

**ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ ОБЩИХ ЛИПИДОВ ВИДОВ РОДА  
*CYSTOSEIRA* С. AGARDH (*PHAEOPHYTA*)  
(ЧЕРНОЕ МОРЕ, КРЫМ)**

Исследован жирнокислотный состав общих липидов лиманной и морской популяций *Cystoseira barbata* (Gooden. et Woodw.) С. Agardh и морской *C. crinita* (Desf.) Vory. Показано, что их состав и соотношение имеют видоспецифический характер. Установлено, что более широкая адаптация к условиям окружающей среды у *C. barbata*, по сравнению с *C. crinita*, достигается повышенным синтезом ненасыщенных жирных кислот и кислот, входящих в состав сульфоллипидов.

Ключевые слова: жирные кислоты, *Cystoseira*, Черное море, лиман.

**Введение**

Изучение биохимического состава водорослей имеет большое значение для их практического использования (Сиренко и др., 1988), а также как биомаркер оценки качества водной среды (Шахматова, Мильчакова, 2009). Особый интерес вызывают бурые водоросли из рода *Cystoseira*. Цистозировые фитоценозы Черного моря формируют на твердых субстратах прибрежный пояс растительности на глубине до 15 м с шириной зарослей от нескольких метров до нескольких сотен метров (Калугина-Гутник, 1975). В последние десятилетия наблюдается увеличение антропогенной нагрузки на экосистему моря (Zaitsev, Mamaev, 1997). В наибольшей мере это проявляется именно в прибрежных районах в силу физических факторов и основной локализации сбросов загрязняющих веществ (Дятлов, и др., 2002). Следствием этого стало ухудшение состояния цистозировых сообществ и сокращение их запасов у берегов Крыма (Мильчакова, 2003). Еще хуже ситуация сложилась в северо-западной части Черного моря, где *Cystoseira barbata* уже примерно около трех десятков лет отсутствует в прибрежных фитоценозах (Еременко, 2001; Ткаченко, 2004). Небольшая популяция этой водоросли сохранилась лишь в Тилигульском лимане (Ткаченко, Ковтун, 2002). Отдельные экземпляры *C. barbata* наблюдались также в береговой зоне о. Змеиный (Ткаченко, 2008).

Одним из важнейших органических веществ водорослей являются липиды. Они принимают участие в энергетическом обмене, обеспечении структурных и функциональных свойств клеток и всего растительного организма в целом (Солоненко, 2013).

Липофильные экстракты бурых водорослей представлены в основном триглицеридами жирных кислот (50–72,5 %). Основную массу их составляют полиненасыщенные жирные кислоты  $C_{18}$  и  $C_{20}$ ,  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 типа (Канаан и др., 2008). Эти вещества тормозят канцерогенез, нормализуют липидный обмен, обладают антисклеротическим (Канаан и др., 2008), антибактериальным и антифунгальным эффектом (Kujumgiev et al., 1999), а также проявляют гепатопротекторные свойства (Ткаченко и др., 2005). Таким образом, водорослевые липиды и их производные принадлежат к перспективным источникам важных лекарственных биологически активных соединений. Поиск среди водорослей-макрофитов новых продуцентов, в частности липидов, и их производных имеет практическое значение.

Целью нашей работы было исследование содержания липидов и их жирно-кислотного состава у лиманной и морской популяций *C. barbata*, отличающихся экологическими условиями мест произрастания, а также морской популяции *C. crinita*.

#### Материалы и методы

Пробы *Cystoseira barbata* отбирали в ноябре 2013 г. в прибрежной зоне, параллельно: в море на Южном берегу Крыма (Ялта) и в Тилигульском лимане (Одесская обл., около с. Кошары); *C. crinita* – на Южном берегу Крыма (Ялта). Для анализа были взяты зрелые 4–7-летние растения, на глубине до 1 м,

Липиды экстрагировали из навески 1 г лиофильно высушенной биомассы водорослей на холоде изопропанолом, затем смесью изопропанол–хлороформ (1:1) и дважды смесью хлороформ–метанол (1:1) (Harris, James, 1969; Новицкая и др., 1990). Количество жирных кислот в суммарной фракции липидов определяли с помощью газожидкостной хроматографии в виде метиловых эфиров (ДСТУ ISO 5508–2001).

Анализ метиловых эфиров жирных кислот осуществляли методом газо-жидкостной хроматографии на газовом хроматографе GC-16A «Shimadzu» (Япония) с возможностью программирования температуры до 330 °С, используя пламенно-ионизационный детектор и программное обеспечение “GC solution”. Для разделения применяли капиллярную колонку THERMO TR-FAME (30 mm × 0.25 mm ID × 0,25 mm film) с температурным градиентом от 70 до 230 °С. Неподвижная фаза – 70 % Суанорпорул (equiv) Polysiphenylene-siloxane, подвижная фаза – гелий со скоростью потока газа 1 мл/мин. Температура инжектора и детектора составляла 280 и 260 °С соответственно. Содержание жирных кислот

выражали в процентах общей суммы. Идентификацию жирных кислот проводили путем сравнения времени удерживания определяемых соединений со временем удерживания стандартных жирных кислот.

Индекс ненасыщенности жирных кислот вычисляли по формуле (Киселева, 2008):

$$\text{ИН} = \frac{\sum \% C_{n-1} + (\sum \% C_{n-2}) \times 2 + (\sum \% C_{n-3}) \times 3}{100 \%}$$

### Результаты и обсуждение

Акватории побережья моря (природный заповедник «Мыс Мартьян», Южный берег Крыма, Ялта) и Тилигульского лимана Черного моря (региональный ландшафтный парк «Тилигульский») отличаются уровнем солености и антропогенного воздействия на окружающую среду.

Природный заповедник «Мыс Мартьян» утвержден постановлением СМ УССР № 84 от 20.02.1973 г. Находится в Ялтинском районе Южного берега Крыма, ограничивает с востока Ялтинский залив Черного моря. Общая площадь 240 га, в т.ч. 120 га акватории моря. Заповедник создан для сохранения и изучения средиземноморских реликтов и аквального комплекса побережья Черного моря. Флористический район Южный берег Крыма, в который входит акватория заповедника, характеризуется приглубыми берегами, постоянным и сильным волнением, типичным для открытого моря. Колебания температуры воды в течение года здесь наименьшие по сравнению с другими районами. Господствующее положение принадлежит фитоценозам цистозир, запасы которых составляют 310 тыс. тонн (Калугина-Гутник, 1975). В заповеднике «цистозировый пояс» выражен на всем протяжении аквального комплекса, причем *C. barbata* приурочена к глубинам 1–10 м, а *C. crinita* — к 0–5 м. Для побережья заповедника характерны скульптурные и аккумулятивные формы рельефа (Панин, 1980). Господствующее направление перемещения вдоль берегового потока наносов — с востока на запад. Соленость морской воды составляет 18 ‰.

Тилигульский лиман относится к наиболее экологически благополучным с точки зрения трофического статуса водоемам (Северо-западная ..., 2006). В то же время в нем, как континентальном водоеме очень динамичны экологические процессы. Например, соленость его вод в ноябре 2013 г. достигала 28,4 ‰, что почти в три раза выше, чем в 70-х гг. прошлого столетия (Розенгурт, Бесфамильная, 1967). В лимане отмечается высокая первичная продуктивность, обусловленная достаточным содержанием биогенных элементов. Преобладающей формой азота была органическая, в 2002 г. ее средняя величина составляла 3,37 мг/л (Гончаров, 2005). Столь же значительными были и показатели органического фосфора — в среднем 0,22 мг/л. Концентрация минерального фосфора превышала таковую азота и полностью не расходовалась на продукционные процессы. По сравнению с 60–80 гг. концент-

рация аммонийного азота в лимане уменьшилась на порядок, значительно снизилось содержание нитратов и фосфатов. За этот период уменьшилось вдвое и содержание органического вещества. Улучшение экологических условий лимана позволило сформироваться здесь заметной популяции *C. barbata*.

Изучаемые морская и лиманная акватории Черного моря значительно отличаются по своим гидрохимическим свойствам. Это, очевидно, сказывается на биохимических особенностях их обитателей.

Наши исследования посвящены изучению содержания общих липидов и их жирнокислотного состава у двух черноморских цистозир – *C. barbata* и *C. crinita*. Полученные нами данные о содержании общих липидов (табл. 1) подтверждают литературные данные (Сиренко и др., 1988) об их невысоких количествах у бурых водорослей (в пределах 1–3 % в сырой биомассе).

Таблица 1

Содержание суммарных липидов в клетках исследованных видов цистозир

| Образец  | Сырая биомасса | Абсолютно сухая биомасса |
|--|----------------|--------------------------|
| <i>Cystoseira barbata</i> (Тилигульский лиман) | 1,56           | 7,84                     |
| <i>C. barbata</i> (Крым, Ялта)                 | 2,76           | 11,34                    |
| <i>C. crinita</i> (Крым, Ялта)                 | 2,79           | 11,78                    |

Более богатыми (почти в 1,5 раза) по содержанию липидов оказались морские популяции цистозир.

В составе общих липидов исследованных видов цистозир идентифицировано 14 жирных кислот: 7 насыщенных (миристиновая, пентадекановая, пальмитиновая, маргаритиновая, стеариновая, арахидиновая и бегеновая) и 7 ненасыщенных (пальмитолеиновая, C<sub>16:3</sub>, олеиновая, линолевая, линоленовая, эйкозаеновая и эруковая (табл. 2, рисунок). Причем следы пентадекановой кислоты отмечены только у тилигульской *Cystoseira*.

Таблица 2

Жирнокислотный состав общих липидов водорослей *Cystoseira barbata* и *C. crinita*

| Образец                                | Жирные кислоты                      | Содержание, (% суммы жирных кислот) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>C. barbata</i> (Тилигульский лиман) | Миристиновая, C <sub>14:0</sub>     | 1,85                                |
|  | Пентадекановая, C <sub>15:0</sub>   | 0,62                                |
|  | Пальмитиновая, C <sub>16:0</sub>    | 13,75                               |
|  | Пальмитолеиновая, C <sub>16:1</sub> | 0,93                                |
|  | C <sub>16:3</sub>                   | 1,45                                |

|   |                                      |       |
|---|--------------------------------------|-------|
| <i>Cystoseira barbata</i><br>(Тилигульский лиман) | Маргариновая, С <sub>17:0</sub>      | 0,76  |
|   | Стеариновая, С <sub>18:0</sub>       | 3,86  |
|   | Олеиновая, С <sub>18:1</sub>         | 25,66 |
|   | Линолевая, С <sub>18:2</sub>         | 21,28 |
|   | Линоленовая, С <sub>18:3</sub>       | 4,24  |
|   | Арахидовая, С <sub>20:0</sub>        | 0,81  |
|   | Бегеновая, С <sub>22:0</sub>         | 3,97  |
|   | Эруковая, С <sub>22:1</sub>          | 0,98  |
|   | Сумма насыщенных ЖК                  | 25,62 |
|   | Сумма ненасыщенных ЖК                | 54,54 |
|   | Другие кислоты                       | 19,84 |
| <i>C. barbata</i><br>(Крым, Ялта)                 | Миристиновая, С <sub>14:0</sub>      | 3,24  |
|   | Пальмитиновая, С <sub>16:0</sub>     | 14,50 |
|   | Пальмитоолеиновая, С <sub>16:1</sub> | 1,14  |
|   | С <sub>16:3</sub>                    | 1,24  |
|   | Маргариновая, С <sub>17:0</sub>      | 0,76  |
|   | Стеариновая, С <sub>18:0</sub>       | 1,24  |
|   | Олеиновая, С <sub>18:1</sub>         | 12,84 |
|   | Линолевая, С <sub>18:2</sub>         | 6,69  |
|   | Линоленовая, С <sub>18:3</sub>       | 6,67  |
|   | Арахидовая, С <sub>20:0</sub>        | 3,38  |
|   | Эйкозаеновая, С <sub>20:1</sub>      | 3,43  |
|   | Бегеновая, С <sub>22:0</sub>         | 11,22 |
|   | Эруковая, С <sub>22:1</sub>          | 4,02  |
|   | Сумма насыщенных ЖК                  | 34,34 |
| Сумма ненасыщенных ЖК                             | 36,03                                |       |
| Другие кислоты                                    | 29,63                                |       |
| <i>C. crinita</i><br>(Крым, Ялта)                 | Миристиновая, С <sub>14:0</sub>      | 1,98  |
|   | Пальмитиновая, С <sub>16:0</sub>     | 9,82  |
|   | С <sub>16:3</sub>                    | 2,58  |
|   | Маргариновая, С <sub>17:0</sub>      | 1,78  |
|   | Стеариновая, С <sub>18:0</sub>       | 1,56  |
|   | Олеиновая, С <sub>18:1</sub>         | 12,10 |
|   | Линолевая, С <sub>18:2</sub>         | 7,33  |
|   | Линоленовая, С <sub>18:3</sub>       | 6,58  |
|   | Арахидовая, С <sub>20:0</sub>        | 1,97  |
|   | Эйкозаеновая, С <sub>20:1</sub>      | 5,40  |
|   | Бегеновая, С <sub>22:0</sub>         | 7,88  |
|   | Эруковая, С <sub>22:1</sub>          | 3,63  |
|   | Сумма насыщенных ЖК                  | 24,99 |
|   | Сумма ненасыщенных ЖК                | 37,62 |
| Другие кислоты                                    | 37,39                                |       |



Хроматограмма жирнокислотного состава общих липидов *Cystoseira barbata* (А – тилигульская популяция; В – крымская) и *C. crinita* (Б – крымская)

Длина их углеродных цепей составляла от 14 до 22 атомов. На кислоты ряда  $C_{16}$  и  $C_{18}$  у *C. barbata* из Тилигульского лимана приходилось 71,17 %, а из крымского побережья – 44,32 %. Несколько меньше эта величина была у крымской *C. crinita* – 39,97 %. Данные

жирные кислоты в основном участвуют в образовании клеточных мембран (Кириченко и др., 2011). В целом, в составе жирных кислот исследованных видов цистозир преобладали ненасыщенные кислоты. У тилигульской популяции *C. barbata* этот показатель составлял 54,54 %, а у крымской – 34,34 %. Наименьшая величина этого параметра была у крымской *C. crinita* – 24,99 %. Выявленные особенности соотношения ненасыщенных и насыщенных жирных кислот липидов цистозир подтверждаются также их индексами ненасыщенности (ИН). Наибольшей величина этого показателя была у тилигульской популяции *C. barbata* (0,87) и значительно меньше у крымской (0,64). У *C. crinita* ИН был равен 0,63. Известно (Чиркова, 1997), что ненасыщенные жирные кислоты придают клеточным мембранам текучесть, необходимую для поддержания их структуры и функционального состояния. Очевидно, более высокое содержание ненасыщенных жирных кислот у *C. barbata* по сравнению с *C. crinita* обусловлено более широкой экологической амплитудой первого вида (Калугина-Гутник, 1975). Повышенное содержание ненасыщенных жирных кислот у лиманной популяции *C. barbata*, очевидно, связано с худшими экологическими условиями в Тилигульском лимане по сравнению с морскими акваториями Крыма. Большое значение в адаптации водорослей к действию абиотических и биотических стрессоров имеют сульфолипиды, которые содержат ряд жирных кислот (Kozuk et al., 2009). Такими кислотами в составе общих липидов исследованных видов цистозир были пальмитиновая и  $C_{16:3}$ . Оказалось, что суммарное содержание этих двух жирных кислот у *C. barbata* было также больше, чем у *C. crinita* (15,18 – 15,74 и 12,40 % соответственно). Повышенный синтез этих жирных кислот, очевидно, обеспечивает адаптацию *C. barbata* к произрастанию в более широком спектре экологических условий.

В составе жирных кислот цистозир преобладали пальмитиновая и олеиновая кислоты, минимально были представлены пентадекановая, маргариновая и арахидиновая (у лиманной популяции *C. barbata*); пальмитоолеиновая,  $C_{16:3}$  и стеариновая (у ее морской популяции); стеариновая, маргариновая и арахидиновая кислоты (у *C. crinita*). Кислотами с наибольшим числом атомов углерода были бегеновая ( $C_{22:0}$ ) и эруковая ( $C_{22:1}$ ). Содержание бегеновой кислоты у крымской *C. barbata* было максимальным (11,22 %), у тилигульской – лишь 3,97 %, а у *C. crinita* – 7,88 %. Сходным оказалось и соотношение содержания эруковой кислоты – 4,02, 0,98 и 3,63 % соответственно.

Большинство выявленных жирных кислот содержат четное число атомов углерода. Только среди насыщенных кислот отмечена молекула с нечетным числом атомов – маргариновая ( $C_{17:0}$ ). Наибольшее содержание этой кислоты отмечено у *C. crinita* – 1,78 %, а у крымской и тилигульской *C. barbata* оно составляло 0,76 %. Считается, что жирные кислоты с нечетным числом атомов углерода редко встречаются в природе (Кириченко и др., 2011).

## Выводы

Жирнокислотный состав изученных видов черноморских цистозир носит видоспецифичный характер и дополняет данные об особенностях их физиологии.

В составе жирных кислот общих липидов цистозир преобладают ненасыщенные жирные кислоты: 54,54 % (тилигульская лиманная популяция *C. barbata*) и 34,34 % (крымская морская); у *C. crinita* этот показатель составляет 24,99 %.

Повышенное содержание ненасыщенных жирных кислот и кислот, входящих в состав сульфолипидов у *C. barbata*, обеспечивает ей более широкие адаптивные возможности по сравнению с *C. crinita*.

*Выражаем искреннюю благодарность д.б.н. О.О. Молодченковой за помощь в проведении исследований жирнокислотного состава общих липидов черноморских цистозир.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гончаров А.Ю. Продукционно-деструкционные процессы и трансформация биогенных веществ в Тилигульском лимане // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2005. – 26(3). – С. 32–35.
- ДСТУ ISO 5508 – 2001.
- Дятлов С.Е., Патлатюк Е.Г., Никаноров В.А. и др. Качество дренажных, ливневых и сточных вод, сбрасываемых в море и Хаджибейский лиман // Экологические проблемы Черного моря. – Одесса, 2002. – С. 69–73.
- Еременко Т.И. Генезис и характерные черты современного состояния макрофитобентоса в северо-западной части Черного моря // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2001. – 14(3). – С. 129–131.
- Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975. – 248 с.
- Канаан Х.М., Криворучко Е.В., Халар Г., Муртаза М., Яссин А. Химический анализ жирных кислот, каротиноидов и хлорофиллов бурой водоросли *Padina pavonia* // Журн. орг. та фарм. хімії. – 2008. – 6(22). – С. 68–76.
- Кириченко К.А., Побежимова Т.В., Соколова П.А. и др. Жирнокислотный состав общих липидов высших водных растений из реки Ангары // Химия раст. сырья. – 2011. – (2). – С. 97–102.
- Киселева М.А. Метаболизм мембранных липидов у свободноживущих и симбиотических зеленых водорослей рода *Pseudococcoluxa* в условиях дефицита фосфора: Автореф дис. ... канд. биол. наук. – С. Пб., 2008. – 23 с.
- Мильчакова Н.А. Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152–208.
- Новицкая Г.В., Сальникова Е.Б., Суворова Т.А. Изменение ненасыщенности жирных кислот липидов растений озимой и яровой пшеницы в процессе закаливания // Физиол. и биохим. культ. раст. – 1990. – 22(3). – С. 257–263.
- Панин А.Г. Опыт крупномасштабного геоморфологического картографирования (на примере заповедника «Мыс Мартьян» в Крыму) // Физическая география и геоморфология: Респ. межвед. науч. сб. – Киев, 1980. – Вып. 23. – С. 131–137.



- Розенгурт М.Ш., Бесфамильная Р.М. Гидрохимический режим лиманов северо-западного Причерноморья // Океанографические исследования Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1967. – С. 96–104.
- Северо-западная часть Черного моря / Отв. ред. Ю.П. Зайцев, Б.Г. Александров, Г.Г. Миничева. – Киев: Наук. думка, 2006. – 701 с.
- Сиренко Л.А., Козицкая В.Н. Биологически активные вещества водорослей и качество воды. – Киев: Наук. думка, 1988. – 256 с.
- Солоненко А.Н. Жирнокислотный состав бентосных макроскопических разрастаний водорослей и пелоидов эфемерных водоемов // Альгология. – 2013. – 23(1). – С. 47–52.
- Ткаченко Ф.П. Видовой состав водорослей-макрофитов северо-западной части Черного моря (Украина) // Там же. – 2004. – 14(3). – С. 277–293.
- Ткаченко Ф.П. Макрофітобентос прибережжя чорноморського острова Зміїний // Вісн. ХНАУ. Сер. біологія. – 2008. – 1(12). – С. 84–90.
- Ткаченко Ф.П., Ковтун О.О. Макрофіти Тилігульського лиману Чорного моря // Укр. ботан. журн. – 2002. – 59(2). – С. 184–191.
- Ткаченко Ф.П., Шевченко І.М., Назарчук Ю.С. Гепатопротекторні властивості ліпідів морських водоростей // Досягнення біології та медицини. – 2005. – 5(1). – С. 28–31.
- Чиркова Т.В. Клеточные мембраны и устойчивость растения к стрессовым воздействиям // Сорос. образоват. журн. – 1997. – (9). – С. 12–17.
- Шахматова О.А., Мильчакова Н.А. Активность каталазы черноморских видов *Cystoseira* С. Agardh в различных экологических условиях // Альгология. – 2009. – 19(1). – С. 34–46.
- Harris P., James A.T. The effect of low temperature on fatty acid biosynthesis in plants // Biochem. J. – 1969. – 112(3). – P. 325–330.
- Kujumgiev A., Dimitrova-Konaklieva St., Stefanov K., Dimitrov K., Popov S., Stoev St. Antibacterial and antifungal activity of some wide-spread Black Sea algae // Докл. Българ. АН. – 1999. – 52(7/8). – С. 59–62.
- Kosyuk O.I., Okaneneko A.A., Taran N. Yu. Plant sulfolipid. III. Role in adaptation // Біополімери і клітина. – 2009. – 25(2). – С. 85–94.
- Zaitsev Yu., Mamaev V. Biological Diversity in the Black Sea. A Study of Change and Decline. – New York: Unit. Publ., 1997. – 208 p.

Поступила 19 января 2014 г.

Подписала в печать Е.И. Шнюкова

#### REFERENCES

- Chirkova T.V., *Soros. Obrazovat. J.*, (9):12–17, 1997.
- Djatlov S.E., Patlatjuk E.G., Nikanorov V.A. i dr., *Ekologicheskie problemy Chernogo morja*, Odessa, Pp. 69–73, 2002. [Rus.]
- Eremenko T.I., *Nauk. Zap. Ternop. Ped. Univ.*, Ser. Biol., 14(3):129–131, 2001.
- Goncharov A.Ju., *Nauk. Zap. Ternop. Nac. Ped. Univ.*, Ser. Biol., 26(3):32–35, 2005.
- Harris P. and James A.T., *Biochem. J.*, 112(3):325–330, 1969.
- Kalugina-Gutnik A.A., *Fitobentos Chernogo morja*, Nauk. Dumka, Kiev, 1975. [Rus.]
- Kanaan H.M., Krivoruchko E.V., Halar G., Murtaza M., and Jascin A. *J. Org. ta Farm. Himii*, 6(22):68–76, 2008.

- Kirichenko K.A., Pobezhimova T.V., Sokolova P.A. i dr., *Himija Rast. Syr'ja*, (2):97–102, 2011.
- Kiseleva M.A., *Metabolizm membrannyh lipidov u svobodnozhivushhij i simbioticheskij zelenih vodoroslej roda Pseudococcomyxa v uslovijah deficita fosfora*, Abstr. Ph.D. (Biol.) Thesis, Sanct-Petersburg, 2008. [Rus.]
- Kosyk O.I., Okanenko A.A., and Taran N.Yu., *Biopolimeri i Klitina*, 25(2):85–94, 2009.
- Kujumgiev A., Dimitrova-Konaklieva St., Stefanov K., Dimitrov K., Popov S., and Stoev S. *Dokl. Bolg. AN*, 52(7–8):59–62, 1999.
- Mil'chakova N.A., *Sovremennoe sostojanie bioraznoobrazija pribrezhnyh vod Kryma (chernomorskij sektor)*, EKOSI-Gidrofizika, Sevastopol, Pp. 152–208, 2003. [Rus.]
- Novickaja G.V., Sal'nikova E.B., and Suvorova T.A., *Fiziol. i Biohim. Kul't. Rast.*, 22(3):257–263, 1990.
- Panin A.G., *Fizicheskaja geografija i geomorfologija: Resp. Mezhved. Nauch. Sb., Vyp. 23*, Kiev, Pp. 131–137, 1980. [Rus.]
- Rozengurt M.Sh., and Besfamil'naja R.M., *Okeanograficheskie issledovanija Chernogo morja*, Nauk. Dumka, Kiev, Pp. 96–104, 1967. [Rus.]
- Severo-zapadnaja chast' Chernogo morja*, Eds Ju.P. Zaitsev, B.G. Aleksandrov, and G.G. Minicheva, Nauk. Dumka, Kiev, 2006. [Rus.]
- Shahmatova O.A. and Mil'chakova N.A., *Algologia*, 19(1):34–46, 2009.
- Sirenko L.A. and Kozickaja V.N. *Biologicheski aktivnye veshhestva vodoroslej i kachestvo vody*, Nauk. Dumka, Kiev, 1988. [Rus.]
- Solonenko A.N., *Algologia*, 23(1):47–52, 2013.
- Tkachenko F.P. and Kovtun O.O., *Ukr. Bot. J.*, 59(2):184–191, 2002.
- Tkachenko F.P., *Algologia*, 14(3):277–293, 2004.
- Tkachenko F.P., Shevchenko I.M., and Nazarchuk Ju.S., *Dosjagnennja Biologii ta Medicini*, 5(1): 28–31, 2005.
- Tkachenko F.P., *Visnyk CHNAU. Ser. Biology*, 1(12): 84–90, 2008.
- Zaitsev Yu. and Mamaev V., *Biological Diversity in the Black Sea. A Study of Change and Decline*, Unit. Publ., New York, 1997.

ISSN 0868-8540. *Algologia*. 2015, 25(2): 115–124 <http://dx.doi.org/10.15407/alg25.02.115>

F.P. Tkachenko<sup>1</sup>, I.I. Maslov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>I.I. Mechnikov Odessa National University,

2, Dvoryanskaja St., 65058 Odessa, Ukraine

<sup>2</sup>State Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center,

Settl. Nikita, 98648 Yalta, Crimea

#### FATTY ACIDS OF TOTAL LIPIDS OF SPECIES GENUS OF *CYTOSEIRA* C. AGARDH (BLACK SEA, CRIMEA)

The fatty acid composition of total lipids estuary and marine populations of *Cystoseira barbata* (Gooden. et Woodw.) C. Agardh and marine *C. crinita* (Desf.) Bory was investigated. It is shown that their composition and value are species-specific in nature. Wider adaptation to environmental conditions in *C. barbata*, compared to *C. crinita*, achieved by increased synthesis of unsaturated fatty acids and acid forming part sulpholipids.

**Key words:** fatty acids, *Cystoseira*, Black Sea, estuary.