

ISSN 1561-8323 (Print)
ISSN 2524-2431 (Online)

БИОЛОГИЯ
BIOLOGY

УДК 576.8:591.5
<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2018-62-5-585-591>

Поступило в редакцию 25.06.2018
Received 25.06.2018

**С. В. Полоз, Е. И. Анисимова, П. Ю. Лобановская, О. Э. Соловей,
В. А. Куделич, Е. Г. Скуратович**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам,
Минск, Республика Беларусь*

**ХАРАКТЕР АДАПТАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ
ПАЗАРИТО-ХОЗЯИНЫХ ОТНОШЕНИЙ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

(Представлено академиком М. Е. Никифоровым)

Аннотация. Экспериментально на лабораторных животных установлено, что адаптационные процессы в организме млекопитающих под воздействием паразитов происходят стадийно: стадия беспокойства, уравнивания и угнетения. Они сопровождаются изменением поведенческих и функциональных реакций, а также гематологических и биохимических показателей крови лабораторных животных. При этом отмечены различные изменения данных показателей при остром и хроническом течении инвазионного процесса. Результаты исследований являются основанием для разработки комплекса мероприятий по оздоровлению животных от инвазий, включающих препараты, позволяющие ускорить восстановительные процессы и адаптацию к изменениям окружающей среды.

Ключевые слова: инвазионный процесс, стадии адаптации, поведение, показатели крови

Для цитирования. Характер адаптационных механизмов при формировании паразито-хозяйных отношений у млекопитающих / С. В. Полоз [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2018. – Т. 62, № 5. – С. 585–591. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2018-62-5-585-591>

**Sviatlana V. Polaz, Alena I. Anisimava, Palina Y. Labanouskaya, Aksana E. Salavei,
Vasili A. Kudelich, Alena G. Skuratovich**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources,
Minsk, Republic of Belarus*

**CHARACTER OF ADAPTATION MECHANISMS
WHEN FORMING PARASITE-HOST RELATIONS IN MAMMALS**

(Communicated by Academician Mikhail E. Nikiforov)

Abstract. It has been experimentally established that the processes of adaptation of organism under the influence of parasites occur in stages: the stage of anxiety, equilibration and oppression. The are accompanied by a change in behavioral and functional reactions, as well as hematological and biochemical changes in the blood of laboratory animals. At the same time, changes in these parameters were observed in acute and chronic course of the invasive process. The results of the research are the basis for the development and application of drugs-adaptogens, which allow reducing the recovery time of the body against the background of anthelmintic therapy.

Keywords: infection process, the adaptation stage, behavior, blood tests

For citation: Polaz S. V., Anisimava A. I., Labanouskaya P. Y., Salavei A. E., Kudelich V. A., Skuratovich A. G. Character of adaptation mechanisms when forming parasite-host relations in mammals. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2018, vol. 62, no. 5, pp. 585–591 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2018-62-5-585-591>

Введение. Важным резервом сохранения биологического разнообразия и ресурсов диких копытных является профилактика возникновения и распространения паразитозов [1]. Под влиянием паразитов и их ассоциаций происходит нарушение физиологических процессов в организме животных, которое отражается на выживаемости и темпах роста численности их популяций. В ряде случаев не только снижается продуктивность этих животных, но, при сочетании с другими неблагоприятными условиями, может происходить массовый падеж [2]. Паразиты способны вызывать угнетение иммунной системы, провоцировать развитие внутренних незаразных болезней, повышать восприимчивость к инфекциям. Современное управление популяциями диких копытных предполагает реализацию таких мероприятий, как отлов и перемещение (транспортирование) животных. Результатом таких мероприятий часто является развитие стрессового состояния у животных, негативное влияние которого может усугубляться под воздействием паразитов.

Иммунитет при гельминтозах имеет свои особенности, которые зависят от физиологических и экологических характеристик отдельных видов гельминтов [3]. Происходящие при гельминтозах изменения в органах и тканях служат показателем нарушения обмена веществ, наличия дистрофических процессов, аллергических и иммуноморфологических реакций, т. е. являются ответной реакцией организма на патогенное действие гельминта [4]. Целью наших исследований было изучение адаптационных способностей к стрессам у млекопитающих на фоне формирования паразито-хозяйинных отношений.

Материалы и методы исследования. Определение адаптационных способностей на фоне формирования паразито-хозяйинных отношений у млекопитающих проводили в условиях эксперимента методом «Открытое поле». В основу его положены наблюдения за характерными реакциями экспериментальных животных на изменения окружающих условий [5]. В ходе эксперимента изучалась локомоторная и вегетативная активности, исследовательское и стрессовое поведение, гематологические и биохимические показатели крови лабораторных животных (белые беспородные мыши массой тела 19–23 г). Животные были подразделены на следующие группы: контрольные животные ($n = 30$) и экспериментальные животные ($n = 60$), зараженные инвазионными яйцами *Neoscaris vitulorum* и *Trichuris muris*. Реакции животных определяли на 15-е, 30-е, 60-е сутки от начала инвазии, что связано с особенностями биологии видов паразитов, используемых в эксперименте. Эксперимент проводился при стандартных условиях. Каждое животное тестировалось 2 мин. Для сравнения средних значений двух выборок использовали t -тест (при нормальном распределении) и U -тест Манна–Уитни (для остальных). Коэффициент подвижности демонстрировал выраженность стрессового поведения на фоне общей горизонтальной подвижности особи. Двигательная активность характеризовала общий уровень локомоторной активности, вызванный поисковым поведением.

Исследования крови проводили при помощи компьютеризированного лабораторного комплекса IDEXX (США).

Результаты и их обсуждение. Результаты наших исследований показали, что процессы адаптации организма млекопитающих, формирующиеся на фоне инвазии, происходят по стадиям. Первая стадия беспокойства. Она характеризовалась уменьшением следующих показателей поведения: горизонтальной двигательной активности (ГДА), вертикальной двигательной активности (ВДА), груминга (Г), времени начала движения (ЛВНД), числа посещенных периферических секторов (ЧПС), числа посещенных внутренних секторов (ЧВС), коэффициента подвижности (КП), общей двигательной активности (ДА). Отмечалось значительное увеличение таких показателей, как проявление стресса (СП), количество уринаций (У) и дефекаций (Д) за 1 и 2 мин. В результате статистической обработки данных по двум выборкам было установлено значительное различие средних значений показателей ГДА, ВДА, СП, У, Д, Г (2-я минута), ЛВНД, ЧПС (2-я минута), ЧВС (2-я минута), КП, ДА ($p > 0,05$), что соответствует острому течению инвазионного процесса. У животных контрольной группы отмечались незначительные различия в значениях Г (1-я минута), но при отсутствии дополнительных стрессовых факторов на 2-й минуте наступала фаза привыкания, и животные начинали проявлять поведение, направленное на поддержание чистоты и правильного положения шерсти. У опытных животных такое проявление

комфортного поведения отсутствовало. Животные опытной группы были возбуждены, беспокоились и метались из стороны в сторону, при этом регистрировали посещение большего количества периферических секторов. При этом ГДА опытной группы было в 1,5–2 раза меньше, чем у животных контрольной группы. Показатель ЧВС у животных 1 и 2 группы был менее 1, что связано со стрессовым поведением на 1-й минуте опыта. Однако на 2-й минуте интактные животные начинали посещать внутренние области опытного поля, тем самым проявляя исследовательское поведение, в то время как зараженные гельминтами животные продолжали проявлять стрессовое поведение. У опытных животных наблюдали усиление аппетита, усвоения и выведения корма. Данная стадия соответствует острому течению инвазионного процесса.

На 30-й день исследований нормальное распределение наблюдали в выборке ($p > 0,05$) для таких показателей, как ГДА, ВДА, ЧПС, КП (2-я минута), ДА (1-я минута). В этот период острые поведенческие явления возбудимости и тревоги постепенно стихали, улучшались гематологические и биохимические показатели крови, восстанавливалась функциональная активность пищеварительной системы. В поведении животных наступало относительное равновесие. Данную стадию определяли как стадию резистентности.

Третья стадия угнетения. Она характеризуется нормальным распределением в выборке ($p > 0,05$) для таких показателей поведенческого проявления, как ГДА (2-я минута), ВДА (1-я минута), ЧПС (1-я минута). У животных опытной группы отмечали резкое уменьшение показателей ГДА, ВДА, Г (2-я минута), ЧПС, ЧВС (2-я минута), КП, ДА, У и Д. При этом количество посещенных периферических секторов было меньше, так как животные были угнетены и малоактивны. В то же время наблюдали значительное увеличение показателей СП и ЛВНД, а также снижение аппетита или отказ от корма. Эта стадия соответствовала хроническому течению инвазионного процесса.

На 15-й день опыта у животных опытной группы изменяется ряд поведенческих реакций, характеризующихся возбуждением, беспокойством. На 30-й день острые поведенческие явления постепенно стихают. В поведении животных наступает относительное равновесие, нормализуется функциональное состояние пищеварительной системы. На 60-й день опыта у животных опытной группы также отмечают изменения ряда показателей поведенческого проявления, однако они характеризуются сильной степенью угнетения и более значительной выраженностью стрессового воздействия.

Поскольку все системы и органы организма находятся в тесной функциональной взаимосвязи, нарушение функциональной активности какого-либо органа может привести к нарушению функций других органов и систем организма. Для определения влияния инвазии на организм животных нами были изучены гематологические и биохимические исследования крови. Ряд ферментов позволяет оценить работоспособность и основные детоксикационные функции печени и состояние некоторых других органов. Известно, что в мембране эпителия желчевыводящих протоков различные ферменты расположены близко друг к другу, поэтому при деструкции мембран их активность в кровотоке повышается одновременно и в равной степени. Нарушение их функции также может быть связано с изменением состояния мембран клеток, о чем и свидетельствует повышение активности таких индикаторных ферментов, как аланинаминотрансфераза (АлАТ) и аспартатаминотрансфераза (АсАТ) при биохимическом исследовании сыворотки крови животных, зараженных гельминтами. Это происходит к 15-м и 60-м суткам эксперимента. Вышеупомянутый комплекс структурно-метаболических изменений мог привести к снижению обезвреживающей функции печени. Показатели крови животных контрольной группы оставались в пределах физиологической нормы, у инвазированных животных имели достоверно высокие значения активности по сравнению с контрольными животными. Биохимическое исследование крови показало статистически значимое снижение показателей общего белка, а также повышение уровней АлАТ и АсАТ в крови инвазированных животных. Реактивные изменения в эпителии желчевыводящих путей и плазматических мембранах гепатоцитов мы оценивали на основании активности экскреторного фермента эндотелия желчных протоков – щелочной фосфатазы (ЩФ) [6]. У инвазированных животных выявили увеличение щелочной фосфатазы, что может свидетельствовать о внутрипеченочной обтурации. Также существует мнение, что повы-

шение активности ЩФ при некоторых поражениях печени (механические гепатиты, токсикозы) объясняется задержкой выделения фосфатазы желчью из-за поражения паренхимы печени и увеличением синтеза фермента купферовскими клетками в результате активации регенераторных процессов в печеночной ткани [7] (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Биохимические показатели крови в различные сроки инвазии

T a b l e 1. Biochemical parameters of blood at various times of infection process

Группа животных Group of animals	Срок развития инвазии The timing of the development of infestation		
	15-е сутки 15th day	30-е сутки 30th day	60-е сутки 60th day
АлАТ, Ед/л (M ± m)			
Контрольная группа	49,5 ± 0,37	50,1 ± 0,26	50,58 ± 0,21
Опытная группа	102,64 ± 0,14*	74,07 ± 0,68*	92,37 ± 0,8*
АсАТ, Ед/л (M ± m)			
Контрольная группа	115,45 ± 0,38	115,6 ± 0,25	115,7 ± 0,36
Опытная группа	239,41 ± 1,5*	143,59 ± 0,72*	232,72 ± 1,3*
ЩФ, Ед/л (M ± m)			
Контрольная группа	118,18 ± 0,46	119,73 ± 0,42	120,27 ± 0,28
Опытная группа	243,43 ± 1,6*	153,8 ± 0,76*	236,5 ± 1,6*
Общий белок, г/л (M ± m)			
Контрольная группа	56,84 ± 0,21	56,31 ± 0,27	56,83 ± 0,21
Опытная группа	48,6 ± 0,17*	53,9 ± 0,5	51,8 ± 0,23

П р и м е ч а н и е. * – $p \leq 0,05$.

N o t e. * – $p \leq 0.05$.

Заражение мышей гельминтами вызывает заметное повышение активности ферментов сыворотки крови – АлАТ и АсАТ и уровня ЩФ по сравнению с контрольными животными. Проведенные исследования свидетельствуют о нарушении метаболизма гепатоцитов, что приводит к снижению обезвреживающей функции печени. Это можно объяснить, вероятно, токсическим действием продуктов жизнедеятельности гельминтов.

При исследовании клеток крови в контрольной группе у животных отмеченные гематологические показатели соответствовали физиологическим нормам. У мышей опытной группы содержание гемоглобина на 15-й день составляло $33,5 \pm 0,55$ г/л, что на 34,4 % ниже, чем у мышей контрольной группы. В последующие дни исследований содержание гемоглобина увеличилось, однако по-прежнему оставалось на низком уровне в сравнении со здоровыми мышами. Происходит снижение уровня эритроцитов. Минимальное содержание эритроцитов в крови у опытных животных было на 15-й день исследований и составило $(2,53 \pm 0,1)10^{12}$ /л, что на 48,2 % ниже физиологической нормы.

Содержание лейкоцитов в крови зараженных гельминтами мышей увеличивалось в сравнении с контрольной группой, максимальное значение было на 15-й день исследований и составило $5,23 \pm 0,19$, что связано с развитием токсических явлений при остром течении инвазионного процесса (табл. 2).

Количество эозинофилов в крови мышей в контрольной группе в период проведения всего эксперимента колебалось в пределах $6,8 \pm 0,17$ %, что соответствует физиологической норме. Уровень эозинофилов у зараженных животных был выше, чем у здоровых животных. Наибольшее увеличение показателей было зафиксировано на 15-е и 60-е сутки от начала эксперимента и составило $14,0 \pm 0,24$ и $14,6 \pm 0,25$ % соответственно.

В результате проведенных исследований крови было установлено, что гельминты влияют на физиологическое состояние животных, которое проявляется изменением биохимических и гематологических показателей. Заражение лабораторных животных *Neoscaris vitulorum* и *Trichuris muris* сопровождается снижением эритроцитов на 46,3 % и уровня гемоглобина на 41,3 %, что приводит к развитию анемии. Степень анемии зависит от длительности заболевания. Острое

Т а б л и ц а 2. Гематологические показатели в различные сроки инвазии
 T a b l e 2. Hematologic parameters of blood at various times of infection process

Группа животных Group of animals	Срок развития инвазии The timing of the development of infestation		
	15-е сутки 15th day	30-е сутки 30th day	60-е сутки 60th day
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$ ($M \pm m$)			
Контрольная группа	2,02 \pm 0,07	2,5 \pm 0,09	2,36 \pm 0,08
Опытная группа	5,23 \pm 0,19*	3,28 \pm 0,11	4,13 \pm 0,11
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$ ($M \pm m$)			
Контрольная группа	5,25 \pm 0,12	5,42 \pm 0,07	5,87 \pm 0,04
Опытная группа	2,53 \pm 0,1*	4,43 \pm 0,06	2,72 \pm 0,07*
Гемоглобин, г/л ($M \pm m$)			
Контрольная группа	97,4 \pm 0,23	109,6 \pm 0,26	107,2 \pm 0,34
Опытная группа	33,5 \pm 0,55*	70,9 \pm 0,45*	65,9 \pm 0,47*
Тромбоциты, $\times 10^9/\text{л}$ ($M \pm m$)			
Контрольная группа	408,8 \pm 0,4	410,8 \pm 0,49	415,7 \pm 0,41
Опытная группа	301,2 \pm 0,4	380,7 \pm 0,87	303,2 \pm 0,32
Лимфоциты, % ($M \pm m$)			
Контрольная группа	65,9 \pm 0,2	67,4 \pm 0,3	65,2 \pm 0,8
Опытная группа	51,5 \pm 0,35	54,3 \pm 0,5	49,6 \pm 0,3*
Моноциты, % ($M \pm m$)			
Контрольная группа	34,6 \pm 0,32	35,3 \pm 0,27	36,2 \pm 0,25
Опытная группа	21,7 \pm 0,3*	26,4 \pm 0,4	24,7 \pm 0,54
Эозинофилы, % ($M \pm m$)			
Контрольная группа	7,1 \pm 0,12	6,6 \pm 0,14	6,7 \pm 0,12
Опытная группа	14,0 \pm 0,24*	8,1 \pm 0,24	14,6 \pm 0,25*

Примечание. * – $p \leq 0,05$.

Note. * – $p \leq 0.05$.

течение инвазионного процесса сопровождается резким снижением показателей эритроцитов и гемоглобина вследствие специфического воздействия гельминтов на организм хозяина. Также происходит увеличение количества лейкоцитов на 17,5 % в сравнении с контрольными животными и уменьшение содержания лимфоцитов на 7,6 % (табл. 2).

Таким образом, формирование адаптации к стрессовым воздействиям на фоне инвазии характеризуется тремя стадиями. При этом стадии беспокойства и угнетения соответствуют острому и хроническому течению инвазионного процесса. Первая стадия связана с мобилизацией ресурсов организма млекопитающих в процессе перестроений определенной направленности с целью стимуляции механизмов адаптации к внешним изменениям. Вторую стадию отличает устойчивая долговременная адаптация, выражающаяся в наличии необходимого резерва для обеспечения нового уровня функционирования организма млекопитающих, стабильности функциональных структур, тесной взаимосвязи регуляторных и исполнительных органов. Третья стадия связана с нарушением процессов функционального и структурного равновесия и усугублена развитием токсических процессов на фоне инвазии. Она характеризуется сильной степенью угнетения и значительной выраженностью стрессового воздействия. Применение антигельминтных препаратов, побочным действием которых является иммунодепрессивный эффект [8] может снижать резистентность к изменяющимся факторам окружающей среды. В связи с этим объяснимо развитие осложнений у млекопитающих после транспортировки на фоне проведения дегельминтизации.

Заключение. Возникновение и течение инвазионных процессов приводит к снижению адаптационных способностей организма млекопитающих. С развитием токсических явлений происходит усугубление патологического воздействия гельминтов, что требует от организма млекопитающих усиленной мобилизации структурных и функциональных ресурсов. Именно в этот

период в результате исчерпания генетически детерминированных способностей к приспособительным изменениям происходит истощение организма млекопитающих. Чрезмерное или часто повторяющееся воздействие гельминтов, либо появление других стресс-факторов (например, отлов, транспортировка, передержка животных) может вызвать быстрое истощение и критическое угнетение функциональных систем организма. Потому важно иметь возможность адекватной оценки физиологического состояния животных, эффективного применения в случае необходимости комплекса профилактических или поддерживающих препаратов (противопаразитарных, детоксикационных, адаптогенных), а также мер для предупреждения развития отрицательных явлений, сохранения состояния устойчивой адаптации без перехода к третьей стадии стрессовой реакции – угнетению.

Благодарности. Авторы выражают признательность сотрудникам Института экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелеского за оказанную помощь в проведении экспериментальных исследований.

Acknowledgements. The authors are grateful to the staff of the Institute of Experimental Veterinary Medicine named after S. N. Vyshlesky for their assistance in conducting experimental studies.

Список использованных источников

1. Анисимова, Е. И. Гельминтофауна диких копытных животных Беларуси / Е. И. Анисимова, В. А. Пенькевич. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 241 с.
2. Полоз, С. В. Способ коррекции патогенного влияния ассоциаций паразитов на организм млекопитающих / С. В. Полоз, Е. И. Анисимова, Д. Г. Юрченко // Теория и практика паразитарных болезней животных. – 2016. – № 17. – С. 352–354.
3. Полоз, С. В. Иммунологическая реактивность организма млекопитающих под влиянием экопаразитозов / С. В. Полоз, Е. И. Анисимова // Современные аспекты патогенеза, клиники, диагностики, лечения и профилактики паразитарных заболеваний: труды IX Республиканской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию кафедры медицинской биологии и общей генетики и УО «Витебский государственный медицинский университет». – Витебск: ВГМУ, 2014. – С. 15–22.
4. Баркалова, Н. В. Биохимическое обоснование комплексной терапии при гельминтозах у жвачных животных / Н. В. Баркалова // Весн. Віцебскага дзяржаўнага ўн-та. – 2011. – Т. 3, № 63. – С. 32–38.
5. Хвир, В. И. Эксперимент «Открытое поле»: Методические указания к лабораторным занятиям по специальному курсу «Основы этологии» / В. И. Хвир. – Минск: БГУ, 2010. – 26 с.
6. Титов, В. Н. Патологические основы лабораторной диагностики заболеваний печени / В. Н. Титов // Клиническая лабораторная диагностика. – 1996. – № 1. – С. 3–9.
7. Медицинские лабораторные технологии и диагностики: справочник / под ред. А. И. Карпищенко. – СПб.: Интермедика, 1999. – Т. 2. – 656 с.
8. Протозойные инвазии и гельминтозы человека [Электронный ресурс] / В. М. Борзунов [и др.]. – Екатеринбург, 2004. – Режим доступа: https://xn--80ahc0abogjs.com/59_patologicheskaya-anatomiya_805/razdel-antigelmintnyie-sredstva-antigelmintiki-68481.html. – Дата доступа: 03.10.2018.

References

1. Anisimova A. I., Penkevich V. A. *Helminth fauna of wild hoofed animals in Belarus*. Minsk, Belaruskaya Navuka Publ., 2016. 241 p. (in Russian).
2. Poloz S. V., Anisimova A. I., Yurchenko D. G. A method for correcting the pathogenic effect of parasite associations on the mammalian organism. *Teoriya i praktika parazitarnykh bolezney zhivotnykh = Theory and practice of parasitic animal diseases*, 2016, no. 17, pp. 352–354 (in Russian).
3. Poloz S. V., Anisimova A. I. Immunological reactivity of the mammalian organism under the influence of eco-parasitoses. *Sovremennye aspekty patogeneza, kliniki, diagnostiki, lecheniya i profilaktiki parazitarnykh zabolevaniy: trudy IX Respublikanskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 80-letiyu kafedry meditsinskoi biologii i obshchei genetiki i UO "Vitebskii gosudarstvennyi meditsinskii universitet"* [Modern aspects of pathogenesis, clinics, diagnosis, treatment and prevention of parasite diseases: Proceedings of IX Republican Scientific-Practical Conference with the Participation of Foreign Specialists devoted to the 80th Anniversary of the Chair of Medical Biology and General Genetics and EE "Vitebsk State Medical University"]. Vitebsk, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, 2014, pp. 15–22 (in Russian).
4. Barkalova N. V. Biochemical substantiation of complex therapy for helminthiasis in ruminant animals. *Viesnik Viciebskaha dzjarzhaunaha universiteta = Proceedings of the Vitebsk State University*, 2011, vol. 3, no. 63, pp. 32–38 (in Russian).
5. Hvir V. I. *The Open Field Experiment: Methodical instructions to laboratory classes on a special course "Fundamentals ethology"*. Minsk, Belarusian State University, 2010. 26 p. (in Russian).
6. Titov V. N. Pathophysiological basis of laboratory diagnostics of liver diseases. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika = Clinical laboratory diagnostics*, 1996, no. 1, pp. 3–9 (in Russian).

7. Karpischenko A. I., ed. *Medical laboratory technologies and diagnostics: a directory*. Vol. 2. Saint Petersburg, Intermedika Publ., 1999. 656 p. (in Russian).

8. Borzunov V. M., Verevshchikov V. K., Dontsov G. I., Zvereva L. I., Kuznetsov P. L. *Protozoan invasions and human helminths*. Ekaterinburg, 2004. Available at: https://xn--80ahc0abogjs.com/59_patologicheskaya-anatomiya_805/razdel-antigelmintnyie-sredstva-antigelmintiki-68481.html (accessed 3 October 2018) (in Russian).

Информация об авторах

Полоз Светлана Васильевна – канд. вет. наук, вед. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: ana.poloz@gmail.com.

Анисимова Елена Ивановна – д-р биол. наук, доцент. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: anis-zoo@yandex.ru.

Лобановская Полина Юрьевна – мл. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lobanovskaya_polina@inbox.ru.

Соловей Оксана Эдуардовна – мл. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: oksanka-verbitskaya@mail.ru.

Куделич Василий Алексеевич – мл. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vasfur@gmail.com.

Скуратович Елена Григорьевна – мл. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: baka_L@mail.ru.

Information about the authors

Polaz Sviatlana Vasilievna – Ph. D. (Veterinary), Leading researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ana.poloz@gmail.com.

Anisimova Alena Ivanovna – D. Sc. (Biology), Assistant Professor. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: anis-zoo@yandex.ru.

Labanouskaya Palina Yurjevna – Junior researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lobanovskaya_polina@inbox.ru.

Salavei Aksana Eduardovna – Junior researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: oksanka-verbitskaya@mail.ru.

Kudzelich Vasili Alekseevich – Junior researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vasfur@gmail.com.

Skuratovich Alena Grigorievna – Junior researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: baka_L@mail.ru.