

Терсков И.А., Гительзон И.И., 1957. Метод химических кислотных эритрограмм. Биофизика, т.2. С.167–172.
Itzhaki R.F., Gill D.M., 1964. A micro- biuret method for estimating protein // Anal.Biochem. Vol.9. P.401–410.
Mathew C.G.P., 1984. The isolation of high molecular weight eukaryotic DNA // Methods in Molecular Biology/ Ed.Walker J.M.N.J.: Humana Press, Totowa. Vol.2. P.31–34.

THE ADAPTATIONS OF RESPIRATORY FUNCTION OF THE BLOOD FROM FRESHWATER BONY FISHES

A.M. Andreeva, I.P. Rjabtseva, V.V. Lukjanenko

Papanin Institute of Internal Waters Biology, Russian Academy of Sciences, Borok,
Yaroslavl Oblast, Russia, e-mail: aam@ibiw.yaroslavl.ru

The erythrocytes of bony fishes are subjected to intravascular hemolysis, and their hemoglobins easily are destroyed to the gem and the globin. The study of these special features of the blood of bony fishes showed that the stability of the respiratory function of the blood is supported with the aid of several basic strategies: 1) compensating type strategy in the ontogenesis of the fishes, when the structural instability of hemoglobin is compensated by the increased stability of erythrocytes to the hemolysis; 2) strategy of the formation of the differential stability of erythrocytes to the hemolysis, 3) strategy of the stabilization of respiration under the extreme conditions, when for the decomposition of erythrocytes and hemoglobin is used the mechanism of apoptosis, which removes in the discrete regime of the cell of an erythroid number. The stabilization of the liquid internal environment in this case is achieved by the utilization of extracellular hemoglobin both by the specialized and unspecialized proteins, which connect noncovalently hemoglobin and products of its destruction.

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ВОПРОСУ РАСОВОЙ ПОДРАЗДЕЛЕННОСТИ БЕЛОМОРСКОЙ СЕЛЬДИ (*CLUPEA PALLASI MARIS-ALBI* BERG)

А.П. Андреева, А.В. Семенова, А.К. Карпов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия
e-mail: seman2000@pochta.ru

Среди бореальных видов ихтиофауны Белого моря наиболее представительным является малоопозвонковая сельдь *Clupea harengus maris-albi* Berg. На сравнительно небольшом ареале обитает разнообразное сообщество сельдей, большую часть жизни связанное с прибрежными водами заливов. По свидетельству ряда исследователей беломорская сельдь подразделяется на отдельные расы или локальные стада на основании характерных для каждой из них биологических, морфологических показателей и привязанности их к определенным местам обитания. Детально такие вопросы начали разрабатываться с начала двадцатого столетия (Рабинерсон, 1925, 1927; Аверинцев, 1925, 1927; Дмитриев, 1946, 1957; Алтухов, 1963, 1975; Ерастова, 1963; Лапин и др., 1963; Лапин, 1966, 1978; Мухомедияров, 1975; Тамбовцев, 1975). Многолетние подходы к изучению расовой подразделенности сельди Белого моря, подтвержденной рядом наблюдаемых различий, явились таким образом основанием для деления малоопозвонковых беломорских сельдей на 5 локальных стад или рас – крупную, представленную кандалакшской («ивановской») и двинской и мелкую, подразделенную на 3 более мелкие расы: кандалакшскую («егорьевскую»), онежскую и «покровскую» (устье р.Онеги). Детальное изучение биологических и экологических характеристик отдельных стад привело к признанию их приуроченности к своим заливам или частям их с характерными стоковыми, гидрологическими, температурными, соленостными и иными свойствами (Аверинцев, 1925, 1927; Рабинерсон, 1925, 1927; Дмитриев, 1946 и др). Предполагалось, что обитание этих стад в биотопах, различающихся между собой рядом значимых показателей, проявились в свойствах биологических и морфологических характеристик, таких как время и условия нереста, особенности роста и весовых показателей одновозрастных групп и прочее.

Вопреки подобным утверждениям существует и другой взгляд, согласно которому вся малоопозвонковая беломорская сельдь представлена единым стадом с неограниченной миграцией из одного залива в другой, причем мелкие и крупные сельди различаются только по скорости роста и связанным с этим фактом наступления полового созревания (Лапин 1966, 1978). Авторы утверждают, что быстрорастущие особи мигрируют на север, а медленно растущие остаются в Двинском и

Онежском заливах. В свете представленных утверждений, в частности, важным является положение соловецкой сельди. В свое время А.И. Рабинерсон (1925) предположил, что крупная кандалакшская («ивановская») и крупная соловецкая сельди являются одной расой, но отличаются от мелкой, что нашло поддержку и со стороны Л.С. Берга (1948), А.П. Андрияшева (1954) и др. По представлению С.В. Аверинцева (1925) крупная соловецкая сельдь не схожа с «ивановской» и представляет самостоятельную расу, что нашло подтверждение в трудах К.А. Алтухова (1975). Основания для выделения базировались на следующем: крупная соловецкая сельдь отличалась от мелкой длиной головы, длиной грудных и спинного плавников. Отмечалось, что скорость роста мелкой соловецкой сельди выше, чем у онежской («покровской») и двинской. Нерест весенненерестующей мелкой соловецкой сельди происходит подо льдом, а у «егорьевской» он осуществляется несколько позже при более высоких температурах и по срокам совпадает с нерестом крупной соловецкой.

Неоднозначная оценка расовой подразделенности небольших локальных стад побудила нас также к исследованию генетического полиморфизма некоторых ферментных белков у соловецкой сельди, параллельно проводя сравнение с таковыми в кандалакшских и «покровских» выборках, полагая, что существенная разница между ними в экологических чертах отразится на свойствах ферментных белков, как и на биологических показателях. Ранее нами проводились исследования на ряде выборок беломорской сельди, но детального сравнения результатов на предмет подтверждения существования отдельных рас не проводилось (Семенова, Андреева и др., 2004).

Материалы и методы

В работе проанализированы весенненерестующие сельди, выловленные в конце марта начале апреля 2006г во время нереста в Кандалакшском заливе (г.Чупа), Онежском (в 23 км, западнее г.Онега) и в акватории Большого Соловецкого острова (г.Долгая и бухта Благополучия). Сведения об объеме выборок, местах и времени сбора представлены в таблице 1.

Сразу после вылова рыбу обрабатывали или замораживали при – 20°C и в таком виде доставляли в лабораторию для дальнейшего анализа. Проводили измерения согласно общепринятой методике: определяли длину тела (по Смтту), массу, пол, стадию зрелости гонад по шестибальной шкале, возраст по чешуе, просчитывали число позвонков без уростиля. Исследования аллозимной изменчивости проводили методом электрофореза в 10.5% крахмальном геле, используя гистидиновый гелевый и Na –цитратный электродный буфер pH 7.0. При окрашивании гелей для выявления зон активности ферментов применяли методы гистохимического окрашивания. Исследовали четыре ферментных локуса: *LDH-1**, *LDH-2**, *MDH-4**, *GPI-1**. Обозначение аллелей осуществляли по их подвижности в соответствии с общепринятой номенклатурой (Shaklee et al., 1991) и схемой, приведенной в работе Йорстада с соавторами (Jorstad et al., 1994). Статистическую обработку данных проводили с помощью критерия Стьюдента и F-критерия Фишера (Животовский, 1991).

Таблица 1

Объем и характеристики исследованного материала

Район вылова	Дата	Объем выборки	Стадия зрелости
Онежский залив	22.03.2006	214	V-VI
Кандалакшский з-в (г.Чупа)	08.04.2006	100	V
о.Соловецкий	28.04.2006	105	V

Результаты и обсуждение

Основной задачей исследования было сравнение «мелких» малопозвонковых беломорских сельдей из вышеуказанных районов. Наблюдения показали, что у сельдей, выловленных в двух заливах Белого моря и прибрежных водах Большого Соловецкого острова, обнаружены отличия по ряду биологических показателей (табл.2).

При попарном сравнении показателей, характеризующих средние значения длины тела, возраста и числа позвонков, было установлено, что, с высокой степенью достоверности ($p < 0.01$) по длине тела и возрасту различаются между собой выборки сельдей Онежского залива с одной стороны и кандалакшской и соловецкой с другой, в то же время по числу позвонков между сельдью «егорьевской» и соловецкой различий не обнаружено (табл. 3)

Таблица 2

Исследованные биологических показатели сельдей

Район	Средняя длина (АС)	Средний возраст	Среднее число позвонков
Онежский з-в	132.23 ± 0.73	3.24 ± 0.04	50.44 ± 0.17
Кандалакшский з-в	171.61 ± 0.61	5.25 ± 0.08	51.73 ± 0.14
о.Соловецкий	215.3 ± 1.92	4.37 ± 0.07	51.82 ± 0.15

Таблица 3

Попарное сравнение биологических показателей сельдей

Сравниваемые выборки	Средняя длина (АС)	Средний возраст	Среднее число позвонков
Онежский з-в / Кандалакшский з-в	xxx	xxx	xxx
Онежский з-в/ о. Соловецкий	xxx	xxx	xxx
Кандалакшский з-в/ о.Соловецкий	xxx	xxx	--

Примечание: xxx – различия достоверны при $p < 0.01$, -- различия недостоверны $p > 0.05$

Следует также обратить внимание на различия в темпе роста у сельди исследуемых районов (табл. 4). Сопоставляя длины тела одновозрастных групп, отметим, что кандалакшская сельдь отличается наиболее замедленным ростом среди сравниваемых групп.

Таблица 4

Средняя длина в годовых классах сельдей (см)

Выборки	Возраст (годы)					
	2	3	4	5	6	7
Кандалакшский з-в		167,5 (2)	170,23±1,25 (13)	168,26±1,56(46)	171,22±1,11(36)	173,67±3,32 (3)
Онежский з-в	123,28±2,17(18)	130,76±0,83 (124)	139,02±1,17 (52)	143,80±2,77(5)	147,0 (1)	
о.Соловецкий		192,5 (2)	206,91±3,57 (75)	224,7±3,57 (44)	226,5±4,1 (34)	217,5 (2)

Примечание: в скобках указан объем выборки

Анализ, как морфо-биологической изменчивости, так и данные по частотам аллелей изучаемых ферментных систем (табл.5) у сельдей разных районов позволили выявить достоверные отличия между ними. Частоты аллелей выборках представлены на табл.6.

Таблица 5

Значение U-критерия Фишера при попарном сравнении выборок по частотам аллелей полиморфных локусов120

Сравниваемые выборки	<i>LDH-2*</i>	<i>MDH-4*</i>	<i>GPI-1*</i>
Онежский з-в / Кандалакшский з-в	2.28	0,5	0,8
Онежский з-в/ о. Соловецкий	0,807	2,35	1,07
Кандалакшский з-в/ о.Соловецкий	2,7	1,82	0,22

Примечание: жирным шрифтом обозначены значения критерия, при которых различия достоверны ($p < 0.05-0.01$)

Таблица 6

Средневзвешенные частоты основных аллелей исследованных локусов

Выборки	<i>LDH-1*200</i>	<i>LDH-2*120</i>	<i>MDH-4*100</i>	<i>GPI-2*150</i>
Кандалакшский з-в	1.000	0.943	0.896	0.689
Онежский з-в	1.000	0.860	0.876	0.641
о.Соловецкий	1.000	0.826	0.953	0.719

Таким образом, выявленные достоверные различия между исследованными выборками вестерн-анализом сельди Кандалакшского, Онежского заливов и из акватории Соловецких островов дают основание предполагать существование определенной репродуктивной изоляции между ними, однако для более детального уточнения этого положения необходимы дополнительные исследования.

Литература

- Аверинцев С.В. 1925. Краткий предварительный обзор результатов работ по исследованию промысла беломорской сельди // Бюлл. рыбн. хоз. № 10. С.11–12.
- Аверинцев С.В. 1927. Сельди белого моря // Тр. НИИ рыбн. хоз. и океанографии. Т.2. Вып.1. С.41–47.
- Алтухов К.А. 1963. Размножение сельди в губе Чупа Канда拉克шского залива // Материалы по комплексному изучению Белого моря. Т.2. С.100–113.
- Алтухов К.А. 1975. Сельдь Соловецких островов // Исследования фауны морей. Т.16 (24). Биология беломорской сельди. Л.: Наука. С.185–226.
- Алтухов К.А., Ерастова В.М. 1975. Сравнительная характеристика биологических показателей сельди мелкой расы Канда拉克шского и Онежского заливов // Исследования фауны морей. Т. 16 (24). Биология беломорской сельди. Л.: Наука. С.26–37.
- Андрияшев А.П. 1954. Рыбы северных морей СССР. М. Изд. АН СССР. 566 с.
- Берг Л.С. 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Изд. АН СССР. Т.1–3. 130 с.
- Дмитриев Н.А. 1946. Биология и промысел сельди в Белом море // Тр. НИИ морского рыбн. хоз. и океанографии. М. Пищепромиздат. С. 1–88.
- Ерастова В.М. 1963. О сходстве и различии биологических стад сельдей Онежского залива Белого моря // Проблемы исследования промысловых ресурсов Белого моря и внутренних водоемов Карелии. Вып. 1. С.75–81.
- Животовский Л.А. 1991. Популяционная биометрия. М. Наука. 283с.
- Лапин Ю.Е. 1976. Сельди Белого моря как биологическое целое // Закономерности динамики численности рыб Белого моря и его бассейна. М. Наука. С. 5–28.
- Лапин Ю.Е. 1978. Общая характеристика сельди Белого моря. // Экология рыб Белого моря. М. Наука. С. 37–52.
- Лапин Ю.Е., Анохина Л.Е., Богданов Г.А., Загородняя Н.Г., Чепракова Ю.И. 1963. Об особенностях локализации сельди Белого моря // Проблемы использования природных ресурсов Белого моря и внутренних водоемов Карелии. Вып.1. С.75–80.
- Мухомедияров Ф.Б. 1975. О динамике и структуре локальных популяций сельдей в заливах Белого моря // Исследования фауны морей. Биология беломорской сельди. Т.16 (24). Л.: Наука. С.38–52.
- Рабинерсон А.И. 1925. Материалы по исследованию беломорской сельди // Тр. НИИ по изучению севера. Вып.25. С. 34–47.
- Рабинерсон А.И. 1927. Беломорская сельдь и ее биологические особенности // Карело-Мурманский край № 12. С.36–49.
- Семенова А.В., Андреева А.П., Карпов А.К., Фролов С.Б., Феоктистов Е.И., Новиков Г.Г. 2004. Генетическая изменчивость сельдей рода *Clupea* Белого моря // Вопр. ихтиологии. Т.44. Вып.2. С.207–217.
- Тамбовцев Б.М. 1975. Особенности распределения, размножения и состояния запаса мелкой канда拉克шской сельди // Исследования фауны морей. Биология беломорской сельди. Т.16 (24). М. Наука. С.5–25.
- Jorstad K.E., Dhal G, Paulsen O.I. 1994. Genetic comparison between Pacific herring (*Clupea pallasii*) and norwegian fjord stock of Atlantic herring (*Clupea harengus*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V.51. Suppl 1. P.233–239.
- Shaklee J.B., Allendorf F.W., Morizot G.S., Whitt G.S. 1990. Gene nomenclature for protein coding loci in fish // Trans. Amer. Fish. Soc. V.119. P. 2–15.

SOME WAYS TO PROBLEMS OF RACE SUBDIVIDED IN WHITE SEA HERRING (*CLUPEA PALLASSI MARIS-ALBI* BERG)

A.P. Andreeva, A.V. Semenova, A.K. Karpov
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
e-mail: seman2000@pochta.ru

The study is based on samples of spring spawning herring from Solovetskie island, Kandalaksha and Onega gulfs, collected in march – april 2006, principally during spawning or just after it. All specimens were subjected to a general biological analysis and an analysis of genetic variation. In the present study the data on the variation of herring by four polymorphous loci were used: *LDH 1**, *LDH 2**, *MDH 4**, *GPI 1**. The analysis of genetic variation revealed a significant difference between herring from the Kandalaksha gulf and herring from the Onega gulf and Solovetskie island (on *LDH 2**), and between herring from the Onega gulf and ones from the Solovetskie island (on *MDH 4**). The analysis biological data also revealed some difference between herring from different areas.