

Научная статья

УДК 619:636.1:615.33:579.64

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-108-117>

Эффективность комбинированной терапии с использованием фенбендазола и *Bacillus amyloliquefaciens* при лечении стронгилятозов у лошадей

Дёмкина Ольга Владимировна¹

¹ Дальневосточный государственный аграрный университет (ДальГАУ), Благовещенск, Россия

¹ demkina-olsen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9303-4100>

Аннотация

Цель исследований – оценить эффективность комбинированного применения фенбендазола и *Bacillus amyloliquefaciens* против стронгилят у лошадей, сравнить комбинированную терапию с монотерапией фенбендазолом, изучить влияние на общее клиническое состояние лошадей.

Материалы и методы. Исследования проводили на 20 лошадях, разделенных на две группы по 10 голов. Лошади опытной группы получали фенбендазол в дозе 7,5 мг/кг, однократно и пробиотик *B. amyloliquefaciens* в дозе 50 мг/кг ежедневно в течение 14 сут. Контрольная группа лошадей получала только фенбендазол. Эффективность терапии контролировали исследованием фекалий методом флотации на 7, 10, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 31 и 34-е сутки после лечения. На 14-е сутки опыта рассчитывали показатели теста снижения числа яиц в фекалиях. Для установления сроков начала повторного выделения яиц использовали показатели, полученные на 7-е и 14-е сутки. Анализ фекальной микрофлоры проводили перед началом лечения и на 14-е сутки.

Результаты и обсуждение. Обе группы лошадей показали снижение числа яиц стронгилят в фекалиях после лечения с постепенным нарастанием их числа к 34-м суткам опыта. Первые яйца стронгилят обнаружили на 7-е сутки терапии. Период повторного выделения яиц стронгилят в опытной и контрольной группах составил две недели. Показатель теста снижения числа яиц в фекалиях на 14-е сутки в обеих группах был ниже 90%. Анализ фекальной микрофлоры не выявил значимых изменений после применения пробиотика, хотя у лошадей опытной группы исчезли грибы рода *Aspergillus*. В течение всего исследования лошади в обеих группах оставались клинически здоровыми без признаков желудочно-кишечных расстройств. Комбинированное применение фенбендазола и пробиотика *B. amyloliquefaciens* не привело к статистически значимому увеличению эффективности дегельминтизации по сравнению с использованием только фенбендазола ($P > 0,05$). Однако, совместное применение антигельминтика и пробиотика показало определённое биологическое преимущество, выраженное в снижении числа яиц стронгилят после лечения в опытной группе. Несмотря на отсутствие существенных изменений в микрофлоре кишечника, отсутствие *Aspergillus* spp. после применения пробиотика может указывать на его потенциальное противогрибковое действие.

Ключевые слова: фенбендазол, *Bacillus amyloliquefaciens*, стронгилятозы, эффективность, лошади

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Для цитирования: Дёмкина О. В. Эффективность комбинированной терапии с использованием фенбендазола и *Bacillus amyloliquefaciens* при лечении стронгилятозов у лошадей // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 108–117.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-108-117>

© Дёмкина О. В., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Efficacy of combined therapy with fenbendazole and *Bacillus amyloliquefaciens* in treating strongylatosis in horses

Olga V. Demkina¹

¹ Far Eastern State Agrarian University (FESAU), Blagoveshchensk, Russia

¹ demkina-olsen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9303-4100>

Abstract

The purpose of the research is to evaluate the efficacy of the combined use of fenbendazole and *Bacillus amyloliquefaciens* against Strongylata in horses, to compare the combined therapy to fenbendazole monotherapy, and to study the effect on the general clinical state of horses.

Materials and methods. The study was conducted on 20 horses divided into two groups of 10 animals. The horses from the experimental group were given fenbendazole once at a dose of 7.5 mg/kg, and the probiotic *B. amyloliquefaciens* daily at a dose of 50 mg/kg for 14 days. The control group of horses received only fenbendazole. The therapy efficacy was monitored by examining faeces using the flotation method on days 7, 10, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 31, and 34 after treatment. On day 14 of the experiment, the test reduction rates in the number of eggs in faeces were calculated. To determine starting dates of repeated egg release, the values obtained on days 7 and 14 were used. Faecal microbiota was analyzed before the treatment and on day 14.

Results and discussion. Both groups of horses showed a reduction in Strongylata eggs in faeces after treatment with a gradual increase in their number by day 34 of the experiment. The first Strongylata eggs were detected on day 7 of the therapy. The period of repeated release of Strongylata eggs was two weeks in the experimental and control groups. Test reduction rates of eggs in faeces were below 90% on day 14 in both groups. The analyzed faecal microbiota did not reveal significant changes after the probiotic, although *Aspergillus* fungi disappeared in the experimental horses. Throughout the study, the horses in both groups remained clinically healthy with no signs of gastrointestinal disorders. The combined fenbendazole and *B. amyloliquefaciens* did not result in any statistically significant increase in the deworming efficacy as compared to fenbendazole alone ($P > 0.05$). However, the combined anthelmintic and probiotic showed a certain biological advantage expressed in a decrease in Strongylata eggs after the treatment in the experimental group. Despite the lack of significant changes in the intestinal microbiota, the absence of *Aspergillus* spp. after administered probiotic may indicate its potential antifungal effect.

Keywords: fenbendazole, *Bacillus amyloliquefaciens*, strongylatosis, efficacy, horses

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

For citation: Demkina O. V. Efficacy of combined therapy with fenbendazole and *Bacillus amyloliquefaciens* in treating strongylatosis in horses. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025; 19(1):108–117. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-108-117>

© Demkina O. V., 2025

Введение

Фенбендазол, антигельминтик из группы бензимидазолов, широко используется для лечения желудочно-кишечных нематодозов у лошадей, достаточно эффективен против различных гельминтов, включая стронгилят желудочно-кишечного тракта [18]. Он также является малотоксичным препаратом и не оказывает заметного воздействия на микробиоту в пищеварительном тракте лошадей [14].

Долгосрочная эффективность фенбендазола оказалась под угрозой из-за развития резистентности. Все чаще исследователи сообщают о снижении средних значений теста на снижение числа яиц в фекалиях менее 90% и уменьшение периода повторного выделения яиц ниже исторических [5]. У лошадей, регулярно получавших бензимидазолы, число яиц в фекалиях было выше [17]. Такую тенденцию снижения эффективности бензимидазолов

против кишечных нематод регистрируют по всему миру [23]. Новые антигельминтные химические соединения еще не открыты, либо находятся на стадии разработки, поэтому для борьбы с гельминтозами животных приходится пользоваться имеющимися в арсенале ветеринарных врачей препаратами, несмотря на развивающуюся устойчивость к ним гельминтов [9]. Такое положение дел требует разработки более эффективных стратегий дегельминтизации, создании новых форм уже имеющихся препаратов [2] или комбинаций веществ, обладающих взаимными усиливающими эффективностью свойствами [7].

Множество исследований указывают на связь между желудочно-кишечными гельминтами и составом и функцией кишечной микробиоты хозяина. Учитывая всемирный риск и распространение резистентности к антигельминтикам, лучшее понимание механизмов, лежащих в основе взаимоотношений между желудочно-кишечными гельминтами и кишечным микробиомом, может помочь в разработке новых стратегий для борьбы с паразитами [21].

Экспериментальные исследования и клинические испытания показали, что пробиотики на основе бактерий *Bacillus* являются перспективными в профилактике и борьбе с паразитарными инвазиями [13]. Это связано с кристаллическими белками (Cry), производимыми бактериями, которые являются наиболее широко используемыми биологическими инсектицидами в мире. Установлено, что некоторые белки высокоэффективны против широкого спектра нематод [15]. Сочетанное применение антигельминтного и пробиотического препаратов представляет собой новый подход к устранению недостатков существующих схем терапии гельминтозов [4].

B. amyloliquefaciens – спорообразующая бактерия, известная своим благотворным влиянием на здоровье кишечника; показала свою перспективность в улучшении показателей роста, морфологии кишечника и балансировании микробного сообщества у различных видов животных [16]. Кроме того, *B. amyloliquefaciens* проявляет значительную антимикробную и противогрибковую активность, что может защитить корма для животных от грибковых инфекций и снизить токсичность кормов [22, 11]. Комбинация бен-

зимидазолов и пробиотика позволяет предположить потенциальную пользу для лошадей, заключающуюся в повышении эффективности дегельминтизации и положительном влиянии на физиологическое состояние желудочно-кишечного тракта [3].

Цель исследования – оценить эффективность комбинированного применения фенбендазола и *B. amyloliquefaciens* против стронгилят желудочно-кишечного тракта у лошадей и оценить влияние на общее клиническое состояние лошадей.

Материалы и методы

Исследования проводили в марте 2024 г. на 20 лошадях, разделенных на две группы по 10 голов в каждой, и зараженных желудочно-кишечными стронгилиями по результатам предварительного исследования фекалий методом флотации. Лошадям опытной группы задавали фенбендазол в дозе 7,5 мг/кг перорально однократно и пробиотический препарат на основе спорообразующих бактерий *B. amyloliquefaciens* активностью 1×10^8 КОЕ/г в дозе 50 мг/кг перорально с кормом (увлажненным овсом) в течение 14 сут. Фенбендазол задавали в разовой дозе, пробиотик – ежедневно. Контрольная группа лошадей получала только фенбендазол в той же дозе.

Рассчитывали показатели экстенсэфективности терапии после лечения (ЭЭ, %), оценивали снижение числа яиц гельминтов в фекалиях и период повторного появления яиц в фекалиях [18, 20]. Наличием признаков развития резистентности у гельминтов считается показатель теста ниже 90%. Определяющим значением срока повторного выделения яиц была неделя после лечения, когда средний показатель теста опускался ниже 90% [19].

Пробы фекалий отбирали у каждой лошади до дегельминтизации и на 7, 10, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 31 и 34-е сутки после лечения и исследовали методом флотации для количественного определения яиц гельминтов. 1 г фекалий смешивали с 10 мл флотационного раствора (насыщенный раствор сульфата аммония плотностью 1,3) и процеживали через сито для удаления крупных частиц. Процеженный раствор переносили в центрифужную пробирку, накрывали покровным стеклом и центрифугировали при 1000 об/мин в течение 5 мин. После центрифугирования осторожно

снимали покрывное стекло и переносили на предметное под 10-кратное увеличение микроскопа для поиска яиц нематод. Типизацию обнаруженных яиц проводили визуально по морфологическим характеристикам с помощью атласа [10].

Для оценки влияния *B. amyloliquefaciens* на микробиом кишечника у лошадей опытной группы были собраны пробы фекалий до и на 14-е сутки после лечения. Микробиологические показатели оценивали путем культуральных посевов на питательные среды. Для посевов отбирали 1 г фекалий, разводили в 10 мл стерильного физиологического раствора, суспендировали. Затем 0,1 мл раствора переносили на среды: Эндо, Блаурока, Сабуро, МПА, кровяной агар. Посевы инкубировали в термостате при температуре 37 °С в течение 24–48 ч. По истечении времени инкубации подсчитывали число колоний. Визуальную идентификацию для определения родовой принадлежности проводили с помощью определителей бактерий [1] и патогенных и условно-патогенных грибов [6].

Статистический анализ полученных данных проводили с помощью компьютерной программы AtteStat. Рассчитывали среднее значение в выборке (X), стандартную ошибку (SE), нормальность распределения данных (критерий Шапиро-Уилка), достоверность различий (критерий Стьюдента и критерий Вилкоксона). Критерием значимости различий считали показатель $P > 0,05$ [8].

На протяжении всего исследования вели наблюдение за состоянием здоровья лошадей. Оценка физиологических показателей включала наблюдение за признаками желудочно-кишечного расстройства, изменением аппетита и общего поведения.

Результаты и обсуждение

В 1 г фекалий лошадей опытной и контрольной групп до дегельминтизации находили, в среднем, 173,8 и 166,3 яиц стронгилят, соответственно. Показатель снижения числа яиц в фекалиях, как правило, оценивается на 10–14-е сутки после дегельминтизации. В нашем эксперименте на 14-е сутки в обеих группах этот показатель был ниже 90%, и все животные уже выделяли яйца стронгилят. Период повторного выделения яиц в обеих экспериментальных группах принят в две недели.

Полученные данные дают основание предположить наличие резистентности стронгилят у лошадей к фенбендазолу и отсутствие терапевтического ответа. Интенсивность инвазии нарастала вплоть до завершающего 34-го дня исследований. Общее среднее число яиц стронгилят в опытной группе составило 590,4 экз., а в контрольной – 723,5 экз. после лечения. Разница в числе яиц стронгилят между группами (18,4%) может быть значимой с биологической или практической точек зрения. Более низкое число яиц стронгилят у лошадей, подвергнутых комбинированной терапии, может свидетельствовать об улучшении контроля над инвазией (табл. 1).

Для статистической обработки данных были рассчитаны средние значения по числу обнаруженных яиц стронгилят (X) и средняя статистическая ошибка (SE) в двух независимых выборках. Для определения статистически значимых различий результатов дегельминтизации между двумя группами использовали критерий t-теста Стьюдента. Перед расчетами необходимо было убедиться в нормальности распределения выборок с помощью критерия Шапиро-Уилка (табл. 2).

Критерий Шапиро-Уилка в обеих группах имеет значение, близкое к 1 ($P > 0,05$), то есть нормальность выборок соблюдена. Это позволило нам воспользоваться критерием Стьюдента для определения достоверности различий в эффективности дегельминтизации в двух группах лошадей. Полученное значение t-теста $P > 0,05$ означает, что статистически значимых различий между полученными результатами дегельминтизации группы лошадей фенбендазолом в комбинации с *B. amyloliquefaciens* и с группой, где применяли только фенбендазол, нет.

Бактериологические посевы фекалий от лошадей опытной группы, взятых до начала эксперимента, позволили выделить следующие микроорганизмы: бифидобактерии, лактобактерии, эшерихии, энтерококки и грибы аспергиллюсы (табл. 3). Для удобства математических и статистических расчетов для учета числа микроорганизмов использовали логарифмическую шкалу (\log КОЕ/г).

Выделенная микрофлора относилась как к нормальной, так и патогенной. Из 10 лошадей у четырех были обнаружены грибы рода *Aspergillus*. Лошади были клинически

Таблица 1

Число обнаруженных яиц стронгилят у лошадей опытной (n = 10) и контрольной (n = 10) групп в разные сроки исследований

Table 1

The number of strongylata eggs detected in horses from the experimental (n = 10) and control (n = 10) groups at different study times

Показатель	Значение показателя, сутки исследования													
	0	7	10	14	16	19	22	25	28	31	34			
	Опыт													
Среднее число яиц гельминтов в 1 г фекалий	173,8	12,4	13,7	24,7	38,9	66,7	74,3	83,4	86,5	92,1	97,7			
ЭЭ, %	-	60	30	0	0	0	0	0	0	0	0			
Процент снижения числа яиц в фекалиях	-	96,3	92,1	85,7	77,6	61,6	57,2	52,0	50,2	47	43,7			
	Контроль													
Среднее число яиц гельминтов в 1 г фекалий	166,3	12,2	21	38,1	51,8	65	81	90,8	104	117,4	132,2			
ЭЭ, %	-	70	20	0	0	0	0	0	0	0	0			
Процент снижения числа яиц в фекалиях	-	92,6	87,4	77,1	68,8	60,9	51,3	45,9	37,4	29,4	20,5			

здоровы, и за все время наблюдений в опыте не проявляли признаков нарушений со стороны желудочно-кишечного тракта. Количество нормальной микрофлоры колебалось от 1×10^5 до 1×10^8 КОЕ/г. При исследовании микрофлоры в фекалиях после окончания приема пробиотика *B. amyloliquefaciens* аспергиллюсы в пробах отсутствовали. При проверке нормальности распределения данных в выборках, критерий Шапиро-Уилка для всех значений оказался значительно ниже 1, что позволило воспользоваться для дальнейшего статистического анализа парным критерием Вилкинсона, который применяют при анализе достоверности различий при ненормальном распределении значений в выборках. Значение $P > 0,05$ в данном тесте принимается как отсутствие значимых различий (табл. 4).

Средние значения бактерий в составе фекальной микрофлоры лошадей колебались в пределах нормальных [12] как до применения пробиотика на основе *B. amyloliquefaciens*, так и после. Статистически значимых различий в количестве и составе исследуемой микрофлоры у лошадей опытной группы, связанной с приемом пробиотика, не установлено. Однако, нельзя не отметить отсутствие на момент окончания приема пробиотика в фекальной микрофлоре патогенного гриба. Дальнейшие исследования влияния *B. amyloliquefaciens* на здоровье кишечника лошадей и возможного противогрибкового эффекта могут быть весьма перспективны.

В течение всего опыта отклонений в физиологическом состоянии лошадей контрольной и опытной групп отмечено не было.

Заключение

Обе группы лошадей показали снижение числа яиц стронгилят после лечения, но статистически значимых различий между группами не обнаружено ($P > 0,05$). Срок повторного появления яиц в экспериментальных группах составил 2 недели; в это время показатель снижения яиц в фекалиях был уже менее 90 %, что свидетельствует о развитии резистентности стронгилят к фенбендазолу. Комбинация фенбендазола с *B. amyloliquefaciens* продемонстрировала определенное биологическое преимущество, выраженное в более медленной реинвазии в опытной группе. Однако, статистически разница не подтверждена при текущем уровне значимости, что связано с характеристиками выборки и вариабельностью данных. Микробиологический

Таблица 2

Результаты статистической обработки данных опытной и контрольной групп

Table 2

Results of statistical processing of data from experimental and control groups

Сутки после лечения	Значения критериев для групп			
	Фенбендазол + <i>B. amyloliquefaciens</i>		Фенбендазол	
	X	SE	X	SE
0	173,8	24,7	166,3	15,82
7	12,4	6,68	12,2	9,06
10	13,7	6,3	21	8,9
14	24,7	6,3	38,1	11,5
16	38,9	5,3	51,8	10,96
19	66,7	10,08	65	10,34
22	74,3	9,45	81	10,94
25	83,4	8,58	90,8	9,77
28	86,5	9,08	104,02	10,02
31	92,1	8,1	117,4	11,14
34	97,7	8,4	132,2	10,17
Критерий Шапиро-Уилка	0,875	P-value = 0,115	0,967	P-value = 0,159
t-критерий Стьюдента	P-value = 0,469			

анализ не выявил значимых изменений в фекальной микробиоте после применения пробиотика, хотя у лошадей опытной группы исчезли патогенные грибы рода *Aspergillus*, что потенциально может положительно влиять на здоровье кишечника. Проведенное исследование имело ряд ограничений. Размер выборки был относительно небольшим, а продолжительность исследования ограничивалась 34 сут, что не отражает долгосрочного действия пробиотика на сообщество гельминтов и микробиом кишечника. Необходимы дальнейшие исследования для полного понимания механизмов и преимуществ комбинированной терапии гельминтозов у лошадей, а также для разработки индивидуальных стратегий лечения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Берджи Р, Хоулт Дж., Криг Н., Снит П. и др. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. / под ред. Г. А. Заварзина. М.: Мир, 1997.
2. Варламова А. И., Архипов И. А., Халиков С. С. Новые направления в создании инновационных противопаразитарных препаратов // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2020. Вып. 21. С. 72–80. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.72-80>
3. Кокколова М. Л., Гаврильева Л. Ю., Прибылых Е. И., Попова Н. В. Профилактика и лечение паразитарных болезней лошадей табунного содержания в начале холодного периода в Якутии // Ветеринария и кормление. 2024. № 2. С. 35–39. <https://doi.org/10.30917/attvk-1814-9588-2024-2-8>
4. Кокколова М. Л., Гаврильева Л. Ю., Степанова С. М. Разработка и внедрение технологии комплексного лечения стронгилятозов лошадей табунного содержания Якутии // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 7. № 2. С. 377–380.
5. Панова О. А., Архипов И. А., Баранова М. В., Хрусталева А. В. Проблема антигельминтной резистентности в коневодстве // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 230–242. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-230-242>
6. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 352 с.
7. Салкова Д., Панайотова-Пенчева М., Мовсесян С., Бейер С., Воронин М., Архипов И. Альтернативные методы борьбы с паразитарными болезнями животных // Российский паразитологический журнал. 2014. № 1. С. 93–103.
8. Abd-Elgawad M. M. M. Towards sound use of statistics in nematology. Bulletin of the National

Таблица 3

Микроорганизмы, выделенные из фекалий лошадей, до и после применения пробиотика, log КОЕ/г (n = 10)

Table 3

Microorganisms isolated from horse faeces before and after probiotic application, log CFU/g (n = 10)

Микроорганизм	Выборка										Критерий Шайро-Уилка
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	До эксперимента										
<i>Lactobacillus</i> spp.	5	9	5	5	9	5	8	5	5	5	0,626
<i>Bifidobacterium</i> spp.	5	5	5	5	6	5	5	6	5	5	0,509
<i>E. coli</i>	8	8	5	8	5	7	5	5	8	5	0,707
<i>Enterococcus</i> spp.	5	5	5	5	5	5	6	5	7	5	0,532
<i>Aspergillus</i> spp.	0	5	6	0	6	5	0	0	0	0	0,685
	15-е сутки эксперимента										
<i>Lactobacillus</i> spp.	5	9	5	5	9	5	8	5	5	5	0,626
<i>Bifidobacterium</i> spp.	5	6	6	5	6	5	5	6	6	5	0,654
<i>E. coli</i>	8	8	5	8	5	7	5	5	8	5	0,707
<i>Enterococcus</i> spp.	5	5	5	5	5	7	5	5	8	5	0,539
<i>Aspergillus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 4

Статистическая оценка влияния *B. amyloliquefaciens* в составе комбинированной антигельминтной терапии на микробиом кишечника

Table 4

Statistical evaluation of the effect of *B. amyloliquefaciens* as part of combined anthelmintic therapy on the gut microbiome

Микроорганизм	Значение критерия				Критерий Вилкоксона
	до применения		на 15-е сутки после		
	X	SE	X	SE	
<i>Lactobacillus</i> spp.	6,1	0,57	6,1	0,57	1
<i>Bifidobacterium</i> spp.	5,2	0,13	5,5	0,16	0,25
<i>E. coli</i>	6,4	0,5	6,4	0,5	1
<i>Enterococcus</i> spp.	5,3	0,21	5,5	0,34	0,625
<i>Aspergillus</i> spp.	2,2	0,9	0	0	0,125

Примечание. [Note]. Для всех микроорганизмов $P > 0,05$. [For all microorganisms $P > 0,05$]

- Research Centre. 2021; 45: 13. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00474-x>
9. Cai Enjia, Wu Rongzheng, Wu Yuhong, Gao Yu, Zhu Yiping, Li Jing. A systematic review and meta-analysis on the current status of anthelmintic resistance in equine nematodes: A global perspective. *Molecular and Biochemical Parasitology*. 2024; 257: 111600. <https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2023.111600>
 10. Cernea M., Carvalho L. M. M., Cozma V., Cernea I., Raileanu S., Silberg R. et al. Atlas of diagnosis of equine strongyloidosis. *Eduțura Academică Pres*. 2008; 120.
 11. Chen Guojin, Fang Qianan, Liao Zhenlin, Xu Chunwei, Liang Zhibo, Liu Tong et al. Detoxification of Aflatoxin B1 by a Potential Probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* WF2020. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 891091. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.891091>
 12. Costa M. C., Weese J. S. The equine intestinal microbiome. *Animal Health Research Reviews*. 2012; 13 (1): 121–128. <https://doi.org/10.1017/s1466252312000035>
 13. Cruz C. S., França W. W. M., de Araújo H. D. A., Ximenes E. C. P. A., de Souza V. M., Albuquerque M. C. P. A. et al. In vitro and in vivo evaluation of *Bacillus clausii* against *Schistosoma mansoni*. *Acta Tropica*. 2022; 235: 106669. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106669>
 14. Crotch-Harvey L., Thomas L. A., Worgan H. J., Douglas J. L., Gilby D. E., McEwan N. R. The effect of administration of fenbendazole on the microbial hindgut population of the horse. *Journal of Equine Science*. 2018; 29 (2): 47–51. <https://doi.org/10.1294/jes.29.47>
 15. Hu Yan, Miller M., Zhang Bo, Nguyen T. T., Nielsen M. K., Aroian R. V. In vivo and in vitro studies of Cry5B and nicotinic acetylcholine receptor agonist anthelmintics reveal a powerful and unique combination therapy against intestinal nematode parasites. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2018; 12 (5). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006506>
 16. Jiang Zipeng, Su Weifa, Li Wentao, Wen Chaoyue, Du Shuai, He Huan et al. *Bacillus amyloliquefaciens* 40 regulates piglet performance, antioxidant capacity, immune status, and gut microbiota. *Animal Nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*. 2023; 12: 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.09.006>
 17. Joó K., Trúzi R. L., Kálmán C. Z., Ács V., Jakab S., Bába A. et al. Evaluation of risk factors affecting strongylid egg shedding on Hungarian horse farms. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2022; 27: 100663. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100663>
 18. Lyons E. T., Dorton A. R., Tolliver S. C. Evaluation of activity of fenbendazole, oxibendazole, piperazine, and pyrantel pamoate alone and combinations against ascarids, strongyles, and strongyloides in horse foals in field tests on two farms in Central Kentucky in 2014 and 2015. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2016; 3–4: 23–26. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2016.05.007>
 19. Nielsen M. K. Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current status and emerging trends. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2022; 20: 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2022.10.005>
 20. Nielsen M. K., von Samson-Himmelstjerna G., Kuzmina T. A., van Doorn D. V., Meana A., Rehbein S., Elliott T., Reinemeyer C. World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP): Third edition of guideline for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. *Veterinary Parasitology*. 2022; (303): 109676. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109676>
 21. Rooney J., Cantacessi C., Sotillo J., Cortés A. Gastrointestinal worms and bacteria: From association to intervention. *Parasite Immunology*. 2023; 45 (4). <https://doi.org/10.1111/pim.12955>
 22. Ye Jingkan, Wu Haiyang, Feng Li, Huang Qianghua, Li Qingxin, Liao Weiming et al. Characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* PM415 as a potential bio-preserving probiotic. *Archives of Microbiology*. 2024; 206 (5): 222. <https://doi.org/10.1007/s00203-024-03953-1>
 23. Zanet S., Battisti E., Labate F., Oberto F., Ferroglio E. Reduced Efficacy of Fenbendazole and Pyrantel Pamoate Treatments against Intestinal Nematodes of Stud and Performance Horses. *Veterinary Sciences*. 2021; 8 (3). <https://doi.org/10.3390/vetsci8030042>

Статья поступила в редакцию 15.10.24; одобрена после рецензирования 01.02.25; принята к публикации 10.02.25

Об авторе:

Дёмкина Ольга Владимировна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, эпизоотологии и микробиологии, SPIN-код: 4628-1555.

Автор прочел и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

- Bergey R., Holt J., Krieg N., Sneath P. et al. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology: in 2 volumes, edited by G. A. Zavarzin. M.: Mir, 1997. (In Russ.)
- Varlamova A. I., Arkhipov I. A., Khalikov S. S. New directions in the creation of innovative antiparasitic drugs. "Theory and practice of parasitic disease control": a collection of scientific articles from the proceedings of the International Scientific Conference. 2020; 21: 72–80. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.72-80>
- Kokolova M. L., Gavrilyeva L. Yu., Pribylykh E. I., Popova N. V. Prevention and treatment of parasitic diseases in herd horses at the beginning of the cold period in Yakutia. *Veterinariya i kormleniye = Veterinary medicine and feeding*. 2024; 2: 35–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.30917/attvk-1814-9588-2024-2-8>
- Kokolova M. L., Gavrilyeva L. Yu., Stepanova S. M. Development and implementation of technique of combination therapy against strongylatosis in herd horses in Yakutia. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva = Collection of scientific papers of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Fodder Production*. 2014; 7 (2): 377–380. (In Russ.)
- Panova O. A., Arkhipov I. A., Baranova M. V., Khrustalev A. V. The problem of anthelmintic resistance in horse breeding. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16 (2): 230–242. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-230-242>
- Sutton D., Fothergill A., Rinaldi M. The determination of pathogenic and conditionally pathogenic fungi. M.: Mir, 2001; 352. (In Russ.)
- Salkova D., Panayotova-Pencheva M., Movsesyan S., Beyer S., Voronin M., Arkhipov I. A. Alternative methods to control parasitic diseases in animals. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2014; 1: 93–103. (In Russ.)
- Abd-Elgawad M. M. M. Towards sound use of statistics in nematology. *Bulletin of the National Research Centre*. 2021; 45: 13. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00474-x>
- Cai Enjia, Wu Rongzheng, Wu Yuhong, Gao Yu, Zhu Yiping, Li Jing. A systematic review and meta-analysis on the current status of anthelmintic resistance in equine nematodes: A global perspective. *Molecular and Biochemical Parasitology*. 2024; 257: 111600. <https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2023.111600>
- Cernea M., Carvalho L. M. M., Cozma V., Cernea I., Raileanu S., Silberg R. et al. Atlas of diagnosis of equine strongylidosis. *Eduțura Academic Pres*. 2008; 120.
- Chen Guojin, Fang Qianan, Liao Zhenlin, Xu Chunwei, Liang Zhibo, Liu Tong et al. Detoxification of Aflatoxin B1 by a Potential Probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* WF2020. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 891091. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.891091>
- Costa M. C., Weese J. S. The equine intestinal microbiome. *Animal Health Research Reviews*. 2012; 13 (1): 121–128. <https://doi.org/10.1017/s1466252312000035>
- Cruz C. S., França W. W. M., de Arújo H. D. A., Ximenes E. C. P. A., de Souza V. M., Albuquerque M. C. P. A. et al. In vitro and in vivo evaluation of *Bacillus clausii* against *Schistosoma mansoni*. *Acta Tropica*. 2022; 235: 106669. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106669>
- Crotch-Harvey L., Thomas L. A., Worgan H. J., Douglas J. L., Gilby D. E., McEwan N. R. The effect of administration of fenbendazole on the microbial hindgut population of the horse. *Journal of Equine Science*. 2018; 29 (2): 47–51. <https://doi.org/10.1294/jes.29.47>
- Hu Yan, Miller M., Zhang Bo, Nguyen T. T., Nielsen M. K., Aroian R. V. In vivo and in vitro studies of Cry5B and nicotinic acetylcholine receptor agonist anthelmintics reveal a powerful and unique combination therapy against intestinal nematode parasites. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2018; 12 (5). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006506>
- Jiang Zipeng, Su Weifa, Li Wentao, Wen Chaoyue, Du Shuai, He Huan et al. *Bacillus amyloliquefaciens* 40 regulates piglet performance, antioxidant capacity, immune status, and gut microbiota. *Animal Nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*. 2023; 12: 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.09.006>
- Jóó K., Trúzi R. L., Kálmán C. Z., Ács V., Jakab S., Bába A. et al. Evaluation of risk factors affecting strongylid egg shedding on Hungarian horse farms. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2022; 27: 100663. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100663>

18. Lyons E. T., Dorton A. R., Tolliver S. C. Evaluation of activity of fenbendazole, oxbendazole, piperazine, and pyrantel pamoate alone and combinations against ascarids, strongyles, and strongyloides in horse foals in field tests on two farms in Central Kentucky in 2014 and 2015. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2016; 3–4: 23–26. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2016.05.007>
19. Nielsen M. K. Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current status and emerging trends. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2022; 20: 76-88. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2022.10.005>
20. Nielsen M. K., von Samson-Himmelstjerna G., Kuzmina T. A., van Doorn D. V., Meana A., Rehbein S., Elliott T., Reinemeyer C. World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP): Third edition of guideline for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. *Veterinary Parasitology*. 2022; (303): 109676. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109676>
21. Rooney J., Cantacessi C., Sotillo J., Cortés A. Gastrointestinal worms and bacteria: From association to intervention. *Parasite Immunology*. 2023; 45 (4). <https://doi.org/10.1111/pim.12955>
22. Ye Jing kang, Wu Haiyang, Feng Li, Huang Qianghua, Li Qingxin, Liao Weiming et al. Characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* PM415 as a potential bio-preserving probiotic. *Archives of Microbiology*. 2024; 206 (5): 222. <https://doi.org/10.1007/s00203-024-03953-1>
23. Zanet S., Battisti E., Labate F., Oberto F., Ferroglio E. Reduced Efficacy of Fenbendazole and Pyrantel Pamoate Treatments against Intestinal Nematodes of Stud and Performance Horses. *Veterinary Sciences*. 2021; 8 (3). <https://doi.org/10.3390/vetsci8030042>

The article was submitted 15.10.2024; approved after reviewing 01.02.2025; accepted for publication 10.02.2025

About the author:

Demkina Olga V., Cand. in Vet. Sc., Associate Professor of the Department of Veterinary-Sanitary Examination, Epizootology and Microbiology, SPIN: 4628-1555.

The author read and approved the final manuscript.