

2

**РАБОТЫ ПО БИОЛОГИИ И ХИМИИ
МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ**

**PAPERS ON THE BIOLOGY AND CHEMISTRY
OF MARINE ORGANISMS**

т. 7



ИЗДАНИЕ I

МОСКВА

1938

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
THE PEOPLE'S COMMISSARIAT FOR FOOD INDUSTRY OF THE USSR

ТРУДЫ ВСЕСОЮЗНОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА МОРСКОГО
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ОКЕАНОГРАФИИ

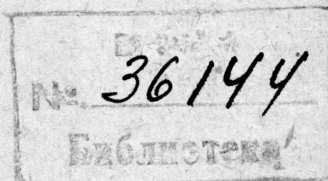
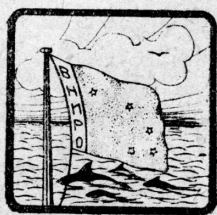
Том VII

TRANSACTIONS
OF THE INSTITUTE
OF MARINE FISHERIES
AND OCEANOGRAPHY
OF THE USSR

Vol. VII

РАБОТЫ ПО БИОЛОГИИ И ХИМИИ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ

PAPERS ON THE BIOLOGY AND CHEMISTRY
OF MARINE ORGANISMS



ИЗДАНИЕ ВНИРО

МОСКВА

1938

MOSCOW

Отпечатано Сельхозгизом по заказу ВНИРО

Ответственный редактор проф. Л. А. Зенкевич	Редактор Б. Я. Кривошлык
Ведущий редактор Г. Н. Эндельман	Технический редактор И. С. Коломиец
Сдано в набор. 20/VIII-37.	Подписано к печ. 27/IV-38.
Объем 7 печ. л.	Формат $1/16$ 72×103.
Уполномоч. Главлита № Б 44585.	В 1 печ. л. 64.320 знаков. У. а. л. 11,5.
	Зак. № 1326.
	Тираж 1 000 экз.

Школа ФЗУ ОГИЗа треста «Полиграфкнига». Москва, Хохловский, 7.

СОДЕРЖАНИЕ

Мейер К. И.—Материалы по флоре водорослей Белого моря	Стр. 5
Киреева М. С. и Шапова Т. Ф.—Темп роста, возраст и спороношение <i>Laminaria saccharina</i> и <i>Laminaria digitata</i> Кольского залива	29
Трофимов А. В.—О сезонных колебаниях содержания иода и хлора в ламинариях Мурмана	59
Трофимов А. В.—О минеральном иоде в живых водорослях	68
Трофимов А. В.—О выпцвтах солей на сухих водорослях	85
Виноградов А. П. и Бергман Г. Г.—Содержание иода в красных водорослях	89
Виноградов А. П.—Химический состав морского планктона	97

CONTENT

Meyer K. I.—Materials on Algae Flora of the White Sea	Page. 28
Kirejeva M. S. and Schapova T. F.—Rates of Growth, Age and Spore-bearing of <i>Laminaria saccharina</i> and <i>L. digitata</i> in Kola-Fjord	52
Trofimov A. V.—On the Seasonal Modifications of Iodine and Chlorine Content in Laminaria of the Kola-Fjord	67
Trofimov A. V.—On Mineral Iodine in Living Algae	84
Trofimov A. V.—On the Appearing of Salts in Dry Algae	88
Vinogradov A. P. und Bergman G. G.—The Iodine Content of Red Algae (Rhodophyceae)	96
Vinogradov A. P.—Chemical Composition of Marine Plankton	114

МАТЕРИАЛЫ ПО ФЛОРЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ БЕЛОГО МОРЯ

Проф. К. И. Мейер

Летом 1931 г. Государственный океанографический институт (ГОИН¹) проводил экспедицию на Белом море. Работа велась по договору с Вохимфармом и имела своей задачей выяснить в Белом море распространение и запасы иодосодержащих водорослей. в первую очередь, следовательно, ламинарий.

Экспедиция состояла из четырех отрядов: три из них обследовали Терский, Летний, Лямыцкий и Поморский берега. Четвертый должен был определить урожайность ламинарий и, поэтому, им был посещен ряд пунктов, разбросанных по всему Белому морю, но преимущественно места более богатые зарослями. В этих пунктах при помощи водолазов были взяты пробные площадки².

Естественно, что во время экспедиции главное внимание обращалось на ламинарии, но вместе с тем, по мере возможности, собирались все встречающиеся водоросли. В настоящей статье, являющейся дополнением к названному выше отчету, представлены результаты обработки этих сборов, а именно сборов, сделанных на Поморском берегу Г. М. Станиловским, на Терском берегу — Б. М. Персидским и сборов четвертого отряда, работавшего под моим руководством.

В соответствии с характером экспедиции сборы касаются исключительно литорали и верхних горизонтов сублиторали. Планктонных ловов не производилось. Кроме того, в настоящую работу включены также данные, полученные от обработки некоторых материалов, собранных в 1935 г. во время экспедиции Архангельского водорослевого института: моих сборов с о. Жижгина за время 4—25/VII и сборов, сделанных Е. С. Ключниковой в Онежском заливе и К. П. Барышевой на Карельском берегу. Наблюдения над распространением водорослей, произведенные Ключниковой и Барышевой, также приняты во внимание.

В настоящее время благодаря работам Е. С. Зиновой мы имеем уже ясное общее представление о флоре водорослей Белого моря. До ее работ наши знания ограничивались, главным образом, сведениями, сообщенными еще Х. Я. Гоби в 1878 г., неполными и достаточно устаревшими. Зиновой опубликован ряд статей (2—6 вкл.), посвященных Белому морю, наиболее важными и основными из которых являются

¹ Ныне Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО).

² Результаты работ экспедиции изложены в моем отчете, напечатанном в III т. Трудов Гос. океаногр. ин-та (7).

опубликованные в 1929 г. „Водоросли Белого моря“ (4) и „Беломорские водоросли“ (5).

В первой работе Зинова дает описание и местонахождение всех найденных в Белом море водорослей; при этом ею использованы не только собственные богатые сборы, но и все коллекции беломорских водорослей, имеющиеся в Ленинграде, как то в Академии наук, в Главном ботаническом саду, Ленинградском университете и в других учреждениях. Всего ею найдено в Белом море 128 видов зеленых, синезеленых, бурых и красных водорослей.

Во второй статье имеются дополнения к этому списку; приводится еще 5 новых для Белого моря водорослей и, кроме того, дается детальное, сопровождаемое картой описание распределения водорослей вокруг. Жижгина, являющегося примером типичного для Белого моря случая. Этими работами ясно обрисовывается общий характер флоры водорослей Белого моря. Последующие исследования дадут, вероятно, еще некоторое количество новых для Белого моря видов, будет изучено, мало еще до сих пор известное, распространение водорослей по Белому морю, но трудно ожидать, чтобы картина флоры его водорослей, данная Зиновой, существенно изменилась. Равным образом, нельзя ожидать, чтобы и картина распределения водорослей, нарисованная К. М. Дерюгиным в его „Фауне Белого моря“ претерпела какие-либо существенные изменения. Наши наблюдения вполне подтвердили ее, с той лишь, быть может, оговоркой, что зона zostеры далеко не везде выражена так хорошо, как это должно было бы быть по Дерюгину (11), и нередко она выпадает совершенно; особенно часто это наблюдается в Онежском заливе, что, повидимому, стоит в связи с особенностями его гидрологического режима. Зинова имела дело с зелеными, синезелеными, бурыми и багряными водорослями. Диатомеи ею не затрагивались. Между тем, диатомовые водоросли богато представлены в Белом море и играют важную роль в жизни его и как эпифиты, и как обитатели дна. До настоящего времени изучены они чрезвычайно слабо. Первые сведения о них дал К. С. Мережковский в 1878 г. (9); им приводится список в 36 форм. В 1882 г. Рейнгаардт (29) опубликовал работу, в которой он на основании как своих сборов, так и Мережковского, дает общий список найденных в Белом море диатомей, всего 63 видов; среди них обращает на себя внимание новый род и вид *Achnanthesigma Mereschkowskii*. Однако, род этот является ничем иным, как *Gyrosigma arcticum*, описанной Steve (22).

Некоторые сведения о диатомеях Белого моря мы находим, далее в работе И. А. Киселева (7). Здесь, кроме планктонных форм, указывается значительное число эпифитных и бентосных. Те же данные с некоторыми дополнениями вошли и в „Фауну Белого моря“ Дерюгина. Этим, собственно, и исчерпываются наши сведения о диатомеях Белого моря. И совершенно уже ничего нам неизвестно о *Chrysophyta*, населяющих Белое море.

Настоящая работа ни на какую полноту претендовать не может, она является лишь некоторым добавочным материалом для беломорской флоры и недостаточная изученность этой последней служит оправданием ее появления.

Цианопhyta

1. *Lyngbya confervoides* C. Ag. — Встречалась в небольшом количестве на литорали: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, зал. Поньгама, о-ва Ломтишные, бухта Кузокоцкая.

2. *Lyngbya semiplena* J. C. Ag. — Была найдена в Ковде.

3. *Dermocarpa Leibleinii* Born. — Встречалась в малом количестве: о. Жижгин (1935 г.)

Chlorophyta

Сем. Cladophoraceae

4. *Bolbocoleon piliferum* Pringsh. — Встречался на *Halosaccion ramenthaceum*: о. Жижгин (1935 г.).

5. *Cladophora crispata* Kütz. — Встречалась в небольшом количестве на литорали: мыс Глубокий (Онежский залив), зал. Поньгама, Ковда (Березовый остров).

6. *Cladophora glaucescens* (Griff.) Harv. — Была найдена в Онежском заливе, около о. Лех-луды.

7. *Cladophora gracilis* (Griff.) Harv. — Встречалась довольно часто на литорали: о. Коткано, о-ва Ломтишные, о. Немецкий Кузов, бухта Сосновая.

8. *Cladophora rupestris* (L.) Kütz. — Встречалась часто в литорали: Порья губа, губа Княжая, Малая Пирью, залив Ковда, губы Регозерская и Кузокоцкая, зал. Поньгама, о. Русский Кузов, о. Коткано, Кондостров, о. Касьян.

9. *Cladophora trichocoma* Kütz. — Толщина нитей 180—190 μ . Встречалась в небольшом количестве в верхнем горизонте сублиторали о. Лумбовского и о. Сосновца.

10. *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Ag.) Kütz. — Был найден на литорали Малой Пирью-губы.

11. *Spongomorpha lanosa* (Roth) Kütz. var. *crucialis* (Müll) — Встречалась в верхнем горизонте сублиторали около о. Русского Кузова и о. Жижгин на *Polyides rotundus* (1935).

12. *Chaetomorpha gracilis* Kütz. — Была найдена около о. Тонкая Осинка.

13. *Chaetomorpha linum* (Roth) Kütz. — Встречалась в небольшом количестве на литорали: зал. Ковда, о-ва Ломтишные, губа Кузокоцкая.

14. *Chaetomorpha crassa* Kütz. — Найдена в большом количестве в губе Лобанихе (о. Великий) на глубине 5—7 м (1935).

15. *Chaetomorpha melagonium* (Web et Mohr) Kütz. — Была найдена около Кондострова.

Сем. Ulvaceae

16. *Enteromorpha prolifera* (Müll) Ag. — Была найдена около Як-острова и в зал. Ковда.

17. *Enteromorpha prolifera* (Müll) Ag. var. *tubulosa* Reind. — Городецкий порог (1935).

18. *Enteromorpha intestinalis* Link. — Встречалась в довольно большом количестве: о. Жижгин.

19. *Enteromorpha crinita* (Roth) J. Ag. — Была найдена около Як-острова.

20. *Enteromorpha compressa* (L) Grev. — Была найдена около мыса Глубокого (Онежский залив).

21. *Monostroma Grevillei* (Thur.) Witt. — Была найдена на Богатых Коргах у о. Сосновца.

22. *Monostroma fuscum* (Post. et Rupr.) Witt. — Встречалась довольно часто в сублиторали: Лумбовский залив, о. Сосновец, у сел. Поной, Як-остров, Лесная Осинка, о. Русский Кузов, о-ва Прогонные, Городецкий порог Бабьего моря.

Phaeophyta

Сем. Ectocarpaceae

23. *Ectocarpus confervoides* (Roth.) L. Jolis. — Встречался в большом количестве на литорали и в верхнем горизонте сублиторали: зал. Ковда и Поньгама, о. Кутульда, о. Жижгин.

24. *Ectocarpus hiemalis* Croc. — Встречался на литорали и в верхнем горизонте сублиторали: о. Кутульда, о. Тонкая Осинка, о. Лесная Осинка.

25. *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb. — Встречался часто в большом количестве на литорали и в верхнем горизонте сублиторали: Лумбовский залив, Богатые Корги против о. Сосновца, Порья-губа, зал. Ковда и Поньгама, Кондостров, Як-остров, о. Русский Кузов.

26. *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellm. — Встречалась часто и в большом количестве на литорали и в верхних частях сублиторали: Лумбовский залив, о. Сосновец, у сел. Поной, губа Кузокоцкая, о-ва Ломтишные, бухта Сосновая, Як-остров, о. Русский Кузов, о-ва Жужмун, Хед-остров, о. Коткано, о. Кутульда, мыс Глубокий, о. Жижгин.

27. *Pylaiella varia* Kjellm. — Была найдена в небольшом количестве около о. Лумбовского.

Сем. Elachistaceae

28. *Elachista fucicola* (Valley) Aresch. — Встречалась на литорали и в верхних частях сублиторали: о. Сосновец, о-ва Ломтишные, Як-остров, о. Русский Кузов, о. Кутульда.

29. *Elachista lubrica* (Rupr.) Aresch. — Вороньи острова (Онежский залив) (1935 г.).

30. *Symphoricoccus radians* Rmk. — Был найден в небольшом количестве около о. Лумбовского.

31. *Leathesia difformis* Aresch. — Была найдена в большом количестве на *Ahnfeltia plicata* в верхнем горизонте сублиторали: о. Жижгин (1935 г.).

32. *Ascocyclus orbicularis* Magn. — о. Жижгин.

Сем. Mesogloiaceae

33. *Chordaria flagelliformis* (Müll.) Ag. — Встречалась в верхнем горизонте сублиторали: о. Лумбовский, о. Сосновец, зал. Ковда, о. Русский Кузов, о. Жижгин, о. Кутульда, о. Коткано, Кондостров.

34. *Mesogloia vermiculata* (Engl. Bot.) Le Jolis. — Была найдена в небольшом количестве в верхних частях сублиторали: Богатые Корги около Сосновца, Поньгама, мыс Глубокий, Онежский зал., о. Жижгин.

35. *Ralfsia verrucosa* (Aresch.) J. Ag. — Встречалась на камнях в верхней части сублиторали: о. Жижгин.

36. *Myrionema aecidioides* Sauv. — Встречалась на листьях *Laminaria saccharina* — в небольшом количестве: о. Жижгин.

Сем. Desmarestiaceae

37. *Desmarestia aculeata* (L.) Lamour. — Часто встречалась в верхних частях сублиторали: Богатые Корги около о. Сосновца, зал. Ковда, о-ва Ломтишные, губа Кузокоцкая, Як-остров, о. Немецкий Кузов, зал. Поньгама, у сел. Пушлахта, Кондостров.

Сем. Dictyosiphonaceae

38. *Dictyosiphon hippuroides* (Lyngb.) Agesch. — Встречался в верхних частях сублиторали: губа Княжая, мыс Глубокий (Онежский залив), о. Жижгин.

39. *Dictyosiphon foeniculaceus* (Huds.) Grev. — Встречался в верхних частях сублиторали: Лумбовский залив, Богатые Корги около о. Сосновца, о-ва Ломтишные, зал. Поньгама, о. Русский Кузов, Немецкий Кузов, о. Лесная Осинка, о. Кутульда, о. Коткано.

40. *Dictyosiphon corymbosus* Kjellm. — Встречался на верхних частях сублиторали: о. Русский Кузов, о. Немецкий Кузов, о. Коткано.

41. *Dictyosiphon Eknani* Agesch. — Был найден в Лумбовском заливе.

42. *Gobia baltica* (Gobi) Rnk. — Была найдена в небольшом количестве в верхнем горизонте сублиторали у мыса Глубокого (Онежский залив). В 1935 г. была найдена О. С. Зверевой у о. Жижгина.

Сем. Encoeliaceae

43. *Phyllitis fascia* Kütz. — В верхней части сублиторали: о. Жижгин.

44. *Phyllitis zosterifolia* Rnk. — В верхней части сублиторали о. Жижгина (найден О. С. Зверевой).

45. *Scytosiphon lomentarius* (Lyngb.) — Встречался в верхнем горизонте сублиторали: Лумбовский залив, о. Жижгин.

46. *Scytosiphon tortillis* (Rupr.) Rnk. — Встречался в верхней части сублиторали: Богатые Корги (о. Сосновец), бухта Сосновая, зал. Ковда, Кузокоцкая губа, зал. Поньгама, о. Тонкая Осинка, о. Коткано, Седостров.

Сем. Sphacelariaceae

47. *Sphacelaria olivacea* (Dillw.) Ag. — Была найдена в небольшом количестве в бухте Сосновой.

48. *Sphacelaria cirrhosa* (Lyngb.) — Была найдена в небольшом количестве в бухте Княжой, губе Регозерской и Кузокоцкой, в зал. Поньгаме и около Як-острова.

49. *Chaetopteris plumosa* Lyngb. — Часто встречался в верхнем горизонте сублиторали: Порья-губа, бухта Сосновая, о-ва Ломтишные, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, о. Русский Кузов, о. Немецкий Кузов, о. Кутульда, о. Жижгин, Кондостров.

Сем. Chordaceae

50. *Chorda filum* (L.) Stackh. — Часто встречалась в верхних частях сублиторали, образуя местами довольно густые заросли: Лумбовский залив, о. Сосновец, о-ва Ломтишные, губы Кузокоцкая и Регозерская, у сел. Пушлахта, о. Лесная Осинка, Тонкая Осинка, о. Лех-Луды, Седостров, о. Коткано, Кондостров, о-ва Вороньи, о-ва Прогонные, о. Б. Кузмин, о. Потулай, о-ва Перх-луды.

51. *Chorda tomentosa* Lyngb. — Встречалась в верхнем горизонте сублиторали, местами образуя густые заросли: Лумбовский залив, Богатые Корги около о. Сосновца, о-ва Ломтишные, Малая Пирю-губа, о. Русский Кузов, о. Лесная Осинка, о. Жижгин.

Сем. Laminariaceae

52. *Phyllaria lorea* (Bory) Kjellm. — О. Жижгин (найден О. С. Зверевой).

53. *Alaria grandifolia* J. Ag. — Была найдена в небольшом количестве в Лумбовском заливе, в верхней части сублиторали.

54. *Alaria esculenta* (L.) Grev. — Встречалась в верхней части сублиторали: Лумбовский залив, о. Сосновец, о. Жижгин.

55. *Alaria Pylaii* Grev. — Встречалась в сублиторали о. Жижгина.

56. *Alaria membranacea* J. Ag. — Встречалась в верхней части сублиторали: сел. Чапома, о. Жижгин.

57. *Laminaria saccharina* (L.) Lamour. — Широко распространена по всему Белому морю, образуя на каменистом грунте сплошные заросли на глубине 1—8 м; ниже заросли быстро редеют и на глубине 10—12 м встречались лишь отдельные экземпляры.

Были найдены следующие формы:

bullata f. *membranacea* J. Ag. — Наиболее распространенная форма в Белом море: Лумбовский залив, Три Острова, о. Сосновец, у сел. Чапома и Поной, бухта Сосновая, о. Жижгин, Поньгама, Ковда, губа Регозерская, Пушлахта, о. Тонкая Осинка, Кондостров, Кислячиха (Онежский зал.), о. Русский Кузов, о. Немецкий Кузов, о. Тумище, о-ва Жужмуи, Седостров;

bullata f. *linearis* J. Ag. — О. Тумище, о. Тонкая Осинка, Сумостров, о. Кутульда;

grandis f. *latifolia* Kjellm. — Лумбовский залив, зал. Ковда, о. Малый Жужмуй, губа Регозерская, Три Острова;

f. *longissima* Foslie — Лумбовский залив.

58. *Laminaria digitata* (L.) Lamour. — Широко распространена по всему Белому морю, вместе с *L. saccharina* образует на каменистом и каменисто-песчаном грунтах сплошные заросли на глубине 2—8 м, ниже встречаются отдельные экземпляры до глубины приблизительно 12 м. Е. С. Зинова указывает, что *L. digitata* идет до глубины 24—30 м. Нам на такой глубине она не попадалась.

Были найдены следующие формы:

genuina f. *typica* Kjellm. — Лумбовский залив, мыс Горбулукский, о. Сосновец;

genuina f. *complanata* Kjellm. — О. Русский Кузов, у сел. Пушлахта, мыс Горбулукский;

genuina f. *cuneata* Kjellm. — О. Жижгин, сел. Пушлахта, о. Тонкая Осинка;

genuina f. *ensifolia* Le Jolis. — О. Жижгин, о. Б. Жужмуй, Кондостров, Седостров, о. Русский Кузов, зал. Ковда, Лумбовский залив;

intermedia f. *longipes* Foslie. — Бухта Сосновая, Порья-губа, Большой Жужмуй, зал. Поньгама,

debilipes Foslie. — Сумостров (Онежский залив).

Сем. Tilopteridaceae

59. *Haplospora globosa* Kjellm. — Была найдена в небольшом количестве около сел. Пушлахты.

Сем. Fucaceae

60. *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. — Встречается часто на литорали вместе с фукусами: о. Немецкий Кузов, Як-остров, о. Коткано, о. Тонкая Осинка, о. Кутульда, зал. Поньгама, Малая Пирию-губа, Порья губа, губа Регозерская.

61. *Fucus vesiculosus* L. — Широко распространен по Белому морю, образуя в литорали заросли. По Е. С. Зиновой различные формы *F. vesiculosus* могут опускаться на глубину до 4—5 м. Нам *F. vesiculosus* встречался только на литорали.

62. *Fucus inflatus* M. Vahl. — Встречался вместе с *F. vesiculosus* на литорали: о. Лесная Осинка, о. Сосновец, у сел. Поной, о. Кутульда.

63. *Fucus serratus* L. — Очень часто встречался в самом верхнем горизонте сублиторали. По данным Е. С. Зиновой *F. serratus* может опускаться в сублиторали до глубины 20 м. Нам он ниже 1—5 м не попадался: о. Сосновец, Бабыя губа, о. Лесная Осинка, зал. Поньгама и др.

64. *Fucus filiformis* Gmel. — Был найден около о. Русского Кузова и о. Жижгин.

Rhodophyta

Сем. Bangiaceae

65. *Porphyra laciniata* (Light.) Ag. — О. Лесная Осинка.

Сем. Helminthocladiaceae

66. *Chantransia efflorescens* (J. Ag.) Kjellm. — Встречалась в качестве эпифита на крупных водорослях в небольшом количестве: бухта Сосновая, Порья-губа, о-ва Жужмуй, о-ва Ломтишные, губа Кузокоцкая, о. Жижгин.

67. *Chantransia secundata* (Lyngb.) Thut. — Встречалась как эпифит на крупных водорослях: Порья-губа, о. Лесная Осинка.

68. *Chantransia virgatula* (Harv.) Thut. — Встречалась в виде эпифита в небольшом количестве на крупных водорослях: бухта Сосновая, губа Регозерская, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, в последнем месте была представлена f. *luxurians* (J. Ag.) K. Rosenb.

Сем. Nemastomaceae

69. *Furcellaria fastigiata* (Huds.) Lamour. — Встречалась в сублиторали иногда в большом количестве: зал. Поньгама, губа Княжая, Лобаниха, губы Регозерская и Кузокоцкая, о. Немецкий Кузов, Порья-губа, Перх-луды, Кондостров, о-ва Вороньи, о. Большой Кузмин.

Сем. Dumontiaceae

70. *Dumontia filiformis* Grev. — Встречалась редко: о. Жижгин.

71. *Halosaccion ramenthaceum* (L.) Ag. — Был найден в Лумбовском заливе и у о. Жижгин;

f. *ramosa* Kjellm. — О. Сосновец.

Сем. Rhizophylidaceae

72. *Polyides rotundus* (Gmel.) Grev. — Встречался в небольшом количестве в сублиторали: о. Сосновец, о. Жижгин, зал. Ковда, о. Тонкая Осинка, о. Кутульда, Кондостров, губа Регозерская, о. Перх-луды.

Сем. Corallinaceae

73. *Lithothamnium glaciale* Kjellm. — О. Тонкая Осинка.

74. *Coralina officinalis* L. — Встречалась очень часто на камнях в зоне ламинарий и ниже ее: Бухта Сосновая, о. Жижгин, Порья-губа, губы Регозерская и Кузокоцкая, зал. Поньгама, о-ва Пушлахта, о-ва Жужмуи, о. Русский Кузов, о. Коткано, Кондостров, о. Кутульда, мыс Горбулукский.

Сем. Delesseriaceae

75. *Delesseria angustissima* Rupr. — Встречалась на камнях и стеблях ламинарий в нижней части зоны ламинарий и глубже: зал. Ковда, о. Русский Кузов, мыс Горбулукский, о-ва Жужмуи, о. Жижгин.

76. *Delesseria Baerii* Rupr. — Была найдена в сублиторали около о. Русского Кузова и Кондострова.

77. *Delesseria rossica* Zіpova. — Встречалась в сублиторали вместе с *D. sinuosa* на стеблях ламинарий: о-ва Жужмуи, о. Кутульда, мыс Горбулукский, о. Березовый.

78. *Delesseria sinuosa* (Good Wood) Lamour. — Встречалась часто в нижних частях зоны ламинарий и глубже на стеблях ламинарий и на камнях: о. Жижгин, о. Тонкая Осинка, о. Кутульда, о-ва Жужмуи, Кондостров, мыс Горбулукский, зал. Ковда, о. Русский Кузов, у сел. Пушлахта, Як-остров, Перх-луды, о-ва Вороньи, о-ва Прогонные;

f. *quercifolia* Turp. — Встречалась вместе в типом: о. Русский Кузов, Кондостров.

Сем. Rhodomellaceae

79. *Polysiphonia arctica* J. G. Ag. — О. Жижгин

80. *Polysiphonia atro-rubens* (Dillw.) Grev. — О. Коткано, о. Лех-луды, о. Русский Кузов, мыс Сосновый (Онежский залив).

81. *Polysiphonia nigrescens* (Huds.) Harv. — Малая Пирью-губа, бухта Сосновая, залив Поньгама, о. Лех-луды, мыс Сосновый (Онежский залив), мыс Глубокий, о. Тонкая Осинка, о. Лесная Осинка, Сед-остров, о. Кутульда, о. Немецкий Кузов, Кондостров, о. Коткано, Выг-Наволоок, о. Русский Кузов, зал. Ковда, сел. Унежма.

82. *Polysiphonia urceolata* (Light.) Grev.

f. *typica* Kjellm. — Встречалась часто в сублиторали: Порья-губа, губа Княжая, зал. Ковда, о-ва Ломтишные, губы Регозерская и Кузокоцкая, Як-остров, Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Тонкая Осинка, Лесная Осинка, о-ва Жужмуи, о. Немецкий Кузов, Кондостров, мыс Сосновый;

f. *roseola* Ag. — О. Русский Кузов, о. Толстик (Онежский залив), о. Жижгин.

83. *Rhodomela subfusca* (Wood) Ag.

f. *gracilis* (Harv.) Farlow. — Встречалась на камнях в сублиторали: бухта Сосновая, зал. Ковда, о-ва Ломтишные, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, Як-остров, о. Русский Кузов, Немецкий Кузов, о. Кутульда, о. Жижгин.

84. *Odonthalia dentata* (L.) Lyngb. — Одна из самых обычных багрянок Белого моря. Очень часто встречалась в нижних частях зоны ламинарий и глубже на камнях. Распространена по всему Белому морю: Лумбовский залив, сел. Поной, о. Жижгин, зал. Ковда, Як-остров, мыс Горбулукский, Пушлахта, о. Русский Кузов, Кондостров, Вороньи о-ва, о-ва Жужмуи, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, Южные Перх-луды, о. Малый Длинный, о-ва Прогонные.

Сем. Ceramiaceae

85. *Antithamnion pylaisaei* (Mont.) Kjellm. — Бухта Сосновая, сел. Пушлахта, о. Жижгин.

86. *Antithamnion boreale* (Gobi) Kjellm. — Встречался редко: о. Жижгин (О. С. Зверева).

87. *Rhodochorton penicilliformis* (Kjellm.) Rosenv. — Встречался редко: о. Жижгин.

88. *Ptilota pectinata* (Gunn) Kjellm. — Очень часто встречались в зоне ламинарий на стеблях этих последних: о. Жижгин, Малая Пирью-губа, зал. Ковда, губа Регозерская, мыс Горбулукский, о. Русский Кузов, о-ва Жужмуи, о. Кутульда, Южные Перх-луды.

89. *Ptilota plumosa* (L.) Ag. — Встречались вместе с *Pt. pectinata* на стеблях ламинарий в сублиторали: Лумбовский залив, зал. Поньгама, о. Русский Кузов, о-ва Жужмуи, о. Кутульда, о-ва Перх-луды, о. Жижгин, о-ва Вороньи.

90. *Ceramium rubrum* Huds. — Бухта Сосновая, Ковда, о. Немецкий Кузов, Русский Кузов, о. Тонкая Осинка, о. Лесная Осинка, мыс Сосновый (Онежский залив), о. Жижгин.

f. decurrens Hauck. — Порья-губа.

Сем. Gigartinaceae

91. *Ahnfeltia plicata* (Huds) Fr. — Растет в верхнем горизонте сублиторали, на камнях, вместе с фукусами, иногда в большом количестве. Распространена по всему Белому морю, но в Онежском заливе встречается в большем количестве, чем в Кандалакшском. В зал. Поньгаме и на о. Жижгине на *Ahnfeltia plicata* был найден *Sterrocolax decipiens* Schmitz, считавшийся раньше паразитом ее; по современным воззрениям *Sterrocolax* является спорофитной генерацией *Ahnfeltia*: бухта Сосновая, Порья-губа, мыс Пирью-губа, зал. Ковда, губы Регозерская и Кузокоцкая, зал. Поньгама, о. Немецкий Кузов, о. Тонкая Осинка, Лесная Осинка, Седостров, о. Лех-луды, о. Кутульда, о. Коткано, Выг-наволоок, о. Жижгин, Лопалахта, Кондостров, о-ва Вороньи, о. Б. Кузьмин, о. Длинный, Перх-луды, о. Ятко.

92. *Phyllophora brodiaei* (Turg.) J. Ag. — Встречалась часто в сублиторали, иногда (в бухте Княжой) в очень большом количестве. В бухте Сосновой на *Phyllophora brodiaei* была найдена спорофитная ее генерация, ранее считавшаяся за паразитную водоросль *Actinococcus subcutaneus* (Lyngh.) K. Rosenb.: бухта Сосновая, Порья-губа, Малая Пирью-губа, зал. Ковда, губа Княжая, зал. Поньгама, о-ва Ломтишные, губы Регозерская и Кузокоцкая, о. Русский Кузов, сел. Луплахта, мыс Горбулукский, о-ва Жужмуи, о. М. Длинный, Кондостров, Выг-наволоок, о. Жижгин, о-ва Перх-луды.

93. *Phyllophora membranifolia* (Good Wood) J. Ag. — Найдена в небольшом количестве в сублиторали вместе с *Ph. brodiaei*: зал. Поньгама, о-ва Жужмуи, мыс Горбулукский.

94. *Phyllophora interrupta* (Grev.) J. G. Ag. — найдена в губе Кузокоцкой (о. Великий), о. Жижгин.

Сем. Rhodophyllaceae

95. *Rhodophyllis dichotoma* (Lerech.) Gobi. — Встречался часто в сублиторали;

f. intermedia Zinova — Лумбовский залив, о. Русский Кузов, о. Жижгин, о. Перх-луды.

f. tenuiloba Zinova — О-ва Жужмуи, о. Кутульда, Южные Перх-луды.

96. *Euthora cristata* (L.) J. Ag. — Встречалась в небольшом количестве в сублиторали: Лумбовский залив, мыс Горбулукский, о. Русский Кузов, о. Жижгин.

97. *Cystoclonium purpurascens* (Huds.) Kütz. — Встречался в небольшом количестве в сублиторали: бухта Сосновая, губа Княжая, зал. Ковда (у Березового о-ва), о-ва Ломтишные, залив Поньгама, губа Регозерская, Як-остров, о. Русский Кузов, Кондостров, Кутульда,

о. Лесная Осинка, о. Сосновец, губа Лобаниха, Южные Перх-луды, о. Жижгин.

i. *dendroidea* Kjellm. — Ковда, Кондостров.

Сем. Rhodymeniaceae

98. *Rhodymenia palmata* (Grev.) J. Ag. — О. Сосновец, Як-остров, Кондостров, Ковда, губа Кузокоцкая (о. Великий), Южные Перх-луды, о. Жижгин

99. *Rhodymenia pertusa* (Post. et Rupr.) J. Ag. — Як-остров.

BACILLARIOPHYTA

Centricae

Сем. Discoideae

100. *Melosira dubia* Kutz. — Встречалась в небольшом количестве: зал. Ковда, губа Княжая, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Лесная Осинка.

101. *Melosira moniliformis* (Müll) Agardh. — Встречалась довольно часто в сублиторали: губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, о. Тонкая Осинка, Як-остров, мыс Глубокий, о. Жижгин.

102. *Melosira nummuloides* (Dillw.) C. A. Ag. — Встречалась довольно часто: бухта Сосновая, Пирью-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, Як-остров, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка,

103. *Melosira sulcata* (Ehr.) Kütz. — Широко распространена в Белом море, иногда встречалась в значительном количестве: Лумбовский зал., о. Сосновец, бухта Сосновая, губа Княжая, Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, губа Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, Унежма, о-ва Жужмуи, о. Толстик, Кондостров.

104. *Hyalodiscus subtilis* Bailly. — Очень широко распространен по всему Белому морю, встречался во всех пробах, иногда в значительном количестве: о. Сосновец, Лумбовский залив, бухта Сосновая, о. Жижгин, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, у сел. Поньгама и Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, мыс Глубокий, Седостров, Унежма, Як-остров, о-ва Жужмуи, о. Толстик (Онежский залив), Кондостров.

105. *Thalassiosira decipiens* (Grün.) Jørgensen. — Планктонная форма, случайно попадавшая в сборы: о. Сосновец, Малая Пирью-губа, Порья-губа, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Лесная Осинка, Седостров.

106. *Thalassiosira gravida* Cl. — Планктонная форма: Порья-губа.

107. *Thalassiosira Nordenskjoldi* Cl. — Планктонная форма: о. Сосновец, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Жижгин.

108. *Cyclotella compta* Ehr. Пресноводная форма, случайно занесенная: зал. Ковда.

109. *Coscinodiscus radiatus* Ehr. — Планктонная, случайно встречавшаяся, форма: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, мыс Глубокий.

110. *Actinopterychus undulatus* (Bail.) Rifs. — Встречался очень редко в виде единичных экземпляров: Лумбовский залив, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Толстик, Унежма.

Сем. Biddulphoideae

111. *Triceratium arcticum* Brightwell. — Встретился один раз в Кузокоцкой губе.

112. *Biddulphia aurita* (Lyngb.) Breb et Godey. — Встречался очень часто во всех пробах: о. Сосновец, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, Кондостров, о. Толстик, о. Жижгин, Унежма.

113. *Istmia nervosa* Kütz. — Встречалась довольно редко, в отдельных случаях в значительном количестве: о. Русский Кузов, Пушлахта, о. Кутульда, Лесная Осинка, Тонкая Осинка, Як-остров, о-ва Жужмуи, о. Жижгин, Перх-луды (Онежский залив).

Pennatae

Сем. Fragilariodeae

114. *Rhabdonema arcuatum* (Lyngb.) Ag. Kütz. — Самая обычная эпифитная форма, широко распространенная в Белом море, иногда встречалась в больших количествах: Лумбовский залив, о. Сосновец, о. Жижгин, бухта Сосновая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, о. Толстик, мыс Глубокий, Седостров.

f. *contracta* Fricke. — О. Сосновец.

115. *Rhabdonema arcuatum* var. *ventricosa* Cleve. — Встречалась вместе с типом: о. Сосновец.

116. *Rhabdonema minutum* Kütz. — Как и *R. arcuatum*, самый обычный и распространенный эпифит в Белом море, встречающийся нередко в значительном количестве: о. Сосновец, Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, залив Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, о-ва Жужмуи, Кондостров, о. Жижгин, о. Толстик.

117. *Rhabdonema Torelli* Cleve. — Полярная форма, найденная на Шпицбергене, Вайгаче и в Гренландии. Встречалась очень редко, единичными экземплярами: Порья-губа, зал. Поньгама.

118. *Striatella delicatula* (Kütz.) Grun. — Встречалась в небольшом количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, Порья-губа, губа Кузокоцкая, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, о. Унежма.

119. *Grammatophora angulosa* Ehr. — Встречалась часто, иногда в значительном количестве. Вместе о типом местами попадалась var. *islandica* (Ehr.) Grun.: о. Сосновец, Лумбовский залив, о. Жижгин, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губа Регозерская, зал. Поньгама, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о-ва Жужмуи.

120. *Grammatophora arctica* Cleve. — Встречалась часто, иногда в довольно значительном количестве: о. Сосновец, о. Жижгин, бухта Сосновая, губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, о-ва Жужмуи, Кондостров, о. Толстик.

121. *Grammatophora arcuata* Ehr. — Арктический вид. Встречался довольно часто, иногда в довольно значительном количестве: о. Сосно-

вец, Лумбовский залив, о. Жижгин, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, о. Унежма, о. Толстик (Онежский залив), Седостров, Як-остров, о-ва Жужмуи, Кондостров.

122. *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kütz. — Встречалась очень часто, нередко в большом количестве: о. Сосновец, о. Жижгин, Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, залив Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Унежма, Кондостров, о. Толстик. Кроме названных выше видов *Grammatophora* И. А. Киселев в своей работе о планктоне Белого моря упоминает о *Grammatophora serpentina*; в наших сборах она не попадалась.

123. *Licmophora Ehrenbergii* (Kütz.) Grun. — Встречалась редко: бухта Сосновая, губа Кузокоцкая.

124. *Licmophora gracilis* (Ehr.) Grun. var. *anglica* (Kütz.) Paray. Встречалась часто, иногда в значительном количестве: бухта Сосновая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, залив Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, Кондостров.

125. *Licmophora paradoxa* (Lyngb.) Ag. var. *tincta* (Ag.) Hust. Встречалась вместе с типом редко: Лумбовский залив, о. Жижгин, губа Княжая, Малая Пирью-губа.

126. *Licmophora paradoxa* (Lyngb.) Ag. — Встречалась довольно часто: о. Сосновец, бухта Сосновая, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, Седостров, Кондостров, о. Толстик.

127. *Licmophora paradoxa* (Lyngb.) Ag. var. *crystallina* (Kütz.) Grun. — Встречалась очень редко: Кондостров.

128. *Licmophora Jürgensii* Ag. f. *elongata* (Pet.) — Встречалась редко: о. Тонкая Осинка, Седостров.

129. *Licmophora tenuis* (Kütz.) Grun. — Встречалась очень редко: Малая Пирью-губа.

130. *Opephora marina* (Grey.) Petit. — Встречалась изредка в малых количествах: Лумбовский залив, о. Жижгин, Порья-губа, о-ва Жужмуи, Кондостров.

131. *Opephora Martyi* Heribaud. — Встречалась изредка в малом количестве: Лумбовский залив, губа Княжая, Малая Пирью-губа, мыс Глубокий, о-ва Жужмуи.

132. *Rhaphoneis surirella* (Ehr.) Grunow. — Был найден в большом количестве в Лумбовском заливе. Размеры его были: длина — до 50 μ , ширина — 20 μ , ребер — 8 на 10 μ и точек — 7 на 10 μ . Кроме того, встречался в небольшом количестве около о. Сосновца и о. Тонкой Осинки и Унежмы.

133. *Ceratoneis arcus* Kütz. — Случайная пресноводная форма: Як-остров.

134. *Synedra cristallina* (Ag.) Kütz. — Встречалась часто, иногда в значительном количестве: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, сел. Пушлахта, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, Седостров.

135. *Synedra investiens* W. Sm. — Встречалась редко в небольшом количестве: зал. Ковда, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, Седостров, о. Жижгин, Кондостров.

136. *Synedra camtschatica* Grun. — Встречалась часто в небольшом

количество: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о-ва Жужмуи, о. Жижгин, Унежда.

137. *Synedra pulchella* (Ralfs.) Kütz. — Встречалась редко в виде отдельных экземпляров: бухта Сосновая, Малая Пирью-губа, зал. Ковда, Поньгама, Як-остров.

138. *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz. — Вместе с нижепоименованными ее разновидностями является наиболее распространенным в Белом море эпифитом, встречающимися всюду в большом количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, Як-остров, Жужмуи, Кондостров, о. Толстик, о. Жижгин, Унежда.

139. *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz. var. *acumitata* Grun. — Встречалась вместе с типом в небольшом количестве: о. Сосновец, заливы Лумбовский, Ковда и Поньгама, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий.

140. *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz. var. *fasciculata* (Kütz.) Grun. — Встречалась вместе с типом: о. Сосновец, Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи.

141. *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz. var. *ottusa* Rant. — Встречалась вместе с типом в небольшом количестве: бухта Сосновая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, о-ва Жужмуи.

142. *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz. var. *parva* (Kütz.) Grunow. — о. Сосновец.

143. *Fragilaria islandica* Grun. — Встречалась в небольшом количестве.

144. *Thalassionema nitzschioides* Grun. — Планктонная, случайно попадавшая в сборы форма: Лумбовский залив, бухта Сосновая, о. Русский Кузов.

145. *Thalassiothrix Frauenfeldii* Grun. — Планктонная, случайно попадавшая в сборы форма: зал. Поньгама.

146. *Eunotia praeurupta* Ehr. var. *musciicola* Petersen. — Пресноводная, случайная форма: губа Княжая.

Сем. Achnanthoideae

147. *Cocconeis antiqua* Temp. et Grun.? — Встретился один раз в бухте Сосновой, длина верхней створки 38 м, ширина — 27 м, штрихов 16—15 на 10 м.

148. *Cocconeis californica* Grun. — Встречался редко в небольшом количестве. Длина доходила до 47 м, ширина 32 м, ребер — 12 на 10 м: о. Русский Кузов, о. Кутульда, о-ва Жужмуи, о. Жижгин. Указывается Нустедтом для Белого моря (у п-ова Оленьего).

149. *Cocconeis costata* Greg. — Широко распространенный, часто встречающийся в Белом море вид: о. Сосновец, о. Жижгин, бухта Сосновая, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, о. Толстик, о-ва Жужмуи.

150. *Cocconeis dirupta* Greg. — Встречался в виде отдельных экземпляров: губа Регозерская.

151. *Cocconeis dirupta* Greg. var. *antarctica* Grun. — Встречался в виде единичных экземпляров. Длина — 47 μ , ширина — 27 μ , ребер 11 на 10 μ , точек 11—12 на 10 μ . У сел. Пушлахта.

152. *Cocconeis dirupta* Greg. var. *decipiens* Cl. — Встречался в виде единичных экземпляров: о-ва Жужмуи.

153. *Cocconeis pediculus* Ehr. — Встречался редко: Порья-губа, мыс Глубокий, Як-остров.

154. *Cocconeis pseudomarginata* Greg. — Встречался очень редко отдельными особями: губа Кузокоцкая.

155. *Cocconeis scutellum* Ehr. — Весьма часто встречающаяся форма, нередко в большом количестве. Вместе с типом попадались var. *rarva* (Порья-губа) и var. *minutissima* Grun. (зал. Ковда): о. Сосновец, Лумбовский залив, бухта Сосновая, Малая Пирья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, Як-остров, о-ва Жужмуи, Кондостров, о. Жижгин, Унежма, о. Толстик.

156. *Cocconeis scutellum* Ehr. var. *stauroneiforme* W. Sm. — Встречался довольно часто: бухта Сосновая, Малая Пирью-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Кондостров, о. Жижгин, Унежма.

157. *Cocconeis quarnerensis* Grun. — Встречался в малом количестве около Унежмы.

158. *Cocconeis vitrea* Grun., var. *verrucosa* Grun. — Встречался в небольшом количестве. Размеры: длина — 25—40 μ , ширина — 20—28 μ , ребер 18—20 на μ : Кузокоцкая губа, зал. Поньгама.

159. *Achnanthes brevipes* Ag. — Встречался очень часто, нередко в большом количестве. Вместе с типом попадались var. *intermedia* (Kütz.) Cl. и var. *parvula* (Kütz.) Cl. — Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, залив Ковда, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, о. Унежма, о-ва Жужмуи.

160. *Achnanthes delicatula* (Kütz.) Grun. — Встречался в небольшом количестве: зал. Ковда, о. Кутульда.

161. *Achnanthes exigua* Grun. — Встречался редко. Малая Пирью-губа.

162. *Achnanthes Hauckiana* Grun. — Встречался очень редко: Лумбовский залив.

163. *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun. — Встречался очень часто, нередко в значительных количествах: о. Сосновец, Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, залив Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, Седостров, о-ва Жужмуи, Кондостров, о. Толстик, о. Жижгин, о. Унежма.

Сем. Naviculoideae

164. *Mastogloia elliptica* (Ag.) Cl. — Встречалась в небольшом количестве: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, губа Кузокоцкая, Седостров.

165. *Mastogloia exigua* Lewis. — Встречалась в небольшом количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Унежма.

166. *Mastogloia Smithi* Thwaites. — Встречалась очень редко: зал. Ковда.

19188. 240

167. *Frustulia rhomboides* (Ehr.) De Toni, var. *amphipleuroides* Grun. — Пресноводная, случайная форма: зал. Ковда.
168. *Frustulia rhomboides* Ehr. De Toni, var. *saxonica* Rabh. — Пресноводная, случайная форма: мыс Глубокий.
169. *Gyrosigma arcticum* Cl. — Встречалась очень часто, но в виде отдельных экземпляров: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, Кондостров, о. Жижгин.
170. *Gyrosigma tenuissimum* W. Sm. — Встречалась очень редко. Длина — 340 м, ширина — 19 м: губа Кузокоцкая.
171. *Gyrosigma Wansbeckii* Donk. — Встречалась очень редко: губа Кузокоцкая.
172. *Pleurosigma angulatum* Quekett. f. *finmarchica* Cl. — Встречалась в небольшом количестве около о. Толстика (1935 г.).
173. *Pleurosigma directum* Grun. — Встречалась очень редко: губа Княжая.
174. *Pleurosigma elongatum* W. Sm. — Встречалась в небольшом количестве: бухта Сосновая, сел. Пушлахта, о-ва Жужмуи.
175. *Pleurosigma elongatum* W. Sm. var. *kariana* Grun. — Встречалась редко: губа Регозерская, Седостров.
176. *Pleurosigma longum* Cl. — Встречалась в виде отдельных экземпляров, редко: губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда.
177. *Pleurosigma Normannii* Ralfs. — Встречалась в небольшом количестве: Лумбовский залив, губы Кузокоцкая и Регозерская, о. Кутульда, мыс Глубокий, Седостров.
178. *Pleurosigma nubecula* W. Sm., var. *intermedia* W. Sm. — Встречалась в небольшом количестве: Лумбовский залив, зал. Ковда, о. Тонкая Осинка, Малая Пирью-губа, губа Регозерская, сел. Пушлахта, о. Жижгин.
179. *Pleurosigma obscurum* W. Sm. — Встречалась очень редко: Лумбовский залив.
180. *Caloneis aemula* A. S. — Встречалась очень редко: залив Поньгама.
181. *Caloneis amphisbaena* Bory, var. *subsalsa* Donk. — Встречалась в малом количестве, в виде отдельных экземпляров: Малая Пирью-губа, губа Кузокоцкая, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, Седостров, Кондостров. Экземпляры, найденные в Малой Пирью-губе, отличались малыми размерами: длина — 45 м, ширина — 20 м, ребер — 16 на 10 м.
182. *Caloneis brevis* Grev. — Встречалась редко: сел. Пушлахта, Седостров.
183. *Caloneis brevis* Grev. var. *distoma* Grev., f. *angustior* Grun. — Встречалась очень редко в бухте Сосновой. Длина — 100 м, ширина — 20 м, ребер — 20 на 10 м.
184. *Caloneis brevis* Grev., var. *vexans* Grun. — Встречалась очень редко в Малой Пирью-губе.
185. *Caloneis formosa* Greg. — Встречалась редко, в виде отдельных экземпляров: бухта Сосновая, губа Княжая, зал. Ковда, Седостров.
186. *Caloneis liber* W. Sm., var. *genuina* Cl. — Встречалась часто, но в небольшом количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о-ва Жужмуи и о. Жижгин.
187. *Diploneis advena* A. S., var. *parca* A. S. — Встречалась в небольшом количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, о. Жижгин, губа Княжая, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, сел. Пушлахта, о. Кутульда, Седостров, о-ва Жужмуи.
188. *Diploneis aestiva* Donk. — Встречалась в небольшом количе-

стве: губа Княжая, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, сел. Пушлахта, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, Седостров, о-ва Жужмуи.

189. *Diploneis areolata* Cl.—Встречалась в виде отдельных экземпляров: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, о-ва Жужмуи.

190. *Diploneis bombus* Ehr.—Встречалась очень редко в бухте Княжой.

191. *Diploneis bomboides* A. Sm.—Встречалась очень редко в бухте Княжой.

192. *Diploneis borealis* Grun.—Встречалась очень редко в зал. Ковде.

193. *Diploneis constricta* Grun.—Встречалась редко: Малая Пирью-губа, мыс Глубокий, в этом последнем месте — f. *minuta*.

194. *Diploneis didyma* Ehr.—Встречалась редко: Лумбовский залив, губа Княжая, сел. Унежма.

195. *Diploneis entomon* (Ehr.) A. S.—Встречалась довольно часто, но в небольшом количестве: бухта Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, мыс Глубокий, Седостров.

196. *Diploneis fusca* Greg.—Встречалась редко. Длина — 55 μ, ширина — 26 μ, ребер 7 на 10 μ: губа Княжая, зал. Ковда.

197. *Diploneis incurvata* Greg.—Встречалась редко в Княжой губе.

198. *Diploneis interrupta* Kütz.—Встречалась в небольшом количестве: Малая Пирью-губа, зал. Ковда, сел. Пушлахта, мыс Глубокий, о-ва Жужмуи, о. Толстик.

199. *Diploneis litoralis* Donk.—Встречалась в небольшом количестве: губа Княжая, зал. Ковда, сел. Пушлахта.

200. *Diploneis major* Cl.—Встречалась довольно часто, но в виде отдельных экземпляров: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Толстик.

201. *Diploneis mediterranea* Grun.—Встречалась очень редко в губе Княжой. Размеры: длина — 51 μ, ширина — 20 μ, ребер — 7-8 на 10 μ.

202. *Diploneis muscaeformis* Grun.—Встречалась очень редко: зал. Ковда, губа Регозерская, причем в последней она была предоставлена var. *constricta*.

203. *Diploneis pupula* A. S.—Встречалась очень редко в зал. Поньгама.

204. *Diploneis puella* Cl.—Встречалась очень редко: Порья-губа, зал. Ковда.

205. *Diploneis Smithii* Bred.—Встречалась изредка в виде отдельных экземпляров: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Регозерская и Кузокоцкая, сел. Пушлахта, о. Кутульда, о. Тонкая Осинка, Унежма, Седостров, о. Толстик, о. Жижгин.

206. *Diploneis subcincta* (A. S.)—Встречалась редко, в небольшом количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, сел. Пушлахта, о. Кутульда, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Жижгин, о. Толстик.

207. *Stauroneis anceps* Ehr.—Пресноводная, случайная форма: бухта Сосновая.

208. *Navicula abrupta* (Greg.)—Встречалась в небольшом количестве: Лумбовский залив, губа Княжая, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, о. Лесная Осинка, Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, Кондостров, о. Толстик, о. Жижгин, Унежма.

209. *Navicula algida* Grun. — Арктическая форма встречалась редко, в виде отдельных экземпляров: губа Княжая, Седостров.

210. *Navicula amorphila* Grun. — Встречалась очень часто в довольно большом количестве. Вместе с типом попадалась var. *intermedia* Grun: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Кутульда, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, Якостров, Кондостров, о. Жижгин

211. *Navicula bolleana* Grun. — Встречалась редко отдельными экземплярами: бухта Княжая, зал. Ковда, о. Русский Кузов, сел. Пушлахта, о-ва Жужмуи и Жижгин.

212. *Navicula cancellata* Donk. — Встречалась редко: Лумбовский залив.

213. *Navicula cancellata* Donk., var. *Gregorii* Ralfs. — Встречалась редко: губы Княжая и Кузокоцкая.

214. *Navicula crucigera* (W. Sm.) — Встречалась в небольшом количестве: губа Княжая, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, сел. Пушлахта, Унежма.

215. *Navicula dicephala* (Ehr.) W. Sm. — Пресноводная случайная форма: Лумбовский залив.

216. *Navicula digito-radiata* (Greg.) A. S. — Встречалась в небольшом количестве: Лумбовский залив, о. Сосновец, губы Княжая и Кузокоцкая, зал. Ковда, о. Лесная Осинка, Седостров, о. Жижгин.

217. *Navicula directa* W. Sm. var. *genuina* Cl. — Встречалась часто, в небольшом количестве: Лумбовский залив, о. Сосновец, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, Тонкая Осинка, о. Кутульда, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Толстик, Кондостров, о. Жижгин.

218. *Navicula directa* W. Sm., var. *remota* Grun. — Встретилась в губе Княжой.

219. *Navicula distans* W. Sm. — Встречалась редко в виде отдельных экземпляров: Лумбовский залив, о. Сосновец, Малая Пирью-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, Кондостров, о. Жижгин, о. Толстик.

220. *Navicula forcipata* Grev. — Встречалась в небольшом количестве: Лумбовский залив, Малая Пирью-губа, Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, Кондостров, о. Жижгин.

221. *Navicula forcipata* Grev. var. *densistriata* A. S. — Встречалась редко: губа Княжая, бухта Сосновец, губа Регозерская.

222. *Navicula gelida* Grun. — Арктическая форма. Встречалась редко, в виде отдельных экземпляров: мыс Глубокий, о-ва Жужмуи.

223. *Navicula glacialis* Cl., var. *septentrionalis* Cl. — Встречалась очень редко: Седостров.

224. *Navicula Grevillei* Ag. — Встречалась часто, иногда в довольно значительном количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Толстик, о. Жижгин.

225. *Navicula ramosissima* Ag., f. *amplia* Grun. — Встречалась на литорали о. Жижгина.

226. *Navicula Henedyi* M. Sm. — Встречалась в виде отдельных экземпляров: Лумбовский залив, губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, Седостров, о-ва Жужмуи.

227. *Navicula hungarica* Grun. — Встречалась редко: Лумбовский залив.

228. *Navicula humerosa* Breb. — Встречалась в виде отдельных экземпляров: Лумбовский залив, Малая Пирью-губа, зал. Поньгама, о. Лесная Осинка, мыс Глубокий, о. Унежма.

229. *Navicula jamalinensis* Cl. — Встречалась редко: Лумбовский залив, (размеры Лумбовских экземпляров: длина — 26 μ , ширина — 14 μ , ребер — 7 на 10 μ), о. Тонкая Осинка, о. Жужмуи, о. Толстик.

230. *Navicula Kariana* Grun., var. *frigida* Grun. — Арктическая форма. Встречалась редко: губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, о-ва Жужмуи.

231. *Navicula lacustris* Greg. — Случайная, пресноводная форма: найдена в литорали у Унежмы.

232. *Navicula lanceolata* Kütz. — Пресноводная, случайная форма: губа Кузокоцкая.

233. *Navicula latissima* Greg. — Встречалась в виде отдельных экземпляров: губа Княжая, мыс Глубокий.

234. *Navicula lyra* Ehr. — Встречалась в небольшом количестве: Регозерская губа, зал. Поньгама, о. Толстик, сел. Пушлахта, о-ва Жужмуи.

235. *Navicula lyra* Ehr., var. *atlantica* A.S. — Встретилась у о. Лесная Осинка.

236. *Navicula placentula* Ehr. — Пресноводная, случайная форма: бухта Сосновая.

237. *Navicula Reichardtii* Grun. — Встречалась в малом количестве: губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, о. Толстик, сел. Пушлахта, Якостров, о. Жижгин, о-ва Жужмуи.

238. *Navicula rhynchocephala* Kütz., var. *amphiceros* Kütz. — Встречалась редко в Княжьей губе.

239. *Navicula solida* Cl. — Встречалась в небольшом количестве. Размеры: длина до 100 μ , ширина до 30 μ , ребер — 9 на 10 μ : Лумбовский залив, губа Княжая, мыс Глубокий.

240. *Navicula spectabilis* Greg. — Встречалась в виде единичных экземпляров: бухта Княжая, зал. Ковда.

241. *Navicula spicula* (Dickie) Cl. — Встречалась в виде единичных экземпляров: бухта Княжая, зал. Ковда, о. Лесная Осинка.

242. *Navicula viridula* Kütz. — Встретилась в малом количестве в Лумбовском заливе.

243. *Navicula viridula* Kütz., var. *avenacea* (Breb.) Grun. — Встречалась очень редко около Якострова.

244. *Navicula vulpina* Kütz. — Пресноводная, случайная форма: о. Тонкая Осинка.

245. *Pinnularia borealis* Ehr. — Случайная, пресноводная форма: Лумбовский залив.

246. *Pinnularia cruciformis* Donk. — Встречалась очень редко: Седостров.

247. *Pinnularia interrupta* M. Sm. — Пресноводная, случайно занесенная форма: Малая Пирью-губа.

248. *Pinnularia nobilis* Ehr. — Пресноводная, случайно занесенная форма: зал. Ковда.

249. *Pinnularia quadratarea* A. S. — Встречалась в виде отдельных экземпляров: губа Княжая, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, о. Кутульда, Седостров, Кондостров.

250. *Pinnularia travelyana* Donk. — Встречалась очень редко: о. Лесная Осинка.

251. *Berkeley rutilans* Trent. — Встречалась в небольшом коли-

честве: Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, сел. Пушлахта, о. Кутульда, о. Тонкая Осинка, о. Жижгин.

252. *Trachyneis aspera* Ehr. — Встречалась очень часто, одна из обычных форм: Лумбовский залив, о. Сосновец, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Жижгин, Унежма.

253. *Brebissonia Beckii* (Ehr.) — Малая Пирью-губа, зал. Ковда, Якостров, Кондостров. У Якострова образовывала вместе с *Synedra tabulata* сплошные, густые заросли на листьях зостеры, в остальных местах встречалась в небольшом количестве.

254. *Scoliotropis latestriata* Breb. — Встречалась очень редко: о. Сосновец.

255. *Amphiprora palludosa* Wilm. — Встречалась редко: зал. Ковда, Седостров.

256. *Amphiprora alata* Kütz. — Встречалась редко: о. Тонкая Осинка, о. Лесная Осинка.

257. *Pseudoamphiprora stauroptera* Bail. — Встречалась редко, отдельными экземплярами: губа Княжая, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, сел. Пушлахта, о. Лесная Осинка.

258. *Tropidoneis elegans* W. Sm. — Встречалась очень редко: губа Княжая, Малая Пирью-губа, зал. Ковда.

259. *Tropidoneis lepidoptera* Greg. — Встречалась очень редко: Лумбовский залив, бухта Сосновая, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров.

260. *Tropidoneis maxima* Greg. — Встречалась очень редко.

261. *Amphora acuta* Greg. — Встречалась в небольшом количестве: Лумбовский залив, зал. Поньгама, о. Кутульда, о. Тонкая Осинка, о-ва Жужмуи.

262. *Amphora arcus* Greg., var. *sulcata* A. S. — Встречалась редко: бухта Сосновая.

263. *Amphora crassa* Greg. — Встречалась в небольшом количестве: губа Княжая, зал. Ковда.

264. *Amphora delphinea* A. S. var. *javanica* Cl. Greg. Встречалась в небольшом количестве: зал. Ковда, зал. Поньгама, сел. Пушлахта.

265. *Amphora eunotia* Cl. — Встречалась в небольшом количестве: губа Княжая, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, сел. Пушлахта.

266. *Amphora ostrearia* Brab. — Встречалась очень редко: губа Княжая, зал. Ковда.

267. *Amphora ovalis* Kütz. — Пресноводная, случайная форма: зал. Ковда.

268. *Amphora proteus* Greg. — Встречалась довольно часто: Лумбовский залив, губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, зал. Поньгама, о. Кутульда, о-ва Жужмуи, Кондостров.

269. *Amphora terroris* Ehr. — Встречалась часто: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, Пушлахта, о. Русский Кузов, о-ва Жужмуи, о. Толстик.

270. *Symbella aspera* Ehr. — Пресноводная случайная форма: зал. Ковда.

271. *Symbella cistula* Neupr. — Пресноводная случайная форма: зал. Ковда.

272. *Symbella yarrensii* A. S. — Встречалась довольно часто. Длина доходила до 125 м, ширина — 9 м, ребер 10 на 10 м: бухта Сосновая, губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская.

273. *Didymosphenia geminata* (Lyngh.) A. S.—Пресноводная, случайная форма: зал. Ковда.

274. *Gomphonema acuminatum* Ehrh., f. *coronata* Ehrh. Пресноводная, случайная форма: бухта Сосновая.

275. *Gomphonema camtschaticum* Grun.—Встречалась в небольшом количестве: о. Жижгин, бухта Княжая, зал. Ковда, губа Регозерская, зал. Поньгама, о. Русский Кузов, о. Тонкая Осинка, Седостров, о-ва Жужмуи, Кондостров.

276. *Gomphonema olivaceum* Lyngh.—Бухта Сосновая, зал. Ковда.

Сем. Epithemioideae

277. *Epithemia musculus* Kütz.—Встречалась в виде отдельных экземпляров: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, губы Кузокоцкая и Регозерская, мыс Глубокий, Седостров, Унежма.

Сем. Nitzschioideae

278. *Hantzschia virgata* (Roper) Grun.—Встречалась очень редко: Лумбовский залив, Малая Пирью-губа, мыс Глубокий.

279. *Bacillaria paradoxa* Gmelin.—Встречалась очень редко: Седостров.

280. *Nitzschia angularis* Ehrh.—Встречалась очень часто: иногда в довольно значительном количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, о. Жижгин, губа Княжая, Малая Пирью-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, Седостров, Кондостров.

281. *Nitzschia apiculata* (Greg.) Grun.—Встречалась в небольшом количестве: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, губа Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Толстик, о. Кутульда, Седостров, Унежма.

282. *Nitzschia biloba* W. Sm.—Встречалась очень редко: мыс Глубокий.

283. *Nitzschia constricta* (Greg.) Grun., var. *subconstricta* Grun.—Встречалась в небольшом количестве: губа Княжая, Малая Пирью-губа, зал. Ковда, губа Кузокоцкая, Кондостров, о. Толстик; f. *parva*: о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров.

284. *Nitzschia distans* Greg.—Встречалась очень редко: бухта Сосновая, зал. Ковда.

285. *Nitzschia hungarica* Grun.—Встречалась очень редко: о. Сосновец.

286. *Nitzschia hybrida* Grun.—Встречалась в виде отдельных экземпляров: губа Княжая, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи.

287. *Nitzschia insignis* Greg., var. *arctica* Grun.—Встречалась очень редко: губа Регозерская.

288. *Nitzschia linearis* W. Sm.—Пресноводная случайная форма: Седостров.

289. *Nitzschia linearis* W. Sm., var. *tenuis* Grun.—Пресноводная, случайная форма: губа Княжая, Малая Пирью-губа.

290. *Nitzschia Lorentziana* Grun. var. *subtilis* Grun.—Встречалась очень редко: губа Княжая, о. Лесная Осинка.

291. *Nitzschia marginulata* Grun.—Встречалась очень часто, иногда в довольно большом количестве: Лумбовский залив, бухта Княжая.

Малая Пирью-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Кутульда, Лесная Осинка, мыс Глубокий.

292. *Nitzschia Mitcheliana* Greenleaf. — Встречалась очень редко: губа Княжая, сел. Пушлахта.

293. *Nitzschia obtusa* W. Sm. — Встречалась очень редко: Седостров.

294. *Nitzschia panduriformis* Greg., var. *minor* Grun. — Встречалась очень редко: Седостров.

295. *Nitzschia punctata* (Sm.) Grun. — Встречалась в небольшом количестве: бухта Сосновая, губа Княжая, сел. Пушлахта, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, о. Толстик, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Унежа.

296. *Nitzschia punctata* Grun., var. *elongata* Grun. — Встречалась редко: Лумбовский залив, губа Княжая, Малая Пирью-губа, губа Кузокоцкая.

297. *Nitzschia sigma* (Kütz.) W. Sm. — Встречалась очень часто, иногда в значительном количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, залив Ковда, губы Кузокоцкая, Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, мыс Глубокий, Седостров, Кондостров, о. Толстик.

298. *Nitzschia socialis* Greg. — Встречалась очень часто, в довольно большом количестве: Лумбовский залив, бухта Сосновая, губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, Седостров, о-ва Жужмуи.

299. *Nitzschia Tryblionella* Hantzsch., var. *levidensis* (W. Sm.) Grun. — Встречалась очень редко: губа Княжая, Порья-губа.

300. *Nitzschia vitrea* Norman. — Встречалась очень редко: губа Княжая.

301. *Nitzschiella longissima* (Breb.) Ralfs. — Встречалась редко: Лумбовский залив, Седостров.

Сем. Surirelloideae

302. *Cumatopleura elliptica* (Breb.) W. Sm. — Пресноводная, случайная форма: зал. Ковда.

303. *Surirella fastuosa* Ehr. — Встречалась очень редко.

304. *Surirella ovalis* Breb. — Встречалась очень редко: Малая Пирью-губа, зал. Ковда.

305. *Surirella ovata* Kütz., var. *crumena* (Breb.), var. *Heutck.* — Встречалась очень редко. Якоостров.

306. *Surirella turgida* W. Sm. — Встречалась очень редко: зал. Ковда.

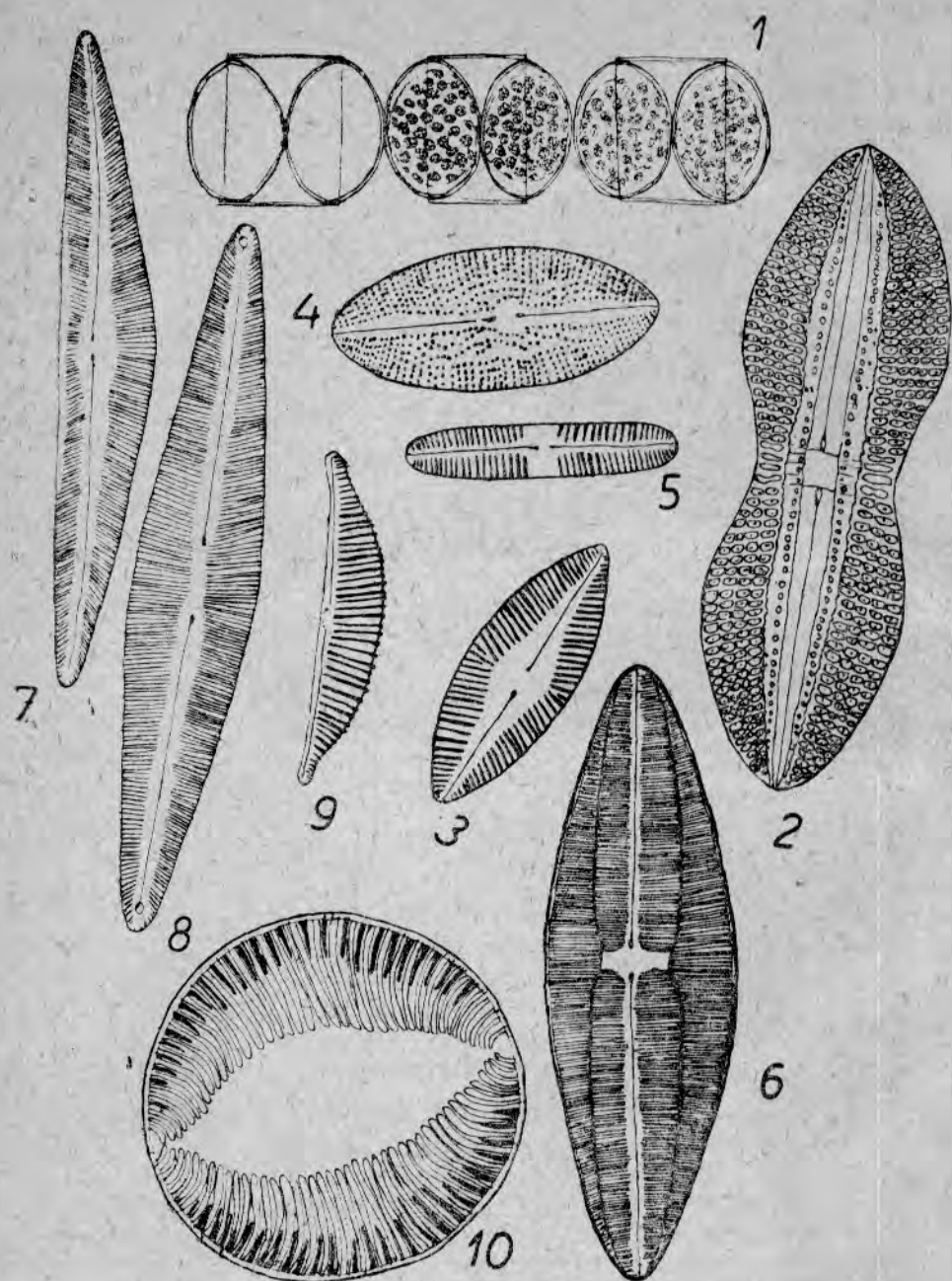
307. *Campylodiscus angularis* Greg. — Встречался редко: зал. Ковда, губа Княжая.

308. *Campylodiscus Thüretii* Breb. — Встречался часто, в виде отдельных экземпляров: бухта Сосновая, губа Княжая, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, сел. Пушлахта, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, о. Толстик, Седостров, о-ва Жужмуи.

Сем. Silicoflagellatae

309. *Dictyocha fibula* Ehr. — Встречалась редко: Порья-губа.

310. *Distephanus speculum* (Ehr.) Haesckel. — Встречался очень часто: о. Сосновец, бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губы, губы Кузокоцкая и Регозерская, зал. Поньгама, сел. Пушлахта, о. Русский Кузов, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, мыс Глубокий, Седостров, о-ва Жужмуи, о. Жижгин.



Водоросли Белого моря
Algae of the White Sea

- Фиг. 1. *Melosira dubia*. Ковда (увелич. $\times 630$)
 Фиг. 2. *Diploneis areolata*. Княжая (увелич. $\times 630$)
 Фиг. 3. *Navicula solida*. Мыс Глубокий (увелич. 630)
 Фиг. 4. *Navicula algida*. Седостров (увелич. $\times 630$)
 Фиг. 5. *Pinnularia quadratarea*. Поньгама (увелич. $\times 630$)
 Фиг. 6. *Pseudoamphiphora stauroptera*. Княжая (увелич. $\times 630$)
 Фиг. 7. *Cymbella jarrensis*. Княжая (увелич. $\times 630$)
 Фиг. 8. *Brebissonia Beckii*. Якостров (увелич. $\times 630$)
 Фиг. 9. *Amphora ferrosia*. Княжая (увелич. $\times 630$)
 Фиг. 10. *Campylodiscus angularis*. Княжая (увелич. $\times 630$)

311. *Ebria tripartita* (Schum.) Lemm. — Встречалась часто: бухта Сосновая, губа Княжая, Малая Пирью-губа, Порья-губа, зал. Ковда, губы Кузокоцкая и Регозерская, сел. Пущлахта, о. Кутульда, о. Лесная Осинка, о. Тонкая Осинка, Седостров, Кондостров, о. Жижгин.

Москва, 1936.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гоби Х. Я. Флора водорослей Белого моря. „Труды СПб. общ. естествоисп.“ т. 9, СПб., 1878.
2. Зинова Е. С. Предварительная заметка о водорослях Белого моря. „Изв. Гл. ботан. сада“, т. 20, вып. 1, Пгг., 1921.
3. Зинова Е. С. Распределение водорослей в Белом море в зависимости от среды. „Изв. Гл. ботан. сада“, т. 21, вып. 1, Пгг., 1922.
4. Зинова Е. С. Водоросли Белого моря. Ч. 1 — „Труды Ленингр. общ. естествоисп.“ т. 58, вып. 3, Л., 1928; ч. II — там же, т. 59, вып. 3, Л., 1929.
5. Зинова Е. С. Беломорские водоросли и их практическое использование. Архангельск, 1929.
- 5а. Зинова Е. С. Новые обследования водорослей Белого моря по летнему берегу. „Исследования морей СССР“, № 20, Л., 1934.
6. Зинова Е. С. Водоросли Мурмана. Ч. 1 — „Труды СПб общ. естествоисп.“, т. 43, 1912; ч. II — там же, т. 54—55, 1913—14.
7. Киселев И. А. Фитопланктон Белого моря. „Исследования русских морей“ Вып. 2, Л., 1925.
8. Мейер К. И. Отчет о работе экспедиции по выяснению запасов водорослей в Белом море. „Труды Гос. океанографич. ин-та“, т. 3, вып. 3, М., 1933.
9. Мережковский С. Диатомовые водоросли Белого моря. „Труды СПб. общ. естествоисп.“, т. 9, 1878.
10. Ценковский Л. Отчет о беломорской экскурсии. „Труды СПб. общ. естествоисп.“, т. 22, 1881.
11. Дерюгин К. М. Фауна Белого моря и условия ее обитания. Л., 1928.
12. Cleve P. T. Synopsis of Naviculoid Diatoms, I—II. Stockholm, 1895—6.
13. Cleve P. u. Grunow A. Beiträge zur Kenntnis der arktischen Diatomeen. „K. Sv. Vetensk. — Akad. Handlingar“, Bd. 87, 1879.
14. Grunow A. Die Diatomeen von Franz Joseph Land. „Denkschr. d. K. Akad. Wiss.“, Wien, 1884, Bd. 48.
15. Gobi Ch. Die Brauntange des Finnischen Meerbusens. „Mem. d. l' Acad. d. Sc de St. Petersburg“, V. 21, 1874.
16. Hauck F. Die Meeresalgen. Leipzig, 1885.
17. Hustedt F. Bacillariophyta. „Pascher's Süßwasserflora“, Bd. 10, 1930.
18. Hustedt F. Die Kieselalgen. Bd. I — Leipzig, 1927—30. Bd. II. 1—4. Leipzig, 1931—2.
19. Gemeinhardt K. Silicoflagellatae. Leipzig, 1930.
20. Lakovitz K. Die Algenflora der gesamten Ostsee. Danzig, 1929.
21. Newton L. A. Handbook of the British Seaweeds. London, 1931.
22. Cleve P. T. On Diatoms from the Arctic Sea. „Bih. till K. Sv. Vet. Akad. Handl.“, V. 1, 1873.
23. Heurck van de H. Synopsis des Diatomees de Belgique. Anvers, 1880—81.
24. Kjellman T. The Algae of the arctic Sea „K. Sv. Vetn. Akad. Handl.“ B. 20, 1882—83.
25. Pantocsek J. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Bacillarien Ungarns. V. I 1886. V. III, 1892.
26. Toni de A. Sylloge algarum.
27. Foslie M. Ueber die Laminarien Norwegens Christiania, Vidensk Forhand, 1884
28. A. Schmidt. Atlas d. Diatomaceen-Kunde. S. I—VI.
29. Reinhard L. Zur Kenntnis der Bacillariaceen des Weissen Meeres. „Bull. Soc I. Natur. d. Moscou“, 1882.
30. Yendo K. A. Monograph of the Genus Alaria. „Journ. of the College of Sc. I. Univer.“, Tokyo, 1919, V. 43, 1.

MATERIALS ON ALGAE FLORA OF THE WHITE SEA

By Prof K. I. Meyer

SUMMARY

This article is the result of elaboration of samples collected in the White Sea in 1931 by the expedition of the State Oceanographical Institute of the USSR (Moscow). The purpose of the expedition was to evaluate stocks of iodine containing algae and to find out the richest growths of the said algae. The expedition investigated a number of places along the Terskij, Letnij, Ljamitskij and Pomorskij coasts and a few spots along the Karelian and Kandalaksha coasts. The data on amount and distribution of Laminariae obtained by the expedition are to be found in the Transactions of the State Oceanographical Institute (1933, v. III, issue 1) published in the „Report on the work of the expedition“. In the present work we give a list of the green, brownish, red and diatome algae collected during the expedition. There were also included some other data, obtained in 1935 by the Archangel Algae Institute, that was working on Zhizhgin Island and along the Pomorskij and Corelian coasts.

The work performed in its greater part by E. S. Zinova has elucidated the general flora composition of the green, brownish and red algae of the White Sea. The same author and K. M. Derjugin have given a general survey of the distribution of the said algae. Whereas the White Sea diatomies have been studied to a far lesser degree and we have at our disposal hardly any data on the flora of the bottom diatomies of the White Sea except those contained in the old works of K. S. Merezhkovskij and L. B. Reinhardt. Some stray hints are to be found but in the works of I. A. Kisselev. Our work confirming the data of E. S. Zinova and K. M. Derjugin extends and complements them especially in what concerns the diatome algae.

Moscow, 1936.

ТЕМП РОСТА, ВОЗРАСТ И СПОРОНОШЕНИЕ *LAMINARIA SACCHARINA* И *LAMINARIA DIGITATA* КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

М. С. Киреева и Т. Ф. Щапова

Летом 1931 г. отделом донных водорослей б. Государственного океанографического института (ныне ВНИРО), были начаты в с. Полярном¹ стационарные работы по изучению иодонакопляющих водорослей. Эти работы входили в качестве одной из составных частей в общую программу исследований водорослей в Белом и Баренцовом морях. План этих исследований заключал в себе помимо стационарного изучения водорослей также и маршрутные обследования Мурманского и Беломорского побережий, имевшие своей целью выяснение сырьевых запасов ламинарий. Выбор ламинарий в качестве объекта исследований объяснялся, с одной стороны, большой мощностью зарослей этих водорослей, а с другой — высоким содержанием в них иода. Оба эти обстоятельства делают ламинарий чрезвычайно ценным сырьем для промышленного использования.

Изучение темпа роста ламинарий являлось одной из тем, входящих в план стационарных работ. Параллельно с изучением темпа роста были поставлены наблюдения над процессом спороношения и установлением возрастных групп ламинарий.

I. Изучение темпа роста *Laminaria saccharina* и *Laminaria digitata*

Как уже выше указывалось, изучение темпа роста ламинарий являлось одной из тем, входивших в план стационарных работ. Объектами наблюдений были выбраны *Laminaria saccharina* (L.) Lamour f. *membranacea* J. Ag. и *Laminaria digitata* (L.) Lamour f. *typica* Kjellm., т. е. как раз те формы, которые в изобилии находятся в губах северной части Кольского залива. Благодаря малой продолжительности этих наблюдений, охватывающих всего 1 год (с сентября 1931 г. по август 1932 г.), в настоящее время нами еще не получены исчерпывающие данные о ходе роста ламинарий. Однако, на основе даже предварительного цифрового материала, характеризующего процесс роста, намечились определенные закономерности, изложению которых посвящена настоящая глава.

Ламинарии с давних пор обратили на себя внимание, и в русской литературе лечебные свойства их были отмечены уже в XVIII веке. В систематическом отношении ламинарии были довольно детально

¹ С. Полярное, где находилось Мурманское отделение Государственного океанографического института, расположено в северной части Кольского залива у Полярной гавани (см. фиг. 16).

изучены рядом известных ученых XIX века, как то: Lamouroux (20), Areschoug (10), Kiellmann (14) Foslie (13) и др. Исследования ламинарий как в направлении изучения истории их развития, так и в сторону изучения других биологических моментов жизни ламинарий, продолжают и в XX веке: работы Setchell (16, 17), Yendo (18), Kylin (19), Sauvageau (15), Pascher (21) и др. Однако, все эти исследования касались и касаются главным образом качественных характеристик изучаемых процессов. В связи с этим мы решили провести наблюдения над темпом роста ламинарий с иной точки зрения, а именно попытаться охарактеризовать этот процесс количественными данными. Следует отметить, что в работе Fallis (12), вышедшей в 1916 г., приводятся данные по количественному учету роста; однако, благодаря иной постановке наблюдений, как в отношении методики, так и в отношении малой продолжительности опытов (всего $1-1\frac{1}{2}$ месяца) наши работы имеют с этой работой мало точек соприкосновения.

Как известно, слоевище ламинарий в отношении возраста представляет собой неравноценное образование. Каждый год зимой или весной происходит сбрасывание старого листа, на месте которого в один год вырастает новый, т. е. всегда листовая пластинка является однолетним образованием, продукцией одного года, в то время как стебель представляет собой многолетнюю часть слоевища.

По нашим наблюдениям процесс смены листа у ламинарий Кольского залива начинается в январе месяце — старый лист постепенно отодвигается вверх, уступая место новой листовой пластинке. При этом старый лист сохраняется иногда очень долго; так на образцах ламинарий, собранных в июле-августе, удается еще обнаружить остатки старого уже отмершего листа.

Для того, чтобы получить количественную характеристику хода развития нового листа и отмирания старого, можно наметить два пути: или периодически взвешивая новый и старый лист, или периодически измеряя длину и ширину листовых пластинок. По периодическим изменениям во взвешиваниях и в промерах можно судить о темпе роста листа. Мы решили использовать оба эти пути, как взаимно дополняющие друг друга. Методика исследований сводилась к следующему.

В продолжение целого года (с сентября 1931 г. по август 1932 г.) нами брались каждый месяц, а в период замедленного роста раз в два-три месяца, по 25—35 экз. *Laminaria saccharina* в Оленьей губе и по 25—35 экз. *Laminaria digitata* в проливе, соединяющем Полярную гавань с Кольским заливом. При таком числе образцов, как это показала опытная проверка, получались достаточно устойчивые средние значения изучаемых величин, особенно относительных, и в меньшей степени абсолютных. Желательно было бы, конечно, подвергнуть исследованию гораздо большее количество объектов, что, однако, оказалось практически невыполнимым.

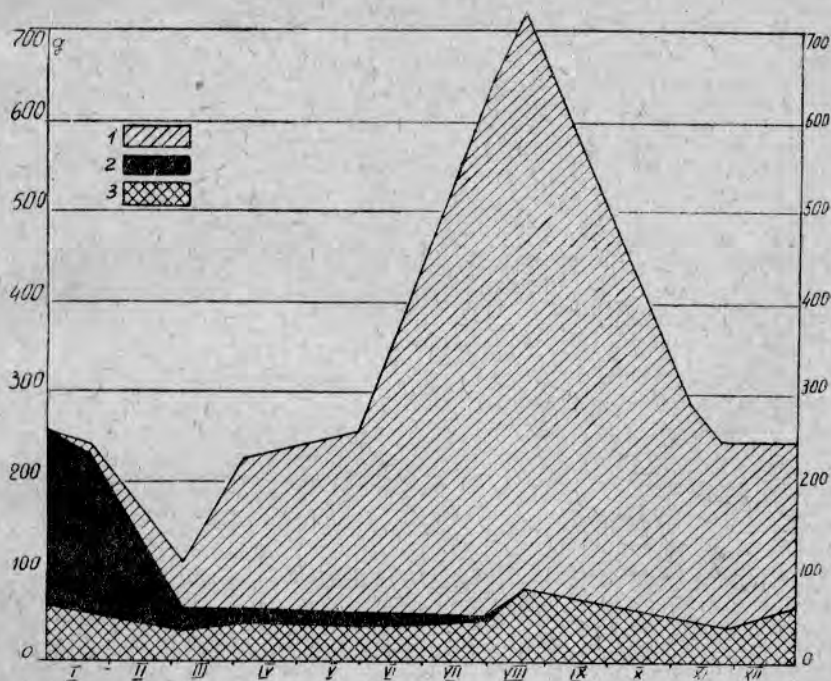
Ввиду того, что чрезмерная разновозрастность могла стать причиной, обуславливающей разницу в весах при ежемесячных взвешиваниях, нами при взятии образцов отбрасывались все экземпляры, не достигшие 0,5 м длины. Взятые образцы промерялись (при этом отмечалась длина всего слоевища, длина и ширина старого и нового листа и длина стебля) и взвешивались в сыром виде. Затем отрезались новый лист, старый и черешок и взвешивались — отдельно по частям. Из всех взвешиваний и промеров бралась средняя арифметическая, характеризующая собой среднюю величину слоевища, листа и черешка на данный месяц. Средние веса, полученные таким путем, отложены на прилагаемых графиках (см. фиг. 1 и 2).

По оси абсцисс отложено время наблюдений, по оси ординат —

средний вес сырого молодого листа, старого листа и черешка. Верхний контур кривой дает средний вес всего слоевища на данный месяц.

Следует отметить, что при всем кажущемся различии этих двух графиков друг от друга, они в основном сходны между собой: так обе эти кривые одновершинны и наивысший подъем у обеих падает на август.

Рост нового листа, как показано на графиках, начинается и у *L. saccharina* и у *L. digitata* в январе. Так как в этом месяце никаких резких изменений в отношении температурного и солевого режима воды



Фиг. 1. *Laminaria saccharina*

Изменение по месяцам средних значений веса слоевища, черешка, молодого и старого листа. Обозначения: 1. Новый лист; 2. Старый лист; 3. Черешок

Fig. 1. *Laminaria saccharina*. Variation by months of the mean weight of the total plant, stipe, new and old blade. Symbols: 1. The new blade; 2. The old blade; 3. The stipe

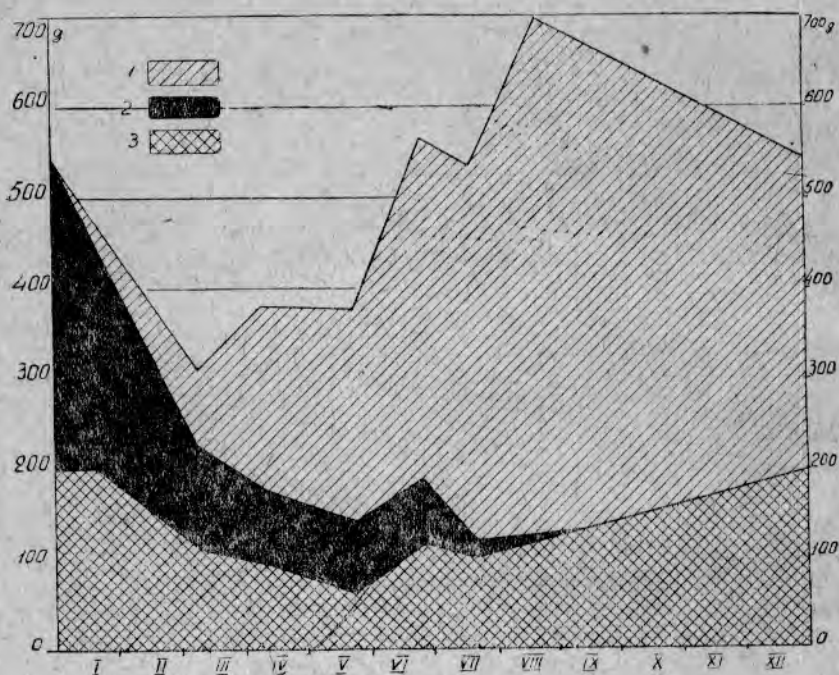
по сравнению с предыдущими месяцами не происходит, то начало роста следует объяснить другими причинами.

В северных широтах в январе после полярной ночи впервые появляется солнце; с этим появлением света и связано, повидимому, начало роста у ламинарий.

Интересно отметить, что в работе Смирнова (9), посвященной вопросу ассимиляции полярных водорослей, имеются как раз указания о ходе ассимиляции в течение декабря—января. По наблюдениям этого автора ламинарии Кольского залива начинают ассимилировать только со середины января. В продолжение всего декабря, а также в первую половину января они находятся как бы в состоянии анабиоза — у них имеется налицо только процесс дыхания, в то время, как процесс ассимиляции отсутствует совершенно. С середины января, когда освещение становится уже настолько интенсивным, что водоросли могут его использовать в качестве источника энергии,

ламинарии начинают ассимилировать. К этому моменту, повидимому, и следует приурочить начало роста нового молодого листа¹.

Kylin в своей работе указывает на то, что у ламинарий Шведского побережья рост молодого листа начинается уже с ноября месяца за счет ламинарина, накопленного старым листом в течение предшествовавшего вегетационного периода. Следует отметить, что для района, где производил работы Килин, полярная ночь не имеет места, и следовательно в течение всей зимы водоросли находятся в условиях хотя и слабого, но постоянного освещения. В районах за полярным



Фиг. 2. *Laminaria digitata*

Изменение по месяцам средних значений веса слоевища, черешка, молодого и старого листа. Обозначения см. фиг. 1

Fig. 2. *Laminaria digitata*. Variations by months of the mean weight of the total plant, stipe, new and old blades. Symbols see fig. 1

кругом, рост если и происходит при отсутствии солнечного света, то слишком слабо, чтобы его можно было уловить принятой нами методикой. Практически ощутимое начало роста листа у ламинарий Кольского залива несомненно должно быть связано с появлением солнца.

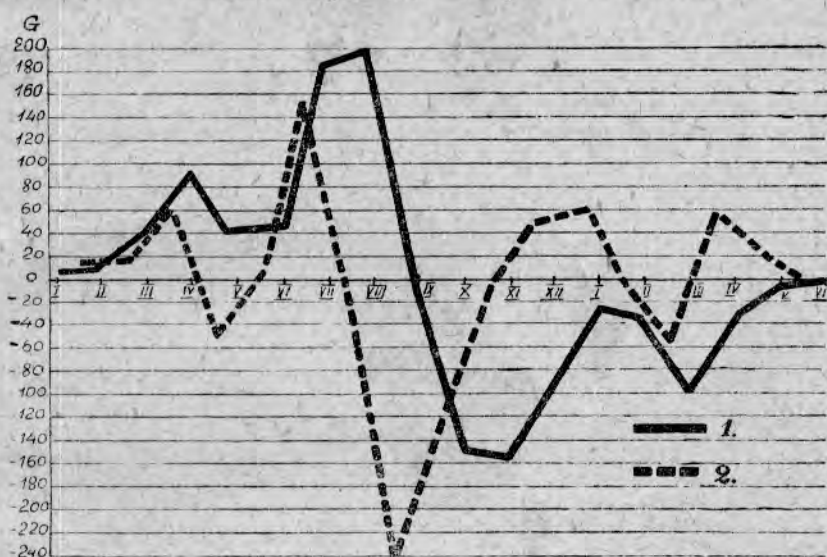
Как показывают кривые (см. фиг. 1 и 2), в феврале и в марте месяцах рост молодого листа происходит наиболее интенсивно: в эти же месяцы наиболее интенсивно идет и отмирание старого листа — он быстро отодвигается кверху и разрушается. Благодаря быстрому отмиранию старого листа, с одной стороны, и благодаря тому, что новый лист не успел еще достигнуть больших размеров — с другой, на март месяц падает наименьшая биомасса. Для *Laminaria saccharina* она оказалась равной 108 г, для *L. digitata* — 300 г.

¹ Printz в своей работе (25) отмечает, что рост листа у ламинарий Trondhjemsfjord'a (Норвежское побережье) начинается со середины декабря.

Как уже выше указывалось, наибольший вес слоевища падает на август, а именно: у *L. saccharina* он равен 729 г, у *L. digitata* — 700 г.

В сентябре средний вес слоевища равен у *L. saccharina* 580 г, у *L. digitata* — 670 г. Это уменьшение веса в сентябре, по сравнению с таковым в августе месяце, находится в связи с окончанием вегетационного периода ламинарий: прекращается рост и, кроме того, с окончанием процесса спороношения происходит массовое выпадение спор, которое ведет за собой обтрепывание и разрушение листовой пластинки.

При использовании ламинарий в качестве источника иодных продуктов или в качестве сырья для получения пластической массы,



Фиг. 3. *Laminaria saccharina*

Кривые „абсолютного“ прироста молодого листа. Обозначения: 1. Абсолютная скорость роста молодого листа; 2. Абсолютное ускорение роста молодого листа

Fig. 3. *Laminaria saccharina*. Curves of the new blade „absolute“ weight increase. Symbols: 1. The „absolute“ rate of the weight increase; 2. The absolute acceleration of the weight increase

представляется наиболее целесообразным производить укос водорослей именно в сентябре, когда процесс спороношения у основной массы ламинарий уже закончился.

Сопоставляя кривые роста между собой, можно отметить еще одну особенность: несмотря на то, что меристематическая зона, находящаяся у ламинарий у основания листа, отделяет в период смены листа клетки как в сторону листовой пластинки, так и в сторону стебля, постепенного увеличения веса черешка (в течение всего вегетационного периода) не наблюдается. Можно думать, что это обстоятельство находит прежде всего свое объяснение в том, что принятая нами методика оказалась недостаточно точной для выявления роста стеблей.

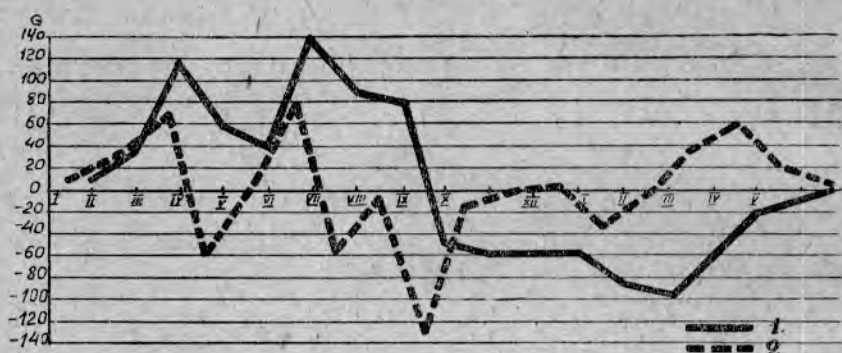
Для более наглядного представления о динамике роста ламинарий нами был построен ряд кривых, характеризующих прирост нового молодого листа (см. фиг. 3 и 4).

Кривые, нанесенные сплошной линией (фиг. 3 и 4), названные нами кривыми „абсолютной“ скорости прироста листа, являются первыми производными дифференциальными кривыми от кривых роста (фиг. 1 и 2).

Ординаты кривых „абсолютной“ скорости представляют собой величины приращения веса нового молодого листа в единицу времени.

Как у *Laminaria saccharina*, так и у *L. digitata* прирост в сентябре становится отрицательной величиной, т. е. в этом месяце начинается частичное разрушение листовых пластинок. Положительный прирост характеризуется двумя подъемами из которых первый падает на март месяц, а второй на июнь—июль, причем вторая вершина лежит у обеих ламинарий выше первой. Это последнее обстоятельство объясняется тем, что в июне—июле средняя биомасса гораздо больше биомассы марта; в связи с этим, и абсолютный прирост листа, даже при меньшей относительной скорости роста, оказывается больше в июне—июле, чем в марте.

Кривые, обозначенные на фиг. 3 и 4 пунктирной линией, являющиеся вторыми производными кривыми от кривых роста, дают представление о том, как идет приращение скорости. Эти кривые, названные нами кривыми „абсолютного“ ускорения роста, показывают, что



Фиг. 4. *Laminaria digitata*

Кривые „абсолютного“ прироста молодого листа. Обозначения см. фиг. 3

Fig. 4. *Laminaria digitata*. Curves of the new blade „absolute“ weight increase. Symbols see fig. 3

прирост листовой пластинки идет не в виде плавного нарастания, а в виде более или менее резких колебаний. За наибольшим подъемом следует наибольшее замедление и, наоборот, наибольшие замедления переходят в наибольшие ускорения.

Кривые по абсолютному приросту листа, естественно, являются не вполне показательными. Более наглядное представление о ходе явления должны дать кривые относительного прироста, т. е. прироста, отнесенного к единице слоевища. Так как на новый лист падает почти весь годовой прирост, то без особой погрешности вес нового молодого листа можно считать за всю продукцию одного года. Если обозначить через P продукцию года или вес листа, а через B вес всего слоевища, т. е. общую биомассу, то отношение P к B будет характеризовать продуктивность данного вида. Это отношение (Демолль—1927 г.) было впервые введено в русскую литературу проф. Л. А. Зенкевичем (3) для количественной характеристики продуктивности бентоса; оно позволяет сравнивать продуктивность водорослей с продуктивностью других организмов. Кроме того это же отношение дает возможность судить о ходе роста; так если у нас имеются ежемесячные данные величины P/B коэффициента, то кривые изменений этого P/B по месяцам дают нам наглядное представление о ходе роста изучаемого вида.

Прежде чем приступить к определению этого P/B коэффициента у ламинарий, нами практически было установлено то количество образцов, которое нужно было взять для получения достаточно точных данных для этого коэффициента. Ряд взвешиваний показал, что уже 20 экземпляров являются достаточным количеством, так как колебания P/B коэффициента не выходит при этом за пределы 2—3 десятых.

На прилагаемых кривых сплошными линиями показаны изменения по месяцам P/B коэффициента для *Laminaria saccharina* и *L. digitata* (см. фиг. 5 и 6). Плавность этих кривых является косвенным доказа-



Фиг. 5. *Laminaria saccharina*.

Изменение P/B коэффициента по месяцам. Обозначения: 1—Изменение P/B коэффициента; 2 — Скорость изменения P/B коэффициента; 3 — Ускорение изменения P/B коэффициента. Масштаб слева дан для P/B коэффициента, масштаб справа — для скорости и ускорения.

Fig 5. *Laminaria saccharina*. Monthly variations of the P/B coefficient. Symbols: 1. The P/B coefficient change; 2. The rate of the P/B coefficient change; 3. The acceleration of the P/B coefficient change. Left scale for the values of the P/B coefficient; right scale for the rate and acceleration of growth.

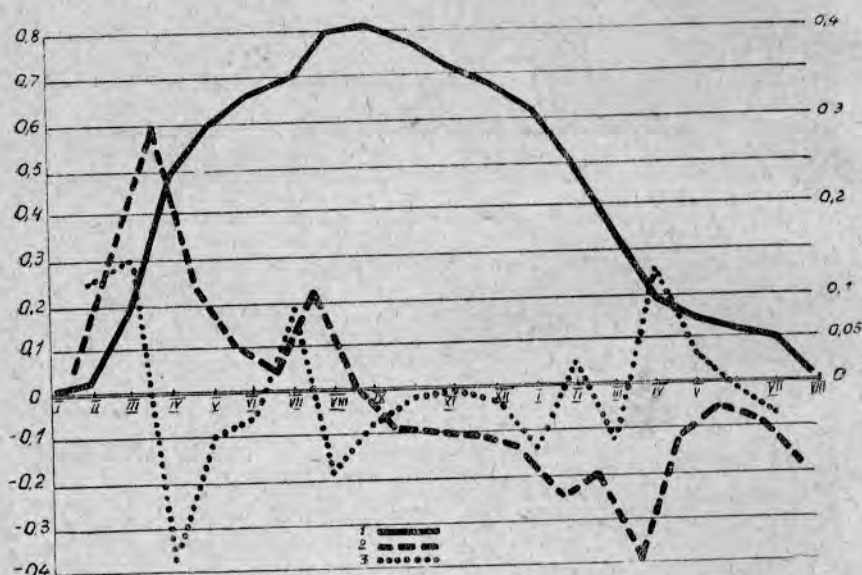
тельством того, что несмотря на количественную бедность материала, удалось подметить определенные закономерности.

Следует отметить, что форма этих кривых является типичной формой кривых развития, которые обычно приводятся в различных биометрических работах.

Для обеих кривых (фиг. 5 и 6), выражающих изменения P/B коэффициента у *Laminaria saccharina* и у *L. digitata* по месяцам, характерен крутой подъем вверх в феврале и в марте. За эти два месяца P/B коэффициент от нуля возрос у *L. saccharina* до 0,7, а у *L. digitata* до величины 0,5, иначе говоря, за эти месяцы произошел очень сильный рост листовой пластинки. В последующие месяцы с апреля по

август идет медленное нарастание кривой. В августе это отношение P к B становится близким к единице — у *L. saccharina* оно равно 0,93, у *L. digitata* — 0,85. После достижения максимума в августе, кривые начинают медленно снижаться. В феврале-марте следующего года, когда начинается рост нового молодого листа, процесс отмирания старого листа идет быстрым темпом и, наконец, к июлю — августу старый лист исчезает совершенно.

Для того, чтобы легче было произвести анализ этих двух кривых, на тех же графиках (фиг. 5—6) нами были построены, как и выше, еще несколько кривых (пунктирных). Из них первые (черточный пунктир) представляют собой первые производные от кривых P/B коэффициентов; они названы нами кривыми „относительной“ скорости, т. е. скорости, отнесенной к единице веса (в отличие от „абсолютной“ скорости роста).



Фиг. 6. *Laminaria digitata*

Изменение P/B коэффициента по месяцам. Обозначение и масштаб см. фиг. 5
Fig. 6. *Laminaria digitata*. Monthly variations of the P/B coefficient. Symbols see in fig. 5

Вторые кривые (точечный пунктир фиг. 5—6) являются вторыми производными от кривых изменений P/B коэффициента и называются кривыми „относительного“ ускорения. Они показывают, как идет приращение „относительной“ скорости. Анализ основной кривой и обеих ее производных приводит нас к заключению, что ускорение предшествует наибольшей скорости и в свою очередь наибольшая скорость предшествует наибольшему значению P/B коэффициента, что, конечно, вполне закономерно. Следует думать, что моменту наибольшего ускорения соответствует какой-то импульс извне или изнутри. Возможно, что таким импульсом, вызвавшим бурный рост у ламинарий, является прежде всего освещение.

Кривые „относительной“ скорости роста, конечно, в основном повторяют конфигурацию кривых „абсолютного“ прироста, т. е. они характеризуются также двумя максимумами, падающими на март и июнь-июль месяцы. Только в кривых относительной скорости (фиг. 5 и 6) первый максимум гораздо ярче выражен, чем второй, в то

время как в кривых абсолютной скорости (фиг. 3 и 4) мы наблюдаем обратные соотношения.

Итак для обеих кривых относительной скорости характерен сильный мартовский максимум, иначе говоря, в этом месяце темп роста ламинарий достигает своей наивысшей скорости. Невольно хочется поставить вопрос — чем вызван этот максимум и почему в апреле-мае скорость роста падает. Интересно отметить, что в вышеуказанной работе Смирнова (9) имеются данные об ассимиляции *L. saccharina* и *L. digitata* Кольского залива с марта по июль. Первый подъем ассимиляционной деятельности у этих водорослей падает на март месяц; в апреле и мае процесс ассимиляции идет очень слабо и только в июне — июле наступает снова сильный подъем. Сопоставляя эти данные по ходу ассимиляции ламинарий с результатами наших работ по изучению темпа роста тех же ламинарий, можно отметить их полное совпадение: подъемы ассимиляционной деятельности падают как раз на те же месяцы, что и наивысшие подъемы роста, и наоборот, ослабление ассимиляционной деятельности наблюдается в те же месяцы, что и замедление роста.

Причины, вызвавшие эти подъемы и падения, надо прежде всего искать в изменении внешних факторов, могущих в той или иной мере оказать влияние на процессы роста и ассимиляции. Этими факторами являются освещение, температурный и солевой режим воды, прозрачность и целый ряд других, играющих, по всей вероятности, второстепенные роли. К сожалению данные по сезонному изменению всех перечисленных условий внешней среды довольно ограничены, однако, основываясь даже на таком бедном материале, можно прийти все же к некоторым заключениям.

Наиболее благоприятными условиями освещения отличались в 1932 г. март и июнь-июль месяцы. В феврале, в особенности в первой его половине, солнце поднимается еще очень невысоко над горизонтом; кроме того февраль отличается обычно очень плохой погодой и сильными штормами. Так, к примеру, во время нашего пребывания в этом месяце на Мурмане, погода была все время настолько неустойчивой (почти ежедневно шел снег с холодным, достигавшим штормовой силы ветром), что нам для сбора водорослей удалось осуществить всего два выезда на весельной шлюпке.

В марте условия освещения изменяются в благоприятную для растений сторону: во-первых, солнце поднимается уже высоко над горизонтом и, во-вторых, устанавливается хорошая погода — число дней с солнечным сиянием значительно увеличивается. Апрель занимает промежуточное положение, в частности апрель 1932 г. отличался плохой погодой. В мае, что обычно на севере, зима возвращается снова. Она несет за собой снег, метели, ветры и холод. Число совершенно пасмурных дней снова значительно возрастает.

Со второй половины июня и на всем протяжении июля устанавливается обычно летняя погода — стоят ясные и теплые солнечные дни. В 1932 г. было плохое лето, но все же количество дней с солнечным сиянием в июне явно преобладало. К сожалению, точных данных по интенсивности освещения у нас не имеется, на основании же имевшихся в нашем распоряжении материалов никаких более определенных выводов по облачности сделать невозможно.

Установить тесную зависимость между изменениями в температурном режиме воды и ходом роста ламинарий, нам не удалось; вероятно в процессе роста температурные условия воды играют второстепенную роль. В работе К. М. Дерюгина (2) имеется сводка данных за целый ряд лет по сезонным колебаниям температуры воды в губах Кольского залива. Наиболее низкие температуры в поверхностных слоях воды до

глубины 5 м падают как раз на март; в последующие месяцы идет постепенное повышение, в августе оно достигает 10°C (для Полярной гавани). Никаких резких изменений в температурном режиме воды за весенние и летние месяцы, которые соответствовали бы ускорениям и замедлениям темпа роста ламинарий, мы не наблюдали.

В этой же работе К. М. Дерюгина (2) приведены данные по сезонным колебаниям солености в бухтах Кольского залива. Так как непосредственно для Оленьей губы и для Кольского залива у „Разбитых кораблей“ данных по определению солености в этой работе не имеется, то в качестве примера мы берем данные по изменениям солености Полярной гавани. Наиболее сильное опреснение в Полярной гавани падает на май и июнь и половину июля — соленость падает как в поверхностных слоях, так и на глубине 5 м. К осени соленость снова увеличивается и достигает максимума в период с января по апрель (как в поверхностных слоях, так и на глубине 5 м). Возможно, что замедление темпа роста у ламинарий, наблюдаемое в мае, стоит в некоторой зависимости от опреснения, имеющего место как раз в этом месяце. Однако это объяснение представляется нам несколько натянутым, так как то же, если еще не большее опреснение, имеет место и в июне, т. е. в то время, когда рост ламинарий идет довольно интенсивно.

Для объяснения кривых роста ламинарий интересно было бы получить данные по круговороту фосфора и азота в морской воде; как известно, фосфорные соли и нитраты имеют огромное значение для развития растительных организмов, и колебания в содержании их в морской воде будут, конечно, очень сильно отражаться на росте водорослей. Однако, в настоящее время в нашем распоряжении не имеется данных по сезонным колебаниям фосфорных и нитратных солей в прибрежной зоне. Можно лишь отметить, что в феврале — марте в воде имеются еще значительные запасы этих солей, накопленных в период зимних месяцев, в то время как уже в последующие месяцы, в связи с развитием планктона идет сильное расходование этих солей. Смирнов (9) в своей работе указывает, что сильное развитие планктона в апреле — мае является, повидимому, той причиной, которая обуславливает задержку ассимиляционной деятельности в эти месяцы; с одной стороны, это пышное развитие планктона ведет за собой интенсивное потребление солевых запасов воды, с другой — ухудшает условия прозрачности; это последнее обстоятельство также имеет некоторое влияние на ход роста ламинарий.

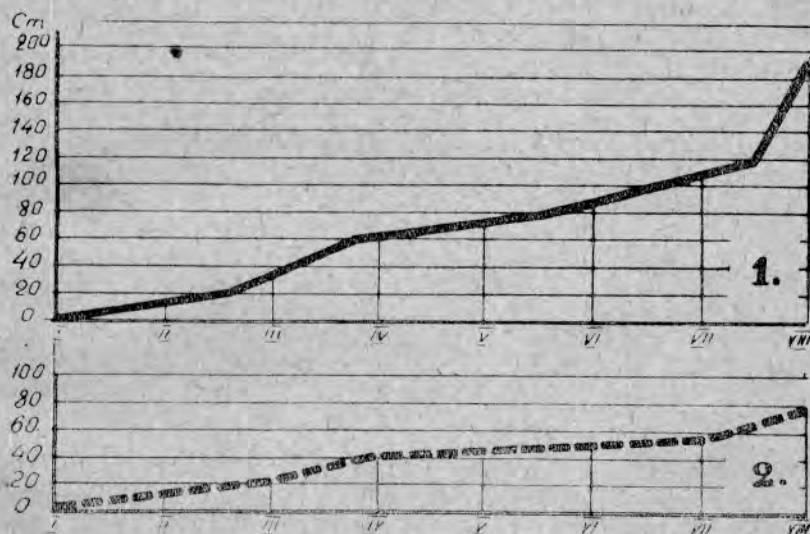
На основе наблюдаемых данных по изменению P/B коэффициента нами была сделана попытка подобрать уравнения соответственных теоретических кривых, однако, подобранные уравнения теоретических кривых оказались или недостаточно близко передающими характер наблюдаемых кривых или же настолько сложными и громоздкими, что практически пользоваться ими не представляется возможным. Поэтому от опубликования уравнений теоретических кривых мы пока воздерживаемся.

В дополнение к кривым ежемесячных изменений P/B коэффициента нами был вычислен годовой P/B коэффициент для *L. saccharina* и *L. digitata*.

Лист достигает своего полного развития в августе, следовательно, вес листа за этот месяц можно принять без особой погрешности за весь годовой прирост или за всю годовую продукцию ламинарий. Для *L. saccharina* эта годовая продукция оказалась равной 646 г, для *L. digitata* — 596 г, откуда годовой P/B для *L. saccharina* выражается $\frac{646}{346} = 1,87$ (где величина 346 выражает собой средний годо-

вой вес слоевища), а для *L. digitata* $\frac{596}{514} = 1,14$ (где величина 514 представляет собой средний годовой вес слоевища)¹.

Как уже выше указывалось нами, кроме периодических взвешиваний производились также и периодические промеры образцов ламинарий. Материалом для этих промеров служили те же самые образцы *L. saccharina* из Оленьей губы и те же *L. digitata* с „Разбитых кораблей“, что и для взвешиваний, т. е. взятые образцы сначала промерялись, а потом эти же самые образцы взвешивались. Это одновременное промеривание и взвешивание дало нам возможность получить более полную характеристику образцов и проследить их рост, с одной стороны, путем ежемесячных взвешиваний, с другой — путем ежемесячных промеров.



Фиг. 7. Рост молодого листа в длину по месяцам
Fig. 7. Monthly growth in length of the new blade.

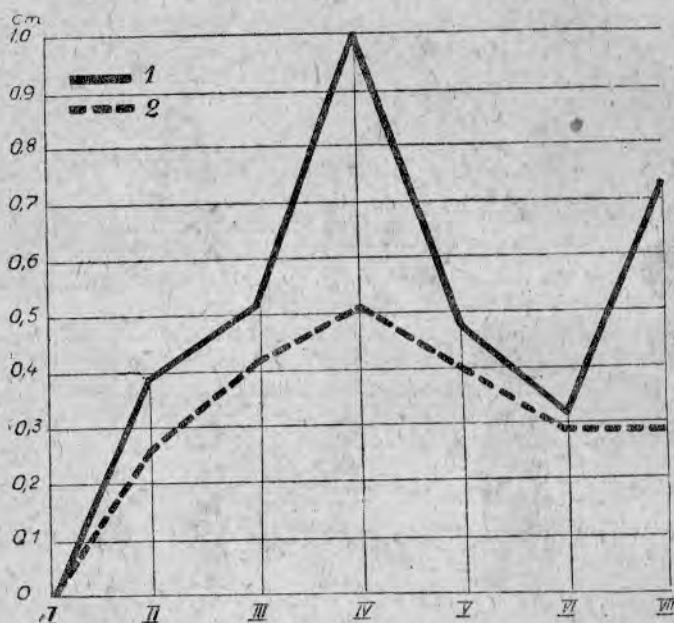
1. *Laminaria saccharina*; 2. *L. digitata*

При промерах нами отмечались: 1) длина всего слоевища, 2) длина стебля, 3) длина и ширина нового листа, 4) длина и ширина старого листа. Дальнейшая обработка цифрового материала, полученного в результате этих промеров, показала, что наиболее интересными, могущими служить иллюстрацией хода роста ламинарий, являются данные по ежемесячным промерам нового листа в длину. Чтобы не загромождать статью лишними и ненужными цифрами, мы приводим здесь только эти последние данные.

На фиг. 7 показано, как идет рост в длину нового листа у *L. saccharina* (см. сплошную линию) и у *L. digitata* (см. пунктирную линию). На графиках по оси ординат отложены средние размеры листовых пластинок на данный месяц, по оси абсцисс — время наблюдений. Обе кривые характеризуются постепенным и непрерывным подъемом от января к августу, причем наибольшие размеры листовых пластинок падают на август месяц.

¹ После того как настоящая работа была закончена и сдана в печать, появилась весьма интересная работа Н. В. Морозовой Водяницкой (23), в которой освещены вопросы, касающиеся биомассы и температуры роста донных водорослей Черного моря.

Кривые на фиг. 8 показывают изменения величины ежедневного прироста молодой листовой пластинки в длину у *L. saccharina* (сплошная линия) и у *L. digitata* (пунктир). Кривые эти были получены следующим образом: если мы через a обозначим размер листовой пластинки в феврале, через a^1 размер листа в марте, то прирост за месяц выразится величиной $a^1 - a$. Ежедневный прирост будет равен $a^1 - a$, деленному на количество дней в месяце. По оси ординат отложены величины этого ежедневного прироста, по оси абсцисс, как и на всех графиках — время наблюдений. Наибольший прирост падает у обеих ламинарий на март месяц: у *L. saccharina* листовая пластинка



Фиг. 8. Прирост молодого листа в длину за день
Fig. 8. Daily mean increase in length of the new blade.
1. *Laminaria saccharina*; 2. *L. digitata*

прирастает ежедневно в этом месяце на 1 см, у *L. digitata* на 0,5 см. Сопоставляя эти последние цифры друг с другом, мы видим, что прирост листа в длину у *L. digitata* в два раза меньше, чем у *L. saccharina*. Это обстоятельство вероятно находит свое объяснение в том, что у первого вида ламинарий меньший прирост в длину компенсируется более сильным приростом в ширину: известно, что листовая пластинка у взрослых экземпляров *L. digitata* гораздо шире листовой пластинки *L. saccharina*.

В вышеуказанной работе А. Fallis (12) приводятся данные по ежедневному приросту в длину *Laminaria*, а также и по приросту в длину других видов *Laminariaceae*. Наблюдения были произведены на Puget S. Biological Station в июне-июле, продолжительность опытов колебалась в пределах от 11 до 41 дня. Автором этой работы были получены следующие данные по ежедневному приросту: для *Laminaria saccharina* — 2,85 см, *Alaria* — 2,23 см, *Costaria* — 2,04 см и т. д. Таким образом, прирост *L. saccharina*, полученный А. Fallis для Puget S. Biological Station, по крайней мере, в три раза превышает величину прироста, полученную нами для *L. saccharina* Кольского залива. Это обстоятельство, по видимому, находит себе объяснение в том, что, во-первых,

Puget S. Biological Station характеризуется совершенно иными климатическими условиями, нежели с. Полярное, что, во-вторых, *L. saccharina*, изучавшиеся сотрудниками Puget S. Biological Station отличаются вообще гораздо более крупными размерами по сравнению с Мурманской *L. saccharina* (эта последняя в Оленьей губе достигает 2—2,5 м длины) и что, в третьих, повидимому, A. Fallis объектом наблюдения служила не *L. saccharina*, f. *membranacea*, а какая-то другая форма.

Подмеченные в настоящей статье закономерности выведены на основе относительно небольшого числа наблюдений. Несмотря на это, в работе как будто наметились достаточно широкие и общие выводы, которые вероятно будет возможно экстраполировать и во времени и географически, т. е. и на другие годы и на другие пункты наших северных морей. Естественно, что пределы, в которых допустима эта экстраполяция, могут быть установлены только путем проведения дополнительных более продолжительных и более широких исследований.

II. Определение возраста у *Laminaria*

При стационарном изучении иодных водорослей одной из проблем, разрешение которой входило в план наших работ, являлась проблема определения возраста у ламинарий. Помимо теоретического интереса определение возраста имеет и практическое значение. Так, для правильного ведения водорослевого хозяйства необходимо, во-первых, точно установить срок зарастания выкошенных площадок и, во-вторых, произвести наблюдения над наступлением зрелости у ламинарий, т. е. выяснить, на котором году своей жизни начинают плодоносить в основной своей массе ламинарии.

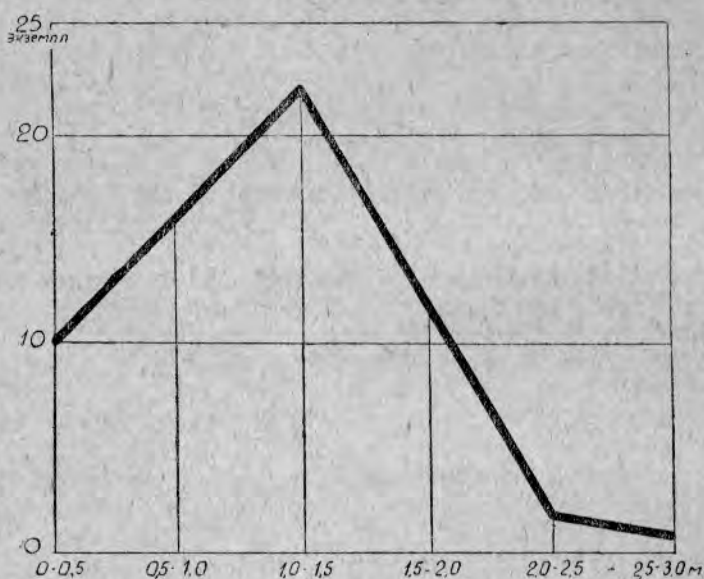
Несмотря на то, что ламинарии, в особенности дальневосточные с давних пор занимали видное место в иодной промышленности, в литературе, посвященной их изучению, имеется чрезвычайно мало данных по вопросу о продолжительности их жизни, о наступлении зрелости и т. д. Следует отметить, что и те немногие данные, которые имеются в этой области, страдают противоречивостью. Так например Yendo (18), а затем в 1929 г. Гайл (1 и 22) указывают на то, что дальневосточные ламинарии начинают плодоносить уже на первом году своей жизни; достигнув возраста 2-х лет, ламинарии погибают. Однако, Зинова (4) в своей работе „Морская капуста“ отмечает, что тихоокеанские ламинарии в основной своей массе начинают плодоносить лишь на третьем году своей жизни. О возрасте ламинарий, произрастающих на северных побережьях Европы, в частности на Шведском и Норвежском, некоторые данные имеются в работе Foslie (13), а затем в более поздних работах Килина (24) и Принца (25). Наблюдений над длительностью жизни ламинарий Кольского залива и Белого моря нами в литературе не было встречено вовсе.

Летом 1931 г. в с. Полярном нами были начаты стационарные исследования продолжительности жизни ламинарий Кольского залива. Исследования эти велись в двух направлениях: с одной стороны, для проведения длительных стационарных наблюдений над зарастанием выкошенных площадей нами были произведены водолазные работы, с другой — была сделана попытка подойти к определению возраста путем массовых промеров слоевищ, иначе говоря, была сделана попытка подойти к разрешению той же задачи, но только не на основании непосредственных наблюдений над скоростью возобновления зарослей, а, так сказать, косвенным путем.

Для проведения водолазных работ на Мурманском побережье были выбраны три различных пункта с различными экологическими условиями (из них два были намечены в Кольском заливе и один на о. Киль-

дине). В этих пунктах в зарослях *L. saccharina* и *L. digitata* водолазами были опущены и укреплены на различных глубинах деревянные рамы, захватывающие площадь в 4 м². Все растения, попавшие в раму, были тщательно выбраны водолазами и для определения продуктивности пробного участка были взвешены и затем промерены.¹ Выкошенные таким образом площадки должны служить объектом наблюдений в течение ряда лет; путем новых покосов через год, два и т. д. можно было определить годовой прирост ламинарий.

Для определения возраста ламинарий путем массового промера слоевищ, нами была применена следующая методика. Летом 1931 г. в Оленьей губе Кольского залива на глубине 4—6 м были взяты образцы *L. saccharina*, f. *membranacea* в количестве 120 штук. Весь собран-



Фиг. 9. *Laminaria saccharina*. Промеры в длину стерильных экземпляров

Fig. 9. *Laminaria saccharina*. Length sizes of the sterile specimens

ный материал, в котором оказались спороносные и стерильные образцы ламинарий, был взвешен и промерен. Результаты промеров представлены на фиг. 9 и 10 в форме кривых частоты. На этих кривых по оси ординат отложены размеры слоевищ, по оси абсцисс — частота данных размеров.

У спороносных экземпляров *L. saccharina* наибольший процент (37%) составляет группа размерами от 2 до 2,5 м, наоборот, наименьший процент падает на экземпляры, длина которых не превышает длину 1 м.

Ничтожный процент встречаемости экземпляров длиной до 1 м в спороносных образцах указывает на то, что в основной своей массе все такие экземпляры будут стерильными или незрелыми.

С другой стороны, в литературе имеются указания на то, что *L. saccharina* на побережье Швеции начинает плодоносить лишь на вто-

¹ Интересующихся результатами промеров и взвешиваний отсылаем к нижнему отчету (6), напечатанному в 3-м вып. III-го тома „Трудов Государственного океанографического института“.

ром году жизни. Если принять то же самое для *L. saccharina* Мурманского побережья, то можно предположить, что все экземпляры до 1 м длины являются одногодовальными.

Экземпляры от 1 до 1,5 м длины составляют лишь 17% от всего количества спороносных ламинарий, в то время как экземпляры этой же длины наиболее часто встречаются в образцах стерильного материала, где составляют 35,9%.

Это обстоятельство указывает на то, что экземпляры, достигшие 1,5 м длины, в большей своей части все же являются еще незрелыми, т. е. неспособными к плодоношению.



Фиг. 10. *Laminaria saccharina*. Промеры в длину спороносных экземпляров.

Fig. 10. *Laminaria saccharina*. Length size of the sporulating specimens

Трудно предполагать, что эти экземпляры являются одногодовальными, т. е. чтобы на северном побережье *Laminaria saccharina* от микроскопического проростка могла достигнуть в один год размеров 1,5 м. По всей вероятности, это явление следует объяснить иначе, а именно, что все экземпляры этой длины надо отнести к двухгодовальным формам, или иначе говоря, можно предполагать, что у *L. saccharina* в основной массе начинают плодоносить экземпляры, достигшие возраста 3-х лет.

Среднее взвешенное значение размеров слоевищ для спороносных экземпляров, подсчитанное по формуле:

$$\frac{\sum n m y}{\sum n m},$$

где — n число класса, m — среднее значение для класса, y — частота класса, оказалось равным 2,0 м для стерильных же — 1,1 м. Следовательно, средняя величина спороносного экземпляра почти вдвое больше стерильного.

Так как величина экземпляров в 1,1 м при суровых условиях северного побережья отвечает по всей вероятности возрасту не менее 2-х лет, то следует предположить, как уже выше было отмечено, что в основной своей массе *L. saccharina* начинает плодоносить не ранее 3-го года. Это обстоятельство представляется чрезвычайно важным с точки зрения скорости возобновления выкошенных площадей.

Для продолжения этих работ по определению возраста нами летом 1932 г. в Оленьей губе был дополнительно собран материал по *L. saccharina f. membranacea*. Сборы были произведены в июне и в июле, причем в июне было промерено 270 экз., в июле 200 экз. На основании этих промеров были построены кривые (фиг. 11 и 12); по оси ординат отложены размеры слоевищ в длину, по оси абсцисс — частота данных размеров.



Фиг. 11. *Laminaria saccharina*.

Кривая промеров слоевища (270 экз.) в длину (2/VI-1932)

Fig. 11. *Laminaria saccharina*. Frequency curves for the size of thallus in length (270 spec.) 2/VI-1932

При сравнении этих кривых друг с другом бросается в глаза большое их сходство, а именно обе они отличаются более или менее ясной трехвершинностью. Эта трехвершинность ярче выступает на июльской кривой, однако и на июньской кривой с достаточной ясностью намечаются три частных максимума.

Первая вершина обеих кривых соответствует экземплярам длиной до 0,4 м т. е. к этой вершине относится вся молодежь ламинарий; вторая соответствует двухлетним, и третья — трехлетним формам. Таким образом, полученные нами данные подтверждают сделанные нами выше предположения о распределении ламинарий по меньшей мере на три возрастных группы.

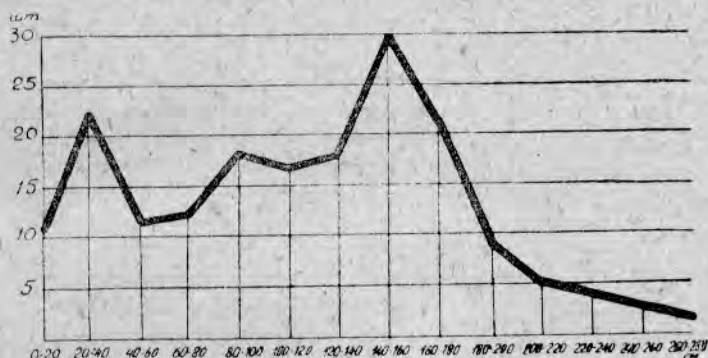
Как уже было указано, ламинарии повидимому начинают плодоносить в массовом количестве на третьем году своей жизни. Дальнейшая их судьба остается пока не выясненной, а именно, неизвестно отмирают-ли у этих ламинарий слоевище, или они продолжают существовать еще несколько лет, неоднократно претерпевая лишь смену листа.

Кривые 1932 г. не дают ответа на этот вопрос; следует лишь отметить, что отсутствие 4-й и 5-й вершин, которые соответствовали бы четверем и пятилетним формам, ни в коей мере не является дока-

зательств омпольного отмирания трехлетних форм. Наоборот, более вероятно, что подтверждается и литературными данными и результатами наших наблюдений, что ламинарии отличаются большей продолжительностью жизни, чем три года. Отсутствие 4-й и 5-й вершин на наших кривых может быть объяснено тем, что ламинарии, достигнув зрелости на третий год, при дальнейших сменах листа заметного прироста в длину уже не дают.

В дополнение к этим кривым приводим еще кривую промеров ламинарий, являющуюся результатом обработки того материала, который был нами получен в 1931 г. путем водолазных работ. Несмотря на очень небольшое количество материала — всего 47 экз. — эта кривая дала нам ту же трехвершинность, что и кривые 1932 г. (фиг. 13).

Это обстоятельство лишний раз указывает на правильность наших предположений о трехгодичном возрасте ламинарий. Однако ввиду



Фиг. 12. *Laminaria saccharina*

Кривая промеров слоевища (200 экз.) в длину (28/VI-1932 г.)

Fig. 12. *Laminaria saccharina*. Frequency curves for the size of thallus in length (200 spec.) 28/VI-1932

специфических условий Оленьей губы: сильной опресненности, защищенности от прибоя и песчаного грунта, а также недостаточности цифрового материала, наши наблюдения требуют дальнейшей проверки.

III. Работы по изучению процесса спороношения у *Laminaria*

Изучение процесса спороношения у ламинарий было начато нами, как уже выше указывалось, летом 1931 г. в с. Полярном. Эти работы имели своей целью выяснить, как интенсивно развита спороносная зона у ламинарий и в конечном итоге должны были дать цифры, характеризующие споропроизводительность ламинарий, а именно определить то приблизительное количество спор, которые в среднем производит каждый экземпляр *L. saccharina* и каждый экземпляр *L. digitata*.

Данные по количественному учету спор у различных растительных организмов приводятся в целом ряде работ. Однако подсчета спор у водорослей, поскольку нам известно, до сих пор никем не производилось, что и заставило нас заняться изучением вопроса споропроизводительности ламинарий Кольского залива¹.

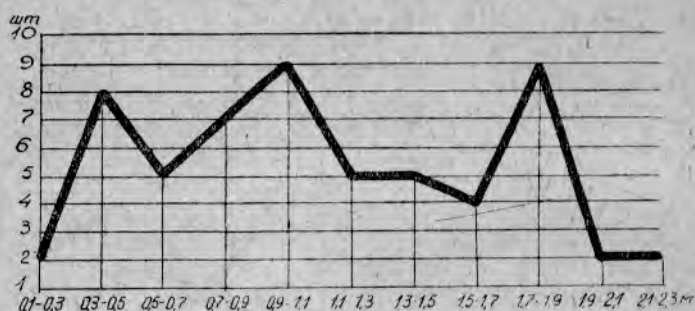
¹ Уже после окончания подготовки настоящей работы к печати появилась работа Г. Гайла (22), дающая подсчет зооспор для *Laminaria japonica*. Цифры Г. Гайла, характеризующие спороносность *L. japonica*, заметно отличаются от полученных нами для ламинарий Кольского залива. Повидимому это объясняется большим числом спорангиев на 1 см² и большим числом спор в каждом спорангии (64 вместо 32) у *Laminaria saccharina* и *L. digitata*.

Наблюдения над процессом спороношения производились нами в тех же пунктах и над теми же формами, что и при работах по изучению темпа роста и определения возраста ламинарий, т. е. в Оленьей губе для *L. saccharina* Lamour f. *membranacea* и у „Разбитых кораблей“ для *L. digitata* (L.) Lamour f. *typica* Kjeiln (см. фиг. 16).

В результате нами была установлена продолжительность периода плодоношения у ламинарий, в частности, отмечено, что уже в мае-июне иногда даже и марте встречаются отдельные плодоносящие экземпляры.

В основной своей массе ламинарии начинают спороносить в конце июля; это явление массового спороношения охватывает собой период от 1-го до 1¹/₂ месяцев, к концу августа или началу сентября оно уже заканчивается.

Килин (24) в своей работе дает следующие указания по спороношению ламинарий Шведского побережья.



Фиг. 13. *Laminaria saccharina*.

Кривая промеров 47 экз. слоевища в длину (22/VII-1931 г.)

Fig. 13. *Laminaria saccharina*. Frequency curves for the size of thallus in length (47 specimens) (22/VII-1931)

„Der Winter ist auch die Zeit der Fortpflanzung unserer Laminaria-Arten. Schon Mitte Oktober habe ich Sporangiensori mit entwickelten Schwärmzellen gesehen. Die Sporangienentwicklung setzt dann während des ganzen Winters fort und noch im April findet man an den vorhandenen Resten des alten Blattes Sporangiensori.“

Возможно, что у ламинарий Кольского залива процесс спороношения имеет место не только летом, но и зимой; так, вероятно, отдельные спороносящие экземпляры можно встретить в зимние месяцы. Однако массовое плодоношение следует все же отнести только к августу¹.

Для количественного определения спор у ламинарий нами в августе было собрано 150 экз. *L. saccharina* f. *membranacea* и 50 экземпляров *L. digitata* f. *typica*.

Все образцы были взвешены и промерены; затем спороносные экземпляры были отделены от стерильных и у первых были произведены определения площади стерильной и спороносных частей.

Как известно, спороносная зона ламинарий имеет вид рыжеватых, слегка выпуклых пятен, располагающихся у *L. saccharina* по середине таллома, у *L. digitata* на концах рассеченных листьев, то по обеим сторонам слоевища, то по одной. Форма и величина этих пятен очень сильно варьирует: у *L. saccharina* они большей частью имеют вид ши-

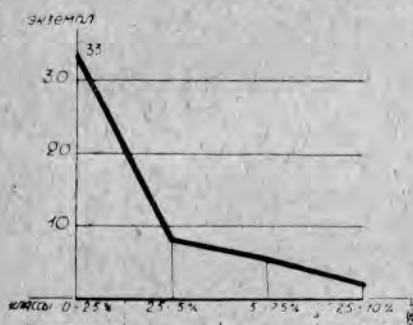
¹ Г. Гайл (loc. cit.) отмечает в отношении *L. japonica* для дальневосточного побережья, что в середине сентября большинство ламинарий уже выпустило зооспоры и разрушено волнами. Эта констатация отвечает результатам наших наблюдений.

роких полос; у *L. digitata* они более разнообразны и представлены то в виде узких полосок, то в виде кружков и т. д.

После того как процесс спороношения заканчивается и споры высыпаются из спорангиев, рыжеватые пятна принимают зеленоватый оттенок и ослизняются. В дальнейшем ткань этих позеленевших пятен разрушается и на их месте остаются отверстия, контуры которых совпадают с контурами первоначальных пятен. Можно считать, что с этого момента начинается разрушение листовой пластинки, т. е. продырявленная, уже полуразрушенная листовая пластинка значительно легче, чем целая, поддается воздействию прибою и штормов.

Методика определения всей площади листовой поверхности у ламинарий заключалась в следующем: у каждого спороносного экземпляра вырезались ножницами все спороносные пятна, которые затем клались под стекло и в проходящем свете зарисовывались их контуры на бумаге.

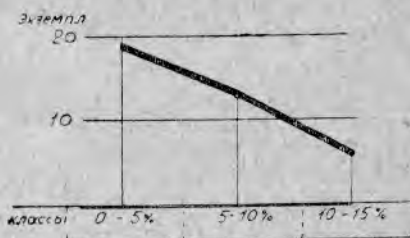
Полученные таким образом контуры пятен обводились планиметром и путем простых арифметических вычислений определялась площадь



Фиг. 14. *Laminaria saccharina*.

Частоты значений отношения поверхности спороносной части листа к общей поверхности листа (в %).

Fig. 14. *Laminaria saccharina*. Frequency curve for the ratio sporogenous leaf surface to the total leaf surface (in %).



Фиг. 15. *Laminaria digitata*.

Частоты значений отношения поверхности спороносной части листа к общей поверхности листа (в %).

Fig. 15. *Laminaria digitata*. Frequency curve for the ratio sporogenous leaf surface to the total leaf surface (in %).

этих пятен. В свою очередь стерильная часть разрезалась в зависимости от той или иной формы листьев и их гофрированности на более или менее мелкие куски. Эти куски укладывались на большие листы бумаги, площадь которых была заранее вычислена, и высчитывалось, какую часть площади этого листа бумаги занимало разрезанное на куски стерильное слоевище исследуемого образца.

В результате этих работ нами были получены следующие цифровые данные: для *L. saccharina* площадь поверхности всей листовой пластинки равна в среднем 7560 см^2 , площадь спороносной зоны — 330 см^2 ; в среднем спороносная зона занимает 4% всей листовой площади (см. табл. 1). У *L. digitata* площадь всей листовой пластинки оказалась равной 4000 см^2 , площадь спороносной зоны — 450 см^2 , откуда спороносная зона составляет 11% от общей листовой поверхности.

Для более наглядного представления о том, какое процентное соотношение между спороносной площадью всей листовой поверхности чаще всего встречается, нами были вычерчены две кривые: первая из них дана для *L. saccharina*, вторая для *L. digitata* (см. фиг. 14 и 15).

По оси ординат отложены процентные отношения поверхности спороносной зоны к площади всей листовой поверхности, по оси

ниями гораздо менее значительна, вследствие чего падение кривой значительно более пологое; 2) кривая *L. digitata* более растянута в горизонтальном направлении. Это последнее обстоятельство объясняется тем, что у *L. saccharina* из всех спороносных образцов вовсе не было встречено экземпляров, у которых спороносная площадь составляла бы 10—15% от всей площади слоевища. У *L. digitata* таких экземпляров с „повышенной интенсивностью“ размножения оказалось 17% от всего количества взятых спороносящих образцов.

Как видно из приведенных рисунков, для *L. saccharina* были взяты более дробные классы, а именно от 0 до 2,5%, от 2,5 до 5% и т. д., в то время как у *L. digitata* каждый класс имеет большую амплитуду — от 0 до 5%, от 5 до 10% и т. д. Если для *L. saccharina* взять те же классы, что и для *L. digitata*, то экземпляров, у которых спороносная зона занимает от 0 до 5%, окажется всего $33 + 9 = 42$, т. е., такие экземпляры составят 84% от всех проработанных образцов *L. saccharina*, иначе говоря, основную массу спороносящих экземпляров составляют такие, у которых спороносная площадь занимает не более 5% от всей площади слоевища.

У *L. digitata* получаются несколько иные соотношения: экземпляров с „малой интенсивностью“ споровошения, т. е. тех, у которых спороносная площадь занимает не более 5% от всего слоевища, было встречено 19 штук из 38, т. е. они составляют 50% от всего количества спороносных образцов; остальные 50% падают на те экземпляры, у которых спороносная часть занимает 5—15%.

Если принять, что количество спорангиев, приходящихся на каждый 1 см², у *L. saccharina* и у *L. digitata* одинаково, то следует признать, что *L. digitata* отличается большей производительностью, или, что то же, каждый экземпляр *L. digitata* выбрасывает обычно большее количество спор, чем каждый экземпляр *L. saccharina*.

Методика подсчета спорангиев заключалась в следующем. С части слоевища *Laminaria*, покрытого спорангиями, делался по возможности тонкий поперечный срез. Затем под микроскопом подсчитывалось количество спорангиев, ясно видимых при данной установке микрометрического винта, т. е. подсчитывались спорангии, лежащие в одной плоскости. Всего, таким образом, было просчитано 50 препаратов, приготовленных как с различных экземпляров, так и с различных частей листа одного и того же экземпляра *Laminaria*. Цифры, характеризующие эти подсчеты, были очень постоянны, т. е. количество спорангиев при подсчете их в различных препаратах, почти не варьировало или же если и варьировало, то в очень незначительной степени. Среднее количество спорангиев в одном линейном миллиметре оказалось равным 15 шт., у *L. digitata* — 96 шт. откуда на 1 см² листовой поверхности спороносной зоны приходится у *L. saccharina* 562 500 спорангиев, у *L. digitata* — 921 600 (табл. 1).

Для проверки полученных таким образом цифровых данных, нами были подсчитаны спорангии и несколькими иным методом. На тонком тангенциальном срезе спороносной ткани листа подсчитывалось под микроскопом количество спорангиев, приходящихся на единицу площади. Цифры, полученные первым и вторым способом, хорошо совпадали между собой, что указывало на достаточную точность принятых нами методов подсчета.

Для подсчета спор была применена чрезвычайно простая методика. Были приготовлены препараты со спорангиями ламинарий и затем в различных спорангиях было просчитано количество спор, лежащих в одной плоскости. Кроме того были сделаны поперечные срезы через спорангии и на этих поперечных срезах подсчитано количество спор. Произведение полученных таким образом величин дало нам количество

Таблица 1

Table I

Числовые характеристики спороносности *Laminaria saccharina* и *L. digitata*
 Numerical characteristics of spore-bearing in *Laminaria saccharina* and *L. digitata*

	Вид	Species
	<i>L. saccharina</i>	<i>L. digitata</i>
Площадь листовой пластинки в см ² Area of the blade surface in sq. cm.	7 560	4 000
Площадь, занятая спороносной тканью в см ² Area occupied by the spore-bearing tissue in sq. cm.	330	450
Количество спорангиев в 1 см ² листовой поверхности Number of sporangiae per sq. cm. of blade surface.	562 500	921 600
Количество спорангиев, приходящихся на 1 экз. Number of sporangiae per 1 specimen	185 794 000	417 485 000
Количество спор, приходящихся на 1 экземпляр Number of spores per 1 specimen	11 890 800 000	26 719 000 000

спор в одном спорангии; оно оказалось равным и у *L. saccharina* и у *L. digitata* 64. Так как наша работа не имела в виду никаких цитологических исследований, то и эта несколько примитивная методика подсчета спор, для изучения процесса спороношения, казалась нам вполне приемлемой.

На основании полученных цифровых данных, характеризующих величины площади спороносной зоны, количество спорангиев, приходящихся на единицу площади и количество спор в каждом спорангии, нами было определено то количество спор, которое в среднем производит каждый экземпляр ламинарии. Для *L. saccharina* число спор оказалось равным 11 890 800 000, для *L. digitata* — 26 719 000 000. Сопоставляя эти две величины между собой, мы можем сказать, что *L. digitata* высевает спор по крайней мере в два раза больше, чем *L. saccharina*. Причина такой высокой продуктивности *L. digitata* в отношении количества высеваемых ею спор по сравнению с продуктивностью *L. saccharina* остается невыясненной. Возможно, что в этом явлении играют роль и некоторые экологические моменты. Так в Кольском заливе *L. digitata* встречается обычно в наиболее открытых прибойных местах на гладких или крупных камнях, т.е. в тех условиях, где процент гибели спор может быть очень велик. *L. saccharina* предпочитает защищенные бухты; в этих же местах, защищенных от прибоя, создаются вероятно более благоприятные условия для прикрепления спор, что ведет за собой меньшую их гибель.

Как уже известно из литературных источников, массовое высыпание спор ламинарий может изменить окраску и прозрачность морской воды. Имея перед собой цифры, характеризующие количество спор, высеваемых каждым экземпляром ламинарий, становится понятным то влияние, которое оказывает момент высыпания спор на прозрачность и химические свойства воды.

Для сравнения производительности ламинарий с производительностью других растительных организмов, считаем не безынтересным привести некоторые данные из работы Bower'a (11) по количеству спор, высеваемых грибами и папоротниками (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Количество спор у различных растительных организмов
Number of spores in different plant organisms

Наименование вида Species	Количество спор в 1 экз. Number of spores per 1 specimen
<i>Laminaria saccharina</i>	11 890 800 000
„ <i>digitata</i>	26 719 000 000
<i>Fomes applanatum</i>	5 460 000 000 000
<i>Psaliota campestris</i>	16 000 000 000
<i>Coprinus sterquilinus</i>	100 000 000
<i>Ophioglossum</i>	7 500 000
<i>Botrychium lunaria</i>	232 000

Как видно из прилагаемой таблицы, количество спор, полученных нами для ламинарий, наиболее близко подходит к тому количеству спор, которое производят грибы. Следует отметить, что для грибов и для папоротников дается количество спор, которое выбрасывает каждый экземпляр; если произвести расчет количества спор на единицу площади, то получатся цифры еще более близкие к цифрам, полученным нами для ламинарий.

Настоящая работа проводилась под общим руководством заведующего отделом донных водорослей проф. К. И. Мейер. Авторы выражают свою глубокую признательность проф. Л. А. Зенкевичу, давшему ряд ценных советов и указаний как по данной работе, так и по исследованию продуктивности водорослей литорали. Также приносим благодарность Н. В. Карсаковой и проф. А. П. Виноградову, оказавшим помощь в нашей работе.

Москва, 1933 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайл Г. Очерк водорослевого пояса приморского побережья в связи с некоторыми вопросами его использования. „Изв. Тихоок. научн. ин-та рыбн. х-ва“, т. IV вып. 2, Владивосток, 1930.
2. Дерюгин К. М. Фауна Кольского залива и условия ее существования. „Зап. имп. Акад. наук“ т. XXXIV, № 1, Пет., 1915
3. Зенкевич Л. А. Материалы по питанию рыб Баренцова моря. Введение. „Доклады 1-й сессии Гос. океаногр. ин-та“, № 4, М., 1933.
4. Зинова Е. Морская капуста и другие водоросли имеющие промысловое значение. „Изв. ТОНС“, т. I, вып. 1, 1928,
5. Зинова Е. Водоросли Мурманз, ч. II. Бурые водоросли „Тр. СПб. общ. естествоиспытателей“, т. V. 1913—14 г.
6. Киреева М. С. и Шапова Т. Ф. Отчет о стационарных работах, произведенных отделом донных водорослей ГОИН, а летом 1931 г. по изучению подообразующих водорослей, „Труды Гос. океан. ин-та“, т. III, вып. 3, М., 1933.
7. Крашенинников И. Описание земли Камчатки. СПб., Академия наук, 1767.
8. Мейер К. И. Отчет о работах подной экспедиции Государственного океаногр. ин-та на Белом море в 1931 г. „Труд Гос. океан. ин-та“, т. III, вып. 3, М., 1933

9. Смирнов В. О жизни морских водорослей в полярных странах „Изв. Гос. гидрол. ин-та“, № 8, Л., 1924.
10. Areschoug. Observat. Phycologicae IV, V. De Laminariacei nonnullis. „Nova acta reg. soc. sc. Upsaliens.“ 1883/84, ser. 3.
11. Bower F. O. The Ferns, vol. I. Cambridge, 1923.
12. Fallis A. L. Growth in some Laminariaceae. „Publ. Puget Sound B. St.“ 1916, vol. I, Nr. 13.
13. Foslie M. Ueber die Laminarien Norwegens. „Christiania Vidensk.—Selsk. Forhandl.“, 1884.
14. Kjellmann F. R. — Flora of the Arctic Sea. „Kgl. Vet. Akad. Handl.“, 1883, vol. 20, Nr. 5.
15. Sauvageau C. Sur les gamétophytes de deux Laminaires „C. R. des Séances de l'Acad. des Sciences“, 162.
16. Setchell W. A. The regeneration among kelps. „Univ. of California Publ.“ 1905, vol. 2.
17. Setchell W. A. Postembryonal stages of the Laminariaceae Ebenda.
18. Yendo K. On the cultivation of seaweeds (Реферат, напеч. в ж. „Природа“ 1914 г., № 3, март).
19. Kylin H. Ueber den Generationwechsel bei *Laminaria digitata* „Svensk. Bot. Tidskr.“, 10, 1916.
20. Lamouroux J. V. F. Essais sur les genres de la famille des thalassiphytes non articulées „Ann. Mus. d' Hist. Nat.“, 20, 1813.
21. Pascher A. Ueber die diploide Zwerggenerationen bei Phalophyceen (*Laminaria saccharina*). „Ber. d. deut. Bot. ges.“, 36, 1918.
22. Гайл Г. Цикл развития и динамика зарослей японской ламинарии. „Труды Д.Вост. филиала Акад. наук“, т. I, 1935.
23. Морозова-Водяницкая Н. В. Опыт количественного учета донной растительности в Черном море. „Труды Севастопольской биолог. станции“, т. V, 1936.
24. Kylin H. Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen. „Hoppeseylers Zeitschrift f. physiologische Chemie“, Bd. 94, H. 5/6, 1916.
25. Prütz H. Die Algenvegetation des Trondhjemsfiordes. „Skrift utgitt av Det Norske Videnskaps Akademi i Oslo“, 1, Mat.-Naturv. Kl. 1926, 5, Oslo, 1926.

RATES OF GROWTH, AGE and SPORE-BEARING OF LAMINARIA SACCHARINA and L. DIGITATA in KOLA FJORD

By M. S. Kirejeva and T. F. Schapova

SUMMARY

In Summer of 1931 the Department of bottom algae of the State Oceanographical Institute undertook a series of works on the study of iodine-bearing algae of the Kola fjord. These works had a stationary character and were carried out in the village Poljarnoje, situated in the northern part of the Kola fjord in Polarnaja Harbour (see fig. 16)

The programme of investigation included the following items: 1. Definition of the rate of growth of *Laminaria* in the Kola fjord. 2. Definition of age of *Laminaria*, and 3. Quantitative definition of spores, produced by *Laminaria*. As objects for observations were selected the following algae: *L. saccharina* (L. Lamour. f. *membranacea* J. Ag. and *Laminaria digitata* (L.) Lamour. f. *typica* Kjellm., i. e., the very forms which abund in the bays of the northern part of Kola fjord.

Owing to the short time of the investigations covering altogether the period of only one year (from September 1931 to August 1932) we have not been able to obtain exhaustive data on the above mentioned questions. However the examination of preliminary numerical data, characteristic of growth and sporulation has outlined some definite regularities which the present paper is dealing with.

1. Definition of rate of growth of *Laminaria saccharina* and *L. digitata*

It is well known that the *Laminaria* thallus in respect to age is not homogeneous.

Every winter or spring the old blade falls off a new one growing up in its place during the year, i. e., the blade is an annual formation, whereas the stipe is a perennial part of the thallus.

In order to obtain numerical data characterising the growth of the new blade and the dying off of the old one, two ways have been traced: periodical weighings of the old and new blade or periodical measurements of the blade length and width. Periodical variations in weight and size will give us an idea of the new blade growth rate and of the rate of decay of the old one.

The method of investigations consisted in the following: throughout a whole year (from September 1931 to August 1932) we sampled every month,—and during the period of slow growth once every 2 or three months—about 25–35 specimens of *Laminaria saccharina* in Olenja bay and about as many specimens of *L. digitata* in the straight connecting Polarnaja Harbour with Kola fjord (see fig. 16). Fearing that excessive age difference might cause considerable difference in weight at the monthly weighings, we discarded while sampling all specimens of less than 0.5 meters length.

The samples were measured (length of the whole plant, width of the old and new blades and length of stipe) and weighed raw. Then the new blade, the old one and the stipe were cut off and weighed separately.

From all weighings and measurements was defined, the arithmetical mean characterizing average size of thallus, blade and stipe for a given month. Average weights thus defined were plotted on appended graphs (see fig. 1 and 2).

On the abscissae was plotted the time of observation; along the ordinates—averages weight of the young blade, old blade and stipe. The upper outline of the curve shows the average weight of the thallus for a given month. In spite of the scantiness of our material the process of growth is exhibited by quite regular curves.

The growth of the new blade, as shown in graphs, begins in *L. saccharina* (see fig. 1) and in *L. digitata* (see fig. 2) in January, i. e., the beginning of growth coincides with the appearance of sun in these latitudes. Our observations have been confirmed by Smirnov's paper „On assimilation of polar algae“. (9) The author states that during the winter months nothing but breathing processes are detected in *L. saccharina* and *L. digitata*. From the end of January when intensity of light becomes strong enough to be used by algae as a source of energy the *Laminaria* begin to assimilate. Obviously this moment is to be connected with the beginning of the new blade growth.

In his work Kylin (24) states that the growth of new blades in *Laminaria* of the Swedish coast begins as early as November, proceeding on account of laminarine, stocked by the old blade in the course of the previous vegetation period. It is to be noted that in the region investigated by Kylin no polar night occurs; hence throughout the winter the algae are in conditions of feeble but permanent light. As to the polar algae the question remains unsolved whether the growth of the young blade does proceed on account of the stocks of the old one in the polar night conditions. At any rate, if this growth does indeed take place it is too subtle to be detected by our method. An actually perceptible beginning of growth of *Laminaria* blades in Kola fjord is no doubt to be connected with the appearance of the sun.

As shown by curves of both species of *Laminaria* the greatest bulk of thallus is to be observed in August, the minimum occurring in March. This fact must be due to simultaneous intensive growth of the new blade and as intensive a decay of the old one in March. Owing to the rapid decay of the old blade and to the fact that the young one could not possibly have reached large dimensions the biomass of March is the smallest.

Decrease of weight in September as compared to August is connected with the termination of the vegetation period; growth is stopped; besides the termination of the sporulation process brings forth an abundant dropping of spores, leading to the wear and decay of the blade.

As seen from graphs 1 and 2 no gradual increase of weight of the stipe is observed throughout the vegetation period, this fact being probably due to faults of the method applied in our observations.

To give a clearer idea on the dynamics of growth of *Laminaria* we plotted a series of curves characterizing the growth of the new blade (see fig. 3 and 4). The first two curves, which we termed curves of „absolute“ rate of growth of the new blade are the first derivatives of the growth-curves. The ordinates of these curves of „absolute“ rate of growth show the value of the new blade of the weight increase.

Both in *L. saccharina* (fig. 3) and *L. digitata* (fig. 4) growth-becomes a negative value in September. Positive growth is characterized by two peaks of which the first occurs in March, the second one—in June-July, the second peak being in both species of *Laminaria* higher than the first one. The latter is due to average biomass being greater in June-July than in March; hence the absolute increase of blade even under the relatively slower rate of growth proves to be more considerable in June-July than in March.

Curves of fig. 3—4 being a dotted line are second derivative curves from growth—curves; they picture acceleration in rate. These curves which we term curves of absolute acceleration in rate show that the increase of the blade does not proceed smoothly but exhibits more or less acute fluctuations.

Curves of absolute blade increase are of course not quite convincing. Curves of relative increase of a unit of thallus are to give a more eliciting idea of the process. The new blade being solely responsible for nearly all the yearly increase, its weight may reasonably be taken as the production of one year. Terming the yearly production or weight of the blade by P , the weight of the whole thallus, i. e., the total biomass by B we obtain the ratio P/B characterizing the productivity of a given species. This ratio was first introduced by prof. L. A. Zenkevich (3) for quantitative characteristic of benthos; it allows to compare the productivity of algae with that of other organisms. The same ratio helps us to judge about the rate of growth; e. g. having the monthly data for the P/B coefficient value we get with help of curves for monthly variations of P/B a clear idea of the growth process of the species under observation.

Before passing to the definition of the P/B coefficient we established practically that the weighing of as many as 20 specimens sufficed to make the fluctuations of the P/B coefficient equal to so negligible a value as 0.2—0.3.

The given curves show the monthly variations of the P/B coefficient for *L. saccharina* (fig. 5) and for *L. digitata* (fig. 6).

It should be noted the outline of these curves is typical of development curves usually given in different biometric papers.

The steep rise in February and March is characteristic for both curves. During these two months the P/B coefficient grew up from zero to 0.7 in *Laminaria saccharina*, and from zero to 0.5 in *Laminaria digitata*,

which shows that in the course of this period a powerful growth of the blade had taken place. In August this ratio approaches to 1 being 0.93 in *L. saccharina* and 0.85 in *L. digitata*. Having reached their maximum in August the curves show a gradual fall. In February-March of the succeeding year, when the new blade starts growth, the process of decay of the old blade is intense and eventually in July-August the old blade disappears.

In order to facilitate the analysis of these two curves we plotted, as above, some more curves. The first ones (see fig 5, 6) are the first derivatives of the P/B coefficient, and have been termed: curves of „relative“ rate, i. e., rate compared with the unit.

The second curves (see fig. 5 and 6) are second derivatives from the P/B coefficient curves and are termed curves of relative acceleration. They show the increase of the „relative“ rate.

Curves of „relative“ growth rate mirror in their main trend the outline of curves of „absolute“ increase,—the only difference being that in curves of „relative“ rate the first peak is more acute than the second, whilst reverse interrelations are to be observed in „absolute“ acceleration curves.

It should be noted that the above mentioned paper of Smirnov contains data on the assimilation of *Laminaria* of the Kola fjord for a period from March to July.

The comparison of these data on the process of assimilation in *Laminaria* with the results of our observations on growth-rate shows complete coincidence of the two—peaks of assimilative activity occurring in the very same months as the peaks of growth and, reverse, decrease of assimilative activity falling in with the months of relaxed growth.

Causes for rise and fall are to be sought firstly in the change of external factors, apt to influence the processes of growth and assimilation to a smaller or greater degree. These factors are the following: light, temperature and salt-regime of water, transparency and a number of others of secondary importance. Unfortunately we have at our disposal rather scanty data on seasonal variation of the mentioned conditions of the medium; however even such preliminary material may lead to some preliminary conclusions.

Data of the Murman Sea Observatory have shown that March, June and July of the year 1932 were most favourable for illumination.

As to the intensity of illumination we have at our disposal only observations on the quantity of sunny and cloudy days; therefore no definite conclusions may be drawn therefrom.

We failed to find out any close dependence between fluctuations in water temperature and the process of growth of *Laminaria* for lack of any marked variations in temperature conditions in spring and summer months which would correspond to acceleration or relaxation of growth rate in *Laminaria*.

K. Derjugin records in his paper data on seasonal fluctuations of salinity in the bays of Kola fjord. It is likely that relaxation of growth rate in *Laminaria*, observed in May is to some extent dependent on the decrease of salinity which is to be observed at this very time. However we consider such an explanation somewhat artificial the same if not greater decrease of salinity taking place in June, too, i. e., at the time of rather intensive growth of *Laminaria*.

As to data on the turnover of phosphorus and nitrogen in sea water only those work are available, which deal with the open part of the Barents Sea; these data are not fully applicable to the conditions of coastal waters. It should be noted, only, that the water in February—March contains a considerable quantity of these salts, stocked in the course

of the winter months; whereas the succeeding months exhibit an intense consumption of these salts due to the development of plankton. The powerful growth of plankton, as stated by Smirnov in his paper, aggravates the conditions of transparency, the latter influencing, the growth of *Laminaria*.

On the base obtained data on variations of the P/B coefficient we made an attempt to find the equations for the corresponding theoretical curves. These equations, however, proved to be so complicated, as not to be of any practical use. Therefore we do not publish these equations of theoretical curves.

Supplementary to curves of monthly variations in the P/B coefficient the yearly P/B coefficient was computed for *L. saccharina* and *L. digitata*.

The first one proved to be $\frac{646}{346} = 1.87$ (where 646 expresses the yearly production of *Laminaria* or maximum weight of the blade in August, whilst 346—is the average biomass or average yearly weight of the thallus.)

For *L. digitata* the coefficient equals $\frac{596}{514} = 1.14$ (where 596 is the value of yearly production of *Laminaria* or the maximum weight of the blade in August, whilst 514—is the average biomass of *Laminaria* or the average yearly weight of the thallus).

As pointed above besides periodical weighings of *Laminaria*, periodical measurements were taken too. For both operations the same specimens of *Laminaria* were used.

The measurements resulted in a series of curves for *Laminaria saccharina* and *Laminaria digitata*. Fig. 7 shows the process of growth of the new blade in length. Both curves are characterized by a gradual rise from January to August. The curves of graph. 8 show the value of daily increase of the blade in length. Maximum increase occurs for both *Laminaria* in March; the blade of *Laminaria saccharina* increasing in March daily by 1 cm., that of *L. digitata* by 0.5 cm.

II. Definition of age of *Laminaria*

Observations on duration of *L. saccharina* and *L. digitata*, started in the summer of 1931 in v. Poljarnoje, were conducted along two lines on the one hand diving works were performed for long observations on the restoring of algae in mowed areas,—on the other—an attempt was made at defining the age of *Laminaria* by mass measurements of the thallus.

Results of these works, performed in the summer of 1931 were recorded in a report published in "Transactions" of the State Oceanographical Institute. On the ground of measurements of sterile and spore-bearing specimens the existence of three age groups of *L. saccharina* were stated, each of them being characterized by definite size (see fig. 10 and 11).

In order to continue and detalize the work on age definition we gathered material on *L. saccharina* in Olenja Bay in summer of 1932. Samples were taken in June and July—270 specimens being measured in June und 200—in July. On the ground of these measurements curves were plotted (see fig. 11 and 12), the size of thallus in length being plotted along the ordinate, the frequency of the given size along the abscissae.

In comparing these curves with one another one is struck by their perfect similarity, i. e., each one of them is characterized by three peaks.

The first peak of both curves corresponds to specimens of a length up to 0,4 m.; the second one—to 2 to 3 year old forms. Thus our data,

obtained in the summer of 1932 confirm our presumption of the existence of at least 3 age-groups in *Laminaria*.

As our numerical data of 1931 (see report) have shown the mass spore-bearing of *L. saccharina* begins at the third year of their life. So far the further destiny of these *Laminaria* has not been traced, i. e., it has not been found out whether all the thallus (dies off, or it goes on living for several years longer repeatedly undergoing changes of the blades. Both literary data and our own observations give rise to the suggestion that *Laminaria* live longer than three years. Lack of the 4th and the 5th peak in our curves may be explained by the fact, that *Laminaria*, upon reaching maturity on their third year do not exhibit any appreciable increase in their blade length at the succeeding changes.

The curve (fig. 13) showing the measurements of *Laminaria* is the result of examination of material obtained during our diving works in 1931. In spite of the scanty of material — some 47 specimens altogether — this curve exhibited the same three peaks which characterize the curves of 1932.

III. Works on the study of spore-bearing in *Laminaria*

Works on the study of spore-bearing in *Laminaria* were started in the summer of 1931 in the v. Polyarnoje, to find out the intensity of the spore-bearing zone of *Laminaria*; we expected to define eventually figures, characterizing the spore productivity of *Laminaria*, i. e., the approximate average number of spores produced by each specimen of *L. saccharina* and *L. digitata*.

Observations on the process of spore-bearing were made in the same localities and with the same forms as when defining rate of growth and age of *Laminaria*, i. e., in Olenja Bay for *L. saccharina* f. *membranacea* and in the strait of Polarnaja Harbour for *Laminaria digitata*.

Our systematical observations resulted in the statement, that the main mass of *Laminaria* in the Kola fjord bore spores in August.

In August we gathered 150 specimens of each species — *Laminaria saccharina* f. *membranacea* and *Laminaria digitata* f. *typica* — for the quantitative definition of spores in *Laminaria*. All specimens were weighed and measured; then the spore-bearing specimens were separated from the sterile ones and in the former both sterile and spore-bearing areas were defined.

The following numerical data were obtained by defining the total area of the blade surface (see table 1): the spore-bearing zone in *Laminaria saccharina* averages 4.5% of the total area of the blade-surface; that of *L. digitata* — 11.0% which shows that the spore-bearing zone of *L. digitata* is more developed than that of *L. saccharina*.

Further we counted the number of sporangia per 1 square cm. on the cross and tangential sections of the spore-bearing blade. This showed that 1 square cm. of blade-surface in the spore-bearing zone of *L. saccharina* contained 562 000 sporangia, whereas that of *L. digitata* — 921 000 (see table 1). Preparations with *Laminaria* sporangia, were made for counting spores in the sporangia and then the quantity of spores distributed in one plane of each sporangium was defined. Besides, cross sections across sporangia were made and the quantity of spores on these sections counted. The product of values thus obtained gives the quantity of spores in one sporangium. It proved to be 64 both in *L. saccharina* and *L. digitata*.

The average quantity of spores produced by each specimen of *Lami-*

naria was defined on the ground of our numerical data, characterizing the value of the spore bearing zone, and on the ground of the number of sporangii per square *cm.* of blade surface and the quantity of spores in each sporangium.

As shown by graph I the number of spores for *L. saccharina* proved to be 11 890 800 000 and for *L. digitata* 26 719 000 000.

The greater productivity of *L. digitata* in way of the quantity of sown spores as compared with the productivity of *L. saccharina* is perhaps to be accounted for by the difference of ecological conditions of growth of both algae.

As recorded in literature the sowing of spores of *Laminaria* is apt to change the colour and transparency of sea-water. With figures characterizing the quantity of spores sown by each specimen it is easy to see the influence, produced by the moment of spore-sowing on the hydrological and hydrochemical regime of water.

For comparing the productivity of *Laminaria* with that of other organisms we find it not devoid of interest to give some data on the quantity of spores, sown by mushrooms and ferns (see table 2).

In conclusion we feel it our pleasant duty to emphasize, that the work exposed in both present paper, was performed under the general guidance of the Head of the bottom algae Department—prof. K. I. Meyer. Our heartiest thanks are due to prof. L. A. Zenkevich, for valuable advice and help the present paper.

Moscow, 1933.

О СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЯХ СОДЕРЖАНИЯ ИОДА И ХЛОРА В ЛАМИНАРИЯХ МУРМАНА

А. В. Трофимов

Различное содержание иода в водорослях в зависимости от сезона года имеет большое практическое значение.

Для промысловых водорослей нашего Севера мы почти не имеем надежных данных по этому вопросу; в связи с этим при обследовании водорослей Белого моря и Мурмана в 1931 г.¹ Государственным океанографическим институтом решено было провести в течение целого года серии регулярных периодических анализов водорослей на иод в нескольких постоянных пунктах побережья.

Однако, выполнить удалось лишь небольшую часть намеченной работы. В течение 1931-1932 гг. был собран материал по двум видам ламинарий — главным образом по *Laminaria saccharina* — в районе Мурманской биологической станции (с. Полярное), каковой и был анализирован весной 1933 г. Пробы водорослей собирались в разные сроки, по возможности в одном и том же месте, именно у входа в Полярную гавань против Чижевского Маяка. В каждый срок со дна выдергивалось обычно по 3 экземпляра водоросли, которые затем высушивались и в таком виде пересылались для анализа. К сожалению материал собирался разными лицами и часть его была утрачена при пересылке. Поэтому приводимые данные страдают весьма ощутительной неполнотой — особенно в отношении *Laminaria digitata*.

Методика

В собранных образцах водорослей, кроме валового иода был определен растворимый иодидный иод, а также хлориды и зола. Иод определялся потенциометрически: валовой иод после озоления, иодидный — непосредственно в прокипяченных (5 минут) навесках размолотых водорослей. Хлориды определялись титрованием серебром (0,1 норм. AgNO_3) в экстрактах золы, приготовленных для определения общего иода. На правильность определения хлоридов способ сжигания водорослей сказывается весьма мало. Так, количество хлора, находимое в „иодной“ золе — после сжигания по Фелленбергу с прибавкой

¹ По договору Государственного океанографического института с Вохимфармом

поташа и избытка извести оказывается таким же, как и в золе, полученной обычным озолением навески водоросли на огне без особых предосторожностей. Таким образом, хлор при таком „простом“ озолении практически не теряется, тогда как иода теряется в этом случае в среднем около 25%, причем в отдельных случаях потери иода могут доходить до 50%.

Результаты соответственных анализов приводятся в табл. 1. В ней, как и везде в дальнейшем, под хлором подразумевается хлорный эквивалент всех галоидов, т. е. результат титрования всех галоидов серебром, выраженный в весовом количестве хлора.

Так как в ламинариях количество хлора (эквивалентного) в 50—200 раз больше иода, то приводимые величины содержания галоидов (хлор) лишь немного—на 0,5-2% больше, чем содержание „чистого“ хлора в водорослях.

Таблица 1

Table 1

Влияние способа сожжения водорослей на содержание иода и хлора в золе¹

Influence of method of consuming of algae upon iodine and chlorine content in ashes¹

Объект анализа Object of analyse	Дата сбора Date of sampling	Хлор. Chlorine		Иод. Iodine		
		a	b	a	b	$\frac{a}{b}$ %
<i>Laminaria saccharina</i>						
Лист. Blade	7/II 1932	161,0	160,5	2,70	1,80	67,0
"	"	181,5	179,5	4,25	3,85	90,5
Стебель. Stem	"	—	—	3,82	2,05	53,5
<i>L. digitata</i>						
Стебель. Stem	1933	102	101	4,82	3,50	72,5
"	7/II 1932	128,5	126	6,55	4,05	60,5
Лист. Blade	10/III 1932	113	117	6,85	5,65	82,0
"	1933	106,5	111,5	8,35	6,90	82,0
Стебель. Stem	"	116	113	7,30	5,95	81,5

На приведенных данных можно также проверить, насколько правильно положение Фреундлера (2) о том, что при озолении водоросли в муфельной печи количество остающегося в золе „определимого“ иода равно минеральному (иодидному) иоду, бывшему в водоросли. Ниже приводим параллельно с количеством иода, в золе (графа „b“ в табл. 1), также количество минерального иода, определенного потенциометрически.

Иод в золе %									
Iodine in ashes %	1,80	3,85	2,05	3,5	4,05	5,65	6,9	5,95	
Иод иодиоз %									
Iodine of iodides %	2,2	3,15	2,8	3,5	4,9	6,55	7,6	6,8	

¹ Хлор и иод выражены в мг на 1 г сухого веса водоросли.

¹ Chlorine and iodine are expressed in mg. per 1 g. of dry weight of algae.

a. Озоление по Фелленбергу (для валового иода).

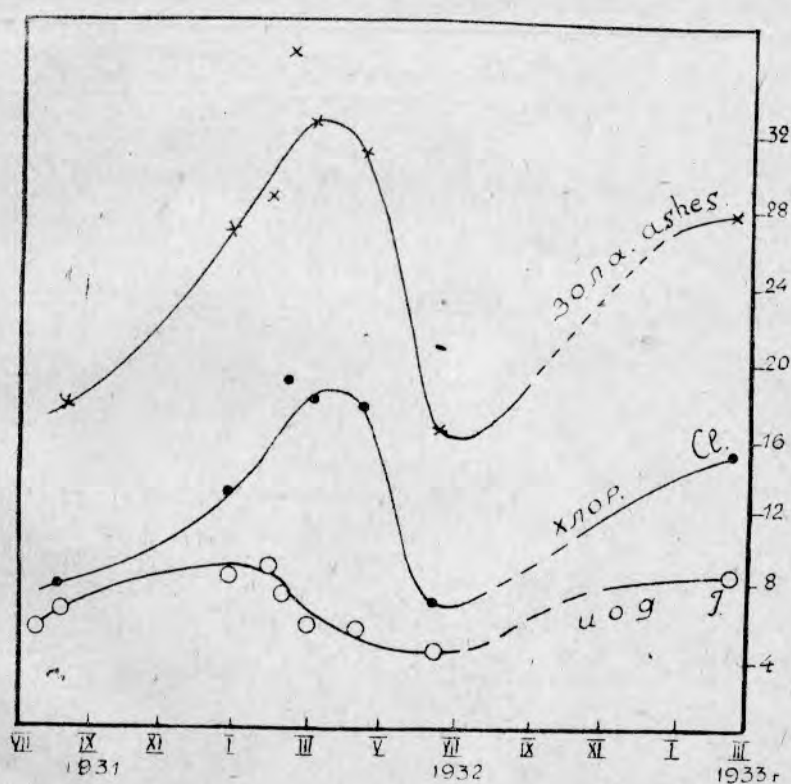
a. Ashing made by Fellenberg's method (for determining total iodine).

b. Озоление обычное (для определения золы).

b. Ashing made usually (for determining the amount of ashes).

Как видим, иодидного иода в водорослях содержится почти всегда больше того количества иода, которое остается в золе после „обычного“ сожжения водоросли. В этом также лишний довод против способа огневого сжигания водорослей для добычи иода, так как, очевидно, что посредством обработки водорослевого материала горячей водой может быть получено из него значительно больше иода, чем из золы сожженных водорослей. Таков практический вывод из этого ряда цифр.

Для целей же определения минерального иода (2) способ обычного озоления оказывается, как и нужно было ожидать, очень грубым, средняя ошибка его около 15%.



Фиг. 1. Сезонные колебания иода, хлора и золы в *Laminaria saccharina*.

Fig. 1. The seasonal variations of iodine, chlorine and ashes in *Laminaria saccharina*.

Подробности нашей методики определения иода валового и минерального описаны в предыдущих работах Бруевича, автора и Гартмана (8).

Весь собранный материал анализировался в большинстве проб таким образом, что иод и прочее определялось в отдельных экземплярах водоросли после размалывания их на мельнице. Таким образом выявились индивидуальные колебания содержания иода в отдельных растениях. Однако, для получения интересующих нас данных о среднем содержании иода в водорослях определенного сезона, отдельные случайные особи не представляют интереса и главной характеристикой сезона служит среднее из отдельных анализов.

Результаты

В табл. 2 приведены результаты анализов *L. saccharina*, собранной в девять сроков между июлем 1931 г. и февралем 1933 г. Средние по отдельным срокам выводились, исходя из веса образца и содержания иода в нем.

Сезонный ход всех 3-х ингредиентов—иода, хлора и золы в *L. saccharina* представлен также наглядно на рис. 1.

Таблица 2

Table 2

Содержание иода, хлора и золы в *L. saccharina* в различные сезоны¹

Content of iodine, chlorine and ashes in *L. saccharina* in different seasons¹

Дата взятия образца Date of sampling	Вес в г. Weight, g.	Зола Ashes		Хлор Chlorine		Иод валовой Total iodine		Иод иодид. Iodine iodide		Иода в золе Total iodine in ashes (in percentage)		
		Индив. Indiv.	Средн. Average	Индив. Indiv.	Средн. Average	Индив. Indiv.	Средн. Average	0/0 от валового Percent of total				
								Индив. Indiv.	Средн. Average			
1931												
6—22/VII	—	—	—	—	—	0,430 0,170 0,190	} 0,260	90,0 —	—	1,28 —		
7/VIII	190 90 27	20,1 24,4 —	} 21,6	5,96 7,04 5,06	} 6,20	0,300 0,330 0,355		} 0,315	86,0 86,0 88,5	} 86,5	1,49 1,35	
26/XII	85 23 57	34,2 37,5 30,8		9,73 12,7 10,9		0,370 0,515 0,450			} 0,412		88,0 88,0 88,5	} 88,0
1932												
25, I	48 76	33,3 36,9	} 35,5	12,1 10,0	} 10,8	0,525 0,375	} 0,350	79,0 69,0		} 73,0	1,57 1,02	
7/II	20 20 24	45,6 44,0 45,5		15,0 15,4 15,8		0,405 0,407 0,295		} 0,365	92,0 84,0 79,5		} 85,0	0,89 0,93 0,65
26/II	20 19	37,5 43,5		14,0 15,15		0,265 0,295			} 0,280			65,0 86,0
7/IV	225	39,0	39,0	14,3	14,3	0,270	0,270			83,0		83,0
Июнь June	— —	— 20	—	— 5,52	— 5,5	0,245 0,205	} 0,225	100 91		} 95	—	
1933												
Февраль February	100	—	34,6	—	12,3	—		0,420	—		72	1,21

Приведенные данные страдают досадной неполнотой — они характеризуют состав водорослей, главным образом, лишь в летний и зим

¹ Хлор, иод и зола — в процентах от сухого веса.

¹ Chlorine, iodine and ashes in percents of dry weight.

ний периоды и отчасти весной; осенние пробы были утрачены. Поэтому более детальная картина изменения состава водорослей в отдельные месяцы из наших данных не вырисовывается. Но основные сезонные колебания ясно наблюдаются как в отношении содержания иода в растениях, так и в отношении золы и хлора. Все эти три элемента имеют вполне аналогичный сезонный ход с максимумом, приходящимся на зиму (январь-февраль) и минимумом на лето (июнь-июль).

Анализы образцов *L. digitata*, собранных летом и зимой 1931-1932 и 1932-1933 гг., дали совершенно аналогичную картину сезонных изменений. Для этого вида еще гораздо резче наблюдается обогащение иодом в зимнее время — до 0,8% с лишком от сухого веса, тогда как среднее летнее содержание иода не превосходит 0,25%.

Результаты анализов (осредненные) по *L. digitata* приводятся в табл. 3.

Таблица 3

Table 3

Содержание элементов золы в *L. digitata* в различные сезоны (все в процентах от сухого веса).

Content of elements of ashes in *L. digitata* in different seasons (the whole in percents to dry weight).

Дата взятия образца Date of sampling	Число экз. в пробе Number of specimens in the sample	Общий вес сухой пробы в г Total dry weight of sample	Зола Ashes	Хлор Chlorine	Иод Iodine		Иод иодид в % от валового Iodine iodide in percents of total	Процент иода в золе Percent of iodine in ashes
					валовой total	иоди- дный iodide		
7/VII—1932 . .	3	250	28,5	8,20	0,745	0,225	92,0	0,86
7/II—1932 . .	—	100	38,4	12,15	0,835	0,750	9,0	2,17
10/III—1932 . .	4	260	36,7	10,65	0,650	0,600	92,0	1,79
28/VI—1933 . .	2	200	—	8,50	0,220	—	—	—
Февраль 1933 . February	3	200	38,3	11,0	0,800	0,735	92,0	2,08

Интересно отметить, что относительное содержание минерального иодидного иода — в процентах от валового для высушенных образцов оказывается почти совершенно одинаковым для всех сезонов. Для *L. digitata* оно колеблется всего лишь в пределах 2% — от 90 до 92% от общего иода; для *L. saccharina* вариации средних, правда, значительно — от 73 до 95%. Этот факт говорит за то, что добыча иода из водорослей путем экстракции их возможна из материала, собранного в любое время года с равным успехом, причем выход иода из зимнего сбора особенно для *L. digitata* должен быть значительно выше¹.

¹ Это, конечно, не значит, что при рациональном всестороннем использовании водорослей выгоднее всего собирать их зимой, так как другие ценные составные части водорослей (ламинарин, альгин, маннит) могут иметь иной сезонный ход и момент наиболее выгодной эксплуатации должен определяться наивысшей ценностью суммарных всех полученных из водорослей продуктов. О сезонных колебаниях углеводов в ламинариях Мурманского побережья сведения имеются в работе А. Кизеля и Т. Вобликовой (11).

Литература

Факт максимальной концентрации иода в ламинариях в зимние месяцы — к началу „гидрологической весны“ — повидимому является специфической особенностью растений крайнего севера с его исключительными особенностями, из которых наиболее существенны две: 1) наличие двухмесячной полярной ночи; 2) позднее таяние снега и соответственно позднее опреснение прибрежных вод. Для более южных широт имеющиеся литературные сведения говорят об ином ходе сезонных изменений содержания иода. Так, в Японии для вида *Ecklonia* наблюдалось (1) непрерывное возрастание процента иода от зимы к лету: в декабре — 0,155, в январе — 0,178, в мае — 0,202 и в июне — 0,348^{0/0}.

Для берегов Франции Фреундлер (2) наблюдал аналогичный рост „определимого“ (минерального) иода от зимы к лету в *Laminaria flexicaulis*. Он приводит такие цифры:

	Февраль February	Март Marth	Апрель April	Август August
‰ от сухого веса ‰ of dry weight	0,44	0,59	0,56	0,6—0,7

С августа по сентябрь колебание процентного содержания иода очень невелико. В другой работе тот же автор (3) определяет содержание иода в ламинариях зимой в 0,55^{0/0}, весной в 0,7^{0/0} и летом в 1,0^{0/0}, причем он находит полный параллелизм между содержанием иода в ламинарии в растениях и солнечной инсоляцией.

Как видим, процесс аккумуляции иода, наблюдаемый на Мурмане диаметрально противоположен по срокам этим литературным данным. В чем причины такого крупного расхождения?

Повидимому, в особенностях климата нашего Севера. Эти особенности прежде всего влияют на гидрологический режим прибрежных вод в заливах, в частности на время максимального опреснения. Гидрологические наблюдения над режимом вод в Полярной Гавани (2 км от места взятия проб) показывают, что заметное опреснение поверхности воды наблюдается лишь в мае, июне и июле, причем в июле (время максимального таяния снега) оно наибольшее. Соленость поверхности воды, как показывают имеющиеся у нас материалы, летом резко снижается. Резкие колебания солености наблюдаются, правда, лишь в самом верхнем слое — не глубже 5 м, но, во всяком случае, во время отливов летом водоросли омываются целиком этими опресненными водами (10).

А так как иод, вернее, иодидная форма иода в растениях, находится в равновесии с иодидами в окружающей среде, то очевидно, что понижение солености (а следовательно и уменьшение концентрации иода в морской воде должно вызвать уменьшение количества иодидов в растениях. С точки зрения физического равновесия между содержимым клетки и омывающей ее средой понятно, что именно летом в июне-июле в водорослях района с. Полярного содержится минимум иода.

В более открытых и незащищенных местах побережья влияние опреснения, конечно, должно быть меньше и сезонный ход может быть выражен не так ярко.

Опреснение береговых вод в более южных широтах, поскольку оно определяется таянием снега, должно происходить гораздо раньше.

ше — вследствие более раннего наступления „земной“ весны. Поэтому и минимум содержания иода и золы должен сдвигаться в сторону ранней весны и, соответственно, максимум зольности — в сторону лета (или вообще наиболее сухого сезона).

Кроме этих особенностей в режиме прибрежных вод Кольского залива, изменяющих условия физико-химического равновесия между клетками растения и средой, — ход отдельных элементов в растениях разных широт должен быть различным потому, что одинаковые фазы развития наступают в разных условиях климата одновременно. Так, например, для ламинарий на Мурмане период обильного спороношения наступает в июле-августе, тогда как во Франции (5, 6) спороношение наблюдается в апреле. Наличие полярной ночи на Мурмане в течение декабря-января должно вызвать сдвиг фаз в развитии водорослей, а соответственно и сдвиг в сезонном ходе отдельных элементов в растениях.

Изучение биологии водорослей Мурмана, произведенное М. С. Киреевой и Т. Ф. Щаповой (7) показало, что начало заметного роста у ламинарий приходится на февраль и темпы роста достигают своего максимума в марте-апреле, когда инсоляция достаточно велика, а прозрачность воды весьма высока.

Вполне понятно поэтому, если как раз с этого времени — по мере накопления в растениях органических продуктов фотосинтеза — парциальное значение зольных элементов, а, следовательно, и процент золы хлора и иода в водорослях начинает уменьшаться, несмотря на то, что береговой сток еще очень невелик и вода сохраняет почти полную зимнюю соленость (см. фиг. 1).

Поверхностное опреснение талыми водами, начинающееся в мае, еще более уменьшает долю растворимых зольных элементов в растениях.

Зола ламинарий в большей своей части (около 80% ее) растворима в воде. Главную долю (90—95%) растворимой золы составляют хлориды калия и натрия и поташ (от 5 до 10%).

Прямая зависимость между содержанием растворимой золы в водорослях и соленостью воды отмечалась во Франции Larique (4, 5). Он наблюдал там обратную связь между содержанием золы и хлоридов — с одной стороны, и содержанием гидролизующих углеводов — с другой. Им наблюдался минимум растворимой золы и хлора — в феврале и в июне. Минимумы золы совпадали с максимальным накоплением углеводов. Наибольшие количества золы и хлора наблюдались им во время спороношения водорослей — в апреле и в октябре.

В отношении золы и хлора видим опять некоторые расхождения с нашими данными: причины его вероятно, опять таки в климатических и биологических особенностях развития растений в высоких широтах и может быть недостаточная детализация наших данных.

Остается еще добавить несколько данных о распределении иода в растениях между листом и стеблем. Здесь же следует оговориться, что анализировались отдельно стебель и лист, высушенные целиком, поэтому нижеприводимые данные не могут быть переносимы без оговорок на содержание иода в пластинах и стеблях живых растений. При медленном высыхании водорослей (особенно *L. digitata*) возможна передвижка иодидов из стебля в лист и относительное обогащение листа иодом в процессе высушивания. Напомним к этому, что при анализе стеблей и листьев, отделенных в момент сбора для обоих видов — и *L. saccharina* и *L. digitata*, стебли оказывались, как правило, богаче иодом, чем листья, по крайней мере, в летних сборах в Белом море (8, 9).

Таблица 4

Table 4

Содержание золы, иода, и хлора в листьях и стеблях ламинарий (высушенных целиком) в разные сезоны (в процентах от сухого веса)

Content of ashes, iodine and chlorine in blades and stems of *Laminaria* (dried whole) in different seasons (in percents of dry weight).

Вид растения и дата сбора Species, Date of sampling	Зола Ashes		Х л о р Chlorine		Иод валовой Total iodine		Иод иодид в % от валового Iodine iodide in percents of total	
	Лист Blade	Сте- бель Stem	Лист Blade	Сте- бель Stem	Лист Blade	Сте- бель Stem	Лист Blade	Стебель Stem
<i>L. saccharina</i>								
26/XII—1931 г.	34,0	35,0	9,57	10,95	0,365	0,390	88,0	87,0
25/I—1932 г.	37,5	34,0	9,95	10,10	0,320	0,535	68,0	71,5
7/II—1932 г.	45,0	47,9	14,80	15,80	0,385	0,475	94,0	76,5
7/II—1932 г.	48,4	37,2	16,85	13,20	0,425	0,380	75,0	98,5
26/II—1932 г.	39,3	32,2	15,20	10,50	0,220	0,405	68,0	56,5
26/II—1932 г.	43,5	—	15,70	13,50	0,275	0,365	93,0	61,0
7/IV—1932 г.	38,5	40,3	14,20	14,45	0,255	0,380	83,5	51,0
Февраль 1933 г.	36,6	31,8	12,40	11,80	0,410	0,482	72,0	72,5
February 1933								
<i>L. digitata</i>								
7/II—1931 г.	38,6	38,9	12,0	12,85	0,875	0,655	98,0	73,5
10/III—1931 г.	36,6	37,0	11,25	10,00	0,685	0,535	96,5	76,0
Февраль 1933 г.	39,4	36,1	10,65	11,60	0,835	0,730	92,0	93,5
February 1933								

Цифры показывают, что в *L. saccharina* во все сезоны выдерживается относительное преобладание иода в стеблях, что вполне согласно с нашими наблюдениями над свежими растениями летом 1931 г. в Белом море. Анализ *L. digitata* дает противоположный результат — листья богаче стеблей иодом, может быть, в результате высушивания.

Процент минерального иода в среднем выше в листьях, чем в стеблях для обоих видов.

Москва, 1934.

ЛИТЕРАТУРА

1. V. Okuda & T. Eto. „Journ. College Agricult.“, Tokyo, 5, 1912—1916.
2. P. Freundler. „C. R.“, 173, 1921, p. 931; „C. R.“ 178, 1924, p. 515, 1925
3. P. Freundler, Menager & Laurent. „C. R.“, 173, p. 1116.
4. Lapique. „C. R. Soc. Biol.“ 3. 1920, p. 1610.
5. Lapique & Emerique. „C. R.“, Soc. Biol., 85, 192, p. 172 по Leroux (6).
6. L. Leroux „Revue Génér. Sciences pures et appliquées“, 37, 1926, p. 471.
7. Киреева М. С. и Шапова Т. Ф., Труды Госуд. океаногр. института, т. III, вып. 3, М., 1932.
8. Бруевич С. В., Трофимов А. В., Гартман А. Там же.
9. Трофимов А. В. Там же.
10. Бруевич С. В. и Чайкина И. Там же.
11. Кизель А. и Вобликова Т. „Бюллетень ГОИН'а“, вып. 3, М., 1932.

ON THE SEASONAL MODIFICATIONS OF IODINE and CHLORINE
CONTENT IN LAMINARIA OF THE KOLA FJORD

By Trofimov A. V.

SUMMARY

1. The contents of iodine, chlorine and ashes in *Laminaria* of the Kola-fjord — *Laminaria digitata* and *L. saccharina* is vary in different seasons of the year; the maximum of iodine in algae winter: January, February and the minimum — in June-July occurs.

2. The minimum of ashy elements in algae coincides with the strongest dilution of coastal waters (medium of algae); the maximum — with beginning of growth.

3. Yearly range of fluctuation of iodine-content is 0.24—0.43 in *L. saccharina* and up to 0.83‰ in *L. digitata*.

Moscow, 1934.

О МИНЕРАЛЬНОМ ИОДЕ В ЖИВЫХ ВОДОРΟΣЛЯХ

А. В. Трофимов

При изучении форм иода в бурых водорослях, главным образом, в иодоносных промысловых, собранных Беломорской экспедицией б. Государственного океанографического института в 1931 г., было установлено, что преобладающая часть всего иода водорослей — в среднем около 90% его — находилась в них в форме легкорастворимых иодидов (23).

Так как это обстоятельство имеет существенное значение для рациональной постановки технологического процесса добычи иода из морских водорослей (возможность извлечения иода без озоления), то практически интересным казалось дальнейшее выяснение некоторых вопросов, не затронутых прежними исследованиями. Само собой напрашивались следующие вопросы:

1. Сохраняется ли высокий процент минерального иода в водорослях в течение всего года, или же имеются сезонные колебания в содержании минерального иода, связанные с превращением его в иодоорганические соединения?

2. Каково содержание минерального иода в свежесобранных водорослях и как меняется количество его при хранении водорослевого материала без всякой консервации? Этот вопрос возникает в связи с тем, что при обработке материала экспедиции 1931 г. автору пришлось иметь дело только с консервированными (сухим или „мокрым“ способом) образцами. При технической переработке образцов на месте важно знать, каков процент иодидами в свежее извлеченном материале.

3. Этот второй вопрос естественно порождает третий — теоретически интересный — каково содержание иодидов в живом растении, в живой клетке?

Предметом настоящей работы являются лишь последние два вопроса, именно о нахождении в живых водорослях иодидного иода (отчасти также вопрос в выделении водорослями свободного иода) и о изменении процентного содержания иодидов при хранении.

В литературе о иоде в морских водорослях имеется уже не мало данных по изучению форм иода в живых водорослях. Но далеко не все они, главным образом, по вине применявшейся методики, могут дать ответ на вопрос о том, какова концентрация иодидов в живой клетке водоросли.

Качественная микрохимическая реакция на иодиды с HNO_3 + крахмал (Молиш — 19) или с подкисленной перекисью водорода + крахмал (Килин — 14) была изучена под микроскопом на срезах очень большого числа видов. Килин, испытывавший этой реакцией большое

количество представителей разных водорослей, нашел, что в изученных им видах зеленых (*Chlorophyceae*) и синезеленых (*Cyanophyceae*) иодиды не обнаруживаются. Точно также не обнаруживаются они во многих бурых (*Fucus vesiculosus*, *F. spiralis*, *Halydria siliquos* и др.) и красных (около 39 видов) водорослях. Резкую иодидную реакцию показывают *Laminariae*, *Desmarestia aculeata*, *Dictyosiphon* из бурых и *Trailliella*, *Bonnemaissenia*, *Plumaria* из красных водорослей. Заметную, но слабую реакцию на иод показали *Ascophyllum nodosum*, *Chorda*, *Chordarium* и *Desmarestia viridis*.

Отметим, что эта микрохимическая качественная реакция связана с грубым нарушением жизнеспособности клеток, так как испытание ведется со срезами, погруженными на 5—10 минут в окислительную и сильно кислую среду. Однако все-же, как видно из всего имеющегося материала, она дает правильное представление о распространении минерального иода в разных видах и в отдельных частях растения.

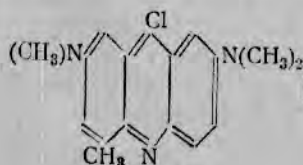
Другой описанный в литературе микрохимический метод с краской крезилблау¹ (*Brillantkresylblau*) гораздо более совершенен в отношении ненарушения жизненных функций живой клетки и плазмы. Он заключается в том, что если куски свежесобранной иодной водоросли выдержать в растворе крезилблау в морской воде, то в живых клетках, сильно адсорбирующих краску, образуются — при достаточном содержании в них иодидов — кристаллические друзы иодида красного цвета. Эту реакцию изучали Соважо, Шмен, Данжар, Килин, и Манжено.

Распознавание этим методом иодидов в клетке осложняется однако тем, что труднорастворимым соединением краски оказывается не только иодид, но повидимому и бромид ее; так Данжар указывает, что 10%-ный бромистый калий образует с крезилблау такие же красные друзы, как и с 10%-ным иодистым калием. Кроме того и другие соли способны высаливать кристаллические друзы краски. Поэтому некоторые авторы, как например Данжар (5), считают этот метод ненадежным критерием присутствия иодидов в клетках, так как красный кристаллический осадок с крезилблау могут дать различные вещества.

Однако Килин (14) показал, что красные кристаллы иодида краски отличаются от всех прочих кристаллических соединений ее тем, что при действии перекиси водорода они тотчас же окрашиваются в зеленый цвет и затем распадаются на зеленые хлопья. Таким образом, применяя этот метод с введенным им контролированием характера кристаллов перекисью водорода, Килин (14) показал присутствие иодидов в живых клетках видов: *Trailliella*, *Bonnemaissonia* (багрянки, наиболее богатые иодом среди всего водорослевого "царства"), в *Desmarestia aculeata*, *Dictyosiphon* и в *Laminaria digitata* и *L. saccharina*. В ламинариях иодиды обнаружались только лишь в 3—4 поверхностных слоях клеток.

В отношении чувствительности метода крезилблау мнения расходятся. По Шмэну (3), Данжару и Килину (14) кристаллы образуются при концентрации иодистого калия около 0,5—10% (при при-

¹ Kresylblau — хлорид оксацинового соединения, имеющий такую структурную формулу;



Иодид его плохо растворим в воде.

менении 1% раствора краски). Манжено (18) дает совсем иную границу чувствительности, именно 0,05%.

Таким образом, согласно этим работам, в вакуолях живых клеток упомянутых водорослей концентрация иодидов должна быть не ниже приведенных границ чувствительности, но сами эти границы, как видно, довольно неопределенны (0,05—1% KJ).

Количественные определения минерального иода в живых растениях строго говоря отсутствуют, так как применявшиеся методы количественного определения иодидов требовали предварительного умерщвления живых тканей, для того чтобы сделать возможным экстрагирование из них иодидов. Чтобы по возможности избежать изменений химического состава, для умерщвления тканей применяются способы и реактивы химически инертные.

Так, Килин (14) определял количество иодидного иода в свежих тканях двумя способами: 1) или свежие куски водорослей опускались в кипящую воду и затем из убитых, таким образом, тканей иодистые соли легко экстрагировались водой, или же 2) куски растений опускались в спирт (20%), который также как и кипящая вода, убивая клетку, уничтожал одностороннюю проницаемость живой плазмы и иодиды легко экстрагировались из тканей.

Оба эти метода дают очень сходные результаты. Килин приводит например такие результаты сравнения:

Экстракция с кипячением	0,45	0,51	0,60	0,14
Экстракция холодная 20% спиртом . .	0,44	0,48	0,57	0,14

Эти цифры отвечают процентам иодидного иода в свежей ткани багряной водоросли *Trailliellia intricata*.

Очевидно, что этот метод, несмотря на всю „деликатность“ способа умерщвления тканей имел дело все таки с мертвым материалом. Конечно, кипящая вода, а тем более холодный разбавленный спирт не могут быть причиной резких чисто химических изменений в клетке, но вызывая коагуляцию и другие физико-химические изменения плазмы, в частности изменение адсорбтивных свойств ее, эти реактивы нарушают как структурность распределения, так и среднюю величину концентрации иодидов, также как и всех других элементов клетки. Однако сколь велики эти нарушения, неизвестно и возможно, что для общих выводов и средних концентраций они и не очень существенны.

Килин в результате проведенного им изучения описанным способом форм иода в разных видах, различает три группы водорослей, различающихся по форме аккумулированного в них иода.

1. Группа типа багрянки *Bonnemaïssonia* (сюда входят еще *Falkenbergia* и *Trailliellia*). В водорослях этой группы, весьма богатых иодом, почти весь иод находится в виде иодидов. Меньшая часть иода (от 2 до 8% от общего количества его) находится в виде мало устойчивого иодоорганического соединения, отщепляющего свободный иод при подкислении. Эти две формы иода в живых растениях изолированы друг от друга: иодиды находятся в обычных „нормальных“ клетках тканей, тогда как иод — отщепляющее органическое соединение — содержится лишь в вакуолях особых мелких сильно преломляющих клеток (*Blasenzellen*), которые изучались многими авторами (Соважо, Шмэн, Данжар, Килин, Манжено). Соважо считал, что они содержат свободный иод. Однако Килин (также Шмэн) показал микрохимической реакцией с крезилблау, что свободного иода в вакуолях живых „*Blasenzellen*“ нет (чисто синия окраска от крезилблау), также как нет в них и заметных количеств иодидов (красные кристаллы не образуются). Свободный иод выделяется лишь при смещении содержимого этих замечательных вакуолей с содержимым всей клетки

Отщепляющее иод вещество этой группы было экстрагировано Килиным и им изучены его общие свойства.

2. Группа типа Ламинариевых. Основная масса иода в видах этой группы находится в форме иодидов. К этой группе Килин относит кроме ламинарий ряд других бурых и красных водорослей: *Desmarestia*, *Dictiosiphon*, *Chordaria*, *Chorda*, *Ascophyllum*, *Fucus*, а из красных *Ptilota*, *Flumaria*.

3. Группа типа *Sphacellaria*. В ней иод находится практически весь в неиодидной, повидимому, органической форме, лишь частично растворимой в спиртовом (20%) экстракте. К этой группе относятся зеленые водоросли.

Килиным наиболее полно охвачен вопрос о форме иода в разных свежих водорослях, поэтому ограничимся сообщением его выводов¹.

Заметим тут же, что данные анализов форм иода в консервированных образцах водорослей Белого моря, полученные автором (23), прекрасно укладываются в эту схему Килина.

Спиртовые экстракты из свежих ламинарий, анализированных мною на иодидный иод (электротитрование), показали также, что от 90 до 100% общего иода в этих водорослях составляют иодиды.

Однако, все же, несмотря на обилие работ по изучению форм иода, наиболее достоверные из которых (20, 23) говорят о широком распространении иодистых солей в большинстве иодных водорослей, нам казалось не лишним произвести проверку этого вывода на живых тканях водорослей, применив попутно с уже испытанным методом определения иодидов с помощью крахмальной реакции в азотисто-кислой среде новый, еще не испытанный биохимиками для этих целей, потенциометрический метод.

Его преимущества в том, что определение иодидов этим методом может быть произведено количественно в живой клетке без внесения в нее каких либо реактивов и без нарушения ее жизненных функций.

Методика

Потенциометрический метод определения иодидов (ионов иода) основан на том, что серебряный электрод, опущенный в раствор, содержащий иодиды, приобретает потенциал, величина которого при прочих равных условиях определяется логарифмом концентрации (точнее активности) ионов иода в растворе. В предыдущих работах (23) автором уже приводились некоторые результаты применения этого метода и указывалось на возможность его применения к живым растениям.

Предварительные методологические испытания показали, что разные серебряные электроды, опущенные в один и тот же раствор иодида, показывают разные потенциалы. Приготовленные специально для целей получения надежного и устойчивого потенциала, иодированные

¹ В качестве литературного курьеза, относящегося к обсуждаемому вопросу, может быть не лишне привести оригинальное представление Фреундлера о трансформации форм иода в водорослях.

Фреундлер (10) в результате изучения минерального иода („определимого“ иода) в водорослях по сезонам, а также при их хранении в консервированном состоянии и при высушивании их пришел к такому заключению: „Ламинарии кроме „нормального“ иода, существующего в форме иодидов, связанных с цитоплазмой, содержат еще некоторое количество материи, которую мы называем „скрытым иодом“; этот скрытый иод не обладает уже свойствами нормального иода, но он способен при некоторых, выполнимых и искусственно, условиях превращаться в настоящий „нормальный“ иод. Для объяснения колебаний содержания „нормального“ иода в водорослях Фреундлер допускает фантастическую возможность того, что „скрытый“ иод есть изомер иода и высший изотоп олова с атомным весом 127 и атомным номером 50. В связи с этим предположением им изучалось нахождение олова в водорослях и фотохимические свойства иодистого олова (9).

Эта таблица также показывает, что индивидуальные отклонения электродного потенциала сохраняются при очень широком варьировании концентрации. Повышение разницы $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ до 13 и 20 mv происходит лишь в области перегиба кривой титрования, т. е. в области ничтожных концентраций иодидов (меньше одного мг в литре) и в области вообще неустойчивых значений иодных потенциалов.

Исходя из этих данных, для более точного определения концентрации иодидов в интересующем нас объекте применялся такой способ определения иодного потенциала на серебряном электроде: непосредственно перед или после определения иодного потенциала ε_x в тканях измерялся потенциал ε_0 того же электрода в „стандартном“ растворе, содержащем 0,01 нормального иодистого калия в морской воде.

Разность этих двух потенциалов пропорциональна логарифму отношения концентрации иодидов в испытуемом объекте (C_x) и в „стандарте“ (C_0), т. е.

$$\lg \frac{C_x}{C_0} = \frac{\varepsilon_x - \varepsilon_0}{58} \text{ при } t^\circ = 18^\circ$$

В этом случае мы C_x и C_0 можем приравнять именно к концентрациям иодидов, а не активностям J — ионов, так как общее количество солей — ионная нагрузка — и в стандартном растворе (морская вода) и в испытуемом (клеточный сок водорослей) приблизительно одинаково и весьма велико сравнительно с концентрацией иодидов в них. Следовательно коэффициенты активности J — ионов должны быть весьма близки в обоих электродных субстратах.

Отсюда следует, что искомый

$$\lg C_x = \frac{\varepsilon_x - \varepsilon_0}{58} - 2$$

или

$$pJ = 2 + \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_x}{58} \text{ при } t^\circ = 18^\circ$$

Здесь pJ — выражение аналогичное pH — отрицательный логарифм концентрации иодидов в изучаемом объекте.

Пользуясь этим способом определения контрольного потенциала стандарта, измерения концентрации иодидов можно производить с ошибкой, не превышающей 0,05—0,1 pJ , т. е. 10—20% концентрации иодидов C_x .

Правда, еще одно обстоятельство может вызвать неконтролируемые сдвиги потенциала и следовательно вызывать ошибки в определении C_x , — это влияние окислительно восстановительных систем тканей. Но, повидимому, эти сдвиги при изучении потенциалов в клетках весьма невелики, за что говорит например тот факт, что иодносеребряный потенциал стандарта сохраняет почти полную неизменность (максимальные колебания 1—2mv) при прибавлении к нему даже таких активных восстановителей, как формалин или NaHSO_3 (до 100 мг на 100 см³). Прибавление кристаллов NaNO_2 , маннита, ламинарина, небольшого количества растертых водорослей не оказывало никакого влияния на иодный потенциал.

Само определение иодных потенциалов в водорослях производилось с помощью впаянных в стекло платиновых посеребренных игл длиной около 1 см и толщиной около 0,5 мм. Куски свежих водорослей помещались в большую чашку с морской водой, которая соединялась через насыщенный KCl с каломельным электродом (+). Серебряная игла (—) втыкалась в ткани или непосредственно (в случаях нежных таломов, например, *L. saccharina*, *Alaria*), или в прокол от стальной иглы в случае жестких таломов. Прямой контакт частей Ag — иглы с морской

водой устранялся обсушиванием места укола фильтровальной бумагой. Соединение между серебряным и каломельным электродами шло таким образом через ткани и морскую воду. Контрольные измерения напряжения между двумя каломельными электродами, соединенными между собой через куски талом водорослей и морскую воду, показали, что при этом способе измерений возможно наложение диффузионных потенциалов в тканях порядка в несколько милливольт (до 5 *mv*). Для точных определений *pI* необходимо, следовательно, еще и контролирование диффузионных потенциалов. Однако, само распределение иодидов в разных частях растения оказалось столь различным, что на фоне этих различий диффузионными поправками можно было пренебречь.

Кроме этих измерений иодных потенциалов в отдельных кусках свежих таломов водорослей определялась средняя концентрация иодидов во всем растении. Для этого остальная (большая) часть его размалывалась в мясорубке и в размолотой перемешанной массе определялась концентрация иодидов как по иодному потенциалу, так и посредством потенциометрического титрования после предварительного 5-ти минутного кипячения. Из этой размолотой массы брались также навески для определения общего иода (озолением с поташем и известью).

Результаты определения иодных потенциалов водорослей

Материалом для работы служили водоросли ближайших окрестностей Мурманской биологической станции (район Палой губы — Чижевского маяка). Определения велись в июне — июле 1932 г. Сорванные водоросли анализировались тотчас же или помещались до анализа в аквариуме, или подвизывались к поплавкам в гавани.

В табл. 3 приводятся результаты измерения концентрации иодидов в водорослях. Для живых тканей и для размолотых средних проб они высчитаны по потенциалам серебряных игл. В таблице приводятся колебания *pI* и концентрации иодидов (*c_i*), отмеченные в разных частях растений.

Данные этой таблицы показывают еще раз, что концентрация иодидов в отдельных морфологических частях талом (лист, стебель, спорангии и т. д.) резко отличаются — в десятки раз изменяется содержание иодистых солей в растении (особенно в *Ascophyllum* и ламинариях), при перемещении изучаемых точек (уколов) вдоль растений. Кроме того даже при пользовании столь глубокой иглой, какой производились эти определения (диаметр 0,5 мм), ясно наблюдаются различия в отдельных анатомических элементах тканей: в клетках коры (уколы через кору) иодидов обычно в несколько раз больше, чем в сердцевине стеблей ламинарий.

Измеренные с помощью нашей иглы потенциалы дали наибольшие (средние) значения для концентрации иодидов в ламинариях в 2—3 миллимоля в литре, т. е. около 0,03‰—0,04‰ иодидного иода, или до 0,05‰ иодистого калия максимум.

Но толщина применявшейся иглы (0,5 мм) почти в сотню раз превосходит ширину клеток *L. digitata* (около 0,007 мм), поэтому слой клеток с высокой концентрацией иодидов могли при уколе соприкасаться только с небольшой частью поверхности электродной иглы.

Поэтому данные, приведенные в табл. 3 дают лишь сглаженные средние концентрации иодидов в тканях водорослей.

В отдельных клетках, как уже сказано, измерить потенциалы не удалось вследствие их слишком малых размеров (у *L. digitata* при-

Таблица 3

Table 3

Концентрация иодидного иода в живых и свеже размолотых водорослях, определенная по „серебряным потенциалам“ (C_I в миллимолях иода на 1 л)
 Concentration of iodine in living and freshly ground algae, determined by „silver potentials“ (C_I in millimols of iodine per 1 l)

Р а с т е н и е Plant	Иоди́ды в живых тканях Iodides in living tissues		Иоди́ды в све́же размолотом растен Iodides in freshly ground algae	
	p_I	c_I	p_I	c_I
1. <i>Fucus vesiculosus</i>				
1. Везикулы	4,0—4,1	0,09—0,1	}	4,0 0,1
Vesicles				
2. Спорангии	4,0—4,3	0,05—0,1		
Sporangii				
2. <i>Alaria esculenta</i>				
1. Лист, средин. жилка	3,8—3,9	0,12—0,16	—	—
Blade, middle vein				
2. Спорофиллы	3,6—4,0	0,1—0,25	—	—
Sporophylls				
3. <i>Ascophyllum nodosum</i>				
1. „Стебли“, жесткие части	3,3—3,5	0,3—0,5	}	3,35 0,45
Stems the hard parts				
2. Вздутия на стеблях	4,2—4,6	0,03—0,06		
Swellings on stems				
3. Спорангии	5,1—5,3	0,005—0,009		
Sporangii				
4. <i>Laminaria saccharina</i>				
1. Лист (середина)	3,4—3,6	0,25—0,4	}	3,7 0,2
Blade (middle part)				
2. Зона роста				
Zone of growth				
а) Проколы под кору	2,8—3,1	0,8—1,6	}	
Piercings through bark				
б) Проколы в сердцевину	3,5—3,8	0,16—0,3	}	3,1 0,8
Piercings through medulla				
3. Стебель, верхушка; уколы через кору	2,5—2,8	1,6—3,0	}	
Stem, top part; Piercings through bark				
4. Уколы в сердцевину	3,4—3,6	0,25—0,4		
Piercings through medulla				
5. <i>Laminaria digitata</i> 23/VI				
1. Лист — верх	3,5—3,75	0,18—0,3	—	—
Blade, top-part				
2. Зона роста	2,7—3,1	0,8—2,0	—	—
Zone of growth				
3. Стебель — верх	2,8—3,0	1,0—1,6	—	—
Stem top-part				
4. Стебель середина	3,2—3,6	0,25—0,65	—	—
Stem middle-part				
5. Стебель основание	2,8—3,0	1,0—1,6	—	—
Stem base				
6. <i>Laminaria digitata</i> 27/VI				
1. Лист прошлогодней пластинки	3,7	0,2	}	5,5 0,003
Blade of former year				
2. Лист — середина	4,0—4,0	0,04—0,1	}	
Blade middle-part				
3. Зона роста	3,2—3,4	0,4—0,6	}	3,1 0,8
Zone of growth				
4. Стебель	2,9—3,5	0,3—1,3	}	
Blade				
5. Ризоиды	3,1	0,8		
Risoids				
7. <i>Laminaria digitata</i> 29/VI				
1. Зона роста				
Уколы под кору	2,7—2,9	1,3—2,0	6,0(лист)	0,001
Zone of growth				
Piercings through bark				
2. То же, уколы в сердцевину	3,1—3,4	0,4—0,8	—	—
The same, piercings through medulla				
3. Стебель	2,8—3,4	0,4—1,6	3,15	0,7
Stem				

близительно — $7 \times 15 \mu$, у *L. saccharina* еще меньше); если бы даже и удалось ввести иглу микронных размеров в клетку, то для измерения ее потенциала потребовался бы чувствительный электростатистический инструмент, которого на станции не было¹.

Поэтому остается лишь предположить, что если средние концентрации в отдельных участках таломы ламинарий наблюдаются например от 0,1 до 3 миллимоль, т. е. от 0,001 до 0,04%, то „микроструктурные“ колебания в отдельных клетках могут быть еще резче и таким образом концентрации иодидов в 0,5% в отдельных слоях клеток вполне возможны.

Преимущество использованного метода очевидно в том, что с его помощью определяются не только верхние пределы концентрации иодидов, но и нижние, а также количественно характеризуются и все промежуточные точки.

В данных табл. 3 поражает один факт, а именно отношение водорослей к размалыванию (в мясорубке). Размалывание применялось для того, чтобы можно было измерить среднее значение иодного потенциала для всего растения и затем вычислить общее количество иодидного иода в нем, так как по отдельным уколам определить содержание иодидов точно нельзя, в силу пестроты распределения их.

Для *Fucus'a* и для *Ascophyllum* этот способ пригоден, но при размалывании *Laminaria digitata*, точнее — листовых пластин этой водоросли, потенциал, измеренный на серебряном электроде, погруженном в размолотую массу, показывал почти полное отсутствие в ней иодидов. Таким образом, иодиды исчезли в результате раздавливания листа. Это исчезновение иодидов совершалось в нескольких прослеженных случаях, таким образом, что потенциал очень резко снижался в течение первых $1\frac{1}{2}$ —3 часов после размолы и потом удерживался на этом низком уровне, соответствующем 10^{-6} нормальной концентрации иода в течение долгого времени (1—2 суток) до сильного развития брожения.

Причины этого феномена точно не были установлены.

Или мы имеем здесь дело с действительной ликвидацией (химическим связыванием) минерального иода — результатом перемещения разнообразных веществ и содержимого клеток с разными физиологическими функциями и разного состава. Или, может быть, это исчезновение иодидов только кажущееся и обязано тому, что при размалывании водоросли происходит очень обильно выделение весьма вязких клеящих веществ из клеточных оболочек (фукоидин, альгин и т. п.). Возможно, что эти клеящие вещества обволакивают клетки или части их и таким образом, может быть, прекращают диффузию ионов из раздавленных клеток, одевая их клейевыми, резиноподобными оболочками². Свеже размолотая масса чрезвычайно вязка и эластична как резина.

При кипячении размолотой „безиодидной“ массы, иодиды снова освобождаются и легко оттитровываются серебром. Следовательно

¹ Потенциометрические измерения внутри живых клеток в настоящее время уже вошли в методологию современной физиологии. В частности американские биохимики *Osterhout, Damon, Blinks* и др. при измерении сопротивления и разностей потенциалов протоплазматических оболочек применяли чрезвычайно удобный для таких работ крупноклеточный организм — водоросль *Valonia*, величина клетки которой около 1 см. Конечно, с такими крупными одиночными клетками работа несравненно легче и проще, чем с обычными клетками большинства растений.

² За вероятность этого объяснения говорит тот факт, что при смешивании 10 г свежее размолотой водоросли с 0,01-норм. раствором иодистого калия (10 см) иодиды в этой смеси не исчезают и по прошествии суток иодный потенциал остается неизменным. Таким образом исчезает только сравнительно небольшой запас иодидов, бывший в самой водоросли. Внесенный же избыток иода со стороны остается незатронутым.

кипячение (так же как и брожение) или: 1) разрушает нестойкий иодид-органический комплекс, образовавшийся после размалывания, или 2) разрушает непроницаемость клеевых резиноподобных оболочек вокруг клеток.

Это интересное биохимическое „поглощение“ иодидов размолотыми тканями очень резко проявляется при работе с *Laminaria digitata* и только с ее листовыми пластинами. В слабой степени, как видно из табл. 3, это же явление заметно при работе с пластиной *L. saccharina*. В остальных испробованных видах оно не наблюдалось. Наличие его, повидимому, связано с размерами аккумуляции иода разными видами. Оно, таким образом, не дает возможности точно определить среднее содержание иодидов в живом листе по среднему потенциалу размолотой водоросли.

В табл. 4 сопоставлены данные о количестве иодидов в живых и убитых тканях с общим содержанием иода в растении, причем для графы пятой для листа *L. digitata* и *L. saccharina* (4) взяты средние цифры из колебаний концентраций в живом растении, по отдельным уколам; для остальных же растений — концентрация в свежеразмолотой водоросли. Концентрация иодидов в этой таблице выражена в граммах иода на 1 кг водоросли.

Таблица 4

Table 4

Содержание иодидного и валового иода в живых и убитых тканях водорослей¹
Content of iodide and total iodine in living and dead of algae tissues

Растение подвергавшееся анализу Plant analysed	Дата сбора Date of sampling	Отношение веса све- жего ве- щества к сухому Ratio of raw and dry weight substance	Иод валовой Total iodine		Иод иодидный ¹ Jodide iodine	
			В г на 1 кг сухого ве- щества In g. per 1 kg. of dry substance	В г на 1 кг свежего ве- щества In g. per 1 kg. of fresh substance	В свежем материале In fresh samples	После кипячения After boiling
					В г на кг жив. вещества In g. per 1 kg. of raw substance	
<i>Fucus vesiculosus</i>	28/VI	5,95	0,21	0,035	0,011	0,032
<i>Ascophyllum nodosum</i>	28/VI	6,80	0,57	0,091	0,047	0,080
<i>Laminaria saccharina</i> (5 эк- земпляров) (6 specimens)	9/VI	7,90	2,45	0,31	0,22	0,31
<i>Laminaria saccharina</i>						
Лист. Blade	1/VII	7,15	2,02	0,285	0,08	0,258
Стебель. Stem	•	11,5	2,13	0,19	0,10	0,140
<i>Laminaria digitata</i> (1 спороносящий экз) (1 sporangii-bearing specimen)						
Лист. Blade	27/VI	6,05	1,54	0,245	0,04	0,171
Стебель. Stem	•	7,65	1,70	0,222	0,09	0,112
<i>Laminaria digitata</i>						
Лист. Blade	29/VI	7,20	1,80	0,250	0,06	0,130
Стебель. Stem	•	9,45	4,45	0,470	0,08	0,152

¹ Иодидный иод определялся или а) после кипячения методом потенциометрического титрования, или б) без кипячения, по величине иод-серебряного потенциала. Без кипячения титрование не удавалось, вследствие весьма медленной диффузии иодидов из не вполне убитых тканей.

В этой таблице числа шестой графы вычислены по среднему иод-серебряному потенциалу и отнесены к 1 кг сырого веса; при этом расчете предположено, что иодиды равномерно распределены в соке водоросли. Это предположение, конечно, может быть верно лишь в грубом приближении. Поэтому числа этой графы характеризуют главным образом, порядок количества иодидов в живых тканях. Как видно из таблицы, в общем он оказывается таким же как и количество иодидов в убитых кипячением тканях. Однако, во всех случаях в живых тканях иодидов оказалось меньше (от 25 до 80%), чем в кипяченых тканях. Это говорит за то, что в живой ткани, особенно в листьях ламинарий, иодиды, повидимому, в заметной мере химически или вероятнее адсорбтивно, связаны с веществами, которые разрушаются или, по крайней мере, физически изменяются (денатурируются) при кипячении.

При сравнении с содержанием валового иода в водоросли оказывается, что содержание иодидов в изученных живых растениях не ниже 15—20% от общего иода, в большинстве же случаев гораздо выше (до 70%).

Влияние брожения

Для нескольких размолотых на мясорубке свежих образцов водорослей было прослежено влияние брожения на выход иодидного иода в размоле.

Для этого размолотые пробы оставлялись на несколько дней (до 13) в закрытых банках, и в них несколько раз в течение времени стояния определялся иодидный иод двумя способами: 1) по иод-серебряному потенциалу электрода, опущенного в массу такую, как она есть и 2) потенциометрическим титрованием иода после 3-х минутного кипячения навески этой массы с водой.

Таблица 5

Table 5

Изменение форм иода в размолотых водорослях при брожении

Modification of form of iodine in ground algae fermentation

Изучаемый объект и дата сбора Studied object and date of its sampling	Число дней после размолоты Number of days after grinding	Иодидный иод после кипячения Iodide iodine after boiling		Иодный иод без кипячения Iodide iodine non boiled		Хинидрон p _H Quinhydrone	Гидрохинидрон p _H Hydroquinhydrone	p _H — p _H
		В 2/кг сырого веса I gr. per kg. of raw weight	В % от валового веса I n %, per total weight	p _H	В 2/кг сырого веса I n gr. per kg of raw weight			
1. <i>Laminaria saccharina</i> . . .	0	0,26	91	3,7	0,022	6,3	6,1	—0,2
Лист. Blade	4	0,285	100	2,75	0,20	5,3	5,2	—0,1
2. <i>L. digitata</i>	0	0,171	70	5,5	0,00	6,25	5,9	—0,35
Лист. Blade 27/VI . . .	3	(0,204)	(83)	2,9	0,14	5,3	5,2	—0,1
	8	0,161	66	2,8	0,16	5,0	5,1	0,1
	13	0,150	61	3,1	0,08	—	—	—
3. <i>L. digitata</i>	0	0,130	52	6,0	0,000	—	—	—
	1	0,126	50	6,0	0,000	6,15	6,0	—0,15
Лист. Blade 29/VI . . .	6	0,112	45	4,3	0,006	5,55	5,6	+0,05
	11	0,105	42	3,0	0,11	—	—	—
4. <i>L. digitata</i>	0	0,152	32	3,1	0,09	6,2	6,05	—0,15
Стебель. Stem 29/VI . .	6	0,165	35	2,9	0,13	8,45	8,0	—0,45

Кроме того для характеристики процесса брожения определялось рН свежее размолотой и „заквашенной“ водоросли двумя способами: 1) хингидронным электродом (рН) и 2) гидрохингидронным электродом (р₂Н). В изучаемую среду вносился во втором случае избыток гидрохинона и хингидрона. Разница между величинами рН, определенная этими двумя способами есть функция разложения хингидрона изучаемым субстратом и дает меру окислительно-восстановительной активности его.

В табл. 5 приведены данные нескольких опытов. Здесь иодидный иод, показанный в графах 3 и 4, определялся титрованием (потенциометрически) иода в навеске после кипячения ее с водой. Эти данные интересны с технологической точки зрения. Они показывают, что выход иодидного иода в этом случае при заквашивании водорослей первое время может повыситься, но затем начинает медленно падать.

Данные 5—6 графы получены прямо по иод-серебряному потенциалу размолотой массы. Они показывают, что по мере развития брожения и следовательно по мере разрушения веществ живой клетки водорослей, связанные ими иодиды освобождаются. Количество их в субстрате резко возрастает и через 8—10 дней брожения все иодиды, освобождаемые при кипячении, находятся целиком уже в некипяченом субстрате. Таким образом, при брожении ламинарий (листа *L. digitata*) идет одновременно сравнительно быстрый процесс разрушения весьма лабильных иодных соединений, образовавшихся при размалывании живой ткани и в то же время медленный процесс превращения иодидов в более стойкие соединения, не разрушаемые при кипячении. Этот вывод, конечно, справедлив лишь для прослеженных сравнительно не долгих сроков брожения.

Иод — освобождающее вещество в водных экстрактах

В табл. 5 обращают на себя внимание прямо противоположные изменения реакции среды в случаях брожения стеблей *L. digitata* и листовых пластин ее. Тогда как брожение листьев ламинарий, а также брожение других водорослей *Ascophyllum*, *Fucus* сопровождается подкислением среды (графы 7—8) и ослаблением восстановительной активности ее (графа последняя), — брожение стеблей ламинарий связано с резким подщелочением субстрата и возрастанием восстановительной активности его.

Эти различия, установленные повторными опытами, легко объясняются, если мы обратим внимание на специфичность минерального состава стеблей ламинарий. По данным Суассона (21) стебли ламинарий показывают резкую качественную реакцию на нитраты с дифениламиноом, тогда как листья их дают отрицательную реакцию; зоны роста показывают слабую нитратную реакцию. Количество селитры, определенное им в одной пробе стеблей *L. digitata*, оказалось весьма солидным — 4,25% NaNO_3 от сухого веса. Прочие бурные водоросли по данным Натансона, Килина и Суассона, если и содержат, то очень небольшое количество нитратов (отрицательная или очень слабая реакция с дифениламиноом).

В результате этого различия в минеральном составе, брожение стеблей ламинарий связано с денитрификационным процессом в субстрате, который вызывает резкое подщелочение среды (ликвидация аниона NO_3).

Это обстоятельство связано с одним интересным вопросом, не раз обсуждавшимся в литературе.

Рядом авторов (Шмэн, Диллон, Кэй, Люнде и Клосс, Данжар) было показано, что при настаивании кусков ламинарий

с водой в течение суток или более полученный водный экстракт при подкислении его выделяет свободный иод. Особенно обильное выделение иода наблюдалось в экстрактах из стеблей ламинарий (*L. digitata*). Всеми упомянутыми авторами было предположено, что в экстракт переходит какое-то вещество — „освободитель иода“, которое отщепляет свободный иод при подкислении. Различия мнений были лишь о природе этого вещества. Одни предполагали, что оно есть неустойчивое органическое вещество (Шмэн, Диллон) или что это есть иодат ($K\dot{a}i-12$), или что это особый „иодный комплекс“ (Данжар). Люнде и Клосс подробно изучили ряд общих свойств этого „освободителя“ и установили, что он сам не содержит иода и легко разрушается восстановителями при выпаривании в кислой среде.

Но лишь Килину (16) очень простыми и изящными опытами удалось вполне выяснить природу этого загадочного „освободителя“. Он оказался зауридным веществом — простейшим реактивом на иодиды — нитритом. Килин показал, что нитрит образуется в экстракте ламинарий лишь в результате брожения — в свежем материале нитритов не содержится, так же, как они не образуются, если экстракцию вести в асептических (стерильных) или антисептических (с прибавкой толуола) условиях. При септической экстракции пресной водой нитриты появляются быстрее, чем в случае экстракции морской водой. очевидно, вследствие быстрого отмирания тканей в пресной воде. Сам же процесс разрушения нитритов проходит медленнее (8—10 дней) в пресной воде, чем в морской (5 дней). С окончанием денитрификационного процесса из экстрактов исчезает как NO_2 , так и „иодоосвободительный“ ион NO_2^- . Таким образом, „иодоосвободитель“ Люнде и других авторов есть нитрит, образующийся в результате восстановления нитратов в ламинарном экстракте, и „иодный комплекс“ Данжара, выделяющий свободный иод при подкислении — есть смесь иодида и нитрита (иодид всегда находится в экстракте из ламинарий).

Килин не пользовался для подтверждения своих очень убедительных опытов специфическим реактивом на нитриты — реактивом Грисса. Доказательствами нитритной природы иодоосвободителя у него были: 1) септическое возникновение его, 2) отщепление иода из иодидов в кислой среде и 3) разрушение его мочевиной.

В наших опытах, проведенных с сухим материалом *L. digitata*, очень резкая реакция на нитриты с реактивом Грисса в избытке появлялась в 2—3 дневном водном настое молотых стеблей (также и листьев ламинарий). Одновременно с этим подкисление экстракта вызывало выделение свободного иода. Реактив Грисса реагировал при этом, главным образом, с избытком нитрита, остающегося после окисления иодидов. При условии хорошей аэрации настоев реакция Грисса и иодо-выделительная способность исчезали одновременно через 10—15 дней.

О выделении свободного иода ламинариями

Летом 1932 г., одновременно с ведением изложенных работ по определению иодидов в живых водорослях был произведен еще ряд попыток обнаружить выделение свободного иода водорослями в окрестностях Мурманской станции. Как уже указывалось (23), в 1931 г. на Белом море нам не удалось наблюдать это явление, подробно описанное Данжаром и изучавшееся также Килиным (15, 16). В июле 1932 г., также как и в 1931 г. водоросли ламинарии, ближайших окрестностей станции (Пала губа, Пролив Полярной гавани) не давали ни при каких обстоятельствах реакций с крахмалом на свободный иод.

Однако, опыты, произведенные на более удаленных от гавани открытых прибойных местах, дали совсем иной результат.

Так, многократные наблюдения, произведенные в течение двух дней в середине июля на о. Седловатом (у входа в Кольский залив), показали, что громадное большинство экземпляров *L. digitata*, вытаскиваемых „ханзой“ у берегов этого острова, давали возможность совершенно ясно наблюдать выделение свободного иода поверхностью этих растений как в пресную, так и в морскую воду.

Выделение иода наблюдалось очень эффектно при ведении опытов таким образом: свежесрезанные небольшие куски водоросли клались в пробирки, содержащие воду (около 5 см³)—пресную или морскую—с добавкой нескольких капель крахмального раствора (1%); тогда при спокойном положении (наклонном) пробирки через несколько минут тонкий слой воды, непосредственно прилегающий к наружной поверхности водоросли, окрашивался в очень интенсивный синий цвет. Этот синеокрашенный слой стекает, как более тяжелый, по поверхности растения на дно пробирки и там дает столь же яркое посинение. Посинение особенно хорошо видно, если смотреть вдоль поверхности изучаемого отрезка.

Эта реакция ясно наблюдалась у большинства экземпляров *L. digitata*, вытасканных с глубины 1—2 м на отливе. Молодые длиной 20—30 см растения также выделяли свободный иод. Иод выделяется при этом не всеми частями растения, а лишь в частях наиболее богатых иодидным иодом, т. е. в стеблях и пристебельных частях листа¹.

У экземпляров *L. digitata*, росших выше уровня отлива, в так называемых каменных „ваннах“, выделения свободного иода не обнаруживалось. Также не удавалось заметить выделения иода в опытах с *L. saccharina*; она довольно быстро начинала выделять бурый пигмент в воду.

Каковы же причины, что в близко лежащих точках одного и того же района „иодовыделение“ может быть не обнаружено совсем (Палагуба — Чижевский маяк) и может прекрасно наблюдаться (о. Седловатый). Этот факт никак не менее интересен чем тот, который отмечен в литературе по этому вопросу.

Данжар многократно наблюдал и подробно описал в ряде работ очень яркое иодовыделение на западном берегу Франции, а также у берегов Исландии, Ян-Майена и Гренландии.

Килин же, производивший свои опыты на западном берегу Швеции (биостанция Кристинберг), не обнаружил иодовыделения ламинариями в нормальных условиях.

Сунессон (22) имел возможность экспериментировать и на берегах Франции (биостанция в Роскоффе) и на берегу Швеции (Кристинберг). Он подтверждает справедливость обоих противоположных выводов. На шведских берегах иодовыделения не наблюдается, а у французских берегов оно легко обнаруживается. Килин считает, что иодовыделение тесно связано с изменением проницаемости клеточных оболочек для иодидов. Свободный иод не содержится в клетках водорослей; в клетках имеются иодиды, концентрация которых находится в равновесии с концентрацией их и других солей в наружном омывающем растворе. При установившемся равновесии иодиды не выделяются из клетки, но при изменении наружного раствора — вследствие, например, опреснения его, или изменения температуры или изменения реакции наружной среды (подкисление) равновесие сдвигается, часть иодидов при этом выходит из клетки через поверхностные слои клеточных оболочек (эпидермис) в наружный раствор. Но как показал Килин, наруж-

1. Выделение иодидного иода параллельно наблюдалось таким же способом: куски свежей водоросли клались в подкисленную нитрит-содержащую воду, снабженную крахмалом. При опытах со стеблями и зоной роста обычно наблюдалось энергичное истечение синих струй из отдельных точек коры.

ные эпидермальные стенки¹ клеток пропитаны особыми оксидазами, при содействии которых происходит окисление выделяющегося иодида кислородом воздуха с отщеплением свободного иода. Таким образом, для того чтобы имело место выделение водорослью свободного иода необходимо прежде всего изменение условий наружного раствора в сторону изменения давления, уменьшения солености или повышения температуры его¹. Такое изменение в естественных условиях должно наблюдаться во время отливов. Поэтому естественно, Килин, Сунессон) связывает энергичность иодовыделения с амплитудой приливо-отливных колебаний — чем больше эта амплитуда, тем должны быть резче изменения омывающих водоросли вод, и, следовательно, тем сильнее иодовыделение при отливах (и, очевидно, должно быть сильнее поглощение из морской воды во время приливов).

Различием в высоте приливо-отливной волны объясняют (Килин, Сунессон), таким образом, тот факт, что в одних районах (открытые берега океана с большим колебанием приливо-отливных уровней) выделение свободного иода ламинариями ясно заметно на отливах, тогда как в других местах, как например, у берегов Швеции или Белого моря с малым колебанием уровней, иодовыделение незаметно (т. е. оно слишком ничтожно).

Но из приведенных наблюдений у о. Седловатого следует, что и в одном и том же районе, где приливо-отливные колебания одинаковы, поведение водорослей в отдельных пунктах берега очень различно.

Очевидно, что в этом случае, поскольку речь идет о внешних причинах, можно искать причину в различии градиента изменения солености или температуры в верхнем слое воды. Возможно, что у о. Седловатого, лежащего в стороне от берега у выхода Кольского залива в море, этот градиент заметен больше, чем у входа в Палу губу. Тогда одно и то же понижение уровня при отливе вызывает в первом случае более резкие изменения среды, чем во втором.

Однако, возможно еще и влияние внутренних причин, именно различие в активности иодид-оксидаз ламинарий, в зависимости от того, растут ли они на открытых прибойных местах, или же в закрытых бухтах.

В пользу этого предположения говорят, например, такого рода наблюдения: если кусок стебля свежей *L. digitata* положить в пробирку с пресной водой, то иодиды диффундируются из клеток коры стебля и через несколько минут их можно легко обнаружить в наружном растворе с помощью HNO_3 и крахмале.

Это выделение иодидов в пресную воду из стеблей (также из зоны роста) ламинарий наблюдалось всюду и со всеми испытанными экземплярами и, таким образом, представляет вполне общее явление, характерное для ламинарий и независимое от места произрастания их.

Однако, заметное отщепление свободного иода от выделяемых растениями иодидов происходит, как мы видели, далеко не во всех случаях; этот окислительный процесс оказывается зависимым от места обитания растений.

Конечно, интенсивность выделения иодидов весьма сильно колеблется в зависимости от богатства испытываемого экземпляра иодидами, и экземпляры, показывающие выделение свободного иода, одновременно

1. Конечно, и различные, более частные факторы pH, NH_3 и т. д. наружной среды своим изменением могут вызывать изменение концентрации иодидов, внутри клеток. В опытах по выяснению механизма проницаемости плазмы водоросли *Valonia*, Jacques и Osterhout (11) наблюдали, например, выход из вакуолей и наружный раствор ионов калия при введении в последний солей аммония; таким образом, аккумулярованный в вакуолях калий, вследствие вхождения в клетку ионов NH_4 и подщелачивания реакций в клетке диффундирует наружу.

обнаруживают и наиболее обильное выделение иодидов в пресную воду.

Но все же указанные наблюдения указывают на возможность повышенной активности окислительных ферментов в ламинариях, растущих на более открытых местах с большой подвижностью окружающей их воды (прибой, приливы, отливы).

Чем выше активность оксидаз, тем большая часть выходящих из клеток в наружный раствор иодидов должна быть окислена и следовательно тем легче может быть наблюдаемо „выделение свободного иода“ растениями.

Выводы

1. Посредством определения потенциала серебряной иглы, вводимой в ткани водорослей, определялись концентрации иодидов в разных частях живых водорослей.

2. Распределение иодидов в живом растении оказалось очень неравномерным. Колебания концентрации были для *Laminaria digitata* от 0,04 до 2,0, для *Laminaria saccharina* от 0,2 до 3,0 миллимолей в 1 л. Для *Ascophyllum nodosum* наблюдались колебания концентрации иодидов в отдельных частях растения от 0,005 до 0,5 миллинормальной.

3. В свежесобранных образцах водорослей после кипячения их с водой от 32 до 100°, всего иода находилось в форме иодидов.

4. При раздавливании пластин *L. digitata* отмечено исчезновение иодидов, связанное с выделением вязких резиноподобных веществ из клеточных оболочек.

5. При брожении (силосовании) водорослей замечается, с одной стороны, быстрый распад лабильных иодидных соединений, образующихся при размалывании водорослей, и с другой медленное изменение общего количества иодидов, находимого после кипячения навесок. Для целей максимального выхода иодидов из водоросли длительное брожение, видимо, невыгодно.

6. Отмечен специфичный характер брожения стеблей ламинарий, связанный с процессом восстановления нитратов, содержащихся в стеблях.

7. Описаны наблюдения над выделением свободного иода ламинариями в окрестностях Мурманской станции. Таковое очень хорошо наблюдалось в июле на о. Седловатом.

Москва, 1934

ЛИТЕРАТУРА

1. Blinks L.—„Journ. Général Physiology“, 13, 1919; 13, 1930.
2. Chemin E. и Legendre—„C. R.“, 183, 1916, p. 904.
3. Chemin E.—„Revue Cènèrale Botanique“, 1928, (по Килину).
4. Damon E. и Osterhout W.—„Journ. General Physiology“, v. 11, 1927—1928, v. 13, 1929—1930.
5. Dangeard P.—„Botaniste“, 1929 (по Килину).
6. Dangeard P.—„Bull. Soc. Bot. de France“, 77, 1930 (по Сунессону).
7. Dangeard P.—„Le Botaniste“, 23, 1931 и 24, 1932 (по Сунессону).
8. Dillon Th.—„Nature“, 123, 1929.
9. Freundler P. и Laurent. „C. R.“, 179, 1924, p. 1049.
10. Freundler P. Introduction à l'étude des complexes biologiques, Paris, 1928 (по Килину).
11. Jacques A. a. Osterhout W.—„Journ. Gener. Physiology“, 13, 1930.
12. Kay H.—„Nature“, 123, p. 317, 1921.
13. Kyliu H.—„Zts. physiolog. Chem.“, 94, 1915.

О ВЫЦВЕТАХ СОЛЕЙ НА СУХИХ ВОДОРΟΣЛЯХ

А. В. Трофимов

Если собранные водоросли-ламинарии подвергнуть медленному высушиванию или же, подсушив их, хранить в не очень сухом месте, то обычно через 1—2 месяца растение оказывается покрытым, более или менее обильно, белыми кристаллическими налетами, которые по внешнему виду могут быть разделены на два типа.

Первый тип выцветов представляет собой тонко-кристаллический белый мучнистый налет, плотно прилегающий к «породившей» его поверхности пластин ламинарий. Такого рода налеты образуются часто (например, на пластинах *Laminaria saccharina* летнего сбора) и при обычном быстром высушивании водорослей на ветру или на солнце¹; следовательно, образующее их вещество легко диффундирует из клеточного сока через клеточные оболочки в первые же стадии завядания растений. Анализ этих порошковатых образований указывает на их органический состав — зола в них лишь немногие проценты.

По данным французских авторов (русских работ о составе выцветов найти вообще не удалось) такого рода налеты состоят из маннита, который кристаллизуется почти в чистом виде на растениях, собранных в осенний период (1, 3).

Второй тип выцветов представляет сравнительно крупно-кристаллические волокнистые образования, обильно прикрывающие кристаллическим пухом, подобным стеклянной вате, отдельные участки коры растений — главным образом, стебли. Иногда кристаллы образуются обычной, пластинчатой формы довольно крупного (около 1 мм) размера. Обе эти формы кристаллов второго типа выцветов, как показали произведенные анализы, чисто минерального состава — без малейшей примеси органических веществ и образованы хлоридом калия.

Солевые хлоркалийевые выцветы отличаются от маннитных также своей легкой отделяемостью от растения. Кристаллы, кристаллические волокна и нити, образующие эти выцветы, только касаются в отдельных точках поверхности растений и осыпаются при самом легком встряхивании их. Кроме того они не образуются вовсе при быстром высушивании водорослей.

При изучении содержания иода в высушенных образцах водорослей Белого моря нас заинтересовал вопрос: не содержат ли эти легко осыпающиеся кристаллические выцветы заметных количеств иода и не связана ли утрата их с потерей части валового иода водорослей?

¹ Это наблюдалось во время работ иодной экспедиции Государственного океанографического института в Белом море в 1931 г.

Поэтому для выяснения состава и степени чистоты кристаллов несколько образцов этих кристаллов было собрано с водорослей.

Иод качественной пробой с азотистой¹ кислотой не был обнаружен ни в одной пробе.

Качественные испытания на сульфаты, магний, кальций также дали отрицательный результат. Пламя горелки окрашивалось вносимой солью в чистый фиолетовый цвет. Путем сравнения окраски пламени от собранных солей с окраской от стандартных смесей хлоридов калия и натрия было установлено, что примесь натрия в этих выцветах не превышает 0,1%.

Отдельные определения калия (весовым хлор-платинатным методом) и хлора титрованием в двух образцах чистых отобранных кристаллов волокнистых и пластинчатых выцветов — одного с *L. saccharina* и второго с *L. digitata* дали такой результат (сбор в июне-августе):

Выцвет с <i>L. saccharina</i> (Иоканья) Навеска — 0,200 г Salts appearing on the surface of <i>L. saccharina</i> (Iokanjga) Weight portion — 0,200 g.	Выцвет с <i>L. digitata</i> (Горбулинский маяк) Навеска — 0,356 г Salts appearing on the surface of <i>L. digitata</i> (Gorbulinskij lighthouse) Weight portion — 0,356 g.	Теоретический состав KCl Theoretical composition of KCl
K — 52, 6 ⁰ / ₀ Cl — 47, 4 ⁰ / ₀	K — 52, 35 ⁰ / ₀ Cl — 47, 6 ⁰ / ₀	K — 52, 44 ⁰ / ₀ Cl — 47, 56 ⁰ / ₀

Таким образом отклонения состава кристаллов от теоретического в пределах возможной ошибки. Кристаллы солевых выцветов представляют хлористый калий исключительно чистоты. Эта чистота продукта может быть интересна и с теоретической и с практической точки зрения; впрочем, из интересов агрономических (К-удобрения) и технических выцветы разных видов водорослей за границей изучались уже давно — со времен Готье (3, 4).

В самом деле, вышеупомянутые образцы хлоркалиевых выцветов были собраны в количестве 2,00% (с *L. saccharina*) и 2,5 (с *L. digitata*) от сухого веса водоросли.

Это — сравнительно небольшой выход чистого хлористого калия; литературные данные говорят, что выход этой соли из водоросли в виде кристаллических выцветов может быть значительно больше. Так, Соважо и Дениже при изучении выцветов на водорослях рода *Cystoseria* собирали хлорид калия в количестве более 10⁰/₀ от сухого веса (*Cystoseria concatanata*). Разные виды изученного ими рода водорослей давали разные по составу выцветы — одни из чистого маннита, другие — из чистого хлористого калия, третьи — смешанные маннитно-хлоркалиевые.

На одних и тех же видах выцветы могут быть в зависимости от времени сбора или маннитными или соевыми (1).

Стебли ламинарий, однако, всегда дают соевые выцветы хлористого калия (1, 5)

¹ Надежный способ обнаружения ничтожных примесей иода в соли по Фелленбергу (5) таков: 1 каплю нитритного реактива (0,5⁰/₀ NaNO₂ в 3-х нормальной H₂SO₄ встраивают с 3 см³ раствора соли и затем прибавляется 1 капля 0,5⁰/₀-ного крахмала. Таким образом обнаруживается примесь меньше 5 мг в 1 кг соли.

Соважо и Дениже также не находили никогда в выцветах *Cystoseria* иодидов, которые однако были обнаружены в выцветах *Laminaria flexicaulis* (2,3).

Возвращаясь к количественной стороне вопроса — к „выходу“ хлористого калия из водорослей — из данных Соважо можно заключить, что выцветы KCl дают растения, содержащие хлорид калия в количестве, превышающем 12—15% сухого веса.

Какие количества хлоркалия в наших северных ламинариях? Количество золы в ламинариях Мурманского берега колеблется от 25—30% летом и до 35—45% зимой, причем в среднем около 1/3 всей золы составляет хлор¹, около 15—25% — нерастворимые в воде вещества и 3—8% — поташ. Отсюда следует, что около 70% золы приходится на хлорид калия, если предполагать подавляющее преобладание калия над натром в ламинариях. Исходя из этих цифр в зимних сборах наших северных ламинарий, можно также, повидимому, при соответственном хранении обеспечивающем полную минерализацию калиевых соединений и медленный выход его солей из тончайших пор коры — получить 10%-ные выходы кристаллического хлористого калия из ламинарий (главным образом из стеблей).

Чистота выцветов хлористого калия, почти свободных от каких-либо примесей (кроме механических), сама по себе изумительна, так как выцветы образуются на материале, по крайней мере, обильно смоченном морской водой со всеми присущими ей солями. Поэтому возбуждает интерес самый механизм образования этих выцветов, который пока не вполне ясен. Но самый способ нарастания кристаллов не сплошь на всей поверхности, а лишь в отдельных точках (порах) устраняя тесный контакт выцветов с поверхностью (точечные контакты), сохраняет их от загрязнения. Возможно также, что поры коры растений в этом процессе являются подобием молекулярного сита, создавая условия наиболее благоприятствования для выхода хлорида калия через кору по сравнению с хлоридами других оснований, и, таким образом, дают гарантию чистоты получаемого кристаллического продукта.

Москва, 1934

ЛИТЕРАТУРА

1. Lapique. „C. R. Soc. Biol.“ 84, 1921, p. 925.
2. Sauvageau et C. Denigés. „C. R.“, 173, 1921, p. 1049.
3. Sauvageau C. Utilisation des Algues marines, Paris, 1921.
4. Leroux L. Обзорная статья в „Revue Génér. Sc. appliquées“, 37, 1926, p. 471.
5. Fellenberg Th. „Bloch. Zeitschr.“, 139, 1923.

¹ В 65 изученных на содержание хлора образцах ламинарий Белого моря и Мурманского побережья процент хлора в золе колеблется между 26,5 и 39%. Среднее содержание хлора в золе было равно 32,6%. Половина всех образцов имела хлора между 31 и 36%. Оба вида *L. saccharina* и *L. digitata* не отличались заметно между собой. Средний процент хлора в золе *L. saccharina* — 32,6 в *L. digitata* — 32,1. Такие же величины для хлора в золе были найдены и для *Desmarestia aculeata* (25,5—32,0%). Несколько ниже для *Fucus* — 23—28%. *Ascophyllum nodosum* содержит гораздо меньше хлора — по крайней мере летом (июль) всего 13,5% от золы.

ON THE SALTS APPEARING ON THE SURFACE OF DRY ALGAE

By A. V. Trofimov

SUMMARY

When moist *Laminaria* are left to dry slowly crystals of salts appear on the surface of stems. It is KCl of a high degree of purity. The amount of other salts found with these crystals of KCl did not exceed 0,1—0,2%. No iodine was detected in salts appearing on the surface of *L. saccharina* and *L. digitata*.

Moscow, 1934

СОДЕРЖАНИЕ ИОДА В КРАСНЫХ ВОДОРΟΣЛЯХ

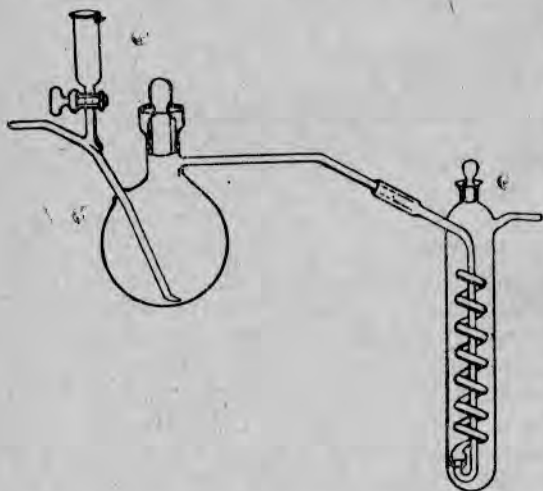
А. П. Виноградов и Г. Г. Бергман

Имелись основания предполагать, что среди красных водорослей (*Rhodophyceae*) существуют некоторые виды, не менее богатые иодом, чем, например, некоторые из *Laminariae* (*Pheophyceae*). Между тем, при ближайшем знакомстве с литературой вопроса, данных о содержании иода в красных водорослях оказалось чрезвычайно мало. Для проверки нашего предположения, нужно было непосредственно взяться за анализ красных водорослей, что мы и пытались сделать. Возможность этого появилась в связи с работами б. Государственного океанографического института по выяснению с промышленной целью, распространения водорослей по Мурманскому берегу Мы остановили свое внимание на красных водорослях с берегов Кольского залива. Большинство определений иода в водорослях было сделано непосредственно в лаборатории Мурманского отделения Государственного океанографического института в селе Полярном, в течение июля — сентября 1931 г., каждый раз в только что выловленном свежем материале. Часть материала была взята, помимо того, в спирте и вновь проверена на содержание иода уже в Ленинграде. Ботаническое определение водорослей было сделано М. С. Киреевой и Т. Ф. Шаповой, которым мы и выражаем товарищескую благодарность.

Методы сбора и подготовка материала к анализу. Сбор водорослей производился непосредственно перед анализом. Большинство красных водорослей Кольского залива — эпифиты на *Laminaria digitata*, *L. saccharina* и на других бурых водорослях. Поэтому из воды выбирались отдельные экземпляры ламинарий и с их черешков и ризоидов снимались красные водоросли. Реже они собирались непосредственно с грунта. Водоросли обсушивались небольшими кусочками фильтровальной бумаги без всякого давления, пока последний листок фильтровальной бумаги, приложенный к водорослям, не оставался сухим. Тотчас же в закрытой бюксе бралась навеска свежей водоросли, путем отбора средней пробы из всего подготовленного материала.

Методы определения иода. Предстояло решить вопрос о способе сжигания водорослей. Операция определения иода в органическом веществе вообще довольно продолжительна. После ряда опытов мы отказались от непосредственного сжигания водорослей со шпательчиками в железной чашке и т. п., как это предложено было Фелленбергом (*Fellenberg*—2), Лунде (*Lunde*) и другими, и остано-

вились на методе сжигания водорослей с серной кислотой и перекисью водорода, методе, ныне использованном Пфейфером (*Pfeiffer*), Глиммом (*Glimm*), Изенбруком (*Isenbruch*) и другими. Мы учли все замечания относительно этого приема, которые были сделаны указанными авторами, и в контрольных опытах всегда получали хорошие результаты. Прибор для определения иода состоял из колбы емкостью около 300 см^3 , вредное пространство в которой было, по возможности, уменьшено путем укорочения ее горла и т. д., как это показано на рис. 1. Сосуд для поглощения был емкостью около 150 см^3 и представлял собой несколько измененную склянку Кохмана. Навеска водоросли от 2-х и более грамм вводилась в колбу, которая предварительно смыкалась с приемным сосудом, содержащим около 40 см^3 4%-ного раствора едкой щелочи, (KOH) совершенно свободной от иода. Затем через воронку



Фиг. 1. Прибор для определения иода (схема)
Fig 1. Apparatus for the determination of iodine
(the scheme)

в колбу вводилось около 40 см^3 серной кислоты уд. веса 1,94 после чего производилось нагревание этой колбы на масляной бане при 90°C . до полного распада вещества, примерно, в течение $\frac{1}{2}$ —1 часа. После этого, пользуясь водяным насосом, который мог либо отсасывать, либо нагнетать так, что бы не произошло забрасывание жидкостей в колбе и приемной склянке, вводилось 30% H_2O_2 (Кальбаум) до просветления жидкости в колбе. Наконец, колба нагревалась до 220°C в течение 1 часа при постоянном токе через нее воздуха (скорость около 30 пузырьков в минуту). Если после этого жидкость в колбе все-

таки оставалась бурой (неполнота окисления), то вновь тем же способом вводилось еще несколько см^3 H_2O_2 . Обычно требовалось всего около 10 — 15 см^3 H_2O_2 . Когда окисление заканчивалось, то пропускание воздуха продолжалось еще около 1 часа. Одновременно работали два прибора. Раствор KOH, содержащий весь отогнанный иод, из приемного сосуда переводился в платиновую чашку, выпаривался досуха и осторожно прокаливался для удаления органического вещества, которое в очень небольшом количестве всегда отгонялось при нагревании, не будучи окислено нацело. Из остатка производился многократный извлечение спиртом иодидов, как это обычно делается при определении малых количества иода (см., например, у Фелленберга—2).

Извлеченные спиртом соли растворялись в малом количестве воды и переводились в колбочку, где подкислялись серной кислотой и объем доводился до 25 см^3 , откуда затем и бралось от 1 и более см^3 для 2-х—3-х параллельных определений иода. Непосредственное определение иода велось двумя способами: окислением иода бромной водой и параллельно окислением нитрозой, пользуясь для разрушения избытка окислов азота—азидом Na, как это предложил Райт (*Reith*—3). Многочисленными опытами было установлено, что для окисления взя-

той пробы достаточно не более $0,5 \text{ см}^3$ бромной воды, а для удаления избытка брома из объема в 5 см^3 раствора достаточно 3—4-х минут непрерывного кипячения.

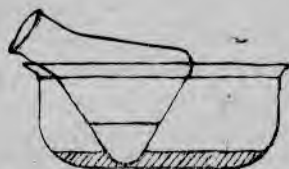
Раствор иодидов ($1-2 \text{ см}^3$), взятый из колбочки, переводился в эрленмейеровскую колбочку емкостью около 75 см^3 , разбавлялся водой до 5 см^3 и подкислялся H_2SO_4 , затем вводилось от $0,25$ до $0,5 \text{ см}^3$ бромной воды, и, для предупреждения толчков при кипячении тальк. Колба ставилась наклонно (см. рис. 2), нагревалась до кипения и кипятилась 3—4 минуты, охлаждалась, прибавлялось, примерно в 5—8 раз больше иодистого калия, чем то требовалось по реакции для ожидаемого количества иода (при большом избытке иодистого калия, крахмал дает фиолетовые тона), крахмал и титровалось из микробюретки установленным титром $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($1/500 \text{ N}$). Второй прием с нитрозой и азидом натрия мы проводили точно, как описано у Райта (3). Между определениями по обоим способам иногда получались незначительные расхождения.

Обсуждение полученных данных. Молиш отметил, что из всех анализированных им качественно на содержание иода красных водорослей с Гельгоlanda одна лишь *Plumaria* показала значительное содержание иода. Камерон (*Cameron*) обратил внимание, что *Nitophyllum ruprechtianum* и *N. violaceum* с Тихоокеанских берегов Америки (Канада) по содержанию иода не уступали местным ламинариям, содержа $0,158$ и $0,127\%$ иода в сухом виде. В течение последних лет было замечено, что в целом ряде красных водорослей легко обнаруживается иод, например у *Bonnemaisonia Falkenbergia*, *Hillebrandia* и других.

В 1915 г. Писаржевский и Аверкиев, а затем в ряде статей Аверкиев, показали, что черноморская *Phyllophora rubens* содержит значительные количества иода, выгодные для разработки в промышленных целях. По новейшим определениям, *Phyllophora rubens* содержит в среднем $0,05\%$ иода в свежей водоросли. Наконец Килин, определяя содержание иода в ряде различных водорослей с норвежского берега, нашел, что некоторые из красных водорослей исключительно богаты иодом, например *Trailiella intricata*, содержащая $0,53\%$ иода в свежей водоросли¹.

В табл. 1 приводятся полученные нами данные по содержанию иода. Большинство из исследованных нами красных водорослей содержат иода немного, но два вида — *Ptilota plumosa* и *Phyllophora brodiaei* оказались им очень богатыми. Надо иметь еще в виду, что эти водоросли собирались вблизи берега, в заливе, где все водоросли вообще беднее иодом, чем те же виды из открытого моря. Для сравнения содержания иода в красных водорослях с бурыми, мы даем ниже содержание иода в ламинариях из тех же мест (табл. 2).

Порядок содержания иода в *Ptilota*, *Phyllophora*, *Laminaria* один и тот же — количество иода колеблется от $0,03-0,05\%$ на свежую водоросль. Содержание иода в ламинариях, как известно, иногда достигает до $0,5\%$. Но например, в *Trailiella* по Килину содержится также до $0,5\%$ иода. Таким образом, среди красных, подобно тому,



Фиг. 2. Положение колбы при нагревании раствора иодида.

Fig. 2. The position of the retort in the time of the heating of iodide solution.

¹ Более подробные сведения о содержании иода в красных водорослях приведены в работе А. П. Виноградова „Химический элементарный состав морских организмов“. Труды Биогеохимической лаборатории АН СССР, т. III, М., 1935.

Таблица 1

Table 1

Содержание иода в красных водорослях (в процентах к весу свежей водоросли)

Iodine content in Red Algae (in percentage of weight of fresh algae)

Название водорослей Species of algae	Место взятия пробы Place of sampling	Дата взятия пробы Date of sampling	Навеска в г Weight of sample in g.	Количество полученного иода в мг Quantity of received iodine in mg.	Количество иода в ‰ к весу свежей водоросли Quantity of iodine in percentage of weight of fresh algae
1	2	3	4	5	6
<i>Rhodymenia palmata</i>	За „Вестником“. Off „Vestnik“	13/VIII 1931 14/VIII 1931	2,8140 4,5374	0,032 0,039	0,0011 0,00085
<i>Halosaccion ramentosum</i>	„Дворы“. „Dvory“	19/VIII 1931	4,3426	0,140	0,0032
„ „	„ „	20/VIII 1931	1,7521	0,061	0,0035
<i>Ceramium rubrum</i>	„ „	23/VIII 1931	3,4805	0,133	0,0038
<i>Chondrus crispus</i>	Корабельная бухта. Korabelnaja Bay	14/VIII 1931	4,4712	0,309	0,00689
<i>Phyllophora brodiaei</i>	2-й Двор Vtoroj Dvor	22/VIII 1931	1,2903	0,335	0,0259
„ „	Около входа в Тюва-губу. Off the entering into Tjuva Bay	26/VIII 1931	2,3814	0,615	0,0260
<i>Ptilota plumosa</i>	„Дворы“. „Dvory“	Август 1931			
<i>Delesseria sinuosa</i>	„Дворы“. „Dvory“	„ „	18,30 9,50	7,530 1,280	0,0420 0,0110
<i>Odonthalia dentata</i>	„ „	„ „	21,20	2,140	0,0100
<i>Polyides rotundus</i>	Около входа в Тюва-губу Off the entering into Tjuva-Bay	„ „	79,00	1,328	0,0017
<i>Monostroma sp.</i> (<i>Chlorophyceae</i>)	Корабельная бухта Korabelnaja Bay	„ „	21,05	0,156	0,0008

как и среди бурых водорослей, имеются виды и вероятно роды (*Phyllophora rubens*, *Ph. brodiaei* и виды *Ptilota*, *Trailliella* и др.) с большим содержанием иода. Картина распределения иода в различных бурых водорослях повторяется точно также и по отношению к красным водорослям. Водоросли обоих классов содержат иод, некоторые семейства и роды из них отличаются относительно богатым содержанием иода; наконец, некоторые виды бурых (*Laminariae*) и, как мы только что показали, красных водорослей содержат исключительно много иода

Этот параллелизм химического состава (в нашем случае содержание иода) напоминает гомологические ряды морфологических признаков и.

Таблица 2
Table 2

Содержание иода в ламинариях (в процентах веса свежей водоросли).
Content of iodine in Laminaria (in percentage weight of fresh algae)

Название водорослей Species of algae	Место взятия Place of sampling	Дата сбора Date of sampling	Взвешка в г Weight, g.	Количество полученного иода в мг Quantity of received iodine in mg.	Количество иода в 0/0 веса свежей водоросли Quantity of iodine in percentage of weight of fresh algae	Примечания Notes
<i>Laminaria saccharina</i>	Оленья губа Olenija Bay	7/VIII—1931	2,250	1,219	0,0541	Длина 2 м (без черешка) Вес 1005 г. Length 2 m. (stipe excluded). Weight 1005 g.
"	"За Вестником"					Длина 1 м (без черешка) Вес 110 г
"	Офи Вестник Ofi Vestnik	8/VIII—1931	2,260	0,683	0,031	Length 1 m. (stipe excluded). Weight 110 g.
<i>Laminaria digitata</i>	У входов Пала-губу Off the entering into Pala Bay	11/VIII—1931	2,310	1,300	0,0563	Вес 1123 г Weight 1123 g.
"	Средний Двор Srednij Dvor	10/VIII—1931	2,290	0,757	0,0331	Вес 996 г Weight 996 g.

конечно, крайне желательно было бы продолжить работы в этом направлении, обещающие осветить взаимоотношения между химическим составом организмов и их систематическим положением.¹

¹ См. А. П. Виноградов, loc. cit.

Сравнивая наши результаты с данными для тех же видов других авторов, мы, в общем, получили полное совпадение, с некоторыми лишь отклонениями, зависящими от времени сбора, возраста и других причин, влияющих в известной степени на содержание иода в водорослях (таблица 3).

Таблица 3
Table 3

Содержание иода в красных водорослях из разных географических пунктов
Jodine content in Red Algae from different geographical spots

Название водорослей Species of algae	Место взятия проб Place of sampling	Содержание иода в свежей водоросли в мг Content of iodine in fresh algae in mg.	Авторы Authors
1	2	3	4
<i>Rhodomenia palmata</i>	Кольский залив Kola fjord	0,0009	Наши данные Our data
"	Америка, Атлантический берег, Канада America, Atlantic coast, Canada	0,0031	Butler
"	Америка, Тихоокеанский берег, Канада America, Pacific coast, Canada	—	Turrentine
"	Франция, Бретань France, Bretagne	0,012	Vincent
"	Западный берег Швеции Western coast of Sweden	0,0008	Kylin
<i>Halosaccion ramentosum</i>	Кольский залив Kola fjord	0,0033	Наши данные Our data
"	Атлантическое побережье Канады Atlantic coast of Canada	0,0041	Butler
<i>Ceramium rubrum</i>	Западный берег Швеции Western coast of Sweden	0,0009	Kylin
"	Кольский залив Kola fjord	0,0038	Наши данные Our data
"	Гельголанд Helgoland	следы	Albert und Krause

¹ Обозначены данные, пересчитанные на свежий вес водоросли

Как общее правило, красные водоросли, обитающие на литорали, например, *Rhodymenia palmata*, *Halosaccion ramentosum* и другие бедны иодом. *Ptilota plumosa*, *Phyllophora brodiaei* и отчасти *Delesseria sinuosa* и *Chondrus crispus*, обитающие более глубоко в сублиторальной и элиторальной зонах, иодом значительно богаче. Подобное вертикальное распределение водорослей с различным содержанием иода,

Продолжение таблицы 3
Continuation of the table 3

Название водорослей Species of algae	Место взятия проб Place of sampling	Содержание иода в свежей водоросли в мг Content of iodine in fresh algae in mg.	Авторы Authors
1	2	3	4
<i>Chondrus crispus</i>	Кольский залив	0,00689	Наши данные Our data
"	Kola fjord	0,015 ¹	Albert and Krause
"	Тихоокеанское побережье Канады. .	0,015	Cameroon
"	Pacific coast of Canada		
"	Атлантическое побережье Канады.	0,015	Butler
"	Atlantic coast of Canada		
"	Западный берег Швеции	0,0018	Kylin
"	Western coast of Sweden		
<i>Ptilota plumosa</i>	Кольский залив	0,042	Наши данные Our data
"	Kola fjord		
"	Западный берег Швеции	0,06	Kylin
"	Western coast of Sweden		
<i>Delesseria sinuosa</i>	Кольский залив	0,011	Наши данные Our data
"	Köla fjord		
"	Западный берег Швеции	0,0015	Kylin
"	Western coast of Sweden		
<i>Odonothalia dentata</i>	Кольский залив	0,010	Наши данные Our data
"	Kola fjord		
"	Западный берег Швеции	0,009	Kylin
"	Western coast of Sweden		
<i>Polyides rotundus</i>	Кольский залив	0,0017	Наши данные Our data
"	Kola fjord		
"	Западный берег Швеции	0,0017	Kylin
"	Western coast of Sweden		
<i>Phyllophora brodiaei</i>	Кольский залив	0,026	Наши данные Our data
"	Kola—fjord		

¹ Обозначены данные, пересчитанные на свежий вес водоросли.

хорошо известно для бурых водорослей, из которых *Fucus* содержит столько же иода, как и *Halosaccion*, *Polyides* и другие, а более глубокие ламинарии концентрируют иод.

Надо полагать, что богатые иодом красные водоросли могли бы иметь промышленное значение особенно в случае выявления больших площадей занятых ими. Следует, однако, отметить, что относительно небольшие размеры красных водорослей, по сравнению с огромными бурыми водорослями, представляют известные затруднения для их использования.

Москва, 1934.

ЛИТЕРАТУРА

1. Glimm u. Isenbruch., *Biochem. Ztschr.*, Bd. **207**, S. 368, 1929.
2. Fellenberg Th., *„Ergebnisse b. Physiologie“*, Bd. **25**, 1926, S. 176.
3. Reith, J. Fr. De Micro — Jodiumbepaling in Natuurlijke Grondstoffen, 1929, Utrecht.
4. Cameron, A. T., *Journ. Biol. Chem.*, vol. **18**, p. 335, 1914.
5. Аверкиев, Н. Д., *„Журнал прикладной химии“*, т III, № 4, стр. 589.
6. Butler M. R., *„Plant Physiology“*, vol. **6**, Nr. 2, p. 295, 306, 1931.
7. Vincent, V., *Les algues marines et leur emplois agricoles alimentaires, industriels*, 1924.
8. Kylin, H., *„Zeitschr. f. Phus. Chem.“*, Bd. **186**, H. I u. 2, S. 50.
9. Albrecht Rh. Krause, M., *„Chemiker Zeitung“*, **43**, Nr. 25, 1919, S. 97—99.

THE IODINE — CONTENT OF RED ALGAE (RHODOPHYCEAE)

By Vinogradov A. P. and Bergmann, Gertruda G.

SUMMARY

1. The iodine content of fresh *Rhodophyceae* from the Kolskij Bay was determined by oxidation with H_2SO_4 and H_2O_2 in a special apparatus (see fig. 1) with following titration with $n/500 Na_2S_2O_3—JO_3$ in presence of KI (after the oxidation of J with Bromine water). The results are given in the table 1.

2. Like the *Phaeophyceae* (whose iodine content was studied more closely) who have species with high iodine content (p. ex. *Laminaria*) and species with low iodine content (p. ex. *Fucaceae*), the *Rhodophyceae* can be subdivided into species rich with iodine (p. ex. *Phyllpohorae*, *Ptilotae*, *Trailliellae*) the last being in majority. The *Rhodophyceae* rich in iodine contain J in the same order as the local *Laminariae*.

3. Different species of *Rhodophyceae* differ in iodine content, so that it can be used as characteristic of the species. Such a parallelism in iodine content in different species of *Rhodophyceae* and *Phaeophyceae* is analogical with the parallelism of morphological characteristics of plants.

Moscow, 1934.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОРСКОГО ПЛАНКТОНА

А. П. Виноградов

1. Введение

Значение планктона в жизни моря огромно. С морфологической стороны планктон изучается давно и в этом направлении планктология располагает большим материалом¹.

В настоящей статье мы хотели бы привлечь внимание к вопросу о химическом составе планктона и именно морского планктона. С этой стороны планктон систематически почти не изучался, что отчасти может быть объяснено сложностью регулярного получения планктона в определенное время из определенного места, требующего значительной затраты средств. Между тем, систематическое изучение химического состава планктона смогло бы дать исключительный по своему значению материал для разрешения целого ряда океанографических вопросов, как теоретических, так и практических. Достаточно напомнить, что огромные пространства дна океанов и морей покрыты скелетными остатками планктонных организмов; фораминифер, радиолярий, диатомей и других. О составе названных скелетных остатков мы судим лишь по породам, ими образованным, о составе же этих живых организмов мы почти ничего не знаем. Образование осадков дна, наконец, аккумуляция ими отдельных химических элементов, имеющие большое геохимическое значение, станут вполне понятным только тогда, когда мы будем знать состав морских организмов и, в частности, состав морского планктона².

Точно также находится в зависимости от развития планктонных организмов и гидрохимическая картина моря. Планктон нарушает гидрохимический режим в зоне своего распространения, который мог бы при иных условиях стать более стационарным. Напомним для примера ныне широко известный факт — резкое снижение и даже исчезновение фосфатов, нитратов и т. п. в слоях морской воды, где имеет место развитие планктона, и восстановление равновесия постепенным приносом этих конституентов из более глубоких слоев воды, лежащих вне зоны развития планктона³.

¹ См. например работы Никольса (Nicholls — 29), Маршалла (Marshall — 25) и В. А. Яшнова (9) по биологии *Calanus finmarchicus*, которая за последние годы подробно изучается. По биологии планктона Баренцова моря см. также работы В. Г. Богорова (12) и В. А. Яшнова (8).

² О составе морских организмов см. нашу работу о химическом элементарном составе морских организмов (5).

³ По Баренцову морю из работ в этом направлении см., например, статью С. В. Бруевича (3) и др.

Аналогичные примеры влияния планктона на состав морской воды могут быть умножены.

Полнота гидрохимической картины моря может быть получена лишь при параллельном изучении химического состава планктона и гидрохимии моря. Только тогда выяснится влияние тех или иных физико-химических факторов на появление и развитие того или иного вида планктона и обратно — изменение этих факторов, в связи с тем или иным характером планктона. Нужно ожидать, что подобное систематическое и посезонное изучение химии планктона на фоне гидрохимии позволит разобраться в закономерностях, обуславливающих появление во времени одних форм и исчезновение других форм планктона и в закономерностях перемежающегося междувидового равновесия в планктоне. Ниже мы увидим, что химический состав отдельных планктонных организмов различен.

Вопросы продуктивности планктона, имеющие решающее значение в рыбном хозяйстве, получили бы в таком случае надлежащую основу.

Нижеприведенные данные по химическому составу планктона мы рассматриваем как первую попытку приблизиться к реальной постановке этой большой задачи.

II. Состояние вопроса о химическом составе морского планктона

Начало исследования химического состава планктона было положено в 1880-ых годах В. Генсеном (*V. Hensen—19*). В связи с вопросом продуктивности, данные по содержанию белков, жиров и т. п. в планктонных формах вскоре приобрели практическое значение, особенно в озерных и прудовых рыбных хозяйствах. Это вызвало в свою очередь появление новых исследований в этом направлении. Данные по содержанию азота (белков), жиров, золы, сухого остатка планктонных организмов, почти исключительно относящихся к пресноводным формам, можно найти у Кнауטה (*Knauthe—21*), Апштейна (*Apstein—11*), Волка (*Volk—32*), Турнера (*Turner—31*), Уиппла и Джексона (*Whipple and Jackson—34*), Гамса и Ричардса (*Hyams & Richards—20*), Моранского (*Moranski—28*), а в последнее время у Генга (*Geng—18*).

У нас в свое время подобные исследования были поставлены на Никольском рыбноводном заводе Лебединцевым (7) и другими.

Генсен провел первые исследования на морских организмах — диатомовых, ракообразных и других, ограничившись однако определением в них только сухого остатка и золы. Прямым продолжением и развитием этих работ по существу являются работы, произведенные в Кильской бухте (Германия) вначале Брандтом (*Brandt—14*), а затем и его сотрудниками Рабеном (*Raben—15*), Дельфом (*Delff—17*), а также Мейером (*Meyer—26*). Эти исследования, вместе составляющие нечто общее, в основном направлены на изучение химического состава морского планктона, а также бентоса, в разное время года, разного возраста и т. д.

Брандт первый привел анализы для 13 образцов морского планктона, главным образом, для диатомового или смешанного, на углерод, золу, кремнекислоту и хлор. В следующей работе с Рабеном и Штиером, Брандт исследовал 13 образцов планктона на содержание белков, жиров, хитина, фосфора, кальция и железа. Аналогичные данные находим у Мейера и Дельфа для бентосных организмов.

Таким образом, на биостанции в Кильской бухте велись более или менее систематические исследования в интересующем нас направлении. Другим местом работ по изучению химии планктона, правда, на пресных

озерах (Mendota, Monona, Waubesa) является лаборатория Висконсинского университета в США, где ведут и ныне работу Бердж и Джедей (Birge and Juday—12). К некоторым их данным мы еще вернемся ниже при сравнении состава отдельных видов планктона. В настоящее время морской планктон изучается в интересующем нас направлении еще в лаборатории института Скрипса в La Jolla (Калифорния) Мобергом, (Moberg—27), давшим определения жиров, сухого остатка и золы для планктона берегов Калифорнии в июне—мае и октябре—феврале (уменьшение органического вещества и увеличение золы к осени).

Ваксман (Waksman—33) с сотрудниками нашел в зоопланктоне из Buzzard's Bay, состоящем из Copepoda—*Centropages hamatus* и *Centropages typicus*, а также содержащем еще и других рачков, *Sagitta* и яйца рыб—7,88 % золы, 10,1 % жиров, 5,8 % хитина и 55,7 % белков (на свободное от растворимых солей сухое вещество).

Из других работ по химии планктона отметим еще работы Крога (Krogh—23) с сотрудниками, давших определения азота, жиров, углеводов и фитопланктона из Schlossee в связи с развитием *Cladocera*. Лунде и Клосс (Lunde and Closs—24,16), (Oslo—fiord, Норвежское море) определили иод в некоторых планктонных организмах; Бойсен-Иенсен (Boysen-Jensen—13) дал определение углерода в *Peridineae*. Более ранние данные для морского планктона были получены еще Андерсоном (Anderson—10) для диатомовых (Si, Al, зола) и Сальковером (Salkover—30), для планктонных ракообразных *Temora longicornis* и *Thysanoessa inermis*.

Наиболее полный анализ, относящийся к пресноводному планктону, состоящему, главным образом, из ракообразных, в свое время был дан нами (5).

Из этого сжатого очерка становится очевидной недостаточность наших знаний о химическом составе планктона, морфологически столь разнообразного.

III. Материал и его сбор

Сбор материала производился во время некоторых рейсов экспедиционных судов Государственного океанографического института в 1930—1932 гг. Все сборы дали образцы планктона, состоявшего либо исключительно из *Calanus finmarchicus*, либо, главным образом, из *Calanus finmarchicus* и других планктонных организмов. Ниже приводятся морфологические определения. В 1930 г. были сделаны первые попытки собрать планктон в количествах, необходимых для анализа, что и удалось во время 25-го рейса на э/с „Персей“, а затем сборы были повторены. Выловленный при помощи малькового трала или Brutnetz и тому подобными орудиями лова, планктон переносился тотчас же частями на кусок Мюллеровского газа (30×30 см), который затем собирался в узелок, так чтобы не создавалось никакого давления на планктон и обсушивался снизу кусочками фильтровальной бумаги. После этого планктон переносился роговым шпателем или ложкой в тарированную банку, взвешивался, фиксировался формалином до 40% его содержания, и в таком виде доставлялся в лабораторию для анализа. О количествах *Calanus finmarchicus*, с которыми встречались в море при его сборах, может дать представление, например, сбор на станции 1479, когда чистый *Calanus finmarchicus* в количестве 1007 г свежего веса был получен в течение 1 часа. В табл. 1, мы приводим данные об условиях и результатах сбора.

В сборах 25-го рейса „Персей“ участвовал сотрудник биогеохимической лаборатории Академии наук СССР—Н. С. Смирнов. В том же году Г. Г. Бергман-научная сотрудница той-же лаборатории

Таблица 1

Table 1

Условия и результаты сбора планктона

Conditions and results of plankton sampling

№ № п.п.	Состав планктона Composition of the plankton	Место сбора Locality of sampling	Время сбора Date of sampling	Орудия и продол- жительность лова Plankton samplers and duration of sampling	Вес свежего планктона в г Weight of fresh plankton in g.
1					
1	<i>Calanus finmarchicus</i>	Мотовский залив Motovskij Bay	1930	Планктонные сетки Plankton net	891,0
2	<i>Calanus finmarchicus</i>	Баренцovo м. Ст. 1474 Barents Sea. St. 1474	28 VII-1930	Мальковый трал; 30 мин. Fry trawl; 30 min.	165,20
3	"	" " Ст. 1475 " " St. 1475	28 VII-1930	Мальковый трал; 30 мин. Fry trawl; 30 min.	233,70
4	(исключи- тельно чистый) Only pure <i>Calanus</i>	" " Ст. 1479 " " St. 1479	29 VII-1930	Мальковый трал; Fry trawl; 30 min.	1007,70
5	"	" " Ст. 1481 " " St. 1481	20 VII-1930	2 лова по 30 мин. Two hauls by 30 min.	около 500 about
6	"	Мотовский залив Motovskij Bay	1931	30 мин. 30 min.	631,0
7	<i>Calanus finmarchicus</i> исключ. чист. Only pure (<i>Calanus</i>)	Каидалакшский залив у входа в Княжую губу, ст. 92 Kandalaksha Gulf off the entering of Kujazhaja Bay, st. 92	6 VII-1932	Газ № 38; 6 мин. Gaz № 38; 6 min.	10,99
8	<i>Calanus finmarchicus</i>	Там-же, район Педу- ники, ст. 96 The same place (Pedunikhha district); St. 96	8 VII-1932	Газ № 38; 5 ловов Gaz № 38; 5 hauls	15,93
9	"	Там-же (у Карель- ского берега); ст. 97 The same place (off Karelskij coast); st. 97	8-9 VII 1932	" "	23,18
10	<i>Calanus finmarchicus</i>	Там-же (Палкина гу- ба); ст. 126 The same place (Palkina Bay); st. 126	17 VII 1932	Газ № 38; 5 ловов Gaz № 38; 5 hauls	8,84
11	"	Баренцovo море Barents Sea	Сентябрь Октябрь 1932 September October 1932	" "	41,84
12	Диатомовый планктон Diatomae phytoplankton	Полярная гавань Polarnaja Harbour	24 VII — 9 VIII 1929	"	Около 45 About 45

участвовала в сборах э/с „Н. Книпович“¹. В 1931 г. Н. А. Смирновым производился сбор планктона в Мотовском заливе. В 1932 г. под руководством В. А. Яшнова научный сотрудник ГОИН'а Л. А. Чайнова собрала планктон в течение июня-июля с 4-х станций Кандалакшского залива Белого моря.

Ниже (табл. 2) приводим данные, любезно предоставленные В. А. Яшновым, о морфологическом составе этих проб и веса отдельных представителей, найденные им для одного грамма сырого планктона.

Таблица 2

Table 2

Планктон Кандалакшского залива

Plankton of the Kandalaksha gulf

№№ пробы №№ of sample	Состав планктона Composition of the plankton	Стадия Stage	Число экз. Number of specimens	Вес в мг Weight in mg.	Примечание Notes	
1						
7	<i>Calanus finmarchicus</i> . .	III	262	} 970	97 ⁰ / ₀ по весу 97 ⁰ / ₀ by weight	
	" " . .	IV	1274			
	" " . .	V	1			
	" " . .	ad.	1	} 4		
	<i>Metridia longa</i>	IV	2			
	" "	V	2			
	" "	ad.	2	} 1		
	<i>Pseudocalanus elongatus</i>	V	12			
	" "	ad.	1			
	<i>Centropages hamatus</i> . .	ad.	3	1		
	<i>Evadne</i>	—	1	} 1		
	<i>Mysis</i> stad	—	1			
	<i>Hydromedusae (Obelia)</i> .	—	64	10		
	<i>Sagitta</i>	—	0,5	13		
8	<i>Calanus finmarchicus</i> . .	III	98	} 355	53 ⁰ / ₀ по весу 53 ⁰ / ₀ by weight	
	" " . .	IV	225			
	" " . .	V	24			
	" " . .	ad.	16	} 10		
	<i>Pseudocalanus elongatus</i>	V	61			
	" " . .	ad.	21			
	<i>Metridia longa</i>	IV	40	} 150		
	" "	V	102			
	" "	ad.	70			
	Другие Copepoda	—	38	15		
	<i>Mysis</i> sp.	—	3	7		
	<i>Amphipoda</i>	—	6,5	147		
	<i>Hydromedusae</i>	—	8	66		
	<i>Sagitta</i>	—	18	100		
	<i>Appendicularia</i>	—	90	150	В том числе 4 круп- ных. Among them 4 big specimens	
	<i>Infusoria</i>	—	2	} < 1		
	Larvae Mollusca	—	1			
	Larvae Vermes	—	1			

Продолжение табл. 2
Continuation of the table 2

№№ пробы №№ of sample	Состав планктона Composition of the plankton	Стадия Stage	Число экз. Number of specimens	Вес в мг Weight in mg.	Примечание Notes	
9	<i>Calanus finmarchicus</i> . .	III	330	{ 890	89 ¹⁰ / ₁₀₀ по весу 89 ⁰ / ₁₀₀ of weight В том числе Obelia 37 экз. 37 specimens of Obelia included	
	<i>Mysis</i> stad. "	IV	969			
	<i>Hydromedusae</i>	—	2			1
		—	39	45		
	<i>Sagitta</i>	—	60	50	В том числе 2 круп- ных и 58 мелких	
	<i>Clione</i>	—	1/8	14	2 big and 58 small specimens inclu- ded	
Larvae <i>Mollusca</i>	—	(2)	1			
10	<i>Calanus finmarchicus</i> . .	III	8	{ 60	Общий вес Cope- poda в пробе—75 ⁰ / ₁₀₀ Total weight of Copepoda 75 ⁰ / ₁₀₀ of sample	
	" " " " " " " "	IV	98			
	" " " " " " " "	V	5			
	" " " " " " " "	ad	4	{ 240		
	<i>Metridia longa</i>	III	1			
	" " " " " " " "	IV	12			
	" " " " " " " "	V	110	{ 330		
	" " " " " " " "	ab	350			
	<i>Pseudocalanus elongatus</i> .	III	580			
	" " " " " " " "	IV	380	{ 180		
	" " " " " " " "	V	1 352			
	" " " " " " " "	ad	1 190			
	Другие Copepoda	—	235	120		
	<i>Ampnipoda</i>	—	2,5	35		
	<i>Medusae</i>	—	2	35		
	<i>Sagitta</i>	—	6,5	{ 1		
	<i>Mysis</i> st	—	(1)			
	Larvae <i>Vermes</i>	—	(14)			
	<i>Cladocera</i>	—	(9)	1		

Наконец, мы должны сказать о неоднократных попытках, которые делались нами для получения морского фитопланктона, но каждый раз почти безрезультатно. Лишь в июле-августе 1929 г. удалось собрать в Полярной гавани при помощи планктонной сетки (Мюллеровский газ № 23) всего около 45 г свежего вещества диатомового планктона, состоявшего из *Skeletonema*, *Thalassiotrix* и разных *Chaetoceras*.

IV. Методы химического анализа

Определение потери при высушивании (H₂O) производилось вначале путем нагревания планктона в фарфоровой чашке на водяной бане, а затем в термостате при 100°C. Определение воды дает обычно ошибку $\pm 2^0$ /₁₀₀.

Определение остатка от прокаливания (зола). При сжигании организмов, а затем при прокаливании образующейся золы происходят потери серы (белков), фосфора, щелочей и др. Поэтому на, так называемую, золу следует смотреть как на условную величину, имеющую сравнительное значение. В зависимости от температуры получения вес ее колеблется. Мы производили сжигание и прокалывание в фарфоровых тиглях на одной газовой горелке при температуре не выше 500°C. Все определения произведены одновременно.

Определение азота (и белка). Азот определялся по Кьельдалю. После вычета из общего азота азота хитина (см. ниже) полученный азот белка умножался на 6,25. Мы приняли этот коэффициент пересчета для белков, как более широко принятый (у американских, английских и других авторов), а не 6,41 (принятый, главным образом, у немцев). Последний коэффициент получается из формулы белка, в которой упущена сера, и коэффициент поэтому высок.

Определение хитина. Мы придерживались метода, предложенного Брахом (*Brach*). Сухое вещество планктона кипятилось дважды по 1 часу с 15% КОН для гидролиза белков и, наконец, нагревалось вновь в течение нескольких часов с 15% КОН на водяной бане. После этого щелочь отмывалась водой, осадок промывался последовательно: разбавленной соляной кислотой, водой, спиртом и эфиром на гучевском тигле, сушился при 100° и взвешивался. Таким образом, полученный хитин содержал все же около 1% золы, которая определялась по сжиганию хитина. Вес золы вычитался из веса полученного хитина. Азот хитина принимался равным 6,01% (по формуле $C_9H_{15}NO_6$).

Определение эфирного экстракта (жира) производилось в аппарате Сокслета.

Определение калорийности произведено, как обычно, в калориметрической бомбе. Повторные определения для одного и того же образца планктона колебались в пределах 1%.

Определение щелочей. Зола для определения щелочей получалась осторожным обугливанием в кварцевом тигле. Полученный уголь переводился в раствор с соляной кислотой, нагревался и фильтровался. Фильтр с углем сжигался вновь в кварце до золы и переносился в фильтрат. Фосфаты осаждались в кварцевом стакане путем добавления Fe^{+++} и NH_3 при нагревании. Осадок отфильтровывался, фильтрат выпаривался в платиновой чашке до суха и осторожно прокаливались аммонийные соли. Осадок растворялся и осаждались сульфаты. Сернистый барий отфильтровывался. Фильтрат доводился до объема 20 см³. 1 см³ этого раствора шел на определение натрия по методу с уранил-цинк-ацетатом, а остальное количество шло на определение калия по кобальт-нитритному методу¹.

Определение Са, Mg и Si производилось обычным путем. По удалении SiO_2 , железо и фосфаты удалялись по ацетатному методу двойным осаждением. Са определялся в виде СаО, а Mg — как $Mg_2P_2O_7$.

Определение железа и марганца производилось в отдельных навесках. Железо определялось колориметрически в виде роданата, извлеченного амилловым алкоголем — по методу, детально разработанному в Биогеохимической лаборатории Академии наук (6).

Марганец определялся колориметрически, после окисления до перманганата персульфатом. Хлориды предварительно были удалены.

Определение фосфора, серы и хлора. Навески для фосфора и серы сжигались в азотной кислоте удельного веса 1,56 в кьельдалевских колбах. Раствор вываривался в чашке до суха и нейтрализовался содой. Остаток переводился в никелевый тигель и сплавлялся со смесью $Na_2CO_3 + Na_2O_2$. В дальнейшем фосфор определялся, как обычно, по Вою ($Mg_2P_2O_7$), а сера, в виде сернистого бария. Двойное окисление необходимо вследствие наблюдающихся потерь серы при неполном ее окислении.

Навеска планктона для определения хлора окислялась в азотной

¹ Подробно об уранил-цинк-ацетатном и кобальт-нитритном методах — см. Х. Г. Виноградова — Томашевская (6).

кислоте, свободной от хлора, в течение нескольких часов на водяной бане; после введения титрованного раствора азотнокислого серебра она окончательно окислялась прибавлением хамелеона. В дальнейшем определение шло по Фольгарду.

Определение иода и брома. Окисление навески для иода производилось по Глимму.

Раствор, содержащий J' , окислялся бромной водой в JO_3 и титровался, как это у нас подробно описано (5). Бром определялся по методу Бернхардта и Укко.

У. Полученные данные

Для анализа были выбраны пробы №№ 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12, причем пробы №№ 1 и 4 и отчасти № 6 были подвергнуты более детальному химическому анализу.

Проба № 1. *Calanus finmarchicus* (Мотовский залив). Углерод был определен в образце планктона, собранном специально для этой цели и состоявшем из *Calanus finmarchicus*. Определение производилось тотчас же после лова, без предварительной фиксации, в лаборатории Мурманской биостанции ГОИН'а, — Г. Г. Бергман. Анализ был сделан по Либиху (с восстановительной медной спиралью и серебряной сеткой).

Навеска 0,6898 г; $CO_2 = 0,1544$ г или $6,09\%$ С в живом веществе

Навеска 0,5610 г; $CO_2 = 0,1215$ г или $5,90\%$ С в живом веществе

Водорода оказалось соответственно $10,26\%$ в живом веществе или $7,71\%$ (за вычетом воды) на сухое вещество.

Сухой остаток планктона = $13,30\%$ (среднее из ряда определений).

Потеря при высушивании = $86,7\%$ (H_2O).

Остаток от прокаливании в среднем = $14,04\%$.

Общий азот = $10,21\%$ азота в сухом веществе.

Чистого хитина из навески в 1,0 г получено 0,0372 г, что даст $3,72\%$ на сухое вещество, откуда найден азот хитина = $0,22\%$.

Белок: азот белка = $10,21 - 0,22 = 9,99$, откуда белка: $9,99 \times 6,25 = 62,56\%$ на сухое вещество планктона.

Эфирный экстракт (жир) найден из навески в 10 г = $19,30\%$ на сухое вещество планктона. Калорийность = 5742 калорий на сухое вещество планктона.

Содержание остальных элементов, видно из следующих данных.

Название элемента	Содержание в $\%$ на сух. вещество	Название элемента	Содержание в $\%$ на сух. вещество
Ca	0,314	Mn	$n \cdot 10^{-4}$
Mg	0,227	S	1,058
K	2,18	Cl	7,96
Na	4,13	Si	0,053
P	0,99	Br	0,07
Fe	0,558	J	0,0016

Проба № 4. *Calanus finmarchicus* (Баренцево море, станция 1479)

Сухой остаток = $15,20\%$, откуда содержание воды = $84,80\%$.

Остаток от прокаливания = $14,64\%$.

Общий азот = $9,98\%$ на сухое вещество.

Содержание чистого хитина в навеске в $1\text{ г} = 0,0348\text{ г}$ или $3,48\%$ на сухое вещество, откуда азот хитина = $0,21\%$.

Белки: азот белка = $9,98 - 0,21 = 9,77\%$, откуда белка $9,77 \times 6,25 = 61,00\%$ на сухое вещество.

Эфирный экстракт (жир) в среднем = $21,5\%$ на сухое вещество.

Содержание остальных элементов характеризуется приведенными ниже данными.

Название элементов	Содержание в $\%$ на сух. вещество	Название элементов	Содержание в $\%$ на сух. вещество
Ca	0,22	S	1,009
Mg	0,158	Cl	7,77
K	4,32	Si	0,103
P	0,98	Br	0,07
Fe	0,084	J	0,0058
Mn	$n \cdot 10^{-4}$		

Калорийность этой пробы не определялась.

Проба № 6. *Calanus finmarchicus* (Мотовский залив).

Сухой остаток = $14,30\%$, откуда содержание воды = $85,70\%$.

Остаток от прокаливания = $16,1\%$ на сухое вещество.

Общий азот = $10,48\%$ на сухое вещество.

Азот хитина = $0,18\%$ на сухое вещество.

Белки: азот белка = $10,48 - 0,18 = 10,30\%$, откуда белка $10,30 \times 6,25 = 64,38\%$ на сухое вещество.

Эфирный экстракт (жир) = $14,80\%$ на сухое вещество; калорийность = 5339 калорий на сухое вещество. Содержание остальных элементов представлено ниже:

Название элементов	Содержание в $\%$ на сух. вещество	Название элементов	Содержание в $\%$ на сух. вещество
Ca	0,770	S	1,137
Mg	0,044	Cl	7,48
P	1,09		

Химический состав (в процентах на сухое вещество) всех проб сведен в табл. 3.

Таблица 3
Table 3Химический состав планктона (в % на сухое вещество).
Chemical composition of the plankton (in percents per dry substance)

№ про- б. No. of samples	Место сбора Locality of sampling	2											Жи- р Fat	Калорийность Calories
		C	H	Ashes	P	N	Хитин Chitin	Азот Nitrogen			Белок (N, 6,25) Albumen			
								хити- на of chitin	белка protein	of				
1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Мотовский залив Motovskij Bay	45,86	10,26	14,01	0,99	10,2'	3,72	0,22	9,99	62,56	19,30	5742		
4	Баренцово море Barents Sea	—	—	14,64	0,98	9,38	3,48	0,21	9,70	61,00	21,50	—		
6	Мотовский залив Motovskij Bay	—	—	16,10	1,09	10,48	2,99	0,18	10,30	64,38	14,80	5399		
7	Белое море, Кандалакшский залив White Sea, Kandalaksha Gulf	—	—	10,50	1,15	10,77	4,78	0,29	10,48	65,50	18,20	5533		
8	" "	—	—	10,98	1,03	8,93	3,93	0,23	8,70	54,37	31,00	6480		
9	" "	—	—	11,60	1,22	10,40	4,17	0,25	10,15	63,43	20,21	6280		
10	" "	—	—	8,06	0,99	9,57	4,01	0,24	9,33	58,40	—	—		
11	Баренцово море Barents Sea	—	—	20,72	—	—	3,77	0,23	—	—	—	5548		
12	Кольский залив Kola fjord	—	—	50,45	0,54	3,33	—	—	—	—	—	—		

В пробе № 12 были определены также следующие элементы:

Название элемента	Содержание в ‰ на сух. вещество
Si	10,78 ¹
J	0,003
Fe	0,57
Mn	0,003

Спектроскопическое исследование золы зоопланктона показало наличие в ней титана, стронция и бария.

VI. Обсуждение полученных данных

Обратимся сначала к содержанию органического вещества в нашем планктоне. Содержание азота (табл. 3) довольно постоянно и колебалось от 8,93 до 10,77‰ на сухое вещество. Содержание хитина колебалось от 3,00 до 4,78‰ на сухое вещество и как будто было выше в тех случаях, когда имелся планктон, состоящий почти исключительно из *Calanus'a* (пробы №№ 7 и 9). Возможно, что количество хитина находится в зависимости от возрастных стадий *Calanus'a*. В этом направлении следует поставить наблюдения. Азот хитина составляет небольшую часть. Содержание белков (*resp.* азот) уменьшается с увеличением жира. Содержание же последнего имеет значительный размах. Планктон из Кандалакшского залива в общем богаче жиром, чем планктон из Мотовского залива и Баренцова моря. Нужно иметь в виду, что планктон собирался в разные годы. Систематические наблюдения должны проверить, насколько это явление носит постоянный характер. В связи с повышением содержания жира в указанном планктоне, как и следовало ожидать, увеличилась калорийность в среднем с 5500 до 6000—6500 калорий. Не безинтересно сравнить калорийность планктона из *Calanus* с калорийностью других планктонных организмов (18).

Содержание золы (остатка от прокаливания) выше для планктона, собранного в Мотовском заливе и в открытых частях Баренцова моря, чем для планктона, собранного в Кандалакшском заливе (табл. 3).

Это объясняется тем, что при сборе планктона мы не можем совершенно освободиться от солей морской воды и поэтому в планктоне открытого моря, где соленость = 34‰, золы больше чем для опресненных районов Кандалакшского залива, где соленость понижается до 18‰.

Из данных по хлору в планктоне можно примерно подсчитать, что содержание NaCl в золе достигает иногда 75‰. Однако пересчеты, которые часто делаются на сухой остаток без хлористого натрия („Seesalzfreien“ немецких авторов), путем вычета NaCl, найденного по общему хлору, ошибочны или, в лучшем случае, условны, поскольку хлористый натр заключается не только в морской воде, но и в самих планктонных организмах. Поэтому для подобных пересчетов следовало бы пользоваться соленостью, найденной одновременно при сборе планктона. Еще лучше пытаться найти метод сбора морского планктона, свободного от морской воды (среды), либо научиться учитывать ее количество, захваченное с планктоном. Пока, однако, нельзя предложить простого и годного в экспедиционных условиях приема для массовых определений.

¹ Или 45,73‰ Si в золе.

Содержание углерода, водорода и азота в *Calanus* и в других планктонных ракообразных довольно близко и характерно¹ (таб. 4)

Таблица 4

Table 4

Состав морских *Copepoda* (в % на сухое вещество)

Composition of marine *Copepoda* (in percents per dry substance)

Название организма Name of organisms	Число анализов Number of analyses	C	H	N	Место сбора Locality sampling	Автор Author
<i>Calanus finmarchicus</i>	2	45,86	7,71	10,20	Баренцево и Белое море Barents and White Sea	А. П. Виноградов A. P. Vinogradov
"	1					
<i>Anomalocera</i>	1	47,71	7,71	10,14	Балтийское море Baltic Sea	Brandt und Raben Brandt
<i>Copepoda</i> (<i>Temora</i>)	1	42,99	6,79	10,61	Немецкое море North Sea	
и др.				9,18	"	"
Среднее Average	5	45,52	7,22	10,03		

Данные разных авторов, как видно из табл. 5, хорошо согласуются. Для сравнения позволим привести состав некоторых других планктонных организмов (планктонов), например *Peridineae*, широко представленных и в наших морях (таблица 5).

Таблица 5

Table 5

Состав морских *Peridineae* (в % на сухое вещество)

Composition of marine *Peridineae* (in % per dry substance)

Название организма Name of organism	Число анализов Number of analyses	C	H	N	Место сбора Locality of sampling	Автор Author
<i>Peridineae</i>	4	39,21	6,0	3,08	Кильская бухта Kiel Bay	Brandt
"	1	22,00	—	—	Svendborgsund	Boysen-Jensen
"	7	33,17	5,13	7,19	Немецкое море North Sea	Brandt, Raben u. Stiehr Meyer
<i>Ceratium</i>	1	32,48	5,21	4,81	"	
Среднее . . . Average	13	32,71	5,45	5,03		

Содержание углерода заметно меньше, равно как и азота. К сожалению, о содержании других химических элементов в *Peridineae* почти ничего неизвестно.

¹ В пресноводных *Copepoda* содержание углерода по Брандту равно 45,18%; в планктоне состоящем, главным образом, из *Copepoda* содержится 43,11% углерода; о содержании азота см. у Берга Джедай (12).

Наконец, если мы обратимся к диатомовому планктону, отличающемуся исключительным содержанием SiO_2 (иногда его в золе до 75%), то органический состав его еще более отличается от состава двух названных планктонов (таблица 6).

Таблица 6
Table 6

Состав морских Diatomeae (‰ на сухое вещество)
Composition of marine Diatomeae (in ‰ per dry substance)

Название организмов Name of organisms	Число анализов Number of analyses	C	H	N	Место сбора Locality of sampling	Автор Author
<i>Chaetoceras, Rhizosolenia, Coscinodiscus</i>	2	18,08	3,23	2,10	Кильская бухта Kiel Bay	Brandt
<i>Chaetoceras</i>	3	11,00	—	—	Зунд Sund	Boysen—Jensen
<i>Rhizosolenia, Sceletonema, Thalassiotrix</i>	8	21,44	4,37	4,45	Кильская бухта Kiel Bay	Brandt, Raben, Stiehr
<i>Sceletonema, Thalassiotrix, Chaetoceras</i>	1	—	—	3,33	Полярная гавань Polarnaja Harbour	А. П. Виноградов A. P. Vinogradov
Среднее . . . Average	14	16,84	3,80	3,29 ¹		

Углерода в них еще меньше. Содержание азота напоминает такое же в *Peridineae*. Обращает внимание все же относительно более высокое содержание азота в *Peridineae* (и *Diatomeae*), чем это известно для растений (например всех сухопутных). Особенно это бросается в глаза при пересчете на беззольный сухой остаток. В этом случае в *Diatomeae* содержание азота достигнет до 12%. Подобное же высокое содержание азота нами отмечалось для многих других *Tallophyta*, как то у бактерий, синезеленых водорослей, некоторых простейших, напоминая содержание азота у животных (5).

Различие состава планктона из *Crustacea*, *Peridineae* и *Diatomeae* могло бы быть еще более ярким, если бы мы могли показать полный химический элементарный состав их. Известное высокое содержание кремния в диатомовых, относительно малое, вообще, содержание золы в *Peridineae*, высокое содержание фосфора в *Crustaceae* и т. д. далеко не исчерпывают своеобразие состава отдельных видов планктона. Отсюда конечно их различная пищевая ценность.

Обратимся теперь к другим химическим элементам (табл. 7).

Причина высокого содержания хлора (и натрия) ясна. Содержание магния, серы и фосфора довольно постоянно, что отчасти объясняется их вхождением в органические комплексы (с белками и т. п.). Высокое содержание фосфора в ракообразных вызывается еще тем, что он находится в *Copepoda* и других ракообразных в панцирях (4).

¹ В пресноводных *Diatomeae* содержание азота по Берджу и Джедай (12) = 3,66‰; у *Asterionella* оно равно 2,20‰

Таблица 7

Table 7

Химический элементарный состав планктона *Calanus finmarchicus* (в ‰ живого вещества)

Chemical elementary composition of plankton *Calanus finmarchicus* (in ‰ per raw substance)

Название элемента Name of elements	Место и год взятия пробы Locality and date of sampling		
	Мотовский залив Motovskij Bay 1930	Баренцово море Barents Sea 1930	Мотовский залив Motovskij Bay 1931
O	79,99	—	—
H	10,26	—	—
C	6,01	—	—
N	1,51	1,50	1,51
Cl	1,05	1,18	1,07
Na	0,54	0,65	—
K	0,29	0,29	—
S	0,14	0,15	0,16
P	0,13	0,15	0,16
Ca	0,04	0,036	0,11
Mg	0,03	0,024	0,044
Fe	0,007	0,012	—
Si	0,007	0,015	—
Br	0,009	0,010	—
J	0,0002	0,0009	—

Чрезвычайно низко содержание в *Calanus* марганца — всего около $10^{-4}‰$ в золе. В фитопланктоне значительно больше. Иод был найден нами в количестве от $0,0016‰$ до $0,0058‰$ в планктоне из *Calanus* (табл. 8). Клосс (16) нашел аналогичные количества иода в зоопланктоне Норвежского моря.

Таблица 8

Table 8

Содержание иода в морских планктонных ракообразных (в ‰ на сухое вещество)

Content of iodine in marine plankton of Crustacea (in percents per dry substance)

Название организмов ¹ Name of species ¹	Место сбора Locality of sampling	Содержание иода Iodine content	Автор Author
<i>Meganyctiphanus norvegica</i> (51 ‰)	Färoy — Bank	0,0007	Closs
<i>Calanus finmarchicus</i> (35 ‰)			
<i>Calanus finmarchicus</i> (54 ‰)	Storregen	0,0022	"
<i>Pseudocalanus minutus</i> (23 ‰)			
<i>Calanus finmarchicus</i> (82 ‰)	Skagerak 64° 51' N 1° 14' E	0,0029	"
<i>Enthemisto bispinosa</i> (100 ‰)	Атлантический океан Atlantic ocean	0,0012	"
<i>Calanus finmarchicus</i> (100 ‰)	Мотовский залив Motovskij Bay	0,0016	А.П. Виноградов A.P. Vinogradov
<i>Calanus finmarchicus</i>	Баренцово море Barents Sea	0,0058	"

¹ В скобках указано процентное содержание организма в пробе.

¹ Numbers enclosing in brackets show the percentage of specimens in sample.

Наибольшее количество иода собирается в фитопланктоне. В нашем случае диатомовый планктон из Полярной гавани дал $0,003\%$ иода на сухое вещество, тогда как диатомовый планктон из более открытых частей моря (Oslo — fiord) по определению Лунде и Клосса (16,24) содержал $0,023\%$ иода в сухом веществе. Таким образом, содержание иода в диатомовых того же порядка, что и в бурых водорослях, богатых иодом. Высокое содержание иода в диатомовых должно объяснять содержание иода в жире рыб, питающихся планктоном¹. Содержание брома несколько выше, чем содержание его в морской воде.

Помощь в подготовке материала для настоящей работы мне оказала научная сотрудница Х. Г. Виноградова-Томашевская, которой выражаю свою благодарность.

Выводы

1. Сравнение химического элементарного состава и содержания молекулярных соединений (белков, жиров и т. д.) в планктоне, состоящем главным образом, из *Calanus finmarchicus* и собранного в разных местах (Мотовский залив, открытые части Баренцового моря, Кандалакшский залив Белого моря) с составом других планктонов — диатомового, перидиниевого — показывает характерное его отличие от последних по химическому составу.

2. В химическом составе *Calanus finmarchicus*, в содержании веществ — жиров, белков и т. п., а также некоторых химических элементов (железо, кальций), наблюдаются известные колебания, не выходящие за определенные пределы, связанные с местом сбора планктона и т. п. В связи с этим выяснилась необходимость учета солености воды и других гидрохимических факторов в местах взятия проб.

3. Планктон из *Calanus finmarchicus* содержит значительное количество жира (до 31%), а также белков, фосфора и т. д. и является высоко-калорийной пищей морских животных. Калорийность *Calanus finmarchicus* достигает 6,5 тысяч калорий.

4. Желательно было бы продолжить систематическое исследование морского планктона одновременно с гидрохимическими исследованиями, хотя бы на некоторые химические элементы: фосфор, азот, железо, иод и органические вещества (хитин, жир), что представляло бы большой практический и теоретический интерес.

Москва, 1934

ЛИТЕРАТУРА

1. Богоров В. Г. Изменение биомассы с возрастом у *Calanus finmarchicus* „Бюлл. Госуд. океанографического ин-та“, № 8, М., 1933.
2. Богоров В. Г. Веса и экологические особенности макропланктеров Баренцова моря. „Труды ВНИРО“ т. IV, вып. 2 (в печати).
3. Бруевич С. В. Гидрохимические работы Государственного океанографического института в Баренцовом море в 1927—1930 гг. Доклады 1-й сессии ГОИН*а (14—22/IV—1931 г.), № 1, М., 1931.
4. Виноградов А. П. „Труды Биохимической лаборатории АН СССР“, вып. 1, Л., 1930, стр. 33.
5. Виноградов А. П. Химический элементарный состав морских организмов Там же, вып. 3, М., 1935; вып. 4, М., 1937.
6. Виноградова-Томашевская Х. Г. Там же, вып. 6 (в печати).
7. Лебединцев А. Из „Никольского рыбоводного завода“, № 11; 1908, стр. 70.
8. Яшнов В. А. Планктическая продуктивность юго-западной части Баренцова моря. „Труды ВНИРО“, т. IV, вып. 2 (в печати).
9. Яшнов В. А. Смена поколений и сезонные изменения в распределении возрастных стадий *Calanus finmarchicus* Баренцова моря. Там-же.

¹ О содержании иода в планктоне см. также указания у Готье, Камерона Фелленберга и Килина.

10. Anderson. — „Report of Deep Sea deposits“, 1891, p. 281.
11. Apstein. — „Das Süßwasserplankton“, 1896.
12. Birge and Juday. — „Wisconsin Geolog. and Nat. History Survey“, Bull. 64, Sc. ser. 13, 1922.
13. Boysen-Jensen. — „Report of the Danish Biolog. Station“, XXII, 1914.
14. Brandt. — „Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen“, N. F. Abt. Kiel, Bd. 3, 1898, S. 45.
15. Brandt und Raben. — Ibidem, 19, 1919—1922, S. 175.
16. Closs K. — Ueber das Vorkommen des J im Meere und in Meeresorganismen. Oslo, 1931.
17. Delf. — „Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen“, Bd. 14, 1912, S. 51.
18. Geng. — „Zeitschrift für Fischerei“, Bd. XIII, 1925, S. 437.
19. Hensen V. — „Berichte der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung d. D. an Meere“, Kiel, 1887, Bd. 14—16.
20. Hyams and Richards. — „Technology quarterly“, Vol. 17, 1904, p. 275.
21. Knaute. — „Das Süßwasser“, 1907, X; „Fischerei Zeitung“, Bd. 3, No. 22/24: Bd. 10, Bd. 20; S. 225.
22. „Journal Conseil intern. pour l'exploration de la mer“, Vol. V, No. 3, 1930, p. 329.
23. Krogh u. Berg. — „Intern. Revue Hydrobiolog. u. Hydrolog.“, Bd. 25, S. 4, 1931, S. 201.
24. Lunde G. — „Teknisk Ukeblad“, N. R. 20, 21, 1928, S. 141.
25. Marshall. — „Journal of the Marine Biological Association“, N. S. vol. XIX, No. I, 1933.
26. Meyer I. — „Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen“, Bd. 16, 1914, S. 231.
27. Moberg E. — „Proceeding of the third Pan-Pacific Sc. Congress“, vol. I. 1928, p. 233.
28. Moranski. — „Zeitschrift für Fischerei“, 1897 S. 201.
29. Nicholls. — „Journal of the Marine Biol. Assoc.“, N. S. vol. XIX, No. I, 1933.
30. Salkover — (no Clarke & Wheeler) The inorganic constit. of Marine invertebrata, 1922, V, p. 44.
31. Turner. — „Journal Amer. Chem. Soc.“, vol. 38, 1916, p. 1402.
32. Volk. — „Verhandl. d. Naturwiss. Vereins im Hamburg“, 3 Folg. XV, 1907, S. 45.
33. Waksman I. Carey C. & Reuszer H. — „Biolog. Bull.“, vol. XXV, No. I, 1933, p. 57.
34. Whipple & Jackson (uo Birge & Juday) „Journal N. E. Waterworks Ass.“, vol. 14, 1889, p. 17.

CHEMICAL COMPOSITION OF MARINE PLANKTON

By *A. P. Vinogradov*

SUMMARY

1. The comparison of the chemical composition and content of molecular compounds (proteins, fats etc.) in a plankton, consisting mainly of *Calanus finmarchicus*, collected in different places (Motovskyj Bay, open parts of the Barents Sea, the Kandalaksha Bay of the White Sea) with other planktons, such as diatomeae, peridinia plankton — has shown its characteristic difference from the latter in chemical composition.

2. The content of separate chemical substances, such as proteins, fats etc., as well as of some chemical elements (such as iron, calcium etc.) in *Calanus finmarchicus* was found to be subjected to some fluctuations, not exceeding definite limits, conditioned by, locality of sampling. It was found by the way, that salinity of water and some other hydrochemical factors should be primarily estimated in the places of sampling.

3. The plankton, consisting of *Calanus finmarchicus* contains a considerable amount of fat — up to 31% (proteins, phosphorus, etc., — as well) thus being a food of high calority of sea — animals. Calority of *Calanus finmarchicus* amounting to 6,5 thousand calories.

4. It is highly desirable to make a systematic analysis of the sea — plankton along with hydrochemical investigations, if it were but for a few chemical elements — phosphorus, nitrogen, iron, iodine and some organic substances (chitin, fat) which may be of great practical and theoretical importance.