

УДК 582.272(268.45)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФУКУСА ПУЗЫРЧАТОГО (*FUCUS VESICULOSUS* L.) И АСКОФИЛЛУМА (*ASCOPHYLLUM NODOSUM* (L.) JOLIS) НА ПОБЕРЕЖЬЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Н. Е. Толстикова

Биологию двух промысловых видов водорослей северных морей СССР — *Fucus vesiculosus* L. и *Ascophyllum nodosum* (L.) jolis подробно изучают в связи с тем, что потребность промышленности в этих водорослях с каждым годом возрастает.

В работах [2, 3, 4, 5, 7, 8] отражены различные стадии развития фукоидов. З. П. Тиховская [5] наиболее детально изучала циклы развития *Fucus vesiculosus* L. на Восточном Мурмане. В. В. Кузнецов [4] рассматривает биологические особенности фукоидов Белого моря по сравнению с таковыми на Восточном Мурмане.

Наши исследования, проведенные в 1972, 1973 гг. и в первой половине 1974 г., являются продолжением работ по биологии основных фукоидов Баренцева моря. Цель исследований — получить данные, необходимые для рационального ведения промысла. В зарослях мы выделяли возрастные группы и по ним давали все основные характеристики по ранее разработанной методике [6]. Это позволило выявить потенциальные возможности зарослей, их жизнестойкость и изменения во время промысла.

Ежемесячно проводились наблюдения за развитием зарослей фукуса и аскофиллума непосредственно на месте произрастания. Собранный материал обрабатывался в лабораторных условиях. Опытный участок был выделен на литорали недалеко от Мурманского морского биологического института в Дальнезеленецкой губе. В работе оказывали помощь сотрудники ММБИ А. Р. Маланская и А. Б. Соколова.

Наш опытный участок относится ко второму типу литоральных зарослей [1], характеризующихся наиболее полным набором фукоидов. Литораль представляет собой каменисто-валунную россыпь с небольшим углом наклона, участок с IV—III степеню прибойности.

Район наших работ располагается в юго-восточной части Баренцева моря за полярным кругом и имеет морской полярный климат, характеризующийся продолжительной зимой, коротким летом, значительной относительной влажностью воздуха и относительно небольшими изменениями его средних температур в течение года. Приливы правильные полусуточные. Длительность нахождения фукуса и аскофиллума вне воды составляет 5—7 ч. Сбор материала на протяжении 2,5 лет проходил в однотипных экологических условиях.

Фукус и аскофиллум — многолетние растения. Рецептакулы, содержащие антеридии и оогонии, развиваются на вершинах таллома у фу-

куса и по сторонам длинных ветвей на специальных коротких веточках у аскофиллума. Органы размножения являются однолетними образованиями. Заложение рецептакул в условиях Мурманского побережья Баренцева моря у фукуса начинается с декабря, у аскофиллума — с октября — ноября. Созревание рецептакул у обоих видов продолжается с мая до начала июня. С этого момента начинается сброс органов размножения и заканчивается к августу-сентябрю.

Оплодотворение происходит во внешней среде во время осушки зарослей, после выхода яйцеклеток и антерозоидов из скафидии (концептакул). Ооспоры, оседая на грунт, могут прорасти уже через 17—18 ч, но прорастание может происходить и в течение всего года, что доказывается наличием проростков в зарослях во все месяцы. Фукус и аскофиллум обладают также способностью регенерировать на оборванных ветвях пучки молодых побегов.

Так как фукус и аскофиллум относятся к многолетним растениям, их заросли присутствуют на литорали круглогодично. В течение года в популяциях происходят закономерные изменения, многие из которых отражаются на внешнем виде зарослей. При нормальных условиях развития, при отсутствии добычи заросли сохраняются в постоянном равновесии.

Поэтому всесторонне изучая заросли водорослей, еще не испытывающие отрицательного влияния антропогенных факторов, необходимо установить условия, способствующие нормальному развитию популяций, их основные закономерности, размерно-весовые характеристики водорослей. Такие данные позволят определить, что может подорвать запасы зарослей.

В зарослях фукуса и аскофиллума были выделены возрастные группы. Возраст растения определялся по принципу $X + 2$, где X — количество рядов воздушных пузырей на талломе, образующихся ежегодно, начиная с третьего года жизни. Растения, имеющие дихотомическое разветвление, еще не образовавшие воздушных пузырей, относятся к двухлеткам. Проростки без дихотомии — к однолеткам. Для определения возрастного состава популяций с трех площадок (50×50 см) было обработано свыше 10 тыс. экз. фукуса и 5 тыс. экз. аскофиллума.

Возраст у фукуса в районе исследований колебался от 1 года до 9 лет, у аскофиллума — от 1 года до 13 лет. Максимальная продолжительность жизни фукуса в Баренцевом море, по данным В. В. Кузнецова [4], 12 лет, по данным З. П. Тиховской [5], 9—10 лет, аскофиллума — 18 лет [4]. Основу зарослей аскофиллума составляют растения от 1 года до 8 лет, из которых половозрелыми являются экземпляры двух лет и старше. Во все месяцы года в зарослях по количеству экземпляров преобладали проростки и двухлетки.

Несмотря на большое количество проростков, основной фон и биомассу в зарослях все же создают взрослые растения, имеющие длину таллома свыше 10 см. Небольшой процент в зарослях составляют растения полностью заканчивающие свой жизненный цикл и растения, имеющие только срединный нерв с небольшой частью неразрушенного таллома у вершины, на котором еще формируются рецептакулы. Соотношение возрастных групп в зарослях меняется в течение года (табл. 1 и 2).

Наибольшее колебание численности в пределах возрастной группы наблюдается у растений первого, второго и в меньшей степени третьего года жизни. Значительный урон зарослям и особенно растениям в первые 3 года жизни наносится в зимние месяцы. Восстановление численности молодых растений происходит с приходом светового дня, т. е. с апреля — мая. Появляются новые проростки. Весеннее прорастание ооспор компенсирует зимнее уменьшение численности. В году наблю-

Таблица 1

Соотношение возрастных групп в популяции
Fucus vesiculosus L. (в % на 1 м²)

Возраст, годы	Октябрь	Ноябрь	Январь	Март	Май	Июнь—Июль	Август	Средне-годовая
1	71,0	57,0	14,0	70,0	63,0	74,0	44,0	66,20
2	11,9	31,0	50,0	16,0	19,0	14,0	35,1	19,40
3	5,0	6,0	8,0	3,0	9,0	3,0	12,0	6,0
4	7,0	3,0	12,0	4,0	2,0	3,91	5,0	4,0
5	4,0	2,4	9,5	4,2	1,2	4,0	3,0	3,0
6	1,0	0,6	6,0	2,2	0,6	1,0	0,86	1,18
7	0,1	—	0,5	0,54	0,19	0,09	0,13	0,2
8	—	—	—	0,05	0,01	—	0,01	0,01
9	—	—	—	0,01	—	—	—	0,01
<i>n</i>	4318	7391	1734	5143	10273	7503	6111	6451

Таблица 2

Соотношение возрастных групп в популяции
Ascophyllum podosum (в % на 1 м²)

Возраст, годы	Октябрь	Ноябрь	Март	Май	Июнь—Июль	Август	Средне-годовая
1	62,0	68,0	72,0	54,0	77,0	73,0	68,0
2	22,0	8,0	5,0	9,0	2,0	6,0	10,0
3	5,6	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
4	5,0	3,0	5,0	7,3	3,0	2,0	4,0
5	3,0	5,0	5,0	17,0	4,2	3,0	5,0
6	2,0	5,0	6,0	8,0	4,2	3,0	4,0
7	0,3	5,0	2,96	1,5	3,0	4,0	3,0
8	0,1	2,2	1,0	0,2	3,0	3,0	1,3
9	—	0,4	0,04	—	0,8	0,8	0,3
10	—	0,4	—	—	0,4	0,8	0,22
11	—	—	—	—	0,3	0,16	0,06
12	—	—	—	—	0,2	0,2	0,06
13	—	—	—	—	0,1	0,04	0,06
<i>n</i> _{общ}	5204	3695	2302	1588	2871	2434	2988

дается два пика развития проростков: осенью, когда после сбрасывания органов размножения начинает прорастать часть ооспор, попавшая на субстрат, и весной, когда начинает прорастать часть ооспор, оставшаяся до тех пор в покое.

Численность растений в возрастных группах старше 3 лет также подвержена значительным колебаниям. Половозрелый состав популяции немногочислен. Возрастные группы, начиная с 4 лет и старше, составляют всего около 20% от общего числа слоевищ в зарослях, но этого, очевидно, достаточно для нормального развития зарослей. Чтобы в суровых полярных условиях Баренцева моря выросло это небольшое количество растений-производителей, необходимо большое количество проростков, а они во время своего развития терпят значительные потери. В зарослях фукуса ежегодная потеря составляет от 60 до 90%, в зарослях аскофиллума — от 40 до 75% возрастной группы.

Основную нагрузку во время процесса размножения в зарослях фукуса несут растения в возрасте 4—5 лет, а в зарослях аскофиллума — в возрасте 5—7 лет (табл. 3 и 4). Чем старше возрастная группа, тем выше в ней процент плодоносящих растений.

Для фукуса и особенно для аскофиллума характерно объединение растений в кусты, которые состоят из нескольких взрослых растений и их общая подошва часто окружена «щеточкой» проростков.

Таблица 3

Количество растений с рецептакулами в зарослях фукуса
пузырчатого (в % на 1 м²)

Возраст, годы	Январь	Май	Июнь	Август
2	3/5	5/15	9/16	5/17
3	40/12	34/45	41/12	40/41
4	65/29	70/19	61/28	56/25
5	89/31	62/11	65/31	54/11
6	100/21	96/8	87/12	58/5
7	100/2	100/2	100/1	75,0,8
8	—	100/0,1	—	100/0,2
<i>n</i> _{общ}	28	21	33	12

Примечание. Здесь и в табл. 4 в числителе — количество растений с рецептакулами в возрастной группе, в знаменателе — количество растений с рецептакулами в возрастной группе от общего количества растений с рецептакулами в зарослях: *n*_{общ} — количество растений с рецептакулами от общего количества растений в зарослях.

Таблица 4

Количество растений с рецептакулами в зарослях аскофиллума (в % на 1 м²)

Возраст, годы	Март	Май	Июнь	Август	Октябрь
2	13/4	3/1	6/1	5/5	2/5
3	39/6	40/4	21,4	4/3	27/17
4	42/12	45/13	42/8	8/8	47/27
5	73/21	69/46	68/17	5/3	77/27
6	87/32	97/29	84/22	30/12	88/20
7	93/17	100/6	90/15	43/27	94/3
8	100/8	100/1	100/19	58/24	100/1
9	100/0,2	—	100/6	73/9	—
10	—	—	92/3	60/7	—
11	—	—	88/2	100,3	—
12	—	—	100/2	80/3	—
13	—	—	100/1	100/1	—
<i>n</i> _{общ}	61	56	65	25	24

В районе исследования длина таллома фукуса не превышала 50 см, аскофиллума — 100 см. Активный вегетативный рост приурочен к первым весенним месяцам у аскофиллума и к осенним — у фукуса, а в мае на фоне бурых зарослей хорошо заметны вновь растущие светло-зеленые вершины водорослей. Возможно, светло-зеленая часть вершин не является всей вновь выросшей частью таллома, а свидетельствует лишь о процессе нарастания в этих частях, так как светло-зеленая окраска скоро бурет и образующиеся также весной воздушные пузыри могут встречаться и на бурых вершинах. Светлые вершины заметны до июня, когда в зарослях начинает доминировать желтый цвет созреваемых рецептакул. На вершинах талломов — или воздушные пузыри, или рецептакулы. Летом вегетативный рост замедляется. Средний годовой прирост *F. vesiculosus* составляет в среднем 12 см (по данным В. В. Кузнецова эта величина достигает 18,4 см).

Для определения скорости и характера восстановления зарослей фукуса на побережье Восточного Мурмана в мае 1972 г. в литоральных зарослях фукуса был выбран валун на 80% заросший водорослями. С поверхности валуна были срезаны вместе с подошвой все водоросли. Очищенная площадка находилась в окружении нетронутых зарослей.

Поэтому приливо-отливными течениями на площадку захлестывались верхние части талломов рядом растущих водорослей.

Через 3 мес к августу на очищенном от водорослей валуне уже были заметны проростки от 2 до 5 мм в виде щеточек. Проростки располагались кольцами, отражая контуры срезанных в мае подошв взрослых растений.

В ноябре 1972 г. опытный участок был почти полностью равномерно покрыт проростками, которые имели уже плоские талломы светло-зеленого цвета без ветвей и высоту 20—30 мм. Наблюдаемый покров состоял из растений, выросших за 6 мес, и из только что появившихся из проросших ооспор.

Зимой рост останавливается. Основная масса проростков на опытном участке имела высоту 20 мм. Покров проростков был несколько реже, чем в ноябре.

В июне 1973 г. валун был покрыт светло-зелеными проростками, основная масса которых имела высоту до 50 мм, у части проростков (10%) на вершинах отмечались дихотомии 1, 2 и 3-го порядков. Но большинство составляли неразветвленные проростки высотой от 1 до 10 мм весеннего прорастания и от 30 до 50 мм осеннего прорастания с пластинчатыми талломами. Максимальную высоту (80 мм) имели единичные растения.

В мае 1974 г., т. е. спустя 2 года после начала опыта, водоросли на валуне имели буро-коричневый цвет, средняя высота растений на валуне достигала 45,7 мм, а максимальная высота таллома — 124 мм. Вегетативное развитие растений особенно активно на втором году жизни фукуса. Покров на валуне составляли проростки без ветвления и растения с дихотомиями от 1-го до 5-го порядка. При равной высоте растений отмечено различное количество дихотомий. За год может образоваться несколько дихотомий, поэтому их количество не может считаться возрастным признаком фукуса.

На очищенной площадке покров, по-видимому, восстанавливается и принимает вид окружающих ее зарослей только на четвертый год. Необходимый для нормального развития популяции возрастной состав формируется через 4—5 лет.

Выводы

1. Продолжительность жизни на Восточном Мурмане фукуса пузырчатого 9—10 лет, аскофиллума — 13 лет. Длина таллома фукуса в районе исследования не превышала 50 см, аскофиллума — 100 см.

2. В зарослях фукуса постоянно присутствуют растения в возрасте от 1 года до 6 лет, в зарослях аскофиллума — от 1 года до 8 лет. Фукус становится половозрелым с 3 лет, аскофиллум — с 2—3.

3. Ежегодная потеря в зарослях фукуса пузырчатого составляет от 60 до 90%, в зарослях аскофиллума — от 40 до 75% возрастной группы.

4. В зарослях фукуса на площадке, с которой полностью вместе с подошвой были срезаны водоросли, проростки появились через два летних месяца. Необходимый для нормального развития популяции фукуса пузырчатого возрастной состав сформировывается через 4—5 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинова Е. И. Основные типы зарослей водорослей литорали Мурмана.— «Океанология», 1966, вып. 1, с. 151—158.

2. Возжинская В. Б. Беломорские фукоиды — распределение, биология, развитие, продукция.— В кн.: Основы биологической продуктивности и ее использование. М., 1970, с. 172—182.

3. Зинова А. Д. Определитель бурых водорослей северных морей СССР. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1953, 224 с.

4. Кузнецов В. В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960. 322 с.

5. Тиховская З. П. Циклы жизни *Fucus vesiculosus* L. на Восточном Мурмане.—«Труды Мурманской морской биологической станции», 1955, с. 93—107.

6. Толстикова Н. Е. Методика исследования особенностей роста и продукции фукоидов в естественных условиях (Баренцево море). Тезисы докладов Всесоюзного совещания по морской альгологии—макрофитобентосу. М., ВНИРО, 1974, с. 129—131.

7. Knight, M. and Parke, M. A biological study of *Fucus vesiculosus* L. and *F. serratus* L. J. Mar. Biol. Ass. U.K., v. 29, No. 2, 1950, p. 439—514.

8. Printz, H. Algenvegetation of Trondjemsfiords skrift Norsk, Vidensk. Adad. Nat. Videnska, 5, 1, 1926. 273 p.

On biology and peculiarities of development of *Fucus vesiculosus* L. and *Ascophyllum nodosum* (L.) Jolis from the Barents Sea

N. E. Tolstikova

SUMMARY

The biology of *Fucus vesiculosus* and *Ascophyllum nodosum* was studied under natural conditions. Age frequencies were recognized in beds of both species and weight-size characteristics are given. The dynamics of populations and life-span were studied and the number of specimens participating in reproduction was determined. The restoration rate of disturbed beds of the aglae is evaluated. The life span of *F. vesiculosus* lasts 9—10 years and that of *A. nodosum* 13 years. The annual losses in the age groups amount to 60—90% in beds of *F. vesiculosus* and to 40—75% in those of *A. nodosum*. When all specimens of *F. vesiculosus* were cut out from a site new shoots appeared two months later in summer. The adequate age composition needed for normal development of the population may be restored in 5—6 years.
