

ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ

УДК 639.215.3.032

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЛАДШИХ РЕМОНТНЫХ ГРУПП СЕЛЕКЦИОННОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА

*Я. И. Шейко, Е. А. Савичева, С. В. Свенторжицкий, Ю. И. Рудый,
С. В. Кралько, М. В. Книга, Т. Ф. Войтюк, Т. П. Макарова, В. В. Корнеев*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22
e-mail: belniirh@tut.by*

COMPARISON PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF JUNIOR REPLACEMENT GROUPS OF SELECTION MIRROR CARP

*J. Sheiko, E. Savicheva, S. Sventorzhitzky, Y. Rydyi, S. Kralko, M. Kniga, , T. Voytuk,
T. Makarova, V. Karneyev*

*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. Физиологическое состояние младших ремонтных групп двух линий селекционного зеркального карпа оценивали с помощью биохимического исследования сыворотки крови по основным показателям: содержание общего белка, глюкозы, холестерина. Установлены семьи, у которых изменение содержания белка, холестерина и глюкозы за зимовку преимуществами обладали различные селекционные семьи зеркального карпа.

Ключевые слова: карп, селекция, линия, генерация, семья, сеголеток, годовик, сыворотка крови, общий белок, холестерин, глюкоза.

Resume. Physiological status of junior replacement groups of two lines of selection mirror carp was assessed through the use of biochemical survey of blood serum by major parameters: content of crude protein, glucose, cholecterol. There were ascertained the families of selection mirror carp with flactuations of protein, cholesterole and glucose content during hibernation residing within the limits of optimum values.

Key words: carp, selection, line, generation, family, underyearling, yearling, blood serum, crude protein, cholesterole, glucose.

Введение. Широкое проникновение физиологических и биохимических методов исследования в ихтиологию привело к качественно новому этапу в

изучении биологии рыб. Однако нормальные биохимические процессы, протекающие в организме рыб, и их колебания в зависимости от различных факторов внешней среды изучены недостаточно [1].

Нарушения обмена веществ являются одним из основных факторов, препятствующих реализации генетического потенциала животных. Последствия нарушения выражаются в повышении заболеваемости животных, снижении плодовитости, учащении заболеваемости потомства и его гибели в раннем возрасте, сокращении сроков продуктивного использования производителей. Нарушения обмена веществ являются одним из основных факторов, препятствующих реализации генетического потенциала животных. Последствия нарушения выражаются в повышении заболеваемости животных, снижении плодовитости, учащении заболеваемости потомства и его гибели в раннем возрасте, сокращении сроков продуктивного использования производителей.

Ведущая роль в биохимической адаптации организмов к меняющимся условиям существования принадлежит белковым макромолекулам, в первую очередь ферментам, катализирующим тысячи связанных между собой химических реакций, определяющих, в конечном счете, метаболическую активность организма, обмен веществ, уровень которого меняется под влиянием различных факторов внешней среды [2].

Основным определяющим фактором развития аквакультуры является селекционно-генетическое улучшение и совершенствование объектов разведения путем создания новых пород, типов, линий и кроссов, приспособленных к определенным условиям обитания и интенсивной технологии эксплуатации. Для определения степени приспособленности объектов аквакультуры к абиотическим и биотическим факторам водной среды особую важность имеют физиолого-биохимические маркеры [3, 4, 5]. Одним из таких маркеров является кровь. Кровь – наиболее лабильная и чувствительная система организма. В неблагоприятных условиях внешней среды или при воздействии патогенных факторов кровь сразу реагирует изменением своих

физиологических параметров [2]. Поскольку физиолого-биохимические показатели сыворотки крови, отражают физиологическое состояние рыбы, представляется важным оценить качество селекционного материала с точки зрения соответствия их оптимальным значениям, а также изучить взаимосвязь этого показателя с основными рыбохозяйственными признаками.

Материал и методы исследований. Объектами исследований послужили сеголетки пятого поколения первой генерации второй линии селекционируемого белорусского зеркального карпа, двух - шестилетки четвертого поколения, полученные методом семейных скрещиваний.

Техника постановки и проведения экспериментов, опытов базировались на использовании общепринятых методов, разработанных и рекомендованных РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», «Всероссийским научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства» [6, 7].

Физиологическое состояние младших ремонтных групп селекционного зеркального карпа оценивали с помощью биохимического исследования сыворотки крови по основным показателям: содержание общего белка, глюкозы, холестерина. Кровь у сеголетков и годовиков отбирали непосредственно из сердца. После отстаивания в холодильнике отделяли сыворотку и хранили в замороженном состоянии.

Биохимическое исследование сыворотки крови выполняли на автоматическом анализаторе «Cormay Multi» по методикам, прилагаемым к наборам химических реактивов. В крови определяли активность фермента АлАТ, содержание общего белка, холестерина и глюкозы [8]

Данные исследования физиолого-биохимических показателей сыворотки крови, включающие содержание общего белка, глюкозы и холестерина проводили на младших возрастных группах селекционного ремонта белорусского зеркального карпа (сеголетки, годовики). Объем выборки по каждой исследованной группе составил 10 экз. Представляется важным проследить динамику изменения указанных показателей за зимний период, то есть у сеголетков перед размещением в зимовальный пруд и после зимовки в

период весеннего облова перед зарыблением нагульных прудов. Оптимальными считаются минимальные различия между сеголетками и годовиками по содержанию общего белка, глюкозы, холестерина. Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [9].

Каждый из исследованных рыбохозяйственных и физиолого-биохимических показателей выращенных семей ранжировали по их величине. Семье с более высоким значением того или иного признака присваивали первый ранг и т.д. по нарастающей. Затем подсчитывали сумму рангов и делили ее на количество признаков и количество семей, таким образом, определяли средний ранг каждой семьи. Лучшие семьи характеризовались меньшими средними рангами, что свидетельствует о меньшем разбросе исследуемых признаков и лучшем их закреплении [10].

Обсуждение результатов исследований. У сеголетков четвертого поколения селекционного зеркального карпа (2-я генерация 2-я линия) содержание белка в сыворотке крови колебалось от 24,53 мг/л (семья 27) до 38,99 мг/л (семья 24), в среднем составляя 30,97 мг/л (таблица 1). У годовиков селекционного зеркального карпа содержание белка составляло от 17,19мг/л (семья 27) до 26,97мг/л (семья 26). Среди сеголетков 3-ей генерации 1-ой линии повышенным содержанием белка отличалась семья 31 (25,04 мг/л), а среди годовиков семья 33 (16,77 мг/л). То есть, в основном ниже нормативных требований.

У сеголетков по сравнению с годовиками отмечено снижение содержания общего белка сыворотки крови, что свидетельствует о снижении интенсивности белкового обмена в связи с прекращением питания. За зимний период у младшего ремонта произошло снижение содержания общего белка сыворотки крови всех селекционных семей. Меньшие потери белка за зимний период наблюдались у семей 2-ой генерации 2-ой линии 25 (6,76 мг/л), 23 (7,20 мг/л), 27 (7,34 мг/л). Различия между сеголетками и годовиками по содержанию общего белка сыворотки крови статистически достоверны. В 3-ей генерации 1-ой линии различия между сеголетками и годовиками колебались от 0,66мг/л

(семья 34) до 15,51 мг/л (семья 32). Однако установленные различия статистически достоверны лишь для семей 28 -31.

Таблица 1 – Содержание общего белка в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) селекционных семей карпа (мг/л)

Генерация, линий, семья	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
2-я генерация, 2-я линия: 23	24,64±2,12	27,2	17,44±0,93	16,8	7,20	3,11	<0,01
24	38,99±2,59	29,1	23,49±1,75	23,5	15,50	4,96	<0,001
25	29,66±1,80	19,2	22,90±2,03	28,1	6,76	2,49	<0,05
26	37,01±2,64	22,6	26,97±2,58	30,2	10,04	2,71	<0,05
27	24,53±2,24	28,9	17,19±1,42	26,2	7,34	2,76	<0,02
$\bar{x}$	30,97±1,11	25,4	21,60±0,71	25,0	10,97	8,33	<0,001
3-я генерация, 1-я линия: 28	23,00±0,43	5,9	11,54±0,88	24,2	11,46	11,70	<0,001
29	15,12±1,10	23,7	8,05±0,04	25,2	7,07	6,42	<0,001
30	15,45±0,62	12,8	9,44±0,59	19,8	6,01	6,70	<0,001
31	25,04±0,89	11,3	15,52±1,13	23,4	9,52	6,68	<0,001
32	23,06±2,09	28,7	7,55±0,14	6,0	15,51	7,04	>0,1
33	19,48±1,09	17,7	16,77±1,44	27,1	2,71	1,50	>0,1
34	16,90±1,04	19,4	16,24±3,16	23,6	0,66	0,20	>0,1
$\bar{x}$	19,67±0,40	17,1	12,17±0,04	21,3	7,5	18,60	<0,001

На каждом этапе выращивания по уровню потери белка за зимовку преимуществами обладали различные селекционные семьи зеркального карпа.

Комплексная оценка с целью установить семьи с наиболее оптимальным уровнем содержания общего белка сыворотки крови проведена методом ранжирования (таблица 2). Очевидно, наиболее оптимальным соотношением содержания белка сыворотке крови во второй линии, отличаются семьи 25 и 26 со средними рангами 0,40 и 0,47 соответственно, а в первой линии семьи 34 и 31 со средними рангами 0,29 и 0,43.

Таблица 2 – Ранжирование семей зеркального карпа по содержанию общего белка в сыворотке крови сеголетков и годовиков

Селекционная семья	Ранги				
	0+	1.	d	сумма рангов	средний ранг
2- генерация, 2-я линия: 23	4	3	2	9	0,60
24	1	5	5	11	0,73
25	3	2	1	6	0,40
26	2	1	4	7	0,47
27	5	4	3	12	0,80
3-я генерация, 1-я линия: 28	3	4	6	13	0,62
29	7	6	3	16	0,76
30	6	5	4	15	0,71
31	1	3	5	9	0,43
32	2	7	7	16	0,76
33	4	1	2	7	0,67
34	3	2	1	6	0,29

Одним из важнейших компонентов внутренней среды позвоночных является глюкоза, которая потребляется организмом непосредственно или

откладывается (главным образом в печени) в органах и тканях предварительно про запас в виде гликогена. В отличие от высших позвоночных животных у рыб не обнаруживается строго постоянства содержания сахара в крови и гликогена в печени. Содержание их колеблется в широком диапазоне, в зависимости от интенсивности обмена веществ, пола, возраста. В летний период, как правило, содержание сахара значительно выше, чем в осенне-зимний период. Это видимо, связано со снижением интенсивности обмена веществ в зимний период жизни рыб. Количество сахара в крови рыбы сильно меняется в зависимости от интенсивности питания и вообще от характера обмена веществ, от физиологического состояния. На концентрацию сахара в крови оказывают большое влияние условия содержания рыб. Однако разные авторы указывают на различный характер этого влияния. Например, некоторые считают, что количество сахара увеличивается в крови рыб, содержащихся в садках и аквариумах, а другие отмечают понижение сахара у осетровых рыб при выдерживании их в бассейнах. На концентрацию сахара в крови оказывают большое влияние условия содержания рыб. Однако разные авторы указывают на различный характер этого влияния. Например, некоторые считают, что количество сахара увеличивается в крови рыб, содержащихся в садках и аквариумах, а другие отмечают понижение сахара у осетровых рыб при выдерживании их в бассейнах [7,11]. Уровень глюкозы и кетоновых тел в крови характеризуют энергетическую эффективность рационов кормления для биосинтетических процессов в организме животных.

Увеличение содержания глюкозы в крови годовиков по сравнению с сеголетками, является неблагоприятным признаком, свидетельствующим о том, что рыба ослаблена и, по-видимому, нуждается в кормлении, т.к. увеличение содержания сахара в крови наблюдается при усилении углеводного обмена, когда в кровь поступает глюкоза из запасных депо [12].

После зимовки у опытных годовиков наблюдается повышенное содержание глюкозы в сыворотке крови, колебания составляют от 5,20 ммоль/л (семья 27) до 16,75 ммоль/л (семья 24) (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание глюкозы в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) селекционных семей карпа

Генерация, линий, семья	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
2- генерация, 2-я линия: 23	6,77±0,46	21,5	8,25±0,70	26,9	-1,48	1,76	≈0,1
24	8,02±0,50	19,9	16,75±0,38	26,1	-8,73	13,90	<0,001
25	11,03±0,61	17,5	21,18±1,86	27,8	-10,15	5,18	<0,001
26	5,38±0,47	27,9	8,19±0,43	16,9	-2,81	4,41	<0,001
27	4,21±0,32	21,6	5,20±0,50	30,2	-0,99	1,66	>0,1
$\bar{x}$	7,08±0,22	21,7	11,91±0,43	25,6	-4,82	9,98	<0,001
3-я генерация, 1-я линия: 28	11,97±0,55	14,9	28,72±1,47	16,2	16,75	10,67	<0,001
29	12,35±0,86	22,1	24,38±1,92	25,0	12,03	6,15	<0,001
30	8,59±0,42	15,3	10,80±0,73	21,4	2,21	2,57	<0,02
31	13,41±1,02	24,1	17,74±1,42	25,3	4,33	2,47	<0,05
32	14,21±1,15	25,7	31,42±1,67	14,8	17,21	8,48	<0,001
33	11,11±0,86	24,0	21,54±0,77	11,4	10,43	3,03	<0,01
34	10,56±0,70	21,2	14,88±1,37	29,1	4,32	2,80	<0,02
$\bar{x}$	11,74±0,37	21,1	21,35±0,52	20,5	7,25	11,36	<0,001

Средний уровень содержания глюкозы у сеголетков составляет 7,08 ммоль/л, у годовиков – 11,91 ммоль/л. Содержание глюкозы оказалось значительно выше нормы – 2,53-3,58 ммоль/л.

В 3-ей генерации 1-ой линии содержание глюкозы у сеголетков в среднем составило от 8,59 до 14,21 ммоль/л, у годовиков от 10,80 до 28,72 ммоль/л, что выше, чем в предыдущем варианте опыта. Очевидно, это указывает на неблагоприятные условия содержания, прежде всего сеголетков.

Изменения содержания глюкозы у селекционных семей до и после зимовки (сеголеток – годовик) значительно варьирует во второй линии от 0,99 ммоль/л (семья 27) до 10,15 ммоль/л (семья 25), составляя в среднем 4,82 ммоль/л. У семей 24, 25, 26 различия весенних и осенних показателей статистически достоверны. В первой линии минимальные отличия годовиков от сеголетков наблюдали у семьи 30 (2,21 ммоль/л), максимальные у семьи 32 (17, 21 ммоль/л). У всех семей 3-ей генерации 1-ой линии различия между сеголетками и годовиками статистически достоверны.

Комплексная оценка содержания глюкозы указывает на примерную равноценность селекционных семей 2-ой линии (таблица 4). Вероятно, семья 25 со средним рангом 0,47 имеет некоторое преимущество.

Таблица 4 – Ранжирование семей зеркального карпа по содержанию глюкозы в сыворотке крови сеголетков и годовиков

Генерация, линий, семья	Ранги				
	0+	1.	d	сумма	средний ранг
2- генерация, 2-я линия: 23	3	3	2	8	0,53
24	2	2	4	8	0,53
25	1	1	5	7	0,47
26	4	4	3	11	0,73
27	5	5	1	11	0,73
3-я генерация, 1-я линия: 28	4	6	6	16	0,76
29	5	5	5	15	0,71
30	1	1	1	3	0,14
31	6	3	3	12	0,57
32	7	7	7	21	1,00
33	3	4	4	9	0,43
34	2	2	2	6	0,29

В генерации 1-ой линии наиболее оптимальное соотношение глюкозы установлено у семей 30 (средний ранг 0,14), 34 (0,29), 33 (0,43).

Ряд исследований посвящены выявлению роли липидов в тканевом обмене и функционировании клеточных мембран [12, 13, 14]. В процессе некоторых исследований было установлено, что образ жизни рыб откладывает существенный отпечаток на уровень и распределение липидов в их тканях, характер динамики на протяжении годового и жизненного циклов, физико-химические характеристики липидов, их фракционный и жирнокислотный составы. В процессе этих исследований было установлено, что образ жизни рыб откладывает существенный отпечаток на уровень и распределение липидов в их тканях, характер динамики на протяжении годового и жизненного циклов, физико-химические характеристики липидов, их фракционный и жирнокислотный составы [1].

У селекционируемого белорусского зеркального карпа минимальное содержание холестерина в сыворотке крови сеголетков 2-ой линии составило 4,92 ммоль/л (семья 24), максимальное 13,11 (семья 27) (таблица 5). У сеголетков 1-ой линии содержание холестерина в сыворотке крови в среднем составило 6,72 ммоль/л с колебаниями от 5,29 (семья 32) до 8,29 ммоль/л (семья 29). Достаточным считают уровень содержания холестерина 3,04 – 4,85 ммоль/л, следовательно, у изученных сеголетков уровень холестерина в сыворотке крови выше рекомендованных величин, а у годовиков примерно ему соответствует.

Содержание холестерина в сыворотке крови годовиков 2-ой линии изменялось от 3,89 (семья 23) до 5,04 ммоль/л (семья 27), в 1-ой линии этот показатель колебался от 2,92 ммоль/л (семья 32) до 7,95 ммоль/л (семья 31), что в целом соответствует рекомендованным значениям. Средний уровень этого показателя для селекционных годовиков 2-ой линии, составил 4,56 ммоль/л и 2,73 1-ой линии. За зимний период у годовиков второй линии по сравнению с сеголетками, содержание холестерина в сыворотке крови снизилось на 0,65 – 8,07 ммоль/л, в первой – на 0,03-5,06. Установленные различия статистически

достоверны для семей 26 и 27 второй линии и всех семей кроме 31 в первой линии.

Таблица 5 – Содержание холестерина в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) селекционных семей карпа

Гибрид (n=10)	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
2- генерация, 2-я линия: 23	5,24±0,53	32,2	3,89±0,49	17,4	-1,35	-1,87	>0,1
24	4,92±0,32	20,7	4,27±0,21	15,9	-0,65	-1,69	<0,1
25	9,70±0,91	29,8	4,93±0,31	19,8	-4,77	-4,96	>0,1
26	12,37±0,88	22,6	4,65±0,32	21,5	-7,72	-8,24	<0,001
27	13,11±0,84	20,3	5,04±0,40	25,2	-8,07	-8,67	<0,001
$\bar{x}$	9,07±0,32	25,1	4,56±0,13	20,0	-4,51	13,06	<0,001
3-я генерация, 1-я линия: 28	7,20±0,62	27,6	3,07±0,19	20,4	-4,13	6,36	<0,001
29	8,29±0,82	31,3	3,21±0,12	12,4	5,06	6,12	<0,001
30	5,64±0,31	27,5	4,65±0,38	25,9	0,99	4,09	<0,001
31	7,98±0,65	25,9	7,95±0,59	23,7	0,03	0,03	>0,1
32	5,29±0,47	28,3	2,92±0,25	27,1	1,37	4,45	<0,001
33	5,92±0,51	27,3	3,10±0,26	26,9	2,82	4,92	<0,001
34	6,74±0,55	26,2	3,04±0,25	20,4	3,70	6,12	<0,001
$\bar{x}$	6,72±0,22	27,7	3,99±0,11	22,4	2,73	45,12	<0,001

В результате комплексной оценки содержания холестерина в сыворотке крови у сеголетков, годовиков и изменения этого показателя за зимовку установлено, что в целом повышенным содержанием холестерина в сыворотке

крови во 2-ой линии характеризовались семьи 27 и 25 со средними рангами 0,47 и 0,53 соответственно (таблица 6). В 1-ой линии преимуществами обладали семьи 31 и 30 со средними рангами 0,19 и 0,48 соответственно.

Таблица 6 – Ранжирование семей зеркального карпа по содержанию холестерина в сыворотке крови сеголетков и годовиков

Селекционная семья	Ранги				
	0+	1.	d	сумма рангов	средний ранг
2- генерация, 2-я линия: 23	5	4	2	11	0,73
24	4	5	1	10	0,67
25	2	3	3	8	0,53
26	3	2	4	9	0,60
27	1	1	5	7	0,47
3-я генерация, 1-я линия: 28	3	5	6	14	0,67
29	1	3	7	11	0,52
30	6	2	2	10	0,48
31	2	1	1	4	0,19
32	7	7	3	17	0,81
33	5	4	4	11	0,52
34	4	6	5	15	0,71

Выводы

1. Физиологическое состояние младших ремонтных групп селекционного зеркального карпа оценивали с помощью биохимического исследования сыворотки крови по основным показателям: содержание общего белка, глюкозы, холестерина.

2. Комплексная оценка по выявлению оптимального уровня содержания общего белка сыворотки крови указала на преимущество во второй линии сеголетков и годовиков семей 25 и 26, а в первой линии семей 31 и 34.

3. Изменения содержания глюкозы у селекционных семей до и после зимовки (сеголеток – годовик) значительно варьирует во второй линии от 0,99 ммоль/л (семья 27) до 10,15 ммоль/л (семья 25), составляя в среднем 4,82 ммоль/л, в первой от 2,21 ммоль/л до 17,21 ммоль/л, составляя в среднем 7,25 ммоль/л. Комплексная оценка содержания глюкозы указывает на то, что семьи 25, 30 и 34 вероятно имеет некоторое преимущество по данному показателю.

4. Содержание холестерина в сыворотке крови у годовиков снижено по сравнению с сеголетками. В первой селекционной линии средний уровень различий составил 2,73 ммоль/л, во 2-ой линии 4,51 ммоль/л. По содержанию холестерина некоторыми преимуществами отличались семьи 30 и 31, во 2-ой линии – семья 27.

Список использованных источников

1. Краюшкина, Л. С. Функциональная морфология хлоридсекретирующих клеток у рыб в связи с их эколого-физиологическим значением / Л. С. Краюшкина // Обмен веществ и биохимия рыб : [сб. ст.] / АН СССР, М-во рыб. хоз-ва, Ихтиол. комис. ; под ред. Г. С. Карзинкина. – М., 1967. – С. 65–73.

2. Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб : [сб. ст.] / АН ЛитССР, Ин-т зоологии и паразитологии, М-во рыб. хоз-ва СССР, Ихтиол. комис. ; под ред. Ю. В. Вирвицкас. – Вильнюс : [б. и.], 1988. – 286 с.

3. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб / Н. С. Строганов. – М. : МГУ, 1962. – 444 с.

4. Проссер, Л. Сравнительная физиология животных / Л. Проссер, Ф. Браун ; под ред. Г. Д. Смирнова. – М. : Мир, 1967. – 788 с.

5. Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб / под ред. Ю.В. Вирбицкас и др. //Вильнюс. - 1988 – 286 с.

6. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси ; сост.: В. В. Кочиц [и др.] ; под общ. ред. В. В. Кончица. – Минск : Тонпик, 2006. – 331 с.
7. Справочник по физиологии рыб / А. А. Яржомбек [и др.] ; под общ. ред. А. А. Яржомбека. – М. : Агропромиздат, 1986. – 192 с.
8. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы / В. В. Лиманский [и др.]. – М. : [б. и.], 1984. – 59 с.
9. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 2-е, испр. – Минск, 1973. – С. 24–53.
10. К методике определения рыбохозяйственной ценности отдельных групп рыб методом ранжирования / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 21. – С. 45–55.
11. Аминева, В. А. Физиология рыб : учебник / В. А. Аминева, А. А. Яржомбек. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.
12. Дударенко, Л. С. Физиологические показатели селекционируемых линий лахвинского и тремлянского карпов / Л. С. Дударенко, Е. В. Таразевич, А. П. Семенов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1996. – Вып. 14. – С. 146–150.
13. Fish physiology / ed.: W. Hoar, D. Randal. – New York ; London : Academic Press, 1972. – Vol. 5 : Sensory systems and electric organs. – 482 p.
14. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб : учеб. пособие / Н. С. Строганов ; ред. С. Н. Скадовский. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1962. – Т. 1. – 444 с.
15. Chalupoa, Z. P. Metabolism bilkovin u ryb. Studia o srovavaci fislologii metabolismu, Praha / Z. Chalupoa, P. Dlazka // - 1968. – P. 139-143.