



ДИССОЦИИРОВАННЫЕ ФОРМЫ МОРАКСЕЛЛ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ИЗ ПОРАЖЕННЫХ ГЛАЗ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Иванов Н.П., (✉) **Саттарова Р.С.**

Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт

Алматы, Республика Казахстан

(✉) e-mail: kaznivialmaty@mail.ru

Проведено изучение диссоциации эпизоотических культур моракселл. Исследования проведены в хозяйствующих субъектах Алматинской области Республики Казахстан на 233 гол. крупного рогатого скота с клиническими признаками кератоконъюнктивита. Изоляцию возбудителя моракселлеза осуществляли бактериологическими смывами из конъюнктивального мешка глаз животных. Лабораторные исследования проводили согласно утвержденным методическим указаниям. Установлено, что бактерии рода *Moraxella* диссоциируют при выращивании на твердой питательной среде в течение более 6 ч в условиях термостата при температуре 37 °С. Бактерии изучены способами: окрашивание по Уайт-Вилсону, термоагглютинация и проба с акрифлавином. При оценке выросших колоний по Уайт-Вилсону установлено для кристаллвиолета оптимальное разведение 1 : 2000, для краски генцианвиолет – 1 : 1000. В этом случае колонии в S-форме имеют темно-фиолетовый цвет с металлическим оттенком, а диссоциированные колонии в R-форме не окрашиваются. При наличии диссоциированных клеток отмечены преципитация (термоагглютинация), образование осадка и просветление надосадочной жидкости при 90 °С в течение 30 мин. Взвесь не диссоциированных колоний при этом оставалась мутной. При взвешивании микробных клеток изолированных бактериальной петлей из отдельных выросших колоний в растворе акрифлавина, диссоциированные бактерии склеиваются, образуя конгломераты. При изучении антигенной активности S-, R-форм моракселл выявлено, что активность S-антигена значительно превышала таковую из R-форм. Данные о диссоциации культур моракселл могут быть использованы при разработке диагностических и профилактических препаратов при моракселлезу крупного рогатого скота.

Ключевые слова: *Moraxella*, референтные штаммы, диссоциация, эпизоотические культуры, S-R-колонии

DISSOCIATED FORMS OF MORAXELLA ISOLATED FROM THE AFFECTED EYES OF CATTLE

Ivanov N.P., (✉) **Sattarova R.S.**

Kazakh Scientific research Veterinary Institute

Almaty, Republic of Kazakhstan

(✉) e-mail: kaznivialmaty@mail.ru

The dissociation phenomenon of epizootic cultures of *Moraxella* was studied. The study was conducted in economic entities of Almaty region of the Republic of Kazakhstan for 233 heads of cattle with clinical signs of keratoconjunctivitis. Isolation of the causative agent of *Moraxella* was performed by bacteriological washes from the conjunctival sacs of the eyes of animals. The laboratory study was carried out according to the approved methodological guidelines. It was found that bacteria of the genus *Moraxella* dissociate when grown on a solid nutrient medium for more

than 6 hours in a thermostat at 37 °C. The bacteria were studied by the following methods: staining according to White-Wilson, thermoagglutination and acriflavine assay. When evaluating the grown colonies according to White-Wilson, the optimal dilution for crystal violet was found to be 1 : 2000, and for gentian violet stain 1 : 1000. In this case, the colonies in the S-form have a dark purple color with a metallic tint, and the dissociated colonies in the R-form do not stain. In the presence of dissociated cells, precipitation (thermoagglutination), sediment formation and clearing of the supernatant fluid at 90 °C for 30 minutes were noted. The suspension of undissociated colonies remained cloudy. When weighing microbial cells isolated by a bacterial loop from individual grown colonies in a solution of acriflavine, dissociated bacteria stick together to form conglomerates. When studying the antigenic activity of the S-, R- forms of *Moraxella*, it was revealed that the activity of the S-antigen significantly exceeded that of the R-forms. Data on the dissociation of *Moraxella* cultures can be used for the development of diagnostic and prophylactic drugs against moraxellosis in cattle.

Keywords: *Moraxella*, reference strains, dissociation, epizootic cultures, S-R- colonies

Для цитирования: Иванов Н.П., Саттарова Р.С. Диссоциированные формы моракселл, выделенные из пораженных глаз крупного рогатого скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 3. С. 104–113. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-3-11>

For citation: Ivanov N.P., Sattarova R.S. Dissociated forms of *Moraxella* isolated from the affected eyes of cattle. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 3, pp. 104–113. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-3-11>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа поддержана в рамках научного и научно-технического проекта программно-целевого финансирования «Научное обеспечение ветеринарного благополучия и пищевой безопасности в Республике Казахстан».

Acknowledgments

The work was supported within the framework of the scientific and scientific-technical project by program-targeted funding "Scientific support of veterinary welfare and food safety in the Republic of Kazakhstan".

ВВЕДЕНИЕ

Во многие хозяйствующие субъекты Республики Казахстан импортирован крупный рогатый скот (КРС) из дальнего зарубежья для улучшения генетического потенциала пород. Импорт племенного поголовья мясного направления продуктивности в Республику Казахстан с возбудителем инфекционного кератоконъюнктивита (Pink-eye), перемещение инфицированных животных привели к значительному распространению и появлению стационарно неблагополучных очагов по этому заболеванию. Обострению течения болезни способствуют факторы различного характера, раздражающие слизистую конъюнктиву глаз: механические травмы, насекомые, сухие и пылевые частицы, прямое ультрафиолетовое излучение солнечного света и т.д.

Ранее моракселлез среди КРС на территории Казахстана не регистрировали. Мониторинг инфекционного кератоконъюнктивита моракселлезной этиологии на территории Республики Казахстан за 2016–2019 гг. показал, что заболевание выявлено в девяти областях. Проведен клинический осмотр как импортированного, так и местного поголовья различных половозрастных групп и разных пород (абердино-ангусы, герефорды, голштинофризы, казахская белоловая, аулиекольская породы и местные беспородные животные). Проведено бактериологическое изучение биоматериала, взятого из пораженных глаз животных и слизистой носовой полости, и последующая его идентификация (морфологические, культуральные, тинкториальные, биологи-

ческие, серологические исследования)^{1,2} [1–8]. Данные об изменчивости культур моракселл в специальной литературе в настоящее время недостаточны.

Некоторыми авторами описаны морфологические различия зоны β -гемолиза колоний референтного штамма *Moraxella bovis* Epp 63. Так, колонии S (spreading) и C (corroding) формы зарегистрированы диаметром 1–2 мм гладкими с хорошо очерченными краями, они образовывали коррозию агара. Вид колонии N (nonspreading and noncorroding) зафиксирован несколько большим диаметром (2–4 мм). Эти колонии не имели четко очерченной границы, не вызывали коррозию агара, обладали зернистой текстурой [9].

Под световым микроскопом колонии представляют три характерные концентрические зоны роста (периферическая, средняя и центральная кольцевая) [10].

Биологическое значение диссоциации заключается в приобретении бактериями определенных селективных преимуществ, которые обеспечивают их существование в среде обитания. Описаны случаи большей устойчивости S-форм бактерий к фагоцитозу макрофагами, бактерицидному действию сыворотки крови.

Бактерии R-формы в отличие от S-формы имеют большую устойчивость к действию факторов окружающей среды, но они менее резистентны к клеточным факторам иммунитета и дольше сохраняются в воде, молоке [11]. Диссоциация обычно протекает в направлении S→R, иногда через образование колоний промежуточных форм бактерий, и сопровождается изменениями биохимических, морфологических, антигенных и патогенных свойств микроорганизмов.

Обратный (реверсивный от R до S) переход наблюдают значительно реже. Большинство патогенных бактерий образует S-колонии, исключение составляют возбудители туберкулеза, чумы, сибирской язвы и некоторые другие. Проведенная в сравнительном аспекте электронная микроскопия срезов генетически стойких R- и S-форм бруцелл показала, что они имеют одни и те же основные структурные элементы (клеточная стенка, цитоплазматическая мембрана, цитоплазма, нуклеоид). Зарегистрированы кокковидные формы диссоциированных R-клеток бруцелл, более выраженные, чем у S-форм бруцелл, C-образные инвагинаты оболочки – с бугристо-складчатым рельефом (у S-формы выявлены бактериальные клетки палочковидной формы с гладко-зернистой структурной поверхностью) [12].

Цель исследований – изучить изменчивость эпизоотических культур моракселл, выделенных от пораженных глаз крупного рогатого скота на территории Республики Казахстан.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в хозяйствующих субъектах «Архарлы Майбуйрек», «Байсерке Агро» и «Фармагро» Алматинской области (южный регион Казахстана). После осмотра 1965 гол. крупного рогатого скота с мая по сентябрь 2019 г. отобраны 233 гол. с клиническими признаками кератоконъюнктивита. Изоляцию возбудителя моракселлеза осуществляли бактериологическими смывами из конъюнктивального мешка глаз. Биоматериал брали стерильными палочками с пластиковой ручкой из транспортировочной пробирки со средой Amies в индивидуальной упаковке (производство Италия). Вращательными движениями стерильного аппликатора снимали имеющиеся

¹Саттарова Р.С., Дуплева Л.Ш., Бакиева Ф.А., Хусаинов И.Т., Зарипов А.С. Диагностика инфекционного кератоконъюнктивита крупного рогатого скота // Материалы междунаро. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения В.А. Киршина. Казань, 2018. С. 261–264.

²Ivanov N.P., Sattarova R.S., Bakieva F.A. Pathogenic of some properties of *Moraxella bovis*. Microbes and their viruses ecology, diversity, applications // Centenary of Microbiology Research in Georgia. Tbilisi, 2019. 70 p.

истечения с пораженного глаза. Полученные пробы клинического патологического материала в течение 3–4 ч доставляли в термочемодане со льдом в лабораторию бактериологии. Лабораторные исследования проводили согласно утвержденным методическим указаниям³.

Из каждой пробы патологического материала готовили мазки, окрашивали по Граму и просматривали под микроскопом с иммерсионной системой, отмечая наличие или отсутствие в них морфологически схожих с *Moraxella bovis* микроорганизмов. Затем делали высев материала на кровяной (5%-я дефибрированная кровь барана) агар Хоттингера. Результаты посевов учитывали через 12–24 ч инкубирования при 37 °С, пересевая типичные для моракселл зоны β-гемолиза на свежие питательные среды для выделения чистых культур. Для изучения биологических свойств использованы две эпизоотические культуры *Moraxella bovis*, выделенных от больных животных, референтные штаммы *Moraxella bovis* ATCC 17948TM и *Moraxella bovoculi* ВАА 1259TM, полученные от «LGC Standards Sp.z. o.o.» (производство Польша). Для определения диссоциации применяли пробу с акрифлавином, реакцию термоагглютинации и окраску колоний по Уайт-Вилсону.

Изучение иммунологической активности антигенов из S- и R-форм моракселл осуществляли путем постановки реакции связывания комплемента и реакции длительного связывания комплемента (РСК/РДСК) с гомологичными сыворотками, которые получали путем иммунизации кроликов [7, 9]. Растворы акрифлавина готовили в соотношении 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 1500, 1 : 2000, 1 : 3000, 1 : 5000 на дистиллированной воде. На обезжиренное стекло наносили каплю раствора акрифлавина и в нем тщательно размещивали бактериологической петлей культуру моракселл. В течение первых 4 мин в случае диссоциации появляется зер-

нистость в виде конгломератов склеенных моракселл.

Для реакции термоагглютинации из суточной агаровой культуры готовили бактериальную суспензию моракселл в физиологическом растворе, эквивалентную стандарту мутности 4,0 по McFarland, разливали в пробирки по 8,0 см³ и прогревали в водяной бане при 90 °С в течение 30 мин. Реакцию учитывали через 1 и 24 ч после прогревания.

При окраске колоний по Уайт-Вилсону из суточной агаровой культуры готовили взвесь моракселл в стерильном физиологическом растворе с таким расчетом, чтобы при посеве на агар в чашки Петри выросло достаточное количество (100–150) изолированных колоний. С этой целью вначале готовили взвесь моракселл с концентрацией 1 млрд микробных клеток в 1,0 см³. Затем методом десятикратного разведения состав доводили до концентрации 100–1000 КОЕ, добавляя к 4,5 см³ физиологического раствора 0,5 см³ взвеси моракселл в каждую последующую пробирку до концентрации 10⁻⁶ и 10⁻⁷. Из последнего разведения суспензии (–10⁻⁶, –10⁻⁷), содержащих 100–1000 микробных клеток в 1,0 см³, 0,1 см³, высевали на питательную среду по три чашки Петри для каждого варианта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При исследовании окрашенных анилиновыми красками колоний культур моракселл под световым микроскопом MEIJI TECHNO (производство Япония) с цифровой фотокамерой зафиксированы колонии S-формы (см. рис. 1, а) с тремя зонами роста колоний (см. рис. 1, б) и периферия колоний с распространяющейся корродирующей агар морфологией (см. рис. 1, в).

Колонии S-формы на твердой питательной среде – выпуклые с четко очерченными краями, гладкие 1–2 мм в диаметре (× 10) (см. рис. 1). При × 40 колонии обладали тре-

³Спиридонов Г.Н., Гаффаров Х.З., Никитин А.И., Папуниди К.Х., Валебная Л.В., Чернов А.Н., Дуллева Л.Ш., Спиридонов А.Г., Макаев Х.Н. Методические указания по диагностике, лечению и специфической профилактике инфекционного кератоконъюнктивита крупного рогатого скота, вызванного бактериями *Moraxella bovis* и *Moraxella bovoculi*. М.: ФГБНУ. 2017. С. 21–26.

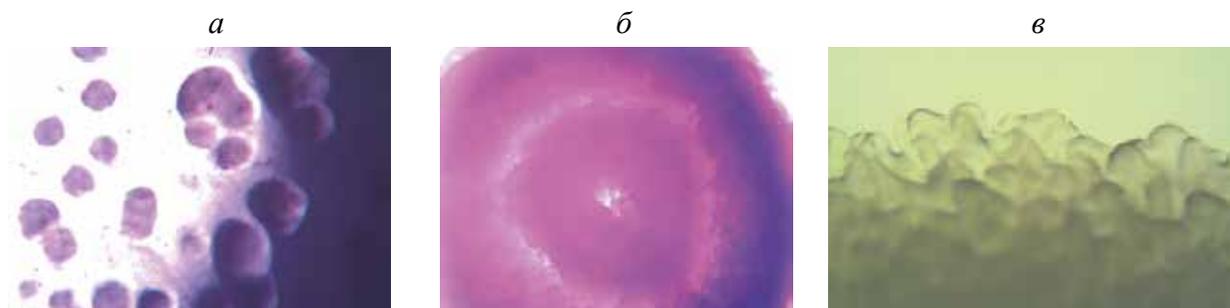


Рис. 1. Колонии S-формы культур моракселл под световым микроскопом: *a* – колонии S-формы при $\times 10$, *б* – зоны колонии при $\times 40$, *в* – внешний край колонии

Fig. 1. S-form colonies of *Moraxella* cultures under a light microscope: *a* – colonies of S-form $\times 10$ magnification, *б* – colony zones at $\times 40$ magnification, *в* – outer edge of the colony

мя характерными концентрическими зонами роста. На периферии находилась узкая кольцевая зона (периферическое кольцо), которая окружала другую, более широкую кольцевую зону (среднее кольцо). Последняя окружала центральную кольцевую зону. Из зоны внешнего кольца бактерии образовывали поверхностные колонии с распространяющейся корродирующей агар морфологией (см. рис. 1, *в*).

Полученные результаты по изучению диссоциации культур эпизоотических и референтных штаммов *Moraxella bovis* и *Moraxella bovoculi* пробой с акрифлавином приведены в табл. 1.

По результатам пробы на диссоциацию моракселл с помощью акрифлавина, 6-часовые культуры бактериальных клеток не дают агглютинации, т.е. результат отрицательный, микробная взвесь однородная мутная (см. табл. 1).

Через 12 ч роста бактерий при проведении данного опыта получены несколько иные результаты. Помещение выросшей культуры в раствор акрифлавина вызывает частичную агглютинацию бактериальных клеток и образование зернистости (см. табл. 1). В опыте 24-часовые культуры при смешивании с акрифлавином полностью агглютинировались, замечены крупные зерна агглютината в прозрачной окружающей их жидкости (см. рис. 2).

Оптимальное разведение акрифлавина для определения диссоциации моракселл варьирует от 1 : 500 до 1 : 2000. При этом

5–6-часовые культуры в S-форме в растворе акрифлавина остаются гомогенными, 18–24-часовые и суточные культуры образуют конгломерат с просветлением жидкости.

Взвесь 6-часовой культуры после термоагглютинации оставалась мутной, выпадение осадка через 1 и 24 ч не отмечено. При термоагглютинации суточной культуры зафиксировано выпадение осадка на дно пробирки и просветление жидкости.

Таким образом, еще одним проявлением диссоциации культур моракселл является положительная реакция термоагглютинации, которая ярко выражена у R-форм колоний культур моракселл.

При окраске колоний по Уайт-Вилсону в чашках Петри через 5–6 ч выросли колонии, принадлежащие гладкому (S) типу. Они имели выпуклую правильно очерченную гладкую форму. Диаметр колоний колебался от 0,3–0,5 до 0,8–1,0 мм. При окраске кристаллвиолетом или генцианвиолетом в разведении от 1 : 500 до 1 : 4000, колонии имели следующий вид – от светло-фиолетового до темно-синего цвета, выпуклые, гладкие с четко очерченными краями. Через 18, 24 и 48 ч колонии обретали шереховатую окружность, морщинистость, при окрашивании оставались белого или бледно-желтоватого цвета. Колонии R-формы моракселл оставались без изменений, т.е. не окрашивались, что принципиально отличает их от некоторых микроорганизмов (бруцелл, сальмонелл и т.д.).

Табл. 1. Результаты постановки проб на диссоциацию моракселл с акрифлавином

Table 1. Test results for dissociation of *Moraxella* with acriflavine

Соотношение разведения акрифлавина с дистиллированной водой	Срок роста моракселл на питательных средах, ч	Наличие агглютинации				
		Эпизоотическая культура		Референтный штамм		Контроль
		<i>Moraxella bovis</i> 2017-44	Fa16	<i>Moraxella bovis</i> ATCC 17948™	<i>Moraxella bovoculi</i> BAA 1259™	
1 : 500	6	–	–	–	–	–
	12	+	++	++	++	–
	24	#	#	#	#	–
	48	#	#	#	#	–
1 : 1000	6	–	–	–	–	–
	12	++	++	+	++	–
	24	#	#	#	#	–
	48	#	#	#	#	–
1 : 1500	6	–	–	–	–	–
	12	+	++	++	++	–
	24	#	#	#	#	–
	48	#	#	#	#	–
1 : 2000	6	–	–	–	–	–
	12	+	+	+	+	–
	24	#	#	#	#	–
	48	#	#	#	#	–
1 : 3000	6	–	–	–	–	–
	12	+	+	+	+	–
	24	+	+	+	+	–
	48	+	+	+	+	–
1 : 5000	6	–	–	–	–	–
	12	–	–	–	–	–
	24	–	–	–	–	–
	48	–	–	–	–	–

Примечание. + – выраженность образования зернистости (агглютинации).

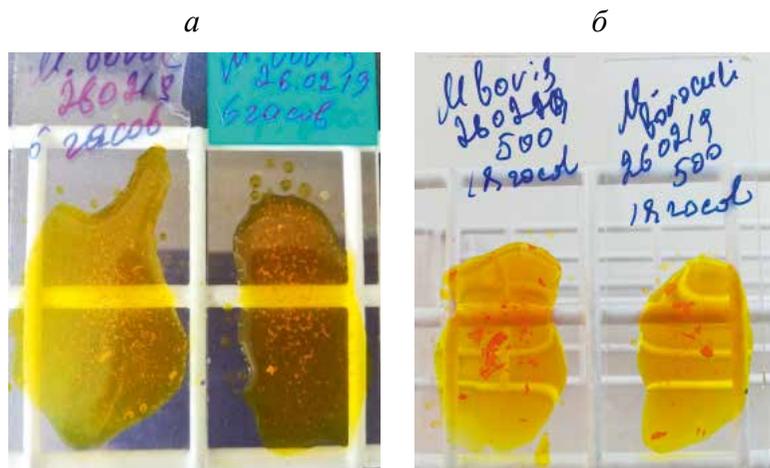


Рис. 2. Агглютинация культур моракселл акрифлавином: *а* – 6-часовые культуры моракселл, *б* – 18-часовые культуры моракселл

Fig. 2. Agglutination of *Moraxella* cultures with acriflavine:

а – 6-hour *Moraxella* cultures, *б* – 18-hour *Moraxella* cultures

После инкубации при 37 °С в течение 18–20 ч в чашки с агаром, где выросло около 100–150 колоний, наливали рабочий раствор кристаллвиолета в разведении от 1 : 500 до 1 : 4000. Через 60 с удаляли краску и просматривали колонии с помощью лупы (см. табл. 2).

Окрашивание кристаллвиолетом и генцианвиолетом не имело принципиальных различий (см. табл. 2). Оптимальным раз-

ведением краски кристаллвиолета, где четко фиксирована диссоциация, отмечено разведение 1 : 2000, для краски генцианвиолета – 1 : 1000. Колонии в S-форме окрашивались в темно-фиолетовый цвет с металлическим оттенком, а диссоциированные колонии в R-форме не изменялись и сохраняли светло-желтый или белый цвет, приобретали различную исчерченность, морщинистость (см. рис. 3, а, б, в).

Табл. 2. Результаты окрашивания колонии культур по Уайт-Вилсону

Table 2. Results of colony staining according to White-Wilson

Соотношения разведения краски	Длительность роста культур, ч	Окрашивание по Уайт-Вилсону							
		Кристаллвиолет				Генцианвиолет			
		Эпизоотическая культура		Референтный штамм		Эпизоотическая культура		Референтный штамм	
		<i>Moraxella bovis</i> 2017-44	Fa16	<i>Moraxella bovis</i> ATCC 17948™	<i>Moraxella bovoculi</i> \ BAA 1259™	<i>Moraxella bovis</i> 2017-44	Fa16	<i>Moraxellella bovis</i> ATCC 17948™	<i>Moraxella bovoculi</i> BAA 1259™
1 : 500	6	+	+	+	+	+	+	+	+
	12	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	-	-	-	-	-	-
	48	-	-	-	-	-	-	-	-
1 : 1000	6	++	++	++	++	++	++	++	++
	12	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	-	-	-	-	-	-
	48	-	-	-	-	-	-	-	-
1 : 2000	6	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	12	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	-	-	-	-	-	-
	48	-	-	-	-	-	-	-	-
1 : 4000	6	#	#	#	#	#	#	#	#
	12	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	-	-	-	-	-	-
	48	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Окрашивание колоний раствором кристаллвиолета: тире – отсутствие окрашивания колоний; + – колонии окрашиваются в слегка бледно-голубой цвет; ++ – колонии окрашиваются в бледно-голубой цвет; +++ – колонии окрашиваются в фиолетовый цвет; # – колонии окрашиваются в темно-фиолетовый цвет.

Окрашивание колоний раствором генцианвиолета: тире – отсутствие окрашивания колоний; + – колонии окрашиваются в слегка бледно-голубой цвет; ++ – колонии окрашиваются в бледно-голубой цвет; +++ – колонии окрашиваются в голубой цвет; # – колонии окрашиваются в темно-фиолетовый цвет.

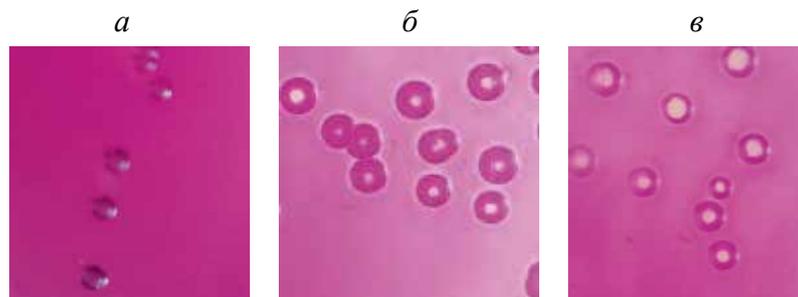


Рис. 3. Диссоциация колонии моракселл:

а – 6-часовые колонии моракселл в S-форме, б – 12 часовые колонии в S-, R- форме, в – 24-часовые колонии моракселл

Fig. 3. Dissociation of the moraxella colony:

а – 6-hour Moraxella colonies of S-form, б – 12-hour colonies of S-, R- form, в – 24-hour Moraxella colonies

По результатам наблюдений, 5–6-часовые колонии моракселл имели гладкую форму (см. рис. 3, а), окрашивались анилиновыми красками по Уайт-Вилсону. По истечении 24–48 ч колонии обладали шероховатой поверхностью, начинающейся с центра, и не окрашивались (см. рис. 3, б, в).

Изучение диссоциации колоний культур эпизоотических и референтных штаммов *Moraxella bovis* и *Moraxella bovoculi* проведено общепринятыми методами: воздействием температурного фактора и, как следствие, термоприципитации или термоагглютинации, пробой с акрифлавином и окраской колоний генцианвиолетом по Уайт-Вилсону.

Изучение антигенной активности S-, R-форм моракселл проводили путем постановки РСК/РДСК с антигенами [5], приготовленными из указанных видов бактерий. Опыты проводили с позитивной и негативной сыворотками. Позитивные сыворотки получали путем иммунизации кроликов взвесью различных форм моракселл [5, 7]. Полученные результаты приведены в табл. 3.

Антиген из S-форм моракселл не вступает в реакцию с R сывороткой в РСК, в РДСК его титр показал 1 : 10 (см. табл. 3). R-антиген не улавливает комплементсвязывающих веществ к моракселлам в S-форме в РСК, в реакции длительного связывания комплемента титр R-антигена зафиксирован 1 : 10. Активность S-антигена значительно превышает таковую из R-форм моракселл.

Таким образом, возникает вопрос о наличии возможной реверсии R-клеток в

S-форму. Это необходимо учитывать при изготовлении диагностического и протективного антигенов из S-R-форм возбудителя моракселлеза и требует дополнительного изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения изменения культур бактерий рода *Moraxella* при более чем 6-часовом выращивании на твердой питательной среде установлено, что диссоциацию микроорганизмов можно обнаруживать путем окрашивания выросших колоний генцианвиолетом или кристаллвиолетом по методике Уайт-Вилсона, прогреванием в пробирке бактериальной взвеси при 90 °С в течение 30 мин. В случаях наличия диссоциированных клеток отмечена преципитация (термоагглютинация), образование осадка и просветление надосадочной жидкости.

Наличие диссоциированных форм бактерий обнаружено также при взвешивании микробных клеток изолированных бактериальной петлей из отдельных колоний, выросших в растворе акрифлавина. При этом диссоциированные бактерии склеиваются, образуя конгломераты, хорошо обнаруживаемые визуально.

Данные о диссоциации культур моракселл могут быть учтены при разработке диагностических и профилактических препаратов при моракселлезе крупного рогатого скота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Н.П., Султанов А.А., Бакиева Ф.А., Саттарова Р.С., Егорова Н.Н. Моракселлез у КРС в Казахстане // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук. 2016. № 5 (35). С. 20–29.
2. Иванов Н.П., Саттарова Р.С., Бакиева Ф.А., Годердзишвили М., Ригвава С., Карумидзе Н. Выделение фага против возбудителей моракселлеза крупного рогатого скота в Республике Казахстан // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. 2017. № 6. С. 46–51.
3. Ivanov N.P., Bakiyeva F.A., Sattarova R.S., Shynnybaev K.M., Issakulova B.Zh. Epizootological monitoring of cattle moraxellosis // Известия

Табл. 3. Результаты РСК/РДСК с S-, R-противоморакселлезными гипериммунными сыворотками

Table 3. Results of CFT/CLFT with S-, R-anti-moraxellosis hyperimmune sera

Иммунологический тест	Сыворотка	Титр антигенов из	
		S-формы	R-формы
РСК	S	40	–
	R	–	20
	–	–	–
РДСК	S	80	10
	R	10	40
	–	–	–

- Национальной академии Республики Казахстан. Серия аграрных наук. 2019. № 2 (50). С. 112–115. DOI: 10.32014 / 2019.2224-526X.19.
4. Ivanov N.P., Namet A.M., Shynybaev K.M., Sattarova R.S., Akmyrzaev N.Zh., Issakulova B.Zh., Bakiyeva F.A. Moraxellosis in catches of different breeds of meat direction of productivity // Известия Национальной академии Республики Казахстан. Серия аграрных наук. 2019. № 2 (50). С. 78–82. DOI: 10/32014/2019/2224-526X/20.
 5. Ivanov N.P., Sattarova R.S., Bakiyeva F.A., Shynybaev K.M., Issakulova B.Zh. Diagnostic value of CFT/LCFT for cattle moraxellosis // Вестник Национальной академии Республики Казахстан. Серия аграрных наук. 2019. № 2 (378). С. 112–114. DOI: 10.32014/2019.2518-1467.48.
 6. Иванов Н.П., Саттарова Р.С., Шыныбаев К.М., Бакиева Ф.А., Асраубаева И.К., Спиридонов Г.Н. Распространение и антибиотикочувствительность изолятов *Moraxella bovis*, выделенных от крупного рогатого скота в Республике Казахстан // Ветеринария. 2020. № 3. С. 15–20. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.3.15-21.
 7. Саттарова Р.С. Диагностическая ценность серологических реакций РСК и РДСК при моракселлезе крупного рогатого скота в Республике Казахстан // Ветеринарный врач. 2020. № 4. С. 9–12. DOI: 10.33632/1998-698X.2020-4-44-49.
 8. Саттарова Р.С. Лизоцимная активность куриного яичного белка при действии на биопленку, образуемую бактериями рода *Moraxella* // Ветеринария. 2020. № 12. С. 41–49. DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.12.27-31.
 9. Ruehl W.W., Marrs C.F., Fernandez R., Falkow S., Schoolnik G.K. Purification, characterization, and pathogenicity of moraxella-bovis pili // Journal of experimental medicine. 1988. Vol. 168. P. 983–1002.
 10. McMichael J.M. Bacterial differentiation within *Moraxella bovis* colonies growing at the interface of the agar medium with the Petri dish // Journal of General Microbiology. 1992. № 138, P. 2687–2695.
 11. Жованик П.Н. Бруцеллез: монография. Киев: Урожай, 1975. С. 34–42.
 12. Сансызбай А.Р., Еспембетов Б.А., Зайцев В.Л., Зинина Н.Н., Сырым Н.С., Султанкулова К.Т., Сармыкова М.К., Нусанова Р.К. Изучение морфологических свойств изолятов бруцелл в S- и R-формах электронно-микроскопическим методом // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 12 (110). С. 74–79.
- ## REFERENCES
1. Ivanov N.P., Sultanov A.A., Bakieva F.A., Sattarova R.S., Egorova N.N. Moraxella in cattle in Kazakhstan. *Izvestiya Natsional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya agrarnykh nauk = News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences*, 2016, no. 5 (35), pp. 20–29. (In Russian).
 2. Ivanov N.P., Sattarova R.S., Bakieva F.A., Goderdzishvili M., Rigvava S., Karumidze N. Isolation of phage against causative agents of moraxellosis in cattle in the Republic of Kazakhstan. *Vestnik Natsional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan = Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2017, no. 6, pp. 46–51. (In Russian).
 3. Ivanov N.P., Bakiyeva F.A., Sattarova R.S., Shynybaev K.M., Issakulova B.Zh. Epizootological monitoring of cattle moraxellosis. *Izvestiya Natsional'noi akademii Respubliki Kazakhstan. Seriya agrarnykh nauk = News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences*, 2019, № 2(50), pp. 112–115. (In Russian). DOI: 10.32014 / 2019.2224-526X.19.
 4. Ivanov N.P., Namet A.M., Shynybaev K.M., Sattarova R.S., Akmyrzaev N.Zh., Issakulova B.Zh., Bakiyeva F.A. Moraxellosis in catches of different breeds of meat direction of productivity. *Izvestiya Natsional'noi akademii Respubliki Kazakhstan. Seriya agrarnykh nauk = News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences*, 2019, no. 2 (50), pp. 78–82. (In Russian). DOI: 10/32014/2019/2224-526X/20.
 5. Ivanov N.P., Sattarova R.S., Bakiyeva F.A., Shynybaev K.M., Issakulova B.Zh. Diagnostic value of CFT/LCFT for cattle moraxellosis. *Vestnik Natsional'noi akademii Respubliki Kazakhstan. Seriya agrarnykh nauk = Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2019, no. 2(378), pp. 112–114.

- (In Russian). DOI: 10.32014/2019.2518-1467.48.
6. Ivanov N.P., Sattarova R.S., Shynybaev K.M., Bakieva F.A., Asraubaeva I.K., Spiridonov G.N. Distribution and antibiotic sensitivity of *Moraxella bovis* isolated from cattle in the Republic of Kazakhstan. *Veterinariya = Veterinary*, 2020, no. 3, pp. 15–20. (In Russian). DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.3.15-21.
 7. Sattarova R.S. Diagnostic value of serological tests in CFT and LCFT *Moraxella* of cattle in the Republic of Kazakhstan. *Veterinarnyi vrach = The Veterinarny Vrach journal*, 2020, no. 4, pp. 9–12. (In Russian). DOI: 10.33632/1998-698X.2020-4-44-49.
 8. Sattarova R.S. Lysozyme activity of chicken egg white when acting on a biofilm formed by bacteria of the genus *Moraxella*. *Veterinariya = Veterinary*, 2020, no. 12, pp. 41–49. (In Russian). DOI: 10.30896/0042-4846.2020.23.12.27-31.
 9. Ruehl W.W., Marrs C.F., Fernandez R., Falkow S., Schoolnik G.K. Purification, characterization, and pathogenicity of *Moraxella bovis* pili. *Journal of experimental medicine*, 1988, vol. 168, pp. 983–1002.
 10. McMichael J. M. Bacterial differentiation within *Moraxella bovis* colonies growing at the interface of the agar medium with the Petri dish. *Journal of General Microbiology*. 1992, no. 138, pp. 2687–2695.
 11. Zhovanik P.N. *Brucellosis*. Kiev: Urozhai, 1975, pp. 34–42. (In Russian).
 12. Sansyzbai A.R., Espembetov B.A., Zaitsev V.L., Zinina N.N., Syrym N.S., Sultankulova K.T., Sarmykova M.K., Nisanova R.K. Electron microscope investigation of *Brucella* isolates of S- and R-forms. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2013, no. 12 (110), pp. 74–79. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванов Н.П., доктор ветеринарных наук, профессор, академик Национальной академии наук Республики Казахстан

✉ **Саттарова Р.С.**, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Райымбека, 223; e-mail: kaznivialmaty@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Nikolay P. Ivanov, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

✉ **Rano S. Sattarova**, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Senior Researcher; **address:** 223, Raiymbek Ave., Republic of Kazakhstan, Almaty; e-mail: kaznivialmaty@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 16.03.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 03.06.2021
Дата публикации / Published 26.07.2021