

of Veterinary and Animal Sciences. – 2014. – Vol. 38. – P. 675–680. 8. Spenser, T. E. Implantation and Establishment of pregnancy in ruminants / T. E. Spenser, T. R. Hanser // *Advances in anatomy, embryology and biology*. – 2015. – P. 105–135. 9. Yasothai, R. Importance of minerals on reproduction in Dairy cattle / R. Yasothai // *Internat. J. of Sci., Environment and Technology*. – 2014. – Vol. 3, № 6. – P. 2051–2057. 10. Demmers, K. J. Trophoblast interferon and pregnancy / K. J. Demmers, K. Derecka, A. Flint // *Reproduction*. – 2001. – Vol. 121. – P. 41–49. 11. Green, M. P. Relationship between maternal hormone secretion and embryo development on day 5 of pregnancy in dairy cows / M. P. Green, M. G. Hunter, G. E. Mann // *Animal Reproduction Science*. – 2005. – Vol. 88. – P. 179–189. 12. Hansen, P. J. Embryonic mortality in cattle from the embryo's perspective / P. J. Hansen // *Journal of Animal Science*. – 2002. – Vol. 80. – P. 33–44. 13. Igwebuike, U. M. Trophoblast cells of ruminant placentas – A minireview / U. M. Igwebuike // *Animal Reproduction Science*. – 2006. – Vol. 93. – P. 185–198. 14. Interrelationship between uterus and conceptus to maintain corpus luteum function in early pregnancy: sheep, cattle, pig and horses / W. W. Thatcher [et al.] // *Journal of Animal Science*. – 1986. – Vol. 62. – P. 25–46. 15. Brooks, K. Conceptus elongation in ruminants: roles of progesterone, prostaglandin, interferon-tau and cortisol / K. Brooks, G. Burns, T. E. Spenser // *J. Anim. Sei. Biotechnol.* – 2014. – Vol. 5 (1). – P. 53. 16. Forde, N. Interferon-tau and fertility in ruminants / N. Forde, P. Lonergan // *Reproduction* – 2017. – № 154 (5). – P. 33–34. 17. Spenser, T. E. The role of progesterone and conceptus-derived factors in uterine biology during early pregnancy in ruminants / T. E. Spenser, N. Forde, P. Lonergan // *J. of Dairy Sci.* – 2015. – Vol. 99. – P. 5941–5950. 18. Upregulation of interleukin-4 and IFN-gamma expression by IFN-tau, of member of the type I INF family / W. B. Tuo [et al.] // *J. of Interferon and cytokine research*. – 1999. – № 19. – P. 179–187. 19. The anti-inflammatory stimulated with staphylococcus aureus / C. Zhao [et al.] // *J. Interferon Cytokine Res.* – 2016. – Vol. 36 (8). – P. 516.

Поступила в редакцию 22.04.2021.

DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-173-178

УДК 696.2:612.11

#### К ВОПРОСУ О СЕЛЕКТИВНОСТИ БИОХИМИЧЕСКИХ ТЕСТОВ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Холод В.М., Соболева Ю.Г., Баран В.П., Синцерова А.М.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Для повышения эффективности клинико-биохимических исследований в оценке состояния здоровья сельскохозяйственных животных необходимо осуществлять дифференцированный подбор биохимических тестов с учетом видовых, функциональных и физиологических особенностей обмена веществ. **Ключевые слова:** биохимические исследования, обмен веществ, референтные значения, оценка результатов, свиньи.

#### TO THE ISSUE OF SELECTIVITY OF BIOCHEMICAL TESTS IN THE ASSESSMENT OF HEALTH STATE IN FARM ANIMALS

Kholod V.M., Soboleva Yu.G., Baran V.P., Sincerova A.M.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

To improve the efficiency of clinical and biochemical studies in the assessment of the health state in farm animals it is necessary to carry out the differentiated selection of biochemical tests taking into account the specific, functional and physiological features of metabolism. **Keywords:** biochemical studies, metabolism, reference values, assessment of results, swine.

**Введение.** Клинико-биохимические исследования в общей системе мер по профилактике и лабораторной диагностике заболеваний сельскохозяйственных животных приобретают все большее значение. Это обусловлено как увеличением технических возможностей биохимических лабораторий, имеющих все более совершенное оборудование и методическую базу, так и производственной необходимостью. С разработкой новых регламентов, направленных на увеличение продуктивности и скороспелости, все в большей степени учитываются законы экономики (максимум эффективности при минимуме затрат). Однако это приводит к тому, что в условиях промышленной технологии все в меньшей степени учитываются физиологические особенности животных, сложившиеся в процессе длительной эволюции. Организм животного поставлен в крайне жесткие условия существования и требует постоянного контроля за состоянием здоровья, поддержания гомеостаза различных систем и организма в целом. Важным элементом такого контроля является биохимический мониторинг, дающий возможность обнаружить наиболее ранние отклонения в состоянии здоровья и не позволяющий выйти за рамки физиологических параметров.

Решающими факторами, влияющими на объективную оценку проведенных биохимических исследований, является правильный выбор референтных значений, с которыми сравнивают результаты анализа и биохимических тестов, на основании которых делается определенное заключение. Именно поэтому ведется постоянная работа по совершенствованию референтной базы клинико-

биохимических исследований. Нужным шагом в этом направлении является недавнее издание Нормативных требований к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований [8], в определенной степени их регламентирующие. Однако этот вопрос еще далек от своего завершения и требует дальнейшей разработки.

Не менее важным является вопрос о выборе биохимических тестов, которые используются при таких исследованиях. От того, насколько правильно выбраны биохимические тесты, насколько полно они характеризуют отдельные стороны обмена веществ и их нарушения, учитывают особенности метаболизма различных видов животных, в значительной степени зависят информативность и эффективность таких исследований.

Однако, при проведении таких исследований часто используется стандартный набор тестов, учитывающий не их целесообразность и особенности обмена веществ разных видов животных, а возможности лаборатории, осуществляющей исследования (наличие соответствующего оборудования, освоенных методов и методик исследования, квалификацию персонала и др.). В то же время, несмотря на универсальность основных метаболических путей, каждый вид животных имеет свои различия, связанные с их морфофункциональными особенностями, появившимися в процессе эволюции и селекционной деятельности человека. Эти особенности необходимо учитывать при выборе показателей, характеризующих биохимический статус организма. Они могут по-разному проявляться в различные периоды роста и развития, обуславливать склонность к определенным патологическим процессам. Роль референтной базы в оценке клинко-биохимических исследований была изложена в предыдущих работах [4, 7, 9, 10]. В настоящей работе мы попытались проанализировать необходимость и значение правильности подбора тестов при биохимических исследованиях.

**Материалы и методы исследований.** Исследовались свиньи различного возраста и физиологического состояния хозяйств Витебской области. Определяли биохимический статус животных в лаборатории кафедры химии с использованием стандартного набора тестов, включающие некоторые показатели углеводного, липидного и минерального обмена.

В сыворотке крови определяли колориметрически глюкозу - глюкоксидазным методом, железо – с ферритозином, триглицериды – с глицерофосфатоксидазой, общий кальций – с ортокрезолфталеиновым комплексом, фосфор – с фосфомолибдатным реактивом. Активность щелочной фосфатазы – кинетически с пара-нитрофенилфосфатом.

#### **Результаты исследований.**

В таблице представлены данные биохимического исследования сыворотки крови свиней разного возраста и физиологического состояния (таблица).

**Таблица – Сравнительное клинко-биохимическое тестирование свиней разного возраста и физиологического состояния**

№ п/п	Показатели	Группа	Количество животных, n	Результаты исследований Lim	Оценка результатов A (min-max)	Количество животных (n <sub>1</sub> ), имеющих отклонения
1.	Глюкоза, ммоль/л	0-2 мес.	5	2,35-3,17	4,5-6,1	5
		Отъем	5	3,04-4,85	4,5-5,6	4
		Свиноматки (1-я половина супоросности)	7	2,31-3,61	2,8-6,1	3
		Свиноматки (2-я половина супоросности)	7	1,95-5,40	2,8-6,1	1
		Свиноматки на подсосе	8	1,00-3,23	2,8-6,1	7
		Хряки-производители	12	0,60-4,43	4,4-5,6	11
2.	Железо, мкмоль/л	0-2 мес.	5	18,24-23,86	18,0-42,9	-
		Отъем	5	14,39-22,21	18,0-42,9	1
		Свиноматки (1-я половина супоросности)	7	13,39-18,37	18,0-42,9	3

Продолжение таблицы

№ п/п	Показатели	Группа	Количество животных, n	Результаты исследований Lim	Оценка результатов А (min-max)	Количество животных (n1), имеющих отклонения
		Свиноматки (2-я половина супоросности)	7	15,54-24,6	18,0-42,9	1
		Свиноматки на подсосе	8	16,67-35,79	18,0-42,9	-
		Хряки-производители	12	13,99-38,19	18,0-42,9	1
3.	Триглицериды, ммоль/л	0-2 мес.	5	0,29-0,57	0,2-1,3	-
		Отъем	5	0,46-0,78	0,2-1,3	-
		Свиноматки (1-я половина супоросности)	7	0,22-0,73	0,2-1,3	-
		Свиноматки (2-я половина супоросности)	7	0,41-0,56	0,2-1,3	-
		Свиноматки на подсосе	8	0,23-0,65	0,2-1,3	-
		Хряки-производители	12	0,27-1,42	0,2-1,3	1
4.	Кальций, мкмоль/л	0-2 мес.	5	2,09-2,24	1,6-3,7	-
		Отъем	5	2,69-3,10	1,6-3,5	-
		Свиноматки (1-я половина супоросности)	7	2,43-2,72	2,3-3,3	-
		Свиноматки (2-я половина супоросности)	7	2,38-3,91	2,3-3,2	1
		Свиноматки на подсосе	8	2,91-3,30	2,3-3,3	-
		Хряки-производители	12	1,58-4,01	2,3-3,3	1
5.	Фосфор, мкмоль/л	0-2 мес.	5	1,74-2,54	1,5-3,0	-
		Отъем	5	2,69-2,94	1,9-2,5	5
		Свиноматки (1-я половина супоросности)	7	2,06-3,06	1,9-3,0	2
		Свиноматки (2-я половина супоросности)	7	1,49-2,92	1,9-3,0	2
		Свиноматки на подсосе	8	1,55-2,03	1,9-2,9	2
		Хряки-производители	12	2,53-5,9	1,5-3,2	8
6.	Щелочная фосфатаза, МЕ/л	0-2 мес.	5	50,25-142,59	41-180	-
		Отъем	5	92,37-144,67	41-180	-
		Свиноматки (1-я половина супоросности)	7	61,74-159,05	41-180	-
		Свиноматки (2-я половина супоросности)	7	49,43-111,18	41-180	-
		Свиноматки на подсосе	8	74,7-143,18	41-180	-
		Хряки-производители	12	70,86-631,25	41-180	2

Известно, что обмен веществ у свиней в первые дни и недели жизни имеет ряд видовых отличий. В частности, метаболической особенностью новорожденных поросят является нарушение углеводного обмена, выражающееся, прежде всего, в низком содержании глюкозы, что обуславливает

появление такого патологического синдрома как гипогликемия. Гипогликемия новорожденных поросят иногда приводит к большому их отходу.

При нормальном протекании беременности, развитии плода и потреблении молозива в первые дни жизни, содержание глюкозы в крови поросят будет поддерживаться на физиологически приемлемом уровне.

Однако, необходимо иметь в виду, что у свиноматок в период беременности плоды интенсивно используют глюкозу, которая свободно поступает через плаценту от матери. После рождения этот источник, естественно, отпадает и новорожденные поросята переходят на «самообслуживание». К числу метаболических особенностей, способствующих развитию гипогликемии у новорожденных поросят, относятся низкое содержание гликогена в печени, недостаток глюкогенных аминокислот, низкая активность ключевых ферментов глюконеогенеза (фруктозо-1,6-фосфатаза, пируваткарбоксилаза, фосфорилаза), которые препятствуют образованию глюкозы из гликогена. Все эти факторы способствуют развитию гипогликемического синдрома. Поэтому нарушения режима содержания свиноматок и поросят, климатические условия (низкая температура воздуха) могут способствовать резкому снижению глюкозы в крови и вызвать гибель молодняка.

Как видно из таблицы, низкие значения глюкозы в крови поросят наблюдаются не только в период новорожденности, но и в более поздние сроки. Из десяти исследованных животных у девяти содержание глюкозы было ниже нормы. Хотя гибели поросят в период исследования не наблюдалось, но результаты свидетельствуют о наличии гипогликемического синдрома, который при наличии неблагоприятных условий может привести к летальному исходу. Поэтому вполне обоснованным является исследование у данной возрастной группы не только глюкозы, но и ключевых ферментов углеводного обмена.

Молоко свиноматок тоже не является достаточно эффективным источником углеводов, тем более что оно часто содержит заниженное их количество [6]. В связи с этим обращает на себя внимание низкое содержание глюкозы в сыворотке крови у свиноматок на подсосе. Из семи животных все семь имели содержание глюкозы ниже нормативных значений (таблица). Невысокое содержание глюкозы наблюдалось и у свиноматок первой и второй половины супоросности. Практически у всех животных содержание глюкозы находилось в нижней половине доверительного интервала референтных значений, а у четырех животных из 14-ти (28%) было меньше нижней границы. Все это способствует тому, что переход на энергетический обмен, характерный для взрослых животных, затягивается на более длительное время и требует более тщательного контроля в этот период.

Трудности обеспечения энергетического обмена за счет углеводов могут компенсироваться использованием неуглеводных источников, в частности жирных кислот, которые могут служить исходным материалом для глюконеогенеза. Как видно из таблицы 1, содержание триглицеридов в сыворотке крови супоросных свиноматок 1-го и 2-го периода (из которых при гликолизе образуются жирные кислоты) тоже невысокое. Это также говорит о трудностях энергетического обмена в период интенсивного развития плода (содержание гликогена в печени плода очень низкое) и создает предпосылки для развития гипогликемии новорожденных поросят.

У самих поросят от момента рождения и до отъема содержание триглицеридов в сыворотке крови также невысокое, хотя и укладывается в нормативные значения. Все это свидетельствует в пользу того факта, что жирные кислоты не всегда смогут компенсировать недостаток углеводов. Кроме того, для оценки возможности использования жирных кислот в глюконеопластических процессах одного определения триглицеридов в сыворотке крови недостаточно. Сам по себе этот показатель является недостаточно информативным. Необходимо определение самих жирных кислот, образующихся при гидролизе триглицеридов и определение активности главных липолитических ферментов. Известно, что липолиз происходит уже в жировых депо и транспортируются с кровью не столько триглицериды, сколько жирные кислоты [1].

Помимо нарушения углеводного обмена для поросят в первые дни жизни характерно нарушение обмена железа, приводящее к развитию железodefицитной анемии [6]. Поэтому в биохимические схемы контроля обмена веществ включают, как правило, определение железа сыворотки крови. Как видно из таблицы, содержание железа в первые недели жизни имеет невысокие значения, показатели находятся ближе к нижней границе референтных значений, а в двух случаях из семи (группа отъема) они опускались и ниже нормы. Уже определение сывороточного железа в крови поросят свидетельствует в пользу необходимости контролировать обмен этого элемента более тщательно.

Однако, хорошо известно, что определение только железа сыворотки крови не позволяет объективно оценить обмен этого микроэлемента и выявить природу его нарушений. Содержание железа в пределах референтных величин может наблюдаться и в предклинической стадии развития заболевания, когда еще не полностью исчерпаны запасные формы железа (ферритин). Запасы ферритина в печени поросят незначительны. Кроме того, может быть нарушен процесс всасывания его в кишечнике и транспортировка его к местам синтеза биологически активных форм железосодержащих белков и ферментов, что осуществляют трансферрины. Поэтому более полное представление об обмене же-

леза может дать только одновременное исследование наряду с общим железом сыворотки крови такой его транспортной формы, как трансферрин, степени насыщения его железом и запасной формы – ферритина. Такое комплексное исследование позволяет уже более обоснованно судить о возможности развития железодефицитной анемии еще до развития ее клинической формы. По результатам определения только сывороточного железа трудно сделать определенные выводы. Нормальное содержание железа сыворотки крови вполне может сочетаться с истощением его запасной формы (ферритина) и нарушением транспортной функции (трансферрина).

У поросят в первые недели жизни может наблюдаться нарушение минерального обмена. Поэтому вполне правомочно тестирование животных по таким показателям, как кальций, фосфор и активность щелочной фосфатазы. Этих показателей обычно достаточно, чтобы определить начальные фазы нарушения минерального обмена. У исследованных животных он в целом достаточно физиологичен, хотя обращает на себя внимание некоторое нарушение отношения кальция к фосфору и резкое увеличение содержания фосфора в группе хряков-производителей, где у восьми из 12-ти исследованных животных содержание фосфора в сыворотке крови значительно выше нормы. В то же время активность щелочной фосфатазы у животных этой группы резко повышена. Увеличение было настолько значительным, что уже не может быть объяснено только биологической или аналитической вариабельностью. Однако для более точной интерпретации имеющихся нарушений исследования вышеуказанных показателей уже недостаточно. Необходимо включить в число биохимических показателей определение витамина Д и его метаболитов, что позволит выявить механизм обнаруженных нарушений.

Оценка изменений ферментативной активности всегда представляет определенные сложности. Увеличение активности щелочной фосфатазы может быть результатом патологических изменений как в костной ткани, так и в печени. В этих случаях исследования необходимо дополнить исследованием изоферментного состава, что позволит дифференцировать щелочную фосфатазу по происхождению на «костный» и «печеночный» фрагменты и увязать обнаруженные биохимические изменения с патологическим процессом в определенных органах.

В данной работе проанализированы результаты биохимического тестирования свиней разного возраста и физиологического состояния. Как уже отмечалось, те же биохимические тесты предложены для других животных и, в частности, для крупного рогатого скота и овец [4, 7, 9, 10]. Однако, такая «универсальность», не учитывающая особенности обмена веществ у различных видов животных, хотя и упрощает работу лаборатории, но снижает качество проводимых исследований. У жвачных животных на метаболизм большое влияние оказывают процессы, происходящие в рубце и в первую очередь образование летучих жирных кислот. Углеводный обмен у них, и, в частности, биосинтез глюкозы «завязан» на образовании пропионовой кислоты, липидный – уксусной, образование кетоновых тел – масляной. Многие патологические процессы и нарушение продуктивности у этих животных связаны с нарушением процессов образования летучих жирных кислот в преджелудках. Поэтому определение этих метаболитов необходимо включать в тестирование обмена веществ у этих животных (в сыворотке крови, а еще лучше в содержимом рубца).

В силу особенностей метаболизма, жвачные животные наиболее подвержены развитию кетоза в различных его проявлениях. Поэтому в биохимические тесты, характеризующие состояние обмена веществ, должно быть включено определение кетоновых тел в сыворотке крови (кетонемия), моче (кетонурия) или молоке (кетонотактия). При биохимической диагностике кетоза используется не только определение кетоновых тел, но и такие показатели, как концентрация глюкозы, пировиноградной и лимонной кислот (их снижение), молочной кислоты (увеличение). Эти изменения также необходимо учитывать, их можно использовать при биохимической диагностике кетоза. Однако, лучшим диагностическим тестом на развитие кетоза является прямое определение кетоновых тел.

Считаем, что в схемы биохимического тестирования новорожденных животных необходимо включать определение основных классов иммуноглобулинов (Ig G, M, A), что позволит оценить риски возникновения инфекционных заболеваний. В то же самое время включение такого показателя, как холестерин сыворотки крови при обследовании сельскохозяйственных животных является весьма сомнительным. Во-первых, на основании определения общего холестерина нельзя судить о развитии атеросклеротических явлений. Необходимо определение разных классов липопротеинов и выведение коэффициента атерогенности. Во-вторых, эта патология у сельскохозяйственных животных практически не диагностируется.

**Заключение.** При разработке нормативных документов, регулирующих биохимические исследования у сельскохозяйственных животных, должен осуществляться дифференцированный подбор биохимических тестов с учетом видовых, функциональных и физиологических особенностей. Выбор биохимических показателей должен учитывать также возрастные особенности развития и возможность возникновения специфических патологических состояний, обусловленных особенностями обмена веществ у различных видов животных.

**Литература.** 1. Холод, В. М. Клиническая биохимия : учебное пособие : в 2 ч. / В. М. Холод, А. П. Курдеко. – Витебск : УО ВГАВМ, 2005. – Ч. 1. – 188 с. 2. Холод, В. М. Справочник по ветеринарной биохимии / В. М. Холод, Г. Ф. Ермолаев. – Минск : Ураджай, 1988. – 168 с. 3. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / под. ред. И. П. Кондрахина. – М. : КолосС, 2004. – 520 с. 4. Холод, В. М. Биохимический мониторинг состояния здоровья крупного рогатого скота / В. М. Холод, Ю. Г. Соболева // Ученые записки учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 2. – С. 80–83. 5. Биометрия в животноводстве и ветеринарной медицине : учебно-методическое пособие для аспирантов, соискателей, магистрантов и студентов / В. К. Смунова [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2006. – 38 с. 6. Рекомендации по клинико-биохимическому контролю состояния здоровья свиней / А. П. Курдеко [и др.]. – Горки : БГСХА, 2013. – 56 с. 7. Холод, В. М. Рекомендации по использованию в диагностике патологии печени гепатоспецифического метаболического профиля сыворотки крови крупного рогатого скота / В. М. Холод, Ю. Г. Соболева. – Витебск : ВГАВМ, 2008. – 31 с. 8. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови / С. В. Петровский [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 68 с. 9. Значение и оценка биохимических исследований в системе лечебно-профилактических мероприятий у крупного рогатого скота / В. М. Холод, Ю. Г. Соболева, В. П. Баран, А. М. Синцерова, И. Ю. Постраш // Ученые записки учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2019. – Т. 55, вып. 4. – С. 124–129. 10. Роль биохимических исследований в оценке клинического статуса сельскохозяйственных животных / Ю. Г. Соболева, В. М. Холод, В. П. Баран, И. В. Котович, Д. С. Конопот // Веснік Мазыр. Дзярж. Пед. Ун-таімя І.П. Шамякіна. – Мозырь, 2019. – № 1 (53). – С. 50–54.

Поступила в редакцию 26.04.2021.

DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-178-182  
УДК 619: 616-091.83: 639.371.5

#### ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЯДЕРНЫХ АНОМАЛИЙ ЭРИТРОЦИТОВ КАРПА ОБЫКНОВЕННОГО (*CYPRINUS CARPIO*)

**Шабанов Д.И., Паршин П.А., Жукова В.В., Шабунин Б.В., Михайлов Е.В.**

ФГБНУ «Всероссийский научный исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

*Кровь рыб является высокочувствительной системой, быстро реагирующей на воздействие токсинов и других стрессовых факторов абиотической и биотической природы. Среди различных патологий крови рыб выделяют образование микроядер и аномалий ядра эритроцитов, которые могут выступать маркерами стабильности генома гидробионтов. Поэтому в данной работе представлен цитогенетический анализ ядерных аномалий эритроцитов карпа обыкновенного. У исследуемых рыб выявлялись эритроциты с микроядрами, с почкующимся и пузырящимся ядром, эритроциты с хвостатым нитевидным и клювовидным ядром, клетки с двулопастным ядром. В крови преобладали такие типы аномалий ядра, как эритроциты с почкующимся и пузырящимся ядром, составляющие  $0,16 \pm 0,031$  и  $0,28 \pm 0,153$  % соответственно. Средний суммарный уровень патологий ядра эритроцитов у исследуемых карпов составил  $0,89 \pm 0,202\%$ , что соответствовало показателям здоровых рыб. **Ключевые слова:** карп обыкновенный, *Cyprinus Carpio*, эритроциты, патологии ядра, цитогенетический анализ, рыбоводческие хозяйства.*

#### CYTOGENETIC ANALYSIS OF NUCLEAR ANOMALIES OF ERITHROCYTES OF COMMON CARP (*CYPRINUS CARPIO*)

**Shabanov D.I., Parshin P.A., Zhukova V.V., Shabunin B.V., Mikhailov E.V.**

FSBSI «All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy»,  
Voronezh, Russian Federation

*Blood of fish is a highly sensitive system that quickly responds to the effects of toxins and other stress factors of abiotic and biotic nature. Among the various pathologies of fish blood the formation of micronuclei and anomalies of the nucleus of erythrocytes are distinguished, which can act as markers of the stability of the genome of aquatic life. Therefore, this work presents a cytogenetic analysis of nuclear abnormalities in erythrocytes of common carp. In fish under investigation, erythrocytes with micronuclei, with a budding and bubbling nucleus, erythrocytes with a caudate filamentous and coracoid nucleus, and cells with a bilobed nucleus were detected. In the blood such types of nucleus anomalies as erythrocytes with a budding and bubbling nucleus prevailed, constituting  $0.16 \pm 0.031$  and  $0.28 \pm 0.153\%$ , respectively. The average total level of pathologies of the nucleus of erythrocytes in the studied carp was  $0.89 \pm 0.202\%$ , which corresponded to the parameters of healthy fish. **Keywords:** common carp, *Cyprinus carpio*, erythrocytes, nuclear pathologies, cytogenetic analysis, fish farms.*

**Введение.** Современные рыбоводческие предприятия в своей хозяйственной деятельности часто выбирают интенсивные технологии выращивания карповых и других рыб, использование которых может быть связано с риском нарушения оптимальных условий содержания аквакультуры