

# Изучение динамики массы тела и внутренних органов лабораторных крыс при экспериментальной инфекции вирусом лейкоза крупного рогатого скота

Е. С. Красникова<sup>1</sup>, Р. В. Радионов<sup>2</sup>, А. В. Красников<sup>3</sup>, А. Ю. Светозарова<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup> ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ), г. Мичуринск, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова» (ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ), г. Саратов, Россия

<sup>1</sup> ORCID 0000-0003-4395-5862, e-mail: krasnikovaes77@yandex.ru

<sup>2</sup> ORCID 0000-0002-8586-2691, e-mail: roman5875@mail.ru

<sup>3</sup> ORCID 0000-0002-4127-8725, e-mail: krasnikov.77@mail.ru

<sup>4</sup> ORCID 0000-0002-3412-527X, e-mail: ana.svetozarova@yandex.ru

## РЕЗЮМЕ

Энзоотический лейкоз крупного рогатого скота уже более ста лет является актуальной проблемой ветеринарной медицины как в Российской Федерации, так и за рубежом. Ряд аспектов изучен достаточно глубоко, но есть и такие, что требуют проведения дополнительных исследований. К их числу относится разработка адекватной во всех отношениях лабораторной модели для воспроизведения инфекции, вызванной вирусом лейкоза крупного рогатого скота (BLV-инфекция). Предварительными исследованиями было установлено, что BLV-инфекция лабораторных крыс сопровождается коррелирующими с лейкозом у крупного рогатого скота клинико-морфологическими и биохимическими изменениями в крови, признаками иммунной супрессии, нарушением иммунологической реактивности организма и морфофункциональными изменениями на уровне иммунокомпетентных клеток. В этой связи интерес представляет анализ провоцируемых данными дисфункциями нарушений, находящих свое отражение в изменении морфометрических характеристик как всего организма, так и отдельных органов. Целью исследований стало изучение динамики массы тела и внутренних органов лабораторных крыс при экспериментальной BLV-инфекции. Динамика весовых показателей тела BLV-инфицированных лабораторных крыс характеризовалась выраженной тенденцией к их увеличению с последующим снижением вплоть до отрицательных значений. Обратная тенденция была отмечена для таких внутренних органов экспериментальных животных, как печень, селезенка, почки и легкие. Сначала их относительная масса в той или иной степени снижалась, затем увеличивалась с разной динамикой по группам. Исключение составило сердце, относительная масса которого снизилась и не увеличивалась до окончания эксперимента. Полученные данные коррелируют с мнением ряда авторов, что при BLV-инфекции относительная масса различных органов изменяется в результате пролиферативных, воспалительных, дистрофических и атрофических процессов.

**Ключевые слова:** Крысы, энзоотический лейкоз крупного рогатого скота, относительная масса, внутренние органы, среднесуточный привес, относительный привес.

**Благодарность:** Работа выполнена в рамках приоритетного направления «Устойчивое развитие сельских территорий» в соответствии с Программой стратегического развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Мичуринский государственный аграрный университет» на 2014–2020 гг.

**Для цитирования:** Красникова Е. С., Радионов Р. В., Красников А. В., Светозарова А. Ю. Изучение динамики массы тела и внутренних органов лабораторных крыс при экспериментальной инфекции вирусом лейкоза крупного рогатого скота. *Ветеринария сегодня*. 2021; 2 (37): 121–127. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-2-37-121-127.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для корреспонденции:** Красникова Екатерина Сергеевна, доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарии ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, 393760, Россия, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101, e-mail: krasnikovaes77@yandex.ru.

## Studying dynamic changes in body mass and mass of internal organs in laboratory rats experimentally infected with bovine leukosis virus

E. S. Krasnikova<sup>1</sup>, R. V. Radionov<sup>2</sup>, A. V. Krasnikov<sup>3</sup>, A. Yu. Svetozarova<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup> FSBEI HE "Michurinsk State Agrarian University" (FSBEI HE Michurinsk SAU), Michurinsk, Russia

<sup>2</sup> FSBEU HE "Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov" (FSBEU HE Saratov SAU), Saratov, Russia

<sup>1</sup> ORCID 0000-0003-4395-5862, e-mail: krasnikovaes77@yandex.ru

<sup>2</sup> ORCID 0000-0002-8586-2691, e-mail: roman5875@mail.ru

<sup>3</sup> ORCID 0000-0002-4127-8725, e-mail: krasnikov.77@mail.ru

<sup>4</sup> ORCID 0000-0002-3412-527X, e-mail: ana.svetozarova@yandex.ru

## SUMMARY

Enzootic bovine leukosis has been an urgent problem of veterinary medicine both in the Russian Federation and abroad for more than a hundred years. A number of aspects have been studied quite deeply; however, there are still areas that require additional research. These include the development of a fully adequate laboratory model for reproducing bovine leukosis virus (BLV) infection. Preliminary studies have established that BLV infection of laboratory rats is accompanied by clinical, morphological and biochemical changes in the blood, signs of immune suppression, impaired immunological reactivity of the body, and morphofunctional changes in the immunocompetent cells that correlate with bovine leukosis. In this regard, it is of interest to analyze disorders caused by these dysfunctions; the disorders are demonstrated by changed morphometric characteristics of both the body and individual organs. The aim of the research was to study dynamic changes in body mass and mass of internal organs in laboratory rats experimentally infected with BLV. There was a clear body mass increase in BLV-infected laboratory rats, then followed by a decrease down to negative numbers. The reverse trend was observed for such internal organs of the experimental animals as liver, spleen, kidneys and lungs. At first, their relative mass decreased to some extent, then increased with different dynamics in groups. The heart was the exception, as its relative mass decreased and did not increase until the end of the experiment. The data obtained correlate with those provided by a number of authors that the relative mass of various organs changes in the BLV infected animals because of proliferative, inflammatory, dystrophic and atrophic processes.

**Keywords:** Rats, enzootic bovine leukosis, relative mass, internal organs, average daily mass gain, relative mass gain.

**Acknowledgements:** The research was carried out within the priority area "Sustainable development of rural areas" in accordance with the Strategic Development Program of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Michurinsk State Agrarian University" for 2014–2020.

**For citation:** Krasnikova E. S., Radionov R. V., Krasnikov A. V., Svetozarova A. Yu. Studying dynamic changes in body mass and mass of internal organs in laboratory rats experimentally infected with bovine leukosis virus. *Veterinary Science Today*. 2021; 2 (37): 121–127. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-2-37-121-127.

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

**For correspondence:** Ekaterina S. Krasnikova, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Associate Professor, Professor, Department of Animal Science and Veterinary Medicine, FSBEI HE Michurinsk SAU, 393760, Russia, Tambov Oblast, Michurinsk, Internatsyonalnaya str., 101, e-mail: krasnikovaes77@yandex.ru.

## ВВЕДЕНИЕ

Энзоотический лейкоз крупного рогатого скота (ЭЛ КРС, EBL) – широко распространенное заболевание, особенно часто выявляющееся у высокопродуктивных коров молочных пород [1]. В качестве моделей для изучения патологических процессов в организме экспериментально зараженных животных используют крупный рогатый скот, овец, кроликов [2]. В предыдущих исследованиях была показана восприимчивость белых лабораторных крыс линии Wistar к пероральному и парентеральному заражению ЭЛ КРС [3, 4]. Так как было установлено, что BLV-инфекция (bovine leukemia virus, вирус лейкоза крупного рогатого скота) у лабораторных животных сопровождается коррелирующими с ЭЛ КРС клинико-морфологическими и биохимическими изменениями в крови [3], признаками иммунной супрессии и нарушением иммунологической реактивности организма [4], а также морфофункциональными изменениями на уровне иммунокомпетентных клеток [5], крыс линии Wistar можно рассматривать в качестве новой лабораторной модели для изучения биологии возбудителя ЭЛ КРС *in vivo*. Выводы такого рода требуют наличия коррелятивных связей на уровне патогенеза заболевания у лабораторных и естественно восприимчивых животных, поэтому особый интерес представляет анализ провоцируемых данными дисфункциями нарушений, находящихся свое отражение в изменении морфометрических характеристик как всего организма, так и отдельных органов.

В этой связи целью исследований стало изучение динамики массы тела и внутренних органов лабораторных крыс при экспериментальной BLV-инфекции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили белые лабораторные крысы линии Wistar ( $n = 60$ ), которые были разделены на три равнозначные группы. Животные содержались на полноценном рационе и ежедневно получали вволю свежее молоко от коров КЛХ «Заря» Тамалинского района Пензенской области, являющихся больными и инфицированными вирусом ЭЛ КРС, по данным государственной ветеринарной службы. Первой группе (I) крыс скармливали молоко интактных коров, второй (II) – молоко BLV-инфицированных коров и третьей (III) – молоко клинически больных лейкозом коров. Животных каждой из групп разделили на 2 подгруппы: а – состояла из взрослых крыс, б – из их потомства. Потомство, полученное в опыте, отделяли от матерей после начала самостоятельного питания. Динамику развития BLV-инфекции у экспериментальных крыс определяли методами полимеразной цепной реакции (ПЦР) и иммуноферментного анализа (ИФА) через 3, 6, 9 и 12 месяцев от начала эксперимента.

Аспирацию крови осуществляли из боковой хвостовой вены в вакуумные пробирки со стабилизатором КЗ ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислотой) и в пробирки с клот-активатором (PUTH, Китай). Для ПЦР-диагностики использовали наборы реагентов ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора (Рос-

сия): «ДНК-сорб-В», «ЛЕЙКОЗ» и «ЭФ», постановку и учет реакции осуществляли на оборудовании компании Bio-Rad Laboratories, Inc. (США). Серологические исследования выполняли с применением «Набора для выявления антител к вирусу лейкоза крупного рогатого скота в сыворотке крови и молоке иммуноферментным методом (вариант № 1 – скрининг)» производства ФКП «Курская биофабрика – фирма «БИОК» (Россия) на оборудовании Multiskan (Thermo Scientific, США). Для подтверждения BLV-инфекции у экспериментальных крыс учитывали качественные показатели наличия («+») или отсутствия («-») провирусной ДНК и/или антител. В эксперименте использовали животных, показавших положительный результат как минимум по одному из индикаторов, отрицательно реагирующих крыс выбраковывали.

По 5 крыс каждой группы в установленные сроки подвергали эвтаназии и вскрытию. Животных выводили из эксперимента путем цервикальной дислокации, предварительно используя аэрозольную анестезию диэтиловым эфиром.

Все эксперименты на животных проводились в строгом соответствии с межгосударственными стандартами по содержанию и уходу за лабораторными животными ГОСТ 33216-2014 и ГОСТ 33215-2014, принятыми Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, а также согласно требованиям Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22.09.2010 по охране животных, используемых в научных целях.

Материалом для морфометрических исследований послужили паренхиматозные органы животных: почки, печень, селезенка, сердце и легкие. Измерение массы тела крыс и их внутренних органов осуществляли на электронных весах JW-1 ( $e = 0,02$  г) фирмы Acom Inc. (Южная Корея).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты серологических и молекулярно-генетических исследований, представленные в таблице, свидетельствуют о положительной динамике инфекционного процесса у животных в экспериментальных группах, так как по крайней мере один из видов диагностики давал по группе положительный результат. Это, вероятнее всего, было обусловлено биологическими особенностями возбудителя инфекции и своеобразием патогенеза заболевания. Животные контрольной группы на всем протяжении эксперимента оставались интактными.

Полученные при измерении массы тела экспериментальных животных данные свидетельствуют о том, что положительная тенденция, обозначившаяся в начале эксперимента, к концу периода наблюдения сменилась отрицательной, у животных экспериментальных групп после резкого увеличения массы тела начала развиваться кахексия. Наиболее выражено это было у потомства крыс III группы, где положительная динамика вовсе отсутствовала. В то же время крысы контрольных групп закономерно набирали вес. Изменение массы тела животных и динамика среднесуточного и относительного приростов массы тела крыс представлены на рисунках 1–3.

Как показано на рисунке 1, изменение массы тела животных опытных групп характеризовалось выраженной положительной динамикой на протяжении 9 меся-

**Таблица**  
Динамика развития BLV-инфекции у крыс экспериментальных групп

**Table**  
Dynamics of BLV-infection in rats of the experimental group

Срок исследования	Группа и подгруппа животных											
	Ia		Iб		IIa		IIб		IIIa		IIIб	
	ПЦР	ИФА	ПЦР	ИФА	ПЦР	ИФА	ПЦР	ИФА	ПЦР	ИФА	ПЦР	ИФА
через 3 мес.	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	X	X
через 6 мес.	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
через 9 мес.	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
через 12 мес.	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

«-» – отрицательный результат (negative result);

«+» – положительный результат (positive result);

«X» – исследования не проводились (not tested).

цев эксперимента и резкой отрицательной динамикой к концу. Масса тела взрослых особей экспериментальных групп к третьему кварталу от начала эксперимента превышала таковую в контрольной группе в 2,2 раза, а у их потомства – в 1,5 раза. Развитие ожирения у крыс

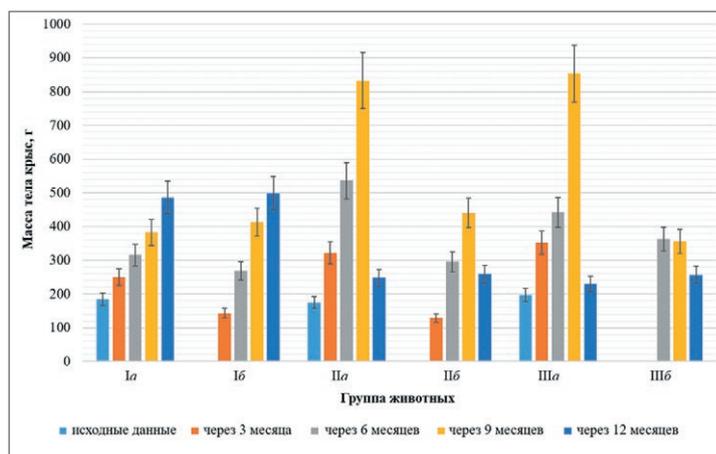


Рис. 1. Динамика изменения массы тела животных

Fig. 1. Dynamic changes in animal body mass

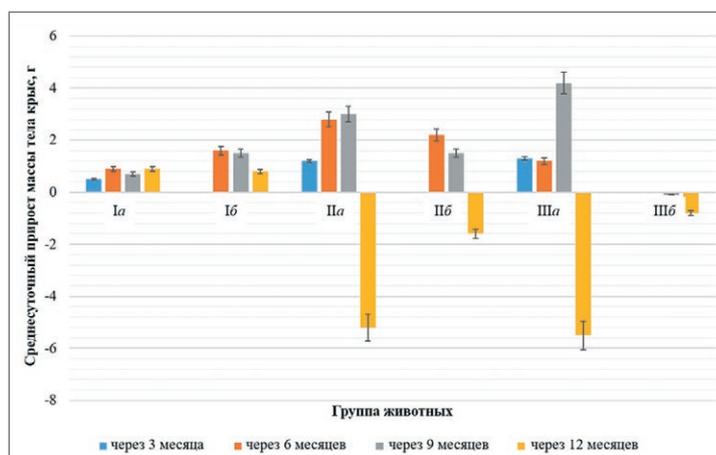


Рис. 2. Динамика среднесуточного прироста массы тела

Fig. 2. Dynamic changes in average daily mass gain

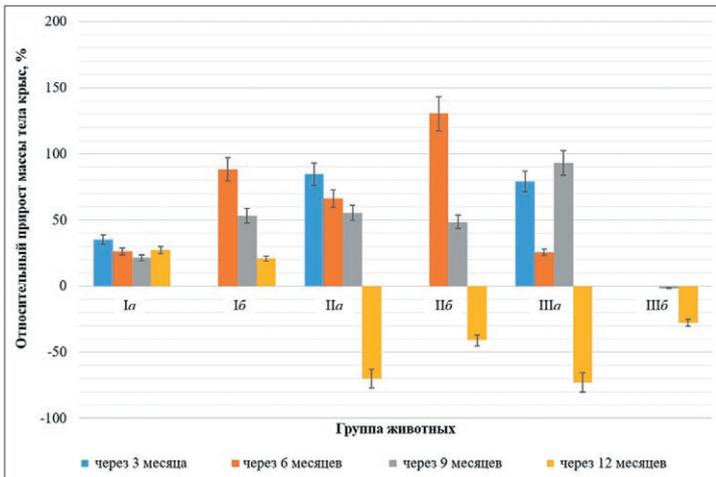


Рис. 3. Динамика относительного прироста массы тела

Fig. 3. Dynamic changes in relative mass gain

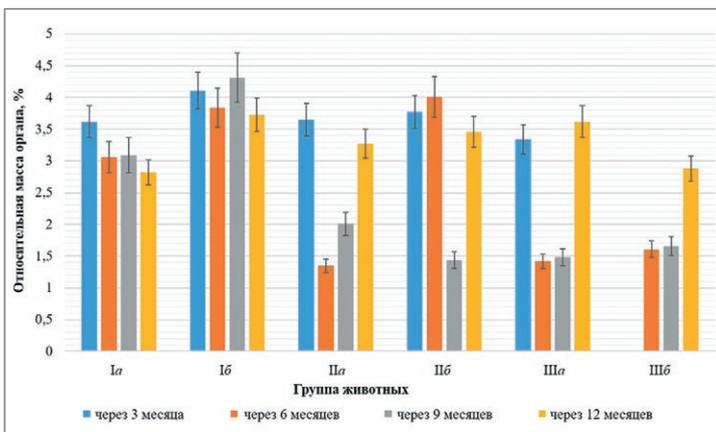


Рис. 4. Динамика относительной массы печени животных

Fig. 4. Dynamic changes in relative mass of animal liver

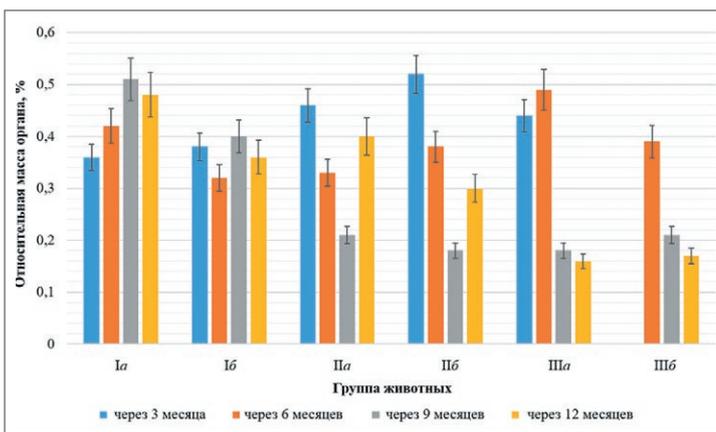


Рис. 5. Динамика относительной массы селезенки животных

Fig. 5. Dynamic changes in relative mass of animal spleen

может быть связано с повышенной жирностью молока больных и инфицированных лейкозом коров, что зачастую обуславливается снижением объема молока в результате развития субклинического мастита [6]. К окончанию эксперимента масса тела крыс IIa и IIIa групп по отношению к предыдущим показателям снизилась в 3,4

и 3,7 раза, а у их потомства – в 1,7 и 1,4 раза соответственно, в то время как масса тела интактных животных продолжала планомерно увеличиваться. Устойчивое развитие кахексии может свидетельствовать об изменении метаболизма у экспериментальных животных, так как имеются сведения, что хронические вирусные инфекции индуцируют нарушение обмена веществ [7], а лейкоз скота часто сопровождается истощением животных [8].

На рисунке 2 видно, что наиболее выраженная положительная динамика среднесуточного прироста массы тела была отмечена в первые 9 месяцев эксперимента у взрослых крыс, поедавших молоко больных и инфицированных лейкозом коров, затем у этих животных данный показатель стал резко отрицательным. У потомства крыс группы II в начале эксперимента отмечался прирост массы тела, к концу исследований этот показатель, так же как и у родительского поголовья, стал отрицательным. У потомства же экспериментальной группы III показатель среднесуточного прироста массы тела сначала находился фактически на нулевом уровне, затем еще несколько снизился. Динамика среднесуточного прироста у животных напрямую коррелирует с показателями относительного прироста массы их тела, тенденции развития которого представлены на рисунке 3.

Динамика относительного прироста массы тела крыс во всех группах имела отрицательную тенденцию (рис. 3). Исключение составили взрослые крысы, в рационе которых было молоко больных лейкозом коров, показатели относительного прироста массы тела у животных данной группы были непостоянны. К первому кварталу от начала эксперимента этот индикатор в группах IIa и IIIa составил  $(84,6 \pm 7,8)\%$  и  $(78,9 \pm 7,1)\%$  соответственно, превышая таковой у животных контрольной группы в 2,4 и 2,3 раза. Однако через 6 и 9 месяцев от начала эксперимента показатель относительного прироста массы тела у животных группы IIa снизился в 1,3 и 1,2 раза соответственно, тогда как у крыс группы IIIa он сначала резко уменьшился в 3,1 раза и затем вырос в 3,6 раза, что можно связать с метаболическими изменениями, вероятнее всего, обусловленными гормональным фоном животных. К окончанию эксперимента данный индикатор был отрицательным во всех экспериментальных группах и составлял от  $-(27,8 \pm 2,1)\%$  и  $-(41,1 \pm 3,8)\%$  у потомства крыс групп III и II до  $-(73,0 \pm 7,1)\%$  и  $-(70,2 \pm 6,6)\%$  у родительского поголовья соответственно, в то время как у животных контрольных групп этот показатель был положительным и оставался на уровне  $(20,9 \pm 1,7)\%$  и  $(27,1 \pm 2,1)\%$ .

Важным критерием, характеризующим состояние организма, является относительная масса внутренних органов. Известно, что масса любого органа напрямую связана с его функциональным состоянием. В то же время изменения в объеме и структуре органа могут быть как следствием возрастных изменений, так и являться результатом развития каких-либо патологических процессов [9]. Динамика изменения относительной массы внутренних органов экспериментальных животных показала присутствие определенных тенденций в разных группах. Полученные данные проиллюстрированы на рисунках 4–8.

Относительная масса печени крыс экспериментальных групп вначале имела отрицательную

динамику (рис. 4), вероятнее всего, обусловленную быстрым увеличением их массы тела. К концу эксперимента данный показатель характеризовался значительным увеличением во всех опытных группах животных, что может быть обусловлено развитием у них кахексии, а также воспалительными процессами и интоксикацией, маркеры которых были выявлены при осуществлении клинико-морфологических и биохимических исследований крови экспериментальных животных [10, 11]. Так, уже через 3 и 6 месяцев от начала эксперимента относительная масса печени крыс групп IIa и IIIa была снижена относительно показателей контрольной группы в 2,3/2,2 и 1,5/2,1 раза соответственно, а к окончанию опыта данный индикатор уже превышал показатели контрольной группы в 1,2 и 1,3 раза. У потомства экспериментальных животных относительная масса печени к середине эксперимента была ниже в 3,0 и 2,6 раза по сравнению с контролем, а к окончанию – данный показатель вырос в 2,4 и 1,7 раза по сравнению с предыдущими данными, в то время как у потомства контрольной группы крыс он оставался приблизительно на одном уровне в течение всего времени наблюдения.

Изменение относительной массы селезенки животных в течение эксперимента (рис. 5) имело тенденцию первоначального снижения данного показателя у крыс опытных групп в 1,4–2,1 раза, варьируя по группам, на фоне прироста массы тела, за исключением взрослых особей группы III, где относительная масса селезенки сначала незначительно увеличилась в 1,1 раза, а потом резко снизилась в 2,7 раза. Затем динамика данного показателя у крыс групп IIa и IIб изменилась в сторону увеличения органа в 1,9 и 1,6 раза к концу эксперимента, обусловленного, вероятно, воспалительными либо пролиферативными процессами в селезенке на фоне снижения прироста массы тела животных. У крыс группы III и их потомства была отмечена прогрессирующая тенденция снижения объема органа в 3,0 и 2,1 раза соответственно по сравнению с контролем, возможно, связанная с атрофическими процессами.

Динамика относительной массы почек (рис. 6) крыс экспериментальных групп характеризовалась снижением данного показателя к 6–9-му месяцу от начала опыта в 1,6/1,8/2,5 раза по отношению к первоначальному данным у животных групп IIa/IIб/IIIa на фоне увеличения массы тела животных. К окончанию эксперимента было отмечено увеличение относительной массы органа во всех экспериментальных группах в 1,2–1,9 раза по сравнению с данными третьего квартала, что может быть связано с развитием пролиферативных процессов либо гипертрофией почек вследствие интоксикации. Исключение составили крысы группы IIIб, у которых относительная масса почек возрастала постоянно, так как не происходило первоначального увеличения относительного прироста массы тела. Следует отметить, что у потомства крыс опытных групп относительная масса почек была в 1,2 раза больше, чем у потомства интактных животных. У взрослых крыс группы II этот показатель был в 1,3 раза выше, а у крыс группы III в 1,6 раза ниже, чем у интактных животных.

Как показано на рисунке 7, относительная масса легких у крыс не имела настолько выраженной динамики, как у других вышеописанных органов. Резко возросла она лишь у животных IIIa группы. К окончанию эксперимента этот показатель в данной группе животных

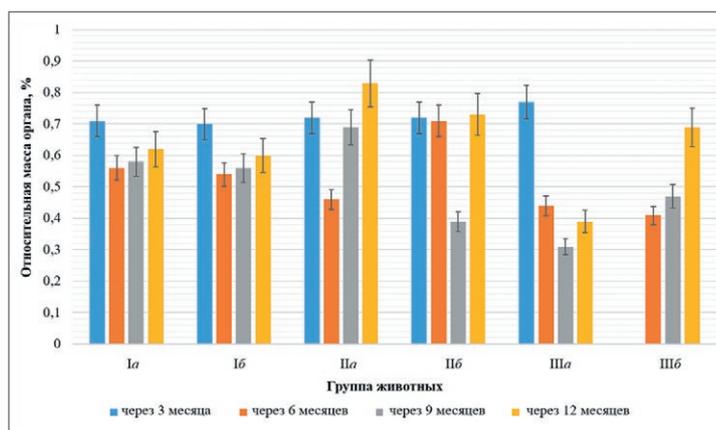


Рис. 6. Динамика относительной массы почек животных

Fig. 6. Dynamic changes in relative mass of animal kidneys

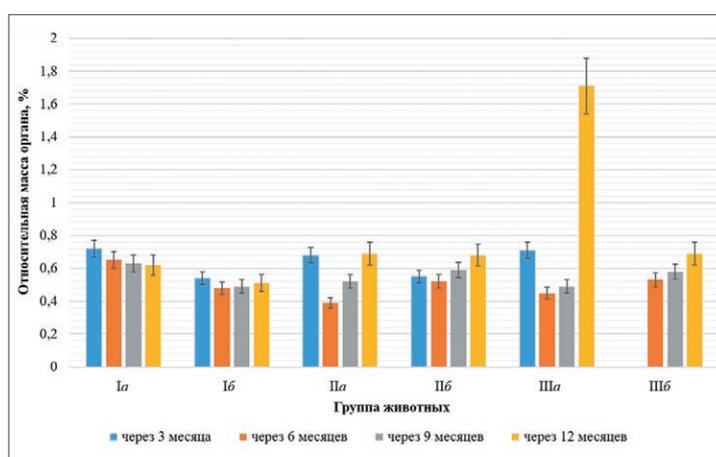


Рис. 7. Динамика относительной массы легких животных

Fig. 7. Dynamic changes in relative mass of animal lungs

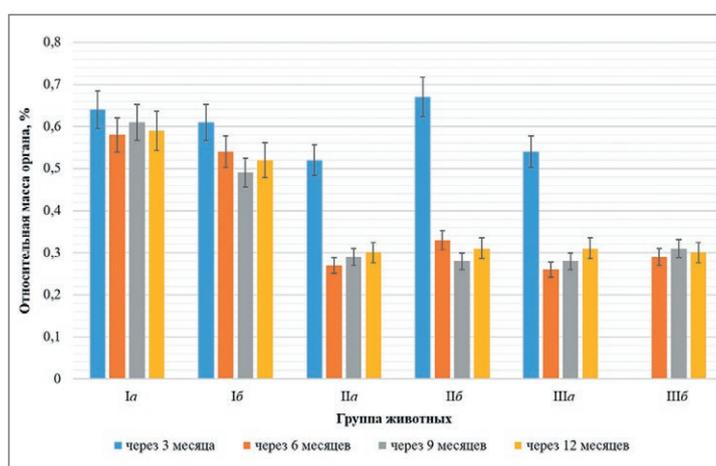


Рис. 8. Динамика относительной массы сердца животных

Fig. 8. Dynamic changes in relative mass of animal heart

превышал таковой в контроле в 2,8 раза. У потомства животных групп II и III данный показатель увеличивался по сравнению с интактными в 1,3 раза. Это было обусловлено развитием у многих экспериментальных крыс одно- и двусторонней пневмонии, зафиксированной при вскрытии, что могло быть спровоцировано

BLV-индуцированной иммуносупрессией. По данным Н. Г. Козыревой и соавт. [2], P. Dimitrov et al. [12], пневмонии часто сопровождают экспериментальную BLV-инфекцию у кроликов, что подтверждает полученные в ходе исследования результаты.

Динамика относительной массы сердца во всех опытных группах животных характеризовалась снижением этого показателя в 2,5–3,0 раза по сравнению с контролем (рис. 8), несмотря на развитие кахексии к концу эксперимента. Это может быть обусловлено прогрессированием атрофических и дистрофических процессов в органе на фоне нарушения метаболизма.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученные результаты исследований позволяют заключить, что экспериментальная BLV-инфекция сопровождается закономерными изменениями как абсолютных, так и относительных показателей массы тела и внутренних органов у лабораторных крыс линии Wistar. Динамика весовых показателей тела BLV-инфицированных лабораторных крыс характеризуется выраженной тенденцией к их росту с последующим снижением вплоть до отрицательных значений. Обратная тенденция была отмечена для печени, селезенки, почек и легких экспериментальных животных: в начале опыта их относительная масса в той или иной степени снижалась, затем увеличивалась с разной динамикой по группам. Исключение составило сердце, относительная масса которого не увеличивалась в течение эксперимента.

Полученные данные коррелируют с результатами исследований других авторов, констатирующих, что BLV-инфекция индуцирует нарушения не только в гемопозитических, но и в других жизненно важных органах животного. В результате пролиферативных, воспалительных, дистрофических и атрофических процессов изменяется относительная масса различных органов [13], при этом наиболее выраженные изменения обнаруживают в селезенке, печени, почках и сердце [14, 15, 16].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (п. п. 1, 3, 5, 6, 12 см. REFERENCES)

2. Козырева Н. Г., Иванова Л. А., Степанова Т. В., Гулюкин М. И. Алиментарная передача вируса лейкоза крупного рогатого скота. *Инфекционные болезни*. 2017; 15 (S1): 128–129. eLIBRARY ID: 29219377.
4. Красникова Е. С., Козлов С. В., Красников А. В., Белякова А. С., Радионов Р. В. Динамика гуморальных факторов иммунитета крыс при экспериментальной BLV-инфекции. *Аграрный научный журнал*. 2020; 12: 62–65. DOI: 10.28983/asj.y2020i12pp62-65.
7. Тарасова Л. В., Арямкина О. Л., Волкова Т. В., Бусалаева Е. И., Соновская Е. В. Нарушения белкового обмена при хронических вирусных гепатитах. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2019; 163 (3): 105–112. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-163-3-105-112.
8. Смирнов П. Н. Хронобиологические исследования патологического процесса при лейкозе жвачных. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2016; 4 (14): 7–14. DOI: 10.31677/2311-0651-2016-0-4-7-14.
9. Райкова К. А., Авдеева О. С., Гавриченко Е. П. Масса внутренних органов человека как критерий возрастных изменений. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2020; 10 (1): 24. ID: 2020-01-6-T-18847.
10. Красникова Е. С., Красников А. В., Радионов Р. В., Артемьев Д. А., Околелов В. И. Биохимические изменения крови крыс линии Wistar при экспериментальной BLV-инфекции. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2019; 2 (24): 69–75. DOI: 10.31677/2311-0651-2019-24-2-69-75.
11. Красникова Е. С., Красников А. В., Радионов Р. В., Белякова А. С., Околелов В. И. Гематологические показатели крыс линии Wistar при экспериментальной BLV-инфекции. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2018; 4 (22): 138–145. DOI: 10.31677/2311-0651-2018-0-4-138-145.

13. Рудакова О. Н. Анализ современных методов диагностики и ветеринарно-санитарная экспертиза мяса при лейкозе крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2010. 137 с. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01004616215#?page=1>.

14. Меньшикова З. Н., Курмакаева Т. В. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса крупного рогатого скота на разных стадиях лейкоза. *Материалы методической и научно-практической конференции*. М: МГАВМиБ им. К. И. Скрябина; 2002; 226–228.

15. Сноз В. Г. Локализация патологоанатомических и гистологических изменений в органах и тканях крупного рогатого скота при гемобластазах на разных стадиях развития патологического процесса. *Диагностика, патогенез, патоморфология и профилактика болезней сельскохозяйственных животных: материалы Всероссийской научно-методической конференции по патанатомии сельскохозяйственных животных*. Воронеж: Воронежский ГАУ; 1993; 67–68. eLIBRARY ID: 25034136.

16. Соколов Д. С. Краткий аналитический обзор состояния изученности проблемы ветеринарно-санитарной оценки мяса при лейкозе крупного рогатого скота. *Актуальные вопросы ветеринарной медицины: материалы Сибирского международного ветеринарного конгресса (3–4 марта 2005 г.)*. Новосибирск: Новосибирский ГАУ; 2005; 200. Режим доступа: <https://nsau.edu.ru/images/vetfac/images/ebooks/pages/2005/s200.htm>.

## REFERENCES

1. Polat M., Takeshima Sn., Aida Y. Epidemiology and genetic diversity of bovine leukemia virus. *Virology*. 2017; 14:209. DOI: 10.1186/s12985-017-0876-4.
2. Kozyreva N. G., Ivanova L. A., Stepanova T. V., Gulyukin M. I. Foodborne transmission of bovine leukosis virus [Alimentarnaya peredacha virusa lejkoza krupnogo rogatogo skota]. *Infektsionnye Bolezni*. 2017; 15 (S1): 128–129. eLIBRARY ID: 29219377. (in Russian)
3. Krasnikova E. S., Bouchemla F., Krasnikov A. V., Radionov R. V., Belyakova A. S. The hematobiochemical status of Wistar rat line under the bovine leukemia virus experimental infection. *Vet. World*. 2019; 12 (3): 382–388. DOI: 10.14202/vetworld.2019.382-388.
4. Krasnikova E. S., Kozlov S. V., Krasnikov A. V., Belyakova A. S., Radionov R. V. Dynamics of humoral immunity factors in rats under experimental BLV infection. *Agrarian Scientific Journal*. 2020; 12: 62–65. DOI: 10.28983/asj.y2020i12pp62-65. (in Russian)
5. Altanerova V., Holicova D., Kucerova L., Altaner C., Lairmore M. D., Boris-Lawrie K. Long-term infection with retroviral structural gene vector provides protection against bovine leukemia virus disease in rabbits. *Virology*. 2004; 329 (2): 434–439. DOI: 10.1016/j.viro.2004.09.001.
6. Frie M. C., Sporer K. R. B., Benitez O. J., Wallace J. C., Droscha C. J., Bartlett P. C., Coussens P. M. Dairy cows naturally infected with bovine leukemia virus exhibit abnormal B- and T-cell phenotypes after primary and secondary exposures to keyhole limpet hemocyanin. *Front. Vet. Sci*. 2017; 4: 112. DOI: 10.3389/fvets.2017.00112.
7. Tarasova L. V., Ariamkina O. L., Volkova T. V., Busalayeva E. I., Sosnovskaia E. V. Protein metabolic disorders in chronic viral hepatitis. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2019; 163 (3): 105–112. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-163-3-105-112. (in Russian)
8. Smirnov P. H. Chronobiological research on pathology of ruminants suffering from leucosis. *Innovations and Food Safety*. 2016; 4 (14): 7–14. DOI: 10.31677/2311-0651-2016-0-4-7-14. (in Russian)
9. Raikova K. A., Avdeeva O. S., Gavrichenko E. P. Mass of human internal organs as a criterion of age-related changes [Massa vnutrennih organov cheloveka kak kriterij vozzrastnyh izmenenij]. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2020; 10 (1): 24. ID: 2020-01-6-T-18847. (in Russian)
10. Krasnikova E. S., Krasnikov A. V., Radionov R. V., Artemev D. A., Okolelov V. I. Blood biochemical parameters of rats – Wistar line under the BLV experimental infection. *Innovations and Food Safety*. 2019; 2 (24): 69–75. DOI: 10.31677/2311-0651-2019-24-2-69-75. (in Russian)
11. Krasnikova E. S., Krasnikov A. V., Radionov R. V., Belyakova A. S., Okolelov V. I. Hematological parameters of rats – Wistar line under the BLV experimental infection. *Innovations and Food Safety*. 2018; 4 (22): 138–145. DOI: 10.31677/2311-0651-2018-0-4-138-145. (in Russian)
12. Dimitrov P., Simeonov K., Todorova K., Ivanova Z., Toshkova R., Shikova E., Russev R. Pathological features of experimental bovine leukaemia viral (BLV) infection in rats and rabbits. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*. 2012; 56 (2): 115–120. DOI: 10.2478/v10213-012-0021-5.
13. Rudakova O. N. Analyzing cutting-edge diagnostic methods and meat inspection techniques used for animals infected with bovine leukosis virus [Analiz sovremennykh metodov diagnostiki i veterinarno-sanitarnaya ekspertiza myasa pri lejkoze krupnogo rogatogo skota]: Abstract of a thesis, Candidate of Science (Biology). M., 2010. 137 p. Available at: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01004616215#?page=1>. (in Russian)
14. Mentshikova Z. N., Kurmaakava T. V. Veterinary and sanitary examination of cattle meat at different stages of leukosis [Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza myasa krupnogo rogatogo skota na raznykh stadiyah lejkoza].

*Proceedings of the Methodological and Scientific-Practical Conference. M.: Scriabin Moscow State Medical University; 2002; 226–228. (in Russian)*

15. Snoz V. G. Locating pathoanatomic and histological changes in organs and tissues of cattle with hemoblastosis (at different stages of the pathological process) [Lokalizaciya patologoanatomicheskikh i gistologicheskikh izmenenij v organah i tkanyah krupnogo rogatogo skota pri gemoblastozah na raznyh stadiyah razvitiya patologicheskogo processa]. *Diagnostics, pathogenesis, pathomorphology and prevention of farm animal diseases [Dagnostika, patogenez, patomorfologiya i profilaktika boleznej sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh]: Proceedings of the All-Russian Scientific and Methodological Conference on Pathanatomy of Farm Animals. Voronezh: Voronezhsky GAU; 1993; 67–68. eLIBRARY ID: 25034136. (in Russian)*

16. Sokolov D. S. The brief state-of-the-art review of a state of a problem of a veterinary-sanitary estimation of meat at a bovine leukemia. *Topical Issues of Veterinary Medicine [Aktual'nye voprosy veterinarnoj mediciny]: Proceedings of the Siberian International Veterinary Congress (March 3–4, 2005). Novosibirsk: Novosibirsk State Agrarian University; 2005; 200. Available at: <https://nsau.edu.ru/images/vetfac/images/ebooks/pages/2005/s200.htm>. (in Russian)*

Поступила 22.01.2021

Принята в печать 16.03.2021

Received on 22.01.2021

Approved for publication on 16.03.2021

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Красникова Екатерина Сергеевна**, доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарии ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, Россия.

**Радионов Роман Владимирович**, кандидат биологических наук, ассистент кафедры болезней животных и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, г. Саратов, Россия.

**Красников Александр Владимирович**, доктор ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой зоотехнии и ветеринарии ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, Россия.

**Светозарова Анна Юрьевна**, аспирант кафедры зоотехнии и ветеринарии ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, Россия.

**Ekaterina S. Krasnikova**, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Associate Professor, Professor, Department of Animal Science and Veterinary Medicine, FSBEI HE Michurinsk SAU, Michurinsk, Russia.

**Roman V. Radionov**, Candidate of Science (Biology), Assistant, Department of Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise, FSBEU HE Saratov SAU, Saratov, Russia.

**Aleksander V. Krasnikov**, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Associate Professor, Head of the Department of Animal Science and Veterinary Medicine, FSBEI HE Michurinsk SAU, Michurinsk, Russia.

**Anna Yu. Svetozarova**, Post-Graduate Student, Department of Animal Science and Veterinary Medicine, FSBEI HE Michurinsk SAU, Michurinsk, Russia.