

РИБНЕ ГОСПОДАРСТВО УКРАЇНИ

Рыбное хозяйство Украины 7/2005

Fishing industry of Ukraine

Научно-производственный журнал

Свидетельство о государственной регистрации серия КВ3259 от 26.05.98 г.

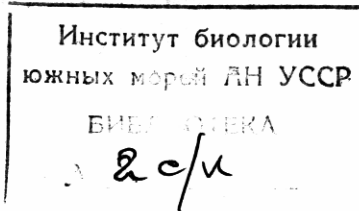
Зарегистрирован в ВАК Украины

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

Подготовлен по материалам

IV Международной научно-практической конференции

«Морские технологии: проблемы и решения –2005»



Заключение. Выбирая акваторию для организации мидийно-устричной фермы, необходимо учитывать видовой состав и динамику численности пелагических личинок донных беспозвоночных, особенно видов, оказывающих влияние на функционирование мариохозяйства. К ним относятся пелагические личинки многощетинковых червей - перфораторов *L. ninetta* и *P. ciliata*. Следовательно, мониторинг меропланктона в комплексе с гидрологическими и гидрохимическими исследованиями в акватории мариохозяйства необходим.

Литература:

- Иванов В.Н., Мурина В.В. Динамика меропланктона в системе мониторинга состояния прибрежных экосистем Черного моря // Система контроля окружающей среды. - Севастополь: МГИ, 1999. - С. 55-59.
- Лисицкая Е.В. Сезонная динамика меропланктона в акватории экспериментального хозяйства (Севастополь, Черное море) // Экология моря. - 2001. - Вып. 55. - С. 83 - 86.
- Мурина В. В., Мазлумян С.А. Сезонная динамика меропланктона на взморье у Севастополя / Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской; НАН Украины, ИнБИОМ. - Севастополь: ЭКОСИ - Гидрофизика, 2003. - С. 104 - 108.
- Пиркова А.В., Лисицкая Е.В. Полихета *Polydora ciliata* (Johns.) - перфоратор раковин живых устриц *Crassostrea gigas* (Th.) / Рыбное хозяйство Украины, 2004. - № 6 (35). - С. 14 - 17.

Рисунок 2. Пелагическая личинка *Lysidice ninetta* (диаметр 200 мкм) из планктона мидийно-устричной фермы



ИНТЕНСИВНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ГРАЦИЛЯРИИ (ОБЗОР)

МИРОНОВА Н.В. - Институт биологии южных морей НАНУ, г. Севастополь, Украина

В мировой практике традиционно выделяют два направления культивирования макрофитов: экстенсивное и интенсивное. Экстенсивное выращивание включает культивирование в открытых водоемах (бухты, заливы, лагуны, эстуарии, фьорды, каналы), а также в закрытых прудах искусственного или естественного происхождения. В обоих вариантах оно происходит либо на дне водоемов, либо с использованием различного искусственного субстрата (веревки - поводцы, сети, садки). Интенсивное культивирование предусматривает разведение водорослей в специально сооруженных емкостях (танках), которые размещают или непосредственно на побережье при естественном освещении, или в тепличных комплексах, где регулируют температуру среды, освещенность и поступление питательных веществ.

В мировом производстве широко известен коммерческий интерес к видам рода *Gracilaria*, которые содержат высококачественный агар. Анализ способов культивирования грацилярии показал, что ее экстенсивное выращивание экономически выгодно в странах с тропическим и субтропическим климатом и дешевой рабочей силой. До сих пор эти регионы являются основными поставщиками на мировой рынок многих агарофитов, выращиваемых в морских акваториях на подвесных носителях, а также в прудах [5]. Тем не менее, в последние годы интенсифицируется поиск способов разведения макрофитов с частично или полностью регулируемы параметрами среды.

Цель настоящей работы: на основе литературных и оригинальных данных выявить основные факторы, влияющие на темпы роста грацилярии в культуре, провести сравнение ее удельных скоростей роста при интенсивном выращивании в различных районах Мирового океана.

Экспериментальные и промышленные способы культивирования грацилярии с регулированием и контролем за важнейшими факторами среды реализуются в разнообразных системах. Трудно выделить фактор, влияние которого однозначно определяет темпы роста макрофитов, в том числе и грацилярии [22, 30]. Скорость роста водорослей оказывается, в значительной мере зависит от воздействия двух или нескольких факторов [6, 26, 20]. Так, например, прирост массы *G. tikvahiae* увеличивается с повышением светового потока при средних и высоких уровнях концентрации NO_3^- [24].

Таблица 1

Условия выращивания некоторых видов грацилярии при интенсивном культивировании

Вид	Содержание минеральных элементов мг/л		Температура воды, °C	Соленость, ‰	Освещенность, МкЕ/м²·с	Режим фото-периода	Автор, год
	азот	Фосфор					
<i>G. verrucosa</i>	16	—	17	30	80	18/6	Rueness et al, 1987
	49	1	20 - 22	28	445	—	Прозуменщикова, Ядыгин, 1987
	4,8	0,8	18 - 23	18	356 - 475	16/8	Миронова и др., 1994

<i>G. dura</i>	13,8-14	0,9	20 - 22	18	60 - 104	$\frac{10}{14}$ (14) 14 (10)	Калугина-Гутник и др., 1987
	0,6	0,1	20 - 22	18	180-270	$\frac{14}{10}$	Беляев и др., 1988
<i>G. tikvahiae</i>	—	—	20	30 - 31	70-110	$\frac{16}{8}$	Edelstein, 1977
	34 - 116	11 - 38,5	28 - 30	—	—	День Ночь	Lapointe et al, 1976
	10,5	2,8	27 - 34	28 - 30	57	День Ночь	Lapointe, Ryther, 1978
	26 - 27	0,1 - 0,8	20	—	90-270	$\frac{14}{10}$	Parker, 1982
<i>G. sp.</i> (<i>chilensis</i>)	262,5	17,5	18	—	1100	День Ночь	Edging et al, 1987
<i>G. conferta</i>	1400	140	28,7	—	500-600	День Ночь	Friedlander et al, 1987
<i>G. foliifera</i>	3,5	0,5	22	29 - 31	—	$\frac{16}{8}$	De Boer et al, 1978
	0,14	0,02	30	34	80	День Ночь	Rosenberg, Ramus, 1981
<i>G. secundata</i>	910	34	27	25	1450	$\frac{12}{12}$	Lignell et al., 1987

Установлено, что активный рост грацилярии при интенсивном выращивании в значительной степени определяется уровнем концентрации азота, при этом для каждого культивируемого вида требуется специально рассчитанная концентрация азотных солей в средах, которая позволяет регулировать скорость процессов его метаболизма (см. табл.1). Концентрация различных форм азота по-разному воздействуют на темпы роста грацилярии [34, 26]. При культивировании *G. foliifera* на средах, имеющих одинаковую концентрацию азота, но содержащегося в виде аммонийной, нитратной форм и их смеси, наиболее высокая среднесуточная скорость роста (12,8%) получена при выращивании с солями аммония [12]. Такая же зависимость характерна для *G. tikvahiae* [34]. Тем не менее, высокие концентрации аммонийной формы азота токсичны для грацилярии, при этом пороговые величины видоспецифичны [20]. Так, скорость роста *G. verrucosa* и *G. tikvahiae* уменьшается обратно пропорционально концентрации ионов NH_4^+ , когда содержание азота в среде достигает 28 мгN/л, при этом снижение темпов роста водорослей сопровождается осветлением концов их ветвей [33, 30]. Необходимо отметить, что уменьшение аммонийного азота в среде до 0,2 мг/л вызывает тот же эффект [33]. Ингибирующее действие на рост *G. sp.* (= *G. chilensis*) оказывает и высокая концентрация нитратной формы азота [13]. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что культивирование каждого вида грацилярии сопровождается поиском оптимального соотношения форм азота и их концентраций, которые обеспечивают наибольшие темпы роста агарофита.

Большинство видов грацилярии при обогащении морской воды азотом способно за сравнительно небольшой отрезок времени запасать его в значительном количестве и потом сохранять высокие скорости роста в условиях его дефицита [16, 33, 20, 9, 28]. Уровень и величина накопления азота зависят от объемов внутреннего пула, который в свою очередь видоспецифичен. Так, опытным путем обнаружено, что *G. tikvahiae* не снижает темпы роста в течение двух недель после 6-ти часового нахождения в среде, содержащей 490 мгN/л [34, 17]. При импульсном получении аммонийных ионов азота (840 мл/л) среднесуточная скорость роста *G. gracilis* (= *G. verrucosa*), равная 35%, сохраняется в течение недели, однако отсутствие в дальнейшем подкормки приводит к уменьшению темпов роста до 17% в сутки (табл.2) [35]. Запасной пул *G. secundata* значительно ниже, поэтому при выращивании этого вида необходимо постоянное поступление биогенных элементов [25]. При импульсном или дозированном режиме поступления минеральных элементов получена максимальная (из всех ранее известных) среднесуточная скорость роста *G. tikvahiae*, равная 60%, которая зарегистрирована при ее разведении в кратковременных опытах у побережья Флориды [22] (табл.2).

Значительное воздействие на физиологическое состояние водоросли оказывает фосфор, при ограниченной концентрации которого снижается усвояемость азота, даже если последний содержится в избытке [21, 22, 23]. Замечено, что агарофит накапливает фосфор существенно медленнее и в меньшем количестве, по сравнению с азотом. Это объясняет причины колебания соотношения концентраций азота и фосфора (от 1:1 до 10:1), используемых при импульсном способе подачи питания с целью компенсации различных скоростей потребления этих элементов (см. табл.1).

У большинства видов грацилярии темпы роста увеличиваются пропорционально уровню светового потока [21, 22, 32, 30, 18, 24, 16]. Например, при одинаковых условиях выращивания среднесуточная скорость роста *G. secundata* и *G. sp.* (= *G. tikvahiae*) возрастает почти вдвое при увеличении во столько же раз освещенности, а в условиях полной темноты рост агарофита прекращается [25, 14]. Уровень оптимальной величины светового потока видоспецифичен (см. табл.1). Наиболее требовательна к нему *G. verrucosa* из мангровых зарослей побережья Флориды (1200 мкЕ/м²с), а наименее — черноморская (355-475 мкЕ/м²с) [9, 6, 4]. С увеличением

интенсивности света у культивируемого агарофита происходит повышение скорости потребления ионов азота, соответственно, темпов роста [23, 16].

Механизм адаптации грацилярии к определенной степени освещенности (в не лимитированной по плотности среде) заключается в перестройке ряда физиологических процессов, который сопровождается изменением концентрации свободных аминокислот и фикоэритрина в тканях, внешне выражающийся в изменении пигментации таллома [24, 20]. Отмеченные выше органические соединения обеспечивают рост водоросли в условиях насыщенного светового потока, при этом их содержание значительно снижается. Описанный механизм лежит в основе интенсификации роста грацилярии, когда при культивировании водоросли применяют принудительное чередование активного роста и периода относительного покоя [20, 1].

Немаловажное значение имеет поиск оптимального режима фотопериода. При выращивании агарофита под открытым небом его длительность соответствует естественной смене дня и ночи, тогда как в условиях теплицы он варьирует от непрерывного освещения до 10 часов в сутки (см. табл. 1) [14]. В условиях непрерывного светового потока происходит частичное ингибирование скорости роста агарофита. В связи с этим в большинстве опытов по культивированию используют длительность светового дня в пределах 12-18 часов в сутки (см. табл. 1) [8].

Темпы роста грацилярии при выращивании под открытым небом в субтропических или умеренных широтах в существенной степени зависят от температуры среды (см. табл. 1) [31]. Так, при выращивании *G.sp.* (= *G.conferta*) у берегов Израиля обнаружена положительная корреляция между среднесуточной скоростью роста галломов и температурой воды [16]. Установлено, что высокая летняя температура воды (28,7°C) ингибирует рост водоросли, а наименьший ее прирост наблюдается в зимний период и совпадает с минимумом годовой температуры (15,1-16,5°C).

Температура воды в значительной степени оказывает влияние на поглощение аммонийной формы азота [36]. Например, при выращивании *G. secundata* при 13 и 25 °C скорость ее роста увеличивается с повышением температуры воды и сопровождается возрастанием содержания внутриклеточного азота в тканях водоросли [26].

Одним из факторов, влияющих на результаты культивирования грацилярии, является соленость воды. Для каждого вида из разных популяций зарегистрирован свой оптимум солености (см. табл. 1). Так, при интенсивном выращивании *G. verrucosa* из мангровых зарослей максимальный рост отмечен при 35‰, а из лагун — при 25‰ [9]. При этом значения солености в системах разного типа близки к естественным (см. табл. 1) [23]. Показано, что длительное культивирование грацилярии при солености, отличающейся от естественной, приводит к нарушениям ее физиологического состояния и снижению темпов роста [14, 33].

По данным многих исследователей рост грацилярии в системах проточного типа в значительной степени зависит от скорости водообмена [22, 16, 13, 25, 36]. Например, при одинаковых условиях выращивания, продукция *G. tikvahiae* в танках с интенсивным водообменом в 8 раз выше, по сравнению с показателями полученными в непроточных аквариумах [11]. Значения регулируемой скорости подачи воды в культиваторах варьируют в пределах двух порядков (от 0,14 до 136 м³ в сутки), при этом выявлены некоторые закономерности, связанные с изменением режима водообмена [21, 10, 24]. Обнаружена линейная зависимость темпов роста *G. tikvahiae* от увеличения скорости водного потока (от полной стагнации до уровня, равного 45,4 м³ в сутки).

Таблица 2

Среднесуточные скорости роста видов грацилярии при интенсивном культивировании в различных районах Мирового океана

Океан	Побережье	Вид	Комплекс	Средняя суточная скорость роста, %	Автор, год
1	2	3	4	5	6
Атлантический	США	<i>G. verrucosa</i>	Тепличный комплекс	1 - 30 *	Bird, 1984
	Украина	<i>G. verrucosa</i>	Тепличный комплекс	3 - 7	Миронова и др., 1994
	Норвегия	<i>G. verrucosa</i>	Тепличный комплекс	4 - 16	Rueness et al, 1987
Тихий	Филиппины	<i>G. verrucosa</i>	Танки на открытом воздухе	24,3	Chirapart, Ohno, 1993
	Россия	<i>G. verrucosa</i>	Тепличный комплекс	2,5 - 3	Прокуменщикова, Ядыгин, 1987
Атлантический	Канада	<i>G. sp. (tikvahiae)</i>	Тепличный комплекс, танки на открытом воздухе	2,2 - 5,7	Edelstein et al, 1976
	Канада	<i>G. foliifera</i>	Тепличный комплекс	11 - 14	McLachlan, Edelstein, 1977
	США	<i>G. tikvahiae</i>	Танки на открытом воздухе	1	Lapointe et al, 1976

		<i>G. tikvahiae</i>	Тепличный комплекс	10 - 36	Lapointe et al, 1984
		<i>G. tikvahiae</i>	Танки на открытом воздухе	3 - 60	Lapointe, Ryther, 1978
		<i>G. tikvahiae</i>	Тепличный комплекс	12 - 20	Parker, 1982
		<i>G. foliifera</i>	Танки на открытом воздухе	5,3	Rosenberg, Ramus, 1981
Атлантический	США	<i>G. foliifera</i>	Тепличный комплекс	9,9 - 12,8	De Boer et al, 1978
	ЮАР	<i>G. gracilis</i>	Танки на открытом воздухе	35	Smit et al, 1997
	Украина	<i>G. dura</i>	Тепличный комплекс	2,5 - 35	Беляев и др., 1988, Калугина-Гутник и др., 1987
Тихий	США	<i>G. sjoesteddii</i>	Танки на открытом воздухе	8 - 9	Hansen, 1984
		<i>G. bursa-pastoris</i>	Танки на открытом воздухе	12	Hoyle, 1978
		<i>G. coronopifolia</i>	Танки на открытом воздухе	6,5	
	Чили	<i>G. sp. (chilensis)</i>	Танки на открытом воздухе	1,3 - 4,3	Edding et al, 1987
	Новая Зеландия	<i>G. secundata</i>	Тепличный комплекс	24 - 47	Lignell et al, 1987
		<i>G. secundata</i>	Танки на открытом воздухе	3	Lignell, Pedersen, 1987
		<i>G. sordida</i>	Тепличный комплекс	20	Laing et al, 1989
	Микронезия	<i>G. edulis</i>	Танки на открытом воздухе	2,5 - 5,1	Nelson et al, 1980
		<i>G. arcuata</i>	Танки на открытом воздухе	2,1 - 3, 5	
	Китай	<i>G. tenuifipitata</i>	Тепличный комплекс	14	Ren, Chen, 1988

$\text{Ln} (W_t / W_0)$

*Примечание: % = $\frac{\text{Ln} (W_t / W_0)}{t} \cdot 100$, где W_t - конечная биомасса, W_0 - начальная биомасса, t - промежуток времени.

Дальнейшее повышение скорости водообмена не оказывает стимулирующего действия на рост водоросли [30].

В целом, культивирование агарофитов в непроточных системах проводят при постоянной смене среды, частота которой определяется объемом резервуара и плотностью посадки фрагментов, что делает этот способ выращивания нерентабельным [6, 2, 4].

Помимо интенсивности водообмена, на рост грацилярии влияет аэрирование водных масс. Направленный снизу поток сжатого воздуха обеспечивает качественный газовый обмен в тканях и поддерживает растения во взвешенном состоянии. Это, в свою очередь, способствует равномерному распределению света и поступлению питательных веществ [21, 22, 10, 34, 24, 33, 2, 4]. Показано, что продукция *G. tikvahiae* при аэрации почти вчетверо выше, чем без нее, а наиболее активный рост талломов наблюдался в обогащенной биогенами среде при периодическом аэрировании (по 15 минут через каждый час) в течение 6 часов в сутки [17].

Известно, что содержание углерода в среде оказывает существенное влияние на рост грацилярии [25]. Так, выход биомассы *G. tikvahiae* и *G. sjoesteddii* в условиях снабжения углекислым газом повышается в несколько раз, чем при выращивании без дополнительных поступлений CO_2 [11, 18].

Исследована взаимосвязь между плотностью посадки макрофита в емкостях и темпами его роста [14, 22]. При выращивании *G. sp.* (= *G. chilensis*) обнаружено, что увеличение этого показателя от 2 до 8 кг/м^2 приводит к уменьшению среднесуточной скорости роста от 4,3 до 1,3% [13]. Величина оптимальной плотности посадки, которая обеспечивает максимальные темпы роста грацилярии, видоспецифична и зависит от экспериментальных условий и сезонности [14, 28]. Наибольшие вариации значений плотности биомассы (от 0,4 до 14 кг/м^2) используют в опытах по культивированию *G. sp.* (= *G. tikvahiae*), при этом высокая продукция вида не всегда совпадает с максимальными темпами роста [22, 34, 24, 17]. Для разных видов грацилярии величины плотности посадки колеблются от 0,8 до 4 кг/м^2 [16, 25, 33, 28]. Почти в этом же диапазоне значений находится оптимальная плотность посадки дальневосточной *G. verrucosa* и черноморских видов грацилярии - от 1 до 5 кг/м^2 .

6, 2, 4]. Величина биомассы *G. tikvahiae* при выращивании в танках под открытым небом зависит от сезона, ее максимальная продукция весной достигается при плотности посадки от 3 до 4, а осенью - до 2 - 3 кг/м² [22].

Анализируя данные по интенсивному культивированию грацилярии, можно сделать вывод, что практически все разработанные и используемые биотехнологии являются энергоемкими и дорогостоящими. Однако выявление оптимальных условий позволяет определить продукционный потенциал каждого вида, который при интенсивном разведении обычно оказывается выше, чем в природных популяциях и при экстенсивном выращивании [5]. В целом, культивирование грацилярии является перспективным и выгодным производством, т.к. продуктивность некоторых ее видов достигает уровня таких сельскохозяйственных растений, как зерновые и сахарная свекла [21]. Исследования последних лет показали, что успешность хозяйственного использования макрофитов в развитых странах будет зависеть от выведения генетически усовершенствованных линий [15].

Литература:

- . А.с. №93007772/13 Україна, 15У 6А 01 G 33/00. Спосіб культивування чорноморської водорості *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. /Б.М. Беляев, Н.В. Миронова (Україна). Заявлено 29.11.93; опубл. 07.07.97; Бюл. №5. - с.
- . Беляев Б.Н., Калугина-Гутник А.А., Миронова Н.В., Пархоменко А.В. Рост *Gracilaria verrucosa* в лабораторных условиях при комбинированном влиянии факторов среды //Тез. докл. III Всесоюз. конф. по морской биологии. - Киев. - 1988. - Ч.2. - С 197-198.
- . Калугина-Гутник А.А., Миронова Н.В., Полищук Р.А. Морфобиологическая и физиологобиохимическая характеристика роста *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. в опытах с различными питательными средами //Промысл. водоросли и их использ. - М., 1987. - С. 84-98.
- . Миронова Н.В., Силкин В.А., Беляев Б.Н. Морфобиологическая характеристика *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. в условиях управляемого культивирования //Перший з'їзд гідроекологічного товариства України: Тез. оп. - Київ, 1994. - С. 242.
- . Миронова Н.В. Экстенсивное культивирование грацилярии (*Gracilaria*): обзор //Экология моря. - 2002. - Вып. 0. - С. 65-70.
- . Прозуменщикова Л.Т., Ядыкин А.А. Рост *Gracilaria verrucosa* в культуре в зависимости от факторов среды //Промысл. водоросли и их использ. - М., 1987. - С. 107-117.
- . Bird K.T. Seasonal variation in protein: carbohydrate ratios in a subtropical estuarine alga *Gracilaria verrucosa*, and the determination of nitrogen limitation status using these ratios //Bot. Mar. - 1984. - V. 27. - P.111-115.
- . Chirapart A., Ohno M. Growth in tank culture of species of *Gracilaria* the Southeast Asian waters //Bot. Mar. - 1993. - V. 36, №1. - P. 9-13.
- . Dawes C.J., Koch E.W. Physiological responses of the red algae *Gracilaria verrucosa* and *G. tikvahiae* before and after nutrient enrichment //Bull. Mar. Sci. - 1990. - V. 46, №2. - P. 335-344.
0. DeBoer J. A., Guigli H. J., Israel T. L., D'Elia C. F. Nutritional studies of two red algae. 1. Growth rate as a function of nitrogen source and concentration // J. Phycol. - 1978. - V. 14. - P. 261-266.
1. DeBusk T. A., Ryther J. H. Effects of seawater exchange, pH and carbon supply on the growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae) in large scale cultures //Bot. Mar. - 1987. - V. 27, №8. - P. 357-362.
2. D'Elia F., DeBoer J. A. Nutritional studies of two red algae 2. Kinetics ammonium and nitrate uptake //J. Phycol. - 1978. - V. 14, №3. - P. 266-272.
3. Edding Mario, Macchiavello Juan, Black Hans. Culture of *Gracilaria* sp. in outdoor tanks: productivity //Hydrobiologia. - 1987. - V. 151-152. - P. 369-373.
4. Edelstein T., Bird C. J., McLachlan J. Studies on *Gracilaria*. Growth under green house conditions. //Can J. Bot. - 1976. - V. 54, №19. - P. 2275-2290.
5. Engel C., Valero M., Lagadeuc Y., Destombe C. Non-random mating in controlled multiple - donor crosses in *Gracilaria gracilis* (Gracilariaceae, Rhodophyta) //Eur. J. Phycol. - 2002. - V. 37, №2. - P.179-190.
6. Friedlander M., Shalev R., Ganor T. Seasonal fluctuations of growth rate and chemical composition of *Gracilaria cf. conferta* in outdoor culture in Israel. //Hydrobiologia. - 1987. - V. 151-152. - P. 501-507.
7. Hanisak M.D., Ryther J.H. Cultivation of *Gracilaria tikvahiae* in the United States //Hydrobiologia. - 1984. - V. 116-117. - P. 295-298.
8. Hansen J.E. Strain selection and physiology in the development of *Gracilaria* mariculture //Hydrobiologia. - 1984. - V. 116-117. - P. 89-94.
9. Hoyle M.D. Reproductive phenology and growth rates in two species of *Gracilaria* from Hawaii //J. Exp. Mar. Biol. Ecol. - 1978. - V. 35. - P.273-283.
0. Laing W.A., Christeller J.T., Terzaghi B.E. The effect of temperature, photon flux density and nitrogen on growth of *Gracilaria sordida* Nelson (Rhodophyta) // Bot. Mar. - 1989. - V. 32, №5. - P. 439-445.
1. Lapointe B.E., Williams L.D., Goldman J.C., Ryther J.H. The mass outdoor culture of macroscopic marine algae //Aquaculture. - 1976. - V. 8, №1. - P. 9-21.
2. Lapointe B.E., Ryther J.H. Some aspects of the growth and yield of *Gracilaria tikvahiae* in culture // Aquaculture. - 1978. - V. 15, №3. - P. 185-193.
3. Lapointe B.E., Tenore K.R., Dawes C.J. Interactions between light and temperature on the physiological ecology of *Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta). I. Growth, photosynthesis and respiration //Mar. Biol. - 1984. - V. 80. - P. 161-170.
4. Lapointe B.E., Duke C.S. Biochemical strategies for growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyta) in relation to light intensity and nitrogen availability //J. Phycol. - 1984. - V. 20. - P. 488-495.

25. Lignell A., Ekman P., Pedersen M. Cultivation technique for marine seaweeds allowing controlled and optimized conditions in the laboratory and on a pilotscale // Bot. Mar. – 1987, - V. 30, №5 – P. 417-424.
26. Lignell A., Pedersen M. Nitrogen metabolism in *Gracilaria secundata* Harv. // Hydrobiologia. – 1987. – V. 151-152. – P. 431-441.
27. McLachlan J., Edelstein T. Life-history and culture of *Gracilaria foliifera* from south Devon // J. Mar. Biol. Ass. U. K. - 1977. – V. 57. – P. 577-586.
28. Nagler P.S., Glenn E.P., Nelson S.G., Napoleon S. Effects of fertilization treatment and stocking density on the growth and production of the economic seaweed *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) in cage culture at Molokai, Hawaii // Aquaculture. - 2003. - V. 219, №1-4. - P. 379-391.
29. Nelson S.G., Tsutsui R.N., Best B.R. A preliminary evolution of the mariculture potential of *Gracilaria* in Micronesia: growth and ammonium uptake // Pacific Seaweed Aquac. Proc. Symp. on useful algae. – California. – 1980. – P. 72-79.
30. Parker H. S. *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyta). Effects of simulated current on the growth rate and nitrogen metabolism of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyta) // Mar. Biol. – 1982, - V. 69, №2 – 137-145.
31. Ren G., Chen M. Effect of temperature on growth of *Gracilaria tenuistipitata* Chang et Xia f. Liui // Oceanol. et Limnol. Sin. – 1988. – V.19, № 4. - P. 329-335.
32. Rosenberg G., Ramus J. Ecological growth strategies in the seaweeds *Gracilaria foliifera* (Rhodophyceae) and *Ulva* sp. (Chlorophyceae): the rate and timing of the growth // Bot. Mar. – 1981, - V. 24, № 11, - P. 583-589.
33. Rueness J., Mathisen H.A., Tananger T. Culture and field observations on *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. (Rhodophyta) from Norway // Bot. Mar. - 1987. - V.30, № 3. - P. 267-276.
34. Ryther J.H., De Busk T.A., Williams L.D. Nitrogen uptake and storage by the red alga *Gracilaria tikvahiae* // Aquaculture. – 1981. – V.26, №1-2. – P. 107-115.
35. Smit A. J., Robertson B. L., Du Preez D. R. Influence of ammonium N-pulse concentrations and frequency, tank condition and nitrogen starvation on growth rate and biochemical composition of *Gracilaria gracilis* // J. Appl. Phycol. - 1997, - V. 8, №6, - P. 473-481.
36. Smit A.J. Nitrogen uptake by *Gracilaria gracilis*: Adaptations to a temporally variable nitrogen environment // Bot. Mar. - 2002. - V.45, №2. - P. 196-209.

ОСОБЕННОСТИ ЭПИФИТИРОВАНИЯ ЧЕРНОМОРСКИХ ВИДОВ ЦИСТОЗИРЫ В УСЛОВИЯХ ЭВТРОФИРОВАНИЯ (ГОЛУБОЙ ЗАЛИВ, ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА).

ОСТРОНОСОВА Е.Б.- Институт биологии южных морей НАН Украины, г. Севастополь

Введение.

Известно, что макрофиты являются основным продукционным звеном морских прибрежных экосистем и определяют их состояние. В Черном море они входят в состав 40 ассоциаций [1], однако для открытого побережья характерно доминирование цистозировых и филлофоровых фитоценозов, которые распространены преимущественно на глубине от 0,5 до 10 м (валунно-глыбовый и скальный субстрат) и от 10 до 20 м (песчаный, разреженный каменистый грунт) соответственно [4].

В настоящей работе представлены результаты исследования эпифитных синузид двух видов черноморских цистозир – *Cystoseira crinita* (Desf.) Borg и *Cystoseira barbata* C.Ag., произрастающих в одноименных фитоценозах Голубого залива (южный берег Крыма) и приуроченных к различным экологическим условиям. Сведения о макрофитобентосе залива, составе и структуре цистозировых фитоценозов и эпифитных синузид приведены впервые, в опубликованных сводках по Черному морю они отсутствуют [3,4].

Цель работы состояла в изучении особенностей изменения состава и структуры эпифитных синузид цистозир по глубинам в районах с различной степенью эвтрофирования. Для ее выполнения были поставлены следующие задачи: определить видовой состав макроэпифитов цистозир, сопоставить вклад видов *Cystoseira* и ее эпифитов в биомассу фитоценозов по глубинам, выявить изменения состава и структуры эпифитных синузид цистозир в районах с различной степенью эвтрофирования.

Методы и материалы.

Материал был собран в Голубом заливе, одном из крупнейших на южном берегу Крыма, в июле 2004 года. Цистозировые фитоценозы (*Cystoseira crinita* + *C. barbata* – *Cladostephus spongiosus* – *Corallina mediterranea*) были исследованы на 4 разрезах (рис. 1): у горы Кошка, в районе стока пос. Качивели и у Приборной скалы (глубина отбора проб – 0,5; 1; 3; 5 и 10 м), а также у стока предприятия «Аквапарк» (глубина 3 и 5 м). На каждой глубине по стандартной гидробиотической методике [1] закладывали по четыре учетных площадки размером 25х25 и 50х50 см. Всего собрано 64 количественные пробы, при обработке которых выявляли видовой состав массовых видов фитоценоза, учитывали биомассу и численность видов-литофитов, биомассу эпифитов и общую биомассу фитоценоза, рассчитывали коэффициент эпифитирования талломов видов цистозир (К). Коэффициент эпифитирования рассчитывали по формуле:

$$K = (B_e/B_c) \cdot 100\%,$$

где B_e – биомасса эпифитов, B_c биомасса цистозир [1].