для этого берега, на таких грунтах споры водорослей могут свободно прорасти и развиваться. Здесь водоросли растут как на литорали, так и в сублиторали, спускаясь на глубину до 30 м, а их довольно густые и обширные заросли располагаются по всему побережью. Всего на Терском берегу Горла обнаружено 80 видов водорослей, большая часть которых встречается в остальных участках Белого моря. Наиболее характерными для Терского берега являются следующие виды: *Cladophora rupestris*, *Enteromorpha intestinalis*, *Monostroma fuscum*, *Ascophyllum nodosum*, *Chorda filum*, *Ch. tomentosa*, *Desmarestia aculeata*, *Fucus vesiculosus*, *F. serratus*, *F. inflatus*, *Laminaria saccharina*, *L. digitata*, *Pelvetia canaliculata*, *Ceramium rubrum*, *Phyllophora brodiaei*, *Polysiphonia nigrescens*, *Rhodymenia palmata* и *Halosaccion ramentaceum*. *Ectocarpus hiemalis*, *Laminaria intermedia* и *Porphyra helenae* встречены только на Терском берегу Горла.

* * *

В Воронке гидрологические условия очень сходны с условиями в Баренцовом море. Здесь отсутствует четкая стратификация гидрологических элементов, наблюдаются сильные течения, у Терского берега преобладают скалистые и каменистые грунты, в то время как в Мезенском заливе и у Канинского побережья широко развиты песчаные грунты.

В Воронке видовой состав водорослей очень сходен с составом водорослей Мурманского побережья. Из 89 видов водорослей, известных для Воронки Белого моря, 84 вида являются общими с Мурманом. Из них только *Cladophora crispata*, *Cl. sericea* f. *ruchingeri*, *Fucus evanescens* и *Halosaccion lepechini* не встречаются на Мурмане. Большая часть видов водорослей этого района произрастает на Терском берегу, где наличие твердых грунтов создает благоприятные условия для их прикрепления: здесь водоросли спускаются до 30—35 м глубины.

На противоположном берегу, у Канина Носа, известно 20, а для Мезенского залива всего лишь 14 видов водорослей. Такая бедность видового состава объясняется преобладанием здесь песчаных и илистых грунтов, которые наряду с сильными течениями, перемещающими с места на место береговые наносы в Мезенском заливе, являются основными отрицательными факторами, препятствующими произрастанию водорослей.

Основная масса видов водорослей, обитающих в Воронке, широко распространена в других районах Белого моря. Однако имеется некоторое число видов, встречаемых только в этом участке. Сюда относятся: *Alaria grandifolia*, *Sphacelaria arctica*, *Fucus fueci*, *Symphoricoccus stellaris*, *Bangia fuscopurpurea*, *Dilsea edulis*, *Choreocolax polysiphonia* и *Halosaccion lepechini*. Ряд других видов как, например, *Lithothamnion lenormandii*, *Antithamnion boreale*, *Porphyra abissicola* и *Desmarestia viridis* были встречены только здесь и на Соловецких островах.

* * *

В нашем распоряжении был материал, собранный в разные сезоны года, поэтому мы имеем возможность отметить некоторые закономерности в сезонном развитии водорослей.

На время появления и развитие водорослей огромное влияние оказывают климатические особенности Белого моря. Вследствие суровых зимних условий и позднего наступления весенне-летнего времени водоросли начинают развиваться довольно поздно.

В начале лета, как правило, на литорали начинают очень быстро развиваться зеленые водоросли: *Enteromorpha intestinalis*, *E. compressa*, *E. crinita*, *E. clathrata*, *Monostroma grevillei* и др. Вместе с ними появляются также и бурые водоросли. Автор имел возможность наблюдать первые стадии развития таких видов, как *Elachista fucicola*, *E. lubrica*, *Eudesme virescens*, *Leathesia difformis*, *Stictyosiphon tortilis*, *Sphaerotrichia divaricata*. В авресте эти виды сильно разрастаются и образуют одноклеточные спорангии. В июне еще не велики по размеру *Ilea fascia*, *I. zosterifolia*, *Chorda filum*, *Ch. tomentosa* и *Scytosiphon lomentaria* (2—10 см). В очень ограниченном количестве, но уже с хорошо развитым талломом встречаются в начале лета виды *Pylaiella*, *Ectocarpus*, *Dictyosiphon* и *Stictyosiphon*. Эктокарпусовые в июне и начале июля образуют только одноклеточные спорангии. В августе они достигают своего массового развития, густо покрывают как дно, так и водоросли на литорали и в сублиторали и образуют только многоклеточные спорангии. В конце августа и в начале сентября у видов *Ectocarpus* и *Pylaiella* кончается период размножения и они быстро исчезают. Виды *Dictyosiphon*, *Stictyosiphon* и *Chorda* размножаются в августе.

Из красных водорослей в конце июня начинают появляться проростки *Porphyra laciniata* и изредка встречаются

Cystoclonium purpureum, *Halosaccion ramentaceum* и *Ceramium rubrum*. В августе они созревают, образуя тетраспоры и цистокарпы.

Сроки появления водорослей и скорость их развития во многом зависят от экспозиции берега. Как правило, на северном и северо-восточном склонах развитие водорослей заметно задерживается по сравнению с южными склонами.

* * *

Фитогеографический разбор флоры водорослей Белого моря показал, что в состав флоры входит 11 видов или 5,8% арктических, 71 вид или 37,2% субарктических, 35 видов или 18,3% арктическо-бореальных, 56 видов или 29,3% холодно-бореальных и 18 видов или 9,4% тепло-бореальных элементов. С другой стороны, в ведущую группу водорослей, включающую виды широко распространенные и встречающиеся повсеместно, входят, главным образом, арктические и субарктические элементы, которые в сумме составляют 55,8%; в группе сопутствующих видов, т. е. видов менее распространенных, преобладают субарктические и арктическо-бореальные виды — 71,1%, а в группе редких видов половину представителей (48,8%) составляют холодно-бореальные и тепло-бореальные элементы.

Эти данные говорят о том, что условия существования в Белом море наиболее благоприятны для развития и распространения в нем субарктических и арктических видов. Однако, мы не можем считать флору Белого моря арктической, так как в ней имеется очень большое число бореальных видов. Это последнее обстоятельство говорит о том, что по гидрологическим условиям Белое море сильно отличается от типичных арктических морей. Мы полагаем, что флору Белого моря следует считать флорой, имеющей субарктический характер, так как в ведущей группе беломорских водорослей значительно преобладают субарктические виды. Подобный вывод полностью совпадает с ранее высказанным мнением А. Д. Зиновой (1950).

Многими зоологами (Н. М. Книпович, 1901, К. М. Дерюгин, 1928, Е. Ф. Гурьянова, 1949 и др.) для фауны Белого моря была отмечена одна закономерность, которая выражается в том, что с глубиной убывает процент бореальных и увеличивается процент арктических форм. Е. Ф. Гурьянова пишет, что такое явление находится «в полном соответствии с расчленением Белого моря в вертикальном направлении по харак-

теру термики и солености: «верхнее» бореальное море с высокими положительными летними температурами... и «нижнее» (глубже 50 м) холодноводное арктическое море с постоянными отрицательными температурами».

Эта закономерность также ярко отражается и во флоре Белого моря: почти все тепловодные виды обитают в верхних слоях воды; с глубиной количество их заметно уменьшается и господство получают вначале субарктические, а затем арктические элементы флоры. Если в поверхностных горизонтах воды флора водорослей довольно смешанная и преобладают бореальные виды, такие, как *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*, *Laminaria saccharina*, *Ahnfeltia plicata*, *Ceramium rubrum*, *Dumontia incrassata*, *Cystoclonium purpureum* и многие другие, то на больших глубинах произрастают в основном арктические виды, такие, как *Polysiphonia arctica*, *Pantoneura baerii* и *Ceratocolax hartzii*. Вместе с ними довольно часто растет *Phyllophora interrupta*, которая относится к субарктическим видам, но имеет широкое распространение в арктических морях.

Другая закономерность — разделение Белого моря в пределах «верхнего» моря на два района — западный, с тепловодными элементами фауны и восточный — с высокоарктическими элементами фауны, — в отношении водорослей не наблюдается. Отмечается лишь некоторая закономерность в распределении представителей биогеографических групп при продвижении с севера на юг, а именно, в Горле и Воронке сконцентрированы главным образом арктические и субарктические элементы флоры, в более южных районах они представлены в сравнительно меньшем количестве и, наоборот, бореальные виды преобладают в самых южных районах моря и при продвижении к северу их становится все меньше и меньше.

Все особенности состава флоры Белого моря связаны с историей развития самого моря. Автор придерживается мнения предыдущих исследователей (К. М. Дерюгин, А. Д. Зинова) и считает, что в период Иольдиевого моря, когда господствовали отрицательные температуры, Белое море заселялось холодноводными элементами флоры; в период же потепления, т. е. в период Литоринового моря, в Белое море проникли бореальные элементы.

Исходя из того, что в настоящее время в Белое море проникают все новые и новые бореальные виды, можно предположить, что на данном этапе развития Белого моря происходит его потепление. Интересно отметить, что буквально на гла-

зах одного поколения происходит массовое расселение такого тепловодного вида, как *Leathesia difformis*, который раньше в Белом море не произрастал. Довольно хорошо акклиматизировался здесь и тихоокеанский тепловодный вид *Saundersella simplex*.

* * *

Изучение распределения водорослей, обитающих в Белом море, за его пределами показывает, что основная часть беломорских видов распространена в умеренной области северного полушария, в основном в северной части Атлантического океана и значительно реже в северной части Тихого океана.

Связь флоры Белого моря с флорами соседних бассейнов выражается в следующих цифрах. Из 194 видов зеленых, бурых и красных водорослей флора Белого моря имеет: 11 видов, свойственных Арктике; 179 видов атлантического происхождения; 3 вида (*Fucus evanesceans*, *Phycodrys fimbriata* и *Saundersella simplex*) тихоокеанского происхождения; 1 вид эндемичный (*Phycodrys rossica*).

Беломорская флора ближе всего стоит к флоре Мурмана и Норвегии, так как включает около 76% видов водорослей, встречающихся у их берегов. Однако при тщательном анализе ведущей группы водорослей Белого моря и соседних морей выявляется некоторая двойственность флоры Белого моря. С одной стороны, многие водоросли, обитающие в Белом море, имеют широкое развитие в Мурмане. Сюда относятся главным образом виды из сем. *Chordaceae*, *Laminariaceae*, *Alariaceae* и *Fucaceae*. Большое сходство флоры Белого моря и Мурмана объясняется непосредственной близостью этих районов, благодаря чему происходит постоянный обмен между их флорами, и с этой точки зрения Белое море представляется как бы огромным южным заливом Баренцова моря.

С другой стороны, большая часть ведущих видов Белого моря имеет массовое развитие в Южной Норвегии и в Балтийском море. К таким видам относятся главным образом тепловодные элементы флоры, которые хорошо развиваются в многочисленных фиордах Южной Норвегии и в Балтийском море. Большую близость флоры Белого и Балтийского морей можно объяснить как наличием ряда сходных экологических факторов, так и бывшей связью этих бассейнов в межледниковую эпоху.

В северной части Тихого океана виды, встречающиеся в Белом море, распространены значительно меньше; между этими районами нет непосредственной связи вследствие суще-

ствующего экологического барьера, представленного арктическими морями с их суровыми климатическими условиями. Кроме того, массовому проникновению водорослей из Тихого океана в северные моря препятствует также довольно узкий и мелководный Берингов пролив. Однако, несмотря на существование такого барьера, связь с тихоокеанскими морями все же имеется, о чем свидетельствует недавнее проникновение тихоокеанского вида *Saundersella simplex*, который уже отмечен в четырех пунктах Белого моря.

Изучение распространения отдельных видов водорослей, встречающихся в Белом море, позволяет установить пути, которыми эти водоросли проникли в Белое море. Заселение Белого моря в межледниковую и современную эпохи могло идти тремя путями: 1) путем непосредственной связи с Балтийским морем; 2) путем миграции водорослей из Северной Атлантики через Мурман и 3) миграцией видов из Тихого океана. Существование непосредственной связи Белого и Балтийского морей пока еще не доказано. Наиболее простым способом пополнения флоры Белого моря является проникновение водорослей из Атлантики и Арктики через Мурман: это проникновение возможно и в настоящее время, о чем свидетельствует недавнее появление в Белом море целого ряда атлантических форм. Последний же путь является довольно трудным, но вполне вероятным, примером чему является вышеуказанная *Saundersella simplex*.

* * *

В систематической части диссертации описывается 130 видов и 36 форм, собранных автором во время его работ на Белом море. Для всех видов водорослей даны краткие описания, экологическая характеристика, местонахождение и общее распространение за пределами Белого моря.

Список использованной литературы, помещенный в конце диссертации, состоит из 180 работ, из которых 129 русских и 51 иностранная.

По теме диссертации автором опубликованы следующие работы:

1. Состав и распределение водорослей у Зимнего берега Двинского залива Белого моря. Бот. журнал, № 4, 1957; 2. Состав и распределение водорослей вдоль Зимнего берега Белого моря. Тезисы доклада к Делегатскому съезду ВБО, 1957; 3. Состав и распределение водорослей вокруг Соловецкого архипелага Белого моря. Бот. журнал, № 2, 1958.