

УДК 619:616.995.1

DOI: 10.31016/1998-8435-2020-14-3-53-62

Кишечные гельминты и влияние факторов среды на зараженность ими крупного рогатого скота в Горном Алтае

Виктор Алексеевич Марченко¹, Елена Александровна Ефремова²

¹ Горно-Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального бюджетного научного учреждения «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», 649100, Республика Алтай, с. Майма, ул. Подгорная, 2, e-mail: ganiish@mail.ru

² Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (СФНЦА РАН), 630501, Россия, п. Краснообск, Новосибирская обл., e-mail: alfa_parazit@mail.ru

Поступила в редакцию: 05.02.2020; принята в печать: 16.03.2020

Аннотация

Цель исследований: сравнительная оценка зараженности крупного рогатого скота кишечными гельминтами в различных провинциях и характеристика закономерностей связи абиотических и антропогенных факторов среды с уровнем зараженности и численности гельминтов в условиях Горного Алтая.

Материалы и методы. По результатам многолетних (2010–2019 гг.) оволарвоскопических исследований более 2,4 тыс. голов крупного рогатого скота из 7 районов Республики Алтай охарактеризованы зараженность (ЭИ) и число яиц гельминтов в 1 г фекалий (ЧЯГ/г) у животных. Путем корреляционного анализа показана связь ЭИ животных гельминтами, ЧЯГ/г с абиотическими и антропогенными факторами среды в разрезе хозяйств и районов Горного Алтая. Оценены следующие параметры – многолетняя среднегодовая температура, многолетнее среднегодовое количество осадков, многолетняя средняя температура лета, многолетнее среднее количество осадков летом, высота над уровнем моря, плотность популяции хозяина, влияние паразитоцидных обработок животных на зараженность паразитами.

Результаты и обсуждение. Установлено, что в большей степени животные заражены кишечными гельминтами в Чойском районе, где ЭИ составила 61,7% при обнаружении ЧЯГ/г 81,8 экз. Минимальная инвазированность крупного рогатого скота гельминтами зарегистрирована в Кош-Агачском районе – 38,8% при ЧЯГ/г 22,9 экз. В целом по республике, ЭИ животных составляет 51,8% при численности яиц 44,1 экз. в 1 г фекалий. В пределах физико-географических провинций в большей степени крупный рогатый скот заражен в Центральном Алтае (ЭИ – 56,5%, ЧЯГ/г – 43,6 экз.), в меньшей в Юго-Восточном Алтае (ЭИ – 38,8%, ЧЯГ/г – 22,9 экз.). По результатам овоскопических обследований установлено, что наиболее значимыми факторами, влияющими на зараженность животных кишечными гельминтами в хозяйствах являются многолетнее среднегодовое количество осадков ($r = 0,60$ и $0,34$) и степень антропогенного пресса ($r = -0,52$ и $-0,59$), в разрезе районов многолетние среднегодовые температуры ($r = 0,65$ и $0,55$), среднее летнее количество осадков ($r = 0,74$ и $0,65$). Наиболее значимыми факторами среды, влияющими на зараженность крупного рогатого скота, по данным ларвоскопии являются многолетняя среднегодовая температура ($r = 0,62$ и $0,72$), многолетнее среднегодовое количество осадков ($r = 0,76$) и высота местности ($r = -0,71$ и $-0,73$), в хозяйствах – степень антропогенного пресса ($r = -0,65$ и $-0,78$).

Ключевые слова: крупный рогатый скот, гельминты, зараженность, факторы среды, численность, зависимость

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Марченко В. А., Ефремова Е. А. Кишечные гельминты и влияние факторов среды на зараженность ими крупного рогатого скота в Горном Алтае // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 3. С. 53–62.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-3-53-62>

© Марченко В. А., Ефремова Е. А., 2020



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

Intestinal Helminths and the Influence of Environmental Factors on Cattle Infection in the Altai Mountains

Victor A. Marchenko¹, Elena A. Efremova²

¹Gorno-Altai Research Institute of Agriculture – branch of the Federal Budget Scientific Institution «Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnology», 649100, Altai Republic, Mayma, Podgornaya st., 2, e-mail: ganiish@mail.ru

²Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology RAS (SFSCA RAS), 630501, Russia, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, e-mail: alfa_parazit@mail.ru

Received on: 05.02.2020; accepted for printing on: 16.03.2020

Abstract

The purpose of the research: comparative assessment of cattle infection with intestinal helminths in various provinces and characteristics of the relationship between abiotic and anthropogenic environmental factors with the level of infection and the number of helminths in the Altai Mountains.

Materials and methods. According to the results of long-term (2010–2019) ovolarvoscopic examinations, more than 2.4 thousand heads of cattle from 7 regions of the Altai Republic characterized by extensity of infection (EI) and the number of helminth eggs in 1 g of feces (NHE/g) in animals. By correlation analysis, the association of animal EI with helminths, NHE/g and abiotic and anthropogenic environmental factors in the context of farms and regions of the Altai Mountains is shown. The following parameters are estimated: long-term average annual temperature, long-term average annual rainfall, long-term average summer temperature, long-term average summer rainfall, altitude above the sea level, population density of the host, the effect of parasitocidal treatments of animals on parasite infection.

Results and discussion. It was found that animals are mostly infected with intestinal helminths in the Choy region, where the EI was 61.7% when detecting NHE/g 81.8 pcs. Minimal infection of cattle by helminths was recorded in the Kosh-Agach region – 38.8% with NHE/g of 22.9 pcs. In the whole country, EI of animals is 51.8% with an egg number of 44.1 individuals in 1 g of feces. Within the physical-geographical provinces, cattle are mostly infected in Central Altai (EI – 56.5%, NHE/g – 43.6 pcs.), to a lesser extent in Southeast Altai (EI – 38.8%, NHE/g – 22.9 pcs.). According to the results of ovolarvoscopic examinations, it was found that the most significant factors affecting the infection of animals with intestinal helminths in farms are the long-term average annual precipitation ($r = 0.60$ and 0.34) and the degree of anthropogenic pressure ($r = -0.52$ and -0.59), in the context of districts, long-term average annual temperatures ($r = 0.65$ and 0.55), average annual summer rainfall ($r = 0.74$ and 0.65). According to larvoscopy, the most significant environmental factors affecting cattle infection are long-term average annual temperature ($r = 0.62$ and 0.72), long-term average annual rainfall ($r = 0.76$) and elevation ($r = -0.71$ and -0.73), in farms – the degree of anthropogenic pressure ($r = -0.65$ and -0.78).

Keywords: cattle, helminths, extensity of infection, environmental factors, abundance, dependence

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

For citation: Marchenko V. A., Efremova E. A. Intestinal helminths and the influence of environmental factors on cattle infection in the Altai Mountains. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (3): 53–62. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-3-53-62>

Введение

Горный Алтай – территория развитого животноводства, где в хозяйствах различных форм собственности содержится более 450 тыс. условных голов скота. Основное поголо-

вье представлено мясными и молочными породами крупного рогатого скота – около 245 тыс. голов. Для эффективного ведения скотоводства необходимо не только обеспечить животных кормами, хорошим содержанием,

но и качественно осуществлять лечебно-профилактические мероприятия при болезнях различной этиологии.

Наиболее распространенными в республике являются инвазионные болезни. При зараженности от 40 до 80% животных экономический ущерб составляет в среднем от 150 до 450 руб. на одну голову [11].

Эффективность контроля численности возбудителей во многом зависит как от своевременной и качественной диагностики, так и от применения высокоэффективных современных лекарственных препаратов, одновременно действующих против разных групп паразитов.

Проводимые нами мониторинговые исследования гельминтозов крупного рогатого скота свидетельствуют об их широком распространении с разной степенью инвазированности в природных провинциях Республики Алтай. Наиболее часто встречаются такие инвазии, как стронгилятозы желудочно-кишечного тракта, дикроцелиоз, мониезиоз, псороптоз, гиподерматоз и др. Современный подход контроля эпизоотического процесса предполагает экологизацию и оптимизацию приемов управления численностью паразитических видов и как основу этого – знания популяционных особенностей развития, распространения паразитов и их паразитокомплексов, так и привлечение в систему мероприятий эффективных, малозатратных средств и методов терапии животных [5, 6, 11].

Несмотря на полученные знания по распространению, зараженности, зональным особенностям биологии, созданию и испытанию новых антипаразитарных средств и методов их применения, в настоящее время мало исследований, касающихся популяционных закономерностей развития, в частности, закономерностей формирования уровня, динамики численности паразитов и факторов их определяющих.

В настоящее время как за рубежом, так и в регионах России в научной литературе имеется достаточно много сведений, касающихся воздействия погодно-климатических условий на численность гельминтов и заболеваемость сельскохозяйственных животных кишечными гельминтозами [2–4, 7, 8, 10, 16, 18–23]. Однако, что касается Западной Сибири, в том числе Горного Алтая, то работы по этим проблемам малочисленны [12].

Целью настоящего исследования было проведение сравнительной оценки зараженности

крупного рогатого скота кишечными гельминтами в различных провинциях и характеристика закономерностей связи абиотических и антропогенных факторов среды с уровнем зараженности и численностью гельминтов в условиях Горного Алтая.

Материалы и методы

Научно-исследовательские работы по изучению зараженности крупного рогатого скота кишечными гельминтами проводили в 2010–2019 гг. в 23 хозяйствах 7 административных районов Республики Алтай, которые расположены на территории четырех физико-географических провинций – Северный (Майминский, Чойский, Шебалинский районы), Центральный (Онгудайский, Усть-Коксинский районы), Западный (Усть-Канский, частично) и Юго-Восточный Алтай (Кош-Агачский) [14, 15].

Были использованы общепринятые в гельминтологии методики – гельминтоовоскопия по Фюллеборну, Котельникову–Хренову и гельминтолارвоскопии по Берману–Орлову [9]. Подсчет среднего числа яиц или личинок в 1 г фекалий проводили по методике ВИГИС [13].

Всего было проведено более 2,4 тыс. оовларвоскопических исследований проб фекалий от крупного рогатого скота различных пород. По результатам исследований подсчитывали экстенсивность инвазии (ЭИ, %), среднее число яиц или личинок в 1 г фекалий (ЧЯГ/г).

Цифровые материалы исследований подвергнуты статистической обработке [17, 19].

При организации противопаразитарных мероприятий необходимо иметь краткосрочный прогноз уровня численности основных видов или родов паразитов и соответственно заболеваемости их хозяев. Для этого необходимо знать как будет реагировать сообщество паразитов, либо отдельные, эпизоотически значимые виды, на воздействие факторов среды.

Охарактеризовать влияние факторов среды на формирование уровня зараженности животных можно путем оценки их корреляционной связи. Зная их корреляционную зависимость, можно с той или иной степенью уверенности прогнозировать зараженность животных гельминтами.

Из абиотических факторов нами были оценены такие факторы как температурно-влажные характеристики среды (многолетняя среднегодовая температура, многолетнее сред-

негодовое количество осадков, многолетняя средняя температура лета, многолетнее среднее количество осадков в летний период – по данным близлежащих метеостанций и справочной литературы [14, 15], высота над уровнем моря (по картографическим значениям высоты местности) [1], из биотических – плотность популяции хозяина (численность стада, статистика хозяйства), из антропогенных – влияние паразитоцидных обработок животных на численность паразитов (5 градаций в баллах: отсутствие терапевтических обработок за прошедший год – 1 балл; отсутствие обработок за прошедшие 6 месяцев – 2; 1 обработка в году – 3; 2 обработки в году – 4; более 2 обработок в году – 5 баллов). Оценку взаимосвязи факторов среды с уровнем зараженности животных (расчет коэффициента корреляции – r) проводили по данным копроовоскопических и ларвоскопических исследований, результаты которых отображали в виде корреляционной решетки (таблицы).

Результаты и обсуждение

Результаты многолетних овоскопических исследований зараженности крупного рогатого скота кишечными гельминтами в различных административных районах Республики Алтай приведены в табл. 1. Установлено, что в хозяйствах Республики Алтай животные в ос-

новном инвазированы нематодами подотряда *Strongylata*; также зарегистрированы гельминты подотряда *Trichocephalata*, из цестод выявлены мониезии.

В скотоводческих хозяйствах Горного Алтая нематоды желудочно-кишечного тракта имеют повсеместное распространение. Зараженность крупного рогатого скота гельминтами пищеварительной системы варьировала от 38,8 до 61,7% и в среднем составила 51,8%. Во всех административных районах крупный рогатый скот в большей степени инвазирован стронгилятами. Максимальный уровень зараженности зарегистрирован у крупного рогатого скота в Чойском районе (58,9%). Зараженность животных гельминтами подотряда стронгилята в Кош-Агачском районе составила 32,2%, что существенно ниже, чем в остальных районах Республики.

Уровень зараженности крупного рогатого скота нематодами и трихоцефалами в хозяйствах всех районов несколько различается и находится в пределах 8,7–22,1 и 1,8–12,3% соответственно. Сходная ситуация складывается и в отношении мониезий. Уровень зараженности крупного рогатого скота цестодами оказался минимальным в Чойском (3,2%) и максимальным – в Онгудайском и Усть-Канском районах (10,1 и 9,7%).

Таблица 1

Зараженность крупного рогатого скота кишечными гельминтами в административных районах Республики Алтай (результаты овоскопии)

Административный район	Число обследований (выборки)	ЭИ, % ЧЯТ/г, экз.				
		в целом, гельминтами	<i>St</i>	<i>Nem</i>	<i>Tr</i>	<i>Mon</i>
Шебалинский	48	48,9±3,4 45,7±6,9	43,4±4,6 40,6±7,1	9,8±2,1 2,4±0,5	2,1±0,3 1,5±0,4	3,4±0,9 –
Майминский	5	44,0±6,7 27,8±7,4	40,1±8,1 26,4±7,1	10,6±2,4 1,4±0,3	1,8±0,3 0,5±0,2	4,1±0,7 –
Чойский	6	61,7±2,3 81,8±14,9	58,9±2,1 59,5±20,5	8,7±3,9 13,8±3,5	2,6±0,7 7,2±1,1	3,2±0,4 –
Онгудайский	8	55,2±9,5 35,1±2,8	49,6±9,9 25,2±5,6	16,4±8,2 6,3±2,1	5,3±1,6 4,7±1,5	10,1±2,5 –
Усть-Канский	5	58,5±9,1 61,5±19,7	57,2±9,2 50,2±12,4	14,2±4,5 15,5±2,5	12,3±2,1 3,8±1,1	9,7±3,4 –
Усть-Коксинский	4	55,9±5,4 34,1±6,6	54,8±5,1 33,5±6,3	13,7±6,3 11,5±3,7	6,5±2,1 2,5±0,9	8,6±1,1 –
Кош-Агачский	7	38,8±7,0 22,9±11,8	32,2±9,6 22,7±6,6	22,1±5,4 14,1±3,5	8,9±3,5 4,2±1,6	7,3±4,1 –
По всем	78	51,8±5,6 44,1±6,3	48,0±7,1 27,8±7,4	13,6±4,5 9,3±2,5	5,6±1,8 3,5±1,4	6,6±1,7 –

Примечание: *St* – нематоды подотряда *Strongylata*, *Nem* – нематоды рода *Nematodirus*, *Tr* – нематоды рода *Trichocephalus*, *Mon* – цестоды рода *Moniezia*

Несмотря на широкое распространение гельминтозов крупного рогатого скота в Республике Алтай, нельзя не отметить значительные зональные различия в распределе-

нии отдельных нозоформ (табл. 2). Структура гельминтокомплекса крупного рогатого скота, ЭИ и ЧЯГ/г имеют экологическую обусловленность.

Таблица 2

Уровень зараженности крупного рогатого скота кишечными гельминтами в различных физико-географических провинциях Республики Алтай (овоскопия)

Административный район	Число обследований (выборки)	ЭИ, % ЧЯГ/г, экз.				
		в целом, гельминтами	<i>St</i>	<i>Nem</i>	<i>Tr</i>	<i>Mon</i>
Северный Алтай	59	$\frac{51,5 \pm 3,6}{51,7 \pm 2,4}$	$\frac{47,5 \pm 3,8}{42,1 \pm 2,1}$	$\frac{9,7 \pm 2,1}{5,8 \pm 0,6}$	$\frac{2,2 \pm 0,3}{3,1 \pm 0,4}$	$\frac{3,6 \pm 0,8}{-}$
Центральный Алтай	17	$\frac{56,5 \pm 3,9}{43,6 \pm 4,4}$	$\frac{53,8 \pm 4,6}{36,4 \pm 3,5}$	$\frac{14,7 \pm 3,8}{11,1 \pm 3,9}$	$\frac{8,0 \pm 5,1}{3,6 \pm 1,1}$	$\frac{9,5 \pm 3,5}{-}$
Юго-Восточный Алтай	7	$\frac{38,8 \pm 7,0}{22,9 \pm 11,8}$	$\frac{32,2 \pm 9,6}{22,7 \pm 6,6}$	$\frac{22,1 \pm 5,4}{14,1 \pm 3,5}$	$\frac{8,9 \pm 3,5}{4,2 \pm 1,6}$	$\frac{7,3 \pm 4,1}{-}$

Основу гельминтокомплекса животных всех провинций составляют нематоды подотряда Strongylata. Однако наибольший уровень инвазии животных гельминтами, в том числе и стронгилятами, установлен для Центрального и Северного Алтая, где ЭИ и ЧЯГ/г последних составляет соответственно 47,5%; 42,1 экз. и 53,8%; 36,4 экз., что в 1,6–2,2 раза превышает аналогичные показатели Юго-Восточного Алтая (32,2% и 22,7 экз.).

Заметны различия в отношении зараженности животных гельминтами других таксонов. Так, в Юго-Восточном Алтае явно преобладают нематоды, развивающиеся с «закрытой» личинкой – нематодыры и трихоцефалы.

Суровые природные условия этой провинции (поздняя весна, ранняя осень, резкие суточные колебания температуры, повышенная солнечная радиация, сильные ветра, иссушающие почву) оказывают негативное воздействие на яйца и личинки стронгилят и здесь проявляются преимущества в выживаемости нематодыры и трихоцефал, поскольку развитие их личинок 1–3 возраста происходит в пределах яйца, которое защищено яйцевыми оболочками. Низкий уровень инвазии трихоцефалами и мониезиями в Северном Алтае во многом обусловлен низкой численностью или отсутствием овец в провинции, которые являются основными хозяевами паразитирующих у крупного рогатого скота видов гельминтов (*Trichocephalus ovis*, *Moniezia benedeni*, *M. expansa*).

Более точно судить о зараженности животных кишечными нематодами можно по результатам ларвоскопических исследований проб фекалий (табл. 3). У крупного рогатого скота Северного и Центрального Алтая установлены близкие по значению показатели зараженности нематодами подотряда *Strongylata* – 29,1 и 28,7%.

Гельминтокомплекс стронгилят включает шесть родов нематод желудочно-кишечного тракта. Основная роль в эпизоотическом процессе стронгилятозов крупного рогатого скота этих провинций принадлежит коопериям и остертагиям с показателями ЭИ 16,5%; 11,1 и 27,9; 20,8%. В меньшей степени животные заражены другими представителями этой таксономической группы гельминтов (1,1–1,5%), однако явными субдоминантами Центрального Алтая являются гемонхи (ЭИ = 12,0%).

Юго-Восточный Алтай значительно отличается от других провинций. Гельминтокомплекс крупного рогатого скота беднее и представлен стронгилятами четырех родов, в нем отсутствуют эзофагостомы и хабертии. Уровень зараженности стронгилятами желудочно-кишечного тракта составляет 19,5%, что в 1,5 раза ниже, чем в Северном и Центральном Алтае. Зарегистрировано явное доминирование кооперий и нематодыры, причем следует отметить, что инвазированность животных нематодами максимальна именно в этой провинции (ЭИ = 8,9%).

Анализ результатов ово- и ларвоскопических исследований позволяет заключить,

Таблица 3

**Уровень зараженности крупного рогатого скота нематодами желудочно-кишечного тракта
в провинциях Республики Алтай (ларвоскопия)**

Таксон	Зараженность животных (%) в физико-географических провинциях Алтая		
	Северный n = 59*	Центральный n = 17*	Юго-Восточный n = 7*
п/о Strongylata, в том числе	29,1±2,3	28,4±1,7	19,5±2,2
род Ostertagia	11,1±0,8	20,8±1,9	5,5±1,6
род Oesophagostomum	1,2±0,2	7,3±0,8	0
род Chabertia	1,3±0,3	1,0±0,3	0
род Nematodirus	1,5±0,6	3,3±0,7	8,9±1,7
род. Cooperia	16,5±0,9	27,9±1,3	16,7±1,4
род. Haemonchus	1,1±0,5	12,0±0,9	4,1±0,5
Среднее число личинок в 1 г фекалий животных			
п/о Strongylata (ЖКТ)	0,3	0,35	0,05

Примечание: * – число выборок (обследований)

что более представительными как по родовому разнообразию, так и по уровню зараженности крупного рогатого скота гельминтами является Северный и Центральный Алтай, где складываются благоприятные природно-климатические условия для развития личинок нематод (значительное количество осадков и продолжительность безморозного периода).

Более суровые природные условия в высокогорном Юго-Восточном Алтае определяют более бедный фаунистический состав гельминтокомплекса и низкий уровень зараженности животных кишечными гельминтами.

Результаты расчета корреляционной связи факторов с уровнем зараженности животных гельминтами по данным овоскопических исследований приведены в табл. 4.

Таблица 4

Взаимосвязь (r) факторов среды с уровнем зараженности крупного рогатого скота гельминтами (овоскопия)

№ п/п	Фактор	Районы* (n = 7)		Хозяйства** (n = 23)	
		ЭИ, %	ЧЯГ/г, экз.	ЭИ, %	ЧЯГ/г, экз.
1	Многолетняя среднегодовая температура, °С	0,655	0,555	0,367	0,250
2	Многолетнее среднегодовое количество осадков, мм	0,377	0,578	0,602	0,345
3	Многолетняя средняя температура лета, °С	0,732	0,305	0,247	0,186
4	Многолетнее среднее количество осадков летом, мм	0,745	0,650	0,362	0,210
5	Степень антропогенного пресса, баллы	–	–	-0,521	-0,596
6	Численность группы хозяина, голов	–	–	0,307	0,463
7	Высота местности	-0,340	-0,553	-0,529	-0,255

Примечание: * – при P = 0,95 достоверны значения r свыше 0,720; ** – при P = 0,95 достоверны значения r свыше 0,410.

Из таблицы видно, что существует значимая положительная корреляция ($r = 0,732$) уровня зараженности крупного рогатого скота и средней многолетней температурой лета в районах республики. Но количественный показатель у животных слабо коррелирует с многолетней среднегодовой температурой лета

(0,305). На уровне хозяйств не выявлено значимого влияния этого фактора (0,247 и 0,186).

Многолетнее среднегодовое количество осадков хорошо коррелирует с уровнем зараженности животных в разрезе районов (0,745), но незначительно в категории хозяйств (0,362). Значимо коррелирует этот

фактор с показателем ЧЯГ/г в районах республики (0,650), но на уровне хозяйств влияние фактора слабо выражено (0,210).

Значимая корреляция многолетней средней температуры лета с ЭИ и ЧЯГ/г просматривается только в разрезе районов (0,655 и 0,555), но в разрезе хозяйств взаимосвязь с фактором ЭИ и ЧЯГ/г незначительна.

Многолетнее среднее количество осадков достаточно высоко коррелирует с показателем ЧЯГ/г у животных в районах республики (0,578) и ЭИ в хозяйствах (0,602).

Нами рассмотрено влияние такого фактора как степень антропогенного пресса (противопаразитарные обработки животных) в хозяйствах, на уровне районов рассматривать этот фактор не имеет смысла. В результате четко прослеживается значимая отрицательная корреляционная связь фактора с ЭИ (-0,521) и с ЧЯГ/г (-0,596).

Численность группы хозяина слабо коррелирует с ЭИ (0,307) и показателем ЧЯГ/г

(0,463). Влияние фактора высоты местности на ЧЯГ/г достаточно выражено в разрезе районов (-0,553), но в разрезе хозяйств достоверна связь только с ЭИ (-0,529), с ЧЯГ/г корреляция слабо выражена (-0,255).

В итоге можно заключить, что наиболее значимыми факторами, влияющими на зараженность животных кишечными гельминтами, в хозяйствах являются многолетнее среднегодовое количество осадков ($r = 0,602$ и $0,345$) и степень антропогенного пресса ($r = -0,521$ и $-0,596$), в разрезе районов многолетние среднегодовые температура ($r = 0,655$ и $0,555$), средние летние количества осадков ($r = 0,745$ и $0,655$) и многолетняя средняя температура лета ($r = 0,732$ и $-0,305$). На уровень численности в разрезе хозяйств достоверно влияет и численность группы хозяина $r = 0,463$.

Характеристика взаимосвязи факторов среды с показателями зараженности крупного рогатого скота гельминтами по данным ларвоскопических исследований приведена в табл. 5.

Таблица 5

Взаимосвязь (r) факторов среды с уровнем зараженности крупного рогатого скота гельминтами (ларвоскопия)

№ п/п	Фактор	Районы* (n = 7)		Хозяйства** (n = 23)	
		ЭИ, %	ЧЯГ/г, экз.	ЭИ, %	ЧЯГ/г, экз.
1	Многолетняя среднегодовая температура, °С	0,624	0,726	0,255	0,397
2	Многолетнее среднегодовое количество осадков, мм	0,760	0,764	0,169	0,091
3	Многолетняя средняя температура лета, °С	0,531	0,435	0,275	0,190
4	Многолетнее среднее количество осадков летом, мм	0,485	0,632	0,260	0,327
5	Степень антропогенного пресса, баллы	–	–	-0,655	-0,783
6	Численность группы хозяина, голов	–	–	0,285	0,363
7	Высота местности	-0,711	-0,732	-0,430	-0,395

Примечание: * – при $P = 0,95$ достоверны значения r свыше 0,720; ** – при $P = 0,95$ достоверны значения r свыше 0,410.

В отличие от данных овоскопических исследований, зараженность животных по данным ларвоскопии более тесно коррелирует с многолетней среднегодовой температурой на уровне районов ($r = 0,624$ и $0,726$). Многолетние среднегодовые осадки оказывают существенное влияние на показатели ЭИ животных в районах (0,760) и ЧЯГ/г (0,764).

Влияние этого фактора практически не распространяется на показатели ЭИ и ЧЯГ/г в хозяйствах (0,169 и 0,091). Многолетняя

средняя температура лета значимо влияет на ЭИ животных в районах (0,531) и в меньшей степени на показатель уровня численности (0,435), а в разрезе хозяйств корреляция зараженности с этим фактором практически не прослеживается.

Уровни зараженности и численности личинок в пробах в разрезе районов в значительной мере связаны с многолетними средними количествами осадков летом (0,485 и 0,632), но в разрезе хозяйств значимая корреляция

отсутствует (0,260 и 0,327). Степень антропогенного пресса внутри хозяйств достоверно коррелирует как с ЭИ (-0,655), так и с ЧЯГ/г (-0,783). Численность животных в стадах не оказывает какого-либо существенного влияния как на ЭИ, так и на показатель ЧЯГ/г.

Высота местности над уровнем моря в разрезе районов имеет обратную достаточно значимую связь. Так, коэффициент корреляции с ЭИ составил -0,711 и с ЧЯГ/г -0,732. Показатели зараженности животных в хозяйствах также демонстрируют достаточно тесную связь с этим фактором ($r = -0,430$ и $-0,395$). В целом, наиболее значимыми факторами среды, влияющими на зараженность крупного рогатого скота по данным ларвоскопии, являются степень антропогенного пресса в хозяйствах, многолетние среднегодовые температуры и осадки с высотой местности в разрезе районов.

Проведенные исследования свидетельствуют о сложном, ассоциированном влиянии природных и антропогенных факторов среды на формирование ЭИ и ЧЯГ/г.

Заключение

В Республике Алтай в большей степени крупный рогатый скот заражен кишечными гельминтами в Чойском районе, где ЭИ составляет 61,7% при ЧЯГ/г 81,8 экз. Минимальная инвазированность животных гельминтами зарегистрирована в Кош-Агачском районе – 38,8% при ЧЯГ/г 22,9 экз. В целом по республике, зараженность животных составила 51,8% при уровне численности яиц 44,1 экз./г фекалий.

В пределах физико-географических провинций в большей степени крупный рогатый скот заражен в Центральном Алтае (ЭИ = 56,5%, ЧЯГ/г = 43,6 экз.), в меньшей в Юго-Восточном Алтае (ЭИ = 38,8%, ЧЯГ/г = 22,9 экз.).

По данным овоскопических исследований, наиболее значимыми факторами, влияющими на зараженность животных кишечными гельминтами в хозяйствах являются многолетнее среднегодовое количество осадков ($r = 0,602$ и $0,345$) и степень антропогенного пресса ($r = -0,521$ и $-0,596$), в разрезе районов – многолетние среднегодовые температуры ($r = 0,655$ и $0,555$), среднее летнее количество осадков ($r = 0,745$ и $0,655$).

Наиболее значимыми факторами среды, влияющими на зараженность крупного рога-

того скота по данным ларвоскопии, в разрезе районов являются многолетнее среднегодовое количество осадков ($r = 0,624$ и $0,726$), многолетнее среднегодовое количество осадков ($r = 0,760$ и $0,764$) и высота местности ($r = -0,711$ и $-0,732$), в хозяйствах – степень антропогенного пресса ($r = -0,655$ и $-0,783$).

Литература

1. Алтайский край. Атлас. Т. 1. Глав. управ. геодезии и картографии при Совмине СССР. Москва-Барнаул, 1978. 222 с.
2. Василевич Ф. И., Шемякова С. А. Влияние природно-климатических условий на распространение фасциолёза крупного рогатого скота в Московской области // Матер. V Междунар. науч.-практ. конф. ассоциации паразитологов. Витебск, 2016. С. 21–23.
3. Горохов В. В., Самойловская Н. А., Успенский А. В. и др. Современная эпизоотическая ситуация и прогноз по основным гельминтозам животных в России на 2015 год // Российский паразитологический журнал. М., 2015. № 1. С. 41–45.
4. Горохов В. В., Кленова И. Ф., Пузанова Е. В. Современная эпизоотическая ситуация и прогноз по основным гельминтозам животных в Российской Федерации на 2018 год (весна и начало пастбищного сезона) // Российский паразитологический журнал. М., 2018. Т. 12. № 2. С. 23–26.
5. Ефремова Е. А. Концепция управления эпизоотическим процессом гельминтозов // Матер. докл. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтол. РАН «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». М., 2007. Вып. 8. С. 132–135.
6. Ефремова Е. А., Эрдэнэжаргал Дагсурэн. Биологические основы профилактики зоогельминтозов сельскохозяйственных животных // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. Краснообск, 2012. № 1 (224). С. 85–92.
7. Кармалиев Р. С., Ахмеденов К. М., Сидихов Б. М. и др. Инвазированность гельминтами крупного рогатого скота в зависимости от природно-климатических условий в Западно-Казахстанской области // Российский паразитологический журнал. М., 2019. Т. 13. № 1. С. 16–22.
8. Кармалиев Р. С. Возможность прогнозирования зараженности крупного рогатого скота гельминтами в Западно-Казахстанской области в зависимости от метеорологических условий // Российский паразитологический журнал. М., 2011. № 3. С. 33–39.
9. Котельников Г. А. Гельминтологические исследования животных и окружающей среды. М.: Колос, 1983. 208 с.

10. Лазарев Г. М. Влияние весенней засухи на алгоритм динамики геогельминтозов овец в аридной зоне // Матер. докл. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтол. РАН «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». М., 2007. Вып. 8. С. 181–183.
11. Марченко В. А., Ефремова Е. А., Каширских Т. П. и др. Унифицированная система лечебно-профилактических мероприятий при зоопаразитах в молочном скотоводстве Республики Алтай: методическое пособие. Новосибирск–Горно-Алтайск, 2014. 51 с.
12. Марченко В. А., Василенко Ю. А., Ефремова Е. А. Влияние факторов среды на зараженность овец кишечными гельминтами в Горном Алтае // Вестник НГАУ. Новосибирск, 2016. № 3 (40). С. 129–137.
13. Мизачева Л. Д., Котельников Г. А. Методические рекомендации по использованию устройства для подсчета яиц гельминтов // Бюл. Всес. ин-та гельминтол. М., 1987. Вып. 48. С. 81–83.
14. Модина Т. Д., Сухова М. Г. Климат и агроклиматические ресурсы Алтая. Новосибирск: СО РАН, 2007. 180 с.
15. Модина Т. Д. Климаты Республики Алтай. Новосибирск: Изд-во Новосиб. пед. ун-та, 1997. 177 с.
16. Пузанова Е. В. Прогноз эпизоотической ситуации по основным гельминтозам сельскохозяйственных животных в Российской Федерации на 2019 год // Российский паразитологический журнал. М., 2019. Т. 13. № 2. С. 28–35.
17. Рокицкий П. Ф. Основы вариационной статистики для биологов. Минск: Изд-во Белгосуниверситета, 1961. 221 с.
18. Самигуллин Р. Н., Фазлаева С. Е. Об экологических факторах взаимоотношений между паразитами и хозяином при стронгилятозах овец // Ветеринария. М., 1994. № 12. С. 25–29.
19. Снедекор Д. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М.: Сельхозгиз, 1961. 503 с.
20. Теплов А. А., Сулейменов М. Ж., Аубакиров Х. А. и др. Факторы внешней среды, влияющие на инвазированность овец гельминтами // Матер. докл. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтол. РАН «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». М., 2014, № 15. С. 317–319.
21. Шеховцов В. С., Луценко Л. И. Влияние климатических факторов на степень поражения животных стронгилятами пищеварительного тракта // Матер. докл. X конф. Украинского о-ва паразитол. Киев: Наукова думка, 1986. С. 360.
22. Kao R. R., Leathwick D. M., Roberts M. G., Sutherland I. A. Nematode parasites of sheep: a survey of epidemiological parameters and their application in a simple model. *Parasitology*. 2000; 121 (1): 85–103.
23. Stear M. J., Bairden K., Bishop S. C., Gettinby G., McKellar Q. A., Park M., Strain S., Wallace D. S. The processes influencing the distribution of parasitic nematodes among naturally infected lambs. *Parasitology*. 1998; 17 (2): 165–171.

References

1. Altai Territory. Atlas. Vol. 1. Head of management of geodesy and cartography under the Council of Ministers of the USSR. Moscow-Barnaul, 1978; 222. (In Russ.)
2. Vasilevich F. I., Shemyakova S. A. Influence of climatic conditions on the spread of fasciolosis in cattle in the Moscow region. *Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii assotsiatsii parazitotsenologov = Materials of V International Scientific and Practical Conference of the Association of Parasitologists*. Vitebsk, 2016; 21–23. (In Russ.)
3. Gorokhov V. V., Samoilovskaya N. A., Uspensky A. V. et al. The current epizootic situation and prognosis of the main animal helminthoses in Russia for 2015. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. M., 2015; 1: 41–45. (In Russ.)
4. Gorokhov V. V., Klenova I. F., Puzanova E. V. State of art epidemic situation and prognosis by major helminthoses of animals within the Russian Federation for 2018 (spring and the beginning of the grazing season). *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2018; 12 (2): 23–26. (In Russ.)
5. Efremova E. A. The concept of controlling the epizootic process of helminthiasis. *Mater. dokl. nauch. konf. Vseros. o-va gel'mintol. RAN «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami» = Materials of the research and practice conference of All-Russian Helminthologist Society of Russian Academy of Sciences "Theory and practice of protection from parasitic diseases"*. M., 2007; 8: 132–135. (In Russ.)
6. Efremova E. A., Erdenezhargal Dashsuren Biological basis for the prevention of zohelmintosis of farm animals. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki = Siberian Bulletin of Agricultural Science*. Krasnoobsk, 2012; 1 (224): 85–92. (In Russ.)
7. Karmaliyev R. S., Akhmedenov K. M., Sidikhov B. M., Aytuganov B. E., Usenov Zh. T., Ertleuova B. O., Gabdullin D. E., Aliyev E. M. Helminths infection of cattle depending on natural climatic conditions of West Kazakhstan region. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. M., 2019; 13 (1): 16–22. (In Russ.)
8. Karmaliyev R. S. The ability to predict cattle helminth infections in the West Kazakhstan region depending on meteorological conditions. *Rossiyskiy*

- parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. M., 2011; 3: 33–39. (In Russ.)
9. Kotelnikov G. A. Helminthological studies of animals and the environment. M.: Kolos, 1983; 208. (In Russ.)
 10. Lazarev G. M. Influence of spring drought on the dynamic's algorithm of sheep geohelminthosis in the arid zone. *Mater. dokl. nauch. konf. Vseros. o-va gel'mintol. RAN «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami» = Materials of the research and practice conference of All-Russian Helminthologist Society of Russian Academy of Sciences "Theory and practice of protection from parasitic diseases"*. M., 2007; 8: 181–183. (In Russ.)
 11. Marchenko V. A., Efremova E. A., Kashirskikh T. P. et al. A unified system of treatment and prophylactic measures for zooparasitosis in dairy cattle in the Republic of Altai: a methodological guide. Novosibirsk – Gorno-Altaysk, 2014; 51. (In Russ.)
 12. Marchenko V. A., Vasilenko Yu. A., Efremova E. A. Influence of environmental factors on the infection of sheep with intestinal helminths in the Altai Mountains. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*. Novosibirsk, 2016; 3 (40): 129–137. (In Russ.)
 13. Migacheva L. D., Kotelnikov G. A. Methodical recommendations on the use of a device for counting helminth eggs. *Byulleten' Vsesoyuznogo instituta gel'mintologii = Bulletin of the All-Union Institute of Helminthology*. Moscow, 1987; 48: 81–83. (In Russ.)
 14. Modina T. D., Sukhova M. G. Climate and agro-climatic resources of Altai. Novosibirsk: SD RAS, 2007; 180. (In Russ.)
 15. Modina T. D. Climates of the Altai Republic. Novosibirsk: Publishing House of the Novosibirsk Pedagogical University, 1997; 177. (In Russ.)
 16. Puzanova E. V. Forecast of epizootic situation in main helminthosis of farm livestock in the Russian Federation for 2019. *Rossiyskii parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (2): 28–35. (In Russ.)
 17. Rokitsky P. F. Fundamentals of variation statistics for biologists. Minsk: Publishing house of the Belarusian State University, 1961; 221. (In Russ.)
 18. Samigullin R. N., Fazlaeva S. E. About environmental factors in the relationship between parasites and the host with sheep strongyloidosis. *Veterinariya = Veterinary Medicine*. M., 1994; 12: 25–29. (In Russ.)
 19. Snedecor D. U. Statistical methods as applied to research in agriculture and biology. M.: Selkhozgiz, 1961; 503. (In Russ.)
 20. Tlepov A. A., Suleimenov M. Zh., Aubakirov H. A. et al. Environmental factors affecting the invasion of sheep with helminths. *Mater. dokl. nauch. konf. Vseros. o-va gel'mintol. RAN «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami» = Materials of the research and practice conference of All-Russian Helminthologist Society of Russian Academy of Sciences "Theory and practice of protection from parasitic diseases"*. M., 2014; 15: 317–319. (In Russ.)
 21. Shekhovtsov V. S., Lutsenko L. I. Influence of climatic factors on the degree of damage to animals by strongy of the digestive tract. *Materialy dokladov X konferentsii Ukrainskogo obshchestva parazitologov = Materials of the report of the X conference of the Ukrainian Society of Parasitology*. Kiev: Naukova Dumka, 1986; 360.
 22. Kao R. R., Leathwick D. M., Roberts M. G., Sutherland I. A. Nematode parasites of sheep: a survey of epidemiological parameters and their application in a simple model. *Parasitology*. 2000; 121 (1): 85–103.
 23. Stear M. J., Bairden K., Bishop S. C., Gettinby G., McKellar Q. A., Park M., Strain S., Wallace D. S. The processes influencing the distribution of parasitic nematodes among naturally infected lambs. *Parasitology*. 1998; 17 (2): 165–171.