

Научная статья

УДК 619:616.36-076:636.4

EDN KCRCJZ

### Сывороточно-биохимические синдромы при гепатопатиях свиноматок: изменения и их диагностическая значимость

Сергей Владимирович Петровский<sup>1</sup>, Игорь Викторович Котович<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины Витебская область, Витебск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Витебский ордена «Дружбы народов» государственный медицинский университет Витебская область, Витебск, Республика Беларусь

<sup>1</sup> [vsavm\\_sergey@tut.by](mailto:vsavm_sergey@tut.by), <sup>2</sup> [ivkotovich@mail.ru](mailto:ivkotovich@mail.ru)

**Аннотация.** Исследовано изменение биохимического состава крови свиноматок при гепатопатиях (остром и хроническом гепатозе, циррозе печени). Группы свиноматок формировались на основании макроскопических изменений в печени, выявленных при их послеубойном осмотре. Биохимические показатели крови были сгруппированы в 4 сывороточно-биохимических синдрома болезней печени: воспалительно-мезенхимальный, гепатодепрессивный, цитолитический и холестатический. Изменения состава крови свиноматок, характеризующие воспалительно-мезенхимальный синдром, были установлены при всех гепатопатиях. Положительная тимоловая проба, снижение альбумин-глобулинового соотношения, повышение концентрации глобулинов обуславливались диспротеинемией, развитие которой связано не только с воспалительными, но и дистрофическими, некробиотическими и некротическими изменениями в печени. Синдром гепатодепрессии развивался при хроническом гепатозе и циррозе печени и сопровождался снижением в крови концентраций альбумина, общего холестерина, триглицеридов, мочевины, активности холинэстеразы. Наиболее значимое снижение данных показателей было выявлено при циррозе печени. Цитолитические изменения были установлены при всех гепатопатиях. В большей степени данные изменения (повышения активностей трансаминаз и лактатдегидрогеназы, концентрации билирубина, снижение коэффициента де Ритиса) были выражены в крови свиноматок с острым гепатозом. При синдроме холестаза в крови отсутствовал ряд типичных изменений, что обусловлено снижением образования в печени при хроническом гепатозе и циррозе холестерина и прямого билирубина. Повышение активностей  $\gamma$ -глутамилтранспептидазы (выше референтных величин) и щелочной фосфатазы (в сравнении с показателями свиноматок без признаков гепатопатий) в большей степени были выражены в крови животных с признаками хронического гепатоза и цирроза печени. Полученные данные свидетельствуют о тяжелых нарушениях метаболизма у свиноматок при развитии хронических гепатопатий. Результаты исследований могут быть использованы в диагностической работе и при контроле эффективности проводимых лечебно-профилактических мероприятий.

**Ключевые слова:** гепатопатии, гепатоз, цирроз печени, биохимические показатели крови, сывороточные биохимические синдромы, свиноматки, клинико-биохимическая диагностика

**Благодарности:** авторы благодарят доцентов кафедры патологической анатомии и гистологии Витебской государственной академии ветеринарной медицины Е. И. Большакову и А. И. Жукова, оказавших консультативную помощь при подготовке статьи.

**Для цитирования:** Петровский С. В., Котович И. В. Биохимический состав крови у свиноматок при гепатопатиях // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 4. С. 99–110.

Original article

## Serum-biochemical syndromes in sow hepatopathy: changes and their diagnostic significance

**Sergei V. Petrovskii<sup>1</sup>, Igor V. Kotovich<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Vitebsk Order "Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine

Vitebsk region, Vitebsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup> Vitebsk Order "Friendship of Peoples" State Medical University

Vitebsk region, Vitebsk, Republic of Belarus

<sup>1</sup> [vsavm\\_servey@tut.by](mailto:vsavm_servey@tut.by), <sup>2</sup> [ivkotovich@mail.ru](mailto:ivkotovich@mail.ru)

**Abstract.** This study was devoted to the study of changes in the biochemical composition of the blood of sows with hepatopathy (acute and chronic hepatitis, liver cirrhosis). Groups of sows were formed on the basis of macroscopic changes in the liver, identified during their post-mortem examination. Blood for biochemical research was taken from sows before slaughter. The studied blood biochemical parameters were grouped into 4 serum biochemical syndromes of liver diseases: inflammatory-mesenchymal, hepatodepressive, cytolytic and cholestatic. Changes in the blood composition of sows, characterizing the inflammatory-mesenchymal syndrome, were established in all studied hepatopathy. A positive thymol test, a decrease in the albumin-globulin ratio, an increase in the concentration of globulins were caused by dysproteinemia. Its development is associated not only with inflammatory, but also with dystrophic, necrobiotic and necrotic changes in the liver. The most significant decrease in these indicators was found in liver cirrhosis. Cytolytic changes were established in all studied hepatopathy. To a greater extent, these changes (increased activities of transaminases, bilirubin concentration) were expressed in the blood of sows with acute hepatitis. With cholestasis syndrome, a number of typical changes were absent in the blood, which was due to a decrease in the formation of cholesterol and direct bilirubin in the liver in chronic hepatitis and cirrhosis. An increase in the activities of  $\gamma$ -glutamyl transpeptidase (higher than the reference values) and alkaline phosphatase (in comparison with the indicators of sows without signs of hepatopathy) were more pronounced in the blood of animals with signs of chronic hepatitis and liver cirrhosis. The data obtained indicate severe metabolic disorders in sows with the development of chronic hepatopathy. The results of the research can be used in diagnostic work and in monitoring the effectiveness of ongoing therapeutic and preventive measures.

**Keywords:** hepatopathy, liver cirrhosis, blood biochemical parameters, serum biochemical syndromes, sows, clinical and biochemical diagnostics

**Acknowledgments:** the authors thank the Associate Professors of the Department of Pathological Anatomy and Histology of the Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, E. I. Bolshakova and A. I. Zhukov, who provided advisory assistance in the preparation of the article.

**For citation:** Petrovskii S. V., Kotovich I. V. Serum-biochemical syndromes in sow hepatopathy: changes and their diagnostic significance. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2023;17;4:99–110 (in Russ.).

**Введение.** Патологии, характеризующиеся развитием в печени воспалительных и дистрофических изменений, у свиней, содержащихся в условиях промышленных комплексов, регистрируют достаточно часто. В основе этиологии данных болезней лежат преимущественно токсические воздействия [1–3]. Клинические признаки гепатопатий у свиней малоспецифичны и могут служить только предпосылкой для постановки предварительного диагноза [4].

Поэтому ведущее значение при проведении диагностических исследований принадлежит лабораторным биохимическим исследованиям. Для установления диагностически значимых показателей крови проводят моделирование токсических гепатопатий у свиней (гепатита, цирроза) с использованием различных токсикантов [5–8]. При этом следует отметить, что воспроизводство патологий печени проводится у поросят послеотъемного возраста, но не у свиней, используемых

для получения приплода. Кроме того, такие гепатотропные токсины, как этиловый спирт и четыреххлористый углерод, в практике свиноводства не применяются.

У свиноматок патологии печени являются преимущественно при послеубойном осмотре внутренних органов [9]. Их обнаружение на данном этапе есть простая констатация факта, который стал причиной снижения продуктивности свиноматок и их хозяйственной ценности, а в конечном итоге – непроизводительного выбытия [10].

В этой связи **целью работы** явилось сопоставление получаемых результатов биохимических исследований крови с результатами макро- и микроскопических исследований печени свиноматок, подтверждение их соответствия тяжести течения болезни.

**Методика исследований.** Реализация целей исследований осуществлялась в условиях убойных пунктов свиноводческих комплексов Витебской области (Республика Беларусь), на которых проводился забой выбракованных свиноматок. Важно отметить, что ни в одном из случаев

выбраковки причиной не была указана патология печени. Всего убою подверглась 51 свиноматка.

На основании результатов послеубойного осмотра печени были выделены три группы животных с макроскопическими изменениями, характеризующими гепатопатии и определенные нозологические единицы: вторая – с признаками острого токсического гепатоза (10 свиноматок); третья – с признаками хронического токсического гепатоза (10 свиноматок) и четвертая – с признаками цирроза печени (8 животных). В первой группе макроскопических изменений, характерных для гепатопатий, не выявлено (23 особи).

Результаты осмотра печени свиноматок в дальнейшем были подтверждены данными гистологических исследований. Критериями отнесения выявленных изменений к определенным нозологическим единицам явились следующие (табл. 1).

Перед убоем от свиноматок прижизненно были получены образцы крови для проведения биохимического исследования. Определяемые показатели были сгруппированы в сыворотно-биохими-

**Таблица 1 – Макроскопические изменения в печени свиноматок**  
**Table 1 -Macroscopic changes in the livers of sows**

Показатель	Дистрофия печени (токсический гепатоз)		Цирроз печени
	острое течение	хроническое течение	
Размер	увеличен	увеличен	уменьшен
Форма краев	закругленная	закругленная	острая
Окраска	мозаичная и пестрая (целиком или на отдельных участках)	диффузная или в отдельных случаях пестрая (целиком или на отдельных участках)	светло-коричневый цвет с сероватыми прожилками
	чередование коричнево-красных участков с серыми или желтыми; определялись отдельные участки глинистого цвета	серые, коричневые участки, участки глинистого цвета или их чередование	
Дольчатое строение	сглаженное	сглаженное	на отдельных участках дольчатое строение выражено хорошо, на отдельных – сглажено
Консистенция	дрябловатая	плотная	плотная
Состояние поверхности	гладкая	гладкая	бугорчатая

ческие синдромы, характеризующие развитие в печени патологических изменений (табл. 2).

Альбумин-глобулиновое соотношение (АГС) и относительное содержание альбумина (ОСА), характеризующее МВС и СГД, коэффициент де Ритиса (КДР), соотношение между значениями активностей АсАТ и АлАТ) были определены расчетным методом.

Полученные результаты сравнивали с референтными величинами, приведенными в Нормативных требованиях к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови [11] и подвергали статистической обработке с определением среднего значе-

ния ( $X$ ), стандартного отклонения ( $\sigma$ ) и достоверности различий между множествами данных ( $p$ , по методу Манна-Уитни). На основании полученных данных было сделано заключение о значимости тех или иных биохимических показателей крови для диагностики гепатопатий и оценки их тяжести.

**Результаты исследований и их об- суждение.** Развитие гепатопатий характеризовалось изменением показателей белкового обмена, увеличением продукции «белков воспаления», относящихся к глобулиновой фракции, нарушением соотношения альбуминов и глобулинов, а также устойчивости коллоидной системы крови (табл. 3).

**Таблица 2 – Биохимические показатели, определяемые в крови свиноматок**

**Table 2 – Biochemical indicators determined in the blood of sows**

Показатели	Методика определения	Биохимический синдром болезней печени, характеризующийся данным показателем
Общий белок (ОБ)	с биуретовым реактивом	МВС
Глобулины (ГЛОБ)	расчетный (разность между содержанием ОБ и альбумина)	МВС
Тимоловая проба (ТП)	реакция с тимоловым реактивом	МВС
Альбумин (АЛБ)	с бромкрезоловым зеленым	СГД
Мочевина (МОЧ)	реакция с диацетилмонооксимом	СГД
Общий холестерол (ОХ)	холестеролоксидазный	СГД, СХ
Триглицериды (ТГ)	ферментативно	СГД
Холинэстераза (ХЭ)	колориметрический, по расщеплению бутирилтиохолинйодида	СГД
Общий и прямой билирубин (Обил, ПБил)	реакция с диазореактивом	СЦ, СХ
Аспаратаминотрансфераза (АсАТ)	по Райтману и Френкелю	СЦ
Аланинаминотрансфераза (АлАТ)		СЦ
Лактатдегидрогеназа (ЛДГ)	кинетически	СЦ
$\gamma$ -глутамилтранспептидаза (ГГТП)	кинетически	СХ
Щелочная фосфатаза (ЩФ)	колориметрически, с п-нитрофенилфосфатом	СХ
Примечания: МВС – мезенхимально-воспалительный синдром; СЦ – синдром цитолиза; СХ – синдром холестаза; СГД – синдром гептодепрессии.		

**Таблица 3 – Биохимические показатели крови свиноматок, характеризующие МВС ( $X \pm \sigma$ )**

**Table 3 – Biochemical parameters of the blood of sows, characterizing the mesenchymal inflammatory syndrome ( $X \pm \sigma$ )**

Показатель	Группа свиноматок				p, группы		
	первая	вторая	третья	четвертая	вторая – третья	вторая – четвертая	третья – четвертая
ОБ, г/л	73,28±7,904	89,95±5,818	87,97±4,579	74,52±5,982	>0,05	<0,01	<0,01
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	>0,05	–	–	–
ГЛОБ, г/л	40,37±6,388	59,93±4,595	62,19±3,472	54,95±4,364	>0,05	<0,05	<0,01
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–
ТП, ед. S-N	2,01±1,117	6,71±1,095	5,95±0,796	6,04±0,490	>0,05	>0,05	>0,05
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–
АГС	0,84±0,191	0,51±0,042	0,42±0,016	0,36±0,029	<0,01	<0,01	<0,01
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–
ОСА, %	45,01±5,400	33,48±1,784	29,31±0,823	26,25±1,517	<0,01	<0,01	<0,01
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–

У свиноматок всех групп уровень общего белка не выходил за пределы референтных значений (75–90 г/л). Его наибольшая концентрация в крови была установлена у свиноматок второй и третьей групп. При этом в общем количестве протеина крови у данных животных преобладали белки глобулиновой фракции. На это указывает как абсолютное увеличение концентрации глобулинов, так и снижение АГС (ниже 0,8) в крови свиноматок второй и третьей групп. Данная тенденция обусловлена развитием в печени воспалительных, дистрофических, некробиотических и некротических патологий.

Развитие в печени изменений, характерных для цирроза, также сопровождалось ростом концентрации глобулинов (по сравнению с первой группой на 36,1 %) и наиболее значительным снижением альбумин-глобулинового соотношения (на 57,14 %). Последнее обусловлено значительным снижением содержания альбумина в крови свиноматок четвертой группы.

Результатом установленных изменений белкового состава крови стал рост значений коллоидно-осадочной тимоловой пробы у свиноматок второй – четвер-

той групп (в 2,96–3,34 раза по сравнению с первой группой). Увеличение происходило независимо от уровня тяжести патологического процесса и достоверно значимой разницы между показателями животных данных групп установлено не было. В то же время анализ значений АГС указал на его снижение (менее 0,6) при остром течении патологического процесса; ниже 0,45 – при хроническом течении и ниже 0,4 – при развитии цирроза. Данная тенденция должна быть учтена в дальнейшей дифференциально-диагностической работе.

Развитие у свиноматок гепатопатий сопровождалось изменением (снижением) в крови уровня ряда веществ, синтезируемых преимущественно паренхимой печени (табл. 4).

У свиноматок второй группы пределы референтных величин превысила только концентрация мочевины. Можно предположить, что при остром течении патологических процессов в печени синтетическая активность в течение определенного времени сохраняется на оптимальном уровне. При этом следует отметить, что активность ХЭ, сохраняясь на уровне

**Таблица 4 – Биохимические показатели крови свиноматок, характеризующие СГД ( $X \pm \sigma$ )****Table 4 – Biochemical parameters of the blood of sows, characterizing the hepatodepressive syndrome ( $X \pm \sigma$ )**

Показатели	Группа свиноматок				p, группы		
	первая	вторая	третья	четвертая	вторая – третья	вторая – четвертая	третья – четвертая
АЛБ, г/л	32,91±4,874	30,14±2,269	25,77±1,363	19,57±2,088	<0,01	<0,01	<0,01
p к первой группе	–	>0,05	<0,01	<0,01	–	–	–
МОЧ, ммоль/л	5,21±1,664	9,19±1,160	3,16±0,511	1,05±0,192	<0,01	<0,01	<0,01
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–
ОХ, ммоль/л	2,21±0,446	2,10±0,310	1,34±0,084	0,91±0,083	<0,01	<0,01	<0,01
p к первой группе	–	>0,05	<0,01	<0,01	–	–	–
ТГ, ммоль/л	0,83±0,319	0,80±0,158	0,16±0,032	0,15±0,035	<0,01	<0,01	>0,05
p к первой группе	–	>0,05	<0,01	<0,01	–	–	–
ХЭ, ИЕ/л	462,73±117,526	385,73±96,467	223,44±14,667	185,22±18,594	<0,01	<0,01	<0,05
p к первой группе	–	<0,05	<0,01	<0,01	–	–	–

нормативных значений (240–660 ИЕ/л), снизилась по сравнению с первой группой на 16,6 %.

У свиноматок третьей и четвертой групп значения всех изученных показателей были снижены по сравнению с данными животных первой группы с достоверно значимой разницей ( $p < 0,01$ ). При этом у свиноматок четвертой группы значения концентраций альбумина, мочевины, активности ХЭ, синтезируемых преимущественно в печени, оказались низкими и по сравнению с референтными величинами. Нарушение образования транспортных белков для «удаления» ТГ из печени – фактор, указывающий на риск прогрессирования дистрофических изменений в печени. Гипотриглицеридемия у свиноматок третьей и четвертой групп свидетельствует о подобных изменениях.

В целом, выявленные изменения биохимического состава крови свиноматок указывают на низкую синтетическую активность паренхимы печени при хроническом течении гепатопатий и развитии цирроза в печени.

Обращают на себя внимание снижение относительного содержания альбумина (менее 31 %) в крови при переходе гепатоза в хроническое течение, ОХ (ниже 1,6 ммоль/л), активности ХЭ (ниже 250 ИЕ/л). При циррозе диагностически значимыми могут стать установление концентрации ОХ ниже 1,1 ммоль/л, активности ХЭ – ниже 200 ИЕ/л.

Выявление описанных изменений важно и в связи с тем, что у свиноматок первой группы (без патологий) значения определяемых биохимических показателей находились в пределах референтных значений. Наличие статистически значимой разницы с биохимическими показателями крови, характеризующими СГД, свиноматок третьей и четвертой групп, подтверждают угнетение у данных животных синтетических процессов, протекающих в печени.

Значения биохимических показателей крови, изменения которых возникают преимущественно при повышении проницаемости либо разрушении гепатоцитов, приведены в таблице 5.

**Таблица 5 – Биохимические показатели крови свиноматок, характеризующие ЦС ( $X \pm \sigma$ )**

**Table 5 – Biochemical parameters of the blood of sows, characterizing the cytolytic syndrome ( $X \pm \sigma$ )**

Показатели	Группа свиноматок				p, группы		
	первая	вторая	третья	четвертая	вторая – третья	вторая – четвертая	третья – четвертая
ОБил, мкмоль/л	4,13±1,442	24,10±3,262	17,21±1,443	14,93±2,996	<0,01	<0,01	>0,05
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–
ПБил, мкмоль/л	1,09±0,357	9,18±1,480	4,61±0,906	2,33±0,434	<0,01	<0,01	<0,01
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–
АсАТ, ИЕ/л	34,34±9,810	71,59±7,529	80,98±7,107	84,47±8,638	<0,01	<0,01	>0,05
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–
АлАТ, ИЕ/л	46,73±14,223	161,53±29,926	87,36±4,535	76,76±5,193	<0,01	<0,01	<0,01
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–
КДР	0,79±0,316	0,46±0,117	0,93±0,107	1,10±0,122	<0,01	<0,01	<0,05
p к первой группе	–	<0,01	>0,05	<0,01	–	–	–
ЛДГ, ИЕ/л	447,1±130,796	982,7±125,673	734,22±43,282	707,37±40,137	<0,01	<0,01	>0,05
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–

В целом, выявленные изменения указывают на высокий уровень цитолиза в печени свиноматок второй группы. Острое течение гепатоза сопровождалось увеличением активностей АлАТ и ЛДГ свыше 110 ИЕ/л и 810 ИЕ/л соответственно, концентрации общего билирубина свыше 20 мкмоль/л, снижением величины КДР ниже 0,7. При хроническом течении гепатоза активность АлАТ в крови свиноматок не превышала 100 ИЕ/л, при циррозе печени – 85 ИЕ/л; активность ЛДГ при хроническом течении гепатоза наблюдалась на уровне 790 ИЕ/л.

Активность трансаминаз в крови свиноматок с признаками гепатопатий оказалась выше референтных значений (до 49 ИЕ/л для АсАТ, до 76 ИЕ/л – для АлАТ). При нарастании степени тяжести патологического процесса были выявлены две противоположные тенденции: увеличение активности АсАТ при одновремен-

ном снижении активности АлАТ (при сохранении гиперферментемии).

Величина КДР при этом увеличивалась с 0,4 (острый гепатоз) до 0,98 (цирроз печени). Увеличение значения КДР у свиноматок при переходе гепатоза в хроническое течение и при развитии цирроза обусловлено вовлечением в процесс тканей миокарда и развитием полиморбидной патологии. В тоже время, КДР – интегральный показатель, характеризующий баланс энергетического и пластического обмена, и его возрастание указывает на возможность дальнейшего истощения энергетических ресурсов и функциональных возможностей организма [12].

Активность ЛДГ в крови свиноматок с развившимися гепатопатиями превысила референтные значения (255–672 ИЕ/л) и имела однонаправленный характер с изменениями активности АлАТ (то есть снижение активности при переходе патологи-

ческого процесса в хроническое течение при сохранении гиперферментемии).

Данная тенденция обуславливается «выходом из строя» значительной части паренхимы печени вследствие развития в ней дистрофических, некробиотических и некротических процессов, замещения соединительной тканью.

Концентрация общего билирубина в крови свиноматок при развившейся гипербилирубинемии при хроническом течении гепатоза и циррозе печени не превышала 20 мкмоль/л. В крови свиноматок второй – четвертой групп установлена повышенная концентрация общего билирубина (при норме 0,2–5,1 мкмоль/л). При этом абсолютные концентрации как общего, так и прямого (конъюгированного) билирубина снижались (со статистически значимой разницей) при развитии в печени хронического гепатоза и цирроза. Однако относительное содержание прямого билирубина по мере нарастания тяжести патологического процесса также снижалось (рис. 1).

Данная тенденция указывает на угнетение антитоксической функции печени при переходе патологического процесса в хроническое течение и нарушение образования в ней безвредного для организма, связанного с глюкуроновой кислотой билирубина. Если в крови свиноматок с

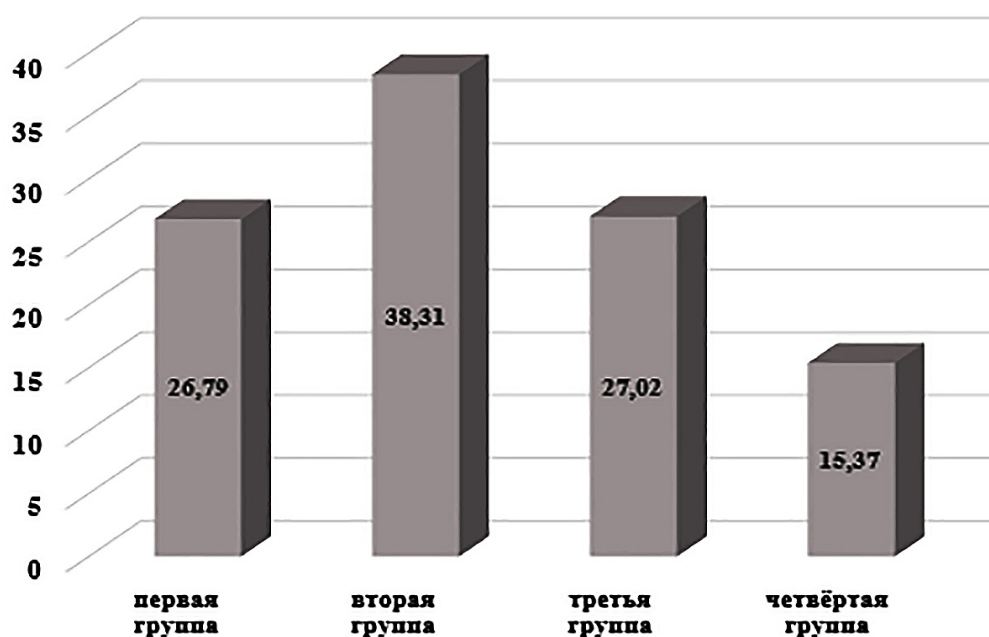
острым течением гепатоза увеличение содержания билирубина происходит как за счет прямой, так и непрямой его фракций, то у свиноматок третьей и четвертой групп – в основном за счет непрямой. «Накопление» в крови свободного билирубина обуславливается также нарушением его транспорта в печень вследствие снижения уровня транспортного белка – альбумина.

Переход патологических процессов в печени в хроническое течение сопровождался появлением в биохимическом составе крови изменений, характеризующих нарушения желчевыведения (табл. 6).

Активность ЩФ в крови свиноматок всех четырех групп находилась в пределах референтных величин (41–180 ИЕ/л). Однако у свиноматок третьей и четвертой групп отмечено статистически значимое увеличение активности ЩФ по сравнению с показателями первой и второй групп.

Превышение референтных значений (30–60 ИЕ/л) установлено для ГГТП в крови свиноматок второй, третьей и четвертой групп. Наибольшая активность по данному показателю выявлена в крови свиноматок с хроническим течением гепатоза и циррозом печени.

Данные изменения характеризуют развитие в печени свиноматок холестатических изменений, возникающих при



**Рисунок 1 – Относительное содержание прямого билирубина в крови свиноматок, %**  
**Figure 1 – The relative content of direct bilirubin in the blood of sows, %**



**Таблица 6 – Биохимические показатели крови свиноматок, характеризующие СХ ( $X \pm \sigma$ )**

**Table 6 – Biochemical parameters of the blood of sows, characterizing the syndrome of cholestasis ( $X \pm \sigma$ )**

Показатели	Группа свиноматок				p, группы		
	первая	вторая	третья	четвертая	вторая – третья	вторая – четвертая	третья – четвертая
ГГТП, ИЕ/л	45,11±7,751	70,87±6,833	90,94±5,051	92,64±3,656	<0,01	<0,01	>0,05
p к первой группе	–	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–
ЩФ, ИЕ/л	104,18±47,097	112,35±37,334	166,95±23,453	157,24±24,655	<0,01	<0,01	>0,05
p к первой группе	–	>0,05	<0,01	<0,01	–	–	–

нарушении оттока желчи через желчные капилляры, компрессированные соединительной тканью. Отсутствие высокого значения в крови таких показателей синдрома холестаза, как прямой билирубин и общий холестерол, обусловлено угнетением синтетической функции печени при хроническом ее гепатозе и циррозе.

**Заключение.** Полученные при проведении исследований результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. У свиноматок, содержащихся в условиях промышленной технологии, в процессе эксплуатации развиваются болезни печени (гепатопатии), различающиеся степенью тяжести и продолжительностью течения (острые и хронические гепатозы, цирроз печени), которые сопровождаются возникновением в крови изменений, характерных для воспалительно-мезенхимального, цитолитического, гепатодепрессивного и холестатического синдромов.

2. Биохимические изменения при воспалительно-мезенхимальном синдроме обуславливались диспротеинемией (нарушениями соотношения между содержанием в крови альбумина и белков глобулиновой фракции). Диспротеинемия характеризовала как острое и хроническое течение гепатоза, так и цирроз печени.

3. Синдром гепатодепрессии развивался при хроническом гепатозе и циррозе печени; характеризовался снижением относительного и абсолютного содержания в крови альбумина, общего холестерола, триглицеридов, мочевины, активности хо-

линэстеразы. Диагностически значимыми из данных показателей были снижение относительного содержания альбумина (при хроническом гепатозе), общего холестерола и активности холинэстеразы (при хроническом гепатозе и циррозе).

4. При синдроме цитолиза, который устанавливался при всех гепатопатиях, были выявлены гиперферментемия АсАТ, АлАТ, ЛДГ, гипербилирубинемия (как для общего, так и для прямого билирубина). Наиболее выраженные изменения установлены в крови свиноматок второй группы (с острым течением гепатоза), из которых диагностически значимыми были увеличение активности АлАТ и ЛДГ, гипербилирубинемия (для общего билирубина), снижение величины КДР ниже 0,7.

5. Биохимические изменения синдрома холестаза определялись в крови свиноматок при хроническом гепатозе и циррозе печени, характеризовались гиперферментемией для  $\gamma$ -глутамилтранспептидазы, увеличением активности щелочной фосфатазы и не имели других типичных изменений в связи со снижением синтетической функции печени.

6. Развитие у свиноматок выраженных метаболических нарушений при хронических гепатопатиях требует постоянного прижизненного биохимического мониторинга и в случае необходимости своевременного проведения профилактических (в том числе фармакопрофилактических) мероприятий на ранних стадиях развития печеночных патологий.

## Список источников

1. Skierko N., Przybylska-Gornowicz B., Gajęcka M., Gajęcki M., Lewczuk B. Effects of deoxynivalenol and zearalenone on the histology and ultrastructure of pig liver // *Toxins (Basel)*. 2020. No. 12 (7). P. 463. doi: 10.3390/toxins12070463.
2. Великанов В. В. Интенсивность перекисного окисления липидов и активность антиоксидантной системы поросят при токсической гепатодистрофии // *Ученые записки Витебской государственной академии ветеринарной медицины*. 2017. Т. 53. Вып. 1. С. 39–42.
3. Панковец Е. М., Лях А. Л., Бульбаш А. О. Патоморфологические изменения в печени и почках поросят под действием ДОНа и Т2 токсина // *Ученые записки Витебской орден «Знак Почета» государственной академии ветеринарной медицины*. 2021. Т. 57. Вып. 2. С. 48–53. doi: 10.52368/2078-0109-2021-57-2-48-53.
4. Хлебус Н. К. Клиническое состояние свиноматок с заболеваниями печени // *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет*, 2016. С. 120–126.
5. Gaba R. C., Mendoza-Elias N., Regan D. P., Garcia K. D., Lokken R. P., Schwind R. M. [et al.]. Characterization of an inducible alcoholic liver fibrosis model for hepatocellular carcinoma investigation in a transgenic porcine tumorigenic platform // *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2018. No. 29 (8). P. 1194–1202.e1. doi: 10.1016/j.jvir.2018.03.007.
6. Panasevich M. R., Meers G. M., Linden M. A., Booth F. W., Perfield J. W., Fritsche K. L. [et al.]. High-fat, high-fructose, high-cholesterol feeding causes severe NASH and cecal microbiota dysbiosis in juvenile Ossabaw swine // *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*. 2018. No. 314 (1). P. E78–E92. doi: 10.1152/ajpendo.00015.2017.
7. Morrow S. De., Cudalbu C., Davies N., Jayakumar A. R., Rose C. F. ISHEN guidelines on animal models of hepatic encephalopathy // *Liver International*. 2021. No. 41. P. 1474–1488. DOI: <https://doi.org/10.1111/liv.14911>.
8. Емельянов В. В. Экспериментальный токсический гепатит у поросят-отъемышей // *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет*, 2004. С. 127–130.
9. Великанов В. В. Функциональное состояние печени у свиноматок в условиях промышленных технологий и его коррекция при токсической гепатодистрофии // *Вестник Вятской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 2 (4). С. 5.
10. Курдеко А. П., Хлебус Н. К., Большакова Е. И. Состояние приплода, рост и развитие поросят при гепатопатиях свиноматок // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 2. С. 54–60. doi: 10.55471/19973225\_2022\_7\_2\_54.
11. Петровский С. В., Белко А. А., Курдеко А. П., Баран В. П., Соболева Ю. Г., Васькин В. Н. [и др.]. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови : рекомендации. Витебск : Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2019. 67 с.
12. Кривошапкина З. Н., Миронова Г. Е., Семенова Е. И., Олесова Л. Д. Биохимический спектр сыворотки крови как показатель адаптированности жителей Якутии к северным условиям // *Экология человека*. 2015. № 11. С. 19–24.

## References

1. Skierko N., Przybylska-Gornowicz B., Gajęcka M., Gajęcki M., Lewczuk B. Effects of deoxynivalenol and zearalenone on the histology and ultrastructure of pig liver. *Toxins (Basel)*, 2020;12(7):463. doi: 10.3390/toxins12070463.
2. Velikanov V. V. The intensity of lipid peroxidation and the activity of the antioxidant system in piglets with toxic hepatodystrophy. *Uchenye zapiski Vitebskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny*, 2017;53(1):39–42 (in Russ.).

3. Pankovec E. M., Lyah A. L., Bulbash A. O. Pathological changes in the liver and kidneys of piglets under the influence of DON and T2 toxin. *Uchenye zapiski Vitebskoi ordena "Znak Pochyota" gosudarstvennoi akademii veterinarnoj mediciny*, 2021;57(2):48–53 (in Russ.). doi: 10.52368/2078-0109-2021-57-2-48-53.

4. Hlebus N. K. Clinical condition of sows with liver diseases. Proceedings from *Sel'skoe hozjajstvo – problemy i perspektivy*. (PP. 120–126), Grodno, Grodnenskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2016 (in Belaruss.).

5. Gaba R. C., Mendoza-Elias N., Regan D. P., Garcia K. D., Lokken R. P., Schwind R. M. [et al.]. Characterization of an inducible alcoholic liver fibrosis model for hepatocellular carcinoma investigation in a transgenic porcine tumorigenic platform. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 2018;29(8):1194–1202.e1. doi: 10.1016/j.jvir.2018.03.007.

6. Panasevich M. R., Meers G. M., Linden M. A., Booth F. W., Perfield J. W., Fritsche K. L. [et al.]. High-fat, high-fructose, high-cholesterol feeding causes severe NASH and cecal microbiota dysbiosis in juvenile Ossabaw swine. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*, 2018;314(1):E78–E92. doi: 10.1152/ajpendo.00015.2017.

7. Morrow S. De., Cudalbu C., Davies N., Jayakumar A. R., Rose C. F. ISHEN guidelines on animal models of hepatic encephalopathy. *Liver International*, 2021;41:1474–1488. DOI: <https://doi.org/10.1111/liv.14911>.

8. Emelyanov V. V. Experimental toxic hepatitis in weaned piglets. Proceedings from *Sel'skoe hozjajstvo – problemy i perspektivy*. (PP. 127–130), Grodno, Grodnenskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2004 (in Russ.).

9. Velikanov V. V. The functional state of the liver in sows under industrial technology and its correction in toxic hepatodystrophy. *Vestnik Vyatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2020;2(4):5. (in Russ.).

10. Kurdeko A. P., Hlebus N. K., Bolshakova E. I. The state of the off spring, the growth and development of piglets with hepatopathy of sows. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoj sel'skokhozyaistvennoj akademii*, 2022;(2):54–60 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225\_2022\_7\_2\_54.

11. Petrovskiy S. V., Belko A. A., Kurdeko A. P., Baran V. P., Soboleva Yu. G., Vaskin V. N. [et al.]. *Regulatory requirements for metabolic parameters in animals during biochemical blood tests: recommendations*, Vitebsk, Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny, 2019, 67 p. (in Russ.).

12. Krivoshapkina Z. N., Mironova G. E., Semenova E. I., Olesova L. D. Biochemical spectrum of blood serum as indicator of Yakutia residents adaptedness to northern conditions. *Ecologiya cheloveka*, 2015;11:19–24 (in Russ.).

© Петровский С. В., Котович И. В., 2023

Статья поступила в редакцию 14.09.2023; одобрена после рецензирования 23.10.2023; принята к публикации 20.11.2023.

The article was submitted 14.09.2023; approved after reviewing 23.10.2023; accepted for publication 20.11.2023.

**Информация об авторах**

**Петровский Сергей Владимирович**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры внутренних незаразных болезней животных, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, [vsavm\\_sergey@tut.by](mailto:vsavm_sergey@tut.by);

**Котович Игорь Викторович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей и клинической биохимии, Витебский ордена «Дружбы народов» государственный медицинский университет, [ivkotovich@mail.ru](mailto:ivkotovich@mail.ru)

**Information about authors**

**Sergei V. Petrovskii**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Internal Non-infectious Animal Diseases, Vitebsk Order "Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine, [vsavm\\_sergey@tut.by](mailto:vsavm_sergey@tut.by);

**Igor V. Kotovich**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of General and Clinical Biochemistry, Vitebsk Order "Friendship of Peoples" State Medical University, [ivkotovich@mail.ru](mailto:ivkotovich@mail.ru)

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

**Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.**