

М. ДЖ. П. ГУД, Д. СЕШИКАЛА, М.А. СИНГАРА ЧАРЯ

Какатийский ун-т, каф. микробиологии,  
506009 Варангал, Индия

## АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ПРЭСНОВОДНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ РЕКИ ГОДОВАРИ (ИНДИЯ)

Представлены результаты скрининга 24 разных видов пресноводных водорослей в отношении их антибактериальной активности и наличия биологически активных соединений. В качестве тест-объектов использовали два грамположительных и четыре грамотрицательных вида бактерий. Максимальная антибактериальная активность была характерна для метанольных экстрактов, минимальная – для водных. Максимальная активность (14 мм) обнаружена у представителей *Nostoc* Vauch. ex Born. et Flah., *Lyngbya* Ag., *Mougeotia* Ag. и *Pithophora* Wittg. Грамположительные бактерии были более чувствительны, чем грамотрицательные. Обнаружены следующие биологически активные вещества, с которыми, по-видимому, связана антибактериальная активность исследуемых экстрактов: танины и фенолы у 13 водорослевых видов, стероиды – у 11, флавоноиды – у 5 и сапонины – у 8 видов. Наибольшее количество хлорофилла *a* обнаружено у *Ulothrix* Kütz. (5,6 мг/г), наименьшее – у *Tolypothrix* Vauch. ex Born. et Flah. (0,5 мг/г). Наибольшее количество хлорофилла *b* отмечено у *Vaucheria* DC (4,2 мг/г), наименьшее – у *Cylindrospermum* Vauch. ex Born. et Flah. (0,6 мг/г). Наибольшее количество каротиноидов обнаружено у *Ulothrix* (5,6 мг/г), наименьшее – у *Tolypothrix* и *Oscillatoria* Vauch. ex Gom. (0,6 мг/г). Количество белка колебалось в пределах 4-20 % с максимумом у *Cylindrospermum* (20 %) и минимумом у *Hydrodictyon* Roth (4 %). Количество углеводов составляло 14-35 % с максимумом у *Mougeotia* (35 %) и минимумом у *Tolypothrix* (14 %). Возможность использования фармакологической активности и биологически активных соединений исследуемых водорослей очень высока.

*Ключевые слова:* пресноводные водоросли, антибактериальная активность, биологически активные вещества, пигменты.

### Введение

Экстракты растений и животных используются в медицинской практике с древнейших времен. В настоящее время особо пристальное внимание ученых обращено к водорослям в связи с повышением требований к биоразнообразию в скрининговых программах. Усилия ученых направлены на поиск терапевтических средств из натуральных продуктов. В течение столетий в некоторых странах, особенно в Китае и Японии, водоросли использовали в качестве одного из основных продуктов питания (Roslin, 2003). Первое исследование их антибиотической активности было проведено Р. Пратом с соавт. (Pratt et al., 1944). Антибактериальную активность морских водорослей изучали в Индии и других странах (Bukholder et al., 1960). Однако первые данные о биохимическом составе морских водорослей получены при изучении их пищевой ценности.

В некоторых биохимических и фармакологических исследованиях особое внимание уделялось терпентоидам и стероидам (Parameswaran et al., 1944; Patterson, 1968). Для этих исследований использовали в основном морские водо-

© М. Дж. П. Гуд, Д. Сешикала, М.А. Сингара Чаря, 2008

росли (Jaki et al., 2000), значительно реже – пресноводные микроводоросли, несмотря на то, что они являются натуральными источниками биологически активных соединений и потенциально способны образовывать их в культуральных условиях. Особенно это касается соединений, трудно синтезируемых химическим способом (Borowitzka, Borowitzka, 1989). Поэтому исследование антимикробной активности и наличия биологически активных соединений пресноводных водорослей является крайне необходимым.

Целью данной работы было сравнительное изучение способности разных видов пресноводных микроводорослей, выделенных из реки Годовари, образовывать биологически активные вещества, представляющие потенциальный интерес для медицины. О способности исследуемых водорослей синтезировать биологически активные вторичные метаболиты судили по наличию у них антибактериальной активности.

### Материалы и методы

Для исследования использовали 24 образца водорослей, которые собрали в р. Годовари. Их тщательно промывали, затем сушили при температуре 60 °С в течение недели, измельчали в порошок и хранили в воздухонепроницаемых контейнерах. Водоросли определяли до рода.

Экстракцию проводили с помощью модифицированного метода (Akinyemi et al., 2000). В качестве растворителей использовали метанол, этанол и воду. Десять грамм порошка каждого образца водорослей экстрагировали в делительной воронке с 40 мл растворителя. Экстракты высушивали и тщательно взвешивали для получения необходимой концентрации неочищенного антибиотика для исследований.

В опытах по определению антибактериальной активности в качестве тест-объектов использовали грамположительные (*Bacillus subtilis*, *B. cereus*) и грамотрицательные (*Enterobacteria aerogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) бактерии, из коллекции МТСС Ин-та микробиологической технологии, Чандигар (Индия). Культуры бактерий хранили на скошенном агаре при температуре 4 °С. В опытах использовали суточные культуры.

Бактериальную активность определяли методом, описанным Б. Деста (Desta, 2005). Стандартную суспензию бактерий 1-2 x 10 КОЕ/мл вносили в чашки Петри с агаризованной средой и растирали стерильным стеклянным шпателем по поверхности. В среде делали лунки (8 мм) с помощью пробочника, в которые вносили растворы экстрактов в концентрации 50 мкг/мл. Чашки Петри инкубировали в термостате при температуре 37 °С. Через 24 ч определяли зоны ингибирования роста бактерий с помощью линейки и сравнивали их с контролем (лунка с соответствующим растворителем).

У ряда водорослей определение танинов, фенолов, стероидов, флавоноидов и сапонинов проводили, как описано у Р.Д. Гиббса (Gibbs, 1974). Хлорофилл *a* и *b* и каротиноиды определяли по Арно (Arnon, 1949), количество белка – по методу Лоури (Lowry et al., 1951), количество углеводов – антроновым методом (Jermyn, 1975). Все опыты проводили в 3-кратной повторности.

## Результаты и обсуждение

Результаты исследований представлены в таблице, из которой видно, что исследованные в настоящей работе представители *Melosira*, *Microspora*, *Cylindrospermum*, *Oscillatoria* и *Tolypothrix* не проявляли антибактериальной активности. Наибольшая активность (14 мм) наблюдалась у видов *Nostoc*, *Pithophora*, *Mougeotia* и *Lyngbya*. Эти данные согласуются с данными других авторов. Так, проведенный скрининг наличия антибактериальной активности у значительного числа пресноводных микроводорослей, относящихся к разным классам и порядкам, в т.ч. около 100 культур цианопрокариотов, показал, что активностью обладали менее 10 % культур (Cannell et al., 1988). В наших исследованиях почти 50 % видов водорослей показали положительный результат в отношении антибактериальной активности. *Nostoc* демонстрировал широкий спектр антибактериальной активности и его экстракты, как и у предыдущих авторов, были наиболее активны против *Bacillus subtilis*, *B. cereus* и *Escherichia coli*. По данным болгарских исследователей, *Nostoc* активен также в отношении *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa* (Kamenarskaya et al., 2000). Антибактериальная активность в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий обнаружена для метанольных экстрактов *Spirogyra*, *Mougeotia* и *Lyngbya*, что подтверждает способность этих водорослей синтезировать антибиотические вещества широкого действия (Cannell et al., 1988; Berry et al., 2004).

По сравнению с литературными данными, кроме стандартных *B. subtilis*, *E. coli* и *P. aeruginosa* в качестве тест-объектов использовали также виды, довольно редко применяемые в таких исследованиях. Некоторые из микроводорослей, указанные в литературе как обладающие антибактериальной активностью, были не активны и наоборот. Это различие между оригинальными и литературными данными объясняется влиянием нескольких факторов: внутривидовая вариабельность в образовании вторичных метаболитов, сезонность, методы экстракции биологически активных веществ, методы их тестирования и др.

Согласно литературным данным, микроорганизмы обладают разной чувствительностью к вторичным метаболитам водорослей. Обычно грамположительные бактерии более чувствительны, чем грамотрицательные. Так, два вида *B. subtilis* и *B. cereus* были наиболее чувствительными из выбранных нами тест-объектов и их рост ингибировался экстрактами 18 и 17 микроводорослей соответственно.

Исследование влияния методов экстракции на антибактериальную активность экстрактов водорослей показало, что она в значительной мере зависит от растворителя. Наибольшая активность (зона ингибирования до 14 мм) наблюдалась у метанольных экстрактов водорослей, а наименьшая – у водных. По влиянию на проявление антибактериальной активности растворители образовывали следующий ряд: метанол>этанол>вода (см. таблицу), что согласуется с результатами других исследователей (Hodgson, 1984; Vijaya et al., 2004).

Анализ тестирования экстрактов водорослей на наличие у них биологически активных веществ показал, что 13 видов были положительными в отношении танинов и фенолов, 11 – в отношении стероидов, 5 – флавоноидов, 8 –

сапонинов. При этом *Pithophora Dismidium* были положительны по 4 веществам из 5, а *Microspora*, *Oedogonium*, *Chaetophora* и *Anabaena* – только по одному. Кроме *Microchaete*, *Nitella*, *Sphaeroplea*, фенолы обнаружены и у других водорослей. Все это свидетельствует о необходимости дальнейших исследований их фармакологических свойств. К.В. Гломбитца с соавт. (Glombitza et al., 1997) изолировали фенолы из красных водорослей и показали их антибактериальную активность. Стероиды были идентифицированы у разных водорослей (Patterson, 1968), включая красные (Gibbons et al., 1967) и синезеленые (Reitz, Hamilton, 1968). Исследуемые водоросли были положительны по одному и более указанных выше веществ, которые, возможно, обуславливают их антибактериальную активность.

Наибольшее количество хлорофилла *a* отмечено у *Ulothrix* (5,6 мг/г), меньшее – у *Scopulonema*, *Pithophra*, *Oedogonium* (3,9 мг/г), наименьшее – у *Tolypothrix* (0,5 мг/г). Наибольшее количество хлорофилла *b* было у *Vaucheria* (4,2 мг/г), затем – у *Desmidium* (3,2 мг/г) и *Pithophra* (2,9 мг/г) и наименьшее – у *Cylindrospermum* (0,6 мг/г).

Наибольшее количество каротиноидов выявлено у *Ulothrix* (5,6 мг/г), меньше – у *Melosira* (3,5 мг/г) и *Mougeotia* (3,1 мг/г), наименьшее – *Tolypothrix* и *Oscillatoria* (0,6 мг/г) (см. таблицу). Возможность использования фармакологической активности и биологически активных соединений исследуемых водорослей очень высока. Ряд химических соединений, таких, например, как пигменты, витамины и различные ферменты, могут быть получены в коммерческих масштабах из цианопрокариотов. Они используются как природные пищевые красители, пищевые добавки и др. (Emodi, 1978).

Количество углеводов было в пределах 14-35 % с максимумом у *Mougeotia* (35 %), *Anabaena* (34 %), *Lyngbya*, *Microcoleus* (31 %) и минимумом у *Tolypothrix* (14 %). Эти данные сравнимы с таковыми у морских водорослей, которые содержат от 1,4 до 59 % углеводов (Roslin, 2003b).

Количество белка было в пределах 4-20 % с максимумом у *Cylindrospermum* (20 %) и минимумом у *Hydrodictyon* Roth (4 %). Наиболее оптимальными по содержанию белка были *Phormidium* (19 %), *Melosira* и *Cladophora* (17 %) (см. таблицу). У морских водорослей обнаружено примерно такое же (1,5-24,8 %) количество белка (Roslin, 2003a). Белок водорослей может быть использован как добавка или альтернативный источник. Некоторые виды *Anabaena* и *Nostoc* уже известны как пищевые добавки в Чили, Перу, Мексике и на Филиппинах. Водоросли, содержащие большое количество волокон и умеренное количество белка, также могут быть использованы в специальных диетических продуктах (Jeraci, Vansoest, 1986).

### Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что пресноводные микроводоросли из р. Годовари обладают значительной вариабельностью в отношении антибактериальной активности и наличия биологически активных веществ. Использование биологически активных веществ в промышленности, сельском хозяйстве и фармакологии является актуальной задачей. Дальнейшее выделение и идентификация чистых биологически активных соединений необходимо для установления их свойств и рационального использования.

Таблица. Антибактериальная активность и биохимический состав пресноводных водорослей

Таксон	Антибактериальная активность																	
	Зона ингибирования (мм)																	
	B.s.			B.c.			E.a.			S.t.			E.c.			P.a.		
	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A
<i>Oedogonium</i> Link.	5	4	3	5	5	4	5	-	3	4	4	3	-	-	4	7	-	3
<i>Nostoc</i> Vauch. ex Born. et Flah.	14	8	5	12	9	5	9	6	4	7	4	5	13	-8	6	10	-8	4
<i>Enteromorpha</i> Link.	5	4	-	5	-	-	5	-	-	3	5	-	-	-	-	5	-	-
<i>Hydrodictyon</i> Roth	7	4	-	8	5	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulothrix</i> Kütz.	9	5	-	7	3	-	-	-	-	-	6	-	-	3	-	-	-	-
<i>Vaucheria</i> DC	10	4	-	6	3	-	10	-	-	5	4	-	7	4	-	6	-	-
<i>Spirogyra</i> Link.	4	-	-	7	-	-	7	-	-	5	-	-	6	-	-	7	-	-
<i>Scopulonema</i> Racib	7	4	4	7	5	6	7	4	4	10	4	6	-	-	-	7	4	4
<i>Pithophora</i> Witttr.	14	5	-	5	5	-	10	-	-	6	5	-	12	4	-	11	3	3
<i>Lyngbya</i> Ag.	14	8	3	12	7	4	6	4	3	7	5	3	10	6	3	9	6	3
<i>Anabaena</i> Bory	6	-	3	6	4	3	4	4	-	7	3	3	10	-	-	7	-	-
<i>Microcoleus</i> Desm. ex Gom.	7	3	-	8	5	-	-	4	-	7	5	-	5	-	-	4	6	-
<i>Mougeotia</i> Ag.	14	12	4	14	10	3	9	5	3	9	5	3	10	7	3	8	6	3
<i>Desmidium</i> Ag. ex Ralfs	7	3	4	6	4	3	4	7	3	10	7	3	7	5	3	5	3	-
<i>Phormidium</i> Kütz.	5	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-
<i>Tribonema</i> Derb. et Sol.	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Chaetophora</i> Schrank	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora</i> Kütz.	5	-	-	3	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microcoleus</i> Desm. ex Gom.	4	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tolypothrix</i> Kütz. ex Born. et Flah.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> Vauch. ex Gom.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrospermum</i> Kütz. ex Born. et Flah.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microspora</i> Thur.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira</i> Ag.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таксон	Альгохимический тест			Фикопигменты					Протеин (%)
	(мг/г)					Chl. a	Chl. b	Car	
	T <sub>t</sub>	P <sub>t</sub>	St <sub>t</sub>	F <sub>t</sub>	Sa <sub>t</sub>				
<i>Oedogonium</i> Link.	-	-	-	-	+	3.9	2.1	2.1	13
<i>Nostoc</i> Vauch. ex Born. et Flah.	-	-	-	+	+	2.2	1.3	2.2	5
<i>Enteromorpha</i> Link.	+	-	-	-	-	2.5	2.0	2.5	14
<i>Hydrodictyon</i> Roth	+	+	-	-	-	1.9	1.3	1.7	4
<i>Ulothrix</i> Kütz.	+	+	-	-	-	5.6	3.1	4.5	10
<i>Vaucheria</i> DC	+	-	+	-	+	3.7	4.2	2.8	6
<i>Spirogyra</i> Link.	+	+	-	-	+	2.1	1.4	1.9	11
<i>Scopulonema</i> Racib	+	-	+	-	-	3.9	2.8	2.9	11
<i>Pithophora</i> Wittr.	+	+	+	-	+	3.9	2.9	2.8	9
<i>Lyngbya</i> Ag.	-	-	+	+	+	1.0	1.3	1.2	8
<i>Anabaena</i> Bory	-	+	-	-	-	3.2	2.5	2.8	11
<i>Microcoleus</i> Desm. ex Gom.	+	-	+	-	-	2.8	2.5	2.3	13
<i>Mougeotia</i> Ag.	-	-	+	-	+	3.5	2.9	3.1	9
<i>Desmidium</i> Ag. ex Ralfs	+	+	+	+	-	3.8	3.2	2.7	10
<i>Phormidium</i> Kütz.	-	-	+	+	-	1.8	1.4	1.5	19
<i>Tribonema</i> Derb. et Sol.	-	+	-	+	+	2.2	1.3	1.5	15
<i>Chaetophora</i> Schrank	+	-	-	-	-	1.9	1.4	1.8	15
<i>Cladophora</i> Kütz.	+	-	-	-	-	1.8	1.2	1.6	17
<i>Microcoleus</i> Desm. ex Gom.	+	+	-	-	-	1.8	1.6	1.4	15
<i>Tolypothrix</i> Kütz. ex Born. et Flah.	-	+	+	-	-	0.5	2.1	0.6	15
<i>Oscillatoria</i> Vauch. ex Gom.	-	+	+	-	-	0.6	0.8	0.6	15
<i>Cylindrospermum</i> Kütz. ex Born. et Flah.	+	+	-	-	-	0.7	0.6	1.2	20
<i>Microspora</i> Thur.	-	+	-	-	-	2.1	1.3	2.5	15
<i>Melosira</i> Ag.	-	+	+	-	-	1.8	2.1	3.5	17

B.s. – *Bacillus subtilis*; B.c. – *B. cerius*; E.a. – *Enterobacteria aerogens*; S.t. – *Salmonella typhimurium*; E.c. – *Escherichia coli*; P.a. – *Pseudomonas aeruginosa*; М – метанол; Е – этанол; А – вода; T<sub>t</sub> – танин-тест; P<sub>t</sub> – фенол-тест; St<sub>t</sub> – стероид-тест; F<sub>t</sub> – флавоноиды; Sa<sub>t</sub> – сапонин-тест; Car – каротеноиды; «+» – присутствует; «-» – отсутствует.

### Благодарности

Авторы благодарны С. Рам Реди Хедд – сотруднику факультета микробиологии, а также г-ну Чаэралу за помощь в работе.

Goud M.J.P., Seshikala D. & Singara Charya M.A.

Department of Microbiology, Kakatiya University,  
Warangal-506 009, A.P., India  
[jp\\_muthyala@yahoo.co.in](mailto:jp_muthyala@yahoo.co.in)

### ANTIBACTERIAL ACTIVITY AND BIOMOLECULAR COMPOSITION OF CERTAIN FRESH WATER MICROALGAE COLLECTED FROM RIVER GODAVARI (INDIA)

The microalgae are of significant attraction as natural source of bioactive molecules. Twenty four different fresh water algal species were screened for their antibacterial activity and biomolecules. Bactericidal activity was tested against two gram+ve and four gram-ve bacteria. Maximum antibacterial activity was observed in methanol extracts and least in aqueous extracts. Maximum activity (14 mm) was observed in the extracts of *Nostoc*, *Lyngbya*, *Mougeotia* and *Pithophora* sp. Gram-positive bacteria were more susceptible than gram-negative bacteria. Thirteen algal species are associated with tannins and phenols, 11 species with steroids, 5 species with flavonoids and 8 species with saponins. Maximum chlorophyll *a* was recorded with *Ulothrix* (5.6 mg/g) and least in *Tolypothrix* (0.5 mg/g). Chlorophyll *b* was recorded maximum in *Vaucheria* (4.2 mg/g) and least in *Cylindrospermum* (0.6 mg/g). Maximum carotenoid content is recorded in *Ulothrix* (4.5 mg/g) and least in *Tolypothrix* and *Oscillatoria* (0.6 mg/g). Range of protein content is 4-20 % with maximum yield in *Cylindrospermum* sp. (20 %) and least in *Hydrodictyon* (4 %). Carbohydrate content ranged from 14-35 % with maximum yield in *Mougeotia* (35 %) and least in *Tolypothrix* (14 %). Their pharmacological activities and bioactive molecules can be highly exploited.

*Key words* : fresh water algae, antibacterial activity, phytochemicals, phycopigments.

- \*Akinyemi, K.O., C. Bayagbon, A.B. Oyefolu et al. 2000. Antibacterial screening of five indigenous Nigerian medicinal plants against *S. typhi* and *S. paratyphi*. *J. Niger. Infection Control Ausn.* 3: 30-33.
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24: 1-15.
- Berry, J.P., M. Gantar, R.E. Gawley, M. Wang & K.S. Rein. 2004. Pharmacology and toxicology of pahayokolide A, a bioactive metabolite from a freshwater species of *Lyngbya* isolated from the Florida Everglades. *Comp. Biochem. Physiol. & Toxicol. Pharm.* 139(4): 231-8.
- Borowitzka, M.A. & L.J. Borowitzka. 1989. Vitamins and fine chemicals from microalgae. In: *Microalgal Biotechnology press syndicate of the university of Cambridge*. New York.
- Bukholder, P.R., L.M. Burkholder & I.R. Almodovar. 1960. Antibiotic activity of some marine algae of Puerto Rico. *Bot. Mar.* 2: 149-156.

\* Литература приведена по авторскому оригиналу.

- Cannell, R.P., P. Farmer & J.M. Waller. 1988.** Purification and characterization of pentagalloylglucose and glucosidase inhibitor / antibiotic from the fresh water alga *Spirogyra varians*. *Biochem. J.* **255**: 937-941.
- Desta, B. 2005.** Ethiopian traditional herbal drugs. Part 11. Antimicrobial activity of 63 medicinal plants. *J. Ethnopharmacol.* **100**: 168-175.
- Emodi, A. 1978.** Carotenoids: Properties and applications. *Food Techn.* **32**: 38-42.
- Gibbs, R.D. 1974.** *Chemotaxonomy of flowering plants*. Vol. I. McGill-Queen's Univ. Press, Montreal; London.
- Gibbons, G.F., L.J. Goad & T.W. Goodwin. 1967.** The sterols of Some marine red algae. *Phytochemistry* **6**: 677-683.
- Glombitza, K.W., S. HauPerich & M. Keusgen. 1997.** Phlorotannins from the brown algae *Cystophora torulosa* and *Sargassum spinuligerum*. *Natur. Toxins* **5**: 58-63.
- Hodgson, L.M. 1984.** Antimicrobial and antineoplastic activity in some South Florida Seaweeds. *Bot. Mar.* **28**: 387-390.
- Jaki, B., J. Helimann & O. Sticher. 2000.** New antimicrobial metabolites from the cyanobacterium *Nostoc commune*. *J. Nat. Prod.* **63**: 1283.
- Jeraci, J. & P. Vansoest. 1986.** *Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition*. CRC Press, Boca Raton.
- Jermyn, M.A. 1975.** Increasing the sensitivity of Anthrone method for carbohydrate. *Analit. Biochem.* **68**: 332-335.
- Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.C. Farr & R.J. Randall. 1951.** Protein measurement with Folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**: 265-275.
- Parameswaran, P.S., K.L. Bhat, B.N. Das & S.Y. Kamat. 1944.** Halogenated terpenoids from the brown alga *Padina tetrastromatica* Hauck. *Ind. J. Chem.* **33**: 1006-1008.
- Patterson, G.W. 1968.** Sterols of *Laminaria*. *Comp Biochem Physiol.* **24**: 501-505.
- Pratt, R., T.C. Daniel, J.B. Eier et al. 1944.** Chlorellin. An antibacterial substance from *Chlorella*. *Science* **99**: 351-352.
- Reitz, R.C. & J.G. Hamilton. 1968.** The isolation and identification of two sterols from two species of blue green algae. *Comp. Biochem. Physiol.* **25**: 401-406.
- Stella Roslin, A. 2003a.** Seasonal variations in the protein content of marine algae in relation to environmental parameters in Arockiapuram coast. *Sea Weed Res. Utiln.* **25**: 77-86.
- Stella Roslin, A. 2003b.** Seasonal variations in the carbohydrate content of some marine algae in relation to environmental parameters in the Arockiapuram coast. *Sea Weed Res. Utiln.* **23**: 109-117.
- Vijaya Parthasarathy, M.D., M. Prema & Krishnamurthy. 2004.** A preliminary report on the antibacterial activity of extracts from *Spirogyra* sp. *Zygnematacea-Chlorophyceae*. *Indian Hyrobiol.* **7**: 229-233.
- Zornitza, G., A. Kamenarska, D. Stefka et al. 2000.** Volatile components of the freshwater algae *Spirogyra* and *Mougeotia*. *Z. Naturforsch.* **55**: 495-499.

Получена 10.10.07

Подписала в печать Е.И. Шнюкова