

# ИЗУЧЕНИЕ ЛИПИДОВ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ ВОДОРΟΣЛЕЙ КАСПИЙСКОГО МОРЕЯ

Текаев Ш.Д.<sup>1</sup>, Бердиев А.А.<sup>2</sup>, Болмаммедов Ы.Ч.<sup>3</sup>, Гурбанов И.Г.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Текаев Шатлык Довлетгелдиевич – студент,  
лечебный факультет;

<sup>2</sup>Бердиев Атамырат Амангелдиевич – преподаватель-стажёр,  
кафедра фармации;

<sup>3</sup>Болмаммедов Ыклым Чарымухаммедович – преподаватель-стажёр,  
кафедра госпитальной терапии с курсом клинической фармакологии и эндокринологии;

<sup>4</sup>Гурбанов Ильмырат Гурбанович – кандидат химических наук, заведующий кафедрой,  
кафедра фармации,  
Государственный медицинский университет Туркменистана им. Мырата Гаррыева,  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** с помощью метода инфракрасной спектроскопии было установлено качество, количество и строение сложных жирных кислот, входящих в состав липидов четырех разновидностей красных водорослей и двух разновидностей зеленых водорослей, произрастающих в Каспийском море. Кроме этого установили, что под воздействием валентных колебаний карбонильных и гидроксильных групп кислоты в растворе содержатся в виде ацетилированных макромолекул. Первичное увеличение количества соединений, входящих в состав кислот, снижает частоту валентных колебаний карбонильных групп и оно расширяется в соответствии с кислотами, не сохраняющими первичное соединение. Полученные результаты позволяют объяснить взаимосвязь между строением и биологической активностью кислот.

**Ключевые слова:** инфракрасная спектроскопия, Каспийское море, сложные жирные кислоты, красные и зеленые водоросли, воздействие валентных колебаний карбонильных и гидроксильных групп.

В настоящее время известно более 200 жирных кислот, отличающихся по степени и характеру разветвления углеродной цепи, числу и положению двойных связей, природе и количеству функциональных групп, длине углеродной цепи [6-8]. Несмотря на значительные успехи, достигнутые в области синтеза и изучения свойств, строения жирных кислот, интерес к этим биологически важным соединениям возрастает.

Наряду с другими физико-химическими методами для идентификации состава сложных смесей природных соединений, в т.ч. и смесей жирных кислот, широко применяется инфракрасная (ИК) спектроскопия [1-3, 5].

В Каспийском море произрастает 187 видов водорослей — макрофитов [4], жирнокислотный состав липидов которых до настоящего времени не изучен. Биологическая активность липидов водорослей определяется их жирнокислотным составом и строением.

В связи с этим, цель настоящей работы — определение строения углеродного скелета жирных кислот липидов 4 красных (*Lourensia caspica* A.Zin et Zaberzh — I, *Polysiphonia caspica* Kütz — II, *Polysiphonia deaudentata* (Dillw) Kütz — III, *Polysiphonia violaceae* (Roth) Grev — IV) и 2 зеленых (*Cladophora vagabunda* (L.) Hoek — V, *Enteromorpha linza* (L.) I.Ag — VI) водорослей Каспийского моря методом ИК-спектроскопии.

Поглощение смесей насыщенных и ненасыщенных высших жирных кислот липидов водорослей (I-VI) состоит из поглощений их двойных связей ( $\text{-HC=CH-}$ ,  $\text{C=O}$ ) и насыщенной части ( $\text{-C-H}$ ,  $\text{-C-}$ ,  $\text{-C-C-}$ ,  $\text{-O-H}$ ,  $\text{-C-O-}$ ) молекулы. Поэтому особенно привлекла наше внимание область от 4000 до 650  $\text{см}^{-1}$  (2,5—15,3 мкм), которая охватывает поглощение, обусловленное колебаниями всех характеристических групп и связей жирных кислот.

Полоса поглощения, отвечающая валентным колебаниям связи  $\text{C=O}$  жирных кислот липидов водоросли (I), обнаружена в спектре без труда — 1900-1580  $\text{см}^{-1}$  (рис.1). Однако взаимодействия валентных колебаний связей  $\text{C=O}$  и  $\text{O-H}$  (3300-2500  $\text{см}^{-1}$ ) приводят к появлению 2 новых полос при 1440-1395 и 1320-1210  $\text{см}^{-1}$ . В ИК спектре липидов водоросли (I) доминируют полосы валентных колебаний связи  $\text{C=O}$  с  $\text{-O- H}$ . Часто эта полоса очень широка, что, вероятно, связано с большим разбросом энергии таких колебаний вследствие многочисленности разных вариантов образования водородных связей между молекулами жирных кислот.

Известно, что межмолекулярные водородные связи разрушаются по мере разбавления раствора [4]. Однако путем регистрации спектра смесей жирных кислот липидов водорослей (I— VI) при разных концентрациях не удалось получить информацию о разрыве водородных связей. Во всех случаях димеры насыщенных и ненасыщенных жирных кислот очень прочны и существуют только в виде димеров.

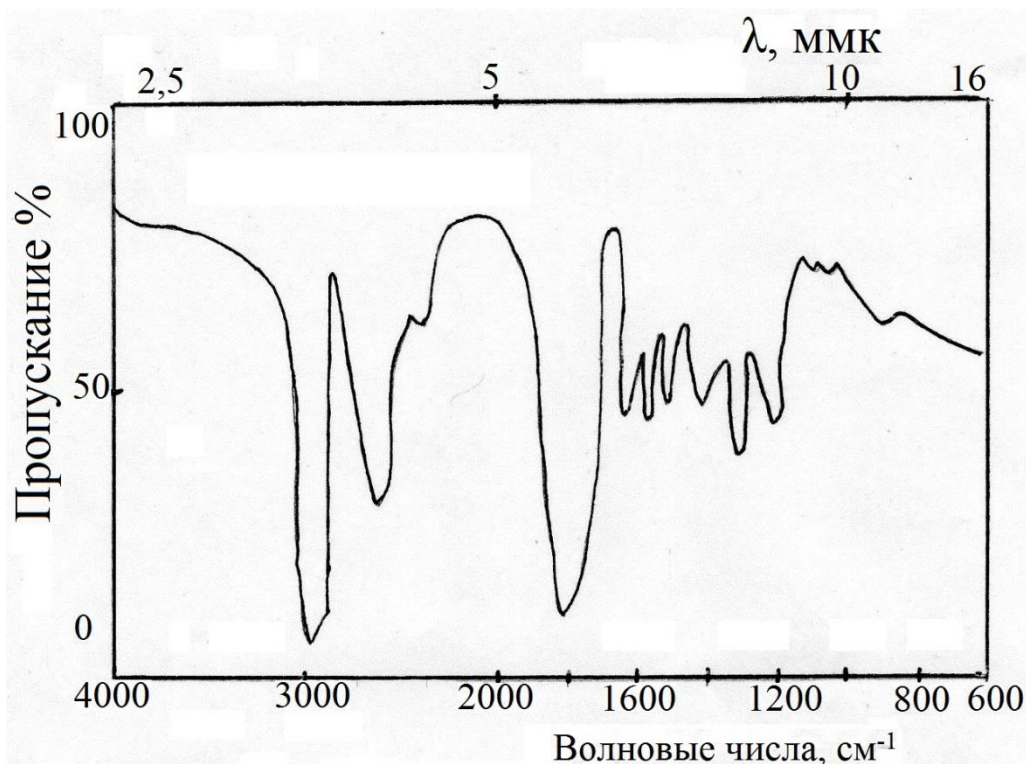


Рис. 1. ИК спектры смесей жирных липидов водоросли *Lourensia caspica* (в жидкой пленке)

Отмечено, что частота колебаний  $C=O$  понижается примерно на  $30\text{ см}^{-1}$  при сопряжении с одной связью  $C=C$ - на  $15\text{ см}^{-1}$  при сопряжении одной связью

$-C=C-$  и еще на  $15\text{ см}^{-1}$  при сопряжении с 2 двойными связями. Дальнейшие сопряжения почти не приводят к сдвигам частот. В этих случаях интенсивность полосы колебания  $C=O$  повышается и она расширяется по сравнению с полосами жирных кислот, в которых сопряжение отсутствует.

Полоса поглощения, отвечающая карбоксильной группе, появляется при  $1715\text{-}1700\text{ см}^{-1}$ .

Хотя ИК спектры применяют для идентификации транс-двойных связей, полосы поглощения при  $968\text{ см}^{-1}$ , обусловленные внеплоскостными деформационными колебаниями атомов водорода при двойной связи, плохо появляются (рис. 1).

Это, вероятно, объясняется локальной симметрией окружения двойной связи.

В изученных смесях высших жирных кислот липидов также проявляется интенсивное поглощение в области  $1420\text{-}1200\text{ см}^{-1}$ , вызванное деформационными колебаниями  $-C-O-$ связей.

В области  $1625\text{-}1585\text{ см}^{-1}$  появляется несколько полос, иногда сливающихся в одну широкую (рис. 2), обусловленную сопряжением 2 и более  $-C=C-$  связей. Интенсивность полос поглощения, соответствующих валентным колебаниям сопряженных  $-C=C-$  связей, обычно невелика.

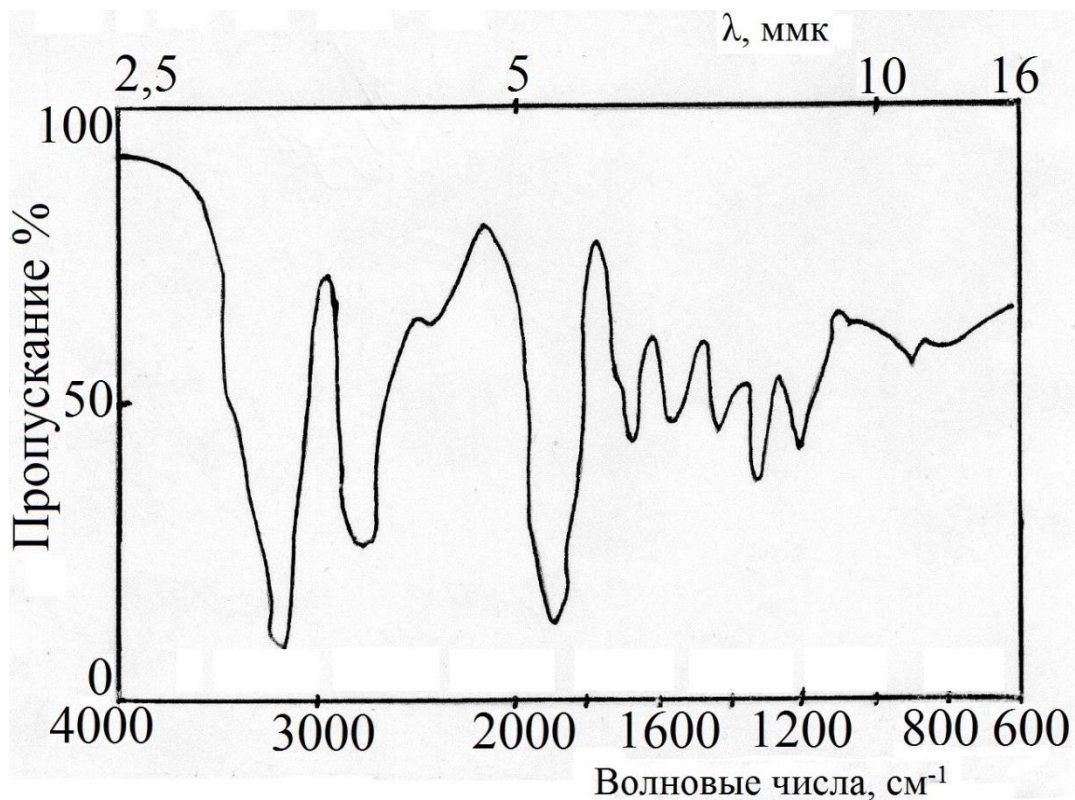


Рис. 2. ИК-спектры смесей жирных кислот липидов водоросли *Polysiphonia caspica* (в жидкой пленке)

Поглощение в области  $3000\text{--}2800\text{ см}^{-1}$  обусловлено валентными колебаниями метановых групп ( $\text{=C-H}$ ), которое перекрывается интенсивными полосами поглощения групп  $\text{-C-}$  и  $\text{-C-H}$  и практически для идентификации не используется.

Наблюдаются ожидаемое сближение и увеличение поглощения валентных колебаний групп  $\text{-C-}$  и  $\text{-C-H}$  в области  $2940\text{--}2850\text{ см}^{-1}$ , что соответствует большому содержанию этих групп в составе липидов изучаемых водорослей (I-VI).

ИК спектры жирных кислот липидов водорослей III, VI аналогичны спектрам жирных кислот липидов водорослей I, II.

Исходя из полученных данных ИК спектров, удалось установить тип углеродного скелета жирных кислот, входящих в состав липидов водорослей (I-VI), и отношение карбоксильной группы жирных кислот к расположенным в линейной неразветвленной цепи насыщенным и ненасыщенным группировкам. Эти данные представляют большой интерес для установления взаимосвязи фармакологической активности липидов водорослей с их жирнокислотным составом и строением, что позволяет создать высокоэффективные и рациональные лекарственные формы на их основе.

ИК спектры высших жирных кислот липидов водорослей (I-VI) Каспийского моря получены на спектрофотометре фирмы «Карл Цейсс Йена» в широком интервале частот  $4000\text{--}650\text{ см}^{-1}$  на четвертой целевой программе при скорости развертки  $12\text{ мм}/100\text{ см}^{-1}$  и скорости протяжки бумаги  $150\text{ см}^{-1}/\text{мин}$ .

Объекты для исследования приготовлены в виде тонкой капиллярной пленки на окнах из калия бромистого. Толщина пленки образцов подобрана таким образом, чтобы максимум полос поглощения находился между 20 и 80% пропускания.

#### Заключение.

1. В результате взаимодействия валентных колебаний  $\text{C=O}$  и  $\text{O-H}$  жирные кислоты липидов образуют ассоциированные макромолекулы.

2. С увеличением количества  $\text{C=C}$  связей частота валентных колебаний карбонильной группы понижается, а интенсивность полосы повышается, и эта полоса расширяется по сравнению с полосами жирных кислот, в которых отсутствует двойная связь.

3. Полученные результаты по составу и строению жирных кислот липидов водорослей могут позволить создать высокоэффективные и рациональные лекарственные средства на их основе.

#### Список литературы

1. Бернштейн И.Я., Каминский Ю.Л. Спектрофотометрический анализ в органической химии. Л., 1986.
2. Браун Д., Флорид А. и др. // Спектроскопия органических веществ. М., 1992. С. 59.
3. Казизина Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М., 1979.

4. *Касымов А.Г.* // Каспийское море. Л., 1987. С. 152.
5. *Общая органическая химия.* // Под ред. Бартона Д., Оллиса У.Д. М. 1986. Т. II. С. 22, 33, 34.
6. *Печеников В.М., Серебрянников Н.В. и др.* // Про-стагландины. Рига, 1974. С. 26-29.
7. *Сакандалидзе О.Г., Аразашвили А.И. и др.* // Биологически активные вещества гидробионтов новый источник лекарств. Кишинев, 1979. С. 37-71.
8. *Серебрянников Н.В., Сарычева И.К. и др.* // Фармация, 1976. № 5. С. 29-31.