

## БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЫВОРОТКИ КРОВИ СЕГОЛЕТКОВ И ГОДОВИКОВ РЕЦИПРОКНЫХ ГИБРИДОВ КАРПА И ИХ ИСХОДНЫХ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ

**Р. М. ЦЫГАНКОВ**

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

*(Поступила в редакцию 15.11.2023)*

*По биохимическим показателям сыворотки крови реципрокные гибриды карпа, как правило, занимают промежуточное положение между родительскими формами. По среднему содержанию общего белка как сеголетки, так и годовики, реципрокные гибриды карпа, уступают исходными родительскими формами.*

*По среднему содержанию глюкозы, сеголетки реципрокные гибриды карпа обладают повышенным содержанием глюкозы по сравнению с исходными родительскими формами. Годовики реципрокные гибриды карпа напротив уступают исходным родительским формам по среднему значению содержания глюкозы в крови.*

*По среднему содержанию холестерина, сеголетки реципрокные гибриды карпа обладают меньшим содержанием холестерина по сравнению с исходными родительскими формами. Годовики реципрокные гибриды карпа напротив обладают большим средним значением содержанием холестерина в крови по сравнению с исходными родительскими формами.*

*Расчет средней величины эффекта гетерозиса показал, что наиболее сильно проявление эффекта гетерозиса по биохимическим показателям сыворотки крови наблюдается у реципрокных гибридов карпа: немецкий х лахвинский чешуйчатый ( $\bar{X}$  23,06), лахвинский зеркальный х фресинет ( $\bar{X}$  8,73) и немецкий х смесь зеркальная ( $\bar{X}$  7,76).*

*Согласно средней величине эффекта гетерозиса 5 из 16 реципрокных гибридов карпа обладают незначительными преимуществами по биохимическим показателям сыворотки крови, по сравнению с исходными родительскими формами.*

**Ключевые слова:** карп, гибрид, кровь, белок, глюкоза, холестерин, эффект гетерозиса.

*According to biochemical parameters of blood serum, reciprocal carp hybrids, as a rule, occupy an intermediate position between the parental forms. In terms of the average content of total protein, both fingerlings and yearlings, reciprocal hybrids of carp, are inferior to the original parental forms.*

*Based on the average glucose content, underyearlings of reciprocal carp hybrids have an increased glucose content compared to the original parental forms. On the contrary, yearling reciprocal carp hybrids are inferior to the original parental forms in terms of the average value of glucose in the blood.*

*In terms of average cholesterol content, fingerlings of reciprocal carp hybrids have a lower cholesterol content compared to the original parental forms. On the contrary, yearling reciprocal carp hybrids have a higher average cholesterol content in the blood compared to the original parental forms.*

*Calculation of the average value of the heterosis effect showed that the strongest manifestation of the heterosis effect according to biochemical parameters of blood serum is observed in reciprocal carp hybrids: German x Lakhvinsky scaly ( $\bar{X}$  23.06), Lakhvinsky Mirror x Fresinet ( $\bar{X}$  8.73) and German x Mirror mixture ( $\bar{X}$  7.76).*

*According to the average effect of heterosis, 5 out of 16 reciprocal carp hybrids have insignificant advantages in biochemical parameters of blood serum compared to the original parental forms.*

**Key words:** carp, hybrid, blood, protein, glucose, cholesterol, heterosis effect.

### **Введение**

Любой живой организм представляет собой единую систему, которая находится в балансе. Однако, под воздействием абиотических и биотических факторов окружающей среды, в организме происходят изменения, которые являются следствием этого воздействия. При этом кровь является самой чувствительной и наиболее подверженной этим изменениям системой в организме, что в свою очередь приводит к тому, что кровь сразу же реагирует изменением своих физиологических параметров на эти воздействия. Зная все это, необходимо постоянно следить за биохимическим состоянием рыбы, делать это с постоянной периодичностью, чтобы проследить изменение во времени и, что немаловажно, всегда необходимо соотносить полученные данные с другими рыбоводно-биологическими показателями [7, 8].

Поэтому, для оценки состояния материала на первом году выращивания (сеголетки) проводили физиолого-биохимические исследования, которые позволяют объективно оценить состояние организма сеголетков перед зимовкой, а также установить породные группы, обладающие преимуществами по отдельным физиолого-биохимическим показателям [2, 3].

Для оценки качества перезимовавших годовиков также было проведено биохимическое исследование сыворотки крови. Данное исследование связано с тем, что значительные потери питательных веществ за период зимовки (за период эндогенного питания), даже при нормативных показателях выхода из зимовки, в дальнейшем могут отрицательно отразиться на физиологическом состоянии рыбы

при ее выращивании, а именно: замедляется темп роста, снижается общая резистентность организма, все это может привести к повышенной восприимчивости к неблагоприятным условиям внешней среды и заболеваниям.

Поскольку содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови, отражает физиологическое состояние рыбы, представляется важным оценить качество сеголетков реципрокных гибридов карпа с точки зрения соответствия параметров сыворотки крови оптимальным значениям, а также изучить взаимосвязь этих показателей с основными рыбохозяйственными признаками.

Данные исследования позволили оценить физиологическое состояние сеголетков и годовиков реципрокных гибридов карпа, изучить интенсивность расходования запасных питательных веществ в период эндогенного питания.

Объем выборки для определения биохимических параметров в сыворотке крови 10 экз. сеголетков и годовиков каждого происхождения. Показатели рыбохозяйственных признаков и концентрацию общего белка сыворотки крови сравнивали с нормативными требованиями к соответствующим показателям [6]. Достоверность различий определяли с помощью нормированного отклонения (t), а изменчивость признаков с помощью коэффициента вариации (Cv, %) [5]. Статистическую обработку собранного материала проводили по общепринятой методике и в программе «Статистика» [4, 5].

Цель исследования – изучить биохимические показатели сыворотки крови сеголетков и годовиков реципрокных гибридов карпа и их исходных родительских форм. В статье проведен анализ биохимических исследований сыворотки крови на содержание белка, глюкозы, холестерина и изучено проявление эффекта гетерозиса по этим показателям.

### Основная часть

В табл. 1 представлены результаты биохимических исследований сыворотки крови сеголетков и годовиков реципрокных гибридов карпа, а также исходных родительских форм на содержание общего белка.

Таблица 1. Содержание общего белка в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) двухпородных кроссов карпа (n=10)

| Породная принадлежность                                    | 0+                      |       | 1.                      |       | d     | Достоверность различий |        |
|--|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------|------------------------|--------|
|  | $\bar{X} \pm s \bar{X}$ | Cv, % | $\bar{X} \pm s \bar{X}$ | Cv, % |       | t                      | P      |
| Гибриды. Плотность зарыбления 30 тыс.экз./га:              |                         |       |                         |       |       |                        |        |
| Немецкий х столин XVIII                                    | 20,50±1,80              | 27,7  | 8,50±0,70               | 26,1  | 12,00 | 6,21                   | <0,001 |
| Сарбоянский х столин XVIII                                 | 43,10±2,03              | 14,9  | 11,25±0,66              | 18,5  | 31,85 | 14,92                  | <0,001 |
| Столин XVIII х немецкий                                    | 33,18±1,88              | 17,9  | 17,57±1,38              | 24,9  | 15,61 | 6,69                   | <0,001 |
| Столин XVIII х сарбоянский                                 | 30,08±1,59              | 16,7  | 15,21±1,05              | 21,8  | 14,87 | 7,80                   | <0,001 |
| Столин XVIII х фресинет                                    | 22,12±1,03              | 14,7  | 13,95±0,96              | 21,7  | 8,17  | 5,80                   | <0,001 |
| Столин XVIII х югославский                                 | 29,12±1,65              | 17,9  | 19,01±1,34              | 22,2  | 10,11 | 4,76                   | <0,001 |
| Немецкий х смесь зеркальная                                | 32,70±1,59              | 15,4  | 17,89±1,27              | 22,5  | 14,81 | 7,28                   | <0,001 |
| Смесь зеркальная х немецкий                                | 32,91±1,43              | 13,8  | 7,57±0,65               | 27,2  | 25,34 | 16,13                  | <0,001 |
| Сарбоянский х смесь зеркальная                             | 31,46±1,50              | 15,0  | 16,97±1,23              | 23,0  | 14,49 | 7,47                   | <0,001 |
| Смесь зеркальная х сарбоянский                             | 18,78±1,23              | 20,7  | 18,35±1,26              | 21,7  | 0,43  | 0,24                   | >0,1   |
| Смесь зеркальная х югославский                             | 20,64±1,40              | 21,4  | 15,80±0,93              | 18,7  | 4,84  | 2,88                   | <0,02  |
| Немецкий х лахвинский чешуйчатый                           | 32,40±2,23              | 21,8  | 21,34±1,63              | 24,2  | 11,06 | 4,00                   | >0,001 |
| Немецкий х лахвинский зеркальный                           | 28,04±1,99              | 22,4  | 16,05±1,34              | 26,3  | 11,99 | 5,00                   | <0,001 |
| Ляхвинский зеркальный х фресинет                           | 36,05±2,86              | 25,1  | 24,24±2,15              | 28,1  | 11,81 | 3,30                   | <0,01  |
| Сарбоянский х лахвинский зеркальный                        | 19,06±0,94              | 15,6  | 10,84±0,96              | 28,0  | 8,22  | 6,12                   | <0,001 |
| Сарбоянский х лахвинский чешуйчатый                        | 26,70±2,23              | 26,4  | 8,08±0,59               | 23,1  | 18,62 | 8,07                   | <0,001 |
| $\bar{X}$ , гибриды  | 28,56±0,68              | 29,9  | 15,16±0,47              | 39,1  | 13,40 | 16,21                  | <0,001 |
| Чистопородные группы. Плотность зарыбления 30 тыс.экз./га: |                         |       |                         |       |       |                        |        |
| Столин XVIII   | 39,30±2,36              | 19,0  | 21,85±1,56              | 22,6  | 17,45 | 6,17                   | <0,001 |
| Смесь зеркальная   | 31,20±2,07              | 21,0  | 17,90±1,48              | 26,2  | 13,30 | 5,23                   | <0,001 |
| Ляхвинский зеркальный                                      | 22,25±1,68              | 23,8  | 12,82±0,95              | 23,3  | 9,43  | 4,89                   | <0,001 |
| Ляхвинский чешуйчатый                                      | 39,35±1,92              | 15,5  | 23,48±1,61              | 21,7  | 15,87 | 6,33                   | <0,001 |
| $\bar{X}$ , белорусские линии                              | 33,02±1,49              | 28,5  | 19,01±0,95              | 31,6  | 14,01 | 7,93                   | <0,001 |
| Югославский  | 35,80±2,44              | 21,6  | 20,94±1,47              | 22,2  | 14,86 | 5,22                   | <0,001 |
| Фресинет   | 34,40±2,84              | 26,2  | 17,68±1,43              | 25,6  | 16,72 | 5,26                   | <0,001 |
| Немецкий   | 32,51±2,62              | 25,5  | 19,97±1,59              | 25,2  | 12,54 | 4,09                   | >0,001 |
| Сарбоянский  | 30,69±2,62              | 25,6  | 19,33±1,31              | 21,4  | 11,36 | 3,88                   | <0,01  |
| $\bar{X}$ , импортные породы                               | 33,36±1,27              | 24,1  | 19,48±0,72              | 23,5  | 13,88 | 9,51                   | <0,001 |

В соответствии с физиологической нормой концентрация общего белка крови должна находиться в пределах от 10 до 30 г/л [1, 7]. Среднее содержание общего белка по всем изученным реципрокным

гибридам карпа составила 28,56 г/л. После зимовки 13 реципрокных гибридов годовиков карпа имели содержание общего белка в сыворотке крови в пределах нормативных значений. Среднее содержание общего белка у годовиков по всем изученным реципрокным гибридам карпа составила 15,16 г/л.

Средний уровень содержания общего белка у сеголетков линий карпа белорусской селекции составляет 33,02 г/л. У годовиков линий карпа белорусской селекции средний уровень содержания общего белка составляет 19,01 г/л.

Среднее значения содержания общего белка у сеголетков импортных пород составило 33,36 г/л. Среднее значения содержания общего белка после зимовки у годовиков импортных пород составило 19,48 г/л.

В табл. 2 представлены результаты биохимических исследований сыворотки крови сеголетков и годовиков реципрокных гибридов карпа и сходных родительских форм на содержание глюкозы.

Таблица 2. Содержание глюкозы в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) двухпородных кроссов карпа (n=10)

| Породная принадлежность                                    | 0+                      |       | 1.                      |       | d      | Достоверность различий |        |
|--|-------------------------|-------|-------------------------|-------|--------|------------------------|--------|
|  | $\bar{X} \pm S \bar{X}$ | Cv, % | $\bar{X} \pm S \bar{X}$ | Cv, % |        | t                      | P      |
| Гибриды. Плотность зарыбления 30 тыс.экз./га:              |                         |       |                         |       |        |                        |        |
| Немецкий х столин XVIII                                    | 6,80±0,49               | 22,6  | 11,72±0,85              | 22,9  | -4,92  | -5,01                  | <0,001 |
| Сарбоянский х столин XVIII                                 | 11,90±0,72              | 19,2  | 9,53±0,86               | 28,6  | 2,37   | 2,11                   | >0,05  |
| Столин XVIII х немецкий                                    | 7,60±0,55               | 23,1  | 12,04±0,66              | 17,3  | -4,44  | -5,17                  | <0,001 |
| Столин XVIII х сарбоянский                                 | 10,57±0,70              | 21,1  | 17,77±1,14              | 20,3  | -7,20  | -5,38                  | <0,001 |
| Столин XVIII х фресинет                                    | 5,82±0,44               | 23,7  | 12,37±1,09              | 27,9  | -6,55  | -5,57                  | <0,001 |
| Столин XVIII х югославский                                 | 8,30±0,61               | 23,2  | 12,30±1,13              | 29,1  | -4,00  | -3,11                  | >0,01  |
| Немецкий х смесь зеркальная                                | 10,31±0,77              | 23,77 | 16,05±1,04              | 20,5  | -5,74  | -4,44                  | >0,001 |
| Смесь зеркальная х немецкий                                | 3,40±0,25               | 23,6  | 8,46±0,57               | 21,1  | -5,06  | -8,13                  | <0,001 |
| Сарбоянский х смесь зеркальная                             | 9,85±0,68               | 21,8  | 12,70±0,82              | 20,5  | -2,85  | -2,68                  | >0,02  |
| Смесь зеркальная х сарбоянский                             | 7,70±0,65               | 26,7  | 9,95±0,75               | 23,7  | -2,25  | -2,27                  | <0,05  |
| Смесь зеркальная х югославский                             | 4,49±0,30               | 20,9  | 7,21±0,58               | 25,4  | -2,72  | -4,17                  | >0,001 |
| Немецкий х лахвинский чешуйчатый                           | 9,00±0,82               | 28,7  | 15,27±1,29              | 26,7  | -6,27  | -4,10                  | >0,001 |
| Немецкий х лахвинский зеркальный                           | 13,57±0,82              | 19,0  | 10,91±0,86              | 25,0  | 2,66   | 2,24                   | <0,05  |
| Ляхвинский зеркальный х фресинет                           | 5,89±0,41               | 22,0  | 7,87±0,56               | 22,5  | -1,98  | -2,85                  | <0,02  |
| Сарбоянский х лахвинский зеркальный                        | 8,54±0,50               | 18,5  | 8,99±0,84               | 29,4  | -0,45  | -0,46                  | >0,1   |
| Сарбоянский х лахвинский чешуйчатый                        | 6,88±0,65               | 29,7  | 15,50±1,20              | 24,4  | -8,62  | -6,32                  | <0,001 |
| <b><math>\bar{X}</math>, гибриды</b>                       | 8,16±0,25               | 39,0  | 11,79±0,32              | 34,8  | -3,63  | -8,94                  | <0,001 |
| Чистопородные группы. Плотность зарыбления 30 тыс.экз./га: |                         |       |                         |       |        |                        |        |
| Столин XVIII   | 5,77±0,54               | 29,5  | 16,18±1,13              | 22,0  | -10,41 | -8,31                  | <0,001 |
| Смесь зеркальная   | 9,58±0,62               | 20,6  | 15,64±1,08              | 21,8  | -6,06  | -4,87                  | <0,001 |
| Ляхвинский зеркальный                                      | 8,15±0,67               | 26,2  | 18,21±1,31              | 22,7  | -10,06 | -6,84                  | <0,001 |
| Ляхвинский чешуйчатый                                      | 5,28±0,48               | 28,7  | 12,37±0,98              | 25,0  | -7,09  | -6,50                  | <0,001 |
| <b><math>\bar{X}</math>, белорусские линии</b>             | 7,20±0,40               | 34,9  | 15,60±0,64              | 25,9  | -8,40  | -11,13                 | <0,001 |
| Югославский  | 4,68±0,32               | 21,6  | 16,86±1,29              | 24,1  | -12,18 | -9,16                  | <0,001 |
| Фресинет   | 5,28±0,47               | 28,0  | 15,72±1,18              | 23,7  | -10,44 | -8,22                  | <0,001 |
| Немецкий   | 9,90±0,84               | 26,8  | 16,80±1,22              | 23,0  | -6,90  | -4,66                  | <0,001 |
| Сарбоянский  | 9,50±0,77               | 25,7  | 16,75±1,20              | 22,7  | -7,25  | -5,08                  | <0,001 |
| <b><math>\bar{X}</math>, импортные породы</b>              | 7,34±0,49               | 42,0  | 16,53±0,59              | 22,7  | -9,19  | -11,98                 | <0,001 |

Одним из информативных биохимических показателей физиологического состояния живых организмов является содержание сахара (глюкозы) в крови. В соответствии с физиологической нормой содержание глюкозы должно находиться в пределах от 1,5 до 4,0 ммоль/л. Из всех рассмотренных сеголетков реципрокных гибридов карпа, 15 гибридов имели повышенное содержание глюкозы, с колебаниями от 3,40 до 13,57 ммоль/л. Среднее содержание глюкозы по всем изученным реципрокным гибридам карпа составила 8,16 ммоль/л. После зимовки все реципрокные гибриды годовиков карпа имели содержание глюкозы выше нормативных значений. Проведенные исследования позволили выявить, что у карпа уровень сахара в крови с возрастом увеличивается. Среднее содержание глюкозы у годовиков по всем изученным реципрокным гибридам карпа составила 11,79 ммоль/л.

Средний уровень содержания глюкозы у сеголетков линий карпа белорусской селекции составил 7,20 ммоль/л. У годовиков линий карпа белорусской селекции средний уровень содержания глюкозы составил 15,60 ммоль/л.

Среднее значение содержания глюкозы у сеголетков импортных пород составляет 7,34 ммоль/л. Среднее значения содержания глюкозы после зимовки у годовиков импортных пород составило 16,53 г/л.

В табл. 3 представлены результаты биохимических исследований сыворотки крови сеголетков и годовиков реципрокных гибридов карпа на содержание холестерина.

Таблица 3. Содержание холестерина в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) двухпородных кроссов карпа (n=10)

| Породная принадлежность  | 0+                      |       | 1.                      |       | d     | Достоверность различий |        |
|--|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------|------------------------|--------|
|  | $\bar{X} \pm s \bar{X}$ | Cv, % | $\bar{X} \pm s \bar{X}$ | Cv, % |       | t                      | P      |
| <b>Гибриды. Плотность зарыбления 30 тыс. экз/га</b>              |                         |       |                         |       |       |                        |        |
| Немецкий х столин XVIII  | 3,10±0,26               | 26,9  | 3,77±0,32               | 27,0  | -0,67 | -1,62                  | >0,1   |
| Сарбоянский х столин XVIII                                       | 3,29±0,29               | 27,8  | 3,82±0,26               | 22,0  | -0,53 | -1,36                  | >0,1   |
| Столин XVIII х немецкий  | 2,40±0,15               | 19,6  | 7,40±0,68               | 29,1  | -5,00 | -7,18                  | <0,001 |
| Столин XVIII х сарбоянский                                       | 6,38±0,47               | 23,4  | 4,91±0,40               | 26,0  | 1,47  | 2,38                   | <0,05  |
| Столин XVIII х фресинет  | 4,71±0,27               | 18,0  | 3,01±0,21               | 21,7  | 1,70  | 4,97                   | <0,001 |
| Столин XVIII х югославский                                       | 3,80±0,35               | 29,6  | 4,53±0,42               | 29,6  | -0,73 | -1,34                  | >0,1   |
| Немецкий х смесь зеркальная                                      | 6,70±0,45               | 21,5  | 4,60±0,33               | 22,8  | 2,10  | 3,76                   | <0,01  |
| Смесь зеркальная х немецкий                                      | 7,83±0,50               | 20,0  | 3,10±0,22               | 22,1  | 4,73  | 8,66                   | <0,001 |
| Сарбоянский х смесь зеркальная                                   | 5,58±0,47               | 26,7  | 4,68±0,41               | 27,4  | 0,90  | 1,44                   | >0,1   |
| Смесь зеркальная х сарбоянский                                   | 2,12±0,15               | 22,7  | 5,03±0,36               | 22,6  | -2,91 | -7,46                  | <0,001 |
| Смесь зеркальная х югославский                                   | 4,47±0,41               | 29,3  | 6,21±0,48               | 24,3  | -1,74 | -2,76                  | <0,02  |
| Немецкий х лахвинский чешуйчатый                                 | 5,10±0,38               | 23,3  | 7,63±0,64               | 26,7  | -2,53 | -3,40                  | <0,01  |
| Немецкий х лахвинский зеркальный                                 | 3,08±0,19               | 19,9  | 2,26±0,21               | 28,8  | 0,82  | 2,90                   | <0,02  |
| Ляхвинский зеркальный х фресинет                                 | 3,07±0,24               | 24,4  | 3,82±0,30               | 24,4  | -0,75 | -1,95                  | <0,1   |
| Сарбоянский х лахвинский зеркальный                              | 3,54±0,13               | 11,8  | 2,71±0,20               | 23,2  | 0,83  | 3,48                   | <0,01  |
| Сарбоянский х лахвинский чешуйчатый                              | 2,91±0,22               | 23,5  | 3,89±0,32               | 25,8  | -0,98 | -2,52                  | >0,02  |
| $\bar{X}$ , гибриды  | 4,25±0,15               | 44,7  | 4,46±0,15               | 42,6  | -0,21 | -0,99                  | >0,1   |
| <b>Чистопородные группы. Плотность зарыбления 30 тыс. экз/га</b> |                         |       |                         |       |       |                        |        |
| Столин XVIII   | 7,39±0,64               | 27,3  | 5,84±0,43               | 23,2  | 1,55  | 2,01                   | >0,05  |
| Смесь зеркальная   | 4,50±0,26               | 18,2  | 3,65±0,28               | 23,9  | 0,85  | 2,22                   | >0,05  |
| Ляхвинский зеркальный  | 4,10±0,35               | 26,7  | 2,78±0,25               | 28,5  | 1,32  | 3,07                   | >0,01  |
| Ляхвинский чешуйчатый  | 4,26±0,38               | 28,0  | 3,06±0,29               | 29,6  | 1,20  | 2,51                   | >0,02  |
| $\bar{X}$ , белорусские линии                                    | 5,06±0,30               | 37,3  | 3,83±0,25               | 40,5  | 1,23  | 3,15                   | >0,001 |
| Югославский  | 6,70±0,59               | 27,7  | 4,25±0,37               | 27,4  | 2,45  | 3,52                   | <0,01  |
| Фресинет   | 3,62±0,32               | 27,8  | 2,23±0,19               | 27,5  | 1,39  | 3,73                   | <0,01  |
| Немецкий   | 7,40±0,67               | 28,7  | 3,32±0,27               | 25,7  | 4,08  | 5,65                   | <0,001 |
| Сарбоянский  | 5,44±0,46               | 26,6  | 3,88±0,30               | 24,7  | 1,56  | 2,84                   | <0,02  |
| $\bar{X}$ , импортные породы                                     | 5,79±0,34               | 37,3  | 3,42±0,19               | 34,3  | 2,37  | 6,08                   | <0,001 |

В соответствии с физиологической нормой содержание холестерина должно находиться в пределах от 1,94 до 3,9 ммоль/л [1]. Из всех рассмотренных сеголетков реципрокных гибридов карпа, 7 гибридов имели содержание холестерина выше нормативных значений. Среднее содержание холестерина по всем изученным реципрокным гибридам карпа составила 4,25 ммоль/л. После зимовки 8 реципрокных гибридов годовиков карпа имели содержание холестерина в сыворотки крови в пределах нормативных значений. Среднее содержание холестерина у годовиков по всем изученным реципрокным гибридам карпа составила 4,46 ммоль/л.

Средний уровень содержания холестерина у сеголетков линий карпа белорусской селекции составил 5,06 ммоль/л. У годовиков линий карпа белорусской селекции средний уровень содержания холестерина составил 3,83 ммоль/л.

Среднее значения содержания холестерина сеголетков у импортных пород составляет 5,79 ммоль/л. Среднее значения содержания холестерина после зимовки у годовиков импортных пород составило 3,42 ммоль/л.

Уровень эффекта гетерозиса, по биохимическим показателям сыворотки крови, определяли с помощью индекса гетерозиса, выраженного в процентах (ИГ, %) (табл. 4).

Таблица 4. Индекс гетерозиса (ИГ, %) по биохимическим показателям сыворотки крови сеголетков и годовиков реципрокных гибридов карпа

| Гибриды: самка × самец              | Индекс гетерозиса биохимических показателей |         |            |             |         |            | Итого<br>$\bar{X}$ |
|-------------------------------------|---|---------|------------|-------------|---------|------------|--------------------|
|                                     | 0+  |         |            | I.          |         |            |                    |
|                                     | общий белок                                 | глюкоза | холестерин | общий белок | глюкоза | холестерин |                    |
| Немецкий х столин XVIII             | -42,90                                      | -13,21  | -58,08     | -59,35      | -28,93  | -17,69     | -36,69             |
| Сарбоянский х столин XVIII          | 23,16                                       | 55,86   | -48,71     | -45,36      | -42,12  | -21,40     | -13,10             |
| Столин XVIII х немецкий             | -7,59                                       | -3,00   | -67,55     | -15,97      | -26,99  | 61,57      | -9,92              |
| Столин XVIII х сарбоянский          | -14,04                                      | 38,44   | -0,55      | -26,13      | 7,93    | 1,03       | 1,11               |
| Столин XVIII х фресинет             | -39,97                                      | 5,34    | -14,44     | -29,42      | -22,45  | -25,40     | -21,06             |
| Столин XVIII х югославский          | -22,45                                      | 58,85   | -46,06     | -11,15      | -25,54  | -10,21     | -9,43              |
| Немецкий х смесь зеркальная         | 2,65  | 5,85    | 12,61      | -5,52       | -1,05   | 31,99      | 7,76               |
| Смесь зеркальная х немецкий         | 3,31  | -65,09  | 31,60      | -60,02      | -47,84  | -11,05     | -24,85             |
| Сарбоянский х смесь зеркальная      | 1,66  | 3,25    | 12,27      | -8,84       | -21,53  | 24,30      | 1,85               |
| Смесь зеркальная х сарбоянский      | -39,31                                      | -19,29  | -57,34     | -1,42       | -38,56  | 33,60      | -20,39             |
| Смесь зеркальная х югославский      | -38,39                                      | -37,03  | -20,18     | -18,64      | -55,63  | 57,22      | -18,78             |
| Немецкий х лахвинский чешуйчатый    | -9,82                                       | 18,58   | -12,52     | -1,77       | 4,70    | 139,18     | 23,06              |
| Немецкий х лахвинский зеркальный    | 2,41  | 50,36   | -46,43     | -2,10       | -37,67  | -25,90     | -9,89              |
| Ляхвинский зеркальный х фресинет    | 27,27                                       | -12,29  | -20,47     | 58,95       | -53,61  | 52,50      | 8,73               |
| Сарбоянский х лахвинский зеркальный | -27,99                                      | -3,23   | -25,79     | -32,57      | -48,57  | -18,62     | -26,13             |
| Сарбоянский х лахвинский чешуйчатый | -23,76                                      | -6,90   | -40,00     | -62,25      | 6,46    | 12,10      | -19,06             |

Расчет средней величины эффекта гетерозиса показал, что наиболее сильно проявление эффекта гетерозиса по биохимическим показателям сыворотки крови наблюдается у реципрокных гибридов карпа: немецкий х лахвинский чешуйчатый ( $\bar{X}$  23,06), лахвинский зеркальный х фресинет ( $\bar{X}$  8,73) и немецкий х смесь зеркальная ( $\bar{X}$  7,76).

#### Заклучение

По биохимическим показателям сыворотки крови реципрокные гибриды карпа, как правило, занимают промежуточное положение между родительскими формами. По среднему содержанию общего белка, как сеголетки, так и годовики, реципрокные гибриды карпа, уступают исходными родительскими формами.

По среднему содержанию глюкозы, сеголетки реципрокные гибриды карпа обладают повышенным содержанием глюкозы по сравнению с исходными родительскими формами. Годовики реципрокные гибриды карпа напротив уступают исходным родительским формам по среднему значению содержания глюкозы в крови.

По среднему содержанию холестерина, сеголетки реципрокные гибриды карпа обладают меньшим содержанием холестерина по сравнению с исходными родительскими формами. Годовики реципрокные гибриды карпа напротив обладают большим средним значением содержанием холестерина в крови по сравнению с исходными родительскими формами.

Расчет средней величины эффекта гетерозиса показал, что наиболее сильно проявление эффекта гетерозиса по биохимическим показателям сыворотки крови наблюдается у реципрокных гибридов карпа: немецкий х лахвинский чешуйчатый ( $\bar{X}$  23,06), лахвинский зеркальный х фресинет ( $\bar{X}$  8,73) и немецкий х смесь зеркальная ( $\bar{X}$  7,76).

Согласно средней величине эффекта гетерозиса, 5 из 16 реципрокных гибридов карпа обладают незначительными преимуществами по биохимическим показателям сыворотки крови, по сравнению с исходными родительскими формами.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ахметова, В. В. Влияние условий обитания на морфофункциональные показатели крови карпа / В. В. Ахметова, С. Б. Васина. – Текст: электронный // Актуальные вопросы ветеринарной науки: материалы Международной научно-практической конференции. 9–11 июня 2015 г. – Ульяновск: УГСХА им. П. А. Столыпина, 2015. – С. 126–130.
- Дударенко, Л. С. Биохимическое исследование сыворотки крови изобелинского карпа / Л. С. Дударенко // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Вып. 18. – Минск, 2002. – С. 122–125.
- 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. – Вып. 14. – Минск, 1996. – С. 146–150.
- Мастицкий, С. Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований / С. Э. Мастицкий. – Мн.: РУП «Институт рыбного хозяйства», 2009. – 76 с.
- Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика. Изд. 3-е, испр. Минск, «Высш. школа», 1973. – 320 с.
- 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.
- Шейко, Я. И. Динамика изменения физиолого-биологических показателей сыворотки крови младшего ремонта чистопородных карпов / Я. И. Шейко, Ю. М. Рудый, С. В. Кралько и [др.]. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, 33. – Минск, 2017. – С. 46–59.
- Casillas, E. Effect of stress on blood coagulation and haematology in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / E. Casillas, L. S. Smith // J. Fish. Biol. 1977. – 10. – P. 481–491.