

DOI: 10.29326/2304-196X-2020-4-35-261-265  
 УДК 619:616.98:579.873.21:636.2:616-078

## К совершенствованию диагностики туберкулеза крупного рогатого скота

**М. О. Баратов**

Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» (Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД»), Республика Дагестан, г. Махачкала, Россия  
 e-mail: alama500@rambler.ru

### РЕЗЮМЕ

Выявление животных с неспецифическими реакциями на туберкулин – одна из наиболее актуальных проблем в диагностике туберкулеза. Очевидна необходимость поиска и совершенствования методов для выявления причин сенсибилизации. В работе представлены результаты сравнительного изучения различных способов стабилизации эритроцитов с целью получения диагностикума для проведения реакции непрямой гемагглютинации. Отражены этапы стабилизации и сенсибилизации эритроцитов. Показана диагностическая значимость метода стабилизации Филя с использованием формальдегида в качестве фиксатора. Наиболее высокие титры антител (1:3000 и 1:4000) получены в гипериммунных сыворотках крови кроликов, иммунизированных *Mycobacterium bovis*, с гомологичным диагностикумом. Практическая значимость гомологичных заражению сенситинов показана при исследовании 1911 проб сывороток крови животных из хозяйств различных категорий (больные; здоровые, реагирующие на туберкулин; здоровые, не реагирующие на туберкулин) в реакции непрямой гемагглютинации с диагностикумами, изготовленными из *Mycobacterium bovis* и *Mycobacterium fortuitum*. В неблагополучном по заболеванию хозяйстве, на основании полученных в реакции непрямой гемагглютинации позитивных результатов, при проведении патологоанатомического вскрытия диагноз на туберкулез установили у 87,5% животных. Отмечено совпадение результатов реакции непрямой гемагглютинации с показаниями внутрикожной туберкулиновой пробы в 37,7% случаев. У 206 больных туберкулезом животных обнаружены диагностические титры антител при отсутствии реакции на внутрикожную пробу. Однако при проведении патологоанатомического исследования были выявлены изменения туберкулезного характера внутренних органов. Полученные данные указывают на возможность использования реакции непрямой гемагглютинации при выявлении больных туберкулезом животных с неспецифическими реакциями на туберкулин.

**Ключевые слова:** туберкулез, реакция непрямой гемагглютинации, дифференциация, крупный рогатый скот, стандартизация, антитела, эритроциты, сенсибилизация.

**Для цитирования:** Баратов М. О. К совершенствованию диагностики туберкулеза крупного рогатого скота. *Ветеринария сегодня*. 2020; 4 (35): 261–265. DOI: 10.29326/2304-196X-2020-4-35-261-265.

**Конфликт интересов:** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для корреспонденции:** Баратов Магомед Омарович, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, заместитель директора по научной работе, Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», 367000, Россия, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 88, e-mail: alama500@rambler.ru.

UDC 619:616.98:579.873.21:636.2:616-078

## Improvement of bovine tuberculosis diagnosis

**M. O. Baratov**

Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia  
 e-mail: alama500@rambler.ru

### SUMMARY

Detection of animals with non-specific reactions to tuberculin is one of the major problems in bovine tuberculosis (TB) diagnosis. There is a need to find and improve methods for detection of the sensitization causes. This paper presents the results of comparative studies of different ways to stabilize red blood cells in order to obtain diagnosticums for indirect hemagglutination (IHA) test. The article describes the stages of red blood cells stabilization and sensitization and demonstrates the diagnostic significance of Fili stabilization method using formaldehyde as a fixative. The highest antibody titers (1:3000 and 1:4000) were received in hyper-immune sera of rabbits immunized with *Mycobacterium bovis* using a homologous diagnosticum. Practical importance of the sensitins homologous to the infection is shown during testing of 1,911 serum samples collected from animals of different categories (diseased; healthy and reacting to tuberculin; healthy and not reacting to tuberculin) with IHA test using diagnosticums produced from *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium fortuitum*. Based on the positive results of the IHA test, TB was diagnosed in 87.5% of animals originating from an infected farm during post-mortem examination. The results of the IHA test agreed with those of the intradermal tuberculin test in 37.7% of cases. Diagnostic antibody titers were found in 206 TB infected animals with no reaction to the intradermal test. However, the post-mortem examination revealed TB changes in internal organs. The obtained data suggest a possibility to use the IHA test to detect TB infected animals with non-specific reactions to tuberculin.

**Key words:** tuberculosis, indirect hemagglutination test, differentiation, cattle, standardization, antibodies, red blood cells, sensitization.

**For citation:** Baratov M. O. Improvement of bovine tuberculosis diagnosis. *Veterinary Science Today*. 2020; 4 (35): 261–265. DOI: 10.29326/2304-196X-2020-4-35-261-265.

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

**For correspondence:** Magomed O. Baratov, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Chief Researcher, Deputy Director for Research, 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](mailto:alama500@rambler.ru).

## ВВЕДЕНИЕ

Часто в неблагополучных по туберкулезу стадах крупного рогатого скота даже после проведения комплексной диагностики остается определенное количество невыявленных больных животных. Имеются данные (хотя и разрозненные) о возможности дополнительного выявления больных туберкулезом животных с использованием серодиагностических методов.

Для обнаружения специфических антител у животных применяли различные серологические реакции: агглютинации, преципитации, связывания комплемента, непрямой и прямой гемагглютинации, иммуноферментный анализ и другие. Однако из-за низкой результативности и часто несоответствия результатов с показаниями аллергической пробы не все они нашли широкое практическое применение.

Реакцию непрямой гемагглютинации для диагностики туберкулеза впервые применил F. I. Awad [1], который использовал в качестве антигена полисахаридный экстракт из *Mycobacterium tuberculosis* штамма H37Rv. Полисахаридный антиген адсорбируют на эритроцитах барана, которые агглютинируют с гомологичными антителами исследуемой сыворотки. В качестве антигена используют: прогретый и диализованный туберкулин [2–8]; туберкулин, полученный путем воздействия ультразвука на микобактерии [9, 10]; фосфатидную фракцию липидов, экстрагированную из микобактерий [11] и т. д.

Поскольку в сыворотке крови животных содержатся гетерогенные гемагглютинины, предложены различные методы их адсорбции путем истощения исследуемых сывороток [12, 13] или обработки эритроцитов раствором танина [14], трипсина или папаина [12].

Известно несколько способов стабилизации эритроцитов, различающихся по химической природе фиксатора и условиям обработки эритроцитов. В качестве фиксатора эритроцитов могут быть использованы альдегиды (например, формальдегид, глutarовый альдегид, ацетальдегид), гидроксаль, четырехокись осмия и другие. Чаще всего используют формальдегид в концентрации от 0,5 до 20%. В некоторых случаях его концентрацию в суспензии эритроцитов повышают постепенно диализом или ступенчато. Длительность фиксации эритроцитов формалином колеблется от 1,5–2,0 до 48 ч.

Противоречивы мнения исследователей и в вопросе определения диагностического титра антител, обнаруживаемого у здорового и больного туберкулезом крупного рогатого скота. Так, J. Komura et al. считают диагностическим титром разведения сывороток крови 1:40 [15], О. В. Мартма – 1:160 [16], Г. В. Дунаев – 1:32 [6], Е. И. Буряк – 1:64 [17], Н. П. Овдиенко – 1:16 [18] и т. д.

Известны различные способы постановки реакции, которые также могут в той или иной степени влиять на результаты исследований.

Таким образом, разнообразие антигенов, методов адсорбции гетерогенных гемагглютининов, стабилизации и сенсибилизации эритроцитов и постановки реакции приводит к противоречивым результатам, что наглядно прослеживается из принятых исследователями разных диагностических титров антител для признания животного больным или здоровым. Поэтому вопрос о диагностической ценности реакции непрямой гемагглютинации для диагностики туберкулеза представляется дискуссионным.

Целью работы было испытание различных способов стабилизации эритроцитов, используемых для сенсибилизации полисахаридным антигеном, определение практической значимости реакции непрямой гемагглютинации с разными диагностикумами в сравнении с другими методами исследования в хозяйствах с различной эпизоотической обстановкой по туберкулезу животных.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения исследований получали полисахарид из *Mycobacterium bovis* и *Mycobacterium fortuitum*. Для этого навеску сухих клеток каждого штамма измельчали до порошкообразного состояния на шаровой мельнице. Извлечение полисахаридных фракций из бактериальной массы микобактерий производили методом экстрагирования водно-спиртовым раствором бета-нафтола и охлаждением холодным (0 ... –2 °С) этиловым спиртом. Затем антиген отделяли центрифугированием при 3–5 тыс. об/мин, промывали дважды спиртом и эфиром, высушивали в термостате, растирали и переносили во флаконы.

Гипериммунные сыворотки крови были получены от кроликов, иммунизированных *M. bovis*, *M. bovis* bacillus Calmette – Guérin, *M. avium*, *M. scrofulaceum* по методу Фрейда.

Титрование антигенов проводили с использованием гипериммунных сывороток крови перекрестной проверкой их по квадратной схеме.

В реакции непрямой гемагглютинации исследовали 1911 проб сыворотки крови, полученной от здорового и больного туберкулезом крупного рогатого скота, а также от животных с неспецифическими реакциями на туберкулин.

Реакцию ставили по общепринятой методике в планшетах типа Titertek, что позволило значительно уменьшить расход и соблюсти точную дозировку компонентов.

Все эксперименты на животных проводились в строгом соответствии с межгосударственными стандартами по содержанию и уходу за лабораторными животными

ГОСТ 33216-2014 и ГОСТ 33215-2014, принятыми Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, а также согласно требованиям Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22.09.2010 по охране животных, используемых в научных целях.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительная оценка методов стабилизации эритроцитов для реакции непрямой гемагглютинации – важное звено в совершенствовании приготовления эритроцитарных диагностикумов. Известно несколько способов стабилизации эритроцитов, при которых в качестве фиксаторов в основном используются альдегиды. Принципиальных различий между ними не существует, так как во всех случаях основными критериями, определяющими качество стабилизации, являются концентрация фиксатора в процессе обработки, соотношение фиксатора и эритроцитов, длительность обработки и температура [19–22]. В целях сравнительного испытания были использованы четыре способа, схема приведена в таблице 1.

Стабилизированные при указанных в таблице 1 режимах барянь эритроциты проверяли на самопроизвольную агглютинацию в инaktivированной сыворотке крови и использовали для сенсibilизации полисахаридами. Сенсibilизацию эритроцитов проводили путем смешивания различных разведений (от 1:500 до 1:4000) полисахаридов с 10%-й взвесью стабилизированных эритроцитов в соотношении 1:4 и инкубировали при 38 °С в течение 12 ч при постоянном встряхивании в аппарате Vibrotherm. Эритроциты дважды отмывали и готовили 2%-ю взвесь в фосфатно-буферном физиологическом растворе с добавлением 1%-й нормальной инaktivированной истощенной сыворотки крови крупного рогатого скота. В зависимости от разведения полисахаридов, предназначенных для сенсibilизации эритроцитов (от 1:500 до 1:4000 с интервалом 1:500), подготовили 32 варианта диагностикума.

Для титрования антигенов использовали 2 позитивные и 2 негативные сыворотки крови. Их разводили фосфатно-буферным физиологическим раствором в соотношении 1:4 и инaktivировали в водяной бане при 64 °С в течение 30 мин. Для адсорбции гетерогенных гемагглютининов в каждую сыворотку добавляли 5%-ю взвесь эритроцитов барана и выдерживали на водяной бане при температуре 37–38 °С один час, периодически встряхивая. Затем эритроциты отделяли от сыворотки центрифугированием.

Реакцию ставили в планшетах для иммуноферментного анализа по общепринятой методике, соответственно десятикратно уменьшив объемы компонентов. Каждую пробу диагностикумов проверяли в реакции с разведениями сывороток до 1:2048. Исследования проводили с негативными и позитивными сыворотками крови, а также использовали по одной гипериммунной сыворотке крови кроликов, иммунизированных *M. avium* и *M. scrofulaceum*.

В каждую лунку планшета к 0,05 мл разведенных сывороток крови добавляли по 0,02 мл 2%-й взвеси сенсibilизированных эритроцитов. В 11-ю лунку вносили сыворотку в разведении 1:8 и 0,02 мл диагностикума (контроль истощения сыворотки). В 12-й лунке ставили контроль спонтанной агглютинации эритроцитарного диагностикума (0,05 мл буфера + 0,02 мл диагностикума). Титром антигена считали разведение, при котором наблюдалась агглютинация в три креста с позитивной сывороткой и четыре креста с гипериммунной анти-сывороткой.

При всех разведениях антигена в реакции с сыворотками крови контрольных кроликов и здоровых животных из благополучных по туберкулезу стад гемагглютинины с диагностикумом, изготовленным из *M. fortuitum*, не были обнаружены. С диагностикумом из *M. bovis* при стабилизации эритроцитов по методу ВИЭВ (Всесоюзный институт экспериментальной ветеринарии) в титрах 1:500 и 1:1000 гемагглютинины были выявлены в разведении сывороток 1:32. В 193 пробах сывороток крови заведомо здоровых животных гемагглютинины в более высоких титрах обнаружить не удалось. Наиболее высокие титры антител были получены в гипериммунных сыворотках крови кроликов, иммунизированных *M. bovis*, с гомологичным диагностикумом в разведениях 1:3000 и 1:4000 при стабилизации эритроцитов методом Филя. При этом антитела были выявлены в разведениях сывороток 1:4096. В этих разведениях диагностикумов, приготовленных стабилизацией эритроцитов тремя другими способами, гемагглютинины были установлены в разведениях сывороток 1:1024. В то же время разница между титрами антител в гомологичных антигену из *M. bovis* гипериммунных сыворотках и в гетерологичных была наиболее высокой при стабилизации эритроцитов по методу Филя. Так, с диагностикумом из *M. bovis* с гомологичной сывороткой выявили гемагглютинацию в титре 1:4096, тогда как с сыворотками крови кроликов, иммунизированных *M. avium*, – в титре 1:1024, *M. scrofulaceum* – 1:256 и *M. bovis bacillus Calmette – Guérin* – 1:1024.

**Таблица 1**  
Различные способы и режимы стабилизации эритроцитов

**Table 1**  
Different methods and procedures for red blood cells stabilization

№ п/п	Метод	Фиксатор	Концентрация фиксатора в процессе обработки, %	Соотношение фиксатора и эритроцитов	Длительность обработки, ч	Температура, °С
1	Филя	Формальдегид	5,7	0,32:1	2	37
2	Вайнбах	Формальдегид	1,5	0,375:1	18–20	37
3	Линг	Формальдегид	4,4	0,75:1	24	4
4	ВИЭВ	Глутаровый альдегид	2,5	0,5:1	18–20	37

Обратная картина наблюдалась в реакции непрямой гемагглютинации с диагностикумом, изготовленным из *M. fortuitum*. Наиболее высокие титры антител (1:2048) в этом случае установили в реакции с сывороткой крови кроликов, иммунизированных *M. scrofulaceim*. Основываясь на этих результатах, за титр антигена было принято разведение 1:1500 (удвоенный титр) при стабилизации эритроцитов по методу Фили.

Диагностикумы стандартизировали в реакции непрямой гемагглютинации с сыворотками с известными титрами антител, затем их расфасовали в ампулы по 5 мл и использовали для постановки реакции непрямой гемагглютинации по мере необходимости.

Производственное испытание проводили на животных четырех хозяйств с различной эпизоотической обстановкой по туберкулезу. В первом хозяйстве (туберкулезный изолятор) к моменту исследований на внутрикожную туберкулиновую пробу реагировали 75,6% животных. Во втором хозяйстве (длительно неблагополучном) оздоровление проводилось по результатам систематических исследований путем изолирования и сдачи на убой реагирующих животных. Было установлено, что в данном хозяйстве на туберкулиновую пробу реагировало 3,9% животных. В третьем хозяйстве при плановых исследованиях выявляли реагирующих животных (в наших исследованиях реагировало 6,5%), но диагноз на туберкулез при контрольном убое и осмотре внутренних органов, а также при проведении лабораторных исследований материалов от таких животных установлен не был. Четвертое хозяйство – благополучное, в нем реагирующие на туберкулин животные отсутствовали.

От животных этих хозяйств были взяты 1911 проб крови для получения сыворотки, которую исследовали в реакции непрямой гемагглютинации с изготовленными из *M. bovis* и *M. fortuitum* диагностикумами. Результаты представлены в таблице 2.

Результаты свидетельствуют о выраженной разнице между количеством животных с позитивными показаниями, выявленными в реакции непрямой гемагглютинации с диагностикумом из *M. bovis*, и количеством животных, протестированных диагностикумом из *M. fortuitum*, в неблагополучных по туберкулезу хозяйствах. В первых двух хозяйствах большее количество проб сывороток крови с диагностическим титром антител было выявлено при использовании диагностикума

на основе *M. bovis*, чем при использовании диагностикума из *M. fortuitum*. Напротив, при исследовании сывороток крови животных из третьего хозяйства большее количество выявлений получено с диагностикумом на основе *M. fortuitum*. В то же время в группе передержки в реакции непрямой гемагглютинации с использованием диагностикума *M. bovis* позитивные показания установили только у 15% исследованных животных.

Во всех четырех хозяйствах с диагностической целью произвели убой животных с позитивными и негативными показаниями, полученными в реакции непрямой гемагглютинации. При этом диагноз на туберкулез установили у 87,5% животных из неблагополучных по заболеванию хозяйств, показавших позитивные результаты в реакции непрямой гемагглютинации. При патологоанатомическом исследовании и проведении лабораторной диагностики биологического материала от животных с неспецифическими реакциями на туберкулин характерных для туберкулеза изменений внутренних органов не обнаружено, заболевание не установлено. В 22,1% случаев из материалов выделили культуры атипичных микобактерий.

При сопоставлении результатов исследований, полученных методом внутрикожной туберкулиновой пробы и в реакции непрямой гемагглютинации, выявили совпадение позитивных показаний в 37,7% случаев. В то же время у 5 животных в изоляторе и 201 из неблагополучного хозяйства были обнаружены диагностические титры антител при отсутствии реакции на внутрикожную пробу. При диагностическом убое и проведении патологоанатомического исследования внутренних органов 20 животных из неблагополучного хозяйства и 5 животных из группы передержки туберкулез был установлен в 75 и 100% случаев соответственно. Следовательно, реакция непрямой гемагглютинации расширяет возможности диагностики туберкулеза.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальные исследования и практический опыт использования серодиагностики при туберкулезе обогащают знания дополнительной информацией об иммунном состоянии организма животных. Имеющиеся в литературных источниках данные по использованию серологических реакций (реакции связывания комплемента, реакции непрямой гемагглютинации и др.) с применением различных антигенов для выявления больных туберкулезом животных противоречивы и имеют разрозненный характер. Полученные при проведении данного исследования результаты свидетельствуют о том, что эффективность применения серологических реакций находится в прямой зависимости от качества антигена и способа его использования, а в данном случае – способа сенсibilизации эритроцитов, и согласуются с данными других исследователей. Проведенные исследования показали, что лучшим для сенсibilизации эритроцитов является способ Фили, при котором получили более высокие титры антител с гомологичными сыворотками по сравнению с гетерологичными. Логично предположить, что реакция непрямой гемагглютинации с различными микобактериальными диагностикумами позволит выявить причину сенсibilизации макроорганизма к туберкулину. Исследования сывороток крови животных, сенсibilизированных атипичными микобактериями, показали, что количество животных с позитивными

**Таблица 2**  
Результаты исследования проб сывороток крови от животных из различных хозяйств в реакции непрямой гемагглютинации

**Table 2**  
Results of IHA tests of serum samples collected from animals originating from different farms

Номер хозяйства	Количество проб сывороток крови	Обнаружены антитела с диагностикумом из:			
		<i>M. bovis</i>		<i>M. fortuitum</i>	
		количество	%	количество	%
1	180	27	15	2	1,1
2	1016	206	20,3	73	7,2
3	522	43	8,2	79	15,1
4	193	–	–	–	–

результатами в реакции непрямой гемагглютинации с диагностикумом, изготовленным из *M. fortuitum*, было значительно больше, чем с диагностикумом из *M. bovis*. В неблагополучных по туберкулезу хозяйствах наблюдалась обратная картина – сравнительно малая эффективность при исследовании сывороток крови от больных туберкулезом животных в реакции непрямой гемагглютинации с диагностикумом из гетерологичных микобактерий, вероятно, связана с подавлением иммунной системы развитым туберкулезным процессом.

Таким образом, представленные результаты характеризуют эффективность использования диагностикумов, изготовленных из гомологичных заражению микобактерий, для дифференциации неспецифических реакций на туберкулин и расширяют представления о механизмах усвоения диагностики туберкулеза животных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (п. п. 1–4, 7, 11, 13–15, 20–22 см. REFERENCES)

- Буряк Е. И. Сравнительное изучение диагностической ценности РНГА, РГА, РДСК и диффузионной преципитации в агаровом геле при туберкулезе КРС. *Профилактика и лечение заболеваний сельскохозяйственных животных на юге Украины: сборник статей*. Одесса; 1963: 52.
- Дунаев Г. В. Изучение компонентов туберкулезных микобактерий, наиболее пригодных для сенсibilизации эритроцитов при постановке РНГА, РГА и РГ. *Ветеринария. Республиканский межведомственный тематический научный сборник*. Киев: Урожай; 1965: 7: 121.
- Шамардин В. А., Тугамбаев Т. И. Диагностические сортированные иммунореагенты. Алма-Ата: Наука КазССР; 1989. 157 с.
- Кузин А. И. Серологическая диагностика туберкулеза КРС. *Труды ВИЭВ*. 1967; 33: 325–331.
- Кныш В. С. Диагностическое значение серологических реакций при туберкулезе КРС. *Тваринництво України*. 1968; 8: 25.
- Дунаев Г. В. Серологическая диагностика туберкулеза КРС с неспецифическими аллергическими реакциями. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1958; 9: 48.
- Мартма О. В. Атипичные микобактерии и их диагностическое и эпизоотическое значение при туберкулезе КРС: автореф. дис. ... д-ра вет. наук. Тарту; 1971. 46 с.
- Буряк Е. И. Изучение титра гуморальных антител при серологической диагностике туберкулеза крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Одесса; 1969. 20 с.
- Овдиенко Н. П. Парааллергические реакции на туберкулин у крупного рогатого скота, инфицированного микобактериями паратуберкулеза. *Труды ВИЭВ*. 1985; 62: 64–69.
- Дорошко В. П. Специфическая стимуляция при серологической диагностике туберкулеза крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Киев; 1971. 20 с.

## REFERENCES

- Awad F. I. The inter-relationship between tuberculosis and bovine farcy. *J. Comp. Pathol. Therap.* 1958; 68 (3): 324–330. DOI: 10.1016/s0368-1742(58)80034-x.
- Baess I., Mansa B. Determination of genome size and base ratio on deoxyribonucleic acid from mycobacteria. *Acta Pathol. Microbiol. Scand. B*. 1978; 86B (5): 309–312. DOI: 10.1111/j.1699-0463.1978.tb00049.x.
- Runyon E. H. Anonymous mycobacteria in pulmonary diseases. *Med. Clin. North Am.* 1959; 43 (1): 273–290. DOI: 10.1016/s0025-7125(16)34193-1.
- Schlisser T. Tuberculose bei Homs und Wildtieren. *Prax. Pneum.* 1974; 28 (9): 511–515.
- Buryak E. I. Comparative studies of diagnostic value of IHA test, HA, prolonged CFT and agar gel diffusion precipitation for bovine tuberculosis

[Srvnitel'noe izuchenie diagnosticheskoy cennosti RNGA, RGA, RDSK i difuzionnoj precipitacii v agarovom gele pri tuberkuleze KRS]. *Prevention and treatment of livestock diseases in the south of Ukraine [Profilaktika i lechenie zabolovaniy sel'skhozoyajstvennykh zhivotnykh na yuge Ukrainy]: collected works*. Odessa; 1963; 52. (in Russian)

- Dunayev G. V. Study of Mycobacterium tuberculosis components that are most suitable for red blood cells sensitization in IHA test, HA and hemolysis assay [Izuchenie komponentov tuberkuleznykh mikobakterij, naibolee prigodnyh dlya sensibilizacii eritrocitov pri postanovke RNGA, RGA i RG]. *Veterinary Medicine. Republic Interministerial Thematical Scientific Collected Works [Veterinariya. Respublikanskij mezhdvedomstvennyj tematicheskij nauchnyj sbornik]*. Kiev: Urozhai; 1965; 7: 121. (in Russian)
- Fraeser D. W. Bacteria newly recognized as nosocomial pathogens. *Am. J. Med.* 1981; 70 (2): 432–438. DOI: 10.1016/0002-9343(81)90784-1.
- Shamardin V. A., Tugambayev T. I. Diagnostic sorted immunological reagents [Diagnosticheskie sortirovannye immunoreagenty]. Almaty: Nauka KazSSR; 1989. 157 p. (in Russian)
- Kuzin A. I. Serological diagnosis of bovine tuberculosis [Serologicheskaya diagnostika tuberkuleza KRS]. *Trudi VIEV*. 1967; 33: 325–331. (in Russian)
- Knysh V. S. Diagnostic significance of serological reactions for bovine tuberculosis [Diagnosticheskoe znachenie serologicheskikh reakcij pri tuberkuleze KRS]. *Tvarinnitsvo Ukraini*. 1968; 8: 25. (in Russian)
- Corner L. A. The duration of the response of cattle to inoculation with atypical mycobacteria. *Austral. Vet. J.* 1981; 57 (5): 216–219. DOI: 10.1111/j.1751-0813.1981.tb02662.x.
- Dunayev G. V. Serological diagnosis of bovine tuberculosis with non-specific allergic reactions [Serologicheskaya diagnostika tuberkuleza KRS s nespecificheskimi allergicheskimi reakcijami]. *Bulletin of Agricultural Science [Vestnik sel'skhozoyajstvennoj nauki]*. 1958; 9: 48. (in Russian)
- Cummins C. S., Harris H. Studies on the cell-wall composition and taxonomy of Actinomycetales and related groups. *J. Gen. Microbiol.* 1958; 18 (1): 173–189. DOI: 10.1099/00221287-18-1-173.
- Hugh R, Leifson E. The taxonomic significance of fermentative versus oxidative metabolism of carbohydrates by various gram negative bacteria. *J. Bacteriol.* 1953; 66 (1): 24–26. DOI: 10.1128/JB.66.1.24-26.1953.
- Komura J., Yamada K., Otsuka S.-I., Komagata K. Taxonomic significance of phospholipids in coryneform and nocardiform bacteria. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 1975; 21 (4): 251–261. DOI: 10.2323/jgam.21.251.
- Martma O. V. Atypical mycobacteria and their diagnostic and epizootic significance for bovine tuberculosis [Atipichnye mikobakterii i ih diagnosticheskoe i epizooticheskoe znachenie pri tuberkuleze KRS]: thesis abstract Doctor of Science (Veterinary Medicine). Tartu; 1971. 46 p. (in Russian)
- Buryak E. I. Study of humoral antibody titer during serological diagnosis of bovine tuberculosis [Izuchenie titra gumoral'nyh antitel pri serologicheskoy diagnostike tuberkuleza krupnogo rogatogo skota]: thesis abstract Candidate of Science (Veterinary Medicine). Odessa; 1969. 20 p. (in Russian)
- Ovdienko N. P. Parallergic reactions to tuberculin in cattle infected with Mycobacterium paratuberculosis [Paraallergicheskie reakcii na tuberkulin u krupnogo rogatogo skota, inficirovannogo mikobakteriyami paratuberkuleza]. *Trudi VIEV*. 1985; 62: 64–69. (in Russian)
- Dorozhko V. P. Specific stimulation during serological diagnosis of bovine tuberculosis [Specificheskaya stimulyaciya pri serologicheskoy diagnostike tuberkuleza krupnogo rogatogo skota]: thesis abstract Candidate of Science (Veterinary Medicine). Kiev; 1971. 20 p. (in Russian)
- Tsukamura M. Differentiation between the genera *Mycobacterium*, *Rhodococcus* and *Nocardia* by susceptibility to 5-fluorouracil. *J. Gen. Microbiol.* 1981; 125 (1): 205–208. DOI: 10.1099/00221287-125-1-205.
- Thorel M. F. Tuberculose de la chèvre: diagnostic biologique [Tuberculosis of the goat: biological diagnosis (author's transl.)]. *Annales de Recherches Vétérinaires*. 1980; 11 (3): 251–257. PMID: 7259030. (in French)
- 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.

Поступила 25.06.2020

Принята в печать 28.08.2020

Received on 25.06.2020

Approved for publication on 28.08.2020

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Баратов Магомед Омарович**, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, заместитель директора по научной работе, Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия.

**Magomed O. Baratov**, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Chief Researcher, Deputy Director for Research, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agricultural Science Center, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia.