

ПРОБ 2010

СЕВЕРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(СЕВНИИП)

ПРОБ. 1980

1070/20
m 782
E 591.2 восток

ТРУДЫ ВСЕСОЮЗНОГО С О В Е Щ А Н И Я Р А Б О Т Н И К О В В О Д О Р О С Л Е В О Й П Р О М Ы Ш Л Е Н Н О С Т И С С С Р

Т. I

НИИП
Библиотека южных морей
БИБЛИОТЕКА
220575

АРХАНГЕЛЬСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1962

А. А. КАЛУГИНА,

канд. биологических наук, Ростовский государственный университет

К ВОПРОСУ О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ БЕЛОМОРСКОЙ ФЛОРЫ

Белое море является весьма своеобразным водоемом, который имеет сложную историю формирования и в настоящее время расчленен на ряд заливов и губ, отличающихся друг от друга особыми гидрологическими условиями. 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. Все эти особенности Белого моря, как морского бассейна, существенно отражаются на подборе обитающих в нем организмов и, в частности, водорослей, что нашло отражение в смешанном характере ныне существующей флоры.

На основании того, что флора Белого моря имеет большое сходство с флорой берегов Северного Ледовитого океана и, в частности, с флорой Новой Земли, Х. Гоби (1878) относит беломорскую флору к арктическому типу. Такого же мнения придерживаются К. М. Дерюгин (1928), Е. Гурьянова, И. Закс и П. Ушаков (1925) и другие, которые свои выводы основывали на довольно устаревших данных Х. Гоби. Существует и другое мнение, согласно которому флора Белого моря относится к субарктическому типу. Эта точка зрения в настоящее время является общепринятой; она была высказана А. Д. Зиновой (1950) на основании новейших исследований и глубокого фитогеографического разбора беломорской флоры.

В течение ряда лет многими зоологами проводились исследования по выявлению условий обитания, состава, характера

распределения и особенностей беломорской фауны (Н. М. Книпович, 1891; К. М. Дерюгин, 1928; Е. Ф. Гурьянова, 1948, 1949, 1957 и др.). Они также приводят интересные данные по распределению беломорских водорослей. Однако распространение некоторых закономерностей, свойственных фауне Белого моря, на флору было несколько неудачным, это было вызвано слабой изученностью водорослей Белого моря, в особенности его восточной части.

Личные наблюдения в малоизученных районах Белого моря и использование данных предыдущих исследователей подтверждают ряд известных закономерностей, касающихся распределения водорослей, и позволяют вскрыть некоторые новые особенности беломорской флоры.

Основой для выполнения настоящей работы послужили личные материалы, собранные в 1952—1956 гг. вокруг Соловецких островов, у Карельского, Поморского, Лямецкого, Зимнего и частично Летнего берегов (А. А. Калугина, 1957, 1957а, 1958, 1958а, 1959, 1959а). Сбор материалов и полевые наблюдения осуществлялись в тесной связи с общими задачами экспедиции Беломорской биологической станции Карельского филиала АН СССР. Обработка материала производилась в Отделе растений Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР под руководством старшего научного сотрудника, канд. биол. наук А. Д. Зиновой-Александровой, за что приношу глубокую и искреннюю благодарность.

Кроме наиболее важных сводок (А. Постельс и Ф. Рупрехт, 1940; Х. Гоби, 1878; Е. С. Зинова, 1921, 1922, 1928, 1929, 1934; К. И. Мейер, 1938; А. Д. Зинова, 1944, 1950, 1953, 1954, 1955), в этой работе были использованы материалы по водорослям, собранные А. Д. Зиновой в окрестностях Кандалакши, у Летнего, Терского и Зимнего берегов (1930—1938 гг.), экспедицией Ленинградского государственного университета по некоторым пунктам Онежского и Кандалакшского заливов (1937—1938 гг.), К. П. Гемп по о. Великому (1950 г.), А. Г. Гемп по Терскому берегу и о. Жижгин (1935—1937 гг.), Г. С. Гурвичем в устье р. Сев. Двины (1937 г.) и В. В. Кузнецовым по некоторым районам Кандалакшского залива (1946 г.). Для сравнения флоры Белого моря с флорой морей, расположенных за его пределами, были использованы наиболее важные статьи и работы зарубежных авторов.

В настоящий момент для флоры Белого моря известно 194 вида макрофитов. Количественное соотношение типов водорослей представлено в табл. 1. В общее число видов водорослей,

известных для Белого моря, входят также 7 новых видов, собранных Ю. Е. Петровым в 1955—1956 гг. на Соловецких островах.

Таблица 1

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

Количество видов водорослей по отдельным районам Белого моря очень сильно меняется (см. табл. 2). Такое разнообразие количественного состава объясняется различными условиями обитания организмов в каждом отдельно взятом районе.

Таблица 2

Количество видов зеленых, бурых и красных водорослей по различным районам Белого моря

Типы водорослей	Воронка	Мыс Каннин Нос	Мезенский залив	Горло	Кандакшский залив	Онежский залив	Ляницкий берег	Соловки	Летний берег	Зимний берег	Двинский залив
Зеленые	14	6	3	16	26	20	8	33	22	16	26
Бурые	45	3	2	45	54	45	21	66	50	24	53
Красные	30	11	9	25	37	34	16	52	40	13	39
Всего	89	20	14	86	117	99	45	151	112	53	118

Приведем краткую характеристику отдельных районов Белого моря.

Воронка. 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. 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 твердые грунты создают благоприятные условия для их прикрепления; здесь водоросли в сублиторали спускаются до 30—35 м глубины.

На противоположном берегу, у Канина Носа, известно 20 видов, 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, 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 моря. Сюда относятся: *Alaria grandifolia*, *Sphacelaria arctica*, *Fucus fueci*, *Symphoricoccus stellaris*, *Bangia fuscopurpurea*, *Choreocolax polysiphoniae*, *Halosaccion Lepechini*. Ряд других видов, например, *Lithothamnion Lenormandii*, *Antithamnion boreale*, *Porphyra abissicola* и *Desmarestia viridis*, были встречены только здесь и на Соловецких островах.

Горло. В этом районе обнаружено 86 видов макрофитов. По характеру распределения водорослей Терский и Зимний берега Горла сильно отличаются друг от друга. На Терском берегу водоросли растут как в литоральной зоне, так и в сублиторальной, спускаясь на глубину до 30 м, а их довольно густые и обширные заросли располагаются по всему побережью. Массовому развитию водорослей в этом районе благоприятствуют скалистые берега с валунными и каменистыми россыпями, поэтому, несмотря на сильные течения, на таких грунтах споры водорослей могут свободно прорастать и развиваться. Всего здесь обнаружено 80 видов водорослей, большая часть которых встречается в остальных участках Белого моря. Наиболее характерными для Терского побережья Горла 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*, *Halosaccion rametaceum*. Очевидно имеется целый ряд видов, которые встречаются только в Горле. К ним относятся *Ectocarpus hiemalis*, *Laminaria intermedia* и *Porphyra helenae*.

На Зимнем берегу Горла водоросли произрастают в основном в сублиторальной зоне, спускаясь на глубину до 5 м, а их заросли сосредоточены лишь в южной части Горла, от м. Зимнегорского до м. Медвежьего. Здесь собрано 45 видов макрофитов, из них *Sorapion kjellmanii* и *Myrionema strangulans*,

пока что известны только для данного берега Белого моря; *Spongomorpha hystrix* и *Entocladia viridis*, кроме Зимнего берега, встречаются еще на Соловецких островах. Массового развития у Зимнего берега достигают *Laminaria saccharina*, *Rhodomenia palmata*, *Ahnfeltia plicata*, *Odonthalia dentata*, *Halosaccion ramentaceum*, широко распространенные также и в других частях Белого моря. Ограничивающими факторами для произрастания водорослей в этом районе являются песчаные грунты; сильными течениями песок легко сносится с места и часто засыпает целые заросли водорослей.

Кандалакшский залив. Здесь обнаружены 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*, *Rhodomenia palmata*, *Euthora cristata*, *Corallina officinalis*, *Polysiphonia*, *Cladophora*, *Enteromorpha*. Флора этого залива очень близка к флоре Соловецких островов. Почти все виды, обнаруженные в Кандалакшском заливе, встречаются и у Соловецких островов. Имеется несколько видов, которые собраны только в Кандалакшском заливе и у Соловецких островов; к ним относятся: *Enteromorpha tubulosa*, *Alaria elliptica*, *Asterocytis ramosa*, *Sphacelaria olivacea* и *Kylinia virgatula*. Только в Кандалакшском заливе были найдены два вида — *Chaetomorpha crassa* и *Plumaria elegans*.

Онежский залив. По составу и распределению водорослей Поморский и Лямецкий берега резко отличаются друг от друга.

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.

Наши исследования у Лямецкого берега, проведенные под руководством М. С. Киреевой, показали, что благодаря каменистой гряде, расположенной в III горизонте литорали и в сублиторали, сильному течению, повышенной прозрачности и солености воды и ряду других факторов среды, здесь наблюдается более или менее развитая водорослевая растительность. у Лямецкого берега было собрано 45 видов макрофитов.

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 анфельции (у м. Палова) и зостеры.

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 зостеры в лужах и ваннах литорали.

В сублиторальной же зоне у Лямецкого берега густые заросли водорослей располагаются вдоль всего берега и спускаются на глубину до 10 м. Дальнейшему их распространению препятствуют широко развитые здесь песчаные и глинистые грунты, которые начинаются с глубины 7—10 м.

Вдоль Лямецкого берега можно выделить три более или менее отчетливо выраженные зоны: зону зостеры, зону фукоидов и зону ламинарий и багрянков.

В Онежском заливе фукоиды, составляющие основную массу водорослей, произрастают повсеместно, исключая лишь эстуарии рек. Ламинариевые тоже образуют большие заросли, однако их ареал несколько уже и встречаются они значительно дальше от ктовой части залива (начиная от о. Кондострова), чем фукусовые. Местами в промысловых количествах произрастает и анфельция. Всего для Онежского залива известно 99 видов макрофитов, в основной своей массе широко распространенных по всему Белому морю. Исключение составляют *Chaetomorpha gracilis*, *Sphacelaria radicans* и *Ceramium deslongchampii*, которые обнаружены только здесь, а также *Cladophora glaucescens* и *Streblonema fasciculatum*, произрастающие только в Онежском заливе и у Соловецких островов.

Соловецкие острова. Исследования в районе Соловецких островов показали, что этот район является одним из наиболее благоприятных для развития водорослей.

Соловецкие острова являются наиболее богатым районом не только по площади зарослей промысловых водорослей, но и по количеству произрастающих видов. Здесь обнаружен 151 вид макрофитов, что составляет 77,3% от общего числа видов водорослей Белого моря. У Соловецких островов насчитывается 43 вида водорослей, не встречающихся в других районах моря; из них 17 видов являются новыми 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*.

В массовом количестве в этом районе произрастают такие виды, как *Laminaria saccharina*, *L. digitata*, *Alaria esculenta*, *Fucus vesiculosus*, *F. serratus*, *Ascophyllum nodosum*, *Chorda fitum*, *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* и др.

Благодаря тому, что острова расположены при входе в Онежский залив и омываются водами, приходящими из различных районов моря, сюда легко заносятся споры многих видов водорослей, которые здесь находят благоприятные условия для своего развития. Так, виды, требующие для своего нормального развития места с проточной водой, поселяются у открытых берегов; в глубоко вдающихся в острова губах и бухтах поселяются виды, предпочитающие места со слабой степенью прибойности и т. д. Таким образом, многообразие условий обитания на Соловецких островах является причиной видового богатства флоры.

Двинский залив. В настоящее время для залива, включая и о. Жижгин, известно 118 видов макрофитов. Обширные и густые заросли водорослей сосредоточены главным образом у Летнего берега и у о. Жижгин, 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. У Летнего берега обширные и довольно густые

заросли водорослей, состоящие в основном из ламинариевых, фукусовых и анфельции, 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 piliferum*, *Rhizoclonium rigidum*, *Ascocyclus orbicularis*, *Desmotrichum scopulorum* и *Rhodochorton purpureum*, найденные только у Летнего берега, и *Hecatonema terminalis*, *Ralfsia verrucosa* и *Chondrus crispus*, обитающие только здесь и на Соловецких островах.

На Зимнем берегу, в силу большого влияния двинских вод и преобладания песчаных грунтов, условия для развития водорослей, по сравнению с другими районами Белого моря, самые неблагоприятные. Здесь ясно выражено изменение в горизонтальном распределении водорослей по мере удаления от предустьевой части р. Сев. Двины. Заросли водорослей располагаются неравномерно и встречаются лишь к западу от м. Куйского, постепенно увеличиваясь как по количеству видов, так и по их биомассе к выходу из залива. Все же здесь нами было обнаружено 44 вида макрофитов; из них *Enteromorpha procera*, *Mariactula stellulata* и *Streblonema oligosporum* встречаются только на этом берегу Белого моря. Здесь отсутствуют многие виды, широко распространенные в других районах моря, например, *Laminaria digitata*, *Alaria*, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus*, *Ptilota* и др.

Для определения характера беломорской флоры нами был произведен фитогеографический анализ флоры водорослей Белого моря. При фитогеографическом разборе флоры автор принял разделение водорослей на географические группы, установленные Боргезеном и Джонсоном (Börgesen and Jonsson, 1905).

I. Арктические виды представлены всего лишь 11 формами, однако два из них *Polysiphonia arctica* и *Pantoneura baerii* входят в ведущую группу, т. е. они широко распространены в Белом море. В группу сопутствующих форм входит всего лишь один вид *Alaria membranacea*; остальные арктические формы относятся к числу редких в Белом море видов. Все виды, входящие в арктическую группу, обитают на значительных глубинах (30—50 м), где уже господствуют отрицательные температуры. Виды этой группы чаще всего встречаются в Воронке, Кандалакшском заливе и у Соловецких островов.

II. Субарктические виды представлены 71 формой, что составляет 37,2% от общего числа видов водорослей. В веду-

Таблица 4

Географический состав флоры водорослей Белого моря, %

Характер распространения	Географические группы				
	Арктическая А	Субарктическая В	Арктическо-бореальная С	Холодно-бореальная Д	Тепло-бореальная Е
По всей флоре (191 вид) * . . .	11=5,8%	71=37,2%	35=18,3%	56=29,3%	18= 9,4%
По ведущей группе (43 вида) . .	2=4,7%	22=51,1%	10=23,3%	9=20,9%	—
По группе сопутствующих видов (31 вид)	1=3,2%	10=32,2%	12=38,9%	7=22,5%	1= 3,2%
По группе редких видов (117 видов)	8=6,8%	39=33,3%	13=11,1%	40=34,2%	17=14,6%

* Географическая принадлежность трех видов нами не определена, поэтому они не включены в общий список.

шей группе на долю субарктических видов приходится 51,1%, в группе сопутствующих их уже значительно меньше — 32,2, почти такой же процент — 33,3 приходится на долю субарктических видов в группе редких видов. К субарктическим видам относятся наиболее распространенные в Белом море и встречающиеся в большом количестве водоросли: *Chaetopteris plumosa*, *Chorda filum*, *Ch. tomentosa*, *Chordaria flagelliformis*, *Desmarestia aculeata*, *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Elachista fucicola*, *Fucus filiformis*, *F. inflatus*, *Laminaria digitata*, *Stictyosiphon tortilis*, *Euthora cristata*, *Halosaccion ramentaceum*, *Odonthalia dentata*, *Phycodrus sinuosa*, *Phyllophora Brodiaei*, *Ph. interrupta*, *Ptilota pectinata*, *P. plumosa*, *Rhodomela lyco-podioides*. Большинство субарктических видов заселяют более глубокие слои воды, произрастая вместе с арктическими видами, но также довольно часто встречаются в верхних горизонтах сублиторали и на литорали.

Несмотря на то, что водоросли этой группы широко распространены по всему морю, чаще всего они встречаются у Соловецких островов, у Летнего и Терского берегов и в Кандалакшском заливе.

III. Арктическо-бореальная группа включает в себя 35 форм, что составляет 18,3% от общего числа видов водорос-

лей. В ведущей группе арктическо-бореальные виды составляют 23,3%, в группе сопутствующих их уже значительно больше — 38,9 и сравнительно небольшой процент — 11,1 приходится на долю арктическо-бореальных видов в группе редких видов. К ведущим формам из числа арктическо-бореальных видов относятся: *Cladophora rupestris*, *Enteromorpha intestinalis*, *Spongomorpha arcta*, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*, *Ectocarpus siliculosus*, *Petalonia fascia*, *Pylaiella littoralis*, *Ahnfeltia plicata*, *Ceramium rubrum*. Из перечисленных видов такие водоросли, как *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* и *Ahnfeltia plicata* широко распространены почти во всех районах Белого моря и имеют промысловое значение.

Арктическо-бореальные виды растут главным образом в верхних слоях воды и могут обитать в водах с различной степенью солености.

Представители этой группы водорослей широко распространены по всему Белому морю. Однако больше всего их встречается в западной части Белого моря, а именно, у Соловецких островов, в Кандалакшском заливе, у Летнего и Поморского берегов.

IV. Холодно-бореальные виды представлены 56 формами, что составляет 29,3% от общего числа видов водорослей. В ведущей группе на долю холодно-бореальных видов приходится 20,9%, в группе сопутствующих видов их немного больше — 22,5% и довольно высокий процент — 34,2 приходится на долю холодно-бореальных видов в группе редких видов. К числу ведущих форм из этой группы относится всего лишь 9 видов: *Ectocarpus fasciculatus*, *Fucus serratus*, *Laminaria saccharina*, *Corallina officinalis*, *Cystoclonium purpureum*, *Polyides rotundus*, *Polysiphonia urceolata*, *P. nigrescens*, *Rhodomela subfusca*. Из них только *Laminaria saccharina* и *Fucus serratus* встречаются в промысловых количествах, а остальные виды промыслового значения не имеют и встречаются хотя и часто, но в меньшем количестве.

Многие из холодно-бореальных форм, входящих в состав группы редких видов, обнаружены в Белом море впервые автором; к ним относятся *Desmotrichum undulatum*, *Entonema effusum*, *Lithoderma subextensum*, *Mycrospogonium globosum*, *Myriactula stellulata*, *Myrionema strangulans*, *Petroderma maculiforme*, *Punctaria latifolia*, *Saundersella simplex*, *Streblonema oligosporum*, *Erythrocladia irregularis*, *Kylinia parvula*.

Основная масса холодно-бореальных видов обитает в хорошо прогреваемых летом верхних слоях воды и может пере-

носить сильные опреснения воды. Исключение составляют *Laminaria saccharina*, *Fucus serratus*, *Corallina officinalis* и *Alaria esculenta*, которые не переносят сильного опреснения и прогревания и произрастают в хорошо аэрированных проточных водах со сравнительно высокой степенью солености.

Холодно-бореальные виды распространены главным образом в южных районах Белого моря, а именно: у берегов Кандалакшского и Онежского заливов, Соловецких островов и Летнего берега.

V. Тепло-бореальная группа содержит довольно ограниченное число видов и представлена всего лишь 18 формами, что составляет 9,4% от общего числа видов водорослей. Все тепло-бореальные виды, кроме *Leathesia difformis*, входят в группу редких форм. В ведущей группе они полностью отсутствуют.

Представители этой группы обитают преимущественно в поверхностных водах, которые значительно прогреваются в летнее время; они также переносят и значительное опреснение. *Leathesia difformis*, входящая в группу сопутствующих видов, проникла в Белое море всего лишь 20 лет назад и очень быстро распространилась почти по всему Белому морю. Такие тепло-бореальные виды, как *Audouinella membranacea*, *Ceramium strictum*, *Erythrocladia subintegra* и *Kylinca humilis* обнаружены автором в 1955—1956 гг.

Тепло-бореальные виды встречаются в основном у Соловецких островов, у Летнего берега, в Кандалакшском заливе и полностью отсутствуют в Горле, Воронке и у Лямецкого берега.

Из табл. 4 видно, что в ведущую группу водорослей, включающую виды, широко распространенные и встречающиеся повсеместно, входят главным образом субарктические элементы, которые составляют 51,1%; в группе сопутствующих видов, т. е. видов, менее распространенных, преобладают субарктические — 32,2% и арктическо-бореальные элементы — 38,9%, 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 арктическо-бореальных видов, поэтому мы не можем согласиться с Х. Гоби (1878), К. М. Дерюгиным (1928), Е. Гурьяновой, И. Заксом и П. Ушаковым (1925, 1928—1930) и считать флору Белого моря арктической. Во флоре Белого моря имеется очень большое число бореальных

видов; это 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 возрастает процент арктических форм. Е. Ф. Гурьянова пишет, что такое явление находится «в полном соответствии с расчленением Белого моря в вертикальном направлении по характеру термики и солености: «верхнее» бореальное море с высокими положительными летними температурами населено смешанной фауной, где к арктическим элементам приращивается высокий процент бореальных видов, а «нижнее» (глубже 50 м) холодноводное арктическое море с постоянными отрицательными температурами населено типичной высокоарктической фауной в чистом виде».

Эта закономерность также ярко выражена и во флоре Белого моря, а именно, 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 в ней 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.

Небольшое число арктических видов в Белом море можно объяснить тем, что водоросли-макрофиты в связи со своими физиологическими особенностями могут развиваться только в верхних горизонтах моря, а, как только что было сказано, эти горизонты в Белом море относятся в основном к «бореальному» слою.

Е. Ф. Гурьянова указывает также на расчленение мелководий Белого моря в пределах «верхнего» моря на два района —

западный, прилегающий к так называемому «полюсу тепла» Белого моря, где господствуют тепловидные элементы фауны, и восточный, прилегающий к «полюсу холода», где большое развитие получили высокоарктические элементы фауны. Оба эти района отличаются друг от друга и по солености, а именно: реки Сев. Двина и Мезень сильно опресняют весь восточный мелководный район; западная часть моря опресняется значительно меньше. Е. Ф. Гурьянова считает, что «реликты иольдиевого моря, солоноватоводного характера, концентрируются именно в восточной половине моря».

Поскольку водоросли обитают в пределах «верхнего» моря, то казалось бы, что в их распространении должна была бы наблюдаться та же закономерность, как и в отношении животных. Однако, как показывает табл. 5, в распространении водорослей не наблюдается такого отчетливого деления на два района. Сравнивать флоры отдельных районов только по числу видов водорослей очень трудно, так как количество видов, обнаруженных в этих районах, очень сильно колеблется — от 20 видов у Канинского берега до 151 у Соловецких островов. Но анализ процентного соотношения представителей географических групп в пределах флоры каждого района дает нам возможность вскрыть ряд очень интересных черт в характере флоры Белого моря.

Удельный вес арктических и субарктических видов оказался наиболее высоким во флоре северных районов Белого моря, так, в Воронке у Терского берега эти виды составляют 56,6%, у Канинского берега — 55, в Горле у Терского берега — 55%. Далее к югу значение арктических и субарктических видов снижается, так, во флоре Кандалакшского залива они составляют уже 46%, у Поморского берега — 42 и у Соловецких островов — 42,2%. У Летнего и Лямецкого берегов относительная величина указанных видов несколько повышается. Что же касается Зимнего берега и Мезенского залива, то в этих районах восточной части Белого моря и абсолютное и относительное количество арктических и субарктических видов оказалось наиболее низким: во флоре Зимнего берега виды этих двух групп составляют 35,9%, а в Мезенском заливе только 28,5%.

В распределении бореальных элементов наблюдается обратное явление, т. е. их удельный вес увеличивается по направлению к югу, в западной части моря, у Зимнего берега и в Мезенском заливе. То же можно сказать и об арктическо-бореальных видах.

Чем же можно объяснить все эти особенности?

**Географический состав флоры водорослей
по отдельным районам Белого моря (колич. и %)**

Название районов	Географические группы				
	Арктическая А	Субарктическая В	Арктическо-бореальная С	Холодно-бореальная Д	Тепло-бореальная Е
Терский берег Воронки (83 вида)	5=6,0%	42=50,6%	16=19,3%	19=22,9%	1=1,2%
Терский берег Горла (80 видов)	4=5,0%	40=50,0%	15=18,7%	20=25,0%	1=1,3%
Кандалакшский залив (117 видов)	6=5,1%	48=41,0%	28=24,0%	30=25,6%	5=4,3%
Поморский берег (88 видов)	3=3,4%	34=38,6%	23=26,1%	27=30,7%	1=1,2%
Соловецкие острова (149 + 2 вида)	6=4,0%	57=38,2%	32=21,5%	43=28,9%	11=7,4%
Зимний берег (53 вида)	1=1,9%	18=34,0%	18=34,0%	14=26,4%	2=3,7%
Мезенский залив (14 видов)	—	4=28,5%	4=28,5%	6=43,0%	—
Летний берег (112 видов)	4=3,5%	51=45,6%	26=23,2%	24=21,4%	7=6,3%
Лямецкий берег (43 вида)	2=4,6%	20=46,5%	12=28,0%	9=20,9%	—
Канинский берег (20 видов)	1=5,0%	10=50,0%	6=30,0%	3=15,0%	—

Прежде всего бросается в глаза необычайно высокий процент бореальных элементов во флоре восточной части Белого моря, прилегающей к «полюсу холода». Но это явление парадоксально только на первый взгляд. Водорослевая растительность здесь обнаружена только на очень незначительных глубинах от 0 до 5 м. Это значит, что водоросли обитают здесь в самых высоких, наиболее прогреваемых слоях воды «верхнего моря», тогда как *Joldia arctica*, о которой говорит Е. Ф. Гурьянова, обитает в более глубоких и холодных придонных горизонтах. Кроме того, действие «полюса холода» в основном распространено на Летний и Лямецкий берега, а Зимний берег, по-видимому, не входит в поле его действия, так как вдоль этого берега постоянно идет мощный ток двинских вод. Отсюда и

различие в характере флоры и фауны восточных районов Белого моря.

Снижение удельного веса бореальных элементов у Летнего берега (в западной половине восточной части моря) можно объяснить тем, что здесь водоросли, благодаря наличию благоприятных грунтов, поселяются намного глубже, чем у Зимнего берега, — до 20—30 м глубины и, таким образом, заходят в более холодные слои воды. Это, естественно, способствует большему развитию здесь арктических и субарктических элементов.

Кроме того, у Летнего и Лямецкого берегов характер вод очень близок к характеру вод Бассейна и, благодаря большому влиянию «полюса холода», здесь, по-видимому, воды с пониженной температурой поднимаются в более высокие горизонты, чем и объясняется более холодноводный характер флоры этих мест по сравнению с флорой Кандалакшского залива и Поморского берега. Подток холодных бассейновских вод происходит и в районе северной части Соловецких островов, где также наблюдается более холодноводная флора. В остальных же районах Соловецких островов флора имеет более тепловодный характер и поэтому в целом она сходна с флорой Поморского и Кандалакшского заливов.

Водоросли в юго-западном районе моря растут, так же как и у Летнего берега, на значительной глубине. Однако флора содержит значительно больший процент бореальных видов и имеет наиболее тепловодный характер по сравнению с другими районами моря. Несомненно, этому способствует отсутствие сильных течений и более устойчивая стратификация температуры, благодаря чему летом хорошо прогревается значительно большая толща воды.

В Горле и Воронке, вследствие сильных течений и почти полного перемешивания воды, температурный режим менее благоприятен для развития бореальных элементов и, как уже говорилось выше, во флоре этих районов преобладают субарктические виды.

Таким образом, в Белом море, в районе Воронки, Терского берега и у Летнего и Лямецкого берегов флора водорослей характеризуется преобладанием арктических и субарктических видов, тогда как в Кандалакшском заливе, у Поморского берега, Соловецких островов и у Зимнего берега в составе их флоры преобладают бореальные виды.

Мы думаем, что если бы заросли водорослей по всему морю могли развиваться на более или менее одинаковых глубинах и не были бы так ограничены в ряде районов в своем распреде-

лении по вертикали неблагоприятными для их поселения грунтами (как, например, у Зимнего берега), то в распределении бореальных и субарктических видов можно было бы наблюдать те же закономерности, что и в распределении животного населения. За это говорит приуроченность флоры с наиболее тепловодными чертами к району с «полюсом тепла» и снижение в составе флоры бореальных элементов у Летнего берега, расположенного вблизи района с «полюсом холода».

Все особенности в составе флоры обязаны не только современным условиям гидрологического режима Белого моря, но связаны и с историей развития бассейна моря. Автор придерживается мнения предыдущих исследователей (К. М. Дерюгин, А. Д. Зинова) и считает, что в период ильдиевого моря, когда господствовали отрицательные температуры, Белое море заселялось холодноводными элементами флоры; в период же потепления, т. е. в период литоринового моря, в Белое море стали проникать бореальные элементы.

Из 25 видов водорослей, впервые обнаруженных в Белом море автором, 20 относится к бореальной группе, к арктической — 1 и субарктической — 4. Следовательно, в настоящее время в Белое море проникают все новые и новые бореальные виды, поэтому можно предположить, что на данном этапе развития Белого моря происходит его потепление. Интересно отметить, что буквально на глазах 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 распространения 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, которые в основном встречаются в северной части Атлантического океана и значительно реже в северной части Тихого океана; 3 вида (*Fucus evanescens*, *Phycodrys fimbriata* и

Saundersella simplex) тихоокеанского происхождения, распространенные главным образом у берегов Тихого океана; 1 вид эндемичный (*Phycodrys rossica*), свойственный только Белому морю.

При сравнении флоры водорослей Белого моря с флорой близлежащих районов было обнаружено, что флора Белого моря имеет:

173 вида (166 атлант. + 7 аркт.) общих с флорой Норвегии;

149 видов (146 атлант. + 3 аркт.) общих с флорой Балтийского моря;

147 видов (138 атлант. + 9 аркт.) общих с флорой Мурманна;

146 видов (144 атлант. + 2 аркт.) общих с флорой Великобритании;

124 вида (122 атлант. + 2 аркт.) общих с флорой водорослей атлантического побережья США;

123 вида (114 атлант. + 9 аркт.) общих с флорой Гренландии;

117 видов (107 атлант. + 10 аркт.) общих с флорой Новой Земли.

Судя по цифровым данным, флора Белого моря ближе всего стоит к флоре Норвегии, так как включает 76% видов водорослей, встречающихся у ее берегов. Однако при тщательном анализе ведущей группы водорослей Белого моря и соседних морей выявляется некоторая двойственность характера флоры Белого моря. С одной стороны, многие водоросли, обитающие в Белом море, имеют широкое развитие на Мурмане. Сюда относятся главным образом виды из семейства: *Chordaceae*, *Laminariaceae*, *Alariaceae* и *Fucaceae*. Большое сходство флоры Белого моря и Мурманна 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 Баренцева моря.

С другой стороны, большая часть ведущих видов Белого моря имеет массовое развитие в Норвегии и в Балтийском море. К таким видам относятся главным образом тепловодные элементы флоры, которые хорошо развиваются в многочисленных фиордах Норвегии и в Балтийском море. Большую близость флоры Белого и Балтийского морей можно объяснить в первую очередь наличием ряда сходных экологических факторов: эти водоемы относятся к морям полузакрытого типа, в них сильно прогреваются поверхностные слои воды и значительно

опресняются прибрежные районы. Это сходство также можно объяснить и бывшей связью этих бассейнов в межледниковую эпоху, когда происходило проникновение видов из Балтийского моря в Белое. Сходство флор этих морей выражается не только в общности многих видов, которые получили в обоих морях массовое развитие, но и в существовании даже одинаковых экологических форм у водорослей этих морей, как, например, у *Cystoclonium purpureum*, как это указывает А. Д. Зинова.

В северной части Тихого океана виды, встречающиеся в Белом море, распространены значительно меньше; между этими районами нет непосредственной связи вследствие существующего географического 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. Как проник этот вид в Белое море, не распространяясь предварительно в арктических морях — неизвестно. Можно предположить, что *Saundersella simplex* проникла сюда вместе с морскими судами, на дне которых могли сохраниться споры или даже образоваться проростки, а в Белом море споры, осыпавшись на дно и попав в благоприятные условия, быстро начали прорасти и развиваться.

Изучение распространения отдельных видов водорослей, встречающихся в Белом море, позволяет установить пути, которыми эти водоросли проникли в Белое море. Заселение Белого моря в историческую 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*.

Некоторые авторы (К. М. Дерюгин, Л. А. Зенкевич, 1955) указывают на существование экологического барьера в Горле

Белого моря, который обусловлен мелководностью, значительным опреснением и сильными течениями, господствующими в этом районе. Этот барьер препятствует прямому проникновению ряда планктонных форм в Бассейн. Что же касается макрофитов, то для них этот экологический барьер особого значения не имеет, так как они могут расселяться путем постепенного развития в отдельных пунктах побережья Горла, где имеются благоприятные условия. И действительно, большая часть баренцево-морских видов широко распространена в Белом море и при том многие из них растут в массовом количестве.
