



Клинико-морфологические особенности сальмонеллеза у коров и телят на фоне теплового стресса

Л. И. Дроздова, Е. Н. Шилова, И. А. Шкуратова, М. В. Ряпосова

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН), г. Екатеринбург, Россия

РЕЗЮМЕ

Воздействие anomalно высоких температур на Среднем Урале привело к развитию хронического теплового стресса у крупного рогатого скота. Несмотря на меры, которые принимались для защиты молочного стада от перегрева (вентиляторы, орошения прохладной водой, создание затенения дворов), тепловой стресс ослаблял иммунную систему животных, что приводило к чрезмерному увеличению популяции сальмонелл в желудочно-кишечном тракте у животных, нарушению проницаемости кишечной стенки для бактерий, а также мог быть причиной повышения вирулентности для крупного рогатого скота не свойственных им серотипов – *Salmonella choleraesuis*. Одновременное присутствие двух патогенов вида *Salmonella enterica* subsp. *enterica*: *Salmonella enteritidis* и *Salmonella choleraesuis* – вызвало комплекс клинико-морфологических изменений в организме взрослых коров. У коров инфекция проявлялась стойкой слизистой диареей, потерей уровня лактации и развитием интоксикации. У телят заболевание сопровождалось септическими явлениями, выраженной интоксикацией, гипертермией (40,5–41,0 °C), развитием значительного (более 7%) обезвоживания и гибелью. При гистологическом исследовании паренхиматозных органов коров выявлены изменения, характерные для развития патологического процесса, свойственного сальмонеллезу: в паренхиматозных органах (печени, селезенке) обнаружены специфические сальмонеллезные гранулемы. В других паренхиматозных органах (почках, сердце) обнаружен комплекс патологических процессов, характерных для сепсиса. Характер патологических изменений свидетельствует о развитии септического процесса, распространяющегося как гематогенно, так и лимфогенно, причем строение гранулем, скорее всего, указывает на циркуляцию в организме крупного рогатого скота такого возбудителя, как *Salmonella choleraesuis*.

Ключевые слова: сальмонеллез, крупный рогатый скот, тепловой стресс, морфологические изменения паренхиматозных органов, сальмонеллезная гранулема

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) по направлению «4.2.1.5 Разработка технологий прижизненного управления качеством животноводческого сырья для получения высококачественных и безопасных продуктов питания».

Для цитирования: Дроздова Л. И., Шилова Е. Н., Шкуратова И. А., Ряпосова М. В. Клинико-морфологические особенности сальмонеллеза у коров и телят на фоне теплового стресса. *Ветеринария сегодня*. 2023; 12 (1): 73–78. DOI: 10.29326/2304-196X-2023-12-1-73-78.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Шкуратова Ирина Алексеевна, доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Уральского научно-исследовательского ветеринарного института – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, 620142, Россия, г. Екатеринбург, ул. Белинского, д. 112а, e-mail: Shkuratova@bk.ru.

Clinical and morphological features of salmonellosis in cows and calves affected by heat stress

L. I. Drozdova, E. N. Shilova, I. A. Shkuratova, M. V. Ryaposova

Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences” (FSBSI UrFASRC, UrB of RAS), Ekaterinburg, Russia

SUMMARY

Exposure to anomalously high temperatures in the Middle Urals has led to chronic heat stress in cattle. Despite the measures taken to protect the dairy herd from overheating (fans, irrigation with cool water, livestock sunshades), the heat stress undermined the immunity of animals, thus, leading to an excessive rise in *Salmonella* population in the gastrointestinal tract, increased intestinal permeability, and could also be the cause of increased virulence of such serotypes as – *Salmonella choleraesuis*, that are not typical for cattle. The simultaneous presence of two pathogens of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* species: i.e. *Salmonella enteritidis* and *Salmonella choleraesuis* – caused a number of clinical and morphological changes in adult cows. In cows, the infection manifested itself by persistent diarrhea with mucus, reduced milk production and intoxication. In calves, the disease was accompanied by septic signs, severe intoxication, hyperthermia (40.5–41.0 °C), severe dehydration (more than 7%) and death. Histopathological examination of bovine parenchymal organs revealed changes typical for salmonellosis pathological process: specific salmonella granulomas were found in parenchymal organs (liver, spleen). Some pathological processes typical for sepsis were found in other parenchymal organs (kidneys, heart). The nature of pathological changes indicates that there is a septic process that spreads both hematogenically and lymphogenically, and the structure of granulomas most likely indicates that such a pathogen as *Salmonella choleraesuis* circulates in cattle.

Keywords: salmonellosis, cattle, heat stress, morphological changes of parenchymal organs, salmonella granuloma

For citation: Drozdova L. I., Shilova E. N., Shkuratova I. A., Ryaposova M. V. Clinical and morphological features of salmonellosis in cows and calves affected by heat stress. *Veterinary Science Today*. 2023; 12 (1): 73–78. DOI: 10.29326/2304-196X-2023-12-1-73-78.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For correspondence: Irina A. Shkuratova, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Associate Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Ural Scientific Research Veterinary Institute – Branch of the FSBSI UrFASRC, UrB of RAS, 620142, Russia, Ekaterinburg, ul. Belinsky, 112a, e-mail: Shkuratova@bk.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Сальмонеллез – одна из наиболее тяжелых токсико-инфекций человека с выраженным зооантропонозным характером передачи [1–4].

Молочный скот является постоянным резервуаром возбудителя сальмонеллеза [5–7]. Стационарность энзоотических очагов поддерживается животными-бактерионосителями, выделяющими сальмонелл в концентрации до 10^{14} КОЕ/г в день с фекалиями и 10^2 – 10^5 КОЕ/мл – с молоком и молозивом [8, 9]. Как было установлено С. L. Holschbach et al. [10], а также А. Г. Готовым с соавт. [11, 12], 20% клинически больных и 5% клинически здоровых коров периодически или постоянно выделяют бактерии во внешнюю среду. Бессимптомное носительство сальмонелл и выделение их с фекалиями у взрослого крупного рогатого скота может отмечаться на всех этапах производственного процесса. Клиническое проявление заболевания обычно ассоциируется с телятами первого месяца жизни и старше [11–15]. Тем не менее на отдельных фермах регистрируются клинические проявления сальмонеллеза у коров и, по данным некоторых исследователей [16, 17], заболевание носит сезонный характер (конец лета/осень), что может быть связано с высокой температурой окружающей среды и развитием у животных теплового стресса. При этом изоляты сальмонелл, выделенные от крупного рогатого скота при бессимптомном течении заболевания и его клиническом проявлении, обычно не отличаются по серогруппе, серотипу и чувствительности к противомикробным препаратам [15].

Энциклопедические данные по сальмонеллезу крупного рогатого скота свидетельствуют о том, что это инфекционное заболевание молодняка крупного рогатого скота с 10-суточного возраста, характеризующееся патологическим процессом в органах пищеварительной системы, а при хронизации патологического процесса – в легочной системе и практически во всех системах организма. При гистологическом исследовании органов животных, больных сальмонеллезом, основным морфологическим признаком является гранулематозный процесс в печени [10–12].

В представленной работе описан случай проявления сальмонеллеза на молочной ферме у взрослых коров и телят, который, по нашему мнению, связан с аномальными среднемесячными температурами весенне-летнего периода. При этом были установлены как клинические, так и морфологические изменения, характерные для сальмонеллеза.

Научная новизна исследования заключается в том, что у крупного рогатого скота выявлены новые не-

типичные патоморфологические признаки в виде сальмонеллезных гранулем в печени, более похожих на гранулемы, встречающиеся у свиней при заражении *Salmonella choleraesuis*, формирование тромбоэндофлебитов, что также нехарактерно для крупного рогатого скота.

Цель данной работы – дать характеристику патоморфологических и гистологических признаков у крупного рогатого скота, связанных с одновременным выявлением у данных животных двух видов сальмонелл – *Salmonella enteritidis* и *Salmonella choleraesuis*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) по направлению «Разработка технологий прижизненного управления качеством животноводческого сырья для получения высококачественных и безопасных продуктов питания» в отделе ветеринарно-лабораторной диагностики с испытательной лабораторией ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, а также на базе независимой лаборатории ООО «Кволити Мед» (г. Екатеринбург).

Для микробиологического исследования от коров с клиническими признаками диареи были отобраны пробы фекальных масс индивидуально, из прямой кишки с использованием одноразовых перчаток. От павших телят отбирали образцы паренхиматозных органов (легкие, печень, селезенка, лимфатические узлы) с соблюдением правил забора биоматериала для микробиологического исследования¹. Всего были исследованы образцы от 12 животных.

Посев исследуемого биологического материала производили на питательные среды: 5%-й агар с кровью барана (основа – колумбийский агар, Bio-Rad, Франция; кровь барана дефибринированная, E&O Laboratories Ltd, Великобритания); желточно-солевой агар (питательный агар для культивирования микроорганизмов – ГРМ-агар, ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия); хромогенный агар (UriSelect4 Agar, Bio-Rad, Франция); агар Эндо (ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия); агар Сабууро с 2% глюкозы и хлорамфениколом (SIFIN diagnostics GmbH, Германия); 500 мкл засеивали в пробирку с 4,5 мл магниевой среды (ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия) и через 24 ч инкубации пересевали на висмут-сульфит агар (ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия).

Затем засеянные чашки Петри помещали в термостат с аэробными условиями при температуре

¹ Правила взятия патологического материала, крови, кормов и пересылки их для лабораторного исследования: утв. ГУВ Минсельхоза СССР 24.06.1971.

(37 ± 1) °C, чашки с кровавым агаром инкубировали в атмосфере, содержащей 5% CO₂. Посевы инкубировали в течение 72 ч с оценкой роста через 24, 48, 72 ч.

Идентификацию выросших колоний производили методом MALDI-ToF масс-спектрометрии (временная матрично-ассоциированная лазерная десорбционно-ионизационная масс-спектрометрия) на приборе Vitek® MS (bioMérieux, Франция). Для этого бактериальную массу наносили на спот слайда, покрывали 1 мкл матрицы (α-циано-3-гидроксикоричная кислота), высушивали при комнатной температуре, далее считывали прибором масс-спектры рибосомальных белков и сравнивали с базой данных с использованием программного обеспечения Myla.

Для диагностики клостридиальной инфекции при исследовании биоматериала методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовали тест-наборы «РеалБест-Вет ДНК *Clostridium difficile*/*Clostridium perfringens*», для типизации клостридий по токсинообразованию применяли комплект реагентов «РеалБест-Вет ДНК *Clostridium difficile* tcdA/tcdB/CDT» (АО «Вектор-Бест», Россия). Для определения у бактерий генов резистентности Erm (A, B, C), blaCIT/blaDHA, blaCTX/blaOXA к антимикробным препаратам использовали мультиплексные тест-системы российского производства. Амплификацию в режиме реального времени проводили с применением оборудования QuantStudio™ 5 (Thermo Fisher Scientific, США).

Дополнительно исследовали образцы фекалий коров и телят с клиническими признаками диареи на наличие антигенов возбудителей ротавирусной и коронавирусной инфекции, вирусной диареи крупного рогатого скота, энтеротоксемического штамма *Escherichia coli* (K99). Исследование проводили методом твердофазного иммуоферментного анализа (ИФА-АГ) с использованием наборов «Rota-Corona-K99 Ag Test», «Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV) Antigen Test Kit/Serum Plus» (IDEXX, США). Результаты учитывали на ридере SUNRISE (Tecan Austria GmbH, Австрия).

Проводили гистологическое исследование паренхиматозных органов и тканей взрослых коров и телят, павших с симптомокомплексом изменений, характерных для сальмонеллеза. Материал для гистологического исследования фиксировали в 10%-м водном растворе формалина, заливали в парафин, срезы окрашивали гематоксилином и эозином по общепринятым методикам и просматривали под микроскопом Olympus (Япония) при различных увеличениях от 100 до 600.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Вспышка сальмонеллеза у крупного рогатого скота впервые была зарегистрирована в сентябре 2020 г. после аномально жаркого весенне-летнего сезона, когда в Свердловской области впервые в истории наблюдений была зафиксирована положительная среднемесячная температура марта, а годовая сумма температур поставила абсолютный рекорд, составив аномальные 5,3 °C, что на 0,7 °C выше, чем прежний рекорд 2008 г.

Исследования проведены на молочном комплексе, где содержится 2500 животных. Было выявлено массовое заболевание коров 2-й и 3-й лактации и первотелок. Содержание коров беспривязное. Новорожденный молодняк выращивается индивидуально в клетках до 2-месячного возраста.

В период исследования температура воздуха в помещении, где содержались животные, достигала 29,5 °C, влажность составляла 42%, скорость движения воздуха – 0,6 м/сек. Высокая температура воздуха в совокупности с низкой влажностью и отсутствием сквозняков обусловила развитие у коров теплового стресса. У животных отмечалось учащенное дыхание до (61,60 ± 5,30) дыхательных движений в минуту, одышка, частота сердечных сокращений достигала (119,80 ± 4,21). По данным ряда авторов [16, 18], длительное воздействие теплового стресса на организм животного обуславливает ухудшение состояния его здоровья, снижение общей резистентности, а также репродуктивных качеств.

Программа вакцинации крупного рогатого скота на данной ферме включает применение вакцины против комплекса острых респираторных вирусных инфекций, в составе которой находится инактивированный компонент против вирусной диареи. Иммунизация производится ежегодно, начиная с 30-суточного возраста телят, с использованием тетравалентной инактивированной вакцины HIPRAVOVIS® 4 (Laboratorios Hipra, S. A., Испания). Вакцинация животных против клостридиоза и сальмонеллеза не проводилась.

У коров отмечали клинические признаки, характерные для сальмонеллеза, включающие диарею слизистого характера, развитие обезвоживания первой степени (менее 5%), снижение продуктивности на 14%. Количество животных с клиническим проявлением сальмонеллеза составило 23%. Гипертермию у взрослых коров не отмечали.

На этой же ферме зарегистрированы заболевания желудочно-кишечного тракта у телят, сопровождающиеся септическими явлениями, выраженной интоксикацией, гипертермией (40,5–41,0 °C), развитием значительного (более 7%) обезвоживания и гибелью молодняка. Заболевание развивалось у 93% 7–14-суточных телят в корпусе, сопровождалось резким началом, острым течением. Летальность составила 20,8%. Гибель животных в 80% случаев отмечалась в первые 2 дня развития заболевания, у 20% телят наблюдался переход в подострое течение с падежом в возрасте 25–30 суток.

Методом ИФА-АГ было исключено наличие антигена возбудителя вирусной диареи крупного рогатого скота, который является основным конкурентом сальмонелл в развитии диарей у взрослых животных.

При проведении исследования биологического материала, полученного от коров с диареей, были выделены возбудители рода *Salmonella* вида *Salmonella enterica* subsp. *enterica*: *Salmonella enteritidis*, являющаяся патогеном крупного рогатого скота, и *Salmonella choleraesuis*, являющаяся нетипичным для этого вида животных патогеном [5, 10, 19, 20].

У телят с клиническими признаками заболевания кроме возбудителя сальмонеллеза были обнаружены ротавирус (методом ИФА-АГ) и *Clostridium perfringens* (методом ПЦР).

При гистологическом исследовании печени (рис. 1) как взрослого животного, так и телят был обнаружен специфический морфологический признак сальмонеллезной инфекции – гранулемы [21].

Причем эти гранулемы имели некоторые отличия от гранулем, характерных для сальмонеллеза крупного рогатого скота. Визуализированные нами были более похожи на гранулемы, встречающиеся у свиней при

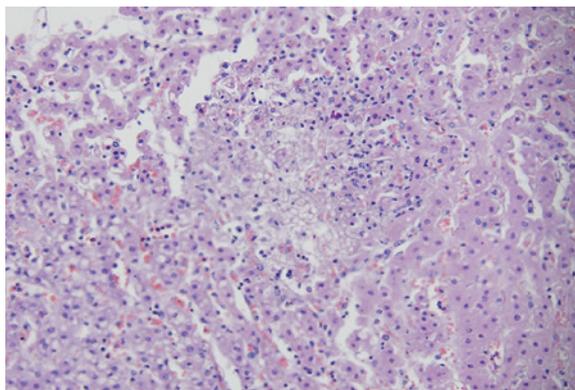


Рис. 1. Гранулема в печени. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение 100×)

Fig. 1. Granuloma in the liver. Hematoxylin and eosin stain (magnification 100×)

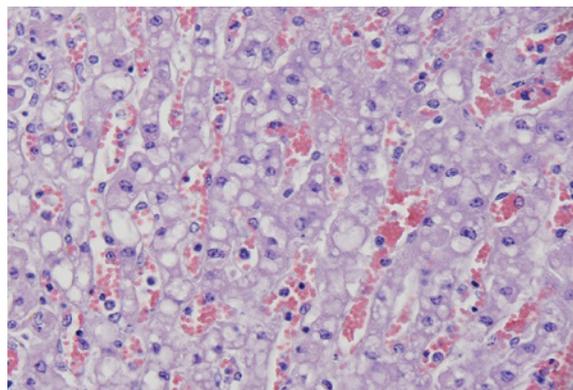


Рис. 2. Застойное полнокровие микроциркуляторного русла печени и жировой гепатоз. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение 400×)

Fig. 2. Congestion in hepatic microvasculature and fatty liver. Hematoxylin and eosin stain (magnification 400×)

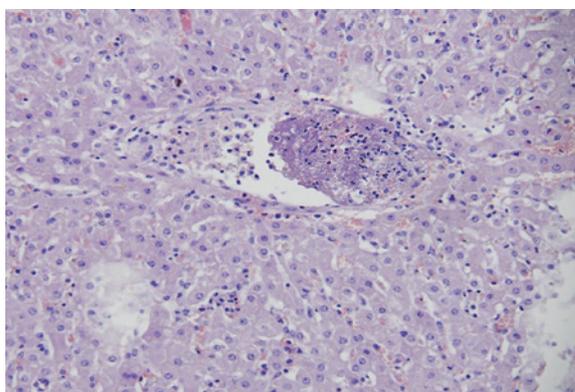


Рис. 3. Тромбоэндофлебит в печени коровы (гранулема в просвете сосуда). Окраска гематоксилином и эозином (увеличение 200×)

Fig. 3. Thromboendophlebitis in cow's liver (granuloma in the vessel lumen). Hematoxylin and eosin stain (magnification 200×)

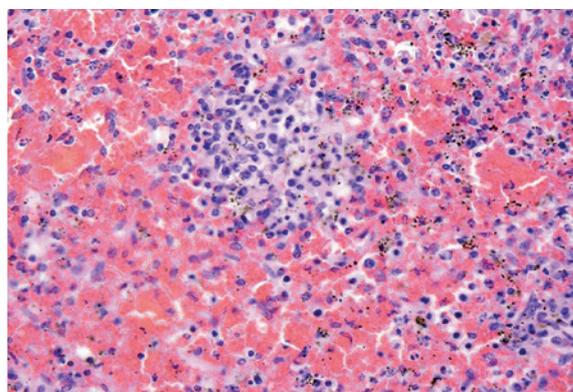


Рис. 4. Гранулема в селезенке без признаков некроза. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение 200×)

Fig. 4. Granuloma in the spleen without signs of necrosis. Hematoxylin and eosin stain (magnification 200×)

заражении серотипом *Salmonella choleraesuis*. В таких гранулемах преобладали признаки полного растворения клеток гранулематозной ткани по типу лизиса, но еще видны были клетки, некротизированные по типу кариорексиса и кариопикноза. При этом в печени на-

блюдали выраженное полнокровие по типу застойной гиперемии микроциркуляторного русла и признаки жирового перерождения гепатоцитов (рис. 2).

Наряду с этим характерным признаком сальмонеллеза свиней является быстрое гематогенное внутриорганное распространение инфекции с формированием тромбоэндофлебитов, что для крупного рогатого скота явление довольно редкое, но обнаружено нами в препаратах печени коровы (рис. 3).

Немаловажным признаком развития сепсиса является поражение селезенки, в которой на фоне геморрагического пропитывания также обнаружены специфические сальмонеллезные гранулемы (рис. 4).

При этом в других участках селезенки были обнаружены гранулемы, представленные некротическими массами, подобными гранулемам в печени (рис. 5).

В других паренхиматозных органах – почках, сердце – был обнаружен комплекс патологических процессов, характерных для сепсиса: признаки повреждения эндотелия в виде его десквамации в просвет сосудов, фибриноидного некроза стенок сосудов, петель клубочков почки, лейкостазов, выхода единичных нейтрофилов за пределы сосудистой стенки, активация свертывающей системы – единичные тромбы в капиллярах

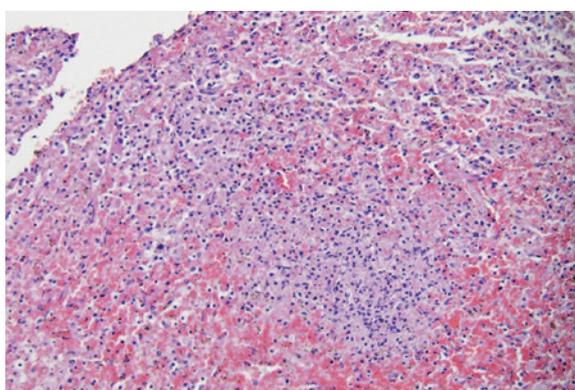


Рис. 5. Некротическая гранулема в селезенке. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение 100×)

Fig. 5. Necrotizing granuloma in spleen. Hematoxylin and eosin stain (magnification 100×)

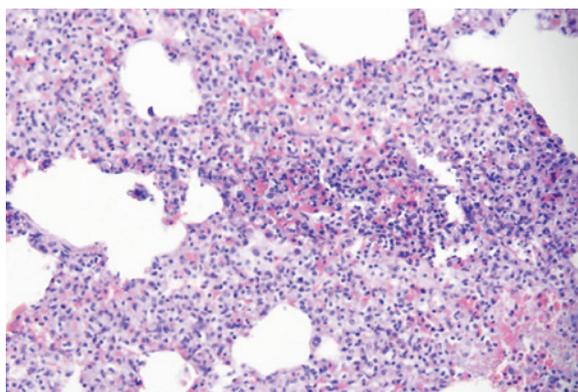


Рис. 6. Гранулематозный процесс на фоне катаральной пневмонии. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение 100х)

Fig. 6. Granulomatosis caused by catarrhal pneumonia. Hematoxylin and eosin stain (magnification 100x)

и венах, повышение проницаемости сосудистой стенки – диапедезные кровоизлияния. Что касается легочной ткани, в ней также выявлен гранулематозный процесс на фоне катаральной пневмонии с выраженными процессами пролиферации элементов интерстициальной соединительнотканной стромы с резким расширением просвета лимфатических сосудов и наличием клеток грануляционной ткани в них (рис. 6, 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Воздействие аномально высоких температур на Среднем Урале привело к развитию хронического теплового стресса у крупного рогатого скота. Несмотря на меры, предпринимаемые для защиты молочного стада от перегрева (вентиляторы, орошения прохладной водой, создание затенения дворов), тепловой стресс ослаблял иммунную систему животных, что приводило к чрезмерному увеличению популяции сальмонелл в желудочно-кишечном тракте у животных, нарушению проницаемости кишечной стенки для бактерий, а также мог быть причиной повышения вирулентности для крупного рогатого скота не свойственных им серотипов (*Salmonella choleraesuis*) [16, 17].

Одновременное присутствие двух патогенов – *Salmonella enteritidis* и *Salmonella choleraesuis* – вызвало комплекс клинико-морфологических изменений в организме взрослых коров. Инфекция проявлялась стойкой диареей, потерей уровня лактации и развитием интоксикации.

При гистологическом исследовании паренхиматозных органов коров выявлены изменения, характерные для развития патологического процесса, свойственного сальмонеллезу. Характер патологических изменений свидетельствует о развитии септического процесса, распространяющегося как гематогенно, так и лимфогенно, причем строение гранулем, скорее всего, указывает на циркуляцию в организме крупного рогатого скота *Salmonella choleraesuis*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байсарова З. Т. Сальмонеллы: классификация, антигенная структура и факторы патогенности. *Вестник Медицинского института*. 2021; 1 (19): 88–92. DOI: 10.36684/med-2021-19-1-88-92.
2. Костенко Ю. Г., Храмов М. В., Давлеев А. Д. Современные аспекты возникновения и предупреждения пищевого сальмонеллеза. *Ветеринария*. 2012; 4: 9–13. eLIBRARY ID: 17663533.

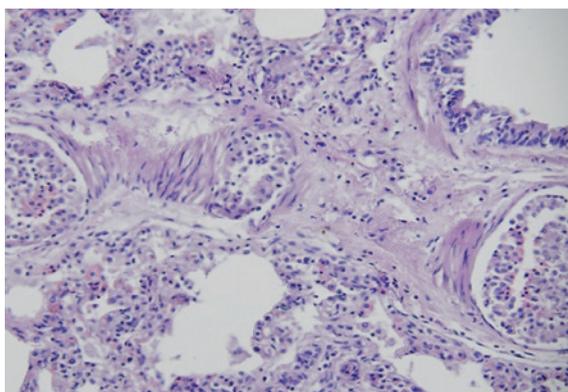


Рис. 7. Резкое расширение просвета лимфатических сосудов в разросшейся интерстициальной ткани легкого. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение 200х)

Fig. 7. A sharp expansion of the lymph vessels lumen in the overgrown interstitial lung tissue. Hematoxylin and eosin stain (magnification 200x)

3. Мезенцев С. В. Сальмонеллез – отечественный или импортный. *Ветеринария*. 2015; 6: 30–32. eLIBRARY ID: 23568338.

4. Мезенцев С. В. Применение принципов ХАССП предприятиями по убою сельскохозяйственных животных. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015; 11 (133): 122–126. eLIBRARY ID: 24902454.

5. Van Kessel J. A., Karns J. S., Wolfgang D. R., Hovingh E., Schukken Y. H. Dynamics of *Salmonella* serotype shifts in an endemically infected dairy herd. *Foodborne Pathog. Dis.* 2012; 9 (4): 319–324. DOI: 10.1089/fpd.2011.1054.

6. Rodriguez-Rivera L. D., Wright E. M., Siler J. D., Elton M., Cummings K. J., Warnick L. D., Wiedmann M. Subtype analysis of *Salmonella* isolated from subclinically infected dairy cattle and dairy farm environments reveals the presence of both human- and bovine-associated subtypes. *Vet. Microbiol.* 2014; 170 (3–4): 307–316. DOI: 10.1016/j.vetmic.2014.02.013.

7. Cummings K. J., Warnick L. D., Elton M., Gröhn Y. T., McDonough P. L., Siler J. D. The effect of clinical outbreaks of salmonellosis on the prevalence of fecal *Salmonella* shedding among dairy cattle in New York. *Foodborne Pathog. Dis.* 2010; 7 (7): 815–823. DOI: 10.1089/fpd.2009.0481.

8. Безбородова Н. А. Современный подход к проблеме клостридозов в животноводстве: отбор проб, лабораторная диагностика, профилактика. *Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»*. 2020; 3 (35): 392–402. DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202003016.

9. Безбородова Н. А., Кожуховская В. В., Петропавловский М. В., Томских О. Г. Полимеразная цепная реакция в диагностике латентных, бессимптомных и хронических форм инфекционных заболеваний крупного рогатого скота. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2019; 4: 30–33. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.4.30.

10. Holschbach C. L., Peek S. F. *Salmonella* in dairy cattle. *Vet. Clin. North Am. Food. Anim. Pract.* 2018; 34 (1): 133–154. DOI: 10.1016/j.cvfa.2017.10.005.

11. Глотов А. Г., Глотова Т. И. Сальмонеллез крупного рогатого скота на молочных комплексах (Обзор. Часть 1). *Ветеринария*. 2020; 2: 3–7. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.2.03-07.

12. Глотов А. Г., Глотова Т. И. Сальмонеллез крупного рогатого скота на молочных комплексах (Обзор. Часть 2). *Ветеринария*. 2020; 3: 3–7. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.3.03-07.

13. Беляев Л. И., Беляева М. М. Правильный подход к диагностике и профилактике факторных болезней животных. *Ветеринария*. 2013; 5: 14–16. eLIBRARY ID: 19033248.

14. Порываева А. П., Красноперов А. С., Томских О. Г., Лысова Я. Ю. Модель оценки риска развития осложнений при диспепсии у телят. *Аграрный вестник Урала*. 2019; 1 (180): 31–37. DOI: 10.32417/article_5ca4e6ff8e24c2.87308778.

15. Субботин В. В., Лощинин М. Н., Соколова Н. А., Коломыцев С. А. Сальмонеллезы – актуальная проблема ветеринарной медицины. *Ветеринария и кормление*. 2013; 4: 59–61. eLIBRARY ID: 20291920.

16. Рудь Е. Н., Кузьмина Е. В., Семенов М. П., Абрамов А. А., Рудь Н. А. Проблема теплового стресса в молочном животноводстве. *Ветеринария Кубани*. 2020; 3: 10–11. DOI: 10.33861/2071-8020-2020-3-10-11.

17. Edrington T. S., Ross T. T., Callaway T. R., Martinez C. H., Hume M. E., Genovese K. J., et al. Investigation into the seasonal salmonellosis in lactating dairy cattle. *Epidemiol. Infect.* 2008; 136 (3): 381–390. DOI: 10.1017/S0950268807008680.

18. Буряков Н. П., Бурякова М. А., Алешин Д. Е. Тепловой стресс и особенности кормления молочного скота. *Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные*. 2016; 3: 5–13. eLIBRARY ID: 26538900.

19. Семина А. Н., Абгарян С. Р. Идентификация *Salmonella enteritidis* и *Salmonella typhimurium* методом полимеразно цепной реакции. *Международный вестник ветеринарии*. 2018; (4): 39–43. eLIBRARY ID: 36552499.

20. Carroll L. M., Buehler A. J., Gaballa A., Siler J. D., Cummings K. J., Cheng R. A., Wiedmann M. Monitoring the microevolution of *Salmonella enterica* in healthy dairy cattle populations at the individual farm level using whole-genome sequencing. *Front. Microbiol.* 2021; 12:763669. DOI: 10.3389/fmicb.2021.

21. Pecoraro H. L., Thompson B., Duhamel G. E. Histopathology case definition of naturally acquired *Salmonella enterica* serovar Dublin infection in young Holstein cattle in the northeastern United States. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2017; 29 (6): 860–864. DOI: 10.1177/1040638717712757.

REFERENCES

1. Baisarova Z. T. Salmonells: classification, antigenic structure and factors of pathogenicity. *Vestnik Meditsinskogo instituta*. 2021; 1 (19): 88–92. DOI: 10.36684/med-2021-19-1-88-92. (in Russ.)

2. Kostenko Iu. G., Khramov M. V., Davleev A. D. The problem and prophylaxis of foodborne salmonellosis. *Veterinariya*. 2012; 4: 9–13. eLIBRARY ID: 17663533. (in Russ.)

3. Mezenцев S. V. Salmonellosis – national and import. *Veterinariya*. 2015; 6: 30–32. eLIBRARY ID: 23568338. (in Russ.)

4. Mezentsev S. V. The application of HACCP principles by farm animal slaughter companies. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2015; 11 (133): 122–126. eLIBRARY ID: 24902454. (in Russ.)

5. Van Kessel J. A., Karns J. S., Wolfgang D. R., Hovingh E., Schukken Y. H. Dynamics of *Salmonella* serotype shifts in an endemically infected dairy herd. *Foodborne Pathog. Dis.* 2012; 9 (4): 319–324. DOI: 10.1089/fpd.2011.1054.

6. Rodriguez-Rivera L. D., Wright E. M., Siler J. D., Elton M., Cummings K. J., Warnick L. D., Wiedmann M. Subtype analysis of *Salmonella* isolated from subclinically infected dairy cattle and dairy farm environments reveals the presence of both human- and bovine-associated subtypes. *Vet. Microbiol.* 2014; 170 (3–4): 307–316. DOI: 10.1016/j.vetmic.2014.02.013.

7. Cummings K. J., Warnick L. D., Elton M., Gröhn Y. T., McDonough P. L., Siler J. D. The effect of clinical outbreaks of salmonellosis on the prevalence of fecal *Salmonella* shedding among dairy cattle in New York. *Foodborne Pathog. Dis.* 2010; 7 (7): 815–823. DOI: 10.1089/fpd.2009.0481.

8. Bezborodova N. A. Modern approach to the problem of clostridiosis in animal husbandry: sampling, laboratory diagnostics, prevention (overview). *Russian Journal "Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology"*. 2020; 3 (35): 392–402. DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202003016. (in Russ.)

9. Bezborodova N. A., Kozhukhovskaya V. V., Petropavlovsky M. V., Tomskikh O. G. Polymerase chain reaction in the diagnosis of latent, asymptomatic and chronic infectious diseases of cattle. *Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine*. 2019; 4: 30–33. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.4.30. (in Russ.)

10. Holschbach C. L., Peek S. F. *Salmonella* in dairy cattle. *Vet. Clin. North Am. Food. Anim. Pract.* 2018; 34 (1): 133–154. DOI: 10.1016/j.cvfa.2017.10.005.

11. Glotov A. G., Glotova T. I. Cattle salmonellosis on big dairy farms (Review. P.1). *Veterinariya*. 2020; 2: 3–7. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.2.03-07. (in Russ.)

12. Glotov A. G., Glotova T. I. Cattle salmonellosis on big dairy farms (Review. P.2). *Veterinariya*. 2020; 3: 3–7. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.3.03-07. (in Russ.)

13. Beliaev L. I., Beliaeva M. M. Epizootic justification correct diagnostics and prevention of infectious animal diseases in factor. *Veterinariya*. 2013; 5: 14–16. eLIBRARY ID: 19033248. (in Russ.)

14. Poryvaeva A. P., Krasnoperov A. S., Tomskikh O. G., Lysova Ya. Yu. Model of estimation of risk of development of complications when dyspepsia in calves. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019; 1 (180): 31–37. DOI: 10.32417/article_5ca4e6ff8e24c2.87308778. (in Russ.)

15. Subbotin V. V., Loschinin M. N., Sokolova N. A., Kolomytsev S. A. Salmonellosis – the actual problem of Veterinary Medicine. *Veterinaria i kormlenie*. 2013; 4: 59–61. eLIBRARY ID: 20291920. (in Russ.)

16. Rud E. N., Kuzminova E. V., Semenenko M. P., Abramov A. A., Rud N. A. Heat stress problem in dairy farming. *Veterinaria Kubani*. 2020; 3: 10–11. DOI: 10.33861/2071-8020-2020-3-10-11. (in Russ.)

17. Edrington T. S., Ross T. T., Callaway T. R., Martinez C. H., Hume M. E., Genovese K. J., et al. Investigation into the seasonal salmonellosis in lactating dairy cattle. *Epidemiol. Infect.* 2008; 136 (3): 381–390. DOI: 10.1017/S0950268807008680.

18. Buryakov N. P., Buryakova M. A., Aleshin D. E. Heat stress and heat stress and feeding features of the dairy cattle. *Russian Veterinary Journal. Productive Animals*. 2016; 3: 5–13. eLIBRARY ID: 26538900. (in Russ.)

19. Semina A. N., Abgarian S. R. Identification of *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium* by polymerase chain reaction. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2018; (4): 39–43. eLIBRARY ID: 36552499. (in Russ.)

20. Carroll L. M., Buehler A. J., Gaballa A., Siler J. D., Cummings K. J., Cheng R. A., Wiedmann M. Monitoring the microevolution of *Salmonella enterica* in healthy dairy cattle populations at the individual farm level using whole-genome sequencing. *Front. Microbiol.* 2021; 12:763669. DOI: 10.3389/fmicb.2021.

21. Pecoraro H. L., Thompson B., Duhamel G. E. Histopathology case definition of naturally acquired *Salmonella enterica* serovar Dublin infection in young Holstein cattle in the northeastern United States. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2017; 29 (6): 860–864. DOI: 10.1177/1040638717712757.

Поступила в редакцию / Received 31.10.2022

Поступила после рецензирования / Revised 08.12.2022

Принята к публикации / Accepted 20.12.2022

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Дроздова Людмила Ивановна, доктор ветеринарных наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <http://orcid.org/0000-0001-9689-1781>, e-mail: drozdova43@mail.ru.

Шилова Евгения Николаевна, доктор ветеринарных наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9506-6883>, e-mail: adelaida.gurgenovna@mail.ru.

Шкуратова Ирина Алексеевна, доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Уральского научно-исследовательского ветеринарного института – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <http://orcid.org/0000-0003-0025-3545>, e-mail: info@urnivi.ru.

Ряпосова Марина Витальевна, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5699-3924>, e-mail: riaposova76@mail.ru.

Lyudmila I. Drozdova, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Leading Researcher, FSBSI UrFASRC, UrB of RAS, Ekaterinburg, Russia; <http://orcid.org/0000-0001-9689-1781>, e-mail: drozdova43@mail.ru.

Evgenia N. Shilova, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Associate Professor, Leading Researcher, FSBSI UrFASRC, UrB of RAS, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9506-6883>, e-mail: adelaida.gurgenovna@mail.ru.

Irina A. Shkuratova, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Associate Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Ural Scientific Research Veterinary Institute – Branch of the FSBSI UrFASRC, UrB of RAS, Ekaterinburg, Russia; <http://orcid.org/0000-0003-0025-3545>, e-mail: info@urnivi.ru.

Marina V. Ryaposova, Doctor of Science (Biology), Associate Professor, Leading Researcher, FSBSI UrFASRC, UrB of RAS, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5699-3924>, e-mail: riaposova76@mail.ru.