



Т.А. Сергеева¹, И.А. Орлов¹, Е.А. Савичева¹, Т.Ф. Войтюк¹, М.В. Книга¹,
А.Ю. Крук¹, С.А. Красовский¹, О.Н. Вишневская¹, Е.В. Таразевич²

¹РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь
²Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Беларусь

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕЛА СЕГОЛЕТКОВ И ГОДОВИКОВ АМУРСКОГО САЗАНА ИЗ БЕЛОРУССКОГО КОЛЛЕКЦИОННОГО СТАДА

Аннотация: В статье представлены данные по биохимическому составу (содержанию сухого вещества, влаги, жира, протеина и минеральных веществ) сеголетков и годовиков амурского сазана и средние значения для коллекционного карпа белорусской и зарубежной селекции. При формировании первой и третьей генераций девятого поколения коллекционного амурского сазана использовали завезенный генетический материал (молоки). С целью минимизировать влияние среды на полученные результаты сравнительная оценка биохимических показателей опытных групп проводилась отдельно для каждого из вариантов выращивания и зимовки. Среднее содержание сухого вещества в теле сеголетков опытных групп сазана составило 25,0 (вариант 1) и 24,89 % (вариант 2), влаги — 75,0 и 74,1 %, жира — 6,5 и 5,6 %, минеральных веществ — 2,8 и 2,6 %, протеина — 15,7 и 16,6 %. Среднее содержание сухого вещества в теле годовиков сазана составило 21,3 (вариант 1) и 22,3 % (вариант 2), влаги — 78,7,0 и 77,9 %, жира — 3,8 и 3,7 %, минеральных веществ — 3,0 и 2,9 %, протеина — 14,5 и 15,4 %. В процессе зимовки произошло снижение содержания сухого вещества, жира и протеина в теле рыбы и увеличение содержания влаги и минеральных веществ (зола). В целом, у сеголетков сазана наблюдается тенденция к увеличению содержания сухого вещества, жира, протеина и минеральных веществ по сравнению с карпом разного происхождения.

Ключевые слова: сазан, карп, сеголеток, годовик, биохимический состав тела



T.A. Sergeeva¹, I.A. Orlov¹, E.A. Savicheva¹, T.F. Voytyuk¹, M.V. Kniga¹,
A.Yu. Kruk¹, S.A. Krasovskij¹, O.N. Vishneuskaya¹, E.V. Tarazevich²

¹RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus
National Academy of Sciences for Animal Husbandry», Minsk, Belarus

²Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus,

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE BODY OF FINGERLINGS AND YEARLINGS OF THE AMUR CARP FROM THE BELARUSIAN COLLECTION HERD

Abstract: The article presents data on the biochemical composition (dry matter content), moisture, fat, protein and mineral substances of fingerlings and yearlings of the Amur carp and the average values for the collection carp of Belarusian and foreign breeding. Imported genetic material (milk) was used in the formation of the first and third generations of the ninth generation of the Amur carp collection. In order to minimize the influence of the environment on the results obtained, a comparative assessment of the biochemical parameters of the experimental groups was carried out separately for each of the growing and wintering options. The average dry matter content in the body of fingerlings of the experimental groups of carp was 25.0 (option 1) and 24.89 % (option 2), moisture 75.0 and 74.1 %, fat 6.5 and 5.6 %, minerals 2.8 and 2.6 %, protein 15.7 and 16.6 %. The average dry matter content in the body of carp yearlings was 21.3 (option 1) and 22.3 % (option 2), moisture 78.7.0 and 77.9 %, fat 3.8 and 3.7 %, minerals 3.0 and 2.9 %, protein 14.5 and 15.4 %. During wintering, there was a decrease in the content of dry matter, fat and protein in the body of fish and an increase in the content of moisture and minerals (ash). In general, Amur carp fingerlings have a tendency to increase the content of dry matter, fat, protein and minerals compared to carp of different origin.

Keywords: carp, carp, fingerling, yearling, biochemical composition of the body

Введение. Достижения гибридизации, описанные в литературе, выраженные в проявлении эффекта гетерозиса по выживаемости и устойчивости к заболеваниям, особенно у сеголетков и годовиков, полученных при скрещивании карпа с амурским сазаном, явились основанием для завоза амурского сазана ханкайской популяции в Республику Беларусь [1, 2]. В процессе адаптации происходило приспособление завезенного материала к местным условиям. Доля наследственности в изменчивости признаков, связанных с жизнеспособностью и устойчивос-



тью к неблагоприятным условиям, невелика [1], потому определенный интерес представляет исследование биохимического состава тела младших ремонтных групп, которое опосредованно позволяет оценить приспособленность формируемого в Беларуси генофонда сазана к имеющимся условиям среды. Характеристика имеющегося материала по рыбоводно-биологическим показателям необходима для оценки его качества и адаптации к местным условиям выращивания. Одной из основных характеристик качества рыбопосадочного материала наряду с рыбохозяйственными показателями является его физиолого-биохимическая характеристика, отражением которой является состав тела. В Республике Беларусь сформирован коллекционный генофонд пород и линий карпа отечественной и зарубежной селекции, который включает и амурского сазана ханкайской популяции, завезенного в республику в 76–78 гг. прошлого века [3]. Величины расхода питательных веществ за зимний период характеризуют подготовку рыбы к зимовке и ее физиологическое состояние, обусловленных, прежде всего, условиями выращивания, а также условиями зимовки. Очевидно, снижение расхода питательных веществ и, прежде всего, содержания сухого вещества, жира и протеина характерны для более зимостойких пород. В ряде работ детально рассматриваются физиолого-биохимические особенности карпа на этапе формирования младшего ремонта [4, 5, 6].

Материал и методика исследования. Формирование коллекционного генофонда амурского сазана ханкайской популяции проводится на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области. В республике амурский сазан воспроизводится «в себе» на протяжении девяти поколений. В настоящее время в коллекционном стаде имеются потомки завезенного генетического материала, представленные восьмым (производители) и девятым (ремонт) поколениями сазана [7, 8]. С целью увеличения генетического разнообразия и снижения эффекта инбридинга амурского сазана из коллекционного стада белорусской популяции, в соответствии с программой обмена генетическим материалом с Россией, из коллекционного генофонда ВНИППХ были завезены охлажденные (в термоконтейнере при t 2–3 °С) молоки сазана, и осуществлено оплодотворение икры самок сазана белорусской популяции из коллекционного стада СПУ «Изобелино». Девятое поколение сазана представлено тремя генерациями. При формировании первой и третьей генераций использовали завезенный генетический материал (молоки). В первом варианте



при оплодотворении завезенными молоками амурского сазана использована икра от двух самок, отличающихся по генотипу Tf (1-я АА, 2-я АУ). Получены три опытные группы: I-я и II-я — помеси с завезенным генетическим материалом, III-я сазан из белорусской популяции (контроль). Во втором варианте смесь икры от нескольких самок из коллекционной белорусской популяции амурского сазана девятого поколения оплодотворяли завезенными молоками от различных самцов (4 варианта, обозначенных далее как Р-1, Р-2 Р-3, Р-4). В качестве контроля использовали потомство сазана из белорусской популяции. Одновременно с сазаном в аналогичных условиях были выращены чистопородные селекционные и коллекционные группы карпа белорусской селекции. Биохимические показатели состава тела сеголетков и годовиков сазана из белорусской популяции и опытных помесных групп, полученных в результате оплодотворения икры местных самок завезенными молоками, сравнивали между собой и с аналогичными показателями коллекционных пород и линий карпа белорусской и зарубежной селекции, полученных одновременно в одинаковых условиях. Личинку сазана и карпа зарыбляли с плотностью посадки 25 тыс. экз./га и выращивали в монокультуре. Сеголетков из каждой опытной группы сазана и коллекционных пород карпа выращивали отдельно в двух повторностях в сходных прудах с одинаковым режимом кормления, санитарно-профилактических мероприятий, в одинаковых гидрохимических условиях [9]. Годовиков опытных групп после серийного механического мечения размещали на зимовку совместно в один пруд.

Биохимический состав тела определяли по методике, прилагаемой к прибору «FoodScan 2Lab/Pro» [10]. Для проведения исследований из каждой опытной и контрольной групп из каждого пруда было отобрано по 30 экз. сеголетков и годовиков сазана и карпа коллекционных пород. Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [11].

Обсуждение результатов исследований. В первом варианте опытного выращивания младшего ремонта среди сеголетков опытных групп амурского сазана, представленных белорусской популяцией первой генерацией девятого поколения и помесных групп, полученных от скрещивания местных самок с завезенными молоками, содержание сухого вещества колебалось незначительно (24,1–25,3 %) и в среднем составило 25,0 % (табл. 1). Сравнение содержания сухого вещества у сеголетков опытных помесей сазана с сазаном из белорусской популяции



и карпом разной породной принадлежности указывает на отсутствие статистически значимых отклонений (табл. 2). У годовиков же величина этого показателя колебалась в значительных пределах — от 18,7 % (сазан II) до 23,6 % (сазан-б — белорусская популяция). Статистически значимые отклонения отмечены при сравнении сазана из белорусской популяции с опытной помесной группой II. За период зимовки произошло снижение содержания сухого вещества. Минимальное снижение содержания сухого вещества за зимний период наблюдается у сазана из белорусской популяции (6,7 %).

Отличие годовиков от сеголетков в этой группе статистически не достоверно. У опытных помесей снижение содержания сухого вещества значительно выше и составляет 15,0 % (сазан I) и 23,7 % (сазан-II). Установленные отклонения статистически достоверны (табл. 3). Средний уровень содержания сухого вещества у сазана близок по величине к сеголеткам и годовикам коллекционных пород белорусской и зарубежной селекции. Установленные отклонения статистически не достоверны. Среди сеголетков опытных групп сазана во втором варианте наблюдались колебания уровня содержания сухого вещества от 23,50 % у опытной группы сазан Р-4 до 26,88 % у опытной группы сазан Р-1. У контрольной группы сазана из белорусской популяции содержание сухого веществ составило 23,75 %. То есть во втором варианте выращивания и зимовки опытных групп содержание сухого вещества в теле сеголетков сазана несколько выше, чем у карпа.

У годовиков сазана опытных помесных групп (вариант 2) в период зимовки произошло закономерное снижение содержания сухого вещества и соответственно увеличение содержания влаги. Сазан из белорусской популяции отличался пониженным содержанием сухого вещества по сравнению с остальными опытными группами (21,27 %). В среднем у опытных помесей величина данного показателя составила 22,31 %. Повышенным содержанием сухого вещества отличалась помесная группа сазан Р-1 (22,68 %). При сравнении уровня содержания сухого вещества в теле годовиков этих групп с сазаном из белорусской популяции установлены статистически значимые отклонения от сазана из белорусской коллекционной популяции (табл. 3). Среднее содержание сухого вещества у годовиков сазана статистически значимо отличается от средних значений данного признака у карпа коллекционных пород зарубежной селекции, зимовавших совместно. Вариант сравнения опытных групп сазана со средней величиной содержания сухого

Таблица 1. Содержание сухого вещества (%) в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.)
Table 1. Dry matter content (%) in the body of fingerlings (0+) and yearlings (1.)

Породная принадлежность	Количество проб сеголетки/годовики	0+		1.		d	Достоверность различий		
		$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %		%	t	P
Вариант 1									
Сазан — I	30/30	25,3±0,81	10,1	21,5±1,65	24,3	15,0	2,07	≈0,05	
Сазан — II	30/30	24,5±0,39	5,0	18,7±0,83	14,0	23,7	6,32	<0,001	
Сазан (белорусский) — III, F ₈	30/30	25,3±0,93	11,8	23,6±1,70	22,8	6,7	0,88	>0,1	
Итого сазан:	90/90	25,0±0,41	9,0	21,3±0,88	22,6	3,7	3,81	<0,01	
зарубежные породы F ₅ :	90/90	24,1±0,56	12,7	20,1±0,75	20,4	16,6	4,27	<0,001	
Линии белорусской селекции F ₉ :	90/90	24,8±0,57	10,2	22,2±0,99	20,0	10,5	2,28	<0,05	
Вариант 2									
Сазан — б. (белорусский)	30/30	23,75±0,30	4,0	21,27±0,33	4,9	10,4	5,60	<0,001	
Опытные помеси сазана: P-1	30/30	26,88±0,25	3,0	22,68±0,05	0,7	15,6	16,8	<0,001	
P-2	30/30	25,09±0,37	4,7	21,83±1,20	17,4	13,0	2,60	<0,02	
P-3	30/30	24,10±0,44	5,5	21,50±0,63	9,3	10,8	0,58	>0,1	
P-4	30/30	23,50±0,43	4,5	23,22±0,43	5,9	1,2	0,46	>0,1	
\bar{x} опытные группы сазана	120/120	24,89±0,10	4,4	22,31±0,29	8,3	10,4	2,69	<0,02	
\bar{x} зарубежные породы	90/90	21,81±0,14	6,2	18,66±0,28	6,8	14,4	10,10	<0,001	
\bar{x} линии белорусской селекции	90/90	22,89±0,11	5,4	22,46±0,22	6,8	1,9	1,79	>0,1	



Таблица 2. Оценка статистической достоверности различий биохимического состава тела сеголетков амурского сазана и карпа разной породной принадлежности
 Table 2. Evaluation of the statistical reliability of differences in the biochemical composition of the body of Amur carp and carp fingerlings of different breeds

Сравниваемые группы	Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Вариант 1. Сазан (белорусский) — Сазан — I	0,00	>0,1	0,23	>0,1	2,48	<0,05	1,71	>0,1	0,74	>0,1
Сазан (белорусский) — сазан — II	0,79	>0,1	0,67	>0,1	5,53	<0,001	0,55	>0,1	1,61	>0,1
\bar{x} сазан — \bar{x} белорусские линии карпа	1,30	>0,1	1,16	>0,1	0,40	>0,1	0,91	>0,1	0,00	>0,1
\bar{x} сазан — \bar{x} зарубежные породы	0,28	>0,1	0,87	>0,1	2,45	<0,05	1,64	>0,1	0,47	>0,1
Вариант 2. Сазан (белорусский) — P-1	8,02	<0,001	8,01	<0,001	5,48	<0,001	3,68	<0,01	0,53	>0,1
Сазан (белорусский) — P-2	2,81	<0,05	2,81	>0,1	2,54	<0,05	0,86	>0,1	0,31	>0,1
Сазан (белорусский) — P-3	0,66	>0,1	0,66	>0,1	0,94	>0,1	3,16	<0,02	4,24	<0,01
Сазан (белорусский) — P-4	0,48	>0,1	0,48	>0,1	1,00	>0,1	0,58	>0,1	2,21	<0,1
Сазан (белорусский) — \bar{x} опытные группы сазана	3,61	<0,01	3,60	<0,01	1,87	>0,1	2,32	<0,05	2,23	<0,1
\bar{x} импортные породы карпа — \bar{x} опытные группы сазана	17,30	<0,001	17,14	<0,001	7,43	<0,001	20,84	<0,001	6,36	<0,001
\bar{x} белорусские линии карпа — \bar{x} опытные группы сазана	5,86	<0,001	13,45	<0,001	2,83	=0,02	24,40	<0,001	6,71	<0,001
\bar{x} импортные породы карпа — \bar{x} сазан белорусский	5,97	<0,001	5,81	<0,001	1,68	>0,1	7,37	<0,001	1,11	>0,1
\bar{x} белорусские линии карпа — \bar{x} сазан белорусский	2,69	<0,05	2,63	<0,05	0,61	>0,1	6,57	<0,001	0,59	>0,1



Таблица 3. Оценка статистической достоверности различий биохимического состава тела годовиков амурского сазана и карпа разной породной принадлежности
 Table 3. Evaluation of the statistical reliability of differences in the biochemical composition of the body of Amur carp and carp yearlings of different breeds

Сравниваемые группы	Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Вариант 1. Сазан (белорусский) — сазан — I	0,89	>0,1	0,89	>0,1	0,72	>0,1	0,05	>0,1	0,67	>0,1
Сазан (белорусский) — сазан — II	2,60	<0,05	5,52	<0,001	2,40	<0,05	0,42	>0,1	0,84	>0,1
\bar{x} сазан — \bar{x} белорусские линии карпа	0,84	>0,1	0,58	>0,1	4,36	<0,001	1,41	>0,1	0,47	>0,1
\bar{x} сазан — \bar{x} зарубежные породы	0,60	>0,1	0,70	>0,1	1,64	>0,1	1,50	>0,1	3,14	<0,01
Вариант 2. Сазан (белорусский) — P-1	4,27	<0,001	4,27	<0,001	1,97	<0,1	1,90	>0,1	2,14	<0,05
Сазан (белорусский) — P-2	0,45	>0,1	0,45	>0,1	3,74	<0,01	1,40	>0,1	0,21	>0,1
Сазан (белорусский) — P-3	0,03	>0,1	0,06	>0,1	2,21	<0,05	1,80	>0,1	0,53	>0,1
Сазан (белорусский) — P-4	3,60	<0,01	3,60	<0,01	5,58	<0,001	1,25	>0,1	4,57	<0,001
Сазан (белорусский) — \bar{x} опытные группы сазана	2,37	<0,05	0,90	>0,1	1,27	>0,1	1,00	>0,1	0,86	>0,1
\bar{x} импортные породы карпа — \bar{x} опытные группы сазана	9,06	<0,001	4,27	<0,001	5,80	<0,001	6,00	<0,001	1,07	>0,1
\bar{x} белорусские линии карпа — \bar{x} опытные группы сазана	1,99	<0,1	0,47	>0,1	1,25	>0,1	1,40	>0,1	0,73	>0,1
\bar{x} импортные породы карпа — \bar{x} сазан белорусский	6,07	<0,001	6,67	<0,001	4,02	<0,001	9,47	<0,001	0,50	>0,1
\bar{x} белорусские линии карпа — \bar{x} сазан белорусский	2,37	<0,05	2,77	<0,02	0,21	>0,1	0,13	>0,1	2,87	≈0,01



вещества у линий белорусской селекции не показал статистически значимых отклонений. Статистически значимые отклонения от сеголетков сазана из белорусской популяции по данному показателю во втором варианте установлены при сравнении с опытными группами сазана Р-1 и Р-2. Во всех вариантах сравнения среднего содержания сухого вещества коллекционного сазана из белорусской популяции и опытных групп, полученных с использованием генофонда из коллекционного стада ВНИИПРХ (Россия) с карпом разного происхождения установлены статистически значимые отклонения в сторону увеличения показателя у сазана. Статистически значимые отклонения содержания сухого вещества у годовиков по сравнению с сеголетками установлены у сазана из белорусской популяции и помесных групп Р-1 и Р-2.

Отклонения уровня содержания сухого вещества, минеральных веществ, жира и протеина у годовиков сазана опытных групп во втором варианте колебалось в широких пределах. Максимальная потеря сухого вещества у годовиков сазана отмечена у помеси сазана Р-1 (4,20 %), минимальная — у сазана Р-4 (0,28 %). Статистически значимые отклонения содержания сухого вещества установлены в большинстве вариантов сравнения годовиков и сеголетков, за исключением сазана Р-3 и сазана Р-4. Средняя величина отклонений содержания сухого вещества у годовиков по сравнению с сеголетками в первом и втором варианте опытных групп сазана статистически достоверна. Отклонения между остальными вариантами не значительны и статистически не достоверны.

Содержание влаги в теле рыбы — показатель обратно пропорциональный содержанию сухого вещества. Статистически значимые отклонения по содержанию влаги установлены в тех же вариантах сравнения, как и при сравнении содержания сухого вещества (табл. 4).

Изменчивость содержания влаги в теле сеголетков (первый вариант) различных групп амурского сазана незначительна. Лимит составляет 74,6–75,6 %, средний уровень содержания влаги 75,0 %. У годовиков произошло повышение содержания влаги, особенно у сазана из II группы (81,3 %). Установленные отклонения статистически достоверны. Несколько меньшее содержание влаги отмечено у годовиков сазана из белорусской популяции (76,4 %). В этом варианте сравнения отклонение статистически не достоверно. Увеличение содержания влаги у сазана в первом варианте в среднем составило 4,9 %, во втором 3,7 %. По сравнению с сазаном из белорусской популяции повышенной обводненностью отличались



Таблица 4. Содержание влаги (%) в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.)
Table 4. Moisture content (%) in the body of fingerlings (0+) and yearlings (1.)

Породная принадлежность	Количество проб сего-летки/годовики	0+		I.		d	Достоверность различий	
		$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %			t
Вариант 1								
Опытные помеси сазана: Сазан — I	30/30	74,6±0,87	3,7	78,5±1,60	6,4	5,2	2,14	<0,05
Сазан — II	30/30	75,6±0,32	3,4	81,3±0,85	3,3	7,5	6,28	<0,001
Сазан (белорусский) — III	30/30	74,9±0,98	4,1	76,4±1,71	7,1	2,0	0,76	>0,1
Итого:	90/90	75,0±0,51	3,7	78,7±0,80	5,6	4,9	3,90	<0,001
\bar{x} зарубежные породы F ₅	90/90	75,9±0,58	4,2	79,9±0,70	4,8	5,3	4,40	<0,001
\bar{x} линии белорусской селекции	90/90	75,2±0,54	3,2	77,8±1,01	5,8	3,5	2,27	<0,05
Вариант 2								
Сазан — б. (белорусский)	30/30	76,25±0,30	1,3	78,73±0,33	1,3	3,2	5,51	<0,001
Опытные помеси сазана: P-1	30/30	73,12±0,25	1,1	77,32±0,05	0,2	5,7	16,47	<0,001
P-2	30/30	74,91±0,37	1,6	78,17±1,20	4,8	4,3	2,59	<0,05
P-3	30/30	75,90±0,44	1,7	78,63±1,73	6,9	3,6	1,53	>0,1
P-4	30/30	76,50±0,43	1,4	76,78±0,43	1,8	0,4	0,46	>0,1
\bar{x} опытные группы сазана	120/120	75,11±0,10	1,5	77,92±0,80	3,4	3,7	3,49	<0,01
\bar{x} зарубежные породы	90/90	78,20±0,15	1,8	81,34±0,27	1,5	4,0	10,17	<0,001
\bar{x} линии белорусской селекции	90/90	77,11±0,11	1,6	77,54±0,27	1,9	0,6	1,48	>0,1



группы сазана, полученные в результате оплодотворения икры местных самок завезенными молоками. Для первого и второго вариантов различия между сеголетками и годовиками сазана статистически достоверны. Во втором варианте среди опытных помесей сазана минимальное содержание влаги отмечено у группы Р-1 (73,12 %), максимальное — у группы Р-4 (76,45 %). В теле годовиков содержание влаги выше, чем у сеголетков. Минимальное отклонение между годовиками и сеголетками по содержанию влаги отмечено в группе Р-4, хотя отмеченное отклонение статистически не достоверно. В опытных группах Р-1, Р-2 и сазана из белорусской популяции увеличение влажности за зимний период статистически достоверно. Средний уровень данного показателя для сеголетков составил 73,11 %, для годовиков 77,92 %. Уровень содержания влаги у сазана несколько ниже, чем у карпа, особенно по сравнению с коллекционными породами зарубежной селекции. Установленное отклонение в данном варианте сравнения статистически достоверно. Отклонения от линий белорусской селекции менее значительны и статистически не достоверны.

Содержание жира в теле рыбы характеризует энергетический обмен. Из трех опытных групп сазана (первый вариант) повышенным содержанием жира в теле сеголетков характеризовались группы, полученные от скрещивания с завезенными из России молоками, по сравнению с сазаном из белорусской популяции (7,4 и 6,5 % против 5,5 %) (табл. 5).

Установленные отклонения опытных помесей от сазана из белорусской популяции статистически достоверны. Однако снижение содержания жира за зимовку у опытных групп оказалось значительно выше, чем у сазана из белорусской популяции. Среднее содержание жира в теле годовиков амурского сазана составило 3,8 % (4,0 % — I группа, 3,1 % — II группа, 4,4 % у сазана из белорусской популяции).

Среди опытных групп сазана максимальный расход жира отмечен у II группы (52,3 %), минимальный — у сазана из белорусской популяции (20,0 %). Для двух опытных скрещиваний различия между годовиками и сеголетками статистически достоверны. Отклонения содержания жира у годовиков сазана в среднем статистически значительно выше, чем у коллекционных пород зарубежной селекции.

Содержание жира у сеголетков сазана из коллекционной белорусской популяции (второй вариант) оказалось ниже (5,04 %), чем у сазана из опытных групп Р-1 (7,33) и Р-2 (6,19 %). Указанные различия статистически достоверны.

Таблица 5. Содержание жира (%) в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.)
Table 5. Body fat content (%) of fingerlings (0+) and yearlings (1.)

Породная принадлежность	Количество проб сего-летки/годовики	0+		1.		d	Достоверность различий		
		$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %		%	t	P
Вариант 1									
Сазан — I	30/30	7,4±0,59	25,2	4,0±0,33	26,1	45,9	5,03	<0,001	
Сазан — II	30/30	6,5±0,57	27,7	3,1±0,30	30,6	52,3	5,28	<0,001	
Сазан (белорусский) — III	30/30	5,5±0,49	28,0	4,4±0,45	32,3	20,0	1,65	<0,1	
Итого:	90/90	6,5±0,32	27,0	3,8±0,21	29,7	41,5	7,05	<0,001	
\bar{x} зарубежные породы	90/90	6,7±0,38	31,3	2,7±0,14	28,9	59,7	9,88	<0,001	
\bar{x} линии белорусской селекции	90/90	8,0±0,52	29,1	4,4±0,30	30,8	45,0	5,19	<0,001	
Вариант 2									
Сазан — б. (белорусский)	30/30	5,04±0,31	19,6	3,48±0,22	20,2	30,2	4,10	<0,001	
Опытные помеси сазана:	30/30	7,33±0,28	11,9	3,95±0,09	7,5	46,1	11,65	<0,001	
P-1	30/30	6,19±0,33	16,9	2,65±0,53	3,6	57,2	10,72	<0,001	
P-2	30/30	4,58±0,38	25,0	2,88±1,86	17,6	34,2	4,10	<0,001	
P-3	30/30	5,74±0,34	18,9	4,47±0,48	24,6	16,0	2,15	<0,05	
P-4	30/30	5,64±0,10	19,6	3,74±0,14	11,9	33,7	11,17	<0,001	
\bar{x} опытные группы сазана	120/120	4,48±0,12	25,8	2,58±0,04	15,4	42,4	15,07	<0,001	
\bar{x} зарубежные породы	90/90	5,24±0,10	21,3	3,54±0,09	14	32,4	13,02	<0,001	
\bar{x} линии белорусской селекции	90/90	5,24±0,10	21,3	3,54±0,09	14	32,4	13,02	<0,001	



Среднее содержание жира у сазана статистически достоверно выше, чем у карпа белорусской и зарубежной селекции. Содержание жира в теле годовиков опытных помесей сазана в среднем составило 3,74 %, с колебаниями от 2,65 % (сазан Р-2) до 5,74 % (сазан Р-4). То есть в зимний период происходило значительное снижение содержания жира в теле годовиков. У сазана из коллекционной белорусской популяции эта величина составила 30,2 %. Повышенным расходом жира характеризовались помесные группы сазана 1 и 2 (46,8 и 57,2 %). Минимальным снижением содержания жира у годовиков по сравнению с сеголетками характеризовалась помесь сазана Р-4 (16,0 %). Во всех вариантах сравнения годовиков и сеголетков данного показателя опытных помесей с сазаном из белорусской популяции установлены статистически достоверные отклонения. У сазана из белорусской коллекционной популяции эта величина составила 3,48 %. Статистически значимые отклонения установлены при сравнении помесных групп сазана Р-2, сазана Р-3, сазана Р-4 с сазаном из коллекционной популяции. По содержанию жира в теле годовиков сазан из белорусской популяции и опытных групп отличался статистически значимыми преимуществами по сравнению со средним уровнем данного признака у коллекционных пород карпа зарубежной селекции. Отклонения от белорусских линий не значительны и статистически не достоверны.

Как правило, в зимний период содержание минеральных веществ увеличивается. Средний уровень содержания минеральных веществ у сеголетков опытных групп амурского сазана в первом варианте составил 2,8 %, у годовиков 3,0 % (табл. 6). Колебания этого показателя не значительны и отличия годовиков от сеголетков статистически не достоверны. Среднее содержание минеральных веществ у сазана во втором варианте составило 2,63 %. При сравнении содержания минеральных веществ у сазана из белорусской популяции с опытными группами сазана статистически значимые различия отмечены для варианта Р-3 в сторону увеличения показателя. Сравнение средних величин содержания минеральных веществ у опытных групп сазана и карпа разного происхождения указывает на статистически значимое увеличение данного показателя у сазана. У амурского сазана из белорусской популяции содержание минеральных веществ (зола) в теле годовиков составило 2,77 %, что ниже, чем у опытных помесей. Однако только в варианте сравнения опытной группы сазана Р-4 с сазаном из белорусской популяции установлены статистически значимые отклонения.



Таблица 6. Содержание минеральных веществ (%) в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) сазана и карпа
Table 6. Mineral content (%) in the body of fingerlings (0+) and yearlings (1.) amur carp and carp

Породная принадлежность	Количество проб сеголетки/ годовики	0+		1.		d	Достоверность различий	
		$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %		t	P
		Вариант 1						
Сазан — I	30/30	2,7±0,45	29,3	3,2±0,13	18,8	18,5	1,07	>0,1
Сазан — II	30/30	2,5±0,22	27,2	2,7±0,23	26,9	8,0	0,63	>0,1
Сазан (белорусский) — III	30/30	3,1±0,30	30,6	3,0±0,27	28,5	3,3	0,25	>0,1
Итого:	90/90	2,8±0,15	23,0	3,0±0,13	24,7	7,1	1,01	>0,1
\bar{x} зарубежные породы	90/90	2,8±0,12	24,2	3,1±0,17	30,6	10,7	1,44	>0,1
\bar{x} линии белорусской се- лекции	90/90	2,7±0,15	25,4	3,8±0,22	25,5	40,1	4,13	<0,001
Вариант 2								
Сазан — (белорусский)	30/30	2,51±0,05	6,4	2,77±0,05	5,2	9,4	3,71	<0,01
Опытные помеси сазана P-1	30/30	2,46±0,08	10,9	2,92±0,05	5,7	15,7	5,10	<0,001
P-2	30/30	2,53±0,04	4,6	2,83±0,12	13,3	10,6	1,71	>0,1
P-3	30/30	2,81±0,05	5,3	2,86±0,17	18,8	1,7	0,29	>0,1
P-4	30/30	2,70±0,07	6,5	3,09±0,05	5,1	26,6	4,80	<0,001
\bar{x} опытные группы сазана	120/120	2,63±0,02	6,8	2,89±0,14	15,2	9,1	2,32	<0,05
\bar{x} зарубежные породы	90/90	2,45±0,02	6,7	2,74±0,04	7,4	10,6	3,20	<0,01
\bar{x} линии белорусской се- лекции	90/90	2,48±0,01	6,1	3,00±0,06	10,4	17,3	8,60	<0,001



При сравнении средних показателей уровня содержания минеральных веществ сазана с карпом разного происхождения статистически значимые отклонения установлены лишь в варианте сравнения сазана с белорусскими линиями карпа. Отклонения содержания минеральных веществ опытных групп во втором варианте колебались от 1,7 % (сазан Р-3) до 15,7 % (сазан Р-1). Статистически значимые отклонения содержания минеральных веществ сазана из белорусской популяции от опытных помесей установлены при сравнении сазана Р-1 и сазана Р-4. Средний уровень содержания минеральных веществ (золы) у сазана близок к коллекционным породам карпа. Установленные отклонения в основном статистически достоверны, за исключением варианта сравнения сазана с коллекционными линиями белорусской селекции.

Среди сеголетков в первом варианте повышенным содержанием протеина отличалась группа из белорусской популяции (16,5 %), пониженное содержание белка установлено у сазана, полученного от скрещивания I (13,5 %), однако установленное отклонение статистически не достоверно (табл. 7).

Относительно повышенным расходом белка за зимовку характеризовался сазан из белорусской популяции (31,4 %), пониженным — сазан — II. Все установленные различия между годовиками и сеголетками по содержанию протеина в теле рыбы статистически не достоверны. Очевидно, прослеживается лишь тенденция к снижению содержания протеина у годовиков разной породной принадлежности. В среднем у сеголетков и годовиков сазана содержание протеина несколько ниже, чем у коллекционных пород карпа, но данные отклонения также статистически не достоверны.

Во втором варианте содержание протеина у сеголетков сазана в среднем составило 16,56 % с колебаниями от 13,06 (Р-4) до 17,09 % (Р-1). Статистически значимые отклонения от сазана из белорусской популяции от опытных помесных групп сазана и коллекционных пород карпа не значительны и статистически не достоверны.

Содержание протеина в теле годовиков во втором варианте снизилось за зимний период по сравнению с сеголетками. Колебания величин отклонений годовиков составили от 0,01 % у помеси сазана Р-2 до 10,0 % у сазана Р-4. У сазана из коллекционной популяции этот показатель составил 7,7 %. Отклонения годовиков от сеголетков опытных помесей и белорусского сазана в основном статистически достоверны, за исключением сазана Р-2.

Таблица 7. Содержание протеина (%) в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) сазана и карпа
Table 7. Protein content (%) in the body of fingerlings (0+) and yearlings (1.) amur carp and carp

Породная принадлежность	Количество проб сеголетки/ годовики	0+		1.		d, %	Достоверность различий	
		$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %		t	P
Вариант 1								
Сазан — I	30/30	13,5±1,06	21,9	14,2±1,41	31,4	7,2	0,40	>0,1
Сазан — II	30/30	15,5±1,14	23,3	15,0±0,78	16,4	3,2	0,36	>0,1
Сазан (белорусский) — III	30/30	16,5±1,40	26,8	14,3±1,45	32,1	13,3	1,09	>0,1
Итого сазан:	90/90	15,7±0,69	24,0	14,5±0,70	26,6	7,6	1,22	>0,1
\bar{x} зарубежные породы	90/90	14,8±0,71	26,3	13,3±0,48	19,7	10,1	1,75	≈0,1
\bar{x} линии белорусской селекции	90/90	13,7±0,77	25,0	13,0±0,71	24,6	5,1	0,68	>0,1
Вариант 2								
Сазан –б. (белорусский)	30/30	16,20±0,15	3,0	14,95±0,37	7,9	7,7	3,12	<0,01
Опытные помеси сазана:	30/30	17,09±0,19	3,6	15,71±0,12	2,3	8,1	6,27	<0,001
P-1								
P-2	30/30	16,37±0,13	2,4	16,35±0,93	17,9	0,1	0,02	
P-3	30/30	16,71±0,06	1,1	15,75±0,25	5,0	5,7	3,63	<0,01
P-4	30/30	16,06±0,19	2,9	14,45±0,15	3,2	10,0	6,71	<0,001
\bar{x} опытные группы сазана	120/120	16,56±0,04	2,5	15,44±0,30	7,1	6,8	3,70	<0,01
\bar{x} зарубежные породы	90/90	14,88±0,07	4,5	13,34±0,19	6,3	10,3	7,70	<0,001
\bar{x} линии белорусской селекции	90/90	15,18±0,04	2,7	14,89±0,25	9,3	1,9	1,16	>0,1



По содержанию протеина сазан из белорусской популяции уступал опытным помесным группам сазана Р-2, сазана Р-3, сазана Р-3 (14,95 % против 15,71; 16,35; 15,75 %), а по сравнению с четвертой опытной помесью сазана обладал некоторыми преимуществами (14,95 % против 14,45 %). Несмотря на наблюдаемые отклонения по содержанию протеина в теле годовиков статистически значимые величины установлены лишь в двух вариантах сравнения.

Существенные различия по биохимическому составу тела между годовиками и сеголетками наблюдались в первом варианте опытного выращивания помесных групп амурского сазана. Средняя величина потери сухого вещества и жира у помесных групп оказалась несколько выше, чем у сазана из белорусской популяции (6,7 % против 19,3 % — сухого вещества и 20,0 % против 49,1 % — жира). Изменения содержания минеральных веществ (зола) и протеина у сазана из белорусской популяции выше, чем у помесных групп (25,9 % против 14,7 % — минеральные вещества и 13,3 % против 4,7 % — протеина). У помесных групп расход жира оказался выше, чем у сазана из белорусской популяции, а изменение содержания минеральных веществ и протеина наоборот ниже, чем у сазана из белорусской популяции. В целом соотношение показателей снижения содержания сухого вещества, жира, минеральных веществ и протеина во втором варианте варьируется не значительно.

Биохимические показатели первого варианта опытных групп сазана характеризовались в основном повышенным уровнем изменчивости с коэффициентом вариации 20–30 %. Во втором варианте варибельность биохимического состава тела значительно ниже. Некоторые биохимические показатели состава тела сеголетков и годовиков помесных опытных групп сазана характеризовались низкой степенью изменчивости (содержание сухого вещества у сеголетков и влаги у сеголетков и годовиков) с коэффициентами вариации (C_v) менее 10 %, за исключением содержания жира и минеральных веществ, которые, судя по величине коэффициентов вариации, особенно в первом варианте опыта, характеризуются повышенным уровнем изменчивости.

Выводы

1. Сеголетки опытных помесных групп сазана, полученных в результате оплодотворения икры местных самок завезенными молоками, по средним показателям биохимического состава тела в первом и втором вариантах не значительно отличались по сравнению с сазаном из бело-



русской популяции. Отклонения в сторону увеличения содержания сухого вещества, жира и протеина, выявленные у опытных групп сазана при их сравнении с коллекционными породами карпа зарубежной селекции, также статистически не значимы.

2. У годовиков опытных помесей сазана в условиях совместной зимовки проявляется тенденция к увеличению содержания сухого вещества, жира, протеина, минеральных веществ по сравнению с коллекционным амурским сазаном из белорусской популяции (второй вариант). Установлено увеличение показателей у опытных групп сазана по сравнению с адаптированными коллекционными породами зарубежной селекции с уровнем достоверности 0,001, а отклонения от коллекционных линий белорусской селекции не значительны и статистически не значимы.

3. За период зимовки наблюдалась различная динамика изменения средних показателей состава тела у годовиков амурского сазана и карпа по сравнению с сеголетками. Сазан из белорусской популяции характеризовался пониженной потерей жира по сравнению с опытными группами сазана в обоих вариантах скрещиваний и с коллекционными линиями зарубежной селекции с уровнем достоверности 0,001. Потеря протеина в теле годовиков опытных групп сазана оказалась несколько ниже, чем у сазана из коллекционного стада и ниже, чем у пород карпа зарубежной селекции с уровнем достоверности 0,001. По данным показателей сазан уступал коллекционным породам белорусской селекции. По потере сухого вещества годовики сазана занимают промежуточное положение в сравнении с карпами белорусской и зарубежной селекции. Статистически значимых отличий средних значений данного признака опытных групп сазана в сравнении со средней величиной содержания сухого вещества у карпа коллекционных пород не установлено.

Список использованных источников

1. Кирпичников, В.С. Генетические основы селекции рыб / В.С. Кирпичников. — Л. Наука, 1979. — 391 с.
2. Кирпичников, В.С. Гибридизация европейского карпа с амурским сазаном : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биол. наук / В.С. Кирпичников. — Л. 1967. — 64 с.
3. Кончиц, В.В. Оценка гетерозисного эффекта у межлинейных, межпородных и межвидовых кроссов карпа и использование их для повышения эффективности рыбоводства : монография / В.В. Кончиц, М.В. Книга // Мн.: Тонпик, 2006. — 222 с.



4. Elliot, J.M. The Energetics of Feeding, Metabolism and Growth of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in Relation to Body Weight, Water Temperature and Ration Size // *J. Animal ecology*, 1976. — vol. 10. — no 1. — pp. 273–289.
5. Hoar, W. S., Randall D.J. *Fish physiology*, N-Y: Acad. press, 1972. vol. 5. — 482 p.
6. Краюшкина, Л.С. Обмен веществ и биохимия рыб. / Л.С. Краюшкина. — М.: Наука, 1987. — С. 65–73.
7. Чутаева, А.И. Оценка гетерозисного эффекта и устойчивости к заболеванию ВПП гибридов селекционируемых отводок карпа с амурским сазаном / А.И. Чутаева, Г.А. Прохорчик, М.В. Книга и др. // *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси ААНРБ. БелНИИрыбпроект*. — Мн., 2000. — № 16 — С. 43–56.
8. Книга, М.В. Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей амурского сазана первого и пятого поколений / М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Семёнов, В.В. Шумак // *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр.* — Минск, 2007. — Вып. 23. — С. 281–287.
9. Таразевич, Е.В. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / Е.В. Таразевич, М.В. Книга, А.П. Семенов, В.Б. Сазанов, Л.С. Дударенко, А.П. Ус // *Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси*. — Минск, 2006. — С. 6–20.
10. Методика выполнения измерений с использованием анализаторов сельскохозяйственных и пищевых продуктов FoodScan, FoodScan 2 Lab, FoodScan 2 Lab TS, FoodScan 2Pro. // *FSS Analytical A/S, Фосс Алле 1, DK-3400 Хиллерёд, Дания*. — 2019. — 18 с.
11. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. — Минск: Высшая школа, 1973. — С. 24–53.

Reference

1. Kirpichnikov V.S. *Geneticheskie osnovy seleksii ryb* [Genetic bases of fish selection]. Leningrad: Nauka Publ., 1979, 391 p. (in Russian).
2. Kirpichnikov, V.S. *Gibridizatsiya evropeiskogo karpa s amurskim sazanom : avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni doktora biol. nauk* [Hybridization European carp with the Amur carp : abstract of dissertation for the degree of doctor of Biol. Sciences]. Leningrad, 1967, 64 p. (in Russian).
3. Konchits V.V., Книга М.В. *Otsenka geteroziznogo ehffekta u mezhlineinykh, mezhporodnykh i mezhhvidovykh krossov karpa i ispol'zovanie ikh dlya povysheniya ehffektivnosti rybovodstva: monogr.* [Assessment of the heterotic effect in interline, interbreed and interspecific carp crosses and their use to improve the efficiency of fish farming: monograph]. Minsk: ODO Tonpik Publ., 2006, 222 p. (in Russian).
4. Elliot, J.M. The Energetics of Feeding, Metabolism and Growth of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in Relation to Body Weight, Water Temperature and Ration Size. *J. Animal ecology*, 1976, vol. 10, no. 1, pp. 273–289.
5. Hoar, W. S., Randall D.J. *Fish physiology*, N-Y: Acad.press, 1972. vol. 5, 482 p.



6. Krayushkina L.S. Obmen veshchestv i biokhimiya ryb [The Metabolism and biochemistry of fish]. Moscow : Nauka Publ., 1987, pp. 65–73 (in Russian).
7. Chutaeva A.I., Prokhorchik G.A., Kniga M.V. i dr. Otsenka geterozisnogo effekta i ustoichivosti k zabolevaniyu VPP gibridov selektsioniruemykh otvodok karpa s amurskim sazanom [Estimation of heterosis effect and resistance to disease of inflammation of the swim bladder for hybrids breeding strains of carp, Amur carp]. Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi AANRB. BelNIIRybproekt [Problems of fisheries Belarus ANRB. BelNIIRybproekt]. Minsk, 2000, no. 16, pp. 43–56 (in Russian).
8. Kniga, M.V., Tarazevich E.V., Semenov A.P., Shumak V.V. Sravnitel'naya kharakteristika rybokhozyaistvennykh pokazatelei amurskogo sazana pervogo i pyatogo pokolenii [Comparative characteristics of fishery indicators of the Amur carp of the first and fifth generations]. Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi. Sb. nauch. tr. [Fishery issues in Belarus. Collection of scientific papers]. Minsk, 2007, Vol. 23, pp. 281–287 (in Russian).
9. Tarazevich, E.V., Kniga M.V., Semenov A.P., Sazanov V.B., Dudarenko L.S., Us A.P. Tekhnologicheskaya instruktsiya po razvedeniyu plemennogo karpa belorusskoi selektsii [Technological instruction for breeding pedigree carp of Belarusian selection]. Sbornik nauchno-tekhnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture in Belarus.], Minsk, 2006, pp. 6–20 (in Russian).
10. Metodika vypolneniya izmerenii s ispol'zovaniem analizatorov sel'skokhozyaistvennykh i pishchevykh produktov FoodScan, FoodScan 2 Lab, FoodScan 2 Lab TS, FoodScan 2Pro. [Methodology of measurements using analyzers of agricultural and food products FoodScan, FoodScan 2 Lab, FoodScan 2 Lab TS, FoodScan 2Pro]. FSS Analytical A/S, Foss Alley 1, DK-3400 Hillered, Denmark, 2019, 18 p. (in Russian).
11. Rokitskii, P.F. Biologicheskaya statistika [Biological statistics]. Minsk: Vyshehishaya shkola, 1973, pp. 24–53 (in Russian).

Сведения об авторах

Сергеева Татьяна Александровна — заведующий лабораторией селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

Савичева Екатерина Андреевна — магистр, младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: kiz_katya@rambler.ru

Книга Мария Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук



- Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Войтюк Татьяна Федоровна* — ведущий специалист лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Крук Анастасия Юрьевна* — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastilyu2310@gmail.com
- Кралько Сергей Владимирович* — инженер селекционно-племенного участка «Изобелино» (Республика Беларусь, Минская область, Молодечненский район, д. Изабелино). E-mail: izobelino_fish@tut.by
- Орлов Иван Анатольевич* — научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Красовский Станислав Александрович* — младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Вишневская Ольга Николаевна* — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by
- Таразевич Елена Васильевна* — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (пр-т Независимости, 99, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pererabotka.kafedra@mail.ru

Information about the authors

- Sergeeva Tatiana A.* — Head laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by
- Savicheva Ekaterina A.* — Master, Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: kiz_katya@rambler.ru
- Kniga Maria V.* — Ph.D. (Agricultural), leading employee of Breeding and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by



- Voytyuk Tatyana F.* — Leading Specialist of the Laboratory of Selection and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Kruk Anastasiya Yu.* — Junior Researcher, Laboratory of Selection and Breeding Work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com
- Kralko Sergey V.* — Engineer of the selection and breeding area “Isobelino” (Republic of Belarus, Minsk region, Molodechno district, Isobelino village). E-mail: izobelino_fish@tut.by
- Orlov Ivan A.* — Researcher, Laboratory of Selection and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Krasovskij Stanislav A.* — Junior Researcher, Laboratory of Selection and Breeding Work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Vishneuskaya Olga N.* — Ph.D. (Agricultural), senior researcher of Selection and Breeding work, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). Email: belniirh@tut.by E-mail: belaboka@internet.ru
- Tarazevich Elena. V.* — D.Sc. (Agricultural), Associate Professor, Belarusian State Agrarian Technical University (Nesavisimosti av., 99, Minsk, Belarus). E-mail: pererabotka.kafedra@mail.ru