

ISSN 1817-7204(Print)

ISSN 1817-7239(Online)

УДК 619:616.99-092:636.32/.38(476)

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-81-89>

Поступила в редакцию 09.06.2020

Received 09.06.2020

**А. Н. Дударчук***Институт экспериментальной ветеринарии им С. Н. Вышелецкого,  
Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь***ОСОБЕННОСТИ ПАТОГЕНЕЗА ОВЕЦ ПРИ АССОЦИАТИВНЫХ ИНВАЗИЯХ  
ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА**

**Аннотация:** В Республике Беларусь, особенно в хозяйствах с несовершенной технологией, широко распространены паразитарные заболевания овец, среди которых: стронгилятозы желудочно-кишечного тракта, стронгилоидоз, эймериозы, мониезиоз, трихоцефалез, криптоспоририоз и др. Изучение влияния ассоциативных паразитозов овец на иммунобиологическую реактивность организма животных в последнее время приобретает возрастающее теоретическое и практическое значение для рационального использования лекарственных средств при терапии данных заболеваний. Цель исследований – изучение особенности патогенеза овец при ассоциативных инвазиях желудочно-кишечного тракта. Изучение проводилось в КФХ «Виллия-агро», Кобринского района, Брестской области. Были отобраны ягнята 2–4-месячного возраста спонтанно инвазированные паразитами желудочно-кишечного тракта. Определяли показатели клеточного иммунитета: количество лейкоцитов, уровень моноцитов, нейтрофилов, эозинофилов, уровень розеткообразующих Т- и В-лимфоцитов и гуморального иммунитета: циркулирующие иммунные комплексы, общий белок, белковые фракции, включая белки системы комплемента  $C_3$  и иммуноглобулины, уровень макро- и микроэлементов (кальция, фосфора и железа) в сыворотке крови. При спонтанном инвазировании овец ассоциациями паразитов желудочно-кишечного тракта установлены следующие изменения: достоверное снижение количества лимфоцитов, Т-лимфоцитов, уровня общего белка, альбумина,  $\beta$ - и  $\gamma$ -глобулинов, кальция, фосфора. Достоверное увеличение лейкоцитов: эозинофилов и палочкоядерных нейтрофилов,  $\alpha_1$ -глобулинов, циркулирующих иммунных комплексов. Все это в совокупности указывает на нарушения в функционировании иммунитета организма и требует незамедлительного соответствующего лечения, направленного как на уничтожения ассоциаций паразитов желудочно-кишечного тракта, так и восстановление иммунной системы организма животного. Данные исследования лягут в основу разработки рациональной системы лечебных и профилактических мероприятий при ассоциативных паразитозах овец в Республике Беларусь, которые позволят снизить экономический ущерб от данных болезней и улучшить качество животноводческой продукции. **Благодарности.** Исследования выполнены в рамках государственной научно-технической программы ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства» на 2016–2020 годы, подпрограмма «Животноводство и племя».

**Ключевые слова:** овцы, ассоциативные паразитозы, стронгилятозы желудочно-кишечного тракта, эймериозы, трихоцефалез, микро- и макроэлементы, циркулирующие иммунные комплексы, иммунокомпетентные клетки, белковые фракции, розеткообразующие Т- и В-лимфоциты

**Для цитирования:** Дударчук, А. Н. Особенности патогенеза овец при ассоциативных инвазиях желудочно-кишечного тракта / А. Н. Дударчук // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, № 1. – С. 81–89. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-81-89>

**Anna N. Dudarchuk***S. N. Vishelivsky Scientific Research Institute of Experimental Veterinary Medicine,  
the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus***PECULIARITIES OF SHEEP PATHOGENESIS AT ASSOCIATIVE INVASIONS  
OF GASTROINTESTINAL TRACT**

**Abstract:** In the Republic of Belarus, primarily in farms with imperfect technology, parasitic diseases of sheep are widespread, including: nematodes of gastrointestinal tract, strongyloidosis, eimeriosis, monieziosis, trichocephalosis, cryptosporidiosis, etc. Study of impact of associative parasitosis of sheep on the immunobiological reactivity of animal body has recently become more and more theoretical and practical for rational use of drugs in treatment of these diseases. The purpose of research is to study peculiarities of sheep pathogenesis at associative invasions of gastrointestinal tract. The study was carried out at farm “Villia-agro”, Kobrin district, Brest region. Lambs of 2-4 months of age spontaneously infested with parasites of gastrointestinal tract have been selected. Parameters of cellular immunity were determined: number of leukocytes, monocytes, neutrophils, eosinophils, level of rosette-forming T- and B-lymphocytes and humoral immunity: circulating immune

complexes, total protein, protein fractions, including proteins of C<sub>3</sub> complement system and immunoglobulins, macro and microelements (calcium, phosphorus and iron) in blood serum. With spontaneous invasion of sheep by associations of parasites of gastrointestinal tract, the following changes have been determined: significant decrease in number of lymphocytes, T-lymphocytes, concentration of total protein, albumin, -  $\beta$ - and  $\gamma$ -globulins, calcium and phosphorus. Significant increase in leukocytes: Eosinophils and stab neutrophils,  $\alpha_1$ -globulins, circulating immune complexes. All this together indicates disturbance in functioning of body's immunity and requires immediate appropriate treatment aimed both at destroying associations of parasites of gastrointestinal tract and restoring immune system of animal's body. These studies will form basis for development of rational system for therapeutic and preventive measures for associative parasitosis of sheep in the Republic of Belarus, which will reduce economic damage from these diseases and improve quality of livestock products. **Acknowledgments.** The research was carried out as part of the state research and technical program of scientific research "Quality and Efficiency of Agroindustrial Production for 2016–2020", subprogram "Animal breeding and pedigree work".

**Keywords:** sheep, associative parasitosis, nematodes of gastrointestinal tract, eimeriosis, trichocephalosis, micro and macro elements, circulating immune complexes, immunocompetent cells, protein fractions, rosette-forming T- and B-lymphocytes

**For citation:** Dudarchuk A. N. Peculiarities of sheep pathogenesis at associative invasions of gastrointestinal tract. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2021, vol. 59, no 1, pp. 81-89 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-81-89>

**Введение.** Овцеводство является одной из альтернативных отраслей в обеспечении населения продуктами питания и сырьем для перерабатывающей промышленности. Однако в настоящее время данная отрасль животноводства находится в малоизученном состоянии. Для успешного решения задач по дальнейшему развитию овцеводства необходимо всестороннее изучение факторов, определяющих процессы индивидуального развития организма животных. Чтобы восстановить поголовье овец, надо получить здоровый молодняк [1].

В Республике Беларусь, особенно в хозяйствах с несовершенной технологией, значимо распространены паразитарные заболевания овец, среди которых выделяются: стронгилятозы желудочно-кишечного тракта, стронгилоидоз, эймериозы, мониезиоз, трихоцефалез, криптоспоридиоз и др. [2]. В некоторых хозяйствах зараженность животных гельминтами составляет 90–95 %. Пораженные ими животные отстают в росте и развитии, резко снижается их продуктивность (настриг и качество шерсти, прирост живой массы, выход приплода), в некоторых случаях в отарах молодняка овец при острой форме заболеваний гибель достигает 60–80 % [3].

В 2019 г. была утверждена Государственная программа развития овцеводства в Беларуси (утверждено постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.04.2019 г. №268). В Государственной программе развития аграрного бизнеса в Беларуси на 2019–2025 годы заложена подпрограмма по овцеводству.

Для успешного дальнейшего развития вышеуказанной отрасли необходимо добиться увеличения не только поголовья овец, но и их продуктивности. Одним из аспектов этой многогранной задачи является усиленное проведение в жизнь мероприятий по контролю паразитарных болезней у данного вида животных. Благоприятные природно-климатические условия Республики Беларусь образуют оптимальную среду для развития возбудителей инвазионных болезней у многих видов животных, в частности, и у овец<sup>1</sup>.

Так, ущерб от ассоциативных паразитозов овец, по данным российских авторов, складывается из снижения привесов и настрига шерсти – на 12–15 %, снижения убойного выхода – на 15,3 %, соотношения мяса и костной ткани – на 6,7 %, ухудшения качества мясной продукции, а также падежа молодых животных и отставания больных животных от здоровых в росте и развитии. Зараженные животные хуже оплачивают поедаемый корм, что ведет к перерасходу кормов на единицу продукции и к повышению ее себестоимости [4].

С переводом животноводства, в том числе и овцеводства, на промышленную основу вопросы состояния иммунитета приобретают важное значение в сохранении здоровья и повышении продуктивности животных<sup>2</sup>. Особую проблему представляет ранний постнатальный период жизни овец, поскольку новорожденные оказываются наиболее подвержены риску возникновения

<sup>1</sup> Паразитозы желудочно-кишечного тракта овец и коз и меры борьбы с ними : рекомендации / А. И. Ятусевич [и др.] ; Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Каф. паразитологии и инваз. болезней животных. Витебск : ВГАВМ, 2017. 20 с.

<sup>2</sup> Иммуниет – система безопасности организма : метод. рекомендации / Тамб. гос. техн. ун-т ; сост.: В. А. Гриднев, В. В. Миронов. Тамбов : ТГТУ, 2003. 24 с.

инфекций. Новорожденные ягнята не имеют активного иммунитета и поэтому в этот период жизни, когда организм контактирует с множеством потенциально патогенных микроорганизмов, важное значение имеют пассивно приобретенные от матери факторы иммунитета [5]. Выживаемость новорожденных животных зависит от содержания иммуноглобулинов в их сыворотке крови. Это содержание определяется главным образом количеством потребленного молозива и содержанием в нем иммуноглобулинов, временем первого получения молозива и эффективностью абсорбции их в кишечнике новорожденных животных [6].

Многими отечественными и зарубежными учеными установлено, что при стронгилятозах желудочно-кишечного тракта больные ягнята отстают в росте и развитии, у них отмечаются нарушения минерального и белкового обменов, иммунодефицит, изменения как гематологических, так и биохимических показателей крови [7].

В. М. Подкопаев с соавт. отмечают выраженный возрастной иммунитет при стронгилятозах желудочно-кишечного тракта: с возрастом овец уменьшается приживаемость паразитов, угнетается яйцекладка у самок, сокращается срок жизни паразитов [8].

В. В. Саушкин установил, что иммунобиологическая реактивность ягнят достигает взрослого животного к годовалому возрасту. Но наиболее интенсивное возрастание Т-лимфоцитов происходит быстрее, чем В-лимфоцитов, и достигает 47 % к 3-месячному возрасту, а относительное содержание В-лимфоцитов стабилизируется в 6-месячном возрасте. Заражение ягнят с 2–2,5-месячного возраста стронгилятами и мониезиями приводит к задержке формирования иммунного статуса этих животных, который вызывает иммунодепрессивное состояние [9].

М. М. Исаков экспериментально заражал ягнят спорулированными ооцистами эймерий в различных дозах. При этом с первых дней после заражения отмечалось снижение эритроцитов и гемоглобина. Им определено появление юных форм нейтрофилов до 2–3 %, повышение палочкоядерных нейтрофилов до 17–19 % и эозинофилию [10].

По данным О. Е. Мазур, иммунологические сдвиги в организме экспериментально зараженных ягнят эймериями характеризовались увеличением относительного числа Т- и В- лимфоцитов на начальных этапах инвазии с дальнейшей активацией В-систем иммунитета к 20-му дню опыта и иммуносупрессией Т-системы иммунитета. Первичное инвазирование и реинвазии эймериями и гельминтами ягнят, впервые вышедших на пастбище, вызывали уменьшение количества эритроцитов и увеличение числа лейкоцитов [11].

Э. Х. Даугалиева и В. С. Абрамов [12] при исследовании естественной резистентности организма овец и кроликов, экспериментально зараженных стронгилоидами, трихоцефалами и нематодами, наблюдали снижение титра нормальных антител, комплементарной и лизоцимной активности, особенно в фазе яйцекладки гельминтов.

Изучение влияния ассоциативных паразитозов овец (стронгилятозов желудочно-кишечного тракта, стронгилоидоза, эймериозов, мониезиоза, трихоцефалеза) на иммунобиологическую реактивность организма животных в последнее время приобретает возрастающее теоретическое и практическое значение для рационального использования лекарственных средств при терапии данных заболеваний.

Цель настоящей работы – изучение особенностей патогенеза овец при ассоциативных инвазиях желудочно-кишечного тракта.

**Материалы и методы исследования.** Изучение некоторых аспектов патогенеза овец проводили в КФХ «Виллия-агро» Кобринского района Брестской области в 2019–2020 гг. Для этой цели были отобраны ягнята 2–4-месячного возраста, спонтанно инвазированные паразитами желудочно-кишечного тракта (стронгилятами желудочно-кишечного тракта, стронгилоидами, эймериями, трихоцефалами, мониезиями).

Определения уровня инвазирования овец паразитами желудочно-кишечного тракта проводили методом Г. А. Котельникова – В. М. Хренова (1974) с трехкратным отбором проб фекалий. На основании этого были сформированы две группы животных: опытная группа – 10 животных, спонтанно инвазированных стронгилятами желудочно-кишечного тракта – 100 %, эймериями – 100 %, стронгилоидами – 64 %, мониезиями – 20 %, трихоцефалами – 20 %; и контрольная – 10 животных, свободных от паразитов.

Показатели клеточного иммунитета: количество лейкоцитов и их состав (лимфоциты, моноциты, эозинофилы, нейтрофилы), уровень розеткообразующих Т- и В- лимфоцитов определяли по методике Д. К. Новикова, В. И. Новиковой (1996).

Определяли следующие показатели гуморального иммунитета: циркулирующие иммунные комплексы – по методу Ю. А. Гриневича, А. А. Алферова (1981); общий белок, белковые фракции, включая белки системы комплемента  $C_3$  и иммуноглобулины – методом иммуноэлектрофореза; а также проводили исследования уровня макро- и микроэлементов (кальция, фосфора и железа) в сыворотке крови – с помощью биохимического анализатора Dialab (Австрия).

Для изучения динамики иммунных показателей пробы крови отбирали у животных на 1-й, 7-й, 14-й и 30-й дни исследования.

Статистическую обработку данных выполняли в соответствии с современными требованиями к проведению биологических исследований с использованием пакета прикладных программ “Microsoft Excel 2010” и программы Statistica 6.0.

Количественные показатели приведены в виде среднего значения  $\pm$  ошибка среднего. Сравнения между группами для количественных показателей выполнялись с использованием параметрического t-критерия Стьюдента. Граничным уровнем статистической значимости принят  $P < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1–6.

Лейкоциты – белые клетки крови, которые выполняют защитную и восстановительную функции в организме, также быстро реагирующие развитием лейкоцитоза на различные изменения в организме животных [13]. В наших исследованиях по изучению клеточного иммунитета овец установлены достоверно значимые изменения клеточного иммунитета, характеризующиеся увеличением количества лейкоцитов в крови инвазированных ассоциативными паразитами желудочно-кишечного тракта овец в начале исследования на 35,2 % ( $P < 0,05$ ), к 30-му дню этот показатель составил 48,4 % ( $P < 0,01$ ) (табл. 1). Это указывает на развитие воспалительных и аллергических реакций, возникающих в результате инвазирования паразитов в желудочно-кишечном тракте овец [14].

Анализ лейкограммы является одним из ведущих этапов иммунобиологического исследования, особое внимание уделяется количеству палочкоядерных нейтрофилов, эозинофилов и лимфоцитов у зараженных и свободных от паразитов желудочно-кишечного тракта животных [15]. При исследовании иммунных клеток крови были выявлены значительные изменения в их соотношениях.

Эозинофилы играют важную роль в противопаразитарном иммунитете. Они способны к самостоятельному движению и фагоцитозу. Эозинофилы с помощью комплемента связываются с паразитом и при помощи белков-перфоринов повреждают оболочку паразитов, проникают внутрь их [16]. Максимальное значение эозинофилов в крови овец регистрировалось на 30-й день эксперимента и составляло 8,74 %, что в 1,84 раза ( $P < 0,001$ ) выше показателей интактной группы овец.

Лимфоциты – группа иммунокомпетентных клеток, которые принимают участие в выработке антител и отвечают за выявление инородных клеток и микроорганизмов [17]. К началу опыта уровень лимфоцитов в крови опытной группы составлял 28,37 %, что в 1,66 раза ( $P < 0,01$ ) ниже, чем у интактной группы овец. К последнему дню исследований количество лимфоцитов инвазированной группы овец осталось фактически неизменным и составило 27,43 %, это в 1,61 раза ( $P < 0,01$ ) достоверно ниже аналогичных показателей, полученных от контрольной группы.

Главная функция нейтрофилов – фагоцитоз, т. е. поглощение и растворение чужеродных частиц и клеток. Лимфоциты участвуют в защите от вирусных, бактериальных и паразитарных болезней. Количество палочкоядерных нейтрофилов в крови на 14-й день у инвазированной группы овец составило 7,66 %, что на 33,02 % ( $P < 0,01$ ) достоверно выше, чем у группы свободных от паразитов

Т а б л и ц а 1. Динамика лейкоцитов при ассоциативных паразитозах желудочно-кишечного тракта овец,  $10^9/л$

Table 1. Dynamics of leukocytes at associative parasitoses of gastrointestinal tract in sheep,  $10^9/l$

Дни исследования	Опытная группа	Контрольная группа
На 1-й день	18,03 $\pm$ 2,35*	11,67 $\pm$ 1,80
На 7-й день	19,43 $\pm$ 2,97*	10,80 $\pm$ 2,05
На 14-й день	19,48 $\pm$ 3,16*	10,75 $\pm$ 2,16
На 30-й день	21,64 $\pm$ 3,12**	11,15 $\pm$ 1,05

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ .

желудочно-кишечного тракта овец, это указывает на постепенное угнетение клеточной защиты у молодых животных при длительном инвазировании ассоциативных паразитов желудочно-кишечного тракта овец [18].

T-лимфоциты ответственны за формирование активированных лимфоцитов, обеспечивающих клеточно-опосредованный иммунитет. В-лимфоциты, в свою очередь, участвуют в обеспечении гуморального иммунитета [19]. Уровень розеткообразующих T-лимфоцитов снизился на 15,90 % ( $P < 0,05$ ) в начале исследования и на 33,52 % ( $P < 0,05$ ) к концу исследования по сравнению с группой контроля. Уровень розеткообразующих В-лимфоцитов снизился на 10,62 % ( $P < 0,05$ ) в начале опыта и на 23,55 % ( $P < 0,05$ ) к концу опыта по сравнению с группой животных, свободных от паразитов (табл. 2).

**Изменения в гуморальном звене иммунитета овец при спонтанных паразитозах желудочно-кишечного тракта.** В организме постоянно происходит образование иммунных комплексов антиген–антитело, что направлено на нейтрализацию антигена. Присутствие в крови циркулирующих иммунных комплексов является показателем функционирования иммунной системы. Однако при нарушении физико-химических структур иммунных комплексов, при снижении функциональной активности фагоцитов и системы комплимента, образуются длительно циркулирующие иммунные комплексы как в крови, так и в неклеточных жидкостях [20].

На 30-й день был установлен максимальный уровень ЦИК, который составил 318,67 ед.опт. пл., что выше в 3,69 раза ( $P < 0,001$ ) аналогичных показателей интактных овец (табл. 3). Полученные показатели свидетельствуют о сильной сенсибилизации организма животного токсинами и продуктами жизнедеятельности паразитов желудочно-кишечного тракта [21].

Общий белок представляет собой концентрацию альбумина и глобулина в сыворотке крови, выполняющего транспортную функцию в организме, является важным показателем, отражающим постоянство внутренней среды в организме «гомеостаза» [22]. При изучении изменения содержания белка в сыворотке крови животных, инвазированных ассоциативными паразитами желудочно-кишечного тракта, установлено достоверное его снижение на 13,58 % ( $P < 0,05$ ) в начале исследования и на 26,14 % ( $P < 0,001$ ) к концу исследования (табл. 4). Это указывает на угнетение процессов биосинтеза и, как следствие, снижение защитной функции организма [23].

Анализ содержания белковых фракций при спонтанных ассоциативных паразитозах желудочно-кишечного тракта овец (табл. 5) показал, что содержание альбумина к 30-му дню

**Таблица 2. Динамика иммунокомпетентных клеток T- и В-лимфоцитов при ассоциативных паразитозах желудочно-кишечного тракта овец, %**  
**Table 2. Dynamics of immunocompetent cells of T- and B-lymphocytes at associative parasitoses of gastrointestinal tract in sheep, %**

Дни исследования	Опытная группа	Контрольная группа
<b>Розеткообразующие T-лимфоциты</b>		
На 1-й день	44,27±3,48*	51,31±2,82
На 7-й день	40,78±2,65**	52,16±2,29
На 14-й день	41,21±2,99***	55,93±1,43
На 30-й день	40,66±4,52*	54,29±3,41
<b>Розеткообразующие В-лимфоциты</b>		
На 1-й день	28,43±1,01*	31,45±0,57
На 7-й день	28,15±0,02*	30,82±1,17
На 14-й день	26,56±1,02**	30,79±1,04
На 30-й день	25,98±1,22*	32,10±2,66

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

**Таблица 3. Динамика циркулирующих иммунных комплексов при спонтанных ассоциативных паразитозах желудочно-кишечного тракта овец, ед.опт.пл.**

**Table 3. Dynamics of circulating immune complexes at spontaneous associative parasitoses of gastrointestinal tract in sheep, units**

Дни исследования	Опытная группа	Контрольная группа
На 1-й день	118,66±10,22**	83,55±3,14
На 7-й день	223,32±14,47***	74,32±8,95
На 14-й день	191,97±17,65***	94,38±15,21
На 30-й день	318,67±25,34***	86,23±5,75

\*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

**Таблица 4. Динамика общего белка при спонтанных ассоциативных паразитозах желудочно-кишечного тракта овец, г/л**

**Table 4. Dynamics of total protein at spontaneous associative parasitoses of gastrointestinal tract in sheep, g/l**

Дни исследования	Опытная группа	Контрольная группа
На 1-й день	55,43±3,00*	62,96±2,12
На 7-й день	53,63±2,82*	64,47±2,07
На 14-й день	50,14±2,22***	69,45±2,40
На 30-й день	52,47±1,54***	66,19±1,95

\*  $P < 0,05$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Таблица 5. Соотношение белковых фракций при спонтанных ассоциативных паразитозах желудочно-кишечного тракта овец, %

Table 5. Ratio of protein fractions at spontaneous associative parasitosis of gastrointestinal tract in sheep, %

Период исследований	Опытная группа	Контрольная группа
Альбумин		
На 1-й день	39,58 ± 2,31	44,18 ± 2,14
На 7-й день	41,35 ± 1,64*	47,56 ± 2,45
На 14-й день	37,97 ± 2,26*	45,01 ± 2,18
На 30-й день	34,69 ± 2,56**	44,60 ± 1,96
α <sub>1</sub> -глобулины		
На 1-й день	22,83 ± 2,04*	17,39 ± 1,14
На 7-й день	20,75 ± 1,73*	14,78 ± 1,64
На 14-й день	23,83 ± 1,93*	18,22 ± 1,84
На 30-й день	25,34 ± 2,02***	17,31 ± 0,46
α <sub>2</sub> -глобулины		
На 1-й день	14,11 ± 2,99	8,03 ± 1,45
На 7-й день	12,12 ± 1,94	9,08 ± 3,14
На 14-й день	14,09 ± 1,13**	8,14 ± 1,29
На 30-й день	14,73 ± 1,93*	9,67 ± 1,99
β-глобулины (белки системы комплемента C <sub>3</sub> )		
На 1-й день	6,91 ± 1,07	9,57 ± 1,32
На 7-й день	7,10 ± 1,00	10,41 ± 1,65
На 14-й день	7,80 ± 0,13**	10,64 ± 0,88
На 30-й день	6,33 ± 1,02**	10,59 ± 0,96
γ-глобулины (иммуноглобулины)		
На 1-й день	21,51 ± 1,98*	28,19 ± 2,37
На 7-й день	22,46 ± 2,55	30,00 ± 3,24
На 14-й день	22,36 ± 2,15*	30,61 ± 3,01
На 30-й день	21,63 ± 2,48**	31,90 ± 1,99

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

белков системы комплемента C<sub>3</sub> – на 32,7 % ( $P < 0,01$ ) по отношению к показателем животных, свободных от ассоциативных паразитозов желудочно-кишечного тракта. Снижение содержания β-глобулинов (комплемента C<sub>3</sub>) и γ-глобулинов (иммуноглобулины) является показателем значительного угнетения гуморального иммунитета, так как продукция антител обеспечивается кооперативным взаимодействием В-лимфоцитов при непосредственном участии C<sub>3</sub> комплемента [24].

В табл. 6 приведена динамика микро-и макроэлементов в сыворотке крови при спонтанных ассоциативных паразитозах желудочно-кишечного тракта овец.

Кальций составляет основу костной ткани, нормализует обмен воды, хлорида натрия, углеводов, участвует в процессах передачи нервно-мышечного возбуждения, регулирует процессы свертывания крови, влияет на проницаемость клеточных мембран, уменьшает проницаемость стенок сосудов, активизирует некоторые ферменты, обладает противовоспалительным и десенсибилизирующим действием, влияет на кислотно-щелочное равновесие организма. В наших исследованиях наблюдалось достоверное снижение уровня кальция в крови уже на 1-й день исследования в 1,11 раза ( $P < 0,01$ ), такая тенденция сохранилась до конца проводимых исследований – на 30-й день исследования показатель уровня кальция был снижен в 1,29 раза ( $P < 0,001$ ) по сравнению с группой контроля [25].

Таблица 6. Динамика микро-и макроэлементов в сыворотке крови при спонтанных ассоциативных паразитозах желудочно-кишечного тракта овец

Table 6. Dynamics of micro- and macroelements in blood serum at spontaneous associative parasitosis of gastrointestinal tract in sheep

Дни исследования	Опытная группа	Контрольная группа
Кальций, мг/л		
На 1-й день	99,90 ± 2,04**	111,35 ± 3,13
На 7-й день	94,08 ± 2,23***	116,37 ± 2,35
На 14-й день	89,20 ± 2,65***	114,96 ± 2,27
На 30-й день	88,16 ± 2,57***	113,92 ± 2,20
Фосфор, мг/л		
На 1-й день	48,06 ± 1,75***	65,54 ± 2,00
На 7-й день	44,11 ± 2,47***	64,79 ± 1,97
На 14-й день	43,17 ± 2,31***	66,47 ± 1,97
На 30-й день	41,40 ± 2,25***	65,02 ± 2,09
Железо, мкг/л		
На 1-й день	1980 ± 161,21**	2712 ± 144,67
На 7-й день	1816 ± 59,26***	2586 ± 65,17
На 14-й день	1810 ± 79,15***	2552 ± 60,13
На 30-й день	1765 ± 59,88***	2430 ± 55,31

\*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

исследований у инвазированных ассоциативными паразитозами овец было ниже на 28,56 % ( $P < 0,01$ ) и составило 34,69 % против 44,60 % у животных контрольной группы. Уровень α<sub>1</sub>-глобулинов у инвазированных овец к 14-му дню исследований был выше по отношению группы контроля в 1,3 раза ( $P < 0,05$ ), что указывает на протекание воспалительных реакций в организме животных.

Также наблюдается уменьшение количества иммуноглобулинов на 47,4 % ( $P < 0,01$ ),

Фосфор необходим для полноценного функционирования центральной нервной системы, входит в состав костной ткани и фосфолипидов мембранных структур клеток животных. Соединения фосфора принимают участие в обмене энергии, помимо этого данный элемент входит в структуру нуклеиновых кислот, которые регулируют биосинтез белка и иммунные процессы в организме животных. Аналогичная динамика изменения уровня фосфора в крови наблюдалась в течение всего периода исследования. К концу исследования уровень фосфора был достоверно ниже в 1,57 раза ( $P < 0,001$ ) по сравнению с группой контроля, что свидетельствует о нарушении минерального обмена [26].

Железо входит в группу эссенциальных микроэлементов, поскольку от его наличия в организме зависит формирование хорошего иммунитета [27]. Железо участвует в образовании эритроцитов и лимфоцитов, является составляющей частью гемоглобина и значительное снижение его на 37,67 % ( $P < 0,001$ ) при ассоциативных паразитозах приводит к угнетению иммунных процессов.

### Выводы

При спонтанном инвазировании овец ассоциациями паразитов желудочно-кишечного тракта установлены следующие изменения: достоверное снижение количества лимфоцитов – в 1,61 раза ( $P < 0,01$ ), Т-лимфоцитов – 33,52 % ( $P < 0,05$ ), концентрации общего белка – на 26,14 % ( $P < 0,001$ ), альбумина – 28,56 % ( $P < 0,01$ ),  $\beta$ - и  $\gamma$ -глобулинов – 47,4 % ( $P < 0,01$ ) и на 32,7 % ( $P < 0,01$ ), кальция – в 1,29 раза ( $P < 0,001$ ), фосфора – 1,57 раза ( $P < 0,001$ ).

У овец, инвазированных ассоциациями паразитов желудочно-кишечного тракта, в организме происходит увеличение: лейкоцитов – на 48,4 % ( $P < 0,01$ ), эозинофилов – в 1,84 раза ( $P < 0,001$ ), палочкоядерных нейтрофилов – на 33,02 % ( $P < 0,01$ ),  $\alpha_1$ -глобулинов – в 1,3 раза ( $P < 0,05$ ), циркулирующих иммунных комплексов – в 3,69 раза ( $P < 0,001$ ).

Все это в совокупности указывает на нарушения в функционировании иммунитета организма и требует незамедлительного соответствующего лечения, направленного как на уничтожения ассоциаций паразитов желудочно-кишечного тракта, так и на восстановление иммунной системы организма животного.

Данные исследования лягут в основу разработки рациональной системы лечебных и профилактических мероприятий при ассоциативных паразитозах овец в Республике Беларусь, которые позволят снизить экономический ущерб от данных болезней и улучшить качество животноводческой продукции.

**Благодарности.** Исследования выполнены в рамках государственной научно-технической программы ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства на 2016–2020 годы, подпрограмма «Животноводство и племядело».

### Список использованных источников

1. Ассоциативные паразитозы овец (обзор) / А. Н. Дударчук, Н. Ю. Щемелева // Экология и живот. мир. – 2018. – № 1. – С. 3–6.
2. Дударчук, А. Н. Распространение основных паразитозов овец в Республике Беларусь / А. Н. Дударчук, Н. Ю. Щемелева // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями : сб. науч. ст. по материалам междунар. науч. конф. / Всерос. ин-т гельминтологии им. К. И. Скрябина. – М., 2020. – Вып. 21. – С. 93–96. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.93-96>
3. Паразитология и инвазионные болезни животных / М. Ш. Акбаев [и др.] ; ред.: Е. Н. Соколова, А. Ш. Акбаев. – М. : Колос, 1998. – 743 с.
4. Орипов, А. О. Устойчивость яиц и личинок трихостронгилид / А. О. Орипов // Ветеринария. – 1983. – № 9. – С. 39–41.
5. Криворучко, С. В. Изменение иммунологической реактивности овец в связи с возрастом и суягностью / С. В. Криворучко // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2007. – № 4. – С. 72–74.
6. Ятусевич, А. И. Особенности эпизоотологии, симптоматики и патогенеза эймериоза коз / А. И. Ятусевич, Д. Н. Федотов, И. С. Касперович // Животноводство и ветеринар. медицина. – 2019. – № 1 (32). – С. 66–69.
7. Якубовский, М. Паразитарные болезни овец: проблемы при гельминтозах / М. Якубовский // Ветеринар. дело. – 2016. – № 3 (57). – С. 3–6.
8. Инфекционные и инвазионные болезни молодняка крупного и мелкого рогатого скота / В. М. Подкопаев [и др.]. – М. : Россельхозиздат, 1985. – 222 с.
9. Саушкин, В. В. Комплексная терапия при стронгилятозах овец : автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук : 03.00.19 / В. В. Саушкин ; Иван. гос. с.-х. акад. – Иваново, 1998. – 26 с.
10. Исаков, М. М. Ассоциативные инвазии овец и ангорских коз / М. М. Исаков. – Алматы : [б. и.], 2006. – 157 с.

11. Мазур, О. Е. Иммуный статус овец на фоне дегельминтизации альбамелином и аверсектом-2 / О. Е. Мазур, И. К. Антухаев, В. А. Шабасев // Ветеринария. – 2005. – № 1. – С. 32–35.
12. Даугалиева, Э. Х. Иммуитет при гельминтозах / Э. Х. Даугалиева // Тр. Всерос. ин-та гельминтологии им. К. И. Скрябина. – М., 2000. – Т. 36. – С. 27–49.
13. Карпуть, И. М. Иммунология и иммунопатология болезней молодняка / И. М. Карпуть. – Минск : Ураджай, 1993. – 288 с.
14. Современные проблемы иммунологии гельминтозов / М. В. Якубовский [и др.] // Мед. новости. – 1997. – № 4. – С. 11–15.
15. Иммуитет и его коррекция в ветеринарной медицине / П. А. Красочко [и др.] ; Белорус. науч.-исслед. ин-т эксперим. ветеринарии, Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Упр. ветеринарии администрации Смолен. обл. – Смоленск : [б. и.], 2001. – 340 с.
16. Савенко, Н. Н. Иммунодефициты и иммуностимуляция при паразитоценозах // Н. Н. Савенко, В. М. Апатенко // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : зб. наук. пр. / Харк. зоовет. ін-т. – Харків, 2001. – Вип. 7 (31). – С. 194–196.
17. Абелев, Г. И. Основы иммунитета / Г. И. Абелев // Сорос. образоват. журн. – 1996. – № 5. – С. 4–10.
18. Естественная резистентность и паразитозы овец / А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : [б. и.], 2001. – 88 с.
19. Гаджиева, И. А. Влияние стимуляторов на динамику Т- и В-лимфоцитов овец, спонтанно зараженных кишечными стронгилятами / И. А. Гаджиева // Бюл. Всесоюз. ин-та гельминтологии им. К. И. Скрябина. – М., 1986. – Т. 43. – С. 31–34.
20. Алмуханов, С. Г. Патогенез при экспериментальных гельминтозах овец / С. Г. Алмуханов // Ветеринария. – 2005. – № 8. – С. 33–37.
21. Кишечные гельминтозы жвачных животных и их профилактика / А. И. Ятусевич [и др.] // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария. – 2005. – № 1. – С. 15–16.
22. Заблоцкий, В. Т. Иммуитет при протозойных болезнях животных / В. Т. Заблоцкий // С.-х. биология. Сер. Биология животных. – 1997. – № 4. – С. 102–108.
23. Гериев, А. Х. Морфологический состав крови ярок при гемонхозе и ассоциативных нематодозах пищеварительного тракта / А. Х. Гериев, С. А. Беккиева, А. М. Мазихова // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 5. – С. 113–116.
24. Ершов, В. С. Проблемы иммунитета и аллергии при гельминтозах / В. С. Ершов // Проблеми ветеринарної імунології : науч. тр. / Всесоюз. акад. с.-х. наук ім. В. І. Леніна, Отд.-ние ветеринарии ; под ред. В. П. Урбана. – М., 1985. – С. 17–22.
25. Леутская, З. К. Некоторые аспекты иммунитета при гельминтозах: (роль витаминов и гормонов в иммунологическом процессе) / З. К. Леутская ; Акад. наук СССР, Лаб. гельминтологии. – М. : Наука, 1990. – 208 с.
26. Прегер, С. М. Микроэлементы и иммунологическая реактивность организма / С. М. Прегер. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 1979. – 167 с.
27. Бессонов, А. С. Иммуитет и иммуносупрессия при паразитарных болезнях / А. С. Бессонов // Тр. Всерос. ин-та гельминтологии им. К. И. Скрябина. – М., 2004. – Т. 40. – С. 44–53.

## References

1. Dudarchuk A. N., Shchemeleva N. Yu. Associative parasitosis sheep (review). *Ekologiya i zhivotnyi mir* [Ecology and Animal World], 2018, no. 1, pp. 3-6 (in Russian).
2. Dudarchuk A. N., Shchemeleva N. Yu. Distribution of the main sheep parasitoses in the Republic of Belarus. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami: sbornik nauchnykh statei po materialam mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii = Theory and practice of parasitic disease control: collection of scientific articles adapted from the International scientific conference*. Moscow, 2020, iss. 21, pp. 93-96 (in Russian). <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.93-96>
3. Akbaev M. Sh., Vodyanov A. A., Kosminkov N. E., Yatusевич A. I., Pashkin P. I., Vasilevich F. I. *Parasitology and invasive diseases of animals*. Moscow, Kolos Publ., 1998. 743 p. (in Russian).
4. Oripov A. O. Resistance of eggs and larvae of trichostrongylids. *Veterinariya* [Veterinary Medicine], 1983, no. 9, pp. 39-41 (in Russian).
5. Krivoruchko S. V. Changes of the immunological reactivity of sheep due to age and pregnancy. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo* [Sheep, Goats, Wool Business], 2007, no. 4, pp. 72-74 (in Russian).
6. Yatusевич A. I., Fedotov D. N., Kasperovich I. S. Peculiarities of epizootology, symptoms and pathogenesis of goats eimeriosis. *Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina = Animal Agriculture and Veterinary Medicine*, 2019, no. 1 (32), pp. 66-69 (in Russian).
7. Yakubovskii M. Parasitic diseases of sheep: problems caused by helminthiasis. *Veterinarnoe delo* [Veterinary Business], 2016, no. 3 (57), pp. 3-6 (in Russian).
8. Podkopaev V. M., Stapanov A. V., Murav'ev V. N., Belousova R. V. *Infectious and invasive diseases of young stock of cattle and goats and sheep*. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1985. 222 p. (in Russian).
9. Saushkin V. V. *Complex therapy for strongiliasis of sheep*. Abstract of Ph.D. diss. Ivanovo, 1998. 26 p. (in Russian).
10. Isakov M. M. *Associative invasions of sheep and angora goats*. Almaty, 2006. 157 p. (in Russian).
11. Mazur O. E., Antukhaev I. K., Shabaev V. A. The immune status of sheep against the background of deworming with albamelin and aversect-2. *Veterinariya* [Veterinary Medicine], 2005, no. 1, pp. 32-35 (in Russian).
12. Daugalieva E. Kh. Immunity in helminthiasis. *Trudy Vserossiiskogo instituta gel'mintologii im. K. I. Skryabina* [Proceedings of the All-Russian Institute of Helminthology named after K.I. Skryabin]. Moscow, 2000, vol. 36, pp. 27-49 (in Russian).

13. Karput' I. M. *Immunology and immunopathology of diseases of young animals*. Minsk, Uradzhai Publ., 1993. 288 p. (in Russian).
14. Yakubovskii M. V., Chistenko G. N., Gorbacheva V. N., Veden'kov A. L. Modern problems of immunology of helminthiasis. *Meditsinskie novosti* [Medical News], 1997, no. 4, pp. 11-15 (in Russian).
15. Krasochko P. A., Prudnikov V. S., Novikov O. G., Yakubovskii M. V., Krasochko I. A., Yatusevich A. I., Zelyutkov Yu. G., Naumenkov V. I., Gribko S. M. *Immunity and its correction in veterinary medicine*. Smolensk, 2001. 340 p. (in Russian).
16. Savenko N. N., Apatenko V. M. *Immunodeficiencies and immunostimulation in parasitocenosis. Problemi zooinzhenerii ta veterinarnoi meditsini: zbirnik naukovikh prats' = Problems of zooengineering and veterinary medicine: collection of scientific papers*. Kharkiv, 2001, iss. 7 (31), pp. 194-196 (in Russian).
17. Abelev G. I. The basic principles of immunity. *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal* [Soros Educational Journal], 1996, no. 5, pp. 4-10 (in Russian).
18. Yatusevich A. I., Motuzko N. S., Yatusevich I. A., Bratushkina E. L. *Natural resistance and parasitosis of sheep*. Vitebsk, 2001. 88 p. (in Russian).
19. Gadzhieva I. A. Influence of stimulants on the dynamics of T- and B-lymphocytes of sheep spontaneously infected with intestinal strongylates. *Bullyuten' Vsesoyuznogo instituta gel'mintologii im. K. I. Skryabina* [Bulletin of the All-Union Institute of Helminthology named after K.I. Skryabin]. Moscow, 1986, vol. 43, pp. 31-34 (in Russian).
20. Almukhanov S. G. Pathogenesis in experimental helminthiasis of sheep. *Veterinariya* [Veterinary Medicine], 2005, no. 8, pp. 33-37 (in Russian).
21. Yatusevich A. I., Yatusevich I. A., Bratushkina E. L., Moskal'kova A. A., Verbitskaya L. A., Karpenkova N. V., Protasovitskaya R. N., Rodich V. V. Intestinal helminthiasis of ruminants and their prevention. *Epizootologiya, immunobiologiya, farmakologiya i sanitariya* [Epizootology, Immunobiology, Pharmacology and Sanitation], 2005, no. 1, pp. 15-16 (in Russian).
22. Zabolotskii V. T. Immunity to protozoal diseases of animals. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 1997, no. 4, pp. 102-108 (in Russian).
23. Geriev A. Kh., Bekkueva S. A., Mazikhova A. M. Morphological composition of the young ewe blood with hemonhosis and associative nematodozsis of the bowel. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*, 2009, no. 5, pp. 113-116 (in Russian).
24. Ershov B. C. Problems of immunity and allergies in helminthiasis. *Problemy veterinarnoi immunologii: nauchnye trudy* [Problems of veterinary immunology: scientific works]. Moscow, 1985, pp. 17-22 (in Russian).
25. Leutskaya Z. K. *Some aspects of immunity in helminthiasis: (the role of vitamins and hormones in the immunological process)*. Moscow, Nauka Publ., 1990. 208 p. (in Russian).
26. Preger S. M. *Microelements and immunological reactivity of the organism*. Tomsk, Tomsk University Publishing House, 1979. 167 p. (in Russian).
27. Bessonov A. S. Immunity and immunosuppression in parasitic diseases. *Trudy Vserossiiskogo instituta gel'mintologii im. K. I. Skryabina* [Proceedings of the All-Russian Institute of Helminthology named after K.I. Skryabin]. Moscow, 2004, vol. 40, pp. 44-53 (in Russian).

### Информация об авторе

Дударчук Анна Николаевна – аспирант отдела паразитологии, Институт экспериментальной ветеринарии им С.Н. Вышелесского, Национальная академия наук Беларуси (ул. Брикета, 28, 220003 Минск, Республика Беларусь). E-mail: dudarchuk71@mail.ru; orcid.org/0000-0002-3908-2301

### Information about author

Anna N. Dudarchuk - Postgraduate student, Institute of Experimental Veterinary Medicine named of S.N. Wyshellessky, National Academy of Sciences of Belarus (28 Briketa Str., Minsk 220003, Republic of Belarus). E-mail: dudarchuk71@mail.ru; orcid.org/0000-0002-3908-2301