

## СТРОЕНИЕ ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ И СИСТЕМАТИКА ЩИТОВИДНОЩУПАЛЬЦЕВЫХ ГОЛОТУРИЙ

В. С. ЛЕВИН, В. И. КАЛИНИН, И. И. МАЛЬЦЕВ, В. А. СТОНИК

*Лаборатория хорологии Института биологии моря и Лаборатория биосинтеза Тихоокеанского института биоорганической химии ДВНЦ АН СССР, Владивосток 690022*

В обзоре приведены результаты исследования тритерпеновых гликозидов представителей отряда *Aspidochirota* (*Holothurioidea*). Биохимические данные сопоставляются с системой отряда, построенной с использованием морфологических характеристик. Полученные сведения не подтверждают близости родов *Bohadschia* и *Actinopyga*, по-видимому, их сходство — результат конвергентного развития. Отмечены отличия в строении гликозидов *Stichopus japonicus* и *Parastichopus californicus* от гликозидов других исследованных представителей сем. *Stichopodidae*, позволяющие ставить вопрос о конгенеричности этих видов. Обсуждается возможная филогения *Aspidochirota*.

The structure of triterpene glycosides and systematics of aspidochirote holothurians. V. S. Levin, V. I. Kalinin, I. I. Maltsev, V. A. Stonik (Laboratory of Chorology, Institute of Marine Biology; Laboratory of Biosynthesis, Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, Far East Science Center, Academy of Sciences of the USSR, Vladivostok 690022)

Triterpene glycosides of the members of the order *Aspidochirota* (*Holothurioidea*) were investigated. Biochemical data are compared with the system of the order based on morphological characters. The close relation between the genera *Bohadschia* and *Actinopyga* was not supported by the obtained data. Their similarity may be a result of convergent evolution. Differences were found in the glycoside structure between *Stichopus japonicus* and *Parastichopus californicus* and other representatives of *Stichopodidae*, which led us to suggest that these species may be congeneric. Probable phylogeny of *Aspidochirota* is discussed.

При установлении родственных отношений организмов о родстве приходится судить по сходству сравниваемых объектов. Задача при этом заключается в установлении вероятности того, что сходство по данной особенности унаследовано от общего предка. Чем большее число независимых признаков свидетельствует об определенной степени филогенетического родства, тем с большей достоверностью можно говорить об этой вероятности (Скарлато, Старобогатов, 1974).

Отряд *Aspidochirota* — один из наиболее «легких» в классе *Holothurioidea* в отношении установления систематического положения входящих в него таксонов. Крупные размеры щитовиднощупальцевых голотурий, хорошо выраженные особенности строения тела и скелетных элементов облегчают использование в этой группе морфологических данных. Однако к систематике *Aspidochirota* в полной мере относятся трудности, возникающие при попытке построить естественную систему группы организмов на основании анализа признаков только рецентных видов, причем в условиях почти полного отсутствия палеонтологических данных. Использование в систематике таких групп неморфологических, в частности биохимических, данных особенно уместно.

Набор тритерпеновых гликозидов голотурий, как будет показано далее, специфичен для различных таксономических групп этих животных. Гликозиды голотурий имеют довольно сложную структуру и при их сравнительном анализе можно выявить различия по многим признакам: числу моносахаридных остатков и структуре углеводных цепей, степени окисленности агликонов, наличию и расположению функциональных групп и др.

Возможность выявления ряда таких независимых признаков и определяет ценность данных о структуре тритерпеновых гликозидов для целей систематики. При использовании этих данных следует учитывать, что в процессе синтеза гликозидов в организме биологическая специфика сохраняется и на субмолекулярном уровне. Поэтому, делая на

основании строения гликозидов какие-либо таксономические выводы, необходимо учитывать всю совокупность структурных признаков.

В последние годы достигнуты значительные успехи в области сравнительной биохимии целого ряда представителей указанного отряда. В данной работе рассматривается система надвидовых таксонов *Aspidochirota* и высказываются предположения о филогении этой группы, основанные на комплексе биохимических и морфологических данных.

### Система *Aspidochirota*

Существующая система аспидохиротных голотурий основывается преимущественно на анализе таких морфологических особенностей, как форма и размер тела, форма, число и расположение амбулакральных придатков, строение известкового глоточного кольца и спикул в коже тела и внутренних органах.

В настоящее время общепризнано деление сублитеральных представителей отряда *Aspidochirota* на два семейства: *Holothuriidae* и *Stichopodidae*. В пределах первого чаще всего выделяют роды *Actinopurga* Bronn, 1860; *Bohadschia* Jaeger, 1833; *Labidodemas* Selenka, 1867 и *Holothuria* L., 1767, как это предложено при последней ревизии указанного семейства Роу (Rowe, 1969). Предпринимаются попытки повышения ранга тех или иных подродов рода *Holothuria* до ранга рода, однако рассмотрение этих предложений выходит за рамки настоящего сообщения.

В сем. *Stichopodidae* к настоящему времени выделено 8 родов: *Stichopus* Brandt, 1835; *Thelenota* Brandt, 1835; *Astichopus* Clark, 1922; *Parastichopus* Clark, 1922; *Neostichopus* Deichmann, 1948; *Eostichopus* Deichmann, 1958<sup>1</sup>; *Isostichopus* Deichmann, 1958; *Apostichopus* Liao, 1980.

### Строение тритерпеновых гликозидов отдельных групп *Aspidochirota*

В 1973 г. Г. Б. Еляков и сотрудники, проанализировав хроматографическое поведение гликозидных фракций из 34 видов тихоокеанских голотурий и изучив продукты кислотного гидролиза этих фракций, показали, что набор тритерпеновых гликозидов для различных таксономических групп голотурий специфичен (Еляков et al., 1973). Расшифровка полных структур гликозидов ряда видов *Aspidochirota*, выполненная в дальнейшем сотрудниками ТИБОХ ДВНЦ АН СССР и группой японских исследователей из университета в Осака, подтвердила это мнение.

К 1982 г. наиболее полно среди голотурий изучены гликозидные фракции *Holothuriidae* и *Stichopodidae*. Для *Holothuriidae* установлено строение десяти гликозидов (рис. 1).

Голотурин В I выделен из *Holothuria leucospilota* (Kitagawa et al., 1978a), *H. atra* (Стоник и др., 1979) и *H. edulis* (Калинин и др., 1981). Он представляет собой сульфатированный биозид. В боковой цепи агликона этого гликозида имеется 22, 25-эпокси группа.

Голотурин В<sub>1</sub> II, найденный в *H. mexicana* (Л. Я. Коротких, личное сообщение) и *H. floridana* (Кузнецова и др., 1982), а также в *Actinopurga echinites* (Kitagawa et al., 1980) и называемый японскими авторами эхинозидом В, отличается от голотурина В только отсутствием 22, 25-эпокси группы в агликоне.

Голотурин А III, обнаруженный в *H. leucospilota* и *A. agassizi* (Kitagawa et al., 1979, 1982), и голотурин А<sub>2</sub> IV (японское название эхинозид А), выделенный из *H. edulis* (Калинин, Стоник, 1982a), *H. floridana* (Олейникова и др., 1982b), *B. graeffei* (Калинин, Стоник, 1982b) и *A. echinites* (Kitagawa et al., 1980), являются сульфатированными тетраозидами. Они отличаются от голотуринов В и В<sub>1</sub> соответственно

<sup>1</sup> Этот род был установлен Дейхман еще в 1958 г., однако типовой вид был обозначен только в самое последнее время (Cutress, Miller, 1982).

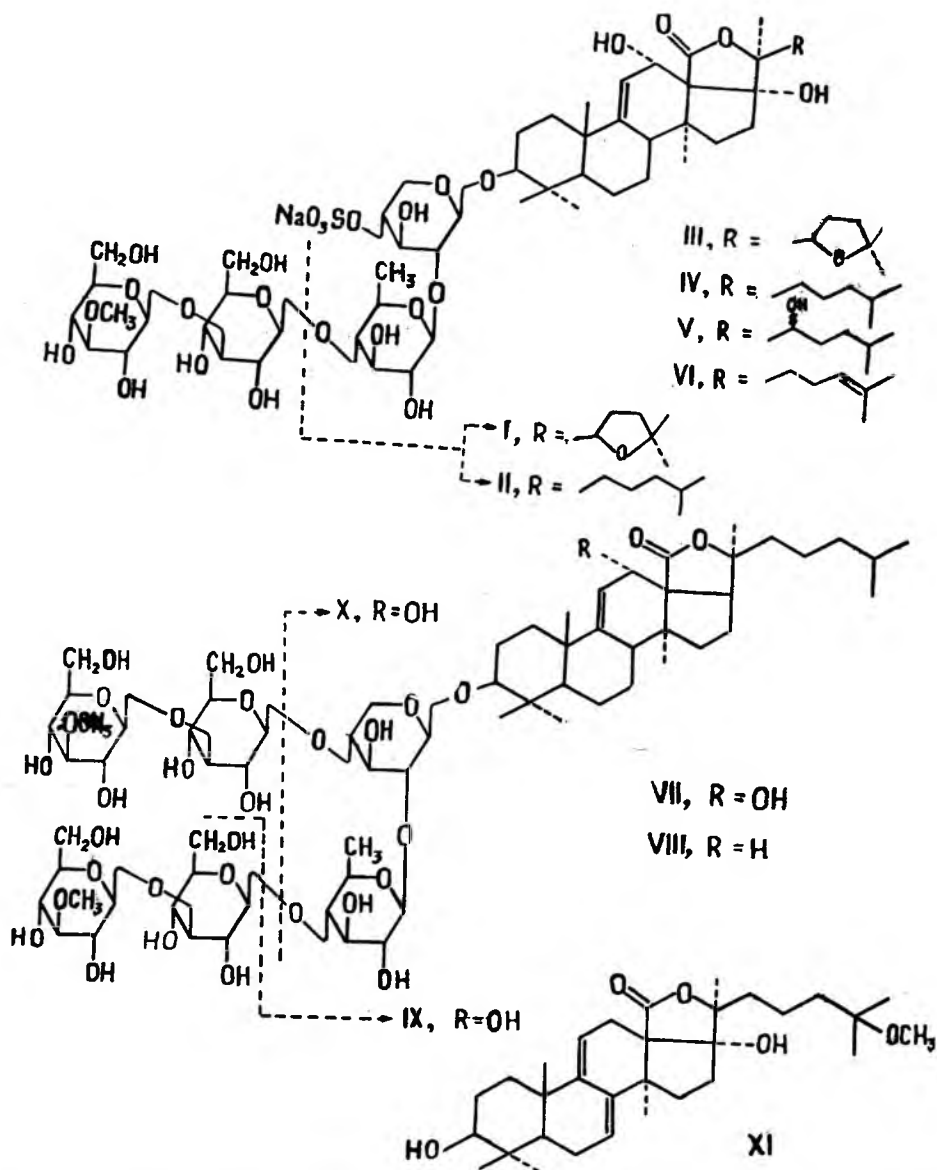


Рис. 1. Структура тритерпеновых гликозидов, выделенных из представителей сем. Nolothuriidae

наличием дополнительного биосидного фрагмента 3-О-метилглюкоза (1→3) глюкоза в углеводной цепи. Голотурин А<sub>1</sub> V из *N. floridana* и *N. grisea* близок по строению к голотуринам А и А<sub>2</sub>, но имеет окси группу в положении 22- агликона (Олейникова и др., 1982а). Недавно японские авторы сообщили о нахождении в *A. agassizi* нового гликозида VI, отличающегося наличием 24 (25) двойной связи в агликоне и названного 24 (25)-дегидроэхинозидом А, но в индивидуальном виде выделить его не смогли (Kitagawa et al., 1982).

Основной компонент гликозидной фракции *Labidodemas rugosum*, по данным тонкослойной хроматографии, совпадает с голотурином А III при кислотном гидролизе дает 22, 25-эпоксиголоста-7, 9 (11)-диен-3β, 17 α-диол, а также ксилозу, хиновозу, глюкозу и 3-О-метилглюкозу (Э. В. Левина, личное сообщение). Поэтому наиболее вероятно, что этот гликозид идентичен голотурину А.

Согласно сформулированным ранее представлениям о блочном принципе построения углеводных цепей тритерпеновых гликозидов *Aspidochirota* из биосидных фрагментов, голотурины В являются биосинте-

тическими предшественниками голотуринов А (Стоник и др., 1982б).

Гликозидные фракции *Bohadschia bivittata*, *B. argus* и *B. marginata* имеют в качестве основного компонента бохадшиозид А VII, японское название — бивиттозид Д (Kitagawa et al., 1981a; А. С. Антонов, личное сообщение). Углеводная часть этого гликозида содержит, в отличие от голотуринов, шесть моносахаридных остатков и не имеет сульфатной группы. Агликон бохадшиозида А не содержит 17-окси группы.

Японские авторы сообщают об установлении ими структуры и трех минорных гликозидов из *B. bivittata* — бивиттозидов С VIII, В IX и А X (Kitagawa et al., 1981a). Бивиттозид А и бивиттозид В представляют собой биозид и тетраозид соответственно и, вероятно, являются предшественниками бивиттозида Д (бохадшиозида А). Сульфатной группы в углеводной цепи они не имеют. Бивиттозид С отличается от бивиттозида Д (бохадшиозида А) отсутствием окси группы в положении 12 агликона.

В отличие от других исследованных видов *Bohadschia* гликозидная фракция *B. graeffei* представлена, как отмечено выше, голотурином А<sub>2</sub>. На основании анализа комплекса биохимических, морфологических и экологических особенностей указанного вида мы выделили его в новый род *Pearsonothuria* Levin (Левин и др., 1984).

Таким образом, гликозиды голотурий сем. *Holothuriidae* по структурным характеристикам можно разделить на две группы (рис. 1).

Первую группу составляют голотурины — сульфатированные биозиды и тетраозиды, обычно имеющие 17-окси группу в агликоне. Существуют голотурины и без 17-окси группы; они встречаются в минорных количествах и до настоящего времени в индивидуальном состоянии не выделены (Elyakov et al., 1973).

Вторая группа — бохадшиозиды (бивиттозиды). Эти гликозиды имеют два, четыре или шесть моносахаридных остатков, причем основными компонентами в природных суммах являются гексаозиды. Сульфатной группы бохадшиозиды не имеют. Бохадшиозиды с 17-окси группой в агликоне, вероятно, существуют лишь в минорных количествах. Сообщалось о выделении следовых количеств так называемого праслиногенина XI — артефактного генина с 17-окси группой из продуктов кислотного гидролиза гликозидной суммы *B. koellikeri* (Tursch et al., 1970). Минорные количества генинов с 17-окси группой обнаружены также в *B. vitiensis* (Clasters et al., 1978).

Голотурины составляют фракции тритерпеновых гликозидов *Holothuria*, *Actinopurga*, *Labidodemas* и *Pearsonothuria*. Бохадшиозиды встречаются только в голотуриях рода *Bohadschia*.

В построении углеводных цепей гликозидов *Bohadschia* имеются аналоги с гликозидами голотурий сем. *Stichopodidae* (Стоник и др., 1982б). Агликоны бохадшиозидов, как правило, менее окислены, чем агликоны голотуринов, что также сближает их со стихопозидами.

Для сем. *Stichopodidae* установлено строение 15 гликозидов (рис. 2). Стихопозиды А XII и В XIII, выделенные из *Stichopus chlopotus*, являются биозидами, имеющими одинаковой агликон, но разные углеводные цепи (Шарыпов и др., 1981). Агликон имеет 7 (8) двойную связь в голостановом ядре и ацетокси группу в положении 23. Стихопозид А в смеси с его 25, 26-дегидропроизводным XIV обнаружен также в *Thelenota ananas* (Стоник и др., 1982а).

Теленотозиды А XV и В XVI в смеси с их 25, 26-дегидропроизводными XVII и XVIII, найденные в *T. ananas* (Стоник и др., 1982а), представляют собой тетраозиды, отличающиеся от стихопозидов А и В наличием дополнительного биозидного фрагмента 3-0-метилглюкоза (1→3) ксилоза, присоединенного к положению 4-хинозозы или глюкозы соответственно; эти гликозиды скорее всего связаны со стихопозидами А и В биогенетически.

Стихопозиды С XIX и Д XX, называемые японскими авторами стихлорозидами С<sub>1</sub> и В<sub>1</sub>, по нашим представлениям, биогенетически связаны с теленотозидами и представляют собой гексаозиды, образова-

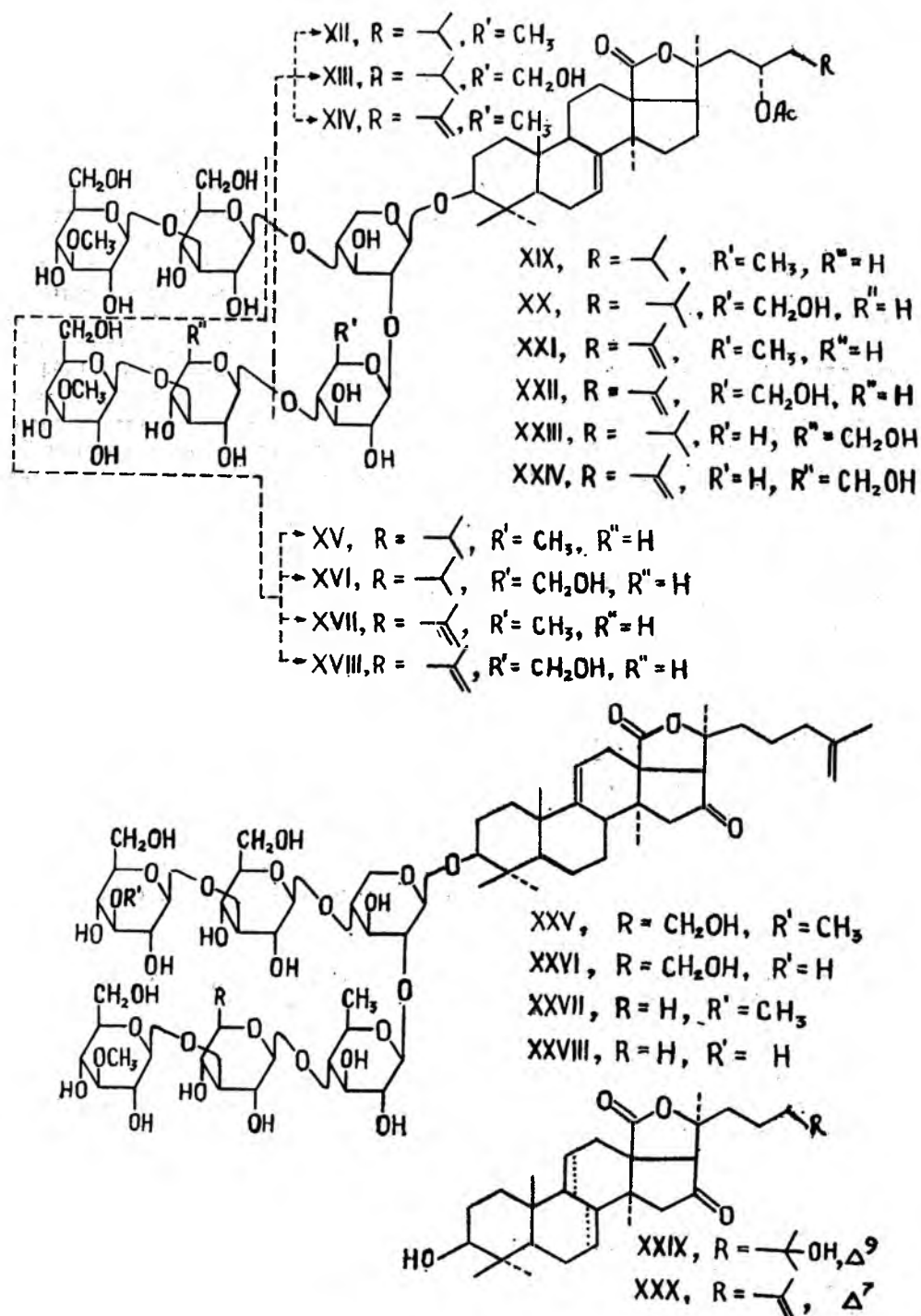


Рис. 2. Структура тритерпеновых гликозидов, выделенных из представителей сем. Stichopodidae

ные присоединением к положению 4-ксилозного остатка теленотозидов А и В еще одной биозидной составляющей: 3-0-метилглюкоза (1→3) глюкоза. Стихопозиды С и Д обнаружены в смеси с их 25, 26-дегидропроизводными XXI и XXII, японские названия стихлорозид С<sub>2</sub> и В<sub>2</sub> соответственно, в *Stichopus variegatus* (Стоник и др., 1982б; в). 25, 26-дегидропроизводное стихопозиды С было определено как основной компонент гликозидной фракции *Astichopus multifidus* (Стоник и

др., 1982в). Стихопозид С и его 25, 26-дегидроаналог также выделен из *T. ananas* (Стоник и др., 1982а). Стихопозиды С и Д обнаружены в *S. chlogonotus* (Стоник и др., 1982б; Стоник и др., 1982в).

Стихопозид Е XXIII (стихлорозид А<sub>1</sub>) также является гексаозидом, углеводная цепь которого состоит из биозидного блока ксилоза (1→2) ксилоза с двумя присоединенными к ксилозным остаткам в 4-е положение биозидными составляющими 3-0-метилглюкоза (1→3) глюкоза. Агликон стихопозиде Е идентичен агликону других стихопозидов и теленотозидов. Стихопозид Е был выделен из *S. chlogonotus*, а также в сумме с 25, 26-дегидроаналогом XXIV (стихлорозид А<sub>2</sub>) из *S. variegatus* (Мальцев и др., 1983). Интересно отметить, что в *S. chlogonotus*, собранных на Большом Барьерном рифе, обнаружены стихопозиды С, Д и Е без их 25, 26-дегидропроизводных, а японские авторы из животных того же вида, собранных у побережья Японии, выделили как эти гликозиды, так и их 25, 26-дегидроаналоги (Kitagawa et al., 1981b).

Гликозиды *Stichopus japonicus* — голотоксины — заметно отличаются от стихопозидов и теленотозидов. Агликон голотоксинов имеет двойную связь в положении 9 (11), а не 7 (8), кето группу в положении 16 и двойную связь в положении 25. 23-ацетокси группа у этого агликона отсутствует.

Сведения о структурах углеводных цепей голотоксинов противоречивы. Японские авторы приводят для голотоксинов А и В — основных компонентов гликозидных фракций *S. japonicus* — структуры XXV и XXVI (Kitagawa et al., 1978b). В то же время данные, полученные сотрудниками ТИБОХ ДВНЦ АН СССР, свидетельствуют в пользу структур XXVII и XVIII, названных голотоксинами А<sub>1</sub> и В<sub>1</sub>. Голотоксин А<sub>1</sub> имеет углеводную цепь, идентичную углеводной цепи стихопозиде С. Голотоксин В<sub>1</sub> отличается от голотоксина А<sub>1</sub> тем, что вместо биозидной составляющей 3-0-метилглюкоза (1→3) глюкоза имеет блок глюкоза (1→3) глюкоза (Еляков и др., 1983; Калиновский, личное сообщение). Такая углеводная цепь пока не имеет аналогов среди гликозидов голотурий.

Гликозиды *Parastichopus californicus* по структуре, вероятно, близки голотоксинам А<sub>1</sub> и В<sub>1</sub>, поскольку при гидролизе дают артефактный агликон XXIX, идентичный агликону, получаемому при гидролизе голотоксинов (Sheikh, Djerassi, 1976).

Все голотоксины, теленотозиды и стихопозиды не имеют сульфатной группы. Для большинства представителей *Stichopodidae* характерно накопление в качестве основных компонентов гликозидных фракций гексаозидов; в то же время *T. ananas* накапливает и значительное количество тетраозидов.

Таким образом, по составу гликозидных фракций химически изученные представители *Stichopodidae* распределяются в две группы. Первая объединяет виды, содержащие стихопозиды и теленотозиды: *S. chlogonotus*, *S. variegatus*, *A. multiphidus* и *T. ananas*. Вторая — это голотурии, содержащие голотоксины: *S. japonicus* и, вероятно, *Parastichopus californicus*. Агликоны голотоксинов значительно отличаются от агликонов стихопозидов и теленотозидов и даже сходны с агликоном гликозидов *Cucumaria japonica* XXX (Еляков и др., 1981). Это может свидетельствовать о значительной таксономической обособленности *S. japonicus* и *P. californicus*.

Вопрос о таксономическом статусе *Stichopus japonicus* нельзя считать решенным. Недавно Лиао (Liao, 1980) выделил этот вид во вновь установленный род *Apostichopus*. Мы полностью согласны с китайским исследователем в том, что *S. japonicus* не конгенеричен с *S. chlogonotus*. В то же время доводы, которые приводит Лиао, обосновывая установление нового рода, недостаточны убедительны.

Нам представляется, что необходимо рассмотреть возможность отнесения *S. japonicus* к роду *Parastichopus*. Не имея возможности останавливаться здесь на этом вопросе детально, отметим только, что морфологическое и экологическое сходство между этими видами весь-

ма велико. Спиккулы взрослых особей *S. japonicus* можно рассматривать как сходные со спиккулами *P. californicus*, значительно редуцированными и уменьшенными в числе. Представление о близости двух указанных видов подкрепляется и отмеченным выше сходством химического состава. Для окончательного суждения об этом необходимо выяснение полной структуры гликозидов *P. californicus* и изучение спиккул молодежи этого вида, а также исследование состава гликозидных фракций других представителей этого рода.

### О филогении *Aspidochirota*

Прямые доказательства хода эволюции организмов может представить только палеонтологическая летопись. Целые особи голотурий относятся к числу наиболее редких находок ископаемых беспозвоночных, их известно всего 3 вида. Находки основных фоссильных остатков голотурий — отдельных склеритов — также немногочисленны (Frizzell, Exline, 1966). Таким образом, палеонтологических данных столь мало, что их использование для построения филогении невозможно, и об эволюционной истории *Aspidochirota* (как, впрочем, и других групп голотурий) приходится судить по данным, относящимся к современным видам.

Одна из основных трудностей филогенетического истолкования таких сведений состоит в том, что особенности рецентных примитивных форм могут быть не унаследованы от предков, а возникнуть в результате стабилизирующего отбора (Медников, 1968). Биохимические особенности организмов не составляют в этом отношении исключения, что нередко недооценивается при их филогенетической интерпретации. При этом химические данные могут быть важным аргументом при оценке альтернативных вариантов хода эволюционного развития тех или иных таксонов.

Представители сем. *Stichopodidae*, по-видимому, более примитивны по сравнению с представителями *Holothuriidae*, на что указывает такая важная морфологическая особенность, как расположение гонады двумя пучками. В пользу примитивности этого семейства свидетельствуют и данные биохимии.

Как показано выше, наблюдается сходство в строении гликозидов некоторых стихоподид (*S. japonicus* и *P. californicus*) и представителей отряда *Dendrochirota*. Комплекс палеонтологических и морфологических данных рассматривается рядом авторов как свидетельство о том, что *Dendrochirota* наиболее близки к предковым формам, от которых произошли другие группы голотурий (Feil, Moore, 1966; Pawson, 1966; Fell, Pawson, 1966). Поэтому химическое строение гликозидов стихоподид можно расценивать как примитивный признак, причем *S. japonicus* и *P. californicus* наиболее примитивны среди других химически изученных представителей семейства.

К сожалению, отсутствие достоверных данных о структуре тритерпеновых гликозидов голотурий родов *Isostichopus*, *Neostichopus* и *Eostichopus* не позволяет пока высказать обоснованных предположений о филогенетических отношениях всех родовых групп сем. *Stichopodidae*.

В сем. *Holothuriidae* наибольший интерес представляет изучение отношений родов *Actinopurga* и *Bohadschia*. Пирсон (Pearson, 1914) на основании анализа данных по расположению амбулакральных придатков, форме спиккул и глоточного кольца и наличию околоанальных зубов высказал заключение о близком родстве этих групп и их значительном отличии от других родов семейства. Химические данные, свидетельствующие, с одной стороны, о существенных различиях строения гликозидов *Actinopurga* и *Bohadschia* и, с другой — о сходстве химического состава *Actinopurga*, *Holothuria*, *Labidodemas* и *Pearsonothuria*, не позволяют с этим согласиться. Об этом же свидетельствуют и сведения о развитии кювьеровых органов в этих группах голотурий (Левин, 1979). По нашему мнению, морфологическое сходство бохадчий и

актинопиг — результат конвергентной эволюции в близких условиях коралловых мелководий тропической зоны океана.

Гликозиды бохадчий имеют, как отмечалось выше, определенное сходство с гликозидами стихоподид, что свидетельствует в пользу наибольшей примитивности представителей этой группы по сравнению с другими представителями Holothuriidae.

#### Л и т е р а т у р а

- Еляков Г. Б., Мальцев И. И., Калиновский А. И., Стоник В. А. 1983. Структура гомолоксаина А; — основного гликозида голотурии *Stichopus japonicus*. — Биоорг. хим., № 2, с. 280—281. Еляков Г. Б., Стоник В. А., Афиатуллоев Ш. Ш., Калиновский А. И., Шарыпов В. Ф., Коротких Л. Я. 1981. Нативные генины из гликозидов голотурии. — Докл. АН СССР, т. 259, № 6, с. 1367—1369. Калинин В. И., Стоник В. А. 1982а. Гликозиды морских беспозвоночных. Структура голотурина А<sub>2</sub> из голотурии *Holothuria edulis*. — Хим. природ. соедин., № 2, с. 215—219. Калинин В. И., Стоник В. А. 1982б. Гликозиды голотурии *Bohadschia graeffei*. — Хим. природ. соедин., № 6, с. 789—790. Калинин В. И., Стоник В. А., Авилев С. А., Еляков Г. Б. 1981. Гликозиды голотурии *Holothuria edulis*. — Хим. природ. соедин., № 3, с. 403—404. Кузнецова Т. А., Калиновская Н. И., Калиновский А. И., Олейникова Г. К. и др. 1982. Гликозиды морских беспозвоночных. XIV. Строение голотурина В<sub>1</sub> из голотурии *Holothuria floridana*. — Хим. природ. соедин., № 4, с. 482—484. Левин В. С. 1979. Некоторые особенности кожных органов голотурий. — В кн.: Матер. IV Всесоюз. коллоквиума по гнлокожим (10—14 сент. 1979 г., г. Боржоми), Тбилиси, с. 116—120. Левин В. С., Калинин В. И., Стоник В. А. 1984. Опыт использования химических признаков при пересмотре таксономического статуса голотурий *Bohadschia graeffei* с выделением нового рода. — Бюл. моря, № 3, с. 33—38. Мальцев И. И., Стоник В. А., Калиновский А. И. 1983. Гликозиды морских беспозвоночных. Структура нового тритерпенового гликозида из голотурий семейства *Stichopodidae* — стихопозид Е. — Хим. природ. соедин., № 3, с. 308—312. Медников Б. М. 1968. Эволюция нуклеотидного состава РНК в классе насекомых. — В кн.: Проблемы эволюции. Т. 1. Новосибирск: Наука, с. 47—59. Олейникова Г. К., Кузнецова Т. А., Иванова Н. С., Калиновский А. И., Ровных Н. В., Еляков Г. Б. 1982а. Гликозиды морских беспозвоночных. XV. Новый тритерпеновый гликозид — голотурин А<sub>1</sub> из карибских голотурий семейства *Holothuriidae*. — Хим. природ. соедин., № 4, с. 464—469. Олейникова Г. К., Кузнецова Т. А., Ровных Н. В., Калиновский А. И., Еляков Г. Б. 1982б. Гликозиды морских беспозвоночных. XVIII. Голотурин А<sub>2</sub> из карибской голотурии *Holothuria floridana*. — Хим. природ. соедин., № 4, с. 527—528. Скарлато О. А., Старобогатов Я. И. 1974. Филогенетика и принципы построения естественной системы. — В кн.: Теорет. вопр. систематики и филогении животных. Л.: Наука, с. 30—46. Стоник В. А., Мальцев И. И., Еляков Г. Б. 1982а. Строение теленотозидов А и В из голотурии *Thelenceta ananas*. — Хим. природ. соедин., № 5, с. 624—627. Стоник В. А., Мальцев И. И., Калиновский А. И., Еляков Г. Б. 1982б. Гликозиды морских беспозвоночных. XII. Структура нового тритерпенового олигогликозида из голотурий семейства *Stichopodidae*. — Хим. природ. соедин., № 2, с. 200—204. Стоник В. А., Мальцев И. И., Калиновский А. И., Кондэ К., Еляков Г. Б. 1982в. Гликозиды морских беспозвоночных. XI. Два новых тритерпеновых гликозида из голотурий семейства *Stichopodidae*. — Хим. природ. соедин., № 2, с. 194—199. Стоник В. А., Чумак А. Д., Исаков В. В. и др. 1979. Гликозиды морских беспозвоночных. VII. Строение голотурина В из *Holothuria atra*. — Хим. природ. соедин., № 2, с. 522—527. Шарыпов В. Ф., Чумак А. Д., Стоник В. А., Еляков Г. Б. 1981. Гликозиды морских беспозвоночных. X. Строение стихопозидов А и В голотурии *Stichopus chloronotus*. — Хим. природ. соедин., № 2, с. 181—184. Clusters A., Ahond A., Peupat C., Potier P., Intes A. 1978. Marine invertebrates from New Caledonian Lagoon. I. Structural study of a new sapogenin isolated from a sea cucumber *Bohadschia vitiensis* Semper. — *Experientia*, v. 34, p. 973—974. Cutress B. M., Miller F. E. 1982. *Eostichopus arnesoni* new genus and species (Echinodermata: Holothuroidea) from the Caribbean. — *Bull. Mar. Sci.*, v. 32, N 3, p. 715—722. Elyakov G. B., Stonik V. A., Levina E. V., Stanke V. P., Kuznetsov T. A., Levin V. S. 1973. Glycosides of marine invertebrates — I. A comparative study of the glycoside fraction of Pacific sea cucumbers. — *Comp. Biochem. Physiol.*, v. 44B, p. 325—336. Fell H. B., Moore R. C. 1966. General features and relationships of echinozoans. — In: *Treatise on invertebrate paleontology*. Pt. U. Echinodermata 3, v. 1. N. Y.: Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press, p. 108—118. Fell H. B., Pawson D. L. 1966. General biology of echinoderms. — In: *Physiology of Echinodermata*. N. Y. etc.: Wiley Intersci., p. 1—48. Frizzell D. L., Exline H. 1966. Holothuroidea — fossil record. — In: *Treatise on invertebrate paleontology*. Pt. U. Echinodermata 3, v. 2. N. Y.: Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press, p. 646—672. Kitagawa I., Inamoto T., Fuchida M., Okada S., Kobayashi M., Nishino T., Kyogoku Y. 1980. Structures of echinoside A and B, two antifungal oligoglycosides from the sea cucumber *Actinopyga echinites* (Jaeger). — *Chem. Pharm. Bull.*, v. 28, N 5, p. 1651—1653. Kitagawa I., Kobayashi M., Hori M., Kyogoku Y. 1981a. Structures of four new triterpenoidal oligoglycosides, bivittoside A, B, C, and D, from the sea cucumber *Bohadschia bivittata* Mitsuokuri. — *Chem. Pharm. Bull.*, v. 29, N 1, p. 282—285. Kitagawa I., Kobayashi M., Inamoto T., Yosuzawa T., Kyogo-



ku Y. 1981b. The structures of six antifungal oligoglycosides, stichlorosides A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> and C<sub>2</sub>, from the sea cucumber *Stichopus chloronotus* (Brandt). — *Chem. Pharm. Bull.*, v. 29, N 8, p. 2387—2391. Kitagawa I., Kobayashi M., Kyogoku Y. 1982. Marine natural products. 9. Structural elucidation of triterpenoidal oligoglycosides from the Bahamean sea cucumber *Actinopyga agassizi* Selenka. — *Chem. Pharm. Bull.*, v. 30, N 6, p. 2045—2050. Kitagawa I., Nishino T., Kyogoku Y. 1979. Structure of Holothurin A a biologically active triterpene-oligoglycoside from the sea cucumber *Holothuria leucospilota* Brandt. — *Tetrahedron Lett.*, N 16, p. 1419—1422. Kitagawa I., Nishino T., Matsuno T., Akutsu H., Kyogoku Y. 1978 a. Structure of holothurin B a pharmacologically active triterpene-oligoglycoside from the sea cucumber *Holothuria leucospilota* Brandt. — *Tetrahedron Lett.*, N 11, p. 985—988. Kitagawa I., Yamanaka H., Kobayashi M., Nishino T., Yosioka I., Sugawara T. 1978 b. Saponin and sapogenol XXVII. Revised structures of holotoxin A and holotoxin B, two antifungal oligoglycosides from the sea cucumber *Stichopus japonicus* Selenka. — *Chem. Pharm. Bull.*, v. 26, N 12, p. 3722—3731. Liao Y. 1980. The aspidochirote holothurians of China with erection of a new genus. — In: *Echinoderms: Present and past: Proc. European Colloquium on Echinoderms*, Brussels, 3—9 September, 1979. Rotterdam: A. A. Balkema, p. 115—120. Mal'tsev I. I., Stonik V. A., Kalinovsky A. I., Elyakov G. B. 1984. Triterpene glycosides from sea cucumber *Stichopus japonicus* Selenka. — *Comp. Biochem. Physiol.*, v. 78B, p. 421—426. Pawson D. L. 1966. Phylogeny and evolution of holothuroids. — In: *Treatise on invertebrate paleontology*. Pt. U. Echinodermata 3, v. 2. N. Y.: Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press, p. 641—646. Pearson J. 1914. Proposed reclassification of the genera *Mülleria* and *Holothuria*. — *Spolia Zeylanica*, v. 9, N 35, p. 163—172. Rowe, F. W. E. 1969. A review of the family Holothuriidae (Holothurioidea: Aspidochirota). — *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool.*, v. 18, N. 4, p. 119—170. Sheikh Y. M., Djerassi C. 1976. Bioconversion of lanosterol into holotoxigenin a triterpenoid from the sea cucumber *Stichopus californicus*. — *Chem. Commun.*, N 24, p. 1057—1058. Tursch B., Cloetens R., Djerassi C. 1970. Chemical studies of marine invertebrates VI. Terpenoids LXV. Prasinogenin, a new holothurinogenin from the Indian Ocean sea cucumber *Bohadschia koellikeri*. — *Tetrahedron Lett.*, N 7, p. 467—470.

Поступила 11 IV 1983

