

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 98

БИОЛОГИЯ МОРЯ

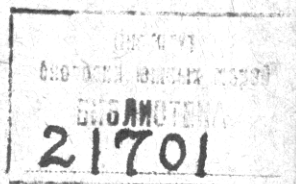
Вып. 15

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ
ВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ

КИЕВ



1968



ОСОБЕННОСТИ БЕЛКОВОГО СОСТАВА КРОВИ СТАВРИД ЮЖНЫХ МОРЕЙ

Н. И. КУЛИКОВА

Азово-Черноморский научно-исследовательский
институт морского рыбного хозяйства и океанографии

Методы свободного и зонального электрофореза сывороточных и тканевых белков в настоящее время находят широкое применение при решении ряда вопросов зоологии. В частности, многими авторами показано, что изучение белкового состава сыворотки крови и тканей может сыграть существенную роль в исследованиях по систематике животных (Шульман и Куликова, 1965; Sulya, Box, Gunter, 1961; Gunter, Sulya, Box, 1961; Lillevik, Scholømer, 1961 и др.). Мы использовали метод электрофореза на бумаге для выявления видовой специфичности белкового состава сыворотки крови близких видов ставрид южных морей. Представляло интерес также проследить особенности белкового состава крови рыб в зависимости от условий их существования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собирали в рейсах экспедиционных судов АзЧерНИРО в Черном, Средиземном и Красном морях и промысловом судне Севастопольского управления океанического рыболовства РМТ «Балаклава» вдоль всего западного побережья Африки.

Исследовались следующие виды ставрид: черноморская — *Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev, средиземноморская — *Trachurus mediterraneus mediterraneus* Steind., красноморская — *Trachurus* sp.; атлантические формы — *Trachurus trachurus* (L.), *Trachurus trachurus capensis* Castelnau, *Trachurus trecae* Cadenat, *Decapterus ronchus* (Bloch.), *Decapterus punctatus* Ayassiz.

Характеристика материала, время и место сбора по каждому из указанных видов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика, время и место сбора материала

Вид	Длина, см	Пол, стадия зрелости	Количество исследованных рыб	Время и место сбора материала
<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> Aleev	13—18	♂, 2; ♀, 2—3	7	Черное море (Сухуми — Батуми), май 1965 г.
<i>Trachurus mediterraneus mediterraneus</i> Steind.	16—23 16—21	♂, 4 ♀, 4	5 9	Средиземное море, апрель 1965 г.
Всего			14	
<i>Trachurus</i> sp.	14—16	♂ и ♀, 6—2—3	6	Красное море (Суэцкий залив), апрель 1965 г.
<i>Trachurus trachurus trachurus</i> (L.)	27—31	♂, 2 ♂, 3 ♂, 4 ♂, 6—2 ♀, 2 ♀, 3 ♀, 5 ♀, 6—2	9 9 10 2 6 3 2 5	Атлантический океан (м. Кап-Блан — северо-западное побережье Африки), ноябрь 1964 г.
Всего			46	
<i>Trachurus trachurus capensis</i> Cast.	27—39	♀, 2—3 ♀, 5 ♀, 6 ♀, 6—2—3 ♂, 2, 2—3 ♂, 3, 3—4 ♂, 4, 4—5 ♂, 5 ♂, 6—2	8 5 2 41 20 8 10 12 7	Атлантический океан (м. Фрио — м. Улфиш-Бей — юго-западное побережье Африки), декабрь 1964 — январь 1965 г.
Всего			113	
<i>Trachurus trecae</i> Cadenat	35—37 21—39	♀, 6—2 ♂, 2, 2—3	4 8	Атлантический океан (м. Кап-Блан), ноябрь 1964 г.
Всего			12	
<i>Trachurus trecae</i> Cadenat	12—16 10—15 12—16	♀, 2 juv. ♀, 2	17 17 6	Атлантический океан (Гвинейский залив), ноябрь 1964 г.
Всего			40	
Итого			по р. <i>Trachurus</i> 238	

Вид	Длина, см	Пол, стадия зрелости	Количество исследованных рыб	Время и место сбора материала
<i>Decapterus punctatus</i> <i>Ayassiz</i>	16—20 11—20	♂, 3 ♀, 4	12 15	Атлантический океан (Гвинейский залив), ноябрь 1964 г.
Всего			27	
<i>Decapterus</i> (Bloch.) <i>ronchus</i>	29,9—30,1	♀, 3—4	2	Атлантический океан (Гвинейский залив), ноябрь 1964 г.
Итого по р. <i>Decapterus</i>			29	

Примечание: Всего было проанализировано 267 рыб.

Кровь брали из хвостовой вены сразу после вылова рыбы. Методика получения сывороток была описана ранее (Куликова, 1964). Пробы фиксировались кристаллической борной кислотой и замораживались при -20°C . В замороженном состоянии сыворотки находились весь период хранения. Перед электрофоретическим анализом пробы размораживались на водяной бане при $+37^{\circ}\text{C}$. Появлявшиеся хлопья удаляли с помощью центрифуги. Анализировали совершенно прозрачную, лишенную мути и следов гемолиза, сыворотку.

Кровь собирали от каждой рыбы в отдельности. Рыбу, от которой брали кровь, подвергали полному биологическому анализу¹.

Электрофорез на бумаге проводили описанным ранее способом (Куликова, 1964). Содержание общего белка определяли биуретовым методом Кирка (Кирк, 1952). Подсчитывали общее содержание белка (в %), абсолютное (в %) и относительное (в %) содержание всех белковых фракций, а также коэффициенты А/Г и α/β .

Полученные данные приведены в таблицах и на фотографиях. Весь материал обработан статистически.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Как видно из приведенных данных (табл. 2 и 3), белковый состав крови разных видов ставрид очень сложен.

Индивидуальные колебания по всем исследованным показателям

¹ В сборе и определении материала большую помощь оказали нам сотрудники АзЧерНИРО В. В. Лиманский, Б. В. Выскребенцев и В. В. Некрасов, за что автор выражает им свою благодарность.

Частота встречаемости различных белковых подфракций

Виды	Место сбора материала	А-альбумин
<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> Aleev	Черное море	100
<i>Tr. mediterraneus mediterraneus</i> Steind.	Средиземное море	100
<i>Trachurus</i> sp.	Красное море (Суэцкий залив)	100
<i>Tr. trachurus trachurus</i> (L.)	Атлантический океан (м. Кап-Блан)	100
<i>Tr. trachurus capensis</i> Cast.	Атлантический океан (м. Уолфиш-Бей)	100
<i>Tr. trecae</i> Cadenat	Атлантический океан (м. Кап-Блан)	100
<i>Tr. trecae</i> Cadenat	Атлантический океан (Гвинейский залив)	100
<i>Decapterus ronchus</i> (Block.)	Атлантический океан (Гвинейский залив)	100
<i>D. punctatus</i> Ayas.	Атлантический океан (Гвинейский залив)	100

Белковый состав сыворотки

Вид ставриды и место сбора материала	Общий белок, г %	Альбумин, %	α -глобулин, %	β -глобулин, %
<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> (Черное море)	3,561 $\pm 0,143$	27,08 $\pm 1,46$	27,32 $\pm 1,70$	26,08 $\pm 0,66$
<i>Tr. mediterraneus mediterraneus</i> (Средиземное море)	2,851 $\pm 0,313$	32,24 $\pm 3,18$	38,33 $\pm 5,15$	16,01 $\pm 1,19$
<i>Trachurus</i> sp. (Красное море)	2,264 $\pm 0,093$	37,66 $\pm 1,96$	22,27 $\pm 1,11$	19,39 $\pm 1,48$
<i>Tr. trachurus trachurus</i> (м. Кап-Блан)	2,628 $\pm 0,150$	27,76 $\pm 1,19$	30,32 $\pm 1,19$	22,24 $\pm 0,79$
<i>Tr. trachurus capensis</i> (м. Уолфиш-Бей)	3,777 $\pm 0,085$	29,80 $\pm 0,71$	28,57 $\pm 0,78$	27,31 $\pm 0,91$
<i>Tr. trecae</i> (м. Кап-Блан)	3,144 $\pm 0,199$	24,67 $\pm 2,50$	40,44 $\pm 3,14$	34,89 $\pm 3,48$
<i>Tr. trecae</i> (Гвинейский залив)	2,528 $\pm 0,095$	31,91 $\pm 1,36$	37,34 $\pm 1,71$	30,75 $\pm 1,68$
<i>Decapterus ronchus</i> (Гвинейский залив)	5,679	14,88	43,99	32,21
<i>D. punctatus</i> (Гвинейский залив)	2,719 $\pm 0,129$	38,58 $\pm 2,02$	36,56 $\pm 1,46$	24,86 $\pm 1,36$

Таблица 2

в сыворотке крови ставрида (в %)

α-глобулин	β-глобулин	γ-глобулин
α (100)	β (100)	γ (100)
α (43), α ₁ +α ₂ (57)	β (100)	γ (100)
α (100)	β (100)	γ ₁ +γ ₂ (100)
α (72), α ₁ +α ₂ (28)	β (100)	γ (30), γ ₁ +γ ₂ (70)
α (67), α ₁ +α ₂ (33)	β (74), β ₁ +β ₂ (26)	γ 73, γ ₁ +γ ₂ (27)
α (50), α ₁ +α ₂ (50)	β ₁ +β ₂ (41), β ₁ +β ₂ +β ₃ (59), β (30), β ₁ +β ₂ (41), β ₁ +β ₂ +β ₃ (29) β ₁ +β ₂ (100)	—
α (90), α ₁ +α ₂ (10)		—
α ₁ +α ₂ (100)		γ (100)
α (55), α ₁ +α ₂ (45)	β (89), β ₁ +β ₂ (11)	—

Таблица 3

крови ставрида южных морей

γ-глобулин, %	Альбумин, г %	α-глобулин, г %	β-глобу- лин, г %	γ-глобу- лин г %	А/Г	α/β
19,52	0,964	0,973	0,929	0,695	0,370	1,050
±0,89	±0,057	±0,170	±0,078	±0,038	±0,008	±0,075
13,42	0,919	1,093	0,456	0,383	0,476	2,394
±2,25	±0,085	±0,240	±0,060	±0,111	±0,079	±0,525
20,68	0,853	0,504	0,439	0,468	0,604	1,149
±0,64	±0,036	±0,015	±0,011	±0,007	±0,051	0,055
19,68	0,730	0,797	0,584	0,517	0,384	1,363
±1,14	±0,033	±0,052	±0,034	±0,037	±0,023	±0,070
14,32	1,126	1,079	1,031	0,541	0,425	1,046
±0,57	±0,034	±0,039	±0,035	±0,022	±0,015	±0,072
—	0,776	1,271	1,097	—	0,327	1,159
—	±0,113	±0,115	±0,115	—	±0,043	±0,231
—	0,807	0,944	0,777	—	0,469	1,214
—	±0,050	±0,056	±0,022	—	±0,030	±0,421
8,92	0,845	2,498	1,829	0,507	0,175	1,366
—	1,049	0,994	0,676	—	0,628	1,471
—	±0,073	±0,064	±0,044	—	±0,060	±0,128

телям значительны. Сывороточные белки у рыб одного и того же вида (даже если рыбы находятся в одинаковом физиологическом состоянии) могут разделяться на разное количество фракций (от 4 до 7). Особенно это характерно для атлантических форм. Поэтому мы сочли необходимым характеризовать белки крови каждого вида не только по процентному соотношению фракций и концентрации их в крови, но и по частоте встречаемости отдельных белковых компонентов.

Trachurus mediterraneus ponticus Aleev (рис. 1, з). Характеристика белкового состава сыворотки крови черноморской ставриды (по материалам 1961—1963 гг.) была приведена нами ранее (Куликова, 1964). Электрофоретический анализ белков сыворотки крови черноморской ставриды в мае 1965 г. подтвердил ранее полученные данные: белки сыворотки крови ставриды разделяются на 4 компонента (альбумин, α -, β - и γ -глобулин). Процент каждой фракции в крови примерно одинаков (γ -глобулина немного меньше, чем остальных фракций). Индивидуальная изменчивость всех показателей невелика (коэффициент вариации в среднем равен 10—20%). Ранее было установлено, что состав крови черноморской ставриды относительно стабилен для рыб разного пола, разной длины и физиологического состояния, различных районов обитания. Существенные изменения белкового состава крови ставриды отмечены лишь в период нереста.

Trachurus mediterraneus mediterraneus Steind. (рис. 1, в). У средиземноморской ставриды электрофорезом на бумаге выявляется 4 фракции: альбумин, α -, β - и γ -глобулин. В 57% случаев α -глобулин не разделяется на подфракции, а в 43% случаев выделяются α_1 - и α_2 -глобулины. Наибольшей в количественном отношении фракций является α -глобулин, процент и концентрация которой более чем вдвое больше β -глобулина, поэтому отношение $\alpha/\beta=2,39$. Индивидуальная изменчивость отдельных показателей велика — средний коэффициент вариации колеблется между 20—40%.

Trachurus sp. (рис. 1, б). На электрофореграммах сывороточных белков ставрид этого вида всегда четко выделяются альбумин, α -, β -, γ_1 - и γ_2 -глобулины. Общего белка в сыворотке крови этих рыб очень мало, ~2,3%. Количественно наибольшей фракцией являются альбумин; количества γ_1 - и γ_2 -глобулинов примерно одинаковы. Вариабильность всех исследованных показателей невелика (коэффициент вариации колеблется от 6 до 20%).

Trachurus trachurus trachurus (L.) (рис. 2, б). Для этого подвида характерны следующие особенности:

1) количество общего белка в сыворотке крови невелико — 2,62%;

2) альбумин всегда выделяется как отчетливая фракция с подвижностью меньшей, чем подвижность кроличьего альбумина;

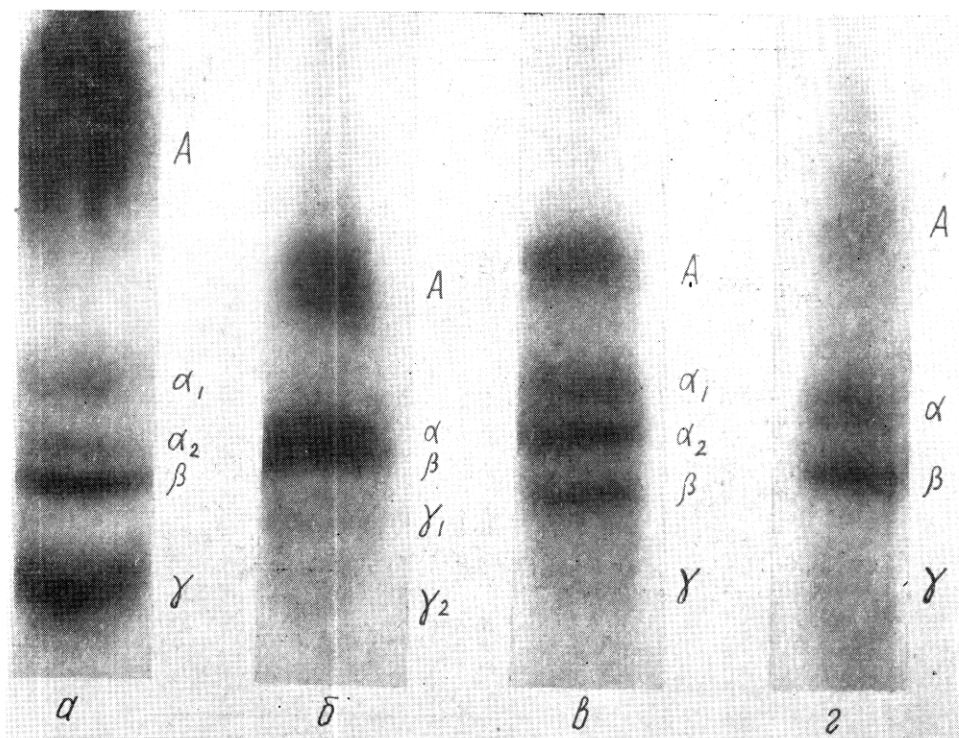


Рис. 1. Электрофореграммы белков сыворотки крови ставридов в сравнении с кроличьей сывороткой:

а — кролик; б — *Trachurus* sp., $l = 13,9$ см, ♂, 3 (Суэцкий залив Красного моря, апрель 1965 г.); в — *T. mediterraneus mediterraneus*, $l = 17,3$ см, ♀, 4 (Средиземное море, апрель 1965 г.); г — *Tr. mediterraneus ponticus*, $l = 15,8$ см, ♂, 2 (Черное море, май 1965 г.).

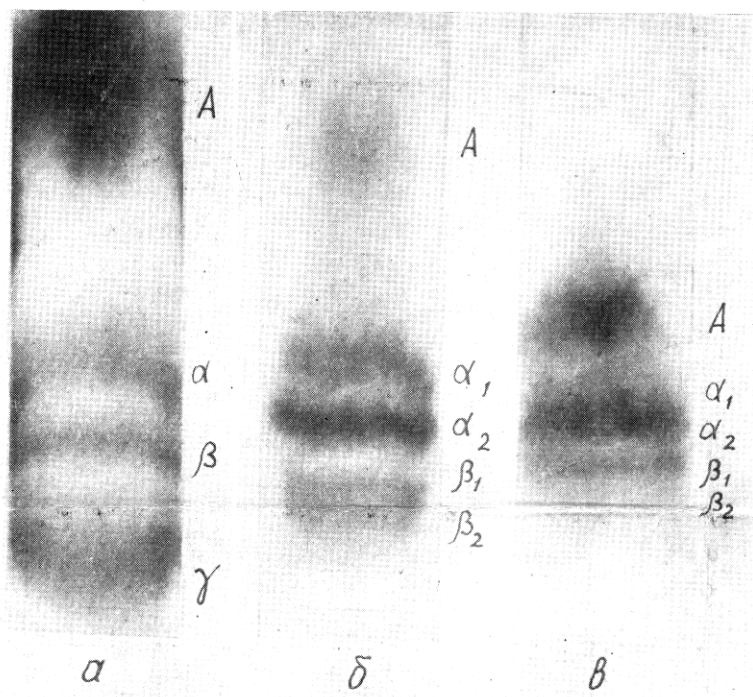


Рис. 2. Электрофореграммы белков сыворотки крови ставридов в сравнении с кроличьей сывороткой:

а — кролик; б — *Tr. trachurus trachurus*, $l = 28,3$ см, ♀, 3 (Атлантический океан, м. Кап-Блан, ноябрь 1964 г.); в — *Tr. trachurus capensis*, — 29,6 см, ♂, 3 (Атлантический океан, м. Фрио, декабрь 1964 г.).

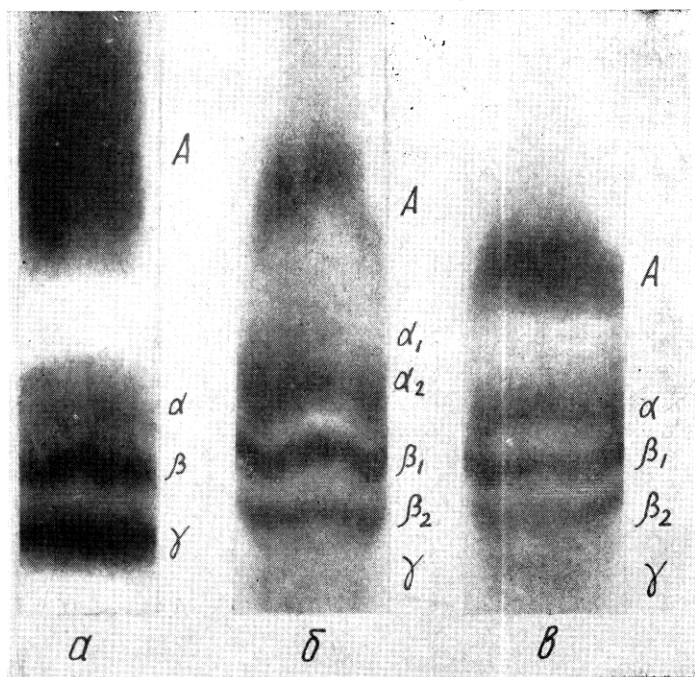


Рис. 3. Электрофореграммы белков сыворотки крови ставрида в сравнении с кроличьей сывороткой:
 а — кролик; б — *Tr. tresaе*, *l* — 34,5 см, ♂, 3 (Атлантический океан, м. Кап-Блан, ноябрь 1964 г.); в — *Tr. tresaе*, *l* — 15,0 см, ♀, 2 (Атлантический океан, Гвинейский залив, ноябрь 1964 г.).

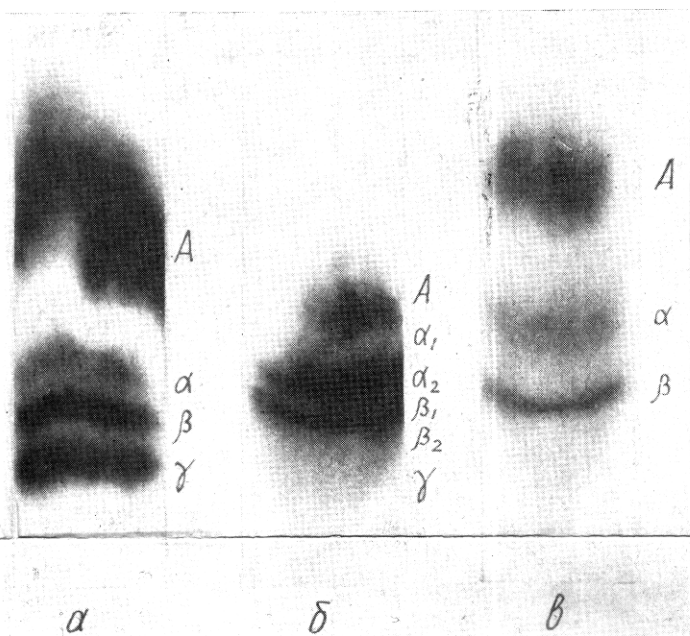


Рис. 4. Электрофореграммы белков сыворотки крови ставрида в сравнении с кроличьей сывороткой:
 а — кролик; б — *Decapterus ronchus*, *l* — 29,9 см, ♀, 3 — 4 (Атлантический океан, Гвинейский залив, ноябрь 1964 г.); в — *D. punctatus*, *l* — 19,9 см, ♂, 3 — 4 (Атлантический океан, Гвинейский залив, ноябрь 1964 г.).

3) α -глобулин в 72% случаев не разделяется на подфракции и лишь в 28% случаев выделяются α_1 - и α_2 -глобулины. У рыб обоих полов независимо от стадии зрелости α -глобулин количественно преобладает, поэтому отношение α/β всегда больше единицы;

4) β -глобулин никогда не разделяется на подфракции;

5) в зоне γ -глобулина млекопитающих в 70% случаев выявляются 2 фракции, которые мы в соответствии с их подвижностью назвали γ_1 и γ_2 -глобулины. В 30% случаев γ -глобулин представляет собой неразделенную фракцию.

Индивидуальные колебания значительны, особенно по количеству фракций. Среди рыб данного подвида мы наблюдали ставрид с 4, 5 и даже 6 фракциями. Вообще для *Tr. tr. trachurus* характерно наличие 5 фракций (больше половины исследованных экземпляров).

Интересно, что когда α - и γ -глобулины разделяются на подфракции, всегда $\alpha_1 < \alpha_2$ и $\gamma_1 > \gamma_2$.

У самцов и самок различия по всем показателям для рыб разных стадий зрелости статистически недостоверны. Половые различия также не выражены.

Trachurus trachurus capensis Castelnau (рис. 2, в). В сыворотке крови этой ставриды содержится 3,777% общего белка, т. е. больше, чем у любого из исследованных видов рода. Белки сыворотки разделяются на: альбумин, четко отграниченную фракцию, наибольшую в сыворотке, α -, β - и γ -глобулины, которые в большинстве случаев (70%) остаются неразделенными на подфракции (лишь примерно в 30% случаев каждая фракция делится на 2 подфракции). Вообще, для большинства ставрид района м. Фрио — м. Уолфиш-Бей характерно разделение сывороточных белков на 4 фракции: альбумин, α -, β - и γ -глобулин.

Следует отметить, что значительные индивидуальные колебания по частоте встречаемости отдельных подфракций сопровождаются большой вариабильностью изучаемых показателей. Так, коэффициенты вариации колеблются от 13 до 35%.

У *Tr. trachurus capensis* наибольшие коэффициенты вариации отмечены у рыб обоих полов в преднерестовый и нерестовый периоды. При сравнении белков крови ставрид различных стадий зрелости статистически достоверные половые различия были выявлены лишь в периоды интенсивного созревания и нереста (стадии зрелости 4, 4—5, 5, 6—2).

Trachurus trecae Cadenat (рис. 3, б). Электрофореграмма крови *Tr. trecae* из района мыса Кап-Блан представляет собой следующую картину: альбумин имеет ту же подвижность, что и альбумин кролика. Далее в 50% случаев идут 2 четко отграниченные подфракции — α_1 - и α_2 -глобулины (в 50% случаев α -глобулин на подфракции не разделяется); затем 2 (в 41% случаев) или 3 (в 59% случаев) подфракции β -глобулина. Они тесно сбли-

жены, но всегда хорошо дифференцированы. Никакой фракции в зоне γ -глобулина млекопитающих обнаружено не было.

Количественно наибольшей фракцией в крови является α -глобулин: $\alpha/\beta > 1$.

Индивидуальные колебания по всем показателям значительны. Коэффициенты вариации составляют 20—50%. Статистически достоверные половые различия обнаружены по концентрации альбумина и β -глобулина, по относительному содержанию β -глобулина и по белковому коэффициенту (А/Г).

Trachurus trecae S a d e n a t (рис. 3, в). В крови *Tr. trecae* из Гвинейского залива альбумин выделяется отчетливой фракцией с несколько меньшей подвижностью, чем альбумин кролика. α -Глобулин почти у всех экземпляров (в 90% случаев) не разделяется на подфракции и лишь в 10% случаев выделяются α_1 - и α_2 -глобулины. Частота встречаемости β -, $\beta_1 + \beta_2$ -, $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3$ -глобулинов примерно одинакова. В зоне γ -глобулина млекопитающих никаких компонентов не обнаружено. Вариабильность всех исследованных показателей так же значительна, как у этого же вида из района мыса Кап-Блан. Преобладающей белковой фракцией сыворотки крови *Tr. trecae* из Гвинейского залива является α -глобулин, но это преобладание выражено гораздо менее четко, чем у ставриды из района мыса Кап-Блан.

Статистически достоверные различия по составу крови между рыбами в ювенальной стадии и самками, самками и самцами, рыбами в ювенальной стадии и самцами выражены лишь по некоторым показателям: между самками и неполовозрелыми рыбами — по концентрации α -глобулина; между самцами и неполовозрелыми рыбами — по концентрации альбумина и белковому коэффициенту. Между самками и самцами по всем показателям различия статистически недостоверны.

Decapterus ronchus (B l o c h.) (рис. 4, б). Электрофореграмма сывороточных белков очень компактна. Фракции тесно сближены, границы между ними выражены нечетко. Альбумин (количественно незначительная фракция, ~15%) имеет очень низкую подвижность и располагается в зоне между альбумином и α -глобулином кролика (ближе к α -глобулину). Очень тесно сближены α_1 - и α_2 -, β_1 - и β_2 -глобулины. α_1 -Глобулина почти в пять раз меньше, чем α_2 -глобулина, а β_1 - и β_2 -глобулины количественно примерно равнозначны. γ -Глобулин не разделяется на подфракции.

Этот вид ставриды отличается высоким содержанием общего белка (5,7%).

Decapterus punctatus A y a s s i z (рис. 4, в). Электрофореграмма *D. punctatus* по сравнению с *D. ronchus* растянута. Подвижность альбумина совпадает с подвижностью альбумина кролика. В 55% случаев α -глобулин не разделяется на подфракции, а в 45% случаев можно выделить α_1 -, α_2 -глобулины. β -Глобулин почти у всех исследованных экземпляров (в 89% случаев) — цельная

фракция и лишь у некоторых рыб он разделяется на β_1 - и β_2 -глобулины (11% случаев). γ -Глобулин отсутствует. Самцы и самки статистически достоверно различаются почти по всем показателям. Индивидуальная изменчивость значительна (20—50%).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из приведенных материалов следует, что для всех видов ставрид южных морей характерны значительные индивидуальные колебания как относительного и абсолютного содержания всех белковых фракций, так и частоты их встречаемости. Причем индивидуальная изменчивость больше у средиземноморской и атлантических форм ставрид, чем у ставрид Красного и Черного морей. По-видимому, это можно объяснить большой разнородностью проанализированного материала, известный процент которого составляли созревающие и нерестящиеся рыбы. На черноморской ставриде ранее было установлено, что в период созревания и нереста, когда у рыб наблюдаются большие различия в интенсивности и направленности обмена веществ, коэффициенты вариации больше, чем в период относительной стабилизации обмена (Куликова, 1964). Однако статистическая обработка материала показала, что у ставрид всех видов отсутствуют (за исключением отдельных случаев) достоверные различия в процентном соотношении и концентрации белковых фракций в зависимости от стадий зрелости. Это относится к рыбам обоего пола. Исключением, как и для черноморской ставриды, являются преднерестовый и нерестовый периоды. Половые различия в процентном соотношении белковых фракций также выявляются только в нерестовый период.

Несмотря на известную вариабильность исследованных показателей (индивидуальную, половую и т. д.), полученные материалы достаточно четко свидетельствуют о специфичности картины крови, характерной для каждого вида и подвида ставрид (см. табл. 2 и 3). Эта специфичность выявляется как по относительному и абсолютному содержанию белковых компонентов, так и по частоте встречаемости отдельных белковых подфракций. Эти результаты хорошо согласуются с многочисленными литературными данными о специфичности белковой картины крови близких видов животных всех зоологических групп (Шульман и Куликова, 1965). Обращает на себя внимание тот факт, что внутривидовые различия выражены гораздо менее четко, чем различия межвидовые. Так, *Tr. trachurus trachurus* отличается от *Tr. trachurus capensis* только тем, что у первого подвида β -глобулин не делится на подфракции, а γ -глобулин в большинстве случаев (70%) разделяется на γ_1 - и γ_2 -глобулины, а у второго подвида в 26% случаев β -глобулин делится на две подфракции, а γ -глобулин в 73% случаев остается неразделенным.

Средиземноморский подвид отличается тем, что α -глобулин в 57% случаев разделяется на α_1 - и α_2 -глобулины. Виды же различаются между собой более четко как по количеству подфракций глобулинов, так и по наличию или отсутствию того или иного белкового компонента. Особенно это ярко выражено в роде *Decapterus*.

Сравнение близких видов ставрид внутри рода *Trachurus* показывает, что по составу крови более близки *Tr. mediterraneus ponticus*, *Tr. mediterraneus mediterraneus* и *Trachurus* sp. Атлантические формы *Tr. trachurus* и *Tr. trecae* отличаются от указанной группы больше, чем перечисленные выше виды друг от друга. Интересно, что *Tr. trecae* по белковому составу сыворотки крови отстоит далеко от всех других видов. *Tr. trachurus* имеет картину крови, более сходную с *Tr. mediterraneus* и *Trachurus* sp., чем с *Tr. trecae*. В этом наши результаты согласуются с серологическими данными Алтухова и Апекина (1963). Ю. Г. Алеев (1957) указывает, что по некоторым морфологическим признакам *Tr. trecae* можно считать самым древним из проанализированных нами видов рода *Trachurus*, непосредственным предком *Tr. mediterraneus*.

Выше уже отмечалось, что различия между видами в роде *Decapterus* очень велики. *D. ronchus* имеет совершенно своеобразную картину крови, отличную от таковой у всех исследованных видов ставрид. *D. punctatus* по белковому составу сыворотки крови гораздо ближе к *Tr. trecae*, чем к *D. ronchus*.

Исходя из полученных данных о белковом составе сыворотки крови, можно следующим образом характеризовать семейство Carangidae:

А. Ставриды характеризуются наличием четко отграниченной фракции альбумина, относительное содержание которой колеблется у разных видов от 15 до 38%.

Б. У большинства видов присутствуют все основные белковые компоненты: альбумин, α -, β - и γ -глобулины. Исключением являются *Tr. trecae* и *D. punctatus*, у которых не был обнаружен γ -глобулин.

В. α -Глобулин у всех видов — преобладающая белковая фракция, поэтому α/β всегда больше единицы. Альбумино-глобулиновый коэффициент почти у всех ставрид меньше 0,5.

Приведенные материалы по белковому составу сыворотки крови шести близких видов ставрид южных морей, а также ранее полученные данные о белках крови пяти близких видов бычков Азовского моря (Куликова, 1965) и литературные данные (Шульман и Куликова, 1965) позволяют рассматривать белковую картину крови как биохимический показатель видовых и внутри-видовых различий у животных.

Возвращаясь к проблеме черноморской ставриды (Алеев, 1957; Алтухов, 1964; Шавердов, 1964; Ревина и Сафьянова, 1965),

можно сказать, что полученные данные по видоспецифичности белкового состава сыворотки крови ставрид подтверждают ранее высказанное нами предположение (Куликова, 1964) о принадлежности крупной и мелкой форм черноморских ставрид к одному виду *Trachurus mediterraneus*.

ВЫВОДЫ

Методом электрофореза на бумаге исследовался белковый состав сыворотки крови следующих видов ставрид: черноморской — *Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev, средиземноморской — *Tr. mediterraneus mediterraneus* Steind., красноморской — *Trachurus* sp., атлантических — *Tr. trachurus* (L.), *Tr. trachurus capensis* Cast., *Tr. trecae* Cadena, *Decapterus ronchus* (Bloch.) и *D. punctatus* Ayassiz.

1. Индивидуальные колебания по количеству и соотношению белковых фракций у ставрид значительны только в преднерестовый и нерестовый периоды.

2. Половые различия выражены лишь в нерестовый период.

3. Белковый состав крови каждого из исследованных видов и подвидов ставрид родов *Trachurus* и *Decapterus* специфичен.

4. Различия между подвидами в пределах вида выявлены менее четко, чем межвидовые.

5. Внутри рода *Trachurus* по белковому составу крови черноморская, средиземноморская и красноморская формы ставрид отличаются от атлантических форм больше, чем между собой. *Tr. trecae* значительно удалена как от *Tr. trachurus*, так и от перечисленных выше ставрид.

6. Для всех видов ставрид семейства Carangidae свойственны общие черты белкового состава сыворотки крови, отличающие данное семейство от других семейств в подотряде Percoidae (по литературным данным).

7. Полученные материалы по шести близким видам ставрид родов *Trachurus* и *Decapterus*, пяти близким видам азовских бычков рода *Gobius* и литературные данные подтверждают ранее высказанное нами предположение о принадлежности крупной и мелкой форм черноморской ставриды к одному виду *Trachurus mediterraneus*.

ЛИТЕРАТУРА

Алеев Ю. Г. О систематическом положении ставриды Черного моря. — Вопр. ихтиол., 7, 1956.

Алеев Ю. Г. Ставриды (*Trachurus*) морей СССР. — Тр. Севаст. биол. ст., 9, 1957.

Алтухов Ю. П. Цитофизиологический, серологический и морфологический анализ внутривидовой дифференцировки ставриды Черного моря. Автореф. канд. дисс. М., 1964.

Алтухов Ю. П. и Апекин В. С. Серологический анализ родственных взаимоотношений «крупной» и «мелкой» ставриды Черного моря.— *Вопр. ихтиол.*, 3, 1, 1963.

Бейли Н. Статистические методы в биологии. ИЛ, М., 1962.

Кирк П. Количественный ультрамикрoанализ. ИЛ, М., 1952.

Куликова Н. И. Электрофоретическое исследование белков сыворотки крови «крупной» и «мелкой» ставриды Черного моря.— *Тр. АзЧерНИРО*, 22, 1964.

Куликова Н. И. Электрофоретический анализ сывороточных белков некоторых видов бычков рода *Neogobius* Азовского моря.— *ДАН СССР*, 163, 5, 1965.

Плохинский Н. А. Биометрия. Изд-во Сибирск. отд. АН СССР, Новосибирск, 1961.

Ревина Н. И. и Сафьянова Т. Е. К вопросу о разделении «мелкой» и «крупной» ставриды по отолитам.— *Рыбное х-во*, 6, 1965.

Сборник инструкций по организации заготовки и переливанию крови и ее компонентов. Медгиз, М., 1957.

Шавердов Р. С. О взаимоотношении крупной и мелкой ставриды Черного моря.— *Вопр. ихтиол.*, 4, 1, 1964.

Шульман Г. Е. и Куликова Н. И. О специфичности белкового состава сыворотки крови рыб.— *Усп. совр. биол.*, 62, 4, 1966.

Gunter G., Sulya L., Box D. Some evolutionary patterns in fishes, blood.— *Biol. Bull.*, 121, 2, 1961.

Lillevik H. A., Scholoeimer C. L. Species differentiation in fish by electrophoretic analysis of skeletal muscle proteins.— *Science*, 134, 3495, 1961.

Sulya L., Box B., Gunfer G. Plasma proteins in the blood of fishes from the Gulf of Mexico.— *Amer. J. Physiol.*, 200, 1, 1961.

PROTEIN COMPOSITION OF THE BLOOD SERUM OF THE SOUTHERN SEAS HORSE MACKERELS

N. I. KULIKOVA

Summary

Protein composition of the blood serum of horse mackerels from the Black Sea, the Red Sea and the Mediterranean and 5 species of the Atlantic horse mackerels from the west coast of Africa was studied by the method of paper electrophoresis.

It was found that protein pattern of the blood is that of specific in each species studied. This specificity is marked either in different quantity of their protein fractions, or in their quantitative interrelation or in different features of their statistical distribution. Individual variations and sex differences in quantitative interrelation of protein fractions are considerable only during the spawning period. As for the protein composition of the blood serum, differences among subspecies within a species are less distinct than those of interspecific.

Common features of protein composition of the blood serum are peculiar to all the species of horse mackerels belonging to Carangidae, that distinguishes the present family from other families in sub-order Percoidei (according to the data in literature). Material obtained on 8 closely related species of horse mackerels of the genera *Trachurus* and *Decapterus*, 5 closely related species of the genus *Gobius*, and numerous literary data support our previous suggestion on belonging «large» and «small» forms of the Black Sea horse mackerels to one species, namely *Trachurus mediterraneus*.