

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ *FUCUS VESICULOSUS* L. БАРЕНЦЕВА МОРЯ

© 2007 г. М. В. Макаров, И. В. Рыжик, Г. М. Воскобойников, академик Г. Г. Матишов

Поступило 09.03.2007 г.

Динамика прибрежных вод оказывает большое влияние на морские макроводоросли. От нее зависит поступление и отток биогенных элементов и газов, освещенность (как результат взмучивания осадков). Интенсивность движения воды влияет на размеры и форму водорослей, темпы размножения, продолжительность жизни, физиологическую активность, содержание органических и минеральных веществ.

Целью данного исследования было сравнение морфологических и физиологических показателей *F. vesiculosus*, произрастающих в местах, различающихся по степени прибойности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в июле 2005–2006 гг. в районе губы Дальнезеленецкой Баренцева моря (69° с.ш., 36° в.д.). Одновозрастные растения (четыре дихотомических ветвления) *F. vesiculosus* отбирали в закрытом от прямого действия волн (затишный участок) и в мористом (прибойный участок) районах.

Морфологию тканей, качественный и количественный составы фотосинтетических пигментов (β -каротин, виолаксантин, фукоксантин, хлорофиллы *a* и *c* и их соотношение) анализировали в апикальной части таллома по стандартным и модифицированным методикам [1–3].

Видимый фотосинтез и интенсивность дыхания растений в экспериментальных условиях (освещение 83 и 8 Вт/м² в зависимости от условий эксперимента, температура 8°C, постоянное перемешивание воды при помощи магнитных мешалок) измеряли каждые 10 мин в течение 12 ч с использованием термооксиметра AQUA-OXY (АО “ТРЕНГ”, Эстония).

У растений из обоих мест определяли сухую массу и удельную площадь (отношение площади пластины к ее массе).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием дисперсионного анализа (уровень достоверности 95%).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнении *F. vesiculosus*, обитающих в местах, различающихся по степени прибойности, были выявлены следующие особенности внутреннего строения их талломов.

Коровый слой растений состоит из одного ряда продолговатых клеток. У растений из прибойного места на 1 мм² слоя приходится около 25 тыс. клеток. На поперечном срезе их диаметр составляет в среднем 7.5 мкм. У растений из затишных участков на 1 мм² слоя приходится 15–16 тыс. клеток диаметром в среднем 10 мкм.

В промежуточном слое *F. vesiculosus*, произрастающих в прибойном месте, клетки располагаются плотнее. В центральном слое у них преобладают гифообразные клетки, у растений из затишных мест превалирует межклеточное вещество. У растений из прибойного места отсутствует четкая граница между промежуточным и центральным слоями клеток. В кутикуле растений отличий не выявлено.

Общее количество фотосинтетических пигментов, в расчете на массу, у *F. vesiculosus* из прибойных мест обитания выше, чем у растений из затишного района (0.67 и 0.53 мг/г сыр. массы соответственно). Отношение суммы каротиноидов к сумме хлорофиллов достоверно не различается (0.32 в прибойном месте и 0.36 в затишном).

Для обеспечения функциональной активности большего количества внутренних гетеротрофных клеток увеличивается число фотосинтезирующих клеток корового слоя. Это ведет к более высокому содержанию фотосинтетических пигментов на единицу площади и массы таллома, хотя при пересчете на одну клетку корового слоя у

растений из обоих мест обитания количество фотосинтетических пигментов оказывается равным.

В экспериментальных условиях при освещении 83 Вт/м^2 (пасмурный день) видимый фотосинтез у *F. vesiculosus* из прибойного места достоверно ниже, чем из затишного (1.01 и $1.12 \text{ мг О}_2/\text{ч} \cdot \text{г сыр. массы}$ соответственно). Снижение скорости фотосинтеза растений, произрастающих в прибойных местах, могло быть вызвано снижением интенсивности движения воды. Показано, что в условиях высокой интенсивности движения воды уровень фотосинтеза растений повышается [4].

При низком уровне освещения (8 Вт/м^2) скорость выделения кислорода снижается, и у растений из прибойного места уровень видимого фотосинтеза достоверно выше, чем из затишного (0.22 и $0.18 \text{ мг О}_2/\text{ч} \cdot \text{г сыр. массы}$ соответственно).

В данном случае скорость фотосинтеза лимитируется низким уровнем освещения. Однако у растений из прибойных мест обитания за счет большего количества фотосинтетических клеток скорость фотосинтеза оказывается выше.

Потребление кислорода в процессе дыхания у *F. vesiculosus* из обоих мест не отличалось и составляло $0.16 \text{ мг О}_2/\text{ч} \cdot \text{г сыр. массы}$.

Содержание сухого вещества в растениях достоверно не отличалось ($19.3 \pm 0.57\%$ в прибойном и $19.2 \pm 1.05\%$ в затишном районах). Вероятно, отсутствие различий вызвано использованием в экспериментах молодых растений. Для *F. vesiculosus* старших возрастов показана прямая зависимость между содержанием сухого вещества и степенью прибойности [5].

Удельная площадь апексов *F. vesiculosus* из прибойного места достоверно ниже, чем из затишного (1.51 ± 0.06 и $1.77 \pm 0.11 \text{ мм}^2/\text{мг сыр. массы}$ соответственно), и соотношение объема и площади поверхности *F. vesiculosus* из прибойных мест оказывается выше.

У ламинарии, как было показано нами ранее [6], в условиях интенсивного движения воды увеличивается число слоев фотосинтезирующих клеток, у *F. vesiculosus* дополнительный ассимилирующий слой не развивается. Возможно, это происходит из-за большого содержания во внешнем слое клеток темноокрашенных структурных элементов (например, физод), снижающих поступление света в нижележащие слои.

Данное исследование показало, что морфологические изменения талломов *F. vesiculosus* из прибойных мест обитания (большее количество структурных элементов (клеток), меньшая удельная площадь) направлены на повышение механической прочности таллома. Функционирование большего количества гетеротрофных клеток обеспечивается большим количеством фотосинтезирующих клеток. Наблюдаемая в связи с этим более высокая интенсивность фотосинтеза связана также и с высокой скоростью обмена со средой (скоростью поступления газов и оттока метаболитов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ли Б.Д. Экологические аспекты фотосинтеза морских растений. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 38–54.
2. Jeffrey S.W., Humphrey G.F. // *Biochem. und Physiol. Pflanz.* 1975. Bd. 167. S. 191–194.
3. Воскобойников Г.М., Камнев А.Н. Морфофункциональные изменения хлоропластов в онтогенезе водорослей. Л.: Наука, 1991. 96 с.
4. Wheeler W.N. // *Mar. Biol.* 1980. V. 56. P. 103–110.
5. Рыжик И.В. Морфо-функциональные особенности промысловых водорослей из разных биотопов Баренцева моря. Автореф. канд. биол. наук. Мурманск, 2005.
6. Рыжик И.В. Материалы XXIV конф. молодых ученых ММБИ. Мурманск, 2006.