

Солянкин Е.В., Зозуля С.А., Кровнин А.С., Масленников В.В., 1994. Термохалинная структура и динамика вод Белого моря летом 1991 г. // Комплексные исследования экосистемы Белого моря: Сборник научных трудов. М.: ВНИРО. С. 8–25.

Хлебович В.В., 1974. Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука. 235 с.

Шевченко В.П., Филиппов А.С., Богунов А.Ю., Гоголицын В.А., Лещев А.В., Толстиков А.В., 2007. Геохимические исследования взвеси в маргинальном фильтре реки Северная Двина в конце зимнего периода // Вестник АГТУ. № 70. С. 164–176.

Brand, L. E. 1984. The salinity tolerance of forty-six marine phytoplankton isolates // Estuar. Coast. Shelf Sci. V. 18. P. 543–556.

Carpelan, L.H., 1978. Evolutionary euryhalinity of diatoms in changing environments // Nova Hedwig. V. 29. P. 489–526.

Clarke K R, Warwick R M., 2001. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd edition: PRIMER-E. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 172 p.

Cloern, J.E., Andrea, E.A., Cole, E.C., Wong, R.L.E., Arthur, J.F., Ball, M.D., 1983. River discharge controls phytoplankton dynamics in the northern San Francisco Bay estuary // Estuarine Coastal Shelf Sci. V. 16. P. 415–429.

Cole, J.J., Caraco, N.F., Peierls, B.L., 1992. Can phytoplankton maintain a positive carbon balance in a turbid, freshwater, tidal estuary? // Limnol. Oceanogr. V. 37. P. 1608–1617.

Filardo, M.J., Dunstan, W.M., 1985. Hydrodynamic control of phytoplankton in low salinity waters of the James River estuary, Virginia, U.S.A. // Estuarine, Coastal Shelf Sci. V. 21. P. 653–667.

Flameling, J.P., Kromkamp, J., 1994. Responses of respiration and photosynthesis of *Scenedesmus protuberans* Fritsch to gradual and steep salinity increases // J. Plankton Res. V. 12. P. 1781–1792.

Goosen N.K., Kromkamp J., Peene J., van Rijswijk P., van Breugel P., 1999. Bacterial and phytoplankton production in the maximum turbidity zone of three European estuaries: the Elbe, Westerschelde and Gironde // Journal of Marine Systems. V. 22. P. 151–171.

Gordeev V.V., Martin J.M., Sidorov I.S., Sidorova M.N., 1996. A reassessment of the Eurasian river input of water, sediment, major elements, and nutrients to the Arctic Ocean // Amer. J. Sci. V. 296. P. 664 – 691.

Hillebrand H., Dürselen C.-D., Kirschtel D., Pollinger U., Zohary T., 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae // J. Phycol. V. 35. P. 403–424.

McLusky, D.S., 1989. The Estuarine Ecosystem. N. Y.: Chapman & Hall. 215 p.

Menden-Deuer S., Lessard E.J., 2000. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protest plankton // Limnol. Oceanogr. V. 45, № 3. P. 569–579.

Muylaert K., Sabbe K., 1999. Spring phytoplankton assemblages in and around the maximum turbidity zone of the estuaries of the Elbe (Germany), the Schelde (Belgium / The Netherlands) and the Gironde (France) // Journal of Marine Systems. V. 22. P. 133–149.

Rebehn, R., Schuchardt, B., Schirmer, M., Kirst, G.O., 1993. The distribution of *Actinocyclus normanii* Bacillariophyceae in estuaries: field observations and laboratory experiments // Neth. J. Sea Res. V. 27. P. 205–214.

Shevchenko V.P., Dolotov Y.S., Filatov N.N., Alexeeva T.N., Filippov A.S., Nöthing E.-M., Novigatsky A.N., Pautova L.A., Platonov A.V., Politova N.V., Rat'kova T.N., Stein R., 2005. Biogeochemistry of the Kem' River estuary, White Sea (Russia) // Hydrology and Earth System Sciences. V. 9. P. 57–66.

РОЛЬ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИПИДНОГО СОСТАВА ЛИПОПРОТЕИДОВ РЫБ

Т.И. Регеранд¹, М.В. Лизенко², Е.И. Лизенко³

¹Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

²Кафедра факультетской терапии медицинского факультета ПГУ, г. Петрозаводск

³Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, e-mail: regerand@nwpi.krc.karelia.ru

Введение

Представители ихтиофауны являются одним из основных компонентов биологических ресурсов водной среды, как с точки зрения естественного биоразнообразия любого водоема, так и использования его в виде ценного пищевого продукта для человека. Воспроизводство запасов биоресурсов, в том числе и искусственное, становится серьезной актуальной задачей в условиях измененной окружающей среды практически всех водоемов, начиная от скромных по размерам озер и рек и заканчивая океаном. Для проведения экологически грамотной деятельности по использова-

нию и охране водных биологических ресурсов необходимо понимать принципы существования объектов вплоть до клеточного уровня.

Целью данной работы является анализ влияния различных факторов на формирования липопротеидов (ЛП) сыворотки крови (СК) рыб, осуществляющих транспорт липидов в организме. ЛП рыб аналогичны по строению с другими представителями позвоночных (Black, Skinner, 1986; Babin, Vere, 1989): поверхность их окружена однослойной мембраной, состоящей из белков, фосфолипидов (ФЛ) и холестерина (ХС), в центре частицы сосредоточены нерастворимые гидрофобные липиды – эфиры холестерина (ЭХС) и триацилглицериды (ТГ). В такой упаковке нерастворимые липиды легко передвигаются в сыворотке крови и переносятся во все органы и ткани и выводятся из организма.

В соответствии с выполняемыми функциями ЛП подразделяются на частицы низкой плотности (ЛПНП), ответственные за доставку липидов, главным образом холестерина, к клеткам, и высокой плотности (ЛПВП), осуществляющие вынос таковых из организма. Установлено, что качественный состав липидов в различных ЛП всех представителей позвоночных одинаков. Однако, в сыворотке крови человека и многих животных основную долю составляют ЛПНП, тогда как у исследованных к настоящему времени рыб ЛПВП преобладают над ЛПНП (Nelson, 1974; Berg, 1992; Лизенко и др., 1995).

Материалы и методы

Были исследованы следующие представители ихтиофауны: осетр – *Asipenser gildenstadti* L., белуга – *Huso huso* L., форель – *Salmo gairdnerii* L., сиг – *Coregonus lavaretus* L., судак – *Stizostedion lucioperca* L., щука – *Esox lutius* L., лещ – *Abramis brama* L., налим – *Lota lota* L.. Осетровые, осетр и белуга, были выловлены в бассейне Каспийского моря, форель – в форелевом хозяйстве Кондопожской губы Онежского озера, а сиг, судак, щука, лещ и налим в центральной части Онежского озера, сохраняющей природный олиготрофный статус и высокое качество воды (Лозовик и др., 2003).

Кровь у рыб брали из хвостовой вены, получали сыворотку, из которой осаждали ЛП по разработанной ранее методике (Регеранд и др., 1990). Полученные методом осаждения ЛП далее обрабатывали смесью хлороформа – метанола (2:1, по объему) для извлечения липидов, которые разделяли методом тонкослойной хроматографии на отдельные компоненты и определяли их количественно спектрофотометрией. Для анализа сыворотки крови животных использовали сборные пробы крови, полученные от 20–30 рыб каждого вида в зависимости от их размера. Достоверными принимали различия при уровне значимости $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты проанализированы по следующим направлениям: филогенетическое, онтогенетическое, физиологическое и экологическое.

Установлено, что содержание общих липидов в ЛПНП хрящевых рыб, осетра и белуги, а также представителей более ранних видов, форели и судака, находится в пределах 200 мг/дл, тогда как у современных костистых рыб, щуки, леща и налима, этот показатель выше в 1,5 раза (табл.1). Анализ данных показывает, что эволюционный процесс направлен на увеличение содержания фракции ЛПНП, а в них липидов, от хрящевых до современных костистых представителей.

Таблица 1

Содержание общих липидов в сыворотке крови рыб, (мг/дл)

Вид рыб	Фракции липопротеидов				K ₁
	ЛПНП	ЛПВП ₂	ЛПВП ₃	ЛПВП	
Осетр	190.2 ± 16.1	803.1 ± 23.0	317.3 ± 22.1	1120.4	5,9
Белуга	200.1 ± 16.2	600.3 ± 25.1	280.2 ± 28.0	880.5	4,4
Форель	210.3 ± 14.1	730.1 ± 24.2	337.2 ± 25.1	1007.3	4,8
Сиг	133.2 ± 15.0	429.2 ± 20.1	512.2 ± 24.3	941.4	7,1
Судак	198.3 ± 12.1	443.1 ± 18.0	383.2 ± 17.1	826.3	4,2
Щука	347.4 ± 18.1	349.1 ± 15.1	265.3 ± 20.2	614.4	1,8
Лещ	349.2 ± 19.1	195.1 ± 14.2	404.3 ± 20.1	599.4	1,7
Налим	370.1 ± 15.2	94.1 ± 11.0	344.2 ± 15.1	438.3	1,2

Примечание: K₁ – содержание общих липидов в ЛПВП/ содержание общих липидов в ЛПНП

ЛПВП сформировались значительно раньше (Gilbert, Chino, 1974), чем ЛПНП, которые считаются более «молодыми» и преобладают в сыворотке современных организмов, в том числе у многих млекопитающих и человека. В подтверждение данной теории установлено, что содержание липидов в ЛПВП₂ и ЛПВП₃ и суммарное их количество значительно выше у осетра, белуги, форели, сига и судака, чем у щуки, леща и налима. Таким образом, в целом у современных костистых рыб уровень ЛПВП в 2 – 3 раза ниже, чем у представителя наиболее древнего вида – осетра (Лизенко и др., 1998). В процессе эволюционного развития в сыворотке крови рыб происходило снижение уровня ЛПВП и нарастание ЛПНП, т.е. одна транспортная система липидов постепенно заменялась другой.

Аналогично содержанию общих липидов в ЛП сыворотки крови рыб, установлено возрастание уровня суммарного ХС в ЛПНП от осетровых до современных костистых рыб. Самое высокое его количество определено в ЛПНП щуки, леща и налима, а самое низкое у осетра. Концентрация ХС в ЛПВП высока у всех представителей, но особенно, у форели, судака и осетра, где она в среднем в 7 раз превосходила таковую в ЛПНП. Даже у современных костистых рыб уровень ХС в ЛПВП почти в 1,5 раза выше, чем в ЛПНП. Эволюционный процесс увеличения содержания ХС наиболее четко отмечается в ЛПНП, тогда как в ЛПВП такой закономерности не установлено (Лизенко и др., 2004).

Эволюционные изменения отмечены также и по содержанию ФЛ и, особенно входящего в их состав фосфатидалхолина (ФХ), который участвует в образовании биологических мембран клеток, тканей и органов, а также и самих частиц ЛП. Установлено, что наиболее высокое количество общих ФЛ и главного их компонента ФХ содержится в ЛПВП сыворотки крови форели, сига и осетра (табл. 2), по сравнению с судаком, щукой, лещом и налимом. Наоборот, в ЛПНП уровень общих ФЛ и ФХ выше у современных костистых рыб.

Таблица 2

Содержание фосфолипидов в ЛП сыворотки крови рыб, (мг/дл)

Вид рыб	Общие ФЛ		K ₂	ФХ		K ₃	K ₄
	ЛПНП	ЛПВП		ЛПНП	ЛПВП		
Осетр	82.1±8.0	490.2±21.1	6.0	58.1±2.2	361.1±13.0	6.2	0.11
Белуга	77.2±4.1	335.3± 20.1	4.3	56.3±2.1	244.1±9.5	4.5	0.11
Форель	92.1±5.3	580.2±27.3	6.3	50.1±1.8	385.3±14.1	6.5	0.18
Сиг	78.1±3.1	621.4±22.3	8.1	40.1±1.2	406.2±15.1	10.1	0.18
Судак	82.3±4.0	210.1±14.2	2.5	32.1±1.2	280.4±9.1	2.4	0.19
Щука	176.1±12.2	324.1±19.2	2.4	100.3±4.3	243.1±9.2	2.4	0.21
Лещ	225.1±15.1	338.2±15.1	1.5	149.2±4.5	230.1±8.5	1.5	0.26
Налим	207.2±14.4	215.2±9.1	1.0	110.1±3.9	133.2±4.1	1.0	0.28

Примечание: K₂ – ФЛ ЛПВП/ФЛ ЛПНП, K₃ – ФХ ЛПВП/ФХ ЛПНП, K₄ – ХС ЛПВП/ФХ

Для выяснению тенденции эволюционного изменения концентраций общих ФЛ и ФХ в ЛП у рыб от хрящевых до костистых проведены расчеты коэффициентов относительного содержания этих липидов в ЛПВП к таковым в ЛПНП. Установлено, что как K₂, так и K₃ снижаются от древних рыб до современных видов. Данный факт свидетельствует о том, что уровень общих ФЛ, а в них ФХ, в ЛПВП в процессе эволюции убывает в несколько раз. Особый интерес вызывает величина коэффициента K₄, которая отражает степень акцепторной функции ЛПВП, связанной с удалением ХС из организма. Определена тенденция увеличения данного показателя, что свидетельствует о снижении акцепторной активности ЛПВП по филогенетической составляющей от древних хрящевых до современных костистых рыб.

В качестве примера изменения содержания липидов в ЛПНП и ЛПВП у рыб в зависимости от физиологических особенностей организма (Лизенко и др., 1995) приведены значения уровня общих липидов и отдельных фракций в ЛПНП и ЛПВП самцов и самок осетра и судака (табл. 3). Определено, что у рыб обоих видов содержание общих липидов в ЛПНП и ЛПВП, а в них ФЛ и, главным образом, ФХ, и ТГ выше у самок. Напротив, у самцов преобладал ХС.

Таблица 3

Липидный состав ЛП сыворотки крови самок и самцов осетра и судака, (мг/дл)

Липиды	ЛПНП				ЛПВП (ЛПВП ₂ + ЛПВП ₃)			
	Осетр		Судак		Осетр		Судак	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Общие липиды	230.0±12.1	190.1±11.5	304.6±9.1	198.5±10.0	1234.1±26.1	1038.1±24.3	746.1±16.0	706.3±15.3
Фосфо-липиды	95.7±8.9	73.6±10.5	82.3±7.5	57.7±6.4	475.0±10.5	392.7±19.0	291.6±15.0	275.0±12.8
Фосфатидилхолин	76.0±8.0	51.0±6.0	48.1±5.3	35.3±3.5	365.0±8.7	313.0±7.8	248.0±13.7	198.0±10.8
Триглицериды	106.7±8.5	82.0±9.5	191.8±11.0	84.0±9.0	531.1±14.6	449.0±15.1	270.7±14.5	240.0±9.5
Холестерин	4.6±0.7	4.6±0.5	11.5±0.9	15.0±1.0	37.4±4.3	40.1±3.2	66.0±4.1	120.4±6.4
Эфиры холестерина	23.0±2.8	28.0±2.7	19.0±1.2	30.4±1.4	191.0±9.4	156.0±7.2	117.3±6.5	70.0±3.8
Суммарный холестерин	27.6	32.6	30.5	45.4	228.4	196.1	183.3	190.4

Установлено (Babin, Vere, 1989) что ЛП рыб кроме тех функций, которые присущи животным и человеку, осуществляют транспорт липидов в гонады, где формируются половые продукты. Особенно высокая нагрузка лежит на ЛП самок в период формирования икры. В этом процессе принимают участие обе группы ЛП, но главную роль выполняют ЛПВП, которые намного богаче ФЛ, ТГ и ЭХС, чем ЛПНП. Согласно литературным данным (Wallaert, Babin, 1994), для формирования икры в процессе оогенеза требуется гораздо больше энергетических и пластических веществ, чем при сперматогенезе. Кроме того, в ЛП как самок, так и самцов осетра уровень липидов, особенно ЛПВП, намного превышает таковой у судака. Для развития личинок из икры и формирования их во взрослую особь осетрам требуется значительно больше энергетических и пластических веществ, чем судаку в связи с их более крупными размерами. Несмотря на указанные различия в содержании липидов в ЛП осетра и судака, существует и общая закономерность – у рыб обоих видов ЛПВП являются доминирующей фракцией.

Определены изменения липидного состава ЛП сыворотки крови рыб от возраста особей. В качестве примера приведены данные по липидному составу ЛП самок форели в возрасте 2 и 3 лет (табл. 4). Показано, что во фракции ЛПВП общее количество всех липидных компонентов, включая ФЛ, а в них ФХ, ТГ, ХС и ЭХС, в среднем в 1.5 раза выше у трехлеток, по сравнению с двухлетками. Поднятие уровня липидов, особенно ФЛ, в ЛПВП трехлеток является необходимым условием для подготовки самок к нересту. Это связано с тем, что в формирующуюся икру должны поступать все липидные компоненты, но особенно ФЛ и, в частности ФХ, который участвует в формировании вителлогена – липофосфогликопротеинового комплекса, играющего основную роль в формировании и развитии яиц форели (Babin, Vere, 1989). Таким образом, только к трехлетнему возрасту у самок достигается такой уровень липидов в формирующейся икре, который позволяет иметь полноценную личинку и развивающуюся из них особь.

Таблица 4

Липидный состав ЛП СК 2- и 3-летних самок форели на II стадии зрелости гонад, (мг/дл)

Липиды	двухлетки		трехлетки	
	ЛПНП	ЛПВП	ЛПНП	ЛПВП
Общие липиды	248.5±0.8	1496.1±15.2	274.2±1.2	220.0±20.5
Фосфолипиды	124.3±0.8	983.4±11.2	140.3±0.6	1414.0±14.1
Фосфатидилхолин	103.7±0.7	802.0±4.3	1120.0±0.8	1232.0±12.1
Триглицериды	63.4±0.5	244.7±1.5	75.0±0.5	433.8±2.3
Холестерин	17.9±0.2	73.8±0.7	18.6±0.3	114.6±0.9
Эфиры холестерина	42.9±0.3	189.6±0.9	40.1±0.4	237.1±1.3
Суммарный холестерин	60.8	263.4	58.7	351.7

Несмотря на возрастные различия в содержании липидов в ЛП форели, существует и закономерность – значительное преобладание фракции ЛПВП, по сравнению с ЛПНП. Аналогичные результаты по изменению содержания липидов в ЛП в зависимости от возраста особей и сезона года получены на форели, которые подтверждают преобладание липидов в ЛПВП (до 2500 мг/дл) в процессе оогенеза и овуляции, по сравнению с ЛПНП (Wallaert, Babin, 1994).

На липидный состав ЛП рыб оказывают значительное влияние и условия, в которых они обитают. В качестве примера приведены (табл. 5) результаты по содержанию общих липидов и ФХ в ЛП сыворотки крови форели и сига. Оба вида, лососевые и сиговые, очень близки в эволюционном плане. Существует точка зрения, что сиговые и лососевые входят в одно семейство лососевых и являются двумя подсемействами: собственно лососевые и сиговые (Берг, 1948). Радужная форель – объект промышленного рыбоводства, выращиваемый в заводских условиях при наличии установленного постоянного режима питания в виде стандартного гранулированного корма, содержащего большое количество липидных питательных веществ, и ущемления естественной двигательной активности. Сиг – представитель природной ихтиофауны крупного водоема, неподверженного на данный момент антропогенному воздействию, имеет естественный режим питания, небогатого липидными компонентами, и двигательной активности (Васильева и др., 2004).

Таблица 5

Липидный состав липопротеидов сыворотки крови форели и сига, (мг/дл)

Липиды	ЛПНП		ЛПВП	
	Форель	Сиг	Форель	Сиг
Общие липиды	190.0±5.0	133.9±5.2	1081.0±11.2	941.3±9.5
Фосфолипиды	90.4±3.5	62.9±2.7	667.0±8.0	623.3±7.8
Фосфатидилхолин	73.0±2.4	36.1±0.6	528.2±7.7	409.8±5.4
Триглицериды	62.3±1.6	55.4±1.3	196.7±7.6	148.7±4.5
Холестерин	11.8±0.4	7.1±0.3	71.5±2.4	61.7±1.8
Эфиры холестерина	25.5±0.5	11.5±0.4	146.1±2.5	96.1±2.4
Суммарный холестерин	37.3	18.6	217.6	157.8

Научный интерес к данной теме связан с развитием рыбоводства, основным объектом которого на территории Карелии является радужная форель *Salmo gairdneri*, завезенная в Европу в конце XIX века из Калифорнии. В настоящее время форелеводство в Карелии стало самостоятельной отраслью с объёмом производства товарной продукции свыше 7000 тонн в год, или 70–75% производства товарной форели в России (Смирнов, 2008)

Несмотря на близкие эволюционные, возрастные и сезонные параметры, анализ результатов исследования липидов ЛП сыворотки крови форели и сига показал, что у форели как в ЛПНП, так и в ЛПВП содержание общих липидов, а в них ФЛ, ТГ и ХС, выше, чем у сига. У форели уровень ФХ в ЛПНП в 2 раза выше, чем у сига, в ЛПВП – в 1.3 раза. Таким образом, достоверное превышение концентраций всех липидных компонентов в ЛП сыворотки крови форели, по сравнению с сигом, в данном случае можно считать следствием изменения естественных условий среды обитания результатом которого является нарушение липидного обмена, в первую очередь, в результате неправильного питания, что является фактором риска для возникновения патологий, связанных с изменением липидного статуса организма.

Выводы

Мониторинг биоресурсов водоемов, в том числе и рыбохозяйственный, должен предусматривать последствия антропогенного влияния на объекты ихтиофауны, накладывающиеся на естественные особенности их организма: филогенетические и физиологические. Охрана водных биоресурсов, в частности ихтиофауны, направленная на сохранение биоразнообразия и создание условий для их использования и воспроизводства, должна основываться на комплексном изучении организмов, включая клеточный уровень и биохимические основы их существования.

Литература

- Берг Л.С., 1948. Рыбы пресноводных вод СССР и сопредельных стран. Москва – Ленинград: РАН. Ч. 1. 466 с.
- Васильева О.Б., Лизенко Е.И., Ретеранд Т.И., Юровицкий Ю.Г., Сидоров В.С., 2004. Биохимические особенности липидного состава липопротеидов у рыб разной экологии: форели *Salmo irideus* L. и сига *Coregonus lavaretus* L. // Известия РАН. Серия биологическая. № 2. С. 146 –149.

Лизенко Е.И., Сидоров В.С., Лукьяненко В.И., Регеранд Т.И., Гурьянова С.Д., Васильева О.Б., Такшеев С.А., 1995. Общая характеристика липидного состава липопротеидов сыворотки крови осетровых (*acipenseridae*) // Вопросы ихтиологии. Т. 35. № 34. С. 553–557.

Лизенко Е.И., Сидоров В.С., Регеранд Т.И., Лукьяненко В.И., Гурьянова С.Д., Васильева О.Б., 1998. Сравнительная характеристика липидных компонентов липопротеидов сыворотки крови некоторых хрящевых и костистых рыб // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. Т. 34. № 6. С. 641–647.

Лизенко Е.И., Регеранд Т.И., Лизенко М.В., Бахирев А.М., Петровский В.И., Васильева О.Б., 2004. Сравнительное исследование уровня структурных липидов в сыворотке и липопротеидах крови человека и некоторых животных // Вопр. биол., мед. и фарм. химии. №1. С. 32–37.

Лозовик П.А., Куликова Т.П., Мартынова Н.Н., 2003. Мониторинг водных объектов Республики Карелия в 1992–2000 гг. // Гидроэкологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 135–144.

Регеранд Т.И., Лизенко Е.И., Петровский В.И., Сидоров В.С., 1990. Выделение липопротеидов сыворотки крови методом осаждения и определение их липидного состава // Лаб. Дело. № 4. С. 48–52.

Смирнов Ю.А., 2008. Экологические проблемы форелеводства и способы их решения // Водная среда: комплексный подход к изучению, охране и использованию. Петрозаводск 2008. С. 43–49.

Babin P.K. J., Vere J-M., 1989. Plasma lipoproteins in fish // J. Lipid res. V. 30. P. 467–491

Black D., Skinner E.K., 1986. Feature of the lipid transport system of fish as demonstrated by studies on starvation on rainbow trout // J. comp. Physiol. B. V. 150. P. 492–502.

Berg G., Berg J., 1992. Metabolism of high density lipoproteins in rainbow trout // Biochem. et Biophys. Acta. V. 1125. P. 8–12.

Gilbert L.I., Chino L.I., 1974. Transport of lipids in insects // J. of Lipid Res. V. 15. P. 439–455.

Nelson G.S., Shore V.G., 1974. Characterization of the serum high density lipoproteins and apolipoproteins of pink salmon // J. Biol. Chem. V. 249. P. 530–543.

Wallacrt Ch., Babin P.K.J., 1994. Age-related, sex-related and seasonal changes of plasma lipoprotein concentration in trout // J. of Lipid Res. V. 35. P. 1619–1633.

THE ROLE OF DIFFERENT FACTORS IN THE FORMATION OF LIPID CONTENT IN FISH LIPOPROTEINS

T.I. Regerand¹, M.V. Lizenko², E.I. Lizenko³

¹Northern Water Problems Institute of Karelian Research Center RAS, Petrozavodsk, Russia

² Sub-faculty of therapy at the medical department of the
Petrozavodsk State University, Petrozavodsk

³Institute of Biology of Karelian Research Center RAS, Petrozavodsk
e-mail: regerand@nwpi.krc.karelia.ru

The represents of ichthyofauna are one of the main components of the biological resources of water environment as of the natural biological diversity and the valuable food substance for the population points of view. The reproduction of the biological resources, in that number the artificial once, in the variable water environment is actual and the insight of the water inhabitants existence principles up to the cellular level is important.

The research was aimed to analyze the influence of the different factors on the formation of lipid content in fish lipoproteins (LP) The LP in fish blood serum, as in other vertebrates, are responsible for the lipid transport in the organism. According to the functions LP are divided to the low (LDL) and high (HDL) density LP. The balance of lipids in LP and the balance of LP in blood have the critical meaning as indicators of normal and pathological states in the organism.

The got results were analyzed in the phylogenetic, ontogenetic, physiologic and ecological directions. The conclusion was made that monitoring of the biological resources in water environment have to take into account the anthropogenic influence on the ichthyofauna objects which are imposed upon the natural characteristics of their organisms. The protection of the biological resources in water environment and ichthyofauna, in that number with the goals of their use and reproduction, have to be based on the complex investigations including cellular level and biochemical mechanisms.