Петрова Н. А. Сукцессии фитопланктона при антропогенном эвтрофировании больших озер. Л., 1990. 199 с.

Порецкий В. С. Наблюдения над диатомовым планктоном р. Б. Невки // Тр. Бот. сада АН СССР. 1931. Т. 44. С. 245—348.

Раскина Е. Е. Биологические помехи в работе Ленинградского водопровода // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1963. Т. 14. С. 137—150.

Раскина Е. Е. Загрязнение и самоочищение реки Невы // Тр. ЗИН АН СССР. 1968. Т. 45. С. 168—192.

Современное состояние экосистемы Ладожского озера. Л., 1987. 213 с.

Шаранина И. Н. Изменения в составе фитопланктона р. Невы // Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. Л., 1982. С. 215—217.

Petrova N. A. Seasonality of *Melosira*-plankton of the great northern lakes // Hydrobiologia. 1986. Vol. 138. P. 65—73.

Институт озероведения РАН
Санкт-Петербург

Получено 28 II 1995

SUMMARY

Daily phytoplankton samples were collected in the upper reaches of the Neva river in 1981, 1982, 1987 and 1988. The composition of the river phytoplankton was nearly identical with that of the Ladoga lake, the source of the river. The hydrodynamics of the lake water inhibits summer dominant forms of algae from south-western part of the lake to reach the river. Most if not all of the algae had a maximum of cell-number in the river at the same time as in the coastal and declined lake zones. The total cell-number in the river phytoplankton may be more than 1 million cells per litre in April—November. The maximal cell number was observed for 16—28 days in May.

УДК 581.526.325 : 577.472(268.46)

Бот. журн., 1996 г., т. 81, № 4

© Т. А. Михайлова

ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОДОРОСЛЕЙ НА ПЛАНТАЦИИ *LAMINARIA SACCHARINA* В БЕЛОМ МОРЕ

T. A. MIKHAYLOVA. ALGAL SPECIES COMPOSITION IN *LAMINARIA SACCHARINA* PLANTATION IN THE WHITE SEA

Приведен список макроводорослей — эпифитов ламинарии сахаристой и обрастателей плантационных установок в условиях Белого моря (41 вид). Описаны особенности распределения эпифитов по слоевищу ламинарии и динамика их развития в течение летнего периода. Указаны 3 вида, новых для флоры Белого моря.

Цель настоящей работы — изучение видового состава макрофитообрастания плантационных установок и слоевищ *Laminaria saccharina* (L.) Lamour. в условиях марикультуры.

Ламинария сахаристая выращивается в 2-годичном цикле на установках горизонтального типа, занимающих толщу морской воды на глубине 0.5—4 м. Сбор урожая производится с конца июля до начала сентября.

Материал и методика

Материал для данного исследования отбирали в летний период 1991—1992 гг. с периодичностью 2 раза в месяц на плантационных установках, функционирующих 1—2 года в районе Соловецких о-вов Белого моря. Обрастатели снимали с искусственного субстрата (капроновых веревок 6 мм в диам.), для изучения эпифитов

просматривали по 10 растений ламинарии в возрасте 0^+—2^+ года. Водоросли определялись в Отделе альгологии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН под руководством К. Л. Виноградовой.

Результаты и их обсуждение

Всего на плантации ламинарии был собран 41 вид водорослей — обрастателей искусственного субстрата и эпифитов ламинарии (см. таблицу).

Комплекс эпифитов представлен 15 видами (см. таблицу), среди которых преобладают бурые водоросли. Большинство из них относится к наиболее примитивному порядку *Ectocarpales*. По жизненным формам и характеру взаимодействия с базифитом преобладают однолетние тонконитевидные голоэпифиты.

На ризоидах ламинарии обнаружено 8 видов водорослей, которые относятся к факультативным эпифитам и являются также обрастателями искусственного субстрата. Наиболее частыми эпифитами ризоидов являются *Desmarestia aculeata* и *Polysiphonia urceolata*. Многолетние виды — *Desmarestia aculeata*, *Sphacelaria plumosa*, *Fimbrifolium dichotomum* — встречаются на двулетних растениях. В целом только у 10—30 % растений ламинарии ризоиды подвергаются обрастанию.

Стволики однолетних растений ламинарии практически свободны от эпифитов, лишь изредка на них можно обнаружить бурые водоросли, находящиеся на ранних стадиях развития и представленные микроскопическими стелющимися нитями. На стволиках двулетних растений обнаружено 5 видов водорослей, относящихся к однолетним голоэпифитам. Единственным облигатным эпифитом на стволиках является *Litosiphon filiformis*.

Изучение эпифитов пластины представляется наиболее важным, поскольку именно она имеет промысловую ценность. Новая пластина, сформировавшаяся в данный вегетационный сезон, менее всего подвержена обрастанию. На ней обнаружено 4 вида мелких и микроскопических водорослей, которые являются облигатными эпифитами (2 эндофита, 1 амфиэпифит и 1 голоэпифит). Характерный и массовый вид *Phaeostroma endophyticum* развивается преимущественно на волане пластины. Разнообразный видовой состав эпифитов (10 видов) отмечен на старой (прошлогодней) пластине. Здесь преобладают факультативные эпифиты, по характеру взаимоотношения с базифитом они являются голоэпифитами, а 3 вида — облигатными эпифитами (они представлены 2 микроскопическими эндофитами и 1 мелким голоэпифитом). Из облигатных наиболее характерными и массовыми являются эндофит *Gononema aecidioides* и голоэпифит *Litosiphon filiformis*.

В конце июня слоевища ламинарии практически лишены обрастаний, на отдельных растениях отмечались единичные стерильные экземпляры *Ectocarpus* sp., *Pilayella litoralis*, *Scagelia pylaisei*, *Polysiphonia urceolata*, небольшие слоевища *Desmarestia aculeata*. В конце июля появились *Pilayella varia*, *Ectocarpus siliculosus*, единично встречались *Acrosiphonia* sp., *Porphyra* sp., *Fimbrifolium dichotomum*, *Palmaria palmata*.

Конец июля—начало сентября — самый теплый для Белого моря период, когда видовой состав наиболее разнообразен и многие водоросли, в частности эпифиты, достигают своего массового развития.

Оказалось возможным проследить динамику развития наиболее характерных облигатных эпифитов ламинарии (*Gononema aecidioides*, *Phaeostroma endophyticum*, *Litosiphon filiformis*) в течение летнего сезона.

Вид *Gononema aecidioides* наблюдался с конца июня до сентября с многогнездными спорангиями. В конце июня встречался единично, в начале июля — на 50 % растений ламинарии, в конце июля — на большинстве растений. К началу сентября эндофит достигал своего массового развития на всех растениях ламинарии.

Вид *Phaeostroma endophyticum* был обнаружен только в июле с многогнездными спорангиями. Пик его развития наблюдался в первой половине июля, когда он в массе развивался на всех растениях ламинарии. Во второй половине июля степень покрытия

Состав обрастателей искусственного субстрата плантации и слоевища *Laminaria saccharina*

Виды	Искусственный субстрат	Слоевище ламинарии			
		ризоиды	стволик	пластина	
				новая	старая
Chlorophyta					
Acrosiphonia arcta (Dillw.) J. Ag.	+				
A. incurva Kjellm.	+				
A. sonderi (Kütz.) Kornmann	+				
Cladophora sericea (Huds.) Kütz.	+				
Enteromopha prolifera (O. F. Müll.) J. Ag.	+				
Ulvaria obscura (Kütz.) Gayral	+				
Urospora penicilliformis (Roth.) Aresch.	+				
Phaeophyta					
Alaria esculenta (L.) Grev.	+				
Chorda filum (L.) Lamour.	+				
C. tomentosa Lyngb.	+				
Chordaria flagelliformis (Müll.) Ag.	+				
Desmarestia aculeata (L.) Lamour.	+	+			
Ectocarpus confervoides (Roth.) Le Jolis	+		+		+
E. siliculosus (Dillw.) Lyngb.	+	+			+
E. fasciculatus Harv.	+				
Eudesme virescens (Carm.) J. Ag.	+				
Gononema aecidioides (Rosenv.) Pedersen				+	+
Laminaria digitata (Huds.) Lamour.	+				
Leptonematella fasciculata (Reinke) Silva	+				
Litosiphon filiformis (Reinke) Batters			+	+	+
Petalonia fascia (Müll.) Kuntze	+				
Phaeostroma endophyticum Lund				+	+
P. parasiticum Børg.				+	
Pilayella litoralis (L.) Kjellm.	+		+		+
P. varia Kjellm.	+	+			+
Saccorhiza dermatodea (De la Pyl.) J. Ag.	+				
Sphacelaria plumosa Lyngb.		+			
Rhodophyta					
Antithamnionella fioccosa (Müll.) Whittick	+				
Audouinella efflorescens (J. Ag.) Papenf.	+				
Ceramium circinatum (Kütz.) J. Ag.	+				
Fimbrifolium dichotomum (Lepech.) Hansen	+	+			
Acrochaetium secundatum (Lyngb.) Näg.	+				
Odonthalia dentata (L.) Lyngb.	+				
Palmaria palmata (L.) Kuntze			+		
Pantoneura baerii (Post. et Rupr.) Kylin	+				
Phycodrys rubens (L.) Batt.	+				
Polysiphonia urceolata (Lightf.) Grev.	+	+	+		+
Porphyra sp.	+				+
Ptilota plumosa (Huds.) Ag.	+	+			
Rhodochorton spetsbergense Kjellm.	+				
Scagelia pylaisei (Mont.) Winne		+			+

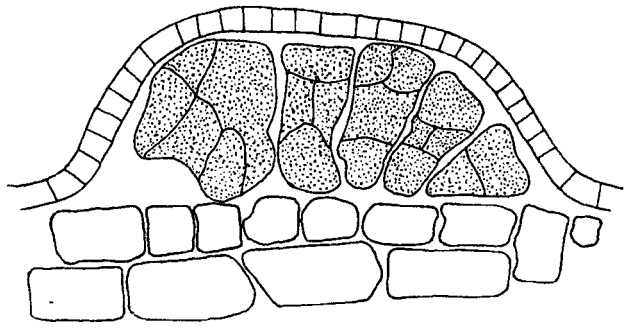

Рис. 1. *Phaeostroma endophyticum* в подкоровом слое ламинарии.
Начальная стадия развития многогнездных спорангиев.

эндофитом слоевища ламинарии снижалась и половина экземпляров эндофита имела к этому времени уже опустошенные спорангии.

Вид *Litosiphon filiformis* встречался в июне в стерильном состоянии, в июле—сентябре — с многогнездными спорангиями. В конце июня отмечены единичные растения на стадии базального диска с редкими и короткими вертикальными нитями. В первой половине июля уже на многих растениях ламинарии обнаружено значительное число экземпляров эпифита с многогнездными спорангиями на базальной части слоевища. Во второй половине июля развитие эпифита достигло максимума, он поселялся на всех растениях ламинарии и имел многогнездные спорангии как на горизонтальной, так и на вертикальной частях таллома. К началу сентября степень развития эпифита снижалась, многогнездные спорангии на вертикальных нитях созревали и начинали опустошаться.

Обрастатели искусственного субстрата представлены 34 видами водорослей-макрофитов (см. таблицу), среди которых наиболее многочисленны бурые (15 видов) и красные (12) водоросли. Подавляющее большинство обрастателей представлено мелкими однолетними нитевидными формами высотой не более 20 см. Состав водорослей, обрастающих искусственный субстрат, соответствует комплексу водорослей из ассоциации *Laminaria saccharina* в природе (Успенская, 1963; Гемп, 1967; Возжинская, 1986). Наиболее часто среди обрастателей встречаются *Desmarestia aculeata* и *Polysiphonia urceolata*. В то время как *P. urceolata* имеет небольшие размеры (до 10 см дл.), длина кустов *Desmarestia aculeata* составляет более 50 см. Водоросли с крупным слоевищем, такие как *Saccorhiza dermatodea*, *Laminaria digitata* и *Alaria esculenta*, являются сопутствующими видами, они составляют менее 1 % от общего количества ламинарий на плантациях и не конкурируют с выращиваемым видом; кроме того, это также ламинариевые водоросли, они могут перерабатываться промышленностью, при этом качество сырья не ухудшается.

Таким образом, максимальное количество видов-эпифитов и наиболее крупные их формы наблюдаются на тех частях слоевища ламинарии, которые не используются в настоящее время промышленностью. Имеющая наибольшую промысловую ценность новая пластина менее всего подвержена обрастанию. Эпифиты пластины представлены микроскопическими формами и к моменту сбора урожая завершают свой жизненный цикл. На 2-й год использования плантационные установки обрастают незначительно и обрастатели не мешают росту ламинарии. Сопутствующие виды не конкурируют с выращиваемым видом. Однако при многолетнем использовании плантационных установок проблема борьбы с обрастанием не теряет своей актуальности.

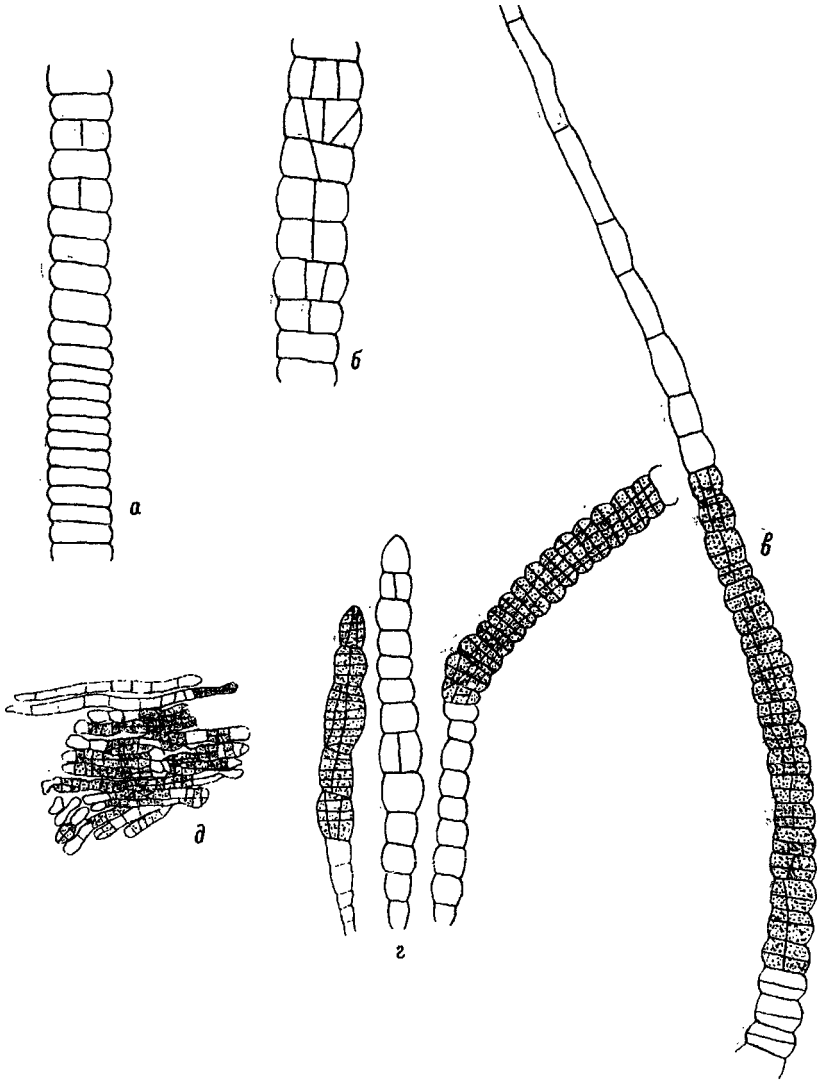

Рис. 2. *Litosiphon filiformis.*

а, б — фрагменты вегетативных нитей; *в* — верхушка фертильной нити; *г* — вертикальные нити около основания с многогнездными спорангиями; *д* — стелющиеся нити с многогнездными спорангиями.

В результате обработки настоящего материала обнаружено 3 вида, ранее для флоры Белого моря не указывавшихся.

Phaeostroma endophyticum (рис. 1).

Микроскопический эндофит, растет в подкоровом слое растения-базифита, с поверхности имеет вид веерообразных темных пятен 150—200×300—350 мкм. Вегетативные нити в жизненном цикле представлены слабо и быстро трансформируются в спорангии. Многогнездные спорангии 13—25×37—85 мкм, разделенные косыми и прямыми перегородками, расположены вееровидно.

Отмечался с конца июня до конца июля с многогнездными спорангиями на новых, единично на старых пластинах ламинарии. Массовое развитие в начале июля.

Phaeostroma parasiticum.

Микроскопический амфиэпифит, с поверхности имеет вид бурых пятен неправильной формы, 0.4—1.1×(0.4)1.0—1.1 мм. Слоевище состоит из 1-рядных, радиально расходящихся, обильно неправильно и односторонне разветвленных нитей, 8—15 мкм шир., с характерными одноклеточными булавовидными веточками, 15—17 мкм дл. и 13—15 мкм шир. Главная ось хорошо прослеживается от центра к периферии. Верхушки горизонтальных нитей по краям часто приподняты. В центре образуется многослойная структура в результате нарастания горизонтальных нитей друг на друга.

Встречен в конце июля в стерильном состоянии на новой пластине ламинарии.

Litosiphon filiformis (рис. 2).

Голоэпифит. Слоевище тонконитевидное, 0.2—1.0 см выс., прикрепляется стелющимися нитями, растущими радиально с образованием правильного диска 300—600 мкм в диам. От центра базального диска отходят простые членистые вертикальные нити, в нижней и верхней частях 1-рядные, в средней части многорядные, 15—17 мкм шир. Клетки вертикальных нитей цилиндрические и бочонковидные. Многогнездные спорангии образуются на горизонтальной и вертикальной частях слоевища. На стелющихся нитях они расположены интеркалярно, на вертикальных нитях — почти по всей длине, кроме нижней части нити и верхушки. Фертильные нити 17—40 мкм толщ.

Отмечался с конца июня до сентября с многогнездными спорангиями преимущественно на старой пластине, реже — на стволике и новой пластине ламинарии. Массовое развитие в конце июля.

Примечание. В июне и начале июля растения состоят из горизонтальной части или имеют слабо развитую вертикальную часть, представленную 1-рядными стерильными короткими нитями; многогнездные спорангии развиваются на горизонтальной части слоевища. В июле—сентябре многогнездные спорангии развиваются и на вертикальной части, а спорангии на горизонтальной части опустошаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Возжинская В. Б. Донные макрофиты Белого моря. М., 1986. 192 с.

Гемп К. П. Эпифиты промысловых водорослей Белого моря // Матер. рыбхоз. иссл. Сев. бассейна. Мурманск, 1967. Вып. 9. С. 82—94.

Успенская Г. Д. Некоторые данные к флоре макроэпифитов района Великой Салмы (Кандалакшский залив Белого моря) // Тр. Кандалакшского заповедника. 1963. Вып. 4. С. 274—277.

Северное отделение Полярного
научно-исследовательского института
морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н. М. Книповича
Архангельск

Получено 23 X 1995

SUMMARY

The checklist (41 species) of macroalgal epiphytes on *Laminaria saccharina* and overgrowers of plantational devices in the White Sea is given. Patterns of epiphyte distribution over *Laminaria* thallus and dynamics of their development in the summer period are described. Three species new for the White Sea flora are recorded.