

И. А. БАЛАХНИН, Н. П. ГАЛАГАН, В. И. ЛУКЬЯНЕНКО, А. В. ПОПОВ

**О ГЕНЕТИЧЕСКОМ ПОЛИМОРФИЗМЕ НЕКОТОРЫХ
КОМПОНЕНТОВ КРОВИ У РЫБ
(НА ПРИМЕРЕ ОСЕТРОВЫХ И КАРНОВЫХ)***(Представлено академиком Е. М. Кренсом 16 VIII 1971)*

Нарастающий интерес исследователей к полиморфным системам белков крови рыб определяется многими причинами и, в первую очередь, возможностями их использования для решения ряда сложнейших ихтиологических задач. Мы имеем в виду при этом анализ популяционной структуры некоторых экономически ценных видов рыб (¹⁻⁵). Кроме того, получены первые результаты, свидетельствующие о перспективности применения полиморфных систем крови в рыбоводстве и селекции рыб (^{4, 5}).

Среди разнообразных сывороточных белков крови рыб чаще других исследовался полиморфизм трансферрина и гаптоглобина. Полиморфизм другой физиологически важной группы белков, а именно альбуминов, почти не изучен и к настоящему времени имеются единичные работы по этому вопросу. В серии наших работ (⁶⁻⁹) по фракционному составу сывороточных белков осетровых представлены материалы, демонстрирующие гетерогенность и полиморфизм альбуминов у трех систематически близких видов рода *Acipenser*: *Ac. güldenstadti* Brandt, *Ac. stellatus*, *Ac. baeri*. У русского осетра (*Ac. güldenstadti* Brandt), в частности, выявлены два типа альбуминов: однокомпонентный и двухкомпонентный (А- и АВ-типы), а у сибирского осетра даже четыре типа: А, АВ, АВС и АВСД, причем большинство рыб имело двух- (АВ-тип) и трехкомпонентный (АВС-тип) альбумин. Вслед за этим показан полиморфизм альбуминов у сельдей Северного моря (³), у тихоокеанских лососей (⁸) и у морских окуней из Северной Атлантики (^{10, 11}). Интересно отметить, что полиморфизм альбуминов обнаружен пока лишь у проходных и морских рыб.

Принимая во внимание актуальность рассматриваемого вопроса для биохимической и популяционной генетики рыб, мы считали необходимым провести сравнительное изучение полиморфизма сывороточных белков у различных по высоте организации и экологии групп рыб. С этой целью исследовали сывороточные альбумины и α -глобулины у представителя группы проходных рыб — русского осетра и у полупроходного сазана дельты Волги (*Suipinus carpio* L.).

Анализ сывороточных белков выполнен методом электрофореза в крахмальном геле (⁴) и методом диск-электрофореза в полиакриламидном геле (⁶).

В соответствии с данными (⁷), альбумины у русского осетра представлены двумя типами: однокомпонентным (А-тип) и двухкомпонентным (АВ-тип). У рыб АВ-фенотипа первый компонент (15—18% общего белка) в 2—3 раза больше второго (6—9% общего белка). Из 48 обследованных рыб ²/₃ имели однокомпонентный альбумин, что позволяет отнести их к гомозиготам. Альбумин 16 остальных осетров представлен двумя компонентами, и потому они отнесены к гетерозиготам.

Распределение гомо- и гетерозигот в выборке следует закону Харди — Вейнберга, хотя отмечена некоторая тенденция одного из двух типов вы-

явленных гетерозигот ($\chi^2 = 4,03$) к избытку. Следовательно, северокаспийская популяция русского осетра, из которой рандомически взяты 48 особей, находится в генетическом равновесии. Эти же данные свидетельствуют, по-видимому, о трехаллельности системы, контролирующей альбуминовый локус у русского осетра.

Наряду с ярко выраженным полиморфизмом альбуминов, у русского осетра методом электрофореза в крахмальном геле обнаружен также полиморфизм и глобулинов, расположенных в зоне подвижности трансферрина. Отсутствие специальных автордиографических исследований не позволяет провести идентификацию α -глобулинов, и только их местоположение на электрофореграмме дает возможность с большой долей вероятности отнести их к фракции трансферринов.

В отличие от русского осетра, полиморфизм альбуминов у волжского сазана (*Syrpinus carpio* L.) не обнаружен. К этому следует добавить, что нам не удалось выявить полиморфизм альбумина и у четырех генотипов карпа (*Syrpinus carpio* L.) (наши неопубликованные данные).

В то же время проведенное исследование показало, что в сыворотке волжского сазана, так же как у карпа (¹², ¹³) и сазана Днепра (*Syrpinus carpio* L.) (⁴), обнаруживаются различные типы α -глобулинов (трансферрина), среди которых два гомозиготных AA и BB и два гетерозиготных AB и AC. У 15 обследованных рыб типы C и BC не найдены. Наиболее распространен фенотип A (около 50% особей).

Распределение фенотипов в выборке следует закону Харди — Вейнберга, хотя наблюдается тенденция к дефициту гетерозигот AB ($\chi^2 = 6,15$). Частота генов A, B и C трансферринового локуса равна соответственно 0,700, 0,233 и 0,067.

Особый интерес представляют результаты сравнительного электрофоретического анализа сывороточных белков русского осетра и сазана. У первого из них альбумины и трансферрины более подвижны, нежели у сазана. Альбумины осетра, например, располагаются на уровне преальбуминов сазана, а трансферрины — на уровне альбуминов последнего. Кроме того, расстояние между альбуминовой и трансферриновой фракциями у осетровых рыб большее, чем у представителя костистых рыб. Что касается компонентного состава сывороточных белков у обоих видов, характеризующего уровень их функциональной дифференцировки, то он примерно одинаков, и даже у более примитивно организованного осетра общее число компонентов (19—22), выявляемое методом дискэлектрофореза в полиакриламидном геле, несколько больше, чем у сазана (18, 19).

Обобщая результаты сравнительного электрофоретического анализа сывороточных белков у русского осетра и сазана, отметим прежде всего, что полиморфизм альбуминов удалось обнаружить только у осетра, а трансферринов — у обоих видов. Возможно, это различие по альбуминам следует увязать с особенностями образа жизни сопоставляемых видов, принимая во внимание при этом, что русский осетр — это типичный анадромный мигрант, а сазан — представитель пресноводной ихтиофауны, но в дельте Волги образующий полупроходную форму. Напомним, что помимо осетровых полиморфизм альбуминов обнаружен и у ряда видов другой большой группы проходных рыб — у лососевых (*Salmonidae*) (¹⁴, ¹⁵). Эти данные становятся более понятными, если приять во внимание физиологическую специализацию альбуминов, а именно их участие в водном обмене. Мы полагаем, что результаты нашего исследования демонстрируют перспективность эколого-физиологического подхода к расшифровке причин и биологического смысла явления полиморфизма важнейших белков крови у рыб.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. de Ligny, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 7, 411 (1969). ² D. Møller, *J. Fish. Res. Board Canada*, 27, 9, 1617 (1970). ³ G. Naevdal, *Fiskeridirekt skr. Ser. havundersøk*, 15, 3, 128 (1969). ⁴ И. А. Балахнин, В. Д. Соломатина, *Гидробиол. журн.*, 6, 56 (1970). ⁵ И. А. Балахнин, Л. М. Романов, *Гидробиол. журн.*, № 3, 84 (1971). ⁶ В. И. Лукьяненко, Г. А. Ермолин и др., *ДАН*, 174, № 1 (1967). ⁷ В. И. Лукьяненко, А. В. Попов и др., *Зоол. журн.*, 47, № 3 (1968). ⁸ В. И. Лукьяненко, А. В. Попов, *ДАН*, 186, № 1 (1969). ⁹ В. И. Лукьяненко, А. В. Попов, Э. А. Мишин, *ДАН*, 201, № 3 (1971). ¹⁰ Г. Н. Неведов, Физиолого-биохимический анализ дифференциации золотистого и кловорылого окуней Северной Атлантики. Автореф. кандидатской диссертации, М., 1970. ¹¹ Y. P. Altukhov, G. N. Nefedov, *Intern. Commis. North. West. Atlantic Fish., Res. Bull.*, 5 (1968). ¹² R. Creyssel, P. Silberzahn et al., *Bull. Soc. chim. biol.*, 46, 1, 149 (1964). ¹³ R. Creyssel, G. Richard, P. Silberzahn, *Nature*, 212, 5068 (1966). ¹⁴ Г. Г. Новиков, Изменчивость белкового состава сыворотки крови некоторых видов лососевых рыб в связи с их биологическим состоянием и видовой принадлежностью. Автореф. кандидатской диссертации, М., 1970. ¹⁵ Л. Н. Олифиренко, Эколого-биохимическая характеристика нерестовых популяций горбуши и симы южной части ареала. Автореф. кандидатской диссертации, Л., 1970.