



Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: a.tsar@igc.by

*Maria S. Parfenchyk* – Ph.D. (Biology), Lead Researcher Head of the Laboratory of Applied Genomics, Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: m.parfenchyk@igc.by.

*Viachaslau N. Kipen* – Ph.D. (Biology), Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Applied Genomics, Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: V.Kipen@igc.by

*Valentina A. Lemesh* – Ph.D. (Biology), Assistant Professor, Head of the Laboratory of Applied Genomics, Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: v.lemesh@igc.by

УДК 639.215.3.032

Поступила в редакцию 04.11.2024  
Received 04.11.2024

**О. Н. Вишневская<sup>1</sup>, М. В. Книга<sup>1</sup>, А. Ю. Крук<sup>1</sup>, Т. А. Сергеева<sup>2</sup>,  
И. А. Орлов<sup>1</sup>, Д. А. Жмойдяк<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз», Минск, Республика Беларусь*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ СЕГОЛЕТКОВ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ И КРОССОВ КАРПА**

**Аннотация.** Физиологическое состояние младших ремонтных групп коллекционных пород карпа и двухпородных кроссов оценивали с помощью биохимического исследования сыворотки крови по основным показателям: содержание общего белка, глюкозы, холестерина. Установлены чистые линии и кроссы, у сеголетков которых отмечено повышенное содержание общего белка, глюкозы и холестерина. Проведено сравнение содержания общего белка, глюкозы, холестерина у реципрокных кроссов и установлены комбинации скрещиваний, обладающие преимуществами. Повышенными физиолого-биохимическими параметрами по сумме трех рассмотренных показателей характеризовался кросс югославский карп × отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая. В целом группа реципрок-



ных комбинаций югославского карпа с отводкой смесь чешуйчатая обладала преимуществами по рассмотренным признакам по сравнению с группами кроссов, образованных немецким карпом с отводками три прим и смесь чешуйчатая и группой кроссов, образованных отводкой смесь чешуйчатая с немецким карпом.

**Ключевые слова:** карп, порода, линия, кросс, сеголеток, сыворотка крови, общий белок, холестерин, глюкоза

**Olga N. Vishneuskaya<sup>1</sup>, Maria V. Kniga<sup>1</sup>, Anastasiya Yu. Kruk<sup>1</sup>,  
Tatiana A. Sergeeva<sup>2</sup>, Ivan A. Orlov<sup>1</sup>, Daria A. Zhmoydyak<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries "Belvodkhoz",  
Minsk, Republic of Belarus*

## **CHARACTERISTICS OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD SERUM OF FINGERLINGS OF COLLECTION LINES AND CROSSES OF CARP**

**Abstract.** The physiological state of junior replacement groups of collection breeds of carp and two-breed crosses was assessed using a biochemical study of blood serum for the main indicators: the content of total protein, glucose, cholesterol. Pure lines and crosses were established, in yearlings of which an increased content of total protein, glucose and cholesterol was noted. A comparison of the content of total protein, glucose, cholesterol in reciprocal crosses was carried out and crossbreeding combinations with advantages were established. The cross Yugoslav carp × Izobelin carp offshoot, scaly mixture, was characterized by increased physiological and biochemical parameters for the sum of the three considered indicators. In general, the group of reciprocal combinations of Yugoslav carp with the scaly mixture layer had advantages in the considered characteristics compared to the groups of crosses formed by German carp with the layers of Tri Prim and the scaly mixture and the group of crosses formed by the layer of the scaly mixture with German carp.

**Keywords:** carp, breed, line, cross, yearling, blood serum, total protein, cholesterol, glucose

**Введение.** Основным определяющим фактором развития аквакультуры является селекционно-генетическое улучшение и совершенствование объектов разведения, создание новых пород, типов,



линий, кроссов, приспособленных к определенным условиям обитания и интенсивной технологии эксплуатации. Адаптация животных, в том числе и рыб, происходит на всех уровнях биологической организации, поэтому объектами физиолого-биохимических исследований являются биохимические (молекулярные) механизмы адаптации рыб на клеточном, организменном и надорганизменном уровнях к абиотическим и биотическим факторам водной среды [1, 2, 3].

Основные белки сыворотки крови — альбумины и глобулины — играют важную роль в поддержании коллоидно-осмотического давления крови, регулирующего содержание воды в плазме. Они придают вязкость плазме, имеющую значение для сохранения артериального давления. Белки крови могут служить источником аминокислот для синтеза белков других тканей, особенно в период голодания и созревания половых продуктов рыб. С их помощью переносятся к тканям такие вещества как липиды, некоторые гормоны, катионы и анионы [2]. Норма биологических показателей с возрастом меняется, зависит от погоды, сезона, особенностей технологического процесса [3, 4].

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 [3]. Нарушения обмена веществ являются одним из основных факторов, препятствующих реализации генетического потенциала животных.

Следовательно, для оценки коллекционного материала и опытных кроссов на первом году выращивания проводили физиолого-биохимические исследования, которые позволяют объективно оценить состояние организма сеголетков перед зимовкой, а также установить кроссы, обладающие преимуществами по отдельным физиолого-биохимическим показателям.

Поскольку физиолого-биохимические показатели сыворотки крови отражают физиологическое состояние рыбы, представляется важным оценить качество племенного материала с точки зрения соответствия их оптимальным значениям.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований служили сеголетки коллекционных линий белорусской и зарубежной селекции, а также двухпородные кроссы, которых выращи-



вали в однотипных прудах СПУ «Изобелино» одновременно, т. е. в одинаковых условиях.

Техника постановки и проведения экспериментов, опытов базировалась на использовании общепринятых методов, разработанных и рекомендованных РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», «Всероссийским научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства» [5, 6].

Физиологическое состояние младших ремонтных групп племенных линий и кроссов 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 [7].

Объем выборки по каждой исследованной группе составил по 10 экз. Поскольку для исследования физиологических показателей использовали рыб модального по массе тела класса, средняя масса сеголетков, отобранных для исследований, незначительно отличалась от средней массы сеголетков, выловленных из пруда.

Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [8].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Ведущая роль в адаптациях к условиям среды 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 [4].

Содержание общего белка в сыворотке крови чистых коллекционных линий колебалось от 23,06 до 30,33 г/л (табл. 1). Повышенным содержанием общего белка характеризовалась чешуйчатая линия лахвинского карпа, пониженным – отводка изобелинского карпа – смесь чешуйчатая. Существенные, статистически значимые отклонения установлены при сравнении зеркальной и чешуйчатой линий лахвинского карпа, причем чешуйчатая линия отличалась повышенным содержанием общего белка по сравнению с зеркальной (табл. 2).



Таблица 1. Физиолого-биохимические показатели крови сеготелков разной породной принадлежности  
 Table 1. Physiological and biochemical parameters of blood of yearlings of different breeds

Породная принадлежность	Содержание протеина, г/л		Содержание глюкозы, ммоль/л		Содержание холестерина, ммоль/л	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv
Коллекционные чистопородные группы						
Три прим	25,05±1,47	25,6	7,04±0,47	29,3	3,03±0,15	22,0
Смесь чешуйчатая	23,06±0,90	7,8	9,64±0,78	16,2	1,81±0,07	7,7
$\bar{x}$ Изабелинский карп	24,06±0,84	16,7	8,34±0,40	22,8	2,42±0,08	14,9
Лавинский чешуйчатый	30,33±1,10	14,1	5,00±0,30	22,9	2,73±0,16	21,7
Лавинский зеркальный	26,01±0,85	12,2	4,85±0,45	34,8	2,09±0,11	20,4
$\bar{x}$ Лавинский карп	28,17±0,69	13,2	4,93±0,26	28,9	2,41±0,09	21,1
$\bar{x}$ Линии белорусской селекции	26,12±0,54	15,0	6,64±0,24	25,9	2,42±0,06	18,0
Немецкий	27,46±1,31	13,5	6,61±0,64	30,8	3,56±0,19	14,7
Югославский	23,84±0,81	16,7	5,19±0,35	32,7	2,32±0,07	15,5
$\bar{x}$ Зарубежные породы	26,36±0,67	17,5	5,13±0,35	31,7	2,68±0,07	17,9
Кроссы						
Три прим × Югославский	38,45±2,50	9,1	3,00±0,16	7,4	2,98±0,32	15,2
Югославский × Три прим	21,82±1,13	20,0	6,03±0,45	23,0	2,21±0,23	20,9
$\bar{x}$	30,14±1,07	14,6	4,52±0,17	15,2	2,60±0,11	18,1
Три прим × Немецкий	31,98±2,45	15,3	4,07±0,56	27,4	3,43±0,54	31,3
Немецкий × Три прим	26,62±2,21	30,0	4,72±0,27	20,7	1,82±0,1	32,9
$\bar{x}$	29,30±1,61	28,7	4,40±0,26	24,1	2,63±0,20	32,1
Югославский × Смесь чешуйчатая	33,59±4,82	20,3	5,04±0,58	16,2	4,20±0,30	22,4
Смесь чешуйчатая × Югославский	23,69±0,70	11,4	10,09±0,32	12,2	2,86±0,21	27,7
$\bar{x}$	28,64±1,10	15,9	7,56±0,26	14,2	3,53±0,21	25,1
Немецкий × Смесь чешуйчатая	23,76±1,62	26,5	5,37±0,30	21,4	2,76±0,14	19,1
Смесь чешуйчатая × Немецкий	27,97±0,95	13,2	4,30±0,36	32,2	2,69±0,21	30,7
$\bar{x}$	25,87±0,94	19,9	4,84±0,24	26,8	2,73±0,12	24,9
$\bar{x}$ Все кроссы	28,49±0,94	18,3	5,33±0,12	20,1	2,87±0,06	18,8



Таблица 2. Отклонения физиолого-биохимических показателей сеголетков коллекционных групп карпа

Table 2. Deviations in physiological and biochemical parameters of yearlings of collection groups of carp

Сравниваемые группы	Содержание протеина, г/л		Содержание глюкозы, ммоль/л пониженным		Содержание холестерина, ммоль/л	
	t	P	t	P	t	P
Три прим – смесь чешуйчатая	1,15	>0,1	2,86	<0,02	7,37	<0,001
Лахвинский чешуйчатый – лахвинский зеркальный	3,11	<0,02	0,28	>0,1	3,30	<0,01
$\bar{x}$ Изобелинский карп – $\bar{x}$ Лахвинский карп	3,78	<0,01	7,15	<0,001	0,08	>0,1
$\bar{x}$ Изобелинский карп – немецкий	2,18	<0,1	1,17	>0,1	5,53	<0,001
$\bar{x}$ Изобелинский карп – югославский	0,19	>0,1	5,93	<0,001	0,94	>0,1
$\bar{x}$ Изобелинский карп – $\bar{x}$ зарубежные породы	2,14	<0,1	6,04	<0,001	2,45	<0,05
$\bar{x}$ Лахвинский карп – немецкий	0,48	>0,1	1,16	>0,1	5,47	<0,001
$\bar{x}$ Лахвинский карп – югославский	4,07	<0,01	0,60	>0,1	0,79	>0,1
$\bar{x}$ Лахвинский карп – $\bar{x}$ зарубежные породы	1,88	>0,1	0,46	>0,1	2,37	<0,05
$\bar{x}$ Зарубежные породы – $\bar{x}$ Линии белорусской селекции	0,28	>0,1	3,56	<0,01	2,82	<0,02

Статистически значимые преимущества чешуйчатой линии лахвинского карпа установлены при сравнении его с югославским карпом, а также при сравнении средних показателей лахвинского и изобелинского карпа. Остальные варианты сравнения содержания протеина в сыворотке крови у чистопородных групп не выявили значительных отклонений, то есть изменчивость данного показателя не значительна. Среднее содержание протеина у коллекционных линий белорусской и зарубежной селекции близко по величине, а отклонение между ними статистически недостоверно.

Одним из важнейших компонентов внутренней среды позвоночных является **глюкоза**, которая потребляется организмом непосредственно или откладывается в органах и тканях (главным образом – в печени) про запас в виде гликогена. В отличие от



высших позвоночных животных у рыб не обнаруживается строго постоянства содержания глюкозы 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 осеннее-зимний период. Это, видимо, связано со снижением интенсивности обмена веществ в зимний период жизни 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. [11, 12].

Среди чистопородных коллекционных групп повышенным содержанием глюкозы в сыворотке крови отличалась отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая, пониженным — зеркальная линия лахвинского карпа, колебания составили от 4,85 до 9,64 ммоль/л. Статистически значимые отклонения в сторону увеличения содержания глюкозы установлены для отводки изобелинского карпа смесь чешуйчатая при сравнении ее с отводкой три прим. Среднее содержание глюкозы в сыворотке крови сеголетков изобелинского карпа оказалось статистически значимо выше, чем у линий лахвинского карпа и в целом зарубежных пород. Также установлено статистически значимое преимущество коллекционных линий белорусской селекции по сравнению с зарубежными коллекционными линиями, выращенными одновременно, в одинаковых условиях.

Ряд исследований посвящен выявлению роли липидов в тканевом обмене и функционировании клеточных мембран [13, 14, 15]. 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]. Достаточным считают уровень содержания холестерина в сыворотке крови 3,04–4,85 ммоль/л, следовательно, у изученных сеголетков уровень холестерина в сыворотке крови в основном ниже рекомендованных величин. Лимит колебаний данного показателя у сеголетков коллекционных линий составил от 1,81 (отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая) до 3,56 ммоль/л (немецкий карп). Статистически значимые преимущества уста-



новлены при сравнении отводок изобелинского карпа смесь чешуйчатая и три прим, с преимуществом отводки три прим. Также статистически значимым повышенным содержанием холестерина характеризовались сеголетки чешуйчатой линии лахвинского карпа по сравнению с зеркальной линией. Средние показатели изобелинского и лахвинского карпа уступали немецкому карпу, а также среднему содержанию холестерина у коллекционных пород зарубежной селекции.

Рассмотренные физиолого-биохимические показатели характеризовались в основном средним и высоким уровнем изменчивости.

Среднее содержание общего белка в сыворотке крови сеголетков двухпородных кроссов составило 28,49 мг/л, повышенной величиной данного показателя характеризовались кроссы три прим × югославский (38,45 мг/л), югославский × смесь чешуйчатая (33,59 мг/л), три прим × немецкий (31,98 мг/л), пониженной югославский × три прим (21,82 мг/л) и немецкий × смесь чешуйчатая (23,76 мг/л) (табл. 1). Статистически значимые отклонения в сторону увеличения установлены для кроссов три прим × югославский и югославский × смесь чешуйчатая, а в сторону снижения — для кроссов югославский × три прим и смесь чешуйчатая × югославский (табл. 3). Остальные комбинации скрещиваний незначительно и статистически недостоверно отклонялись от среднего уровня данного показателя. Также не установлено статистически значимых отклонений средних показателей групп кроссов, образованных реципрокными сочетаниями от общей средней величины данного показателя.

Повышенным содержанием глюкозы в сыворотке крови сеголетков кроссов, по сравнению со средней величиной (5,33 ммоль/л), отличались комбинации смесь чешуйчатая × югославский (10,09 ммоль/л), югославский × три прим (6,03 ммоль/л), немецкий × смесь чешуйчатая (5,37 ммоль/л), пониженным — три прим × югославский (3,00 ммоль/л). Статистически значимое отклонение от среднего значения содержания глюкозы в сыворотке крови сеголетков установлено только для комбинации смесь чешуйчатая × югославский, в сторону снижения — для комбинаций три прим × югославский и смесь чешуйчатая × немецкий. В среднем группа реципрокных кроссов югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая статистически достоверно характеризовалась повышенным содержанием глюкозы.



**Таблица 3. Оценка статистической достоверности отклонений физиологических показателей сеголетков каждого опытного кросса от средних показателей всех кроссов**

**Table 3. Evaluation of statistical reliability of deviations of physiological parameters of yearlings of each experimental cross from the average parameters of all crosses**

Сравнение кросс – $\bar{X}$ все кроссы	Содержание протеина, г/л		Содержание глю- козы, ммоль/л пониженным		Содержание холестерина, ммоль/л	
	t	P	t	P	t	P
Три прим $\times$ югославский	3,73	<0,01	11,65	<0,001	0,34	>0,1
Югославский $\times$ три прим	4,54	<0,01	1,50	>0,1	2,79	<0,02
Три прим $\times$ немецкий	1,33	>0,1	2,20	<0,1	1,03	>0,1
Немецкий $\times$ три прим	0,78	>0,1	2,06	<0,1	9,00	<0,001
Югославский $\times$ смесь чешуйчатая	1,04	>0,1	0,49	>0,1	4,47	<0,01
Смесь чешуйчатая $\times$ югославский	4,10	<0,01	13,93	<0,001	0,05	>0,1
Немецкий $\times$ Смесь чешуйчатая	2,53	<0,05	0,12	>0,1	0,72	>0,1
Смесь чешуйчатая $\times$ немецкий	0,39	>0,1	2,71	<0,05	0,82	>0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с югославским карпом	1,16	>0,1	3,89	<0,01	2,15	<0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с немецким карпом	0,43	>0,1	3,25	<0,01	1,15	>0,1
$\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с югославским карпом	0,10	>0,1	7,79	<0,001	3,02	<0,02
$\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с немецким карпом	1,97	<0,1	1,83	>0,1	1,04	>0,1

Повышенным содержанием холестерина в сыворотке крови сеголетков кроссов по сравнению со средним значением характеризовались сочетания югославский  $\times$  смесь чешуйчатая (4,20 ммоль/л) и три прим  $\times$  немецкий (3,43 ммоль/л), пониженным – немецкий  $\times$  три прим (1,86 ммоль/л) и югославский  $\times$  три прим (2,21 ммоль/л). В целом вариабельность данного показателя невысока, статистически значимые отклонения установлены для названных кроссов с повышенным и сниженным содержанием холестерина. Для группы реципрокных сочетаний югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая установлены статистически значимые отклонения в сторону увеличения от общей средней величины данного показателя.



Представляется важным сравнить физиолого-биохимические показатели кроссов с их родительскими формами (табл. 4).

**Таблица 4. Оценка статистической достоверности отклонений физиологических показателей сеголетков кроссов от родительских пород и линий**

**Table 4. Evaluation of statistical reliability of deviations in physiological parameters of yearlings of crosses from parent breeds and lines**

Сравниваемые группы	Содержание протеина, г/л		Содержание глюкозы, ммоль/л пониженным		Содержание холестерина, ммоль/л	
	t	P	t	P	t	P
Отклонения от материнского компонента скрещиваний						
Три прим × югославский	4,62	<0,001	8,14	<0,001	0,14	>0,1
Югославский × три прим	1,45	>0,1	1,47	>0,1	0,46	>0,1
Три прим × немецкий	2,43	<0,05	4,06	<0,01	0,71	>0,1
Немецкий × три прим	0,33	>0,1	1,31	>0,1	8,10	<0,001
Югославский × смесь чешуйчатая	1,99	<0,1	0,22	>0,1	2,83	<0,02
Смесь чешуйчатая × югославский	0,55	>0,1	0,53	>0,1	4,74	<0,001
Немецкий × смесь чешуйчатая	1,79	>0,1	0,85	>0,1	3,39	<0,01
Смесь чешуйчатая × немецкий	3,75	<0,01	6,22	<0,001	3,98	<0,01
Отклонение от отцовского компонента скрещиваний						
Три прим × югославский	5,56	<0,001	5,69	<0,001	2,01	<0,1
Югославский × три прим	1,74	>0,1	1,55	>0,1	2,97	<0,02
Три прим × немецкий	1,63	>0,1	1,66	>0,1	0,23	>0,1
Немецкий × три прим	0,59	>0,1	4,28	<0,01	6,71	<0,001
Югославский × смесь чешуйчатая	2,15	<0,1	4,73	<0,001	3,60	<0,01
Смесь чешуйчатая × югославский	0,14	>0,1	10,33	<0,001	2,44	<0,05
Немецкий × смесь чешуйчатая	0,38	>0,1	5,11	<0,001	6,07	<0,001
Смесь чешуйчатая × немецкий	0,32	>0,1	1,58	>0,1	3,07	<0,02

По содержанию общего белка в сыворотке крови сеголетков установлены статистически достоверные отклонения двух комбинаций скрещиваний (три прим × югославский и три прим × немец-



кий) от материнской родительской формы (в сторону увеличения показателя). Кросс три прим  $\times$  югославский также статистически значимо обладал преимуществом по сравнению с югославским карпом (отцовский компонент скрещиваний). Содержание протеина у сеголетков остальных кроссов отклонялось незначительно и статистически недостоверно от своих родительских форм.

Статистически значимые отклонения в сторону снижения содержания глюкозы от материнской родительской формы отмечено для кроссов три прим  $\times$  югославский, три прим  $\times$  немецкий, смесь чешуйчатая  $\times$  немецкий. Кроссы три прим  $\times$  югославский, немецкий  $\times$  три прим, югославский  $\times$  смесь чешуйчатая, немецкий  $\times$  смесь чешуйчатая статистически значимо уступали отцовскому компоненту скрещиваний по содержанию глюкозы в сыворотке крови сеголетков. Только один кросс смесь чешуйчатая  $\times$  югославский статистически достоверно характеризовался повышенным содержанием глюкозы по сравнению с отцовским компонентом скрещиваний.

Реципрокные сочетания югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая отличались повышенным содержанием холестерина по сравнению с материнскими компонентами скрещивания. При этом оба варианта сравнения указывают на статистически значимое их преимущество. Комбинации скрещивания немецкий  $\times$  три прим и реципрокные комбинации немецкого карпа с отводкой смесь чешуйчатая статистически значимо уступали материнским родительским формам по содержанию холестерина в сыворотке крови. По сравнению с отцовским компонентом скрещивания повышенным статистически значимым содержанием холестерина характеризовались реципрокные комбинации югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая и комбинации немецкий  $\times$  смесь чешуйчатая. Кроссы югославский  $\times$  три прим, немецкий  $\times$  три прим, смесь чешуйчатая  $\times$  немецкий статистически достоверно уступали отцовским родительским формам по содержанию холестерина в сыворотке крови.

Таким образом, установлены кроссы, характеризующиеся статистически достоверными отклонениями физиолого-биохимических показателей сеголетков от из родительских форм.

Схемой исследования двухпородных кроссов было предусмотрено получение реципрокных комбинаций скрещиваний. Это позволило сравнить физиолого-биохимические показатели сыворотки крови реципрокных кроссов (табл. 5).



Таблица 5. Оценка статистической достоверности отклонений физиологических показателей сеголетков реципрокных кроссов  
Table 5. Evaluation of statistical reliability of deviations in physiological parameters of yearlings of reciprocal crosses

Сравниваемые группы	Содержание протеина, г/л		Содержание глюкозы, ммоль/л пониженным		Содержание холестерина, ммоль/л	
	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский – Югославский × три прим	6,06	<0,001	6,34	<0,001	1,95	<0,1
Три прим × немецкий – Немецкий × три прим	1,62	>0,1	1,05	>0,1	2,93	<0,02
Югославский × смесь чешуйчатая – Смесь чешуйчатая × югославский	2,03	<0,1	7,62	<0,001	1,93	<0,1
Немецкий × Смесь чешуйчатая – Смесь чешуйчатая × Немецкий	2,24	<0,05	2,28	<0,05	0,28	>0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с югославским карпом – $\bar{X}$ кроссы три прим с немецким карпом	0,43	>0,1	0,39	>0,1	0,13	>0,1
$\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с югославским карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с немецким карпом	1,91	<0,1	7,69	<0,001	3,31	<0,01
$\bar{X}$ кроссы три прим с югославским карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с югославским карпом	0,98	>0,1	9,79	<0,001	3,92	<0,01
$\bar{X}$ кроссы три прим с югославским карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с немецким карпом	2,30	<0,05	1,09	>0,1	0,80	>0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с немецким карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с немецким карпом	1,84	<0,1	1,24	>0,1	0,43	>0,1
$\bar{X}$ кроссы три прим с немецким карпом – $\bar{X}$ кроссы смесь чешуйчатая с югославским карпом	0,34	>0,1	8,59	<0,001	3,10	<0,02

По содержанию общего белка в сыворотке крови статистически значимые отклонения среди реципрокных сочетаний установлены лишь в двух вариантах сравнения. Из комбинаций отводки избежинского карпа три прим с югославским карпом статистически



достоверно преимущество кросса три прим × югославский. Из комбинаций отводки изобелинского карпа смесь чешуйчатая с немецким карпом статистически значимым повышенным содержанием общего белка отличался кросс смесь чешуйчатая × немецкий.

По содержанию глюкозы из четырех групп реципрокных комбинаций только у одной, включающей кроссы немецкого карпа с отводкой три прим, не установлено статистически значимых отклонений между прямым и обратным сочетаниями. По сравнению со своими реципрокными комбинациями статистически достоверными преимуществами отличались кроссы юго-славский × три прим, смесь чешуйчатая × югославский, немецкий × смесь чешуйчатая. Среднее содержание глюкозы в сыворотке крови в группе комбинаций отводки смесь чешуйчатая с югославским карпом оказалось статистически значимо выше, чем средний показатель в группе комбинаций отводки смесь чешуйчатая с немецким карпом, а также в группе кроссов отводки три прим с югославским карпом и этой отводки с немецким карпом.

По содержанию холестерина статистически значимое отклонение между реципрокными комбинациями установлено только у сочетаний отводки три прим с немецким карпом, отмечено повышенное содержание холестерина у кросса три прим × немецкий. Группа комбинаций скрещиваний отводки смесь чешуйчатая с югославским карпом характеризовалась повышенным содержанием холестерина по сравнению с комбинациями этой отводки с немецким карпом, а также комбинациями отводки три прим с немецким и югославским карпом. Установленные отклонения статистически достоверны.

### **Заключение.**

1. Чистые коллекционные линии карпа характеризовались следующими физиолого-биохимическими показателями сыворотки крови: содержание общего белка в среднем по линиям колебалось от 23,06 до 30,33 г/л (повышенным содержанием общего белка характеризовалась чешуйчатая линия лахвинского карпа, пониженным — отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая). Колебания уровня глюкозы составили от 4,85 до 9,64 ммоль/л (повышенным содержанием глюкозы отличалась отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая, пониженным — зеркальная линия лахвинского карпа). Средние значения холестерина у сеголетков коллекционных линий варьировали от 1,81 (отводка изобелинского карпа смесь чешуйчатая) до 3,56 ммоль/л (немецкий карп).



2. Сеголетки двухпородных кроссов имели следующие значения физиолого-биохимических показателей сыворотки крови:

— среднее содержание общего белка 28,49 мг/л, (повышенной величиной данного показателя характеризовались кроссы три прим × югославский (38,45 мг/л), югославский × смесь чешуйчатая (33,59 мг/л), три прим × немецкий (31,98 мг/л), пониженным — югославский × три прим (21,82 мг/л) и немецкий × смесь чешуйчатая (23,76 мг/л). Повышенным содержанием общего белка в сыворотке крови сеголетков по сравнению материнской родительской формой и по сравнению отцовской родительской формой отличился кросс три прим × югославский.

— повышенным содержанием глюкозы в сыворотке крови сеголетков кроссов, по сравнению со средней величиной (5,33 ммоль/л) обладали комбинации смесь чешуйчатая × югославский (10,09 ммоль/л), югославский × три прим (6,03 ммоль/л), немецкий × смесь чешуйчатая (5,37 ммоль/л). Статистически значимые отклонения в сторону снижения содержания глюкозы от материнской родительской формы отмечено для кроссов три прим × югославский, три прим × немецкий, смесь чешуйчатая × немецкий. Кросс смесь чешуйчатая × югославский статистически достоверно характеризовался повышенным содержанием глюкозы по сравнению с отцовским компонентом скрещиваний.

— повышенным содержанием холестерина в сыворотке крови сеголетков кроссов характеризовались сочетания югославский × смесь чешуйчатая (4,20 ммоль/л) и три прим × немецкий (3,43 ммоль/л). Реципрокные сочетания югославского карпа с отводкой изобелинского карпа смесь чешуйчатая отличались повышенным содержанием холестерина по сравнению с материнскими и отцовскими компонентами скрещивания.

3. Группа комбинаций скрещиваний отводки смесь чешуйчатая с югославским карпом характеризовалась повышенным содержанием холестерина и глюкозы по сравнению с комбинациями этой отводки с немецким карпом, а также комбинациями отводки три прим с немецким и югославским карпом.

4. Сеголетки двухпородных кроссов и родительских чистопородных коллекционных групп по содержанию общего протеина в сыворотке крови соответствовали нормативным требованиям (23,06–30,33 г/л), большинство опытных групп по содержанию холестерина характеризовались низкими показателями и не соответствовали нормативным требованиям.



### Список использованных источников

1. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб: [учеб. пособие] / Н. С. Строганов; под ред. С. Н. Скадовского. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. – 444 с.
2. Проссер, Л. Сравнительная физиология животных: пер. со 2-го англ. изд. / Л. Проссер, Ф. Браун; под ред. Г. Д. Смирнова. – М.: Мир, 1967. – 766 с.
3. Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб: [сб. ст.] / АН ЛитССР [и др.]; редкол.: Ю. Б. Вирбицкас (отв. ред.) [и др.]. – Вильнюс: б. и., 1988. – 286 с.
4. 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, Ихтиол. комис.; отв. ред. Г. С. Карзинкин. – М., 1967. – С. 65–73.
5. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси; сост.: В. В. Кончиц [и др.]; под общ. ред. В. В. Кончица. – Минск: Тонпик, 2006. – 331 с.
6. Яржомбек, А. А. Справочник по физиологии рыб / А. А. Яржомбек, В. В. Лиманский, Т. В. Шербина [и др.]. – М.: Агортпромиздат, 1986. – 191 с.
7. Дорофейчук, В. Г. Муоцимная активность сыворотки крови / В. Г. Дорофейчук // Лабораторное дело. – 1986. – № 1. – С. 28–34.
8. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы: [утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР 11.07.1984 г.]. – М.: Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва, 1984. – 59 с.
9. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика: [учеб. пособие] / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск, 1973. – Гл. 2. – С. 24–52.

### References

1. Stroganov N. S. *Ekologicheskaya fiziologiya ryb* [Ecological physiology of fish]. Moscow, Moscow Univ. Press, 1962. 444 p. (in Russian).
2. Prosser C. L., Brown F. A. *Comparative Animal Physiology*. 2nd ed. Philadelphia; London, W. B. Saunders, 1961. 688 p. (Russ. ed.: Prosser L., Braun F. *Sravnitel'naya fiziologiya zhivotnykh*. Moscow, Mir, 1967. 766 p.)
3. Yu. B. Virbitskas (ed.). *Sovremennye problemy ekologicheskoi fiziologii i biokhimii ryb: sb. st.* [Modern problems of ecological physiology and biochemistry of fish: collection of art.]. Vilnius, 1988. 286 p. (in Russian).
4. Krayushkina L. S. Functional morphology of chloride-secreting cells in fish in connection with their ecological and physiological significance. *Obmen*



- veshchestv i biokhimiya ryb: sb. st.* [Metabolism and biochemistry of fish: collection of art.]. Moscow, 1967, pp. 65–73 (in Russian).
5. Konchits V. V. (ed.). *Sbornik nauchno-tekhnologicheskoi i metodicheskoi dokumentatsii po akvakul'ture v Belarusi* [Collection of scientific, technological and methodological documentation on aquaculture in Belarus]. Minsk, Tonpik, 2006. 331 p. (in Russian).
  6. Yarzhombek A. A., Limanskii V. V., Shcherbina T. V., Bekina E. N., Lysenko P. V. *Spravochnik po fiziologii ryb* [Handbook of Fish Physiology]. Moscow, 1986. 191 p. (in Russian).
  7. Dorofeichuk V. G. Muocyme activity of blood serum. *Laboratornoe delo = Laboratory business*, 1986, no. 1, pp. 28–34 (in Russian).
  8. *Instruktsiya po fiziologo-biokhimicheskim analizam rybu: utv. M-vom ryb. khoz-va SSSR 11.07.1984 g.* [Instructions for physiological and biochemical analyses of fish: approved Min. of Fisheries of the USSR 11 July 1984]. Moscow, VNIIPRKh, 1984. 59 p. (in Russian).
  9. Rokitskii P. F. Statistical indicators to characterize the population. *Biologicheskaya statistika* [Biological statistics]. 3rd ed. Minsk, 1973, chap. 2, pp. 24–52 (in Russian).

### Сведения об авторах

*Вишневская Ольга Николаевна* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belaboka@internet.ru

*Книга Мария Владимировна* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

*Крук Анастасия Юрьевна* – научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

*Сергеева Татьяна Александровна* – главный специалист управления по аквакультуре и рыболовному хозяйству, Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз» (ул. Коммунистическая, 11-519, 220029, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tasergeeva@tut.by

*Орлов Иван Анатольевич* – научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

*Жмойдяк Дарья Александровна* – младший научный сотрудник лаборатории селекции и племенной работы, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru



### Information about the authors

*Olga N. Vishneuskaya* – Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Senior researcher, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). Email: belaboka@internet.ru

*Maria V. Kniga* – Ph.D. (Agricultural), Associate Professor, Leading employee, Laboratory Breeding and Breeding work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

*Anastasiya Yu. Kruk* – Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nastilyu2310@gmail.com

*Tatiana A. Sergeeva* – Chief Specialist of the Department of Aquaculture and Fisheries of the State Association for Land Reclamation, Water and Fisheries “Belvodkhoz”, (11-519, Kommunisticheskaya Str., 220029, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tasergeeva@tut.by

*Ivan A. Orlov* – Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

*Daria A. Zhmoydyak* – Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Breeding Work, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

УДК 639.215.3.032

Поступила в редакцию 04.11.2024

Received 04.11.2024

**О. Н. Вишнеvская<sup>1</sup>, М. В. Книга<sup>1</sup>, Т. А. Сергеева<sup>2</sup>, А. Ю. Крук<sup>1</sup>,  
И. А. Орлов<sup>1</sup>, Д. А. Жмойдяк<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Государственное объединение по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз», Минск, Республика Беларусь*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ЯДРА КАРПА ОПЫТНОЙ ЛИНИИ С ПОВЫШЕННОЙ ПЛОДОВИТОСТЬЮ САМОК**

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования рабочей и относительной рабочей плодовитости самок карпа при формировании селекционного генофонда и первого поколения, полученного от исходного материала. При формировании генофонда карпа, характеризующегося повышенной плодовитостью,