

О БЕЛКОВЫХ ФРАКЦИЯХ СЫВОРОТКИ КРОВИ И ИХ ПОЛОВЫХ РАЗЛИЧИЯХ У НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ЭСТОНСКОЙ ССР

А. КИРСИПУУ

Рациональное использование рыбных запасов внутренних водоемов предполагает основательное знание рыбных популяций как в систематическом, экологическом, так и в физиологическом аспектах. Только на основе всех этих данных возможно правильно оценить и активно воздействовать на жизнеспособность и экономическую перспективность популяций. Получение же разносторонних данных затруднено из-за отсутствия довольно-таки чувствительных и технически простых методов.

До сих пор исследование популяций в ихтиологии опиралось в основном на морфологические методы. Так как подобная оценка была слишком односторонней, то в последнее время стали в ихтиологии применять физиологические и биохимические методы, которые позволяют более точно установить внутривидовые экологические группировки (Талиев, 1941; Sindermann, Mairs, 1959) и объяснить родственные связи между систематическими единицами (Лукаш, 1956; O'Rourke, 1959).

Одним из легко обрабатываемых физиолого-биохимических методов следует признать исследование белковых фракций сыворотки крови при помощи электрофореза на бумаге, но для названных целей его в ихтиологии почти совсем не применяли. А в медицине, например, применяют этот метод с большим успехом для оценки физиологического состояния организма, так как большинство изменений в работе организма отражается довольно ясно в белках сыворотки крови. То же самое замечено и у животных (влияние диеты — Weimer и др., 1959; Lysak, Wojcik, 1959; влияние условий жизни и болезней — Flemming, 1958). Итак, является очень правдоподобным, что на основе отношений белковых фракций сыворотки крови, отделенных при помощи электрофореза, возможно сделать выводы о физиологическом состоянии рыбы (о питании, об интенсивности воздействия паразитов, о влиянии внешних условий), особенно потому, что внутренняя среда рыб, как пойкилотермных организмов, чувствительнее реагирует на воздействия внешней среды, чем внутренняя среда гомойотермных организмов.

Наличие в белковых фракциях сыворотки крови четких межвидовых различий у низших животных (Deutsch, McShan, 1949; Drillhon, 1959; V. Kiortsis, M. Kiortsis, 1960) позволяет предполагать, что при более точном исследовании методом электрофореза можно различать и внутривидовые систематические единицы.

Первым этапом в подобных исследованиях должно быть выяснение нормальных отношений белковых фракций сыворотки крови и воздействующих на них основных факторов для каждого вида рыб. Исходя из этих данных было бы возможно оценивать сдвиги этих отношений при каждом единичном случае и делать выводы об их причинах.

О белковых фракциях сыворотки крови рыб в литературе имеется довольно-таки мало сведений, а полученные разными исследованиями результаты во многом расходятся, особенно это касается глобулиновых фракций (Flemming, 1958; Magnin, 1958; Drilhon, 1959; Lysak, Wojcik, 1960; Хайлов, 1962).

В настоящей работе даются сведения об отношениях белковых фракций сыворотки крови у восьми видов промысловых рыб Эстонской ССР и показывается характер и объем половых различий в них.

Материал и методика

В работе использованы данные анализов крови 213 рыб. Рыбы были выловлены в заливе Пярну (судаки и преимущественно окуни) и в оз. Вуртсъярв. Исследованные особи, в общем, были здоровы, но все судаки Пярнуского залива были заражены паразитарными копеподами *Achteres sandrae*, лещи же и щуки оз. Вуртсъярв зимой 1962 г. — глистами *Caryophyllus* sp. и *Triaenophorus* sp.

Кровь у рыб брали сразу же после ловли из сердца стеклянной пипеткой, давали свернуться, отделяли сыворотку и центрифугировали. Гемолитические сыворотки не использовались.

Электрофорез проводили на вертикально висящих полосках 2×38 см ленинградской хроматографической бумаги № 2 в течение 12-ти часов. Раньше анализы были проведены при напряжении 220 в (сила тока 0,20—0,25 ма/см). Позднее напряжение увеличили до 400 в (сила тока 0,25—0,40 ма/см), так как выяснилось, что в этом случае возможно у некоторых рыб (лещ, судак) вместо обычных 5-ти отделить 6—8 белковых фракций (рис. 1).

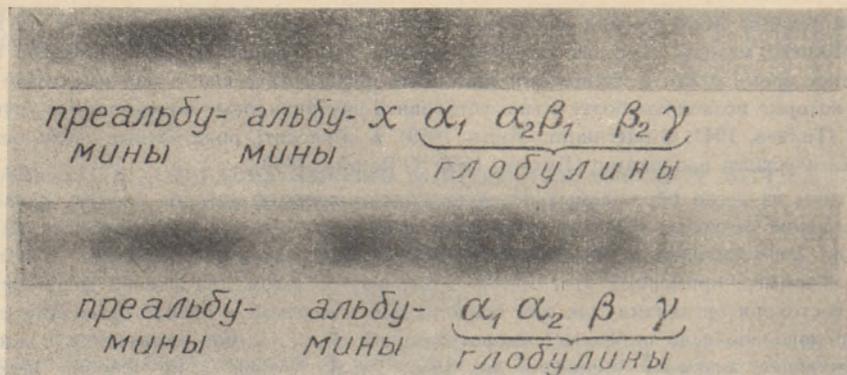


Рис. 1. Фореграммы сыворотки крови судака и окуня.

Легче всего разделить на подфракции β -глобулины. По данным Дрилона (Drilhon, 1959), фракция β -глобулинов является у рыб самой гетерогенной. У судака и окуня отделялись часто отчетливо и преальбумины, а у судака также слабая фракция между альбуминами и глобулинами (на рис. 1 обозначено x). Иногда делились на два и γ -глобулины. Факт, что эти подфракции отделялись при тех же условиях не у всех особей того же вида, указывает на наличие у рыб внутривидовых качественных различий в белках сыворотки крови.

Выяснилось еще, что при низкой температуре получают более отчетливые фракции, несмотря на уменьшение скорости их движения. Поэтому большинство исследований проводили при температуре $+4$ до $+10^\circ\text{C}$ (в холодильнике).

В качестве буферного раствора применяли мединал-вероналовый буфер Вундерли с рН 8,6 и $\mu = 0,06$ (Dittmer, 1962), о котором, в общем, известно, что он дает хорошую разделяемость фракций.

Четкое отделение фракций у рыб при исследовании белков сыворотки крови имеет большое значение, так как здесь выступает ряд подфракций вплотную друг к другу,

и в силу плохой обособленности часто невозможно отчетливо различать даже основные фракции. При использовании разной методики эти подфракции соединяются между собой в различные комбинации, причем, конечно, получаются расходящиеся результаты в процентных отношениях основных фракций.

Фореграммы были зафиксированы в предварительно нагретом термостате при $+115^{\circ}\text{C}$ в течение 15 мин и покрашены бромфенолсиним. Относительные количества фракций установили при помощи элюации (причем фореграммы разрезали по фракциям) колориметром.

Белковые фракции сыворотки крови у различных видов рыб

Своими исследованиями А. Дрилон (Drilhon и др., 1958; Drilhon, 1959) показала, что у различных видов рыб при электрофорезе отделяется разное количество белковых фракций сыворотки крови и что их скорость движения у каждого вида разная. Такие же результаты мы получили при исследовании сыворотки крови промысловых рыб озера Вуртсъярв.

У всех исследованных видов рыб (щука, окунь, судак, лещ, жерех, густера, плотва, красноперка) выделилось не менее 5 фракций: альбумины, α_1 -, α_2 -, β - и γ -глобулины. Отсутствия альбуминов или γ -глобулинов, как это отметила Дрилон у некоторых морских рыб (Drilhon, 1959), не наблюдалось. В большинстве случаев, правда, отсутствовала движущаяся на катод фракция, что по Дрилону означает отсутствие γ -глобулинов. Но по нашему мнению γ -глобулинами у рыб следует считать фракцию, которая остается на линии нанесения. Нужно учесть то, что, вероятно, у рыб изоэлектрическая точка γ -глобулинов отличается от этой точки γ -глобулинов человека, так как скорость движения и других белковых фракций у рыб отличается от скорости движения этих фракций крови человека. Здесь интересно отметить исследования Кармолиева (1960). Он нашел, что у коров и овец на ранних стадиях онтогенеза движение белковых фракций сыворотки крови при электрофорезе обычно больше. Так как по всеобщему закону биологии онтогенез в некоторой степени повторяет филогенез, можно предположить, что подвижность одноименных белковых фракций сыворотки крови рыб при электрофорезе должна быть больше, чем у людей. По нашим данным у альбуминов и γ -глобулинов это так и есть (исключением являются белки сыворотки крови щуки), а у α - и β -глобулинов это не всегда так ясно.

Изученные виды рыб отличались друг от друга по количеству отделенных фракций и по их относительному расстоянию.

Фореграммы генетически близких видов рыб были сходны (рис. 2).

Фореграммы исследованных карповых рыб характеризовались сравнительно одинаковыми расстояниями между пятью основными фракциями. У различных видов карповых рыб оказалось разным только местонахождение α_1 - и α_2 -глобулинов и деление β -глобулинов на подфракции (у леща и плотвы в большинстве случаев их было 2, у других видов — 1). Фореграммам окуневых рыб (окунь, судак) была свойственна рассеянная фракция альбуминов с большой подвижностью, которая часто разделялась на преальбумины и альбумины. У судака иногда отделялась между альбуминами и α_1 -глобулинами еще одна слабая фракция (рис. 1, x), а α_2 -глобулины плохо отделялись от быстродвижущихся β -глобулинов. У окуней было трудно отделить друг от друга β - и γ -глобулины.

Такие же признаки были свойственны и фореграммам щуки, но здесь скорость движения всех фракций была гораздо меньше.

Величины отдельных фракций в процентах у каждого вида рыб разные (табл. 1), но гораздо меньше характеризуют вид, чем картина фо-

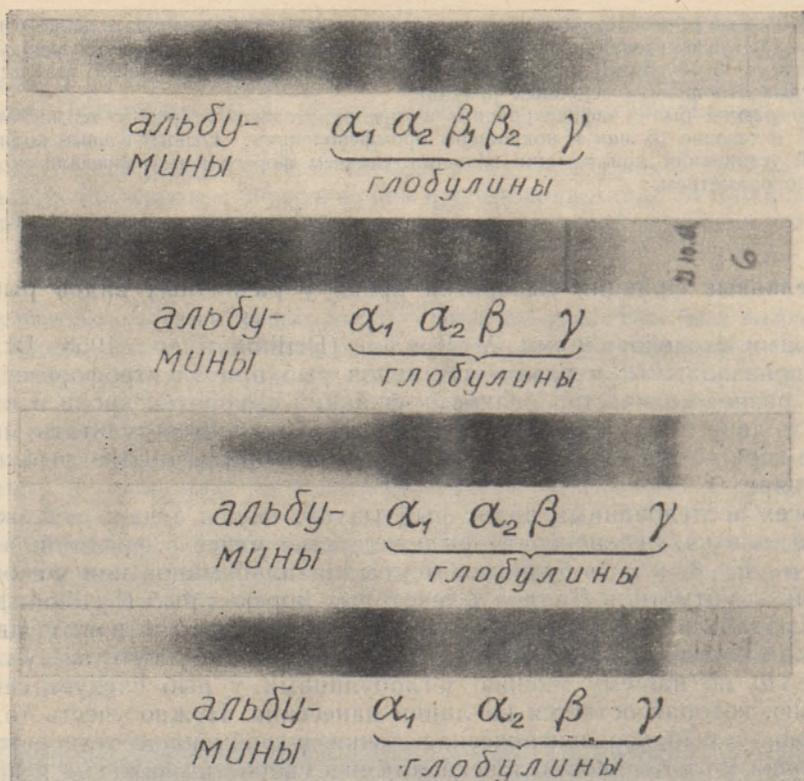


Рис. 2. Фореграммы сыворотки крови некоторых пресноводных рыб Эстонии; сверху вниз: лещ, жерех, самец и самка щуки.

реграммы (сравните жерех, густера, окунь). Здесь оказывается помехой и большая индивидуальная варьированность в процентных отношениях фракции.

Таблица 1

Белковые фракции сыворотки крови у некоторых видов рыб Эстонии (в процентах)

Вид рыбы	Количество особей	Пол	Место и время вылова	Альбумины	Глобулины			
					α_1	α_2	β	γ
Лещ	8	♀ III	Оз. Выртсъярв, сент.—окт. 1961	25	18	18	21	18
Густера	7	♀ III	То же	39	19	15	16	11
Плотва	8	♀ III	" "	32	14	22	19	13
Жерех	5	♀ II-III	" "	38	20	16	17	9
Красноперка	3	♀ III	" "	27	13	20	24	16
Щука	9	♀ III	" "	20	21	36	15	8
Окунь	5	♀ III	" "	37	21	16	17	9
Судак	3	♀ III	Пярнуский залив, окт.—ноябрь 1962	38	23	16	11	12

Примечание. В таблице средние данные округлены до целых чисел.

У пресноводных рыб, в отличие от морских (Drilhon, 1958; Drilhon и др., 1959), α -глобулины имеют большее значение, чем β -глобулины. Возможно, что нами α_2 -глобулинами рассмотренную фракцию Дрилон рассмотрела β -глобулинами. Но изменение этой фракции в связи с половым циклом у самок (о чем речь пойдет ниже) доказывает, что мы имеем дело с α_2 - (или α_3 -) глобулинами. По-видимому, это же утверждают данные Домбровского (Dombrowski, 1953a, 1953b), который получил при высаливании в крови карпа альбуминов свыше 60%. Данные электрофоретических анализов показывают, что в крови рыб альбуминов гораздо меньше. Возможно, что у Домбровского вместе с альбуминами в растворе осталось большинство псевдоглобулинов, которые принадлежат к α -глобулинам. А количество альбуминов и α -глобулинов может по нашим данным действительно доходить до 60%.

Половые различия

Данные о белковых фракциях сыворотки крови у половозрелых рыб приведены в табл. 2. Выясняется, что межполовая дифференциация заметнее в альбуминах и α_2 -глобулинах, причем различия у всех изученных видов рыб однонаправленные, несмотря на то, что их величина у каждого вида различная. Весной относительное количество альбуминов у самок меньше, чем у самцов, хотя и в числе последних находились отдельные особи с низким уровнем альбуминов. Относительное количество α_1 -глобулинов у самок немного меньше, различие у леща и судака по методу Стюдента статистически вполне доказуемо (исключение составляют окуни, у которых количество α_1 -глобулинов у самок и самцов более или менее равно). Количество α_2 -глобулинов у самок значительно большее — не только относительно, но и абсолютно. Так, в феврале 1962 г. у самок щуки α_2 -глобулинов было 2,66—3,95%, у самцов — 0,72—0,96%. (В связи с ранним нерестом физиологическое состояние половых продуктов щуки в феврале уже весьма сходно с их физиологическим состоянием при нересте.) На фореграммах самок α_2 -глобулины появляются в виде сильно окрашенной полоски, у самцов эта фракция слабо окрашена. Среди β - и γ -глобулинов межполовые различия в количественных отношениях в большинстве случаев не были обнаружены. Перевес этих фракций у самцов щуки по сравнению с самками, вероятно, чисто математического характера: перевес α_2 -глобулинов у самок так огромен, что другие фракции остаются относительно маленькими.

Своеобразное различие появилось у окуней: во время икротетания у самок не отделялись друг от друга β - и γ -глобулины.

Приведенные в нижней части таблицы данные, полученные осенью и зимой, показывают, что такие половые различия сохраняются в течение всего года, только осенью и зимой их величина значительно меньше, у некоторых видов даже исчезает (лещ). Что касается неполовозрелых рыб (особи, у которых уже можно различать пол, но гонады находятся во II стадии развития), то у них в белковых фракциях между полами никаких различий нет. Соответствующие данные приведены в табл. 3.

В чем же биологическое значение половых различий белковых фракций сыворотки крови?

Так как между самцами и неполовозрелыми рыбами нет различий ни осенью, ни весной (табл. 4), а различия между самцами и самками самые большие в период икротетания, следует предположить, что они связаны с продуцированием икры у самок. Примечательно, что сдвиги этих белковых фракций у самок схожи с изменениями отношений белковых фракций в крови у женщин в период беременности (Jalviste, 1957). Подобные сдвиги примечены и у домашних животных во время носки (Ketz, 1959) и у птиц во время несения яиц (Rautenberg, 1959).

Таблица 2

Половые различия в белковых фракциях сыворотки крови половозрелых рыб

Вид	Место и время анализа	Пол	Количество особей	Альбумины, %	Глобулины, %			γ
					α ₁	α ₂	β	
Лещ	янв.—февр. 1962, Вуртсыярв	♂	19	27,1 (24,1—30,4)	22,2 (20,0—24,5)	15,0 (11,3—20,6)	23,0 (15,1—28,3)	12,7 (8,4—16,7)
		♀	10	26,9 (20,2—29,2) <i>t</i> = 0,35 (2,47)	19,6 (16,2—21,6) <i>t</i> = 4,73 (2,47)	21,2 (16,3—26,2) <i>t</i> = 5,76 (2,47)	20,9 (17,8—26,2) <i>t</i> = 1,45 (2,47)	11,4 (6,2—14,4) <i>t</i> = 1,25 (2,47)
Щука	янв.—февр. 1962, Вуртсыярв	♂	3	25,9 (24,8—26,4)	31,8 (30,3—32,6)	11,1 (8,4—12,8)	21,1 (19,6—23,2)	10,1 (8,8—12,5)
		♀	7	19,8 (18,0—21,0)	21,7 (18,2—25,0)	38,0 (32,2—40,4)	13,8 (10,7—16,2)	6,7 (4,7—8,9)
Лещ	май 1962, Вуртсыярв	♂	7	27,7 (21,7—32,9)	20,1 (17,2—24,4)	14,1 (11,8—19,4)		38,1
		♀	19	21,0 (15,1—26,0) <i>t</i> = 4,56 (2,49)	17,8 (15,2—20,6) <i>t</i> = 2,87 (2,49)	22,4 (17,8—28,0) <i>t</i> = 6,90 (2,49)		38,1
Судак	май—июнь 1962, Пярнуский залив	♂	21	39,0 (32,0—44,0)	24,1 (18,5—27,1)	13,0 (11,0—17,0)	10,2 (7,0—13,7)	13,7 (9,4—19,8)
		♀	20	31,8 (25,3—36,8) <i>t</i> = 7,10 (1,96)	21,0 (14,8—26,3) <i>t</i> = 3,60 (1,96)	23,0 (17,4—33,0) <i>t</i> = 10,90 (1,96)	11,7 (7,3—14,7) <i>t</i> = 2,51 (1,96)	13,5 (7,6—21,8) <i>t</i> = 0,19 (1,96)
Окунь	май—июнь 1962, Пярнуский залив	♂	9	36,6 (29,5—46,2)	22,4 (18,4—31,5)	13,4 (11,3—17,4)	27,6 (10,0—38,8)	
		♀	8	28,0 (20,7—35,8)	24,0 (18,8—35,0)	20,7 (15,7—24,0)	27,3 (17,8—35,0)	
Лещ	сент.—окт. 1962, Вуртсыярв	♂	5	24,9 (23,4—27,0)	21,4 (20,4—23,4)	15,3 (11,9—18,8)	28,3 (24,2—30,5)	10,1 (6,4—14,1)
		♀	12 (11)	22,8 (18,8—28,2) <i>t</i> = 1,50 (2,60)	19,7* (13,9—24,6) <i>t</i> = 0,73 (2,62)	18,2* (14,1—21,4) <i>t</i> = 1,93 (2,62)	28,8 (25,2—33,1) <i>t</i> = 0,37 (2,60)	10,3 (7,2—14,2) <i>t</i> = 0,11 (2,60)
Судак	ноябрь 1962, Пярнуский залив	♂	9	44,1 (37,0—50,6)	23,6 (20,9—27,4)	8,7 (7,5—11,2)	8,1 (6,3—9,7)	15,5 (8,7—23,1)
		♀	3 (2)	38,1 (37,6—39,3)	22,8 (19,6—27,0)	15,8 (12,9—18,4)	10,7* (10,4—11,1)	12,8* (8,5—17,1)

Примечание 1. У некоторых особей не все фракции отделились друг от друга и поэтому количество данных о некоторых фракциях меньше отмеченного. Эти данные обозначены звездочкой.

2. *t* — статистическая дифференция по Стюденту. Если в одной группе особей меньше 7, *t* не вычисляли. В скобках приводится значение *t*, нужное для доказательства дифференции.

Таблица 3

Белковые фракции сыворотки крови у неполовозрелых рыб*

Вид рыбы, место и время анализа	Пол	Количество особей	Альбумины, %	Глобулины, %			
				α_1	α_2	β	γ
Лещ, сент. 1961, Вуртсъярв	♂	4	25,8 (22,8—28,6)	21,6 (17,9—25,1)	13,9 (12,0—17,0)	22,1 (20,0—24,0)	16,6 (9,7—21,2)
	♀	7(5)	27,5 (23,5—31,0)	21,0 (17,0—27,2)	12,2* (10,3—14,3)	21,6* (18,6—25,5)	18,0 (14,2—21,6)
Судак, ноябрь 1961, Пярнуский залив	♂	9(6)	42,6 (39,8—45,0)	20,2 (17,4—22,3)	13,0* (11,5—14,4)	10,4* (8,0—13,5)	14,4 (11,3—20,3)
	♀	14(12)	42,4 (37,9—45,5) $t=0,23(2,52)$	21,5 (18,5—24,2) $t=1,86(2,52)$	12,0* (9,9—13,4) $t=1,63(2,58)$	9,0* (7,5—12,0) $t=1,69(2,58)$	14,9 (11,0—20,0) $t=0,42(2,52)$

* См. примечания к табл. 2.

Таблица 4

Белковые фракции сыворотки крови у самцов и неполовозрелых рыб

Вид рыбы, время и место анализа	Пол	Количество особей	Альбумины, %	Глобулины, %			
				α_1	α_2	β	γ
Лещ, май 1962, Вуртсъярв	♂	7	27,7 (21,7—32,9)	20,1 (17,7—24,4)	14,1 (11,8—19,4)	38,1	
	неполовозрелые	7	24,8 (18,1—30,6)	22,0 (19,6—24,4)	12,8 (10,5—14,9)	23,4 (20,0—25,6)	18,0 (22,3—16,2)
Лещ, сент.—ноябрь 1962, Вуртсъярв	♂	5	24,9 (23,4—27,0)	21,4 (20,4—23,4)	15,3 (11,9—18,8)	28,3 (24,2—30,5)	10,1 (6,4—14,1)
	неполовозрелые	8	24,5 (18,4—28,8)	20,2 (15,9—23,5)	13,3 (11,5—18,0)	28,4 (23,1—39,2)	12,5 (9,3—12,5)
Судак, май—июнь 1962, Пярнуский залив	♂	21	39,0 (32,0—44,0)	24,1 (18,5—27,1)	13,0 (11,0—17,0)	10,2 (7,0—13,7)	13,7 (9,4—19,8)
	неполовозрелые	8	32,2 (35,6—42,5)	24,2 (20,8—27,2)	12,6 (10,9—14,4)	10,4 (7,8—12,5)	14,8 (11,0—16,0)
Судак, ноябрь 1962, Пярнуский залив	♂	9	44,1 (37,0—50,6)	23,6 (20,9—27,4)	8,7 (7,5—11,2)	8,1 (6,3—9,7)	15,5 (8,7—23,1)
	неполовозрелые	10	42,1 (39,0—49,3)	23,7 (22,0—26,2)	8,5 (6,9—11,7)	9,2 (6,9—11,4)	15,3 (13,0—17,3)

Обычно полагают, что альбумины сыворотки играют значительную роль в питании тканей, уменьшаясь при дефиците белков (Сегьон, 1952; Берг, 1952; Weimer и др., 1959; Lysak, Wojcik, 1960). По Капланскому (1962), они являются при образовании тканей резервом аминокислот, причем учитываются не только движущиеся в данный момент в крови альбумины, так как альбумины сыворотки могут перейти в ткани и удержаться там в течение продолжительного времени в неизменном состоянии.

Представляется, что уменьшение относительного количества альбуминов у самок вызвано большей тратой резервных белков (по сравнению с самцами) в связи с созреванием икры. Для образования этой, богатой белками, ткани (по данным Вещезерова (1934) содержит мяса леща весной азота 2,65%, икра же 4,14%) самки должны в большом количестве тратить запасные белки.

Что касается α_2 -глобулинов, то увеличение их количества типично при различных воспалениях, а также во многих других случаях, если количество альбуминов уменьшается (Берг, 1952). Капланский и Кузовлева (1957) указали, что при усиленной трате альбуминов их заменяют в кровообращении пришедшие из печени α_1 - и α_2 -глобулины. По Успенской (1959), в подобном случае обычно мы имеем дело с сильным увеличением (до 250%) количества α_3 -глобулинов, которые в норме из общего белка составляют 6,5% и при обычных условиях электрофореза не отличаются от α_2 -глобулинов. Они, может быть, физиологически компенсируют недостаток альбуминов. Интересно притом отметить, что Хейм (Heim, 1962) нашел в крови носящей крысы особый белок, движимость которого при электрофорезе немного меньше, чем у α_2 -глобулинов и который отсутствовал в крови самцов и неполовозрелых крыс. Он связал появление этого белка с процессами размножения и кормлением детенышей. Предположительно, функция этого белка (видно того самого, что и α_3 -глобулины в работе Успенской) связана с интенсивным синтезом новых белков, а не только с повышением половой активности, так как в результате впрыскивания половых гормонов, Хейму в вышеназванной работе не удалось достичь увеличения количества α_2 -глобулинов в крови самок. В пользу этого предположения говорит и обнаружение Хеймом названного белка в крови зародышей и только что родившихся детенышей.

Думается, что увеличение количества подобного белка имеет место и у рыб-самок в период созревания икры. Так как он при электрофорезе плохо отделяется от α_2 -глобулинов, проявляется его динамика через изменение количества α_2 -глобулинов.

На основе описанных функциональных изменений следует названную фракцию относить к α -, а не к β -глобулинам. В этом случае отношение между α - и β -глобулинами у видов рыб, рассмотренных в этом исследовании, значительно различно, чем предполагают Дриллон (Drilhon, 1959) и Магнин (Magnin, 1958).

Так как половые различия среди β - и γ -глобулинов у исследованных рыб отсутствовали (кроме щуки, у которой этот вопрос требует более подробного исследования), то следует думать, что функции этих фракций не связаны непосредственно с образованием половых продуктов.

Выводы

1. Белковые фракции сыворотки крови рыб отделяются при электрофорезе на бумаге отчетливее при низкой температуре (4°—10°С).

Притом с повышением напряжения до 400 вольт (потенциальный градиент 10 в/см) можно отделить у различных видов до 8 фракций.

2. Количество отделяющихся фракций, скорости их движения и от этого зависящие их взаимные относительные расстояния характерны для каждого вида. Фореграммы близких видов схожи. Процентные отношения фракций тоже различны у различных видов, но они не специфичны для вида. Притом индивидуальные колебания в процентных отношениях довольно-таки большие.

3. Половые различия заметны только у половозрелых рыб. Так как процентные отношения белковых фракций сыворотки крови у самцов и неполовозрелых рыб схожи, можно думать, что изменения этих отношений в крови самок причинены созреванием икры. В течение зимы в их крови заметно уменьшалось количество альбуминов. Это, видимо, являлось отражением уменьшения количества резервных альбуминов в организме в связи с их употреблением в качестве источника аминокислот при синтезе белков икры. Количество α_1 -глобулинов в крови самок тоже немного меньше. В то же время в их крови увеличилось количество α_2 -глобулинов. По мнению некоторых авторов (Успенская, 1959; Хейм, 1962), у млекопитающих подобные сдвиги причинены появлением в крови особого, связанного с интенсивным синтезом новых белков, белка. Можно думать, что это также происходит и у рыб.

В других белковых фракциях сыворотки крови рыб явных половых различий обнаружить не удалось. Можно предполагать, что их функции не связаны непосредственно с созреванием половых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- Берг К., 1952. Белки и аминокислоты в питании человека и животных. М. Вещезеров Б. И., 1934. Тр. ВНИРО, т. III.
 Капланский С. Я., Кузовлева О. Б., 1957. Биохимия, вып. 1—2.
 Капланский С. Я., 1962. Вестн. Акад. мед. наук СССР, № 9.
 Кармолиев Р. Х., 1960. Тр. Московск. вет. акад., т. XXX.
 Лукаш Б. С., 1956. Тр. Карельск. филиала АН СССР, вып. V.
 Сегьюн М., 1952. Белки и аминокислоты в питании человека и животных. М.
 Талиев Д. Н., 1941. Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. VI, вып. 4.
 Успенская В. Д., 1959. Акт. вопр. совр. биохим., т. I.
 Хайлов К. М., 1962. Тр. Мурманск. морск. биол. ин-та, вып. 4(8).
 Deutsch H. F., McShan W. H., 1949. J. Biol. Chem., 180.
 Dittmer A., 1962. Papierelektrophorese. Jena.
 Dombrowski H., 1953a. Biol. Zbl. 72, H. 3/4.
 Dombrowski H., 1953b. Biol. Zbl. 72, H. 7/8.
 Drilhon A., Fine J. M., Doualas F., 1958. Ann. Inst. océanogr., t. XXXV, fasc. 2.
 Drilhon A., 1959 (1960). Compt. rend. Soc. biol., CLIII, No. 10.
 Flemming H., 1958. Z. Fischerei, Bd. VII, H. 1/2.
 Heim W. A., 1962. Nature, 193, No. 4814.
 Jalviste H., 1957. Tartu Riikliku Ülikooli toimetised, nr. 60.
 Ketz H. A., 1959. Arch. exptl. Veterinärk., 13, nr. 3.
 Kiortsis V., Kiortsis M., 1960. Rev. suisse zool., 67, No. 1.
 Lysak A., Wojcik K., 1959. Acta Hydrobiol., vol. 2, fasc. 1.
 Magnin E., 1958. Compt. rend. Soc. biol., 152, No. 12.
 O'Rourke F. J., 1959. Nature, 183, No. 1192.
 Rautenberg W., 1959. Acta Biol. et Med. Germ., 3, No. 2/3.
 Sindermann C. J., Mairs O. F., 1959. Copeia, Nr. 3.
 Weimer H. E., Bell R. T., Nishihara I., 1959. Proc. Soc. Exptl. Biol. and Med., 100, No. 4.

VERESEERUMI VALGUFRAKTSIOONIDEST JA SOOLISTEST ERINEVUSTEST NENDES MONEDEL EESTI TÖONDUSKALADEL

A. Kirsipuu

Resüme

Paberelektroforeesimeetodil uuriti latika, tõugja, nuru, särje, roosärje, haugi, koha ja ahvena vereseerumi valgufraktsioone. Teostades elektroforeesi külmutuskapis 4–10° C temperatuuris 400 V pingega (potentsiaali gradient 10 V/cm), õnnestus kõigil liikidel eraldada selgelt 5 fraktsiooni, mõnedel aga ka rohkem (latikal, särjel ja ahvenal 6, kohal kuni 8 fraktsiooni).

Eraldunud fraktsioonide arv, nende liikumiskiirused ja omavahelised kaugussuhted olid igal kalaliigil spetsiifilised. Geneetiliselt lähedaste liikide foregrammid olid sarnased. Samade fraktsioonide hulgad protsentides olid liigiti samuti erinevad, kuid liigile mitte spetsiifilised. Ka oli individuaalne variaablus selles osas võrdlemisi suur.

Soolised erinevused vereseerumi valgufraktsioonides, mida uuriti latikal, haugil, kohal ja ahvenal, esinesid ainult suguküpsel kaladel. Kuna isastel ja mittesuguküpsel isenditel samade vereseerumi valgufraktsioonide protsentuaalsed hulgad olid ligikaudu võrdsed, siis oletame, et muutused emastel kaladel võisid olla tingitud marja valmimisest. Kevadeks vähenes albumiinide sisaldus nende veres märgatavalt. Nähtavasti peegeldas see reservalbumiinide hulga vähenemist organismis, sest neid kasutati suurel hulgal amiinohapete allikana marjavalkude sünteesil. Ka α_1 -globuliinide hulk oli emaste kalade veres mõnevõrra väiksem. Samal ajal suurenes nende veres aga α_2 -globuliinide hulk. Mõnede autorite (Успенская, 1959; Heim, 1962) arvates on sellise nihke imetajail põhjustanud erilise, uute valkude sünteesiga seotud valgu ilmumine verre. Sama tuleb oletada ka kalade puhul.

Teistes vereseerumi valgufraktsioonides ei õnnestunud täheldada selgeid soolisi erinevusi. See lubab oletada, et nende valkude funktsioonid ei ole otseselt seotud sugu-
produktide valmimisega.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Zooloogia ja Botaanika Instituut

Saabus toimetusse
12. VI 1963

ON PROTEIN FRACTIONS AND THEIR SEXUAL DIFFERENCES IN BLOOD SERUM OF SOME FOOD-FISHES OF THE ESTONIAN S.S.R.

A. Kirsipuu

Summary

The protein fractions of blood serum were studied by paperelectrophoresis in 8 food-fishes (*Abramis brama*, *Aspius aspius*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Blicca bjoerkna*, *Esox lucius*, *Lucioperca lucioperca*, *Perca fluviatilis*). Electrophoresis being carried out in a refrigerator at a temperature of +4° — +10° C and a tension of 400 V (the potential gradient 10 V/cm), we succeeded in clearly separating 5 fractions in all species and in some even more (6 in bream, roach and perch, up to 8 in pikeperch).

The number of fractions separated, the velocity of their movement and their mutual distance relations were specific to every species. The phoregrams of genetically close species were similar. In various species the percentages of corresponding protein fractions of blood serum could be different, but were not specific to species. The individual variability of percentages was also comparatively large.

Sexual differences studied in bream, pike, pikeperch and perch were found only in mature fishes. In males and immature individuals of the same species the percentages of corresponding protein fractions were similar, and therefore we assume that their changes in females were due to the ripening of hard roe. By spring the albumen content in their blood diminished considerably. It seems to reflect a decrease in the amount of reserve albumens in the organism as they were extensively used as a source of amino acids for the synthesis of the proteins of hard roe. The amount of α_1 -globulins was also somewhat smaller in the blood of females. At the same time, the amount of α_2 -globulins in their blood increased. In the opinion of some authors (Успенская, 1959; Heim, 1962) such a displacement in mammals is due to an appearance, in blood, of a special protein connected with the synthesis of new proteins. The same process can be assumed to take place in fishes as well.

There were no clear sexual differences in other protein fractions of blood serum. This testifies that their functions are not directly connected with the ripening of the gonads.

Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.,
Institute of Zoology and Botany

Received
June 12th, 1963