



ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕГОЛЕТКОВ КАРПА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В БАСЕЙНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА

Р.В. Трофимов, магистрант 2-го года
e-mail: rusyatrofimov@mail.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Г.Г. Серпунин, д-р биол. наук, проф.
e-mail: serpunin@klgtu.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Сеголетков карпа выращивали в опытном (с использованием парникового эффекта) и контрольном бетонных бассейнах УОХ (учебно-опытного хозяйства) ФГБОУ ВО «КГТУ». Предличинки карпа, полученных заводским методом, пересадили в бассейны 8 мая 2019 г. при плотности посадки 91 тыс. шт./га. Нами установлены достоверные различия между сеголетками карпа из опытного и контрольного бассейнов в концентрации лейкоцитов, общего белка в сыворотке крови и в соотношении эритроцитов и лейкоцитов. Гематологические показатели сеголетков карпа свидетельствуют о благоприятных условиях выращивания, созданных в бетонных бассейнах, и о хорошем физиологическом состоянии сеголетков карпа. Влияние парникового эффекта на сеголетков карпа в опытном бассейне привело к их большему массонакоплению и несколько лучшему физиологическому состоянию в сравнении с сеголетками в контрольном бассейне, что подтверждают концентрационные показатели и показатели белой крови.

Ключевые слова: сеголетки карпа, посадочный материал, парниковый эффект, показатели красной и белой крови

ВВЕДЕНИЕ

Развитие прудового рыбоводства в стране сдерживается из-за недостатка высококачественного посадочного материала. Совершенствование технологии производства рыбопосадочного материала имеет первостепенное значение для дальнейшего увеличения продукции рыбоводства [1].

Одним из важнейших тестов при характеристике вида являются данные по особенностям крови – наиболее доступной для исследования жидкой ткани, испытывающей на себе воздействие как внешних, так и внутренних факторов. Именно на основании изучения особенностей крови можно сделать заключение об уровне оптимальности искусственных условий, в которых выращивается рыба [2]. Контроль за здоровьем рыб базируется на оценке их физиологического состояния. Одним из методов такой оценки является гематологический анализ. Гематологические показатели позволяют оценить физиологическое состояние рыбы, выявить влияние того или иного заболевания на ее организм, определить тяжесть течения болезни, определить ее исход [3]. Определение гематологических показателей объектов рыбоводства имеет большое значение для контроля за их физиологическим состоянием, условиями выращивания и зимовки, качеством корма, выявления заболеваний [4].

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются сеголетки карпа.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель работы – оценка физиологического состояния сеголетков карпа, выращенных в бассейнах с использованием парникового эффекта на УОХ КГТУ.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- определить показатели красной и белой крови сеголетков, выращенных в опытном и контрольном бассейнах;
- оценить физиологическое состояние сеголетков карпа из опытного и контрольного бассейнов по гематологическим показателям.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Условия проведения исследований представлены ранее в статье «Выращивание крупного посадочного материала карпа с использованием парникового эффекта» [5].

Материалом для гематологических исследований послужили сеголетки карпа, выращенные в бетонных бассейнах УОХ КГТУ. Кровь для анализа брали в октябре 2019 г. сразу после облова бассейнов. Нами было взято 18 проб для определения концентрации эритроцитов, 17 проб на общий белок в сыворотке крови и сделано 18 мазков для подсчета лейкоцитарной формулы и определения концентрации лейкоцитов косвенным методом.

Гематологические показатели сеголетков карпа определяли в соответствии с методикой гематологических исследований рыб [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Концентрационные показатели крови. В ходе исследования было установлено, что концентрация эритроцитов, лейкоцитов и общего белка в сыворотке крови у исследованных сеголетков карпа находилась на достаточно высоком уровне, что свидетельствует об их хорошем физиологическом состоянии (табл. 1).

Таблица 1 – Гематологические показатели сеголетков карпа

Показатель	Вариант опыта			
	опытный бассейн № 8		контрольный бассейн № 9	
	M±m	Коэффициент вариации Cv, %	M±m	Коэффициент вариации Cv, %
Концентрация эритроцитов (Эр), Гл ⁻¹	1,582±0,082	14,6	1,515±0,090	16,8
Концентрация лейкоцитов (Л), Гл ⁻¹	16,45±3,64 ¹	10,3	31,00±3,60 ¹	10,2
Эр/Л	130,95±24,69 ¹	62,6	55,17±8,00 ¹	41,0
Общий белок в сыворотке крови, гл ⁻¹	32,3±0,6 ²	5,7	37,8±1,5 ²	11,2
Масса, г	97,6±9,9	28,8	82,1±5,0	17,1

Примечание: ^{1,2} - различия достоверны соответственно при уровне значимости $p \leq 0,05$ и $0,01$

Нами установлены достоверные различия между сеголетками карпа из опытного и контрольного бассейнов в концентрации лейкоцитов, общего белка в сыворотке крови и в соотношении эритроцитов и лейкоцитов.

Концентрация эритроцитов в норме для сеголетков карпа колеблется в пределах 0,5-2,0 Гл⁻¹ [7]. Концентрации эритроцитов у сеголетков в опытном и контрольном вариантах (1,582±0,082 и 1,515±0,090 Гл⁻¹ соответственно) практически не различались и находились на высоком уровне. Концентрации эритроцитов, установленные в ходе исследований гематологических показателей сеголетков карпа за 2003, 2004 и 2006 годы, выполненных Г.Г. Серпуниным [2], колебались в пределах 1,180-1,201 Гл⁻¹ при массе

сеголетков 16,6-33,5 г. Концентрация эритроцитов, согласно гематологической норме для карпа в период с октября по апрель, установленной Г.Г. Серпуниным, составила $1,092 \pm 0,058 \text{ Гл}^{-1}$ [4]. Из этого следует, что в нашем случае концентрация эритроцитов была больше на 31-44 %. Достаточно высокие концентрации эритроцитов, вероятно, были связаны с увеличением весовых показателей и упитанности сеголетков карпа.

Общий белок в сыворотке крови является показателем, отражающим состояние гомеостаза. Белки сыворотки крови играют очень важную и многообразную роль. Благодаря им поддерживается вязкость и текучесть крови и формируется ее объем в сосудистом русле, а концентрация белка обеспечивает плотность плазмы крови, что позволяет форменным элементам удерживаться во взвешенном состоянии. Белки сыворотки крови осуществляют транспортные и защитные функции, участвуют в регуляции кислотно-щелочного состояния организма, являются регуляторами свертываемости крови и антителами [8].

Концентрация белка в сыворотке крови сеголетков карпа из контрольного ($37,8 \pm 1,5 \text{ гл}^{-1}$) бассейна оказалась достоверно (при $p \leq 0,01$) больше в сравнении с показателями ($32,3 \pm 0,6 \text{ гл}^{-1}$) у сеголетков из опытного бассейна. Данные прошлых лет [2] по этому показателю ($30,80\text{-}36,4 \text{ гл}^{-1}$) и гематологической нормы для карпа ($34,5 \pm 1,0 \text{ гл}^{-1}$) свидетельствуют о нормальных его значениях в нашем случае. Меньшая концентрация этого показателя у сеголетков в опытном варианте исследования, по-видимому, связана с более высоким их темпом роста и более быстрым использованием белков сыворотки крови на рост.

Концентрация лейкоцитов у сеголетков карпа из контрольного ($31,00 \pm 3,60 \text{ Гл}^{-1}$) бассейна оказалась достоверно (при $p \leq 0,05$) больше в сравнении с показателями ($16,45 \pm 3,64 \text{ Гл}^{-1}$) сеголетков из опытного бассейна. Согласно гематологической норме [4] этого показателя, которая составляет $26,09 \pm 4,76 \text{ Гл}^{-1}$, и доверительным границам $15,90\text{-}36,28 \text{ Гл}^{-1}$ можно сделать вывод о его нормальных значениях в обоих вариантах исследования.

Отношение эритроцитов к лейкоцитам у сеголетков из опытного бассейна ($130,95 \pm 24,69$) оказалось достоверно (при $p \leq 0,01$) больше в сравнении с показателями ($55,17 \pm 8,00$) сеголетков из контрольного бассейна. Отношение этого показателя для сеголетков карпа, по данным Г.Г. Серпунина [2], находится в пределах $41,74\text{-}62,4$. Вместе с тем авторами установлено, что увеличение отношения Эр:Л является критерием успешной адаптации и благополучного физиологического состояния рыб. Вследствие этого, можно допустить, что увеличение отношения Эр:Л в 2,4 раза у сеголетков из опытного бассейна связано с их более развитыми механизмами адаптации и лучшим физиологическим состоянием.

Коэффициент вариации является одним из показателей биологической значимости. Он используется для определения пластичности различных показателей: вариация меньше 10 % может служить основанием для отнесения константы к жесткой, 10-40 % показатель является пластичным, больше 40 % можно говорить о высокой пластичности показателя [2].

У исследованных нами сеголетков карпа жестким показателем оказался общий белок в сыворотке крови в опытном варианте (5,7 %), в контрольном варианте этот показатель был близок к жесткому признаку (11,2 %). Концентрация лейкоцитов также была очень близка к жесткому признаку и в опытном, и в контрольном вариантах (10,3 и 10,2 % соответственно). Концентрация эритроцитов оказалась пластичной в обоих вариантах. Отношение эритроцитов к лейкоцитам оказалось высоко пластичным показателем в обоих вариантах исследования (53,3 и 41,0 %).

Показатели белой крови. Белая кровь рыб отличается большим разнообразием, что вызывает трудности в ее изучении. Лейкоцитарная формула выступает как показатель, который наиболее стабильно и объективно отражает физиологическое состояние и энергетический уровень обменных процессов [2]. Лейкоцитарную формулу сеголетков карпа определяли согласно классификации клеток крови рыб Н.Т. Ивановой [9].

В периферической крови сеголетков карпа нами были обнаружены все типы лейкоцитов, характерные для сеголетков этого вида рыб. Были идентифицированы агранулоциты (лимфоциты, моноциты) и гранулоциты, представленные нейтрофилами на всех стадиях зрелости и псевдобазофилами. Лейкоцитарная формула на $84,13$ в опытном и

83,95 % в контрольном вариантах была представлена лимфоцитами. Моноциты составляли 0,44 и 1,15 % в опытном и контрольном вариантах соответственно.

Показатели белой крови сеголетков карпа представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели белой крови сеголетков карпа

Показатель	Вариант опыта	
	опытный бассейн № 8	контрольный бассейн № 9
	M±m	M±m
Лейкоцитарная формула, %		
Миелобласты	0,38±0,18	0,65±0,19
Промиелоциты	0,81±0,28	0,60±0,22
Миелоциты нейтрофильные	3,00±0,30	4,25±0,58
Метамиелоциты нейтрофильные	4,44±1,30	3,85±0,60
Палочкоядерные нейтрофилы	1,25±0,63	1,05±0,27
Сегментоядерные нейтрофилы	1,06±0,26	0,70±0,21
Общее число нейтрофилов	9,75±2,04	9,85±1,06
Псевдоэозинофилы	2,38±0,93	1,85±0,58
Псевдобазофилы	0,38±0,21	0,20±0,09
Моноциты	0,44±0,24	1,15±0,26
Лимфобласты	1,75±0,31	1,75±0,22
Лимфоциты	84,13±2,24	83,95±1,27
Индексы сдвига:		
- нейтрофилов (ИСН)	10,00±3,13	11,94±2,34
- лейкоцитов (ИСЛ)	0,16±0,03	0,15±0,02

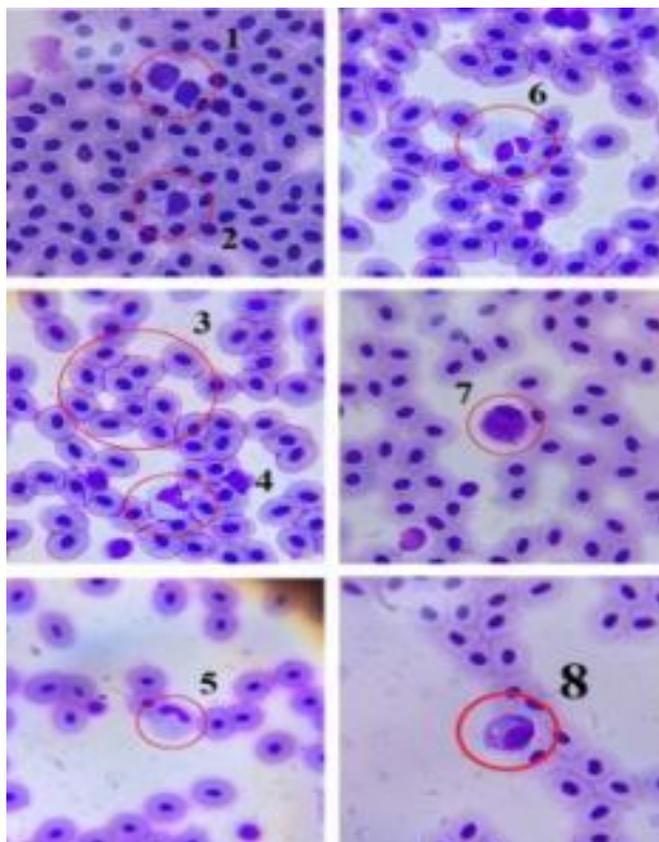
Наряду с несколько большей концентрацией эритроцитов и несколько меньшим процентом моноцитов у сеголетков в опытном варианте, концентрация лейкоцитов свидетельствует о лучшем их физиологическом состоянии.

Второе место по численности занимали нейтрофилы, общее число которых составило 9,75 и 9,85 % в опытном и контрольном вариантах соответственно. В крови сеголетков также обнаружены псевдоэозинофилы (2,38 и 1,85 %) и псевдобазофилы (0,38 и 0,20 %). В небольших количествах встречались бластные формы клеток белой крови (миелобласты, промиелоциты и лимфобласты).

В крови сеголетков наблюдался больший в сравнении с гематологической нормой для карпа, которая составляет 2,33 % [4], процент общего числа нейтрофилов. Вероятно, это связано с тем, что сеголетки карпа выращивались при высокой плотности посадки 91 тыс. шт./га (нормативная плотность посадки 65-75 тыс. шт./га). По мнению Г.Г. Серпунина и Н.А. Головиной [2], выращивание сеголетков карпа при более плотной посадке приводит к активизации грануло- и эритропоэза, увеличению процента промиелоцитов, нейтрофилов, лимфоцитов, концентрации эритроцитов и лейкоцитов, что и было установлено в ходе нашего исследования.

В лейкоцитарной формуле сеголетков карпа из опытного и контрольного вариантов в октябре 2019 г. достоверных различий выявлено не было. Это свидетельствует о сходном их физиологическом состоянии и близких температурных и гидрохимических условиях в бассейнах в конце вегетационного сезона при осеннем снижении температуры воды. В целом, лейкоцитарная формула сеголетков карпа соответствовала гематологической норме, установленной для карпа Г.Г. Серпуниным [4].

Фотографии клеток крови исследованных сеголетков карпа представлены на рисунке.



1 – лимфоциты; 2 – миелоцит нейтрофильный;
 3 – эритроциты; 4 – метамиелоцит нейтрофильный;
 5 – палочкоядерный нейтрофил; 6 – сегментоядерный
 нейтрофил; 7 – псевдобазофил; 8 – моноцит
 Рисунок – Фотографии клеток крови сеголетков карпа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гематологические показатели, установленные нами, свидетельствуют о благоприятных условиях выращивания, созданных в бетонных бассейнах и о хорошем физиологическом состоянии выращенных нами сеголетков карпа повышенных весовых кондиций.

Влияние парникового эффекта на сеголетков карпа в опытном бассейне привело к их большему массонакоплению и несколько лучшему физиологическому состоянию в сравнении с сеголетками в контрольном бассейне, что подтверждают концентрационные показатели и показатели белой крови.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамонтов Ю.П. Новое направление: рекреационная аквакультура / Ю.П. Мамонтов // Рыбоводство и рыболовство. – 2002. – № 3–4. – С. 2–3.
2. Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб: монография / Г.Г. Серпунин. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 460 с.
3. Головина Н.А. Гематологические исследования и их использование для оценки здоровья рыб / Н.А. Головина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018. – № 5. – С. 72-79.
4. Серпунин Г.Г. Гематологическая норма карпа *Cyprinus carpio* разного возраста в летне-осенний и зимний периоды / Г.Г. Серпунин // Вопросы рыболовства. – 2000. – Т.1. – № 4. – С. 155-168.
5. Трофимов Р.В, Серпунин Г.Г. Выращивание крупного посадочного материала карпа с использованием парникового эффекта // Вестник молодежной науки Калининградского государственного технического университета. – 2020. №1(23). [Электронный ресурс] URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2020/04/Trofimov.pdf> (дата обращения: 26.03.2020).

6. Серпунин Г.Г. Методы гематологических исследований рыб / Г.Г. Серпунин, Л.В. Савина. – Калининград, 2005. – 53 с.
7. Ахметова В.В. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «РЫБХОЗ» Ульяновского района Ульяновской области / В.В. Ахметова, С.Б. Басина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3(31). – С. 53-58.
8. Общий белок сыворотки // Клиническая биохимия [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.clinlab.info/Biochemistry/Serum-total-protein-55> (дата обращения 12.02.2020).
9. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб / Н.Т. Иванова. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 184 с.

HEMATOLOGICAL INDICES OF 1-YEAR OLD CARP FOR GROWING IN THE POOLS USING THE GREENHOUSE EFFECT

R.V. Trofimov, 2nd year master student
e-mail: rusyatrofimov@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

G.G. Serpunin, Doctor of Biology, Prof.
e-mail: serpunin@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

1-year old carp were grown in the experimental (using the greenhouse effect) and control concrete pools of the KSTU educational-experimental farm. Prelarvae carp produced by the factory, transplanted into the pool May 8, 2019 at planting density 91 thousand units/ha. We found significant differences between carp yearlings from the experimental and control pools in the concentration of leukocytes, total protein in the blood serum and in the ratio of red blood cells and white blood cells.—The hematological indices of 1-year old carp indicate favorable growing conditions created in concrete pools and the good physiological condition of 1-year old carp. The influence of the greenhouse effect on 1-year old carp in the experimental pool led to their greater mass accumulation and a slightly better physiological state in comparison with the 1-year olds in the control pool, which is confirmed by concentration indices and white blood indices.

Key words: *1-year old carp, fish planting material, greenhouse effect, indices of white and red blood*