



Распространение нетуберкулезных микобактерий в объектах эпизоотологического надзора в Республике Дагестан

М. О. Баратов

Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» (Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД»), г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия

РЕЗЮМЕ

При определении причин возникновения и длительного неблагополучия хозяйств по туберкулезу, а также наличия на постоянной основе реагирующих на туберкулин животных в благополучных хозяйствах, способствующих затруднению аллергической диагностики, установлено, что основной является сохранение в объектах внешней среды патогенных и нетуберкулезных кислотоустойчивых форм микобактерий. В целях определения распространенности микобактерий типичных и атипичных форм в объектах эпизоотологического надзора исследовано 222 пробы биологического материала от крупного рогатого скота, 248 проб, отобранных из объектов внешней среды (навоза, почвы, воды из разных источников, кормов), 44 пробы молока из неблагополучных по туберкулезу хозяйств, 20 проб влагалищных выделений больных эндометритами коров и 405 проб мокроты больных туберкулезом людей. Выделение и идентификацию проводили в соответствии с рекомендациями. Из патматериала удалось выделить 39 культур, из которых 7 (17,9%) идентифицированы как *Mycobacterium bovis* и 32 (82,1%) – как атипичные. Из числа нетуберкулезных микобактерий 16 (50,0%) отнесены к группе II, 2 (6,2%) – к группе III и 14 (43,8%) – к группе IV по классификации Раньона. Установлено доминирующее значение видов из группы II – *Mycobacterium scrofulaceum* и *Mycobacterium gordonae* (скотохромогенные), группы IV – *Mycobacterium smegmatis* и *Mycobacterium fortuitum* (быстрорастущие). В пробах молока и влагалищных выделений от реагировавших на туберкулин коров микобактерии не обнаружили. Из 405 проб мокроты больных туберкулезом людей удалось изолировать 64 (15,8%) культуры, из которых 55 (85,9%) отнесены к *Mycobacterium tuberculosis*, 9 (14,1%) – к *Mycobacterium bovis*. В 65 (26,2%) образцах из объектов внешней среды из 248 исследованных обнаружены микобактерии, 58 (89,2%) из которых составляли атипичные виды II, III и IV групп, в 7 (10,8%) случаях из почвенных проб и навоза выделены *Mycobacterium bovis*. Изолировать *Mycobacterium tuberculosis* не удалось. Исследования показали широкое распространение нетуберкулезных кислотоустойчивых форм в объектах внешней среды, независимо от вертикальной зональности. Полученные данные представляют базовую основу для дальнейшего динамического слежения за циркуляцией микобактерий в природе в условиях Республики Дагестан в целях оптимизации профилактических мероприятий.

Ключевые слова: туберкулез, атипичные (нетуберкулезные) микобактерии, крупный рогатый скот, аллергическая диагностика, объекты внешней среды, биоматериал, ППД-туберкулин для млекопитающих, макроорганизм

Для цитирования: Баратов М. О. Распространение нетуберкулезных микобактерий в объектах эпизоотологического надзора в Республике Дагестан. *Ветеринария сегодня*. 2023; 12 (2): 140–146. DOI: 10.29326/2304-196X-2023-12-2-140-146.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Баратов Магомед Омарович, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией инфекционной патологии сельскохозяйственных животных, Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», 367000, Россия, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 88, e-mail: alama500@rambler.ru.

Nontuberculous mycobacterium occurrence in biological material and environmental samples covered by epidemiological surveillance in the Republic of Dagestan

М. О. Baratov

Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia

SUMMARY

An investigation for causes of tuberculosis occurrence and persistence on farms, as well as of continuous presence of tuberculin reactor animals on tuberculosis-free farms impeding allergy diagnosis revealed that the major cause is the persistence of pathogenic and nontuberculous acid-fast mycobacteria in the environment. To determine the occurrence of typical and atypical mycobacteria in samples covered by epidemiological surveillance, 222 biological material samples from cattle, 248 environmental samples (manure, soil, water from different sources, feedstuffs), 44 milk samples from tuberculosis-affected farms, 20 vaginal discharge samples from endometritis-affected cows and 405 sputum samples from tuberculosis-affected humans were tested. Isolation and identification were performed in accordance with the guidelines. Thirty-nine cultures were isolated from the pathological material; of these, 7 (17.9%) were identified as *Mycobacterium bovis*

and 32 (82.1%) were identified as atypical mycobacteria. Among nontuberculous mycobacterium cultures, 16 (50.0%) were classified as belonging to group II, 2 (6.2%) – as belonging to group III and 14 (43.8%) – as belonging to group IV according to the Runyon classification. The following species were found to be predominant: group II – *Mycobacterium scrofulaceum* and *Mycobacterium goodii* (scotochromogenous), group IV – *Mycobacterium smegmatis* and *Mycobacterium fortuitum* (rapidly growing). No mycobacteria were detected in milk samples and vaginal discharge samples from tuberculin reactor cows. From 405 sputum samples from tuberculosis-affected humans, 64 (15.8%) cultures were isolated, of which 55 (85.9%) were classified as *Mycobacterium tuberculosis*, 9 (14.1%) – as *Mycobacterium bovis*. Out of 248 environmental samples tested, mycobacteria were detected in 65 (26.2%) samples, of which 58 (89.2%) were atypical mycobacteria of groups II, III and IV; *Mycobacterium bovis* was isolated from 7 (10.8%) samples (soil and manure). The attempts to isolate *Mycobacterium tuberculosis* failed. The tests demonstrated the wide spread of nontuberculous acid-fast mycobacteria in the environment irrespective of the altitudinal zone. These findings constitute a basis for further monitoring of mycobacterium circulation in the environment in the Republic of Dagestan with a view of optimizing preventive measures.

Keywords: tuberculosis, atypical (nontuberculous) mycobacteria, cattle, allergy diagnosis, environmental objects, biological material, tuberculin PPD for mammals, macroorganism

For citation: Baratov M. O. Nontuberculous mycobacterium occurrence in biological material and environmental samples covered by epidemiological surveillance in the Republic of Dagestan. *Veterinary Science Today*. 2023; 12 (2): 140–146. DOI: 10.29326/2304-196X-2023-12-2-140-146.

Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.

For correspondence: Magomed O. Baratov, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Chief Researcher, Head of Laboratory for Infectious Pathology of Livestock, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, 367000, Russia, Republic of Dagestan, Makhachkala, ul. Dakhadaeva, 88, e-mail: alama500@rambler.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема профилактики туберкулеза приобрела особую актуальность в условиях содержания большого количества животных на сравнительно небольших площадях с недостаточной инсоляцией. В этих условиях, наравне с повышенной эксплуатацией, снижается устойчивость организма и легче передается возбудитель туберкулеза аэрогенным путем [1–3].

В повышении эффективности мер борьбы с туберкулезом крупного рогатого скота большое значение имеют совершенствование системы диагностики и разработка новых надежных средств дифференциальной диагностики, что предполагает в том числе изучение роли атипичных кислотоустойчивых микобактерий в сенсibilизации макроорганизма к ППД-туберкулину для млекопитающих [4–7].

Широкое распространение атипичных кислотоустойчивых микобактерий в природе сделало внутрикожную аллергическую пробу с ППД-туберкулином для млекопитающих ориентировочной и значительно осложнило диагностику туберкулеза [8]. С усовершенствованием методов выделения культур микобактерий и углублением знаний увеличилось количество сообщений о выделении нетуберкулезных микобактерий из организма животных и человека [9–11]. По многочисленным литературным данным, атипичные микобактерии изолируют от реагирующих на туберкулин животных в 44,6% случаев, не реагирующих – в 48,8%, хотя полностью не решен вопрос, какие виды нетуберкулезных микобактерий и при каких условиях могут сенсibilизировать организм животных к туберкулину, недостаточно, по мнению многих исследователей, изучены экологические взаимоотношения данных видов [12, 13].

Интерес к данной группе микобактерий вызван способностью сенсibilизировать макроорганизм к туберкулину, не вызывая изменений туберкулезного характера в организме [14, 15]. В этой связи при отсутствии

видимых патологических изменений, характерных для туберкулеза, проводят бактериологические исследования, по результатам которых подтверждают или отрицают диагноз. Следует добавить, что применяемые в лабораторных условиях методы диагностики требуют длительных сроков и использования высокоэффективных питательных сред для получения максимально точного результата [7, 16]. Продолжителен по времени (до 3 и более месяцев) основной лабораторный метод, используемый для дифференциации специфической сенсibilизации от неспецифической (вызванной атипичными микобактериями), – биологическая проба. Анализ литературных источников показывает, что данная проба имеет низкую специфичность для дифференциации большинства видов атипичных микобактерий [17, 18].

Известно, что не все атипичные микобактерии способны сенсibilизировать организм животных к туберкулину. Поэтому вопросы выделения культур микобактерий из материалов от животных и их идентификация изучаются в неразрывной связи с обнаружением аллергических реакций и характерных туберкулезных изменений при патолого-анатомическом вскрытии [19]. Недостаточно изученными остаются вопросы взаимосвязи и взаимозаражаемости человека и животного, а также возможность перекрестной циркуляции микобактерий человеческого и животного видов [20]. Имеются сообщения о том, что в ряде случаев атипичные виды оказались этиологическими агентами различных заболеваний у людей [21, 22]. Большинство исследователей отрицают их патогенность для крупного рогатого скота и считают, что данные виды вызывают только сенсibilизацию к туберкулину [23, 24]. Важно и то, что некоторые атипичные микобактерии могут вызывать маститы у коров и лимфадениты у свиней [11, 25].

Неоспоримыми являются данные о том, что, в связи с исключительной устойчивостью к воздействию различных физических и химических факторов вследствие

высокого содержания в бактериальной клетке липидных веществ, патогенные формы микобактерий широко распространены в природе и имеют обширные контакты с макроорганизмами [26–29].

По многочисленным сообщениям, результаты мониторинга за циркуляцией нетуберкулезных кислотоустойчивых микобактерий свидетельствуют о том, что они надежно закрепились в природе и в настоящее время являются преобладающей причиной, вызывающей сенсбилизацию организма крупного рогатого скота к ППД-туберкулину для млекопитающих [30–35].

Несмотря на многочисленные работы по распространению данных таксонов в природе и взаимоотношению их с макроорганизмами, многие аспекты этой проблемы требуют дополнительного изучения.

Целью настоящей работы явилось определение распространения микобактерий в биоматериалах животных и человека, а также во внешней среде в Республике Дагестан в зависимости от вертикальной зональности и видового состава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При проведении послеубойного исследования было использовано 222 пробы биологического материала от крупного рогатого скота. Также было отобрано 248 проб из объектов внешней среды: навоза, почвы с пастбищ и территорий животноводческих объектов, воды из разных источников, кормов (солома, силос, сенаж, разнотравье). Кроме того, было исследовано 44 пробы молока, 20 проб влагалищных смывов больных эндометритами коров и 405 проб мокроты больных туберкулезом людей.

Предпосевную обработку гомогенатов биоматериалов проводили смесью 3%-го раствора лаурилсульфата натрия и 3%-го раствора гидроксида натрия, а мокроты людей – 0,5%-м раствором хлоргексидин биглюконата.

Выделение культур осуществляли с использованием наиболее часто применяемых в лабораторных условиях яичных и солевых сред, отличающихся по интенсивности и скорости роста (Левенштейна – Йенсена, Петраньяни, Сотона, Финн-II). Дифференциацию возбудителя туберкулеза человеческого вида от других микобактерий проводили по культурально-морфологическим и биохимическим свойствам. В ряде случаев видовую принадлежность определяли постановкой биологической пробы на морских свинках и кроликах

путем введения животным суспензии исследуемого материала, приготовленной на стерильном физиологическом растворе.

Идентификацию выделенных культур проводили стандартными методами по ГОСТ 26072-89 «Животные и птица сельскохозяйственные. Методы лабораторной диагностики туберкулеза» (СТ СЭВ 3457-81) и ГОСТ 27318-87 «Животные сельскохозяйственные. Методы идентификации атипичных микобактерий» (СТ СЭВ 5627-86).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении бактериологических исследований 222 проб от реагировавших на туберкулин животных удалось выделить 39 культур, из которых 7 (17,9%) идентифицированы как *Mycobacterium bovis* и 32 (82,1%) – как атипичные. Из 32 культур нетуберкулезных микобактерий по классификации Раньона 16 (50,0%) отнесены к группе II, 2 (6,2%) – к группе III и 14 (43,8%) – к группе IV (рис. 1).

При анализе данных по дифференциации изолированных культур удалось установить доминирующие ассоциации атипичных микобактерий, заселяющих организм животных, которые представляли сочетание *Mycobacterium scrofulaceum* и *Mycobacterium gordonae* (группа II), *Mycobacterium smegmatis* и *Mycobacterium fortuitum* (группа IV) по классификации Раньона (табл. 1).

Не удалось обнаружить микобактерии в 44 пробах молока от реагировавших на туберкулин коров из неблагополучных по туберкулезу хозяйств и в 20 пробах

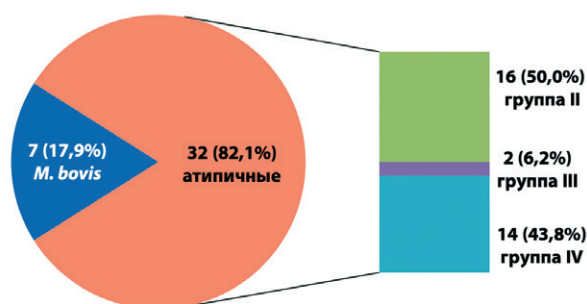


Рис. 1. Микобактерии, изолированные из биоматериала от крупного рогатого скота

Fig. 1. *Mycobacteria* isolated from biological material samples from cattle

Таблица 1

Видовое разнообразие микобактерий, выделенных из биоматериала от животных и человека

Table 1

Diversity of mycobacteria isolated from biological material samples from animals and humans

Вид пробы	Количество проб	Количество выделенных культур	Вид микобактерий					
			<i>M. tuberculosis</i>	<i>M. bovis</i>	Группа по Раньону			
					I	II	III	IV
Биоматериал от животных	222	39	–	7 (17,9%)	–	16 (50,0%)	2 (6,2%)	14 (43,8%)
Молоко	44	–	–	–	–	–	–	–
Влагалищные выделения	20	–	–	–	–	–	–	–
Мокрота людей	405	64 (15,8%)	55 (85,9%)	9 (14,1%)	–	–	–	–
Всего	691	103	55	16	–	16	2	14

влагалищных выделений больных эндометритами коров с положительной реакцией на введение туберкулина.

Из 405 образцов проб мокроты больных туберкулезом людей на среде Левенштейна – Йенсена удалось выделить 64 (15,8%) культуры микобактерий, из которых 55 (85,9%) идентифицированы как *Mycobacterium tuberculosis* и 9 (14,1%) – как *Mycobacterium bovis*.

При исследовании 248 проб, отобранных из объектов внешней среды, в 65 (26,2%) были обнаружены микобактерии, 58 (89,2%) из которых отнесены к представителям II, III и IV групп по классификации Раньона. В 7 (10,8%) случаях выделена культура микобактерий бычьего вида, *Mycobacterium tuberculosis* изолировать не удалось. Результаты отражены в таблице 2 и на рисунке 2.

Количественное распределение изолированных туберкулезных культур показало, что их удалось выделить только из почв пастбищ и навоза. Нетуберкулезные виды микобактерий были обнаружены в пробах кукурузного силоса, отобранных из силосной ямы на территории благополучного по туберкулезу крупного рогатого скота молочного комплекса СПК «Дылым» Казбековского района (предгорная зона), даже прямой микроскопией, что указывает на выживаемость и возможное размножение в технологических условиях силосования зеленой кукурузной массы. В дальнейшем более детальный анализ позволил установить взаимосвязь между стационарным реагированием на ППД-туберкулин для млекопитающих крупного рогатого скота в данном хозяйстве и циркуляцией на постоянной основе (по данным лабораторных исследований ряда лет) атипичных микобактерий в объектах внешней среды.

Исследования показали, что нетуберкулезные микобактерии обнаруживаются в пробах, взятых с территорий ферм, независимо от вертикальной зональности, в благополучных и неблагополучных по туберкулезу

хозяйствах. Так, например, представители группы IV атипичных микобактерий *Mycobacterium smegmatis* и *Mycobacterium phlei* были выделены из проб навоза и кормовых остатков из кормушек в СПК им. Чапаева (горная зона) и КФХ «Рассвет» (предгорная зона). *Mycobacterium scrofulaceum* (группа II) изолированы из образцов, отобранных на территории молочного комплекса СПК «Хамаматюртовский» (равнинная зона), и проб, взятых с околофермского участка СПК «Турчидаг» (горная зона).

Из проб почвы пастбищных угодий равнинной зоны микобактерии выделяются в большем количестве, нежели из объектов горной зоны. Так, из проб, отобранных на отдельных участках пастбищ СПК «Турчидаг» и СПК им. Чапаева (горная зона), бактерии не удалось изолировать, тогда как практически во всех пробах с пастбищных угодий равнинной зоны они были обнаружены.

Не выявлены микобактерии и в пробах воды горных рек и артезианских скважин. Представителя группы IV (*Mycobacterium fortuitum*) удалось изолировать из воды стоячих водоемов вблизи прифермского участка СПК «Рассвет» и неблагополучного по туберкулезу

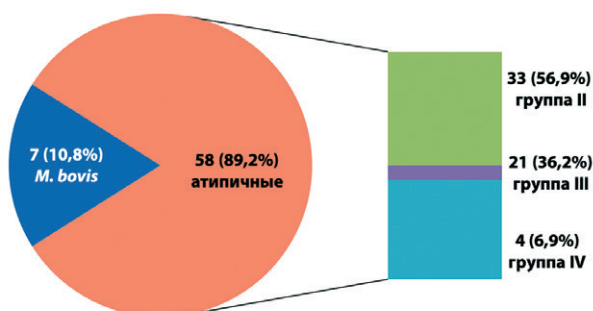


Рис. 2. Микобактерии, изолированные из объектов внешней среды

Fig. 2. Mycobacteria isolated from environmental samples

Таблица 2
Видовое разнообразие микобактерий, выделенных из объектов внешней среды

Table 2
Diversity of mycobacteria isolated from environmental samples

Вид пробы	Количество проб	Количество выделенных культур	Вид микобактерий					
			<i>M. tuberculosis</i>	<i>M. bovis</i>	Группа по Раньону			
					I	II	III	IV
Почва пастбищная	29	12	–	4	–	5	3	–
Почва с территории фермы	17	3	–	–	–	3	–	–
Вода стоячих водоемов	22	2	–	–	–	–	–	2
Вода артезианская	26	–	–	–	–	–	–	–
Вода речная	24	–	–	–	–	–	–	–
Сено разнотравное	30	6	–	–	–	5	1	–
Солома	20	4	–	–	–	1	3	–
Сенаж	21	8	–	–	–	6	1	1
Силос	25	3	–	–	–	2	1	–
Навоз	16	15	–	3	–	8	3	1
Пробы из помещений	18	12	–	–	–	3	9	–
Всего	248	65	–	7	–	33	21	4

молочного комплекса СПК «Терский» (Кизлярская зона отгонного животноводства), расположенного в равнинной зоне.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

При анализе полученных в процессе исследования данных четко прослеживается следующая закономерность: основной причиной сенсбилизации макроорганизма к ППД-туберкулину для млекопитающих могут являться представители групп II, III и IV (по Раньону) атипичных микобактерий. Доминирование бактерий из группы IV в пробах почвы, навоза и воды стоячих водоемов дает основание заключить, что они являются типичными облигатными представителями нетуберкулезных микобактерий, контаминировавших природные объекты Республики Дагестан и формирующих желудочно-кишечный микобактериальный пейзаж в организме крупного рогатого скота. Наши результаты согласуются с данными П. С. Гусейновой с соавт., С. И. Джупины, М. Ridell, а также E. Stackebrandt and B. M. Goebel, полученными при определении преобладающих причин сенсбилизации организма крупного рогатого скота к туберкулину для млекопитающих [30–32, 35].

Вместе с тем в ряде случаев в динамике исследования наблюдали периодическое отсутствие атипичных микобактерий в исследуемых пробах. Полагаем, что это связано с несовершенством лабораторной диагностики, переходом нетуберкулезных микобактерий в некультивируемое состояние, различного рода трансформациями и изменениями генетической структуры. Этот факт очень важен, поскольку многочисленные исследования, в том числе и последних лет, свидетельствуют о том, что атипичные микобактерии выделяются из подстилочного материала и объектов внешней среды, в то же время их не находят в биоматериале от реагирующих на туберкулин животных, и наоборот [17, 18, 22].

В этой связи возникает необходимость в использовании индивидуальных схем исследования по отношению к каждому конкретному виду типичных и атипичных форм микобактерий, которые позволят охарактеризовать особенности их изолирования, культивирования, типизации и сенсбилизующей макроорганизм к туберкулину способности микобактериоподобных микроорганизмов.

Расширение лабораторной диагностики и мониторинга за циркуляцией в природе нетуберкулезных микобактерий позволит оперативно реагировать и интерпретировать результаты аллергических исследований в целях своевременного применения комплекса ветеринарно-санитарных мероприятий.

Таким образом, приведенные данные показывают, что атипичные микобактерии имеют широкое распространение во внешней среде. Возбудители туберкулеза бычьего вида выделяют из биоматериала от реагирующих на туберкулин животных, из объектов внешней среды и почв прифермских участков неблагополучных по туберкулезу хозяйств, а также из мокроты больных туберкулезом людей. Необходимо продолжить работу по осуществлению мониторинга за циркуляцией микобактерий всех форм во всех природно-климатических зонах Республики Дагестан и обеспечить контроль за реализацией ветеринарно-санитарных мероприятий, направленных на предупреждение распространения микобактерий в природных резервуарах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баратов М. О. Проблемы и перспективы серологической диагностики туберкулеза крупного рогатого скота. *Ветеринария сегодня*. 2021; (1): 33–37. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-1-36-33-37.
2. Водолазский Д. К., Грибалкин А. С. Эпизоотологические особенности течения туберкулеза крупного рогатого скота в хозяйствах различных почвенно-климатических зон Ставропольского края. *Диагностика, лечение, профилактика заболеваний сельскохозяйственных животных: сборник научных трудов*. Ставрополь: Ставропольский СХИ. 1978; 41 (5): 51–53.
3. Найманов А. Х. Проблемы диагностики и профилактики туберкулеза крупного рогатого скота в современных условиях. *Ветеринарная патология*. 2004; 1–2: 18–23. eLIBRARY ID: 9165613.
4. Донченко А. С., Овдиенко Н. П., Донченко Н. А. Диагностика туберкулеза крупного рогатого скота. Отв. ред. А. С. Донченко. Новосибирск: Сиб. отд. РАСХН; 2004. 308 с.
5. Gcebe N., Hlokwte T. M. Non-tuberculous mycobacteria in South African Wildlife: Neglected pathogens and potential impediments for bovine tuberculosis diagnosis. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 2017; 7:15. DOI: 10.3389/fcimb.2017.00015.
6. Прокопьева Н. И. Изучение природы аллергических реакций у крупного рогатого скота благополучных по туберкулезу стад. *Ветеринарная патология*. 2004; 1–2: 134–136. eLIBRARY ID: 9165659.
7. Нуратинов Р. А. Питательная среда для выращивания микобактерий. Патент № 2121000 Российская Федерация, МПК C12Q 1/04(2006.01), C12N 1/20(2006.01), C12R 1/32(2006.01). Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт. № 95111841/13. Заявл. 11.07.1995. Оpubл. 27.10.1998. Режим доступа: <https://patentimages.storage.googleapis.com/9c/9a/14/3d7cf8ce31e172/RU2121000C1.pdf>.
8. Баратов М. О., Ахмедов М. М., Сакидибиров О. П. К выяснению причин неспецифических реакций на туберкулин. *Ветеринарный врач*. 2014; 2: 24–28. eLIBRARY ID: 21422421.
9. Кассич Ю. Я., Кочмарский В. А., Тихонов П. М., Загородний А. И. Изучение сенсбилизующих и патогенных свойств атипичных микобактерий. *Ветеринария*. 1989; 4: 13–15.
10. Муковнин А. А., Найманов А. Х., Гулюкин А. М. Туберкулез крупного рогатого скота в России. *Ветеринария*. 2020; 7: 19–24. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.7.19-24.
11. Pavlik I., Ulmann V., Falkinham J. O. 3rd. Nontuberculous mycobacteria: ecology and impact on animal and human health. *Microorganisms*. 2022; 10 (8):1516. DOI: 10.3390/microorganisms10081516.
12. Wolinsky E., Rynearson T. K. Mycobacteria in soil and their relation to disease-associated strains. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1968; 97 (6): 1032–1037. DOI: 10.1164/arrd.1968.97.6P1.1032.
13. Jenkins A. O., Gormley E., Gcebe N., Fosgate G. T., Conan A., Aagaard C., et al. Cross-reactive immune responses in cattle arising from exposure to *Mycobacterium bovis* and non-tuberculous mycobacteria. *Prev. Vet. Med.* 2018; 152: 16–22. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2018.02.003.
14. Баратов М. О., Гусейнова П. С. К поиску причин сенсбилизации крупного рогатого скота к ППД-туберкулину для млекопитающих. *Ветеринария сегодня*. 2021; 10 (4): 271–276. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-10-4-271-276.
15. Алексеев А. Ю., Дурыманов А. Г., Рассадкин Ю. Н., Шестопалов А. М., Репин В. Е. Метод культивирования для изучения физиологии микобактерий. *Материалы VIII Съезда Всероссийского общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов (26–28 марта 2002 г.)*. М.: РОСИНЭКС; 2002; 3: 186–187.
16. Мингалеев Д. Н. Новые средства и методы профилактики туберкулеза молодняка крупного рогатого скота: автореф. дис. ... д-ра вет. наук. Казань; 2018. 42 с. Режим доступа: <https://viewer.rsl.ru/ru/rs101008706808?page=1&rotate=0&theme=white>.
17. Толстенко Н. Г. Патогенные свойства некоторых видов микобактерий, выделенных от животных и объектов внешней среды: автореф. дис. ... канд. вет. наук. М.; 2006. 27 с. Режим доступа: https://new-dissert.ru/_avtoreferats/01002977938.pdf.
18. Michel A. L. *Mycobacterium fortuitum* infection interference with *Mycobacterium bovis* diagnostics: natural infection cases and a pilot experimental infection. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2008; 20 (4): 501–503. DOI: 10.1177/104063870802000415.
19. Bercovier H., Vincent V. Mycobacterial infections in domestic and wild animals due to *Mycobacterium marinum*, *M. fortuitum*, *M. chelonae*, *M. porcinum*, *M. farcinogenes*, *M. smegmatis*, *M. scrofulaceum*, *M. xenopi*, *M. kansasii*, *M. simiae* and *M. genavense*. *Rev. Sci. Tech.* 2001; 20 (1): 265–290. DOI: 10.20506/rst.20.1.1269.
20. Овдиенко Н. П., Найманов А. Х., Солодова И. В. Эпизоотическая обстановка по туберкулезу крупного рогатого скота в зарубежных странах в начале XXI века. *Ветеринарная патология*. 2004; 1–2: 51–54. eLIBRARY ID: 9165626.

21. Найманов А. Х., Овдиенко Н. П., Помыканов Н. П. Диагностика туберкулеза крупного рогатого скота в индивидуальных хозяйствах. *Актуальные проблемы инфекционной патологии и иммунологии животных: материалы конференции (16–17 мая 2006 г.)*. М.: Издграф; 2006; 297–302. eLIBRARY ID: 26057721.
22. Pavlik I., Ulmann V., Hubelova D., Weston R. T. Nontuberculous mycobacteria as saprozoites: a review. *Microorganisms*. 2022; 10 (7):1345. DOI: 10.3390/microorganisms10071345.
23. Баратов М. О. Неспецифические реакции – проблема диагностики туберкулеза животных. *Ветеринария и кормление*. 2020; 4: 16–18. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-5.
24. Смирнов А. М. Современные проблемы диагностики и профилактики туберкулеза у животных. *Ветеринарная патология*. 2004; 1–2: 10–13. eLIBRARY ID: 9165611.
25. Актуальные проблемы профилактики и борьбы с туберкулезом и бруцеллезом животных: Бюллетень Всесоюзного ордена Ленина научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии имени Я. П. Коваленко. М.: ВИЭВ; 1987; Вып. 64. 79 с.
26. Kanetsuna F., Bartoli A. A simple chemical method to differentiate *Mycobacterium* from *Nocardia*. *J. Gen. Microbiol.* 1972; 70 (2): 209–212. DOI: 10.1099/00221287-70-2-209.
27. Власенко В. С., Кособоков Е. А., Денгис Н. А., Новикова Н. Н. Функциональное состояние нейтрофилов у инфицированных микобактериями морских свинок под действием иммуномодулятора КИМ-М2. *Пермский аграрный вестник*. 2022; 3 (39): 63–69. DOI: 10.47737/2307-2873_2022_39_62.
28. Lechevalier M. P., Horan A. C., Lechevalier H. Lipid composition in the classification of *Nocardia* and *Mycobacteria*. *J. Bacteriol.* 1971; 105 (1): 313–318. DOI: 10.1128/jb.105.1.313-318.1971.
29. Uchida K., Aida K. Taxonomic significance of cell-wall acyl type in *Corynebacterium-Mycobacterium-Nocardia* group by a glycolate test. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 1979; 25: 169–183. DOI: 10.2323/jgam.25.169.
30. Гусейнова П. С., Баратов М. О. Сравнительное изучение методов диагностики туберкулеза крупного рогатого скота. *Ветеринария и кормление*. 2020; 4: 24–26. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-8.
31. Джупина С. И. Фундаментальные знания эпизоотического процесса – основа контроля туберкулеза крупного рогатого скота. *Ветеринарная патология*. 2004; 1–2: 45–47. eLIBRARY ID: 9165623.
32. Ridell M. Immunodiffusion studies of *Mycobacterium*, *Nocardia* and *Rhodococcus* for taxonomical purposes. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene*. 1981; Suppl. 11: 235–241.
33. Лабораторная диагностика туберкулеза. Методические материалы к проведению цикла тематического усовершенствования врачей. Под ред. В. В. Ерохина. М.: П. Валент; 2012. 701 с.
34. Лискова Е., Слинкина К. Выделение микобактерий из патологического материала от положительно реагирующих на туберкулин животных. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2016; 2: 47–49. eLIBRARY ID: 36977044.
35. Stackebrandt E., Goebel B. M. Taxonomic note: A place for DNA-DNA reassociation and 16S rRNA sequence analysis in the present species definition in bacteriology. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1994; 44 (4): 846–849. DOI: 10.1099/00207713-44-4-846.
- ## REFERENCES
1. Baratov M. O. Problems and prospects of bovine tuberculosis serological diagnosis. *Veterinary Science Today*. 2021; (1): 33–37. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-1-36-33-37.
2. Vodolazsky D. K., Gribalkin A. S. Epizootologicheskie osobennosti techeniya tuberkuleza krupnogo rogatogo skota v khozyaistvakh razlichnykh pochvenno-klimaticheskikh zon Stavropol'skogo kraya = Epidemiological pattern of bovine tuberculosis on farms in different edaphoclimatic zones of the Stavropol Krai. *Diagnostika, lechenie, profilaktika zabolovaniy sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh: sbornik nauchnykh trudov = Diagnosis, treatment, prevention of livestock diseases: collection of papers*. Stavropol: Stavropol Agriculture Institute. 1978; 41 (5): 51–53. (in Russ.)
3. Naimanov A. Kh. Problemy diagnostiki i profilaktiki tuberkuleza krupnogo rogatogo skota v sovremennykh usloviyakh = Problems of bovine tuberculosis diagnosis and prevention under present day conditions. *Veterinarnaya patologiya*. 2004; 1–2: 18–23. eLIBRARY ID: 9165613. (in Russ.)
4. Donchenko A. S., Ovdienko N. P., Donchenko N. A. Diagnosis of bovine tuberculosis. Responsible ed. A. S. Donchenko. Novosibirsk: Siberian Branch of RAAS; 2004. 308 p. (in Russ.)
5. Gcebe N., Hlokwé T. M. Non-tuberculous mycobacteria in South African Wildlife: Neglected pathogens and potential impediments for bovine tuberculosis diagnosis. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 2017; 7:15. DOI: 10.3389/fcimb.2017.00015.
6. Prokop'eva N. I. Izuchenie prirody allergicheskikh reaktivnykh u krupnogo rogatogo skota blagopoluchnykh po tuberkulezu stad = Studies of nature of allergic reactions in cattle of tuberculosis-free herds. *Veterinarnaya patologiya*. 2004; 1–2: 134–136. eLIBRARY ID: 9165659. (in Russ.)
7. Nuratinov R. A. Nutrient medium for mycobacterium culturing. Patent No. 2121000 Russian Federation, Int. Cl. C12Q 1/04(2006.01), C12N 1/20(2006.01), C12R 1/32(2006.01). Prikaspijskij zonal'nyj nauchno-issledovatel'skij veterinarnyj institut. Application: 95111841/13. Application published: 11.07.1995. Date of publication: 27.10.1998. Available at: <https://patentimages.storage.googleapis.com/9c/9a/14/3d7cf8ce31e172/RU2121000C1.pdf>. (in Russ.)
8. Baratov M. O., Ahmedov M. M., Sakidibirov O. P. On causes of non-specific reaction to tuberculin. *The Veterinarny Vrach*. 2014; 2: 24–28. eLIBRARY ID: 21422421. (in Russ.)
9. Kassich Yu. Ya., Kochmarskii V. A., Tikhonov P. M., Zavgorodnii A. I. Izuchenie sensibiliziruyushchikh i patogennykh svoystv atipichnykh mikobakterii = Studies of sensitizing and pathogenic properties of atypical mycobacteria. *Veterinariya*. 1989; 4: 13–15. (in Russ.)
10. Mukovnin A. A., Naimanov A. H., Gulukin A. M. Bovine tuberculosis in the Russian Federation. *Veterinariya*. 2020; 7: 19–24. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.7.19-24. (in Russ.)
11. Pavlik I., Ulmann V., Falkinham J. O. 3rd. Nontuberculous mycobacteria: ecology and impact on animal and human health. *Microorganisms*. 2022; 10 (8):1516. DOI: 10.3390/microorganisms10081516.
12. Wolinsky E., Rynearson T. K. Mycobacteria in soil and their relation to disease-associated strains. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1968; 97 (6): 1032–1037. DOI: 10.1164/arrd.1968.97.6P1.1032.
13. Jenkins A. O., Gormley E., Gcebe N., Fosgate G. T., Conan A., Aagaard C., et al. Cross-reactive immune responses in cattle arising from exposure to *Mycobacterium bovis* and non-tuberculous mycobacteria. *Prev. Vet. Med.* 2018; 152: 16–22. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2018.02.003.
14. Baratov M. O., Huseynova P. S. More on search for causes of sensitization to tuberculin PPD for mammals in cattle. *Veterinary Science Today*. 2021; 10 (4): 271–276. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-10-4-271-276.
15. Alekseev A. Yu., Durymanov A. G., Rassadkin Yu. N., Shestopalov A. M., Repin V. E. Metod kul'tivirovaniya dlya izucheniya fiziologii mikobakterii = A culture technique to study the physiology of mycobacteria. *Materialy VIII S'ezda Vserossiiskogo obshchestva epidemiologov, mikrobiologov i parazitologov (26–28 marta 2002 g.) = Proceedings of the VIII Congress of All-Russian Society of Epidemiologists, Microbiologists and Parasitologists (26–28 March 2002)*. Moscow: ROSINKES; 2002; 3: 186–187. (in Russ.)
16. Mingaleev D. N. Novel tools and methods of bovine tuberculosis prevention in young animals: Author's Abstract of Thesis for degree of Doctor of Science (Veterinary Medicine). Kazan; 2018. 42 p. Available at: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01008706808?page=1&rotate=0&theme=white>. (in Russ.)
17. Tolstenko N. G. Pathogenicity of certain mycobacterium species isolated from animals and the environment: Author's Abstract of Thesis for degree of Candidate of Science (Veterinary Medicine). Moscow; 2006. 27 p. Available at: https://new-dissert.ru/_avtoferats/01002977938.pdf. (in Russ.)
18. Michel A. L. *Mycobacterium fortuitum* infection interference with *Mycobacterium bovis* diagnostics: natural infection cases and a pilot experimental infection. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2008; 20 (4): 501–503. DOI: 10.1177/104063870802000415.
19. Bercovier H., Vincent V. Mycobacterial infections in domestic and wild animals due to *Mycobacterium marinum*, *M. fortuitum*, *M. chelonae*, *M. porcinum*, *M. farcinogenes*, *M. smegmatis*, *M. scrofulaceum*, *M. xenopi*, *M. kansasii*, *M. simiae* and *M. genavense*. *Rev. Sci. Tech.* 2001; 20 (1): 265–290. DOI: 10.20506/rst.20.1.1269.
20. Ovdienko N. P., Naimanov A. Kh., Solodova I. V. Epizooticheskaya obstanovka po tuberkulezu krupnogo rogatogo skota v zarubezhnykh stranakh v nachale XXI veka = Bovine tuberculosis epidemic situation in foreign countries in early XXI century. *Veterinarnaya patologiya*. 2004; 1–2: 51–54. eLIBRARY ID: 9165626. (in Russ.)
21. Naimanov A. Kh., Ovdienko N. P., Pomoykanov N. P. Diagnostika tuberkuleza krupnogo rogatogo skota v individual'nykh khozyaistvakh = Bovine tuberculosis diagnosis on individual farms. *Aktual'nye problemy infektsionnoi patologii i immunologii zhivotnykh: materialy konferentsii (16–17 maya 2006 g.) = Topical issues of animal infectious pathology and immunology: proceedings of the conference (16–17 May 2006)*. Moscow: Izograf; 2006; 297–302. eLIBRARY ID: 26057721. (in Russ.)
22. Pavlik I., Ulmann V., Hubelova D., Weston R. T. Nontuberculous mycobacteria as saprozoites: a review. *Microorganisms*. 2022; 10 (7):1345. DOI: 10.3390/microorganisms10071345.
23. Baratov M. O. Non-specific reactions – the problem of diagnosing of animal tuberculosis. *Veterinaria i kormlenie*. 2020; 4: 16–18. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-5. (in Russ.)
24. Смирнов А. М. Современные проблемы диагностики и профилактики туберкулеза у животных = Current issues of tuberculosis diagnosis

and prevention in animals. *Veterinarnaya patologiya*. 2004; 1–2: 10–13. eLIBRARY ID: 9165611. (in Russ.)

25. Topical issues of tuberculosis and brucellosis prevention and control in animals: Bulletin of the All-Union Order of Lenin Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after Ya. R. Kovalenko. Moscow: VIEV; 1987; Iss. 64. 79 p. (in Russ.)

26. Kanetsuna F., Bartoli A. A simple chemical method to differentiate *Mycobacterium* from *Nocardia*. *J. Gen. Microbiol.* 1972; 70 (2): 209–212. DOI: 10.1099/00221287-70-2-209.

27. Vlasenko V. S., Kosobokov E. A., Dengis N. A., Novikova N. N. The functional state of neutrophils for mycobacteria-infected guinea pigs under the action immunomodulator KIM-M2. *Perm Agrarian Journal*. 2022; 3 (39): 63–69. DOI: 10.47737/2307-2873_2022_39_62. (in Russ.)

28. Lechevalier M. P., Horan A. C., Lechevalier H. Lipid composition in the classification of *Nocardiae* and *Mycobacteria*. *J. Bacteriol.* 1971; 105 (1): 313–318. DOI: 10.1128/jb.105.1.313-318.1971.

29. Uchida K., Aida K. Taxonomic significance of cell-wall acyl type in *Corynebacterium-Mycobacterium-Nocardia* group by a glycolate test. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 1979; 25: 169–183. DOI: 10.2323/jgam.25.169.

30. Guseynova P. S., Baratov M. O. Comparative study of methods of the diagnosis of cattle tuberculosis. *Veterinaria i kormlenie*. 2020; 4: 24–26. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-8. (in Russ.)

31. Dzhupina S. I. Fundamental'nye znaniya epizooticheskogo protsesa – osnova kontrolya tuberkuleza krupnogo rogatogo skota = Fundamental knowledge of the epidemic process – the basis of bovine tuberculosis control. *Veterinarnaya patologiya*. 2004; 1–2: 45–47. eLIBRARY ID: 9165623. (in Russ.)

32. Ridell M. Immunodiffusion studies of *Mycobacterium*, *Nocardia* and *Rhodococcus* for taxonomical purposes. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene*. 1981; Suppl. 11: 235–241.

33. Laboratory diagnosis of tuberculosis. Methodical materials for advanced focused training cycle for medical practitioners. Ed. by V. V. Erohin. Moscow: R. Valent; 2012. 701 p. (in Russ.)

34. Liskova E., Slinina K. Isolation of mycobacteria from pathological material from tuberculous positive animals. *Veterinariya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh*. 2016; 2: 47–49. eLIBRARY ID: 36977044. (in Russ.)

35. Stackebrandt E., Goebel B. M. Taxonomic note: A place for DNA-DNA reassociation and 16S rRNA sequence analysis in the present species definition in bacteriology. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1994; 44 (4): 846–849. DOI: 10.1099/00207713-44-4-846.

Поступила в редакцию / Received 22.11.2022

Поступила после рецензирования / Revised 21.12.2022

Принята к публикации / Accepted 17.01.2023

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Баратов Магомед Омарович, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией инфекционной патологии сельскохозяйственных животных, Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия;
<https://orcid.org/0000-0002-8261-5038>,
e-mail: alama500@rambler.ru.

Magomed O. Baratov, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Chief Researcher, Head of Laboratory for Infectious Pathology of Livestock, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia;
<https://orcid.org/0000-0002-8261-5038>,
e-mail: alama500@rambler.ru.