

ISSN 0203-4646

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ

1871



37

1991

9. Фирсов Ю. К. Иерархический структурно-функциональный анализ морской многоклеточной водоросли *Cystoseira barbara*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Севастополь, 1984. — 20 с.
10. Хайлов К. М., Парчевский В. П. Иерархическая регуляция структуры и функции морских растений. — Киев: Наук. думка, 1983. — 254 с.
11. Хайлов К. М. Два способа выражения интенсивности фотосинтеза у морских макрофитов в связи с их функциональной морфологией // Биология моря, Владивосток. — 1984. — Вып. 6. — С. 36—40.
12. Хайлов К. М., Макаров В. Н., Хохряков К. В. Морфофизиологические и биохимические параметры ламинарии сахаристой в условиях плантационного выращивания в Баренцевом море // Актуальные проблемы современной альгологии. — Киев: Наук. думка, 1987. — С. 9.

Одесский филиал Ин-та биологии юж. морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Получено 29.05.89

G. G. MINICHEVA

A RELATION OF THE PRODUCTION AND MORPHOLOGICAL PARAMETERS IN LAMINATED ALGA PORPHYRA LEUCOSTICTA THUR.

Summary

It is shown that integral functional exponents such as relative increment of mass and surface depend on the morphological structure of the thallus. Directly proportional linear dependence of the production parameters on the value of the specific surface in laminated alga *P. leucosticta* permits concluding that an index of the specific surface may be used in the phytocenotic studies of macrophytobenthos as a relative estimate of the functional activity of different species depending on their morphological structure.

УДК 546.39.582.273.581.143

В. А. РОМАНЮК, О. И. ОСКОЛЬСКАЯ

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АММОНИЯ В СРЕДЕ НА РОСТ И ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЕВИЩ GRACILARIA VERRUCOSA И G. SPECIES

Показана зависимость роста фрагментов грацилярии от концентрации NH_4^+ в широком диапазоне. Выявлены различные зоны толерантности к действию аммония у рассмотренных видов. Токсическое действие ионов аммония на фрагменты *G. species* при концентрациях с $10\,000\text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ и выше вызывает увеличение выхода собственной флуоресценции фикоэритрина, что свидетельствует о нарушении миграции энергии с фикоэритрина на хлорофилл *a*, тогда как для *G. verrucosa* в исследованном диапазоне концентраций разрушающего действия NH_4^+ не обнаружено; кроме того, наблюдалось снижение АТФазной активности. Концентрации NH_4^+ в среде, начиная с $7\,000\text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$, вызывают у обоих видов формирование сильно рассеченного таллома (по 3—4 боковых веточки на 1 см длины таллома). Изучение рассеченной и нерассеченной внутривидовых экоморф у двух видов грацилярии подтверждает факт прямой зависимости габитуальных характеристик таллома от факторов среды и одновременно указывает на видоспецифический характер физиологических параметров конкретных экоморф. Можно ожидать, что при культивировании в естественных условиях *G. species* пригодна для районов с небольшой степенью эвтрофикации аммонием, тогда как *G. verrucosa* устойчива к концентрациям до $15\,000\text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$.

Известно, что морфология слоевищ водорослей зависит не только от систематической принадлежности, но и от экологических условий роста данного вида [5, 9]. В частности, большое влияние на морфогенез оказывает скорость движения воды [15], освещенность [7, 8, 12], концентрация элементов минерального питания [11] и их соотношение [13]. В связи с этим весьма интересным представляется выявление зависимости изменения морфологических показателей агароносной водоросли грацилярии от концентрации аммонийного питания, представляющего, с одной стороны, важный для роста компонент, с другой — по

© В. А. Романюк, О. И. Оскольская, 1991

достижении определенных концентраций являющийся токсичным [10, 14].

Целесообразность этих исследований определяется также и тем, что рост грацилярии часто приурочен к местам впадения рек, воды которых в весенний период содержат высокие концентрации аммо-

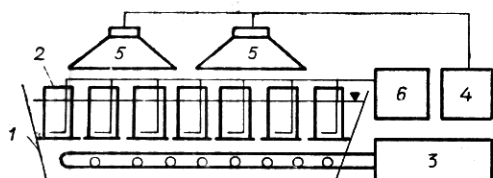


Рис. 1. Модуль лабораторной установки для культивирования агарофитов (ЛУ-КА-1М):

1 — реакционная камера с пресной водой в качестве теплоносителя; 2 — реакционные сосуды с фрагментами водорослей; 3 — термостат со змеевиком; 4 — блок управления питанием осветительных ламп; 5 — осветительные лампы (ДРЛ-400); 6 — блок управления барботажем

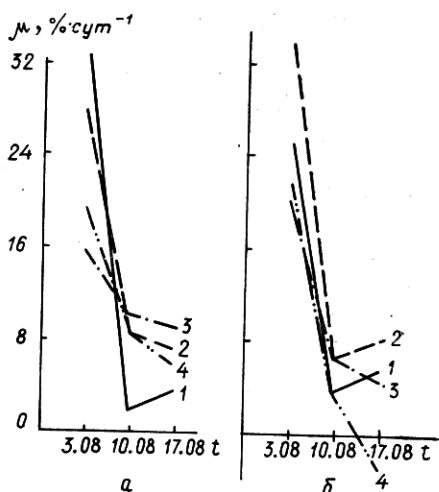


Рис. 2. Кривые роста фрагментов *G. verrucosa* (а) и *G. species* (б) в среде с различным содержанием аммония:

1 — 100 мкг·л⁻¹; 2 — 7 000; 3 — 10 000; 4 — 15 000 мкг·л⁻¹

ния, что зачастую приводит к массовой гибели макрофитов. Так, в устье р. Раздольной в период половодий и затяжных дождей концентрация аммонийного азота достигает 15 000 мкг·л⁻¹. Встречающийся в этом районе диапазон концентраций $[\text{NH}_4^+]\text{—N}$ был применен для изучения влияния его на состояние грацилярии (от 100 до 15 000 мкг·л⁻¹).

Цель настоящего исследования — изучение соотношения морфологических и физиолого-биохимических характеристик слоевищ у двух видов грацилярии (*G. species* и *G. verrucosa*) в связи с воздействием на них различных уровней аммонийного питания.

Для опытов по культивированию грацилярии с разной степенью рассеянности таллома готовили апикальные фрагменты слоевищ длиной 4—6 см без боковых веточек. Подращивание фрагментов осуществлялось в стеклянных сосудах емкостью 3 л в лабораторной установке для культивирования агарофитов на базе лаборатории культивирования водорослей ТИНРО. Блок-схема одного из модулей установки представлена на рис. 1. Среда культивирования — морская вода с добавками сульфата аммония в концентрациях от 7 000 до 15 000 мкг·л⁻¹ и двухзамещенного фосфата натрия в пределах 700—1 500 мкг·л⁻¹ в расчете на атом азота и фосфора ($[\text{NH}_4^+]\text{—N}$ и $[\text{PO}_4^{+3}]\text{—P}$) соответственно. Фоновая среда — морская вода без добавок солей, содержащая 100 мкг·л⁻¹ азота и 20 мкг·л⁻¹ фосфора, служила контролем. Концентрацию аммония в морской воде определяли методом Ваттенберга, фосфатов — методом Морфи—Райли [2]. Уровень освещенности фрагментов в сосудах и фотопериод поддерживались равными соответственно 25 Вт·м⁻² ФАР и 12 : 12 (свет : темнота). Требуемый уровень освещенности устанавливался с помощью термостолбика РТН-2У, снабженного съемным граничным светофильтром СЗС-24 для выделения физиологически активной области радиации (ФАР). Температура в опытах с обоими видами грацилярии поддерживалась равной $+24 \pm 0,5^\circ\text{C}$ с помощью термостата И-10.

Подращивание фрагментов осуществляли в непроточном режиме. Смену среды проводили через трое суток. Скорость роста определяли увеличением средней сырой массы фрагментов (20 шт. в каждом сосу-

де) по формуле $\mu = \frac{m_t - m_0}{m_0} \cdot 100\%$, где m_0 и m_t начальная и конечная средняя масса фрагментов в период подращивания; $\Delta t = t_t - t_0$.

Взвешивание сырой массы осуществляли в день смены среды после предварительного удаления влаги с поверхности слоевища фильтровальной бумагой.

Тестом на усвоение подаваемого в среду аммония служило различие в содержании фотосинтетических пигментов фикоэритрина и хлорофилла *a*, рассматриваемых как аккумуляторы азота [12]. Содержание пигментов оценивалось по методу, описанному в работе [3]. Оптическая плотность пигментов определялась на СФ-10. Спектры флуоресценции фрагментов регистрировали на установке, собранной по известной схеме [4]. Флуоресценцию пигментов в нативных образцах возбуждали интегрально через светофильтр СЗС-22. Излучение регистрировали через монохроматор СРМ-2 посредством фотоэлектронного умножителя ФЭУ-38, усилителя потока (ЛПУ-01) и потенциометра ЭПП-С9.

Изменение габитуса фрагментов в ходе эксперимента оценивали с помощью показателей приведенной удельной поверхности S_0 , которые находили по формуле [1] $S_0 = \frac{\sqrt{S}}{\sqrt[3]{W}}$ где S — площадь поверхности объекта; W — его объем. Величина S_0 не зависит от абсолютных размеров тела, отражая лишь степень развития его поверхности.

Для обоих видов грацилярии определяли АТФазную активность [6] в качестве показателя адсорбционной активности и физиологического состояния растений.

На рис. 2, представлены кривые роста средней сырой массы фрагментов *G. verrucosa* (рис. 2, а) и *G. species* (рис. 2, б) в различных по уровню аммонийного питания условиях. Из рис. 2 видно, что скорость роста зависит от концентрации азота, причем у *G. species* к концу третьей недели наблюдается сильное ингибирование роста при концентрациях 10 000 и 15 000 мкг·л⁻¹, тогда как у *G. verrucosa* к концу третьей недели самый интенсивный рост отмечен при концентрации $[\text{NH}_4^+] - \text{N}$ 10 000 мкг·л⁻¹.

Содержание фикоэритрина и хлорофилла в расчете на сырой вес водорослей в зависимости от концентрации аммония представлено на рис. 3. Содержание фикоэритрина (см. рис. 3) в значительно большей степени, чем хлорофилла, подвержено изменению под воздействием различных концентраций NH_4^+ . Это указывает на то, что аккумулирующими азот свойствами [12] у рассматриваемых видов грацилярии в основном обладает фикоэритрин. Обращает на себя внимание различие характера зависимости содержания фикоэритрина от высоких концентраций азота (свыше 7 000 мкг·л⁻¹) у *G. verrucosa* и *G. species*. Если у фрагментов *G. verrucosa* зависимость содержания фикоэритрина от концентрации NH_4^+ в рассматриваемом диапазоне практически линейна, то кривая содержания этого пигмента у фрагментов *G. species* проходит через максимум при 7 000—10 000 мкг·л⁻¹, а при 15 000 мкг·л⁻¹ резко падает. Следовательно, *G. verrucosa* обладает большей, чем *G. species*, адаптоспособностью к аммонiu.

Падение содержания фикоэритрина у *G. species* в указанной области концентраций аммония сопровождается значительным усилением выхода флуоресценции этого пигмента как при абсолютной величине, так и относительно выхода флуоресценции хлорофилла *a* (рис. 4). Это свидетельствует о нарушении миграции световой энергии с фикоэритрина на хлорофилл *a*. Визуально токсическое воздействие высоких концентраций NH_4^+ в среде проявляется в разрушении точек роста и появлении некротических пятен на слоевищах.

Нарушение миграции энергии с фикоэритрина на хлорофилл *a* у *G. species* наблюдается уже на стадии индуцированного аммонием на-

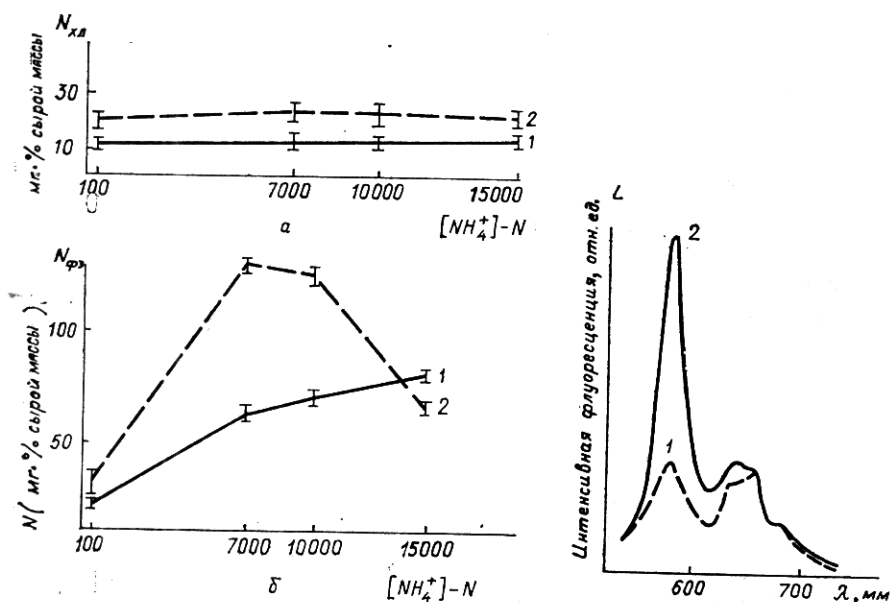


Рис. 3. Содержание хлорофилла ($N_{xл}$ а) и фикоэритрина ($N_{ф}$ б) в талломах *G. verrucosa* (1) и *G. species* (2) при различных концентрациях аммонийного азота

Рис. 4. Спектры излучения флуоресценции фрагментов *G. species* (возбуждение в области спектра 540—350 нм), выращенных при концентрации аммония в среде 450 $мкг \cdot л^{-1}$ (1) и 15 000 $мкг \cdot л^{-1}$ (2)

копления фикоэритрина, наступающего в первую неделю подращивания фрагментов, хотя внешнее проявление отравления наблюдалось лишь по истечении двух-трех недель. При этом токсическое действие аммония снималось, если фрагменты помещали в морскую воду с фоновым содержанием аммония на ранней (недельной) стадии подращивания в среде, содержащей 15 000 $мкг \cdot л^{-1}$, и было необратимым на более поздних стадиях. Таким образом, люминесцентная диагностика состояния фрагментов может служить методом раннего обнаружения токсического действия аммония на водоросль в культуре с целью его последующего устранения.

В ходе эксперимента выявлена зависимость формирования таллома грацилярии обоих видов от концентрации аммонийного азота в среде. Так, у растений, рост которых происходил при концентрациях NH_4^+ от 7 000 до 10 000 $мкг \cdot л^{-1}$, к концу третьей недели образовалось по три-четыре новых боковых веточки длиной до 0,5 см на 1 см длины таллома, в то время как при концентрациях азота 100 $мкг \cdot л^{-1}$ — боковых веточек на слоевище было в 6—7 раз меньше. Кроме того, при концентрациях азота от 7 000 до 10 000 $мкг \cdot л^{-1}$ значительно увеличивается длина ветвей талломов при незначительном увеличении их диаметра. В результате происходит преимущественное развитие поверхности таллома в сравнении с его объемом, что приводит к заметному увеличению приведенной удельной поверхности (S_0). Максимальное развитие поверхности у *G. species* (рис. 5) соответствует концентрации 7 000 $мкг \cdot л^{-1}$, а у *G. verrucosa* — от 1 000 до 15 000 $мкг \cdot л^{-1}$, при этом максимальные значения S_0 у обоих видов в этом эксперименте достигают 5,0. Таким образом, в течение трех недель из фрагментов с $S_0 = 3,94—3,95$ развиваются растения с $S_0 = 5,10$, хотя для каждого из этих видов необходима своя, специфическая концентрация NH_4^+ . В контрольном варианте S_0 за три недели увеличилось до 4,12.

Изменение АТФазной активности (A) при изучаемых концентрациях азота возможно интерпретировать при рассмотрении этого процесса во времени, так как через три недели воздействия азота в концентрациях

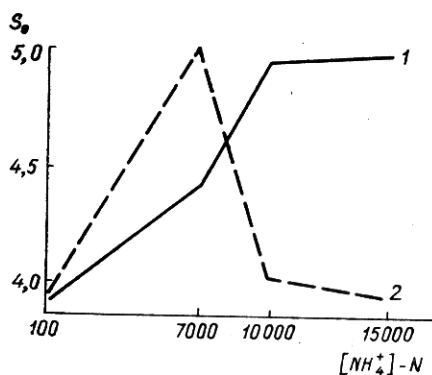


Рис. 5. Кривые зависимости развития приведенной удельной поверхности (S_0) у *G. verrucosa* (1) и *G. species* (2) от концентрации аммонийного азота в среде

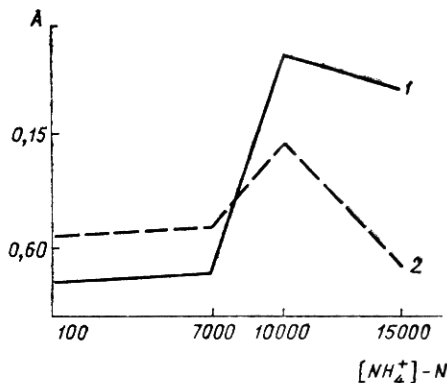


Рис. 6. Кривые зависимости АТФазной активности (A) у *G. verrucosa* (1) и *G. species* (2) от концентрации аммонийного азота

до 7 000 мкг·л⁻¹, что близко к таковым в природе устьевых районов, происходит небольшой подъем A у обоих видов грациллрии, причем у *G. species* значения A примерно в 2 раза больше, чем у *G. verrucosa* (рис. 6); при концентрации азота 10 000 мкг·л⁻¹ A резко возрастает, но для *G. verrucosa* максимум АТФазы оказывается значительно выше, чем для *G. species*. При 15 000 мкг·л⁻¹ наблюдается спад A у обоих видов. Причину перекрещивания кривых АТФазной активности двух видов грациллрии (рис. 6) можно установить при рассмотрении динамики влияния различных концентраций азота на A и S_0 (рис. 7, 8). Как видно из рис. 7, у *G. species* при концентрациях 100 и 7 000 мкг·л⁻¹ через две недели воздействия наступает стабилизация ферментативной активности, а у *G. verrucosa* при концентрациях 7 000 и 10 000 мкг·л⁻¹ и через три недели не наблюдается подавления АТФазы; при концентрации азота 15 000 мкг·л⁻¹ спад АТФазной активности происходит через две недели.

Развитие поверхности культивируемых фрагментов при концентрациях NH_4^+ в среде 100 и 7 000 мкг·л⁻¹ у *G. species* характеризуется более ранним (через две недели) появлением часто расположенных боковых веточек, тогда как у *G. verrucosa* боковые веточки максимально развивались при концентрациях азота 15 000 мкг·л⁻¹ через три недели культивирования.

Перекрещивание кривых на рис. 6 можно объяснить тем, что резкое повышение АТФазной активности, предшествующее развитию боковых веточек и усиленному адсорбирующему питанию, у *G. species* наступает уже в первую неделю подраживания при концентрации азота 10 000 мкг·л⁻¹, тогда как у *G. verrucosa* этот процесс приурочен при той же концентрации азота к третьей неделе культивирования. Кривые на рис. 6 построены по результатам анализа АТФазной активности талломов недельного срока подраживания.

При сопоставлении этих результатов с данными темпов роста талломов при разных концентрациях азота (см. рис. 2) выявляются следующие тенденции: при концентрациях азота 100 и 7 000 мкг·л⁻¹ к концу третьей недели темп роста (см. рис. 2) и АТФазная активность (см. рис. 6) выше у *G. species*. При концентрациях 10 000 и 15 000 мкг·л⁻¹ оба этих показателя более высокие у *G. verrucosa*. То же можно сказать и о приведенной удельной поверхности слоевищ (см. рис. 5).

Исходя из рис. 2 можно заключить, что концентрации аммонийного азота 7 000 и 10 000 мкг·л⁻¹, особенно в первую неделю воздействия, способствуют увеличению темпов роста у *G. species*, тогда как концентрация 15 000 мкг·л⁻¹ оказывается для этого вида губительной. Те же тенденции прослеживаются и в динамике АТФазной активности.

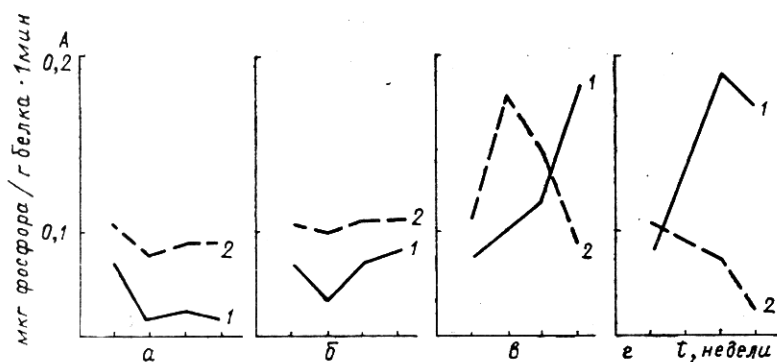


Рис. 7. Характер изменения АТФазной активности (А) во фрагментах *G. verrucosa* (1) и *G. species* (2) во времени при различных концентрациях аммонийного азота:

а — 100 мкг·л⁻¹; б — 7 000; в — 10 000; г — 5 000 мкг·л⁻¹

Из сопоставления показателей А, S_0 и темпа роста с содержанием пигментов можно заключить, что повышение содержания хлорофилла и фикоэритрина в талломах *G. species* происходит при концентрациях азота 100 и 7 000 мкг·л⁻¹ и уменьшается при 10 000 и 15 000 мкг·л⁻¹, причем при концентрациях 100 и 7 000 мкг·л⁻¹ эти значения выше у *G. species*. При 15 000 мкг·л⁻¹ все указанные параметры у *G. species* критически падают ниже аналогичных у *G. verrucosa*. Следовательно, в силу физиологической видоспецифичности *G. verrucosa* более устойчива к воздействию аммонийного азота, чем *G. species*, и для активизации ее ростовых процессов требуется большое количество NH_4^+ ; развитие поверхности таллома требует также повышенных, по сравнению с *G. species*, концентраций аммонийного азота и несколько более длительного времени воздействия.

Заключение. Рост фрагментов грацилярии зависит от концентрации NH_4^+ в широком диапазоне. При этом обнаружены различные диапазоны толерантности к действию аммония у рассматриваемых видов. Концентрации NH_4^+ с 10 000 мкг·л⁻¹ вызывают необратимое токсическое воздействие на фрагменты *G. species*, тогда как фрагменты *G. verrucosa* не проявляют признаков отравления в рассматриваемом (100—15 000 мкг·л⁻¹) диапазоне концентраций NH_4^+ . Уровень концентрации аммонийного азота в среде отражается на содержании фикоэритрина, но почти не сказывается на концентрации хлорофилла а в расчете на

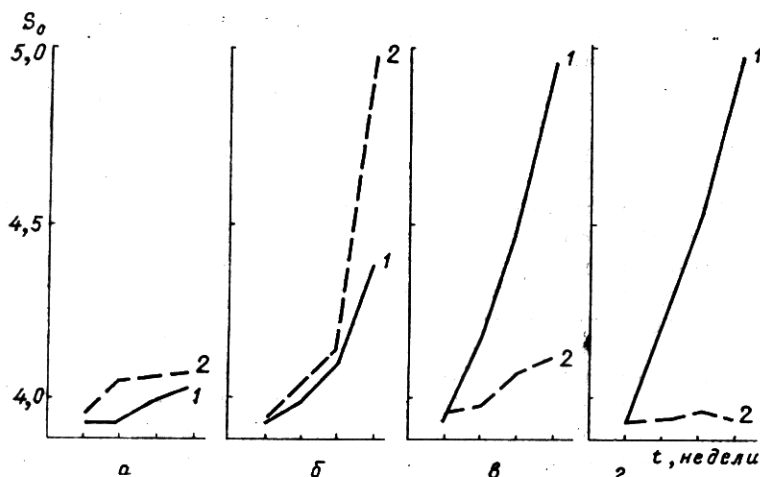


Рис. 8. Характер изменения приведенной удельной поверхности фрагментов *G. verrucosa* (1) и *G. species* (2) во времени при различных концентрациях аммонийного азота:

а — 100 мкг·л⁻¹; б — 7 000; в — 10 000; г — 15 000 мкг·л⁻¹

Содержание хлорофилла a ($N_{\text{хл } a}$), фикоэритрина ($N_{\text{фэ}}$) и соотношение $N_{\text{хл } a}/N_{\text{фэ}}$ (в мг. % сырого веса) в талломах *G. verrucosa* и *G. species* при подращивании в среде с различным содержанием аммонийного азота

Вид	Концентрация $[\text{NH}_4^+] - \text{N}$, $\text{мкг} \cdot \text{л}^{-1}$	$N_{\text{хл } a}$		$N_{\text{фэ}}$		$N_{\text{хл } a}/N_{\text{фэ}}$	
		Колебания	М	Колебания	М	Колебания	М
<i>G. verrucosa</i>	100	11,88—12,04	12,00	23,80— 24,67	24,50	0,48—0,54	0,50
	7000	10,00—10,11	10,05	65,00— 65,32	65,12	0,11—0,16	0,15
	10000	9,93—10,04	9,95	69,12— 71,08	70,03	0,10—0,16	0,14
	15000	9,71—10,02	9,80	80,01— 80,12	80,07	0,09—0,13	0,12
<i>G. species</i>	100	12,20—20,41	20,00	30,08— 31,19	31,11	0,62—0,66	0,65
	7000	19,22—20,31	20,02	128,8 —134,04	130,02	0,12—0,17	0,15
	10000	20,00—20,12	20,08	124,25—125,12	125,06	0,12—0,18	0,16
	15000	14,97—15,07	15,02	64,58— 65,97	65,20	0,20—0,27	0,23

сырой вес фрагментов грацилярии. Эта зависимость различна у образцов *G. species* и *G. verrucosa*. Отношение хлорофилла a к фикоэритрину у *G. species* с ростом концентрации аммония в среде уменьшается в диапазоне $[\text{NH}_4^+] - \text{N}$ 100—10 000 $\text{мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ и увеличивается в диапазоне 1 000—15 000 $\text{мкг} \cdot \text{л}^{-1}$. Величина этого отношения у образцов *G. verrucosa* падает во всем диапазоне изученных концентраций (таблица).

Токсическое действие ионов аммония на фрагменты *G. species* при концентрациях с 1000 $\text{мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ и выше вызывает увеличение выхода собственной флуоресценции фикоэритрина, что свидетельствует о нарушении миграции энергии с фикоэритрина на хлорофилл a . Разрушающего действия NH_4^+ на фикоэритрин во фрагментах *G. verrucosa* в исследованном диапазоне концентраций $[\text{NH}_4^+] - \text{N}$ не обнаружено.

После двух недель воздействия аммонийного азота в концентрации с 10 000 $\text{мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ и выше в талломах *G. species* все изученные нами физиолого-биохимические и габитуальные показатели резко снижались, в то время как у *G. verrucosa* они оставались достаточно высокими, что свидетельствует о выраженной физиологической видоспецифичности исследованных макрофитов.

При концентрации NH_4^+ в среде 7 000 $\text{мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ у обоих видов происходит формирование мощного, сильно рассеченного таллома. Все качественные габитуальные изменения, происходящие по мере роста талломов (изменение длины, толщины, степени разветвленности), нашли отражение в динамике S_0 . Этот показатель отражает характер морфологических адаптаций организмов и служит критерием при выделении экоморф (жизненных форм) [1]. Используя показатель S_0 , видно, что из нерассеченной экоморфы оба вида грацилярии в процессе роста и ветвления образуют рассеченную экоморфу. Можно ожидать, что при культивировании в естественных условиях *G. species* пригодна для районов с небольшой степенью эвтрофикации аммонием, тогда как *G. verrucosa* устойчива к концентрациям до 15 000 $\text{мкг} \cdot \text{л}^{-1}$.

Таким образом, изучение внутривидовых экоморф (рассеченной и нерассеченной) двух видов грацилярии подтверждает факт прямой зависимости габитуальных характеристик от факторов среды и одновременно указывает на видоспецифический характер физиолого-биохимических характеристик конкретных экоморф.

1. Алев Ю. Г. О биогиродинамических различиях планктона и нектона // Зool. журн. — 1972. — 51, вып. 1. — С. 5—12.
2. Бородавский О. К., Иваненков В. Н. Методы гидрохимических исследований океана. — М.: Наука, 1978. — 272 с.
3. Ли Б. Д. Разделение, идентификация и количественное определение фотосинтетических пигментов макробентосных водорослей // Экологические аспекты фотосинтеза макроводорослей. — Владивосток: Изд-во ДВНЦ, 1978. — С. 38—54.
4. Литвинов Ф. Ф., Синещев В. А. Установка для спектральных измерений люминесценции при монохроматическом возбуждении в видимой и ближней инфракрасной области // Биофизика. — 1963. — 8. — С. 17—22.

5. Калугина-Гутник А. А., Миронова Н. В., Полищук Р. А. Морфологическая и физиолого-биохимическая характеристика роста *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Parenf. в опытах с различными питательными средами // Промысловые водоросли и их использование. — М.: Изд-во ВНИРО, 1987. — С. 84—98.
6. Полевой В. В., Максимов Г. В. Методы биохимического анализа растений. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. — 192 с.
7. Романюк В. А., Звалинский В. И. Флуоресценция и организация пигментов анфельции из разных по освещенности мест обитания // Биология анфельции. — Владивосток: Изд-во ДВНЦ, 1980. — С. 65—74.
8. Beer S., Levy J. Effects of photon fluence rate and light spectrum composition on growth, photosynthesis and pigment relation in *Gracilaria* sp. // J. Phycol. — 1983. — N 19. — P. 516—522.
9. De Boer J. A. Effect of nitrogen enrichment on growth rate and phycocolloid content in *Gracilaria foliifera* and *Neoagardhiella boileyi* (Florideophyceae) // Proc. ninth Int. seaweed symp. — Princeton: N. J., 1979. — P. 263—271.
10. D'Elia C. F., De Boer J. A. Nutritional studies of two red algae. II. Kinetics of ammonium and nitrate uptake // J. Phycol. — 1978. — 14. — P. 266—272.
11. Fujita R. M. The role of nitrogen states in regulation transient ammonium uptake and nitrogen storage by macroalgae // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. — 1985. — 92. — P. 283—301.
12. Lapointe B. E. The effects light and nitrogen on growth, pigment content and biochemical composition of *Gracilaria foliifera* var. *angustissima* (Gigartinales, Rhodophyta) // J. Phycol. — 1981. — 17. — P. 9—95.
13. Lapointe B. E., Tenore K. R., Dames C. J. Interaction between light and temperature on the physiological of *Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta). J. Growth, photosynthesis and respiration // Marine Biology. — 1984. — 80. — P. 161—170.
14. Nelson S. G., Tstusui R. M., Best B. R. A preliminary evaluation of the mariculture potential of *Gracilaria* (Rhodophyta) in Micronesia: Growth and ammonium uptake // Proc. symp. useful algae. — Univ. Calif., 1980. — P. 72—75.
15. Parcer H. S. Effects of Simulated Current on the Growth Rate and Nitrogen Metabolism of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyta) // Mar. Biol. — 1982. — 69, N 2. — P. 137—145.

Ин-т биологии юж. морей

им. А. О. Ковалевского АН УССР, Севастополь

Получено 20.02.89

V. A. ROMANYUK, O. I. OSKOLSKAYA

EFFECT OF DIFFERENT AMMONIUM CONCENTRATIONS IN THE MEDIUM ON THE GROWTH AND FORMATION OF THALLI IN *GRACILLARIA VERRUCOSA* AND *G. SPESIES*

Summary

The growth of *Gracilaria* fragments is shown to depend on the concentration of NH_4^+ within a wide range. Different zones of the species tolerance to the ammonium effect are revealed. Toxic action of ammonium ions (concentrations from $10000 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ and higher) on *G. spesies* fragments increases yield of proper phycoerythrine fluorescence, that testifies to the disturbance of the energy migration from phycoerythrine to chlorophyll a, while for *G. verrucosa* no destructive action of NH_4^+ is found within the studied range of concentrations. Concentrations of NH_4^+ in the medium from $7000 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ and higher induce formation of a strong dissected thallus (three-four lateral branches per 1 cm of the thallus length) in both species. Studies in the intraspecies ecomorphs of two *Gracilaria* species (dissected and non-dissected) confirms the fact of direct relationship between habitual characteristics of thallus and environmental factors and simultaneously indicates the species-specific character of physiological parameters of particular ecomorphs. It can be expected that *G. spesies* cultivated under natural conditions is appropriate for regions with low degree of eutrophication by ammonium, while *G. verrucosa* is resistant to concentrations to $15000 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

УДК 597.553.1:591.13

А. В. ТКАЧ, Т. И. ГЛУЩЕНКО,
Ю. А. ЗАГОРОДНЯЯ

ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК И МАЛЬКОВ ШПРОТА ЧЕРНОМОРСКОГО *SPRATTUS SPRATTUS PHALERICUS* (RISSO)

Прослежено отношение личинок и мальков шпрота к пищевым организмам. Основными кормовыми объектами служат науплиусы, копеподиты и взрослые формы

© А. В. Ткач, Т. И. Глущенко, Ю. А. Загородняя, 1991