

<https://doi.org/10.3176/biol.1971.3.03>

УДК 591.111.05:597.554

ВЕЛЛО ЯАСКА, ААРЕ КИРСИПУУ

К ВОПРОСУ О ГЕНЕТИЧЕСКОЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ  
ИЗМЕНЧИВОСТИ БЕЛКОВ СЫВОРОТКИ КРОВИ ЛЕЩА  
*Abramis brama* (L.)

В последнее время электрофоретический анализ белков сыворотки крови широко применяется для исследования генетической структуры популяций самых различных животных, в том числе и рыб. При этом часто исходят из положения, что у каждой генетической группы количество белковых фракций и их местоположение на фореграмме постоянны. Возможность изменений по физиологическим причинам во многих работах не учитывается. Если в отношении высших позвоночных такой подход можно считать достаточно обоснованным, так как обнаруженные у них различия, вызванные физиологическими или экологическими факторами, весьма незначительны, то у низших позвоночных, и у рыб в частности, положение несколько сложнее. В количественных соотношениях отдельных белковых фракций сыворотки крови рыб установлены значительные экологические и физиологические различия, которые выявились наиболее ярко при использовании электрофореза на бумаге (Drilhon, 1954; Lecal, 1958; Головкин, 1964; Кирсипуу, 1964а, б; Шатуновский, 1967; Квасова, 1968; Лукьяненко, Седов, 1968; Хаберман и др., 1968). При использовании носителей с большей разрешающей способностью (разные гели) различия экологического или физиологического характера в белковых фракциях сыворотки крови рыб обнаруживались не часто и во многих случаях оказались незначительными (Thurston, 1967; Wright, Hasler, 1967; Yamashita, 1968а, б; Yamashita, 1969; Nyman, 1965а, б, 1966; Drilhon, 1960; Drilhon, Fine, 1963; Fine, Drilhon, 1964; Tsuyuki, Roberts, 1966).

Экологические и физиологические изменения в белковой системе сыворотки крови рыб касаются в большинстве случаев количественных соотношений фракций, хотя некоторые авторы обнаружили и качественные различия (Головкин, 1964; Седов, Лукьяненко, 1969; Yamashita, 1968б). Нередко бывает трудно решить, вызваны ли данные различия генетическими или экологическими факторами (Кирсипуу, 1966; Кирсипуу, 1967; Хаберман и др., 1969).

При таких обстоятельствах возникает вопрос — влияют ли экологические условия и физиологические процессы на электрофоретический спектр белков сыворотки крови рыбы так, что это может помешать популяционно-генетическим исследованиям.

В данной работе при помощи электрофореза на бумаге и в полиакриламидном геле исследовались сывороточные белки лещей с различным состоянием половых продуктов. Целью работы было выяснение влияния процесса полового созревания на электрофоретический спектр белков

сыворотки крови при электрофорезе в полиакриламидном геле, учитывая известное нам влияние полового цикла на состав фореграммы на бумаге (Кирсипуу, 1964а, б). При возможности пытались также выявить соответствие между фракциями, полученными при обоих видах электрофореза.

### Материал и методика

Исследовалась сыворотка 42 лещей (17 самцов и 25 самок), находящихся на различных стадиях половой зрелости. Материал собран из оз. Выртсъярв (Эстонская ССР) в мае 1967, в январе 1968 и в июне 1969 года. Кровь для анализа бралась из сердца. Сыворотка отделялась после свертывания крови. Электрофорез на бумаге проводился непосредственно после выделения сыворотки, для электрофореза в полиакриламидном геле сыворотку разбавляли добавлением пятикратного объема 40%-ного раствора сахарозы и хранили до электрофореза (от двух до восьми недель) в холодильнике при  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Электрофорез на бумаге осуществляли в вертикальной камере на ленинградской хроматографической бумаге марки «Б» с медиал-вероналовым буфером (рН 8,6) в течение 12 ч при напряжении 400 вольт и силе тока 0,4—0,5 *ма/см*. Температура проведения электрофореза  $+5^{\circ}$ . Протеинограммы окрашивали бромфеноловым синим, количественные соотношения фракций определяли после элюирования каждой фракции в 0,1 н. NaOH при помощи фотоэлектроколориметра ФЭК-М.

Электрофорез в полиакриламидном геле проводился, как описано у Вильве и Велло Яаска (Jaaska, Jaaska, 1968). Полиакриламидный гель готовили в стеклянных трубках длиной 55 мм и внутренним диаметром 3 мм фотополимеризацией свежеприготовленного раствора, содержащего компоненты в следующих концентрациях: акриламид — 10%, N, N'-метиленисакриламид — 0,2%, трис-оксиметил-аминометан — 0,25 M, HCl — 0,1 M, триэтаноламин — 0,1%, рибофлавин — 0,5 мг%. Электрофорез проводился при силе тока 1,5—2,0 *ма* на каждую трубку в течение 1—1,5 ч. По окончании электрофореза гели высвобождали из трубок и белковые зоны окрашивали в течение одного часа в 0,2%-ном растворе кислотного сине-черного в смеси метилового спирт—вода—уксусная кислота—глицерин в объемных отношениях 5:5:1:1. Избыток красителя удалялся промыванием несколько раз в 5%-ном растворе уксусной кислоты. Полученные протеинограммы фотографировали в проходящем свете на пленку «Микрат-200».

### Результаты

При электрофорезе на бумаге сыворотка крови леща разделялась на 5—6 фракций: альбумины,  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ - (редко и  $\alpha_3$ -),  $\beta$ - (часто 2 подфракции) и  $\gamma$ -глобулины. Относительное содержание этих фракций колебалось у исследованных особей в довольно широких пределах: альбумины — от 14,4 до 33,4,  $\alpha_1$ -глобулины — от 14,0 до 27,4,  $\alpha_2$ -глобулины — от 11,2 до 31,2,  $\beta$ -глобулины — от 15,6 до 32,8 и  $\gamma$ -глобулины — от 11,9 до 25,0%.

Фотографии наиболее характерных протеинограмм, полученных при электрофорезе в полиакриламидном геле, представлены на рис. 1. Отдельные фракции обозначены по их электрофоретической подвижности в сторону анода, выраженной в условно выбранных единицах шкалы на левой стороне рисунка.

Как видно из рис. 1, при электрофорезе в полиакриламидном геле белки сыворотки крови леща разделяются в среднем на 11—14 фракций, которые существенно различаются между собой по интенсивности окрашивания, а следовательно, и по относительному содержанию белка.

Наиболее отчетливо выделяется на фореграммах интенсивно окрашенная фракция альбуминов. Электрофоретическая подвижность этой фракции не оказалась постоянной, а заметно колебалась (от 4,8 до 6) в параллельных опытах даже у одной и той же особи в зависимости от



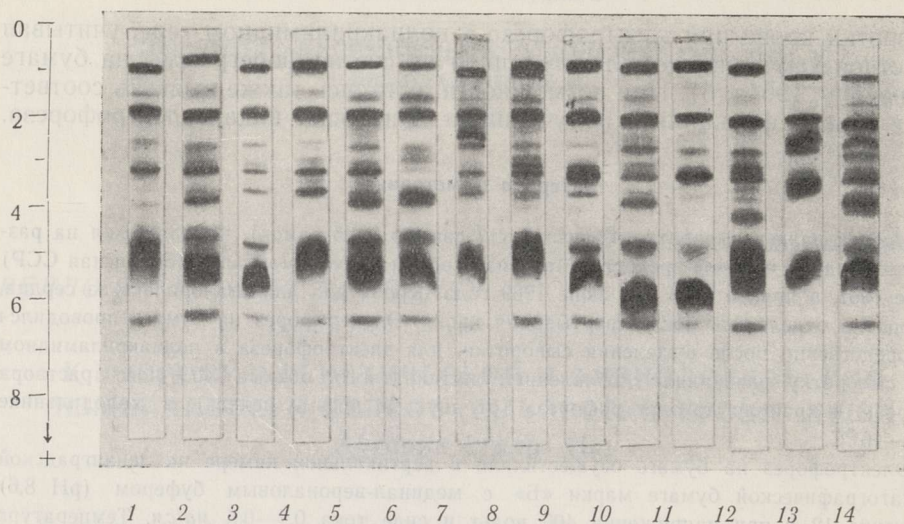


Рис. 1. Полиакриламидные протеинограммы сывороточных белков отдельных особей леща. Пол и степень созревания половых продуктов: 1, 2 — ♀ II, 3 — ♂ II, 4—6 — ♀ II—III, 7, 8 — ♀ III, 9 — ♂ III, 10, 11 — ♂ V, 12 — ♂ VI, 13 — ♀ VI, 14 — ♀ VI — II.

количества нанесенной сыворотки и относительного содержания в ней альбуминов. При большем количестве сыворотки или большем содержании альбуминов наблюдалась меньшая подвижность данной фракции. Колебание подвижности, хотя и в меньшей степени, отмечалось и у наиболее медленнодвижущейся фракции. Относительная подвижность всех остальных фракций в параллельных опытах при соблюдении одинаковых условий электрофореза оказалась весьма стабильной.

Сравнение приведенных протеинограмм показывает, что некоторые фракции общие для всех исследованных особей, а другие выявляются только у некоторых из них. Так, три наиболее быстро движущиеся фракции — преальбуминовая с подвижностью около 6,3, альбуминовая и постальбуминовая с подвижностью около 4,5 — были найдены у всех особей. На всех протеинограммах встречались и две медленно движущиеся интенсивные фракции с подвижностью около 0,5—1,0 и 1,8. Некоторые фракции (например, с подвижностью 1,5 и 3,2) встречались у большинства особей, другие же (например, с подвижностью 3,9 на фореграмме 12) — только у отдельных индивидов. Таким образом, встречаемость отдельных фракций белков сыворотки крови сильно варьирует у особей популяции леща.

Для двух фракций, имеющих подвижности 3,5 и 3,8, можно различить три типа фореграмм: с медленно движущейся фракцией (фореграммы 3, 4, 7, 9, 11 на рис. 1), с быстро движущейся (фореграмма 1) и с обеими фракциями (фореграммы 2, 5, 6, 10). Это дает некоторое основание предполагать, что эти две фракции могут оказаться электрофоретическими вариантами одного белка.

Кроме описанной выше качественной изменчивости в фенотипах фракционного состава белков крови леща, выраженной в отсутствии или наличии отдельных фракций, у целого ряда фракций наблюдалась и отчетливая количественная изменчивость, выявляющаяся в различной относительной интенсивности окрашивания данной фракции у отдельных особей.

Учитывая как качественные, так и отчетливо выраженные количествен-



ные различия, у 42 изученных нами особей было установлено до 27 различных фенотипов состава белков сыворотки. Лишь ограниченное число особей имело качественно сходные протеинограммы. Из приведенных на рис. 1 протеинограмм одинаковыми являются, например, 2 и 5. Учитывая все варианты с различной подвижностью, общее число фракций, выявленных с помощью электрофореза в полиакриламидном геле, в сыворотке крови леща достигает по крайней мере 18. Схема распределения на протеинограмме всех выявленных фракций (диаграмма АВ) и характера их варьирования (диаграммы А и В) у отдельных особей леща приведены на рис. 2.

Протеинограммы сывороток на рис. 1 расположены в порядке возрастания степени созревания гонад. Из приведенных материалов видно, что особи леща одного и того же пола, имеющие одинаковую степень развития гонад, часто значительно различаются по количеству разделенных фракций и по относительному содержанию белка в них, а некоторые особи, находящиеся на различной стадии половой зрелости, имеют сравнительно сходные протеинограммы. Более того, различия между особями одного пола оказались столь же значительными, как и различия между особями разных полов, так что специфических белковых фракций, связанных с полом рыбы или характерных только для какой-нибудь одной стадии зрелости, выявить не удалось.

Сравнение фореграмм, полученных из одной и той же сыворотки с помощью электрофореза на бумаге и в полиакриламидном геле, не позволило установить связи в качественном аспекте. Разделение на бумаге  $\beta$ -глобулинов на подфракции и выявление фракции  $\alpha_3$ -глобулинов не позволило найти специфические, предположительно соответствующие им фракции на полиакриламидных фореграммах. В количественном отношении различия в относительном содержании белка во фракциях глобулинов при электрофорезе на бумаге также не коррелировали ни с наличием, ни с относительной интенсивностью фракций, разделенных с помощью электрофореза в полиакриламидном геле. Даже связанные с созреванием икры весьма значительные колебания процентного содержания  $\alpha_2$ -глобулинов у самок визуально не отражались на полиакриламидных фореграммах. Только процентное содержание альбуминов на бумаге при визуальной оценке в какой-то степени коррелировало с интенсивностью окрашивания альбуминовой фракции в полиакриламидном геле.

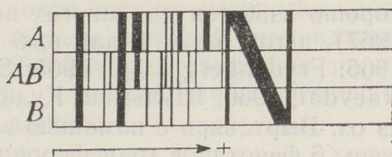


Рис. 2. Схема расположения фракций белков сыворотки крови леща по данным электрофореза в полиакриламидном геле. АВ — все выявленные фракции; А и В — характер их варьирования.

## Обсуждение

Полученные нами данные показывают, что применение бумажного и полиакриламидного электрофореза для изучения фракционного состава белков сыворотки крови леща приводит к весьма различным результатам. Прежде всего, электрофорез в полиакриламидном геле позволил обнаружить в сыворотке леща намного больше фракций белков, чем электрофорез на бумаге. Так, при электрофорезе на бумаге выявлено в сыворотке леща 5—6 фракций белков, тогда как при электрофорезе в полиакриламидном геле число обнаруживаемых фракций у отдельных особей колебалось в среднем от 11 до 14, а общее число фракций с различными электрофоретическими подвижностями достигало 18.



Кроме того, если протеинограммы сыворотки отдельных особей леща на бумаге были качественно довольно одинаковыми, то протеинограммы в полиакриламидном геле оказались очень варьирующимися, выявляя сильно выраженную индивидуальную изменчивость фракционного состава сывороточных белков. Обращает на себя внимание высокая степень выявленной индивидуальной изменчивости — до 27 качественно различных фенотипов фракционного состава белков сыворотки среди 42 исследованных особей. При электрофорезе на бумаге выявились значительные количественные изменения соотношения фракций белков у отдельных особей, однако единственным качественным различием было разделение  $\beta$ -глобулинов на две подфракции и выявление  $\alpha_3$ -глобулинов у некоторых особей.

При выявлении внутривидовой индивидуальной изменчивости любых признаков, в том числе и биохимических, всегда встает вопрос, какими причинами она обусловлена — генотипическими или паратипическими.

Внутривидовой генетический полиморфизм белков сыворотки крови хорошо известен для многих видов животных (см. обзор Кушнера и др., 1967), в том числе и для рыб (Fine, Drilhon, 1964; Creyssel и др., 1964, 1966; Frydenberg и др., 1965; Salibian, 1965; Nyman, 1965a, 1966; Møller, Nævdal, 1966; Шульман, Куликова, 1966; Thurston, 1967; и др.). У леща из оз. Выртъярв с помощью электрофореза в крахмальном геле обнаружены 6 фенотипов трансферринов и 3 фенотипа эстераз, наличие которых, по-видимому, также генетически обусловлено (Хаберман и др., 1969).

Результаты настоящей работы по электрофорезу в полиакриламидном геле выявили отчетливую качественную изменчивость фракционного состава сывороточных белков леща типа наличия или отсутствия некоторых фракций на фореграммах отдельных индивидов, что характерно для генетического полиморфизма белков. В то же время, наличие и даже относительная интенсивность отдельных фракций не выявили прямой зависимости от пола и от стадии зрелости половых желез рыбы. Все это приводит к мысли о том, что наблюдаемая индивидуальная изменчивость фракционного состава белков сыворотки крови у леща может в значительной мере иметь генетическую основу.

Однако физиологическое состояние рыбы, как уже выше указано, также оказывает влияние на электрофоретическую картину сыворотки крови рыбы. Работами ряда авторов (Головко, 1964; Кирсипуу, 1964а, б; Кирсипуу, Пиху, 1965; Кирсипуу, 1966; Шатуновский, 1967; Квасова, 1968; Лукьяненко, Седов, 1968; Литвинова, 1968; Хаберман и др., 1968, 1969) установлены закономерные изменения относительного количества белка в сывороточных фракциях, полученных при электрофорезе на бумаге, в зависимости от пола, от стадии развития половых продуктов и физиологического состояния рыбы, а также в зависимости от условий окружающей среды. Метод электрофореза в полиакриламидном геле пока сравнительно мало применялся для изучения белков крови рыб. С помощью этого метода у некоторых видов выявлена внутривидовая индивидуальная изменчивость состава белков крови и лишь количественные изменения соотношений отдельных фракций в зависимости от условий обитания и состояния рыбы (Thurston, 1967; Wright, Hasler, 1967). Недавно С. Седов и В. Лукьяненко (1969) сообщили о выявлении с помощью электрофореза в полиакриламидном геле и качественных изменений в белковом составе сыворотки крови русского осетра в зависимости от пола и степени развития половых продуктов.

По данным нашей работы мы считаем, что физиологическими причинами могут быть вызваны в первую очередь такие изменения, которые выражаются в постепенном изменении относительной интенсивности фрак-



ции от очень интенсивной до полного ее исчезновения (например, фракция с подвижностью 2,2).

Кроме того, надо учитывать и возможность изменения электрофоретической подвижности некоторых сывороточных белков в связи с изменением их транспортной нагрузки, вызывающей изменения в конформации и электрическом заряде этих белков. Поэтому представляется также возможным переход некоторых белков из одной фракции в другую или даже приобретение ими новой электрофоретической подвижности. Такое явление обнаружено в белках сыворотки крови млекопитающих (Троицкий и др., 1961; Соркина, 1963; Соркина и др., 1968).

Результаты настоящей работы еще не позволяют установить, какая часть наблюдаемой широкой изменчивости белков сыворотки крови у леща из оз. Выртсъярв обусловлена генетическими факторами, а какая — экологическими и физиологическими. Для решения этой проблемы необходимо поставить опыты по специальному исследованию как генетической, так и физиологической изменчивости в белковой системе сыворотки крови рыб. При этом следует иметь в виду возможность широкой индивидуальной изменчивости, что обуславливает необходимость опираться не на материалы изучения нескольких особей, а многих, чтобы обеспечить статистическую достоверность полученных данных.

### Заключение

При электрофорезе на бумаге сыворотка крови леща разделялась на 5 основных фракций: альбумины,  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -глобулины. У некоторых особей наблюдалось разделение  $\beta$ -глобулинов на 2 подфракции или появление  $\alpha_3$ -глобулиновой фракции. Среди изученных особей обнаружено значительное варьирование относительного количества белка во фракциях.

При диск-электрофорезе в полиакриламидном геле общее число фракций с различными подвижностями достигало 18, из которых на протеинограммах сыворотки крови отдельных особей наблюдалось в среднем 11—14.

Электрофорез в полиакриламидном геле выявил значительную индивидуальную изменчивость фракционного состава, а также относительной интенсивности окрашивания отдельных фракций. Среди 42 изученных особей леща оз. Выртсъярв обнаружено до 27 различных фенотипов.

Не выявлено закономерных изменений фракционного состава сыворотки крови, разделенного при помощи диск-электрофореза, в зависимости от пола рыбы или степени развития половых продуктов.

При сравнении фореграмм, полученных при электрофорезе на бумаге и в полиакриламидном геле, корреляция между числом фракций или относительной интенсивностью их на той или другой фореграмме не была обнаружена. Только относительная интенсивность фракции альбуминов выявила тенденцию к корреляции.

Обсуждается возможная природа индивидуальной изменчивости белков сыворотки крови у леща.

### ЛИТЕРАТУРА

- Головко Н. И., 1964. Электрофоретическое исследование белков сыворотки крови «крупной» и «мелкой» ставрид Черного моря. Тр. Азово-Черноморск. н-и. ин-та морск. рыби. х-ва и океаногр. **22** : 73—94.
- Квасова И. П., 1968. О белковой системе сыворотки крови налима. Эколого-физиологические особенности крови рыб. М. : 110—115.
- Кирсипуу А., 1964а. О белковых фракциях сыворотки крови и их половых различиях у некоторых промысловых рыб Эстонии. Изв. АН ЭССР, сер. биол. **13** (1) : 45—54.



- Кирсипуу А., 1964б. О сезонных изменениях соотношений белковых фракций сыворотки крови рыб. Изв. АН ЭССР, сер. биол. **13** (4) : 278—283.
- Кирсипуу А., 1966. Сравнение белкового состава сыворотки крови судака Пярнуского залива и озера Вьртсъярв. Изв. АН ЭССР, сер. биол. **15** (1) : 77—82.
- Кирсипуу А., 1967. Различия в содержании белков в сыворотке крови у двух форм окуня из озера Вьртсъярв. Изв. АН ЭССР, сер. биол. **16** (1) : 37—40.
- Кирсипуу А. И., Пиху Э. Р., 1965. О связи между половым циклом и белковой системой сыворотки крови некоторых пресноводных рыб. Теоретические основы рыбоводства. М. : 49—52.
- Кушнер Х. Ф., Зубарева Л. А., Гинтовт В. Е., 1967. Генетика белкового полиморфизма у животных и птиц. В сб.: Работы по генетике и иммуногенетике животных. М. : 3—45.
- Литвинова Н. Н., 1968. О сезонных соотношениях белковых фракций в сыворотке крови донского судака. Научн. докл. высш. школы. Биол. н. **10** : 35—38.
- Лукьяненко В. И., Седов С. И., 1968. Об изменчивости и видоспецифичности белкового спектра сыворотки крови у рыб. Ж. общ. биол. **29** (2).
- Седов С. И., Лукьяненко В. И., 1969. О половом диморфизме белкового состава сыворотки крови русского осетра *Acipenser güldenstädti*. Ж. эвол. биохимии и физиологии **5** (1) : 24—29.
- Соркина Д. А., 1963. О содержании в перфузате сердца веществ, вызывающих «альфа-, бета-глобулинизацию» белков крови. Биохимия **28** (4) : 589—594.
- Соркина Д. А., Троицкий Г. В., Каминская Г. А., 1968. Изменение структуры сывороточного альбумина при взаимодействии с метаболитами. Биохимия **33** (2) : 220—227.
- Троицкий Г. В., Окулов В. И., Соркина Д. А., 1961. О возможности трансформации альбумина и  $\gamma$ -глобулина плазмы крови в  $\alpha$ - и  $\beta$ -глобулины. Биохимия **26** (1) : 44—56.
- Шатуновский М. И., 1967. Изменение биохимического состава печени и крови беломорской речной камбалы во время созревания ее половых продуктов в летне-осенний период. Вестн. Моск. ун-та. Биол. почвовед. (2) : 22—30.
- Шульман Г. Е., Куликова Н. И., 1966. О специфичности белкового состава сыворотки крови рыб. Успехи соврем. биол. **62** (1) : 42—60.
- Хаберман Хэнн, Кирсипуу А., Таммерт М., 1968. О различиях в продукционно-биологических свойствах леща из озер Вьртсъярв и Вейсъярв. Изв. АН ЭССР. Биол. **17** (4) : 355—361.
- Хаберман Х. Х., Кирсипуу А. Й., Таммерт М. Ф., 1969. О связи породных признаков и продукционно-биологических свойств леща в различных озерах. Доклад на XV конф. по изуч. внутр. водоемов Прибалтики в Минске 21/X—25/X 1969 (в печати).
- Creysse R., Silberzahn P., Richard G., Manuel Y., 1964. Étude du sérum de carpe (*Cyprinus carpio*) par électrophorèse en gel d'amidon. Bull. Chim. Biol. **46** (1) : 149—159.
- Creysse R., Silberzahn P., Richard G., 1966. Le polymorphisme des protéines sériques chez la carpe (*Cyprinus carpio*). Rev. pathol. compar. **66** (776) : 203—207.
- Drilhon A., 1954. Etude biologique de quelques protéines sériques de sangs de poissons au moyen de l'électrophorèse sur papier. C. R. Soc. Biol. **148** : 1218.
- Drilhon A., 1960. L'apport de l'électrophorèse en gel d'amidon à l'étude des protéines sériques des poissons. Bull. Inst. Océanogr. **57** (1168) : 1—30.
- Drilhon A., Fine J.-M., 1963. Dimorphisme sexuel dans les protéines sériques de *Salmo salar*: Etude électrophorétique. C. R. Soc. Biol. **157** (11) : 1897—1900.
- Fine J.-M., Drilhon A., 1964. Etude électrophorétique et immunologique des protéines sériques de quelques espèces de Salmonides. C. R. Soc. Biol. **158** (6) : 1307.
- Frydenberg O., Møller D., Naevdal G., Sick K., 1965. Haemoglobin polymorphism in Norwegian cod populations. Hereditas **53** (1—2) : 257—271.
- Jaaska Vilve, Jaaska Vello, 1968. Soluble phosphohydrolases and esterases in maize seedlings. Eesti NSV TA Toimet., Biol. **17** (3) : 274—283.
- Lecal J., 1958. Influence du facteur salinité sur les protides sériques chez *Blennius pavo*. C. R. Soc. Biol. **152** (11).
- Møller D., Naevdal G., 1966. Serum transferrins of some gadoid fishes. Nature **210** (5033) : 317—318.
- Nyman L., 1965a. Inter- and intraspecific variations of proteins in fishes. Ann. Ac. Reg. Sci. Upsaliensis **9** : 1—18.
- Nyman L., 1965b. Species specific proteins in freshwater fishes and their suitability for a "protein taxonomy". Hereditas **53** (10) : 117—126.
- Nyman L., 1966. Geographic variation in Atlantic salmon. Laxforskningsinstitutet meddelande (3).

- Salibian A., 1965. Electroforesis en gel de poliacrilamida de las seroproteinas de algunos peces teleosteos. Rev. Soc. argent. Biol. **41** (1—4) : 121—127.
- Thurston R. V., 1967. Electrophoretic patterns of blood serum proteins from rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Res. Board Canada **24** (10) : 2169—2188.
- Tsuyuki H., Roberts E., 1966. Inter-species relationships within the genus *Oncorhynchus* based on biochemical systematics. J. Fish. Res. Board Canada **23** (1) : 101—107.
- Wright T. D., Hasler A. D., 1967. An electrophoretic analysis of the effects of isolation and homing behaviour upon the serum proteins of the white bass (*Roccus chrysops*) in Wisconsin. Amer. Naturalist **101** (921) : 401—413.
- Yamashita H., 1968a. Haematological study of a species of rockfish, *Sebastes marmoratus* — III. Change of serum protein fractions during storage. Bull. Japan. Soc. Scient. Fish. **34** (12) : 1059—1065.
- Yamashita H., 1968b. Haematological study of a species of rockfish, *Sebastes marmoratus* — IV. Change of the amount of blood elements and the electrophoretic pattern of serum protein under the influence of stress. Bull. Japan. Soc. Scient. Fish. **34** (12) : 1066—1071.
- Yamashita H., 1969. Haematological study of a species of rockfish, *Sebastes marmoratus* — V. Seasonal changes of blood elements, electrophoretic pattern of serum proteins and their percentage fractions. Bull. Japan. Soc. Scient. Fish. **35** (4) : 379—385.

Институт зоологии и ботаники  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
13/IV 1970

VELLO JAASKA, AARE KIRSIPUU

### LATIKA *ABRAMIS BRAMA* (L.) SEERUMIVALKUDE GENEETILISEST JA FÜSIOLOOGILISEST MUUTLIKKUSEST

#### Resüme

Paberelektroforeesi ja elektroforeesi polüakrüülamiidgeelis kasutades uuriti 42 latika (17 isast ja 25 emast) vereseerumi valkude jaotumist fraktsioonideks. Kalad olid mitmesuguses suguküpsuse astmes, püütud Võrtsjärvest mais 1967, jaanuaris 1968 ja juunis 1969.

Paberelektroforeesil jaotusid latika vereseerumi valgud 5 põhifraktsiooniks, milleks olid albumiinid,  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ - ja  $\gamma$ -globuliinid. Mõnedel isenditel jaotusid  $\beta$ -globuliinid 2 alafraktsiooniks, mõnedel esines  $\alpha_3$ -globuliinide fraktsioon. Kõigis fraktsioonides täheldati valgu suhtelise hulga suurt individuaalset varieeruvust.

Elektroforeesil polüakrüülamiidgeelis ulatus erineva liikuvusega fraktsioonide arv 18-ni, milledest igal proteinogrammil oli esindatud keskmiselt 11—14. Fraktsioonilise koostise ja fraktsioonide värvumise suhtelise intensiivsuse varieeruvus oli väga suur: 42 uuritud isendi hulgas võis eristada kuni 27 kvalitatiivselt erinevat fenotüüpi. Seost kala soo või suguküpsuse astme ning tema vereseerumi valkude fraktsioonilise koostise vahel elektroforeesil polüakrüülamiidgeelis ei avastatud.

Paberelektroforeesil ja elektroforeesil polüakrüülamiidgeelis saadud proteinogrammide võrdlemisel ei avastatud korrelatsiooni fraktsioonide arvu või nende suhtelise intensiivsuse vahel. Ainult albumiinide suhteline intensiivsus näitas teatavat tendentsi korrelatsiooniks.

Arutletakse latika vereseerumi valkude individuaalse variatsiooni võimalikke põhjusi.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Zooloogia ja Botaanika Instituut

Toimetusse saabunud  
13. IV 1970



VELLO JAASKA, AARE KIRSIPUU

ON THE GENETIC AND PHYSIOLOGICAL VARIABILITY OF  
SERUM PROTEINS IN BREAM *ABRAMIS BRAMA* (L.)

Summary

The separation of the blood serum proteins of 42 specimens of bream (17 male and 25 female) into fractions was studied by means of electrophoresis on filter paper and in polyacrylamide gel. Breems at different stages of sexual maturity were caught in May 1967, January 1968 and June 1969 in Lake Võrtsjärv in the Estonian SSR.

By means of paper electrophoresis the blood serum proteins of bream were separated into 5 main fractions: albumins,  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ - and  $\gamma$ -globulins. In some specimens the  $\beta$ -globulins were divided into 2 subfractions, in some others the fraction of  $\alpha_3$ -globulins was detected. A remarkable individual variability in the relative amount of protein was observed in all the fractions.

By electrophoresis in polyacrylamide gel the number of fractions with different mobility came up to 18, of which 11—14 on the average were observed in each proteinogram. The variety of the fractional composition and the relative intensity of the staining of fractions was very wide: it was possible to distinguish up to 27 qualitatively different phenotypes among 42 individuals investigated. But the connection between the sex or sexual maturity of the fish and the protein composition of its blood serum was not observed by means of electrophoresis in polyacrylamide gel.

When comparing the proteinograms obtained by means of electrophoresis on paper and in polyacrylamide gel, no correlation between the number of fractions or their relative intensity was detected. Only the relative amount of albumins showed a tendency to correlation.

The nature of the individual variation in the blood serum proteins of bream is discussed.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Zoology and Botany

Received  
Apr. 13, 1970