46. Pavlova L.I., Vachaev B.F., Rusakova L.A., Gorbunova M.A., Yagovkin E.A., Chuprinina R.L., Nemirovskaya T.I. and et al. The results of clinical trials of a vaccine against *Haemophilus influenzae* type b infection. *Biopreparati [Biodrugs]*. 2007; 4 (28): 12 – 15.
47. Vachaev B.F., Yaryeva I.L., Yagovkin E.A. et al. Development of domestic vaccine against *Haemophilus influenzae* type b infection. Actual problems of infectious pathology coll. reports jubilee scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology, 23 – 24 September 2004 Rostov-on-Don: 247 – 251 (in Russian).
48. Kolesnikov A.V., Kozyrev A.V., Shemyakin S.A., Dyatlov I.A. Modern ideas about the mechanism of activation of the immune response polysaccharide conjugated vaccines. *Jurnal mikrobiologii [Journal Microbiology]*. 2015; 3: 97 – 106.
49. Barinskaja I.F., Lyashenko V.A., Alimbarova L.M., Lazarenko A.A., Sergeev O.V. Experimental approaches to the development of mucosal vaccines for viral diseases, sexually transmitted. *Immunologia [Immunology]*. 2013; 34 (2): 119 – 122 (in Russian).
50. Karaulov A.V., Aleshkin V.A., Voropaeva E.A., Metelskaya V.A., Slobodenyuk V.V. Afanasiev M.S. et al. Indicators mucous oropharyngeal colonization resistance as the objective criteria of mucosal immunity in case of bronchitis in children. *Immunologia [Immunology]*. 2012; 33 (95): 255 – 259 (in Russian).
51. Zhang Fushun., Hao Chunsheng., Zhang Shuo., Li Iqian., Zhang Quanfu., Wu Wei. et al. Oral immunization with recombinant enterovirus 71VP1 formulated with chitosan protects mice against lethal challenge. *Virology Journal* 2014; 11 (80): 3 – 9. Available at: <http://www.virology.com/content/11/1/80>.

Изучение иммуногенных свойств термоэкстрактов из бруцелл в S- и I-формах на морских свинках

Л.М. Михайлов, Н.Л. Баранникова, Л.Е.Токарева, С.А. Витязева, Т.П. Старовойтова, В.И. Дубровина (dubrovina-valya@mail.ru), С.В. Балахонов

ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт»
Роспотребнадзора (adm@chumin.irkutsk.ru)

Резюме

Дана сравнительная оценка действия термоэкстрактов *Brucella abortus* И-206 в S- и L-формах при формировании иммунного ответа у морских свинок. Показано, что иммунный статус и индекс инфицированности экспериментальных животных, зараженных вирулентными культурами бруцелл, зависит от иммунизирующей дозы вводимого препарата. Иммунизация экспериментальных животных термоэкстрактом *B. abortus* И-206 в S-форме, а также при сочетанном применении термоэкстрактов в S- и L-формах с последующим заражением *B. abortus* 544 и *B. melitensis* И-203, способствовала снижению индекса инфицированности.

Ключевые слова: термоэкстракты, S- и L-формы, бруцеллы, индекс инфицированности

Studying of S- and L- form *Brucella*'s Thermo-Extracts Immunogenic Characteristics at Cavies Guinea Pigs

L.M. Mikhailov, N.L. Barannikova, L.E.Tokareva, S.A. Vityazeva, T.P. Starovoytova, V.I. Dubrovina (dubrovina-valya@mail.ru), S.V. Balakhonov

Federal Budgetary Healthcare Facility «Irkutsk Anti-plague Research Institute» of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, adm@chumin.irkutsk.ru

Abstract

Relevance. In the Russian Federation is noted the negative dynamics of epizootic process of brucellosis among epidemiologically important species of farm animals (cattle and small ruminants), which represents a threat to the population. Used in Russia live vaccine based on a strain of *Brucella abortus* 19 the BA has reduced virulence, but capable at high doses (108 – 2 109 m.c.) cause a generalized infection in guinea pigs and humans, and in violation of the rules cause post-vaccination complications.

Goal. Assess possibility of the thermo-extract derived from the S- and L-forms of *Brucella*, get an immune response in guinea pigs, and reduce the risk of infection with virulent *brucella*.

Materials and methods. Two series of experiments were carried out on guinea pigs. Immunized guinea pigs thermo-extracts (TE) from a strain of *B. abortus* I-206 in the S- and L-forms, and live brucellosis vaccine (Scientific and Production Association for Immunological Preparations «Microgen», Russia). To infect guinea pigs using virulent *B. abortus* 544 (Reference) and *B. melitensis* I-203 from the museum of living cultures of the Irkutsk Scientific Research Anti-Plague Institute.

Results. In the first and second experiment after immunization L TE in dose 5 mg and 10 mg after infection with *B. abortus* and *B. melitensis* 544 I-203 were approximately similar results. Immunization of *Brucella* in TE S-form or complex of L + S TE either of two doses (5 mg or 10 mg) cultures after infection *B. abortus* and *B. melitensis* 544 I-203 gave the same result as a vaccine *B. abortus* 19VA.

Conclusions. The results indicate the prospects of further study of experimental steps for using immunizing agents TE S, L TE and TE S + L on the laboratory animals.

Keywords: thermo-extracts, S- and L-forms, *Brucella*, infection rate

Введение

Эпидемиологическая и эпизоотологическая обстановка по бруцеллезу в Российской Федерации

характеризуется как напряженная, что связано с негативной динамикой эпизоотического процесса среди эпидемически значимых видов сельско-

хозяйственных животных (крупного и мелкого рогатого скота). Эта ситуация, а также введение экономических санкций против России, которые способствуют расширению рынка сбыта животноводческой продукции не только внутри страны, но и со странами неблагополучными по бруцеллезу (Средиземноморье, Ближний Восток и Южная Америка), требует усиления контроля за поступающей продукцией и проведения профилактических мероприятий по предупреждению заболевания бруцеллезом [1].

Известно, что используемая в России живая вакцина на основе штамма *Brucella abortus* 19 BA, обладает пониженной вирулентностью, но способна при введении больших доз (10^8 – 2×10^9 м.к.) вызывать генерализованную инфекцию у морских свинок [2] и у людей [3], а при нарушении правил ее применения вызывать поствакцинальные осложнения [4]. Работа по конструированию новых вакцинных препаратов, дающих более высокую защиту и не имеющих недостатков особенно в отношении бруцелл в L-форме, ведется как у нас в стране, так и за рубежом [5].

Ранее было показано, что иммунизация животных бруцеллами в L-форме обеспечивает защиту при последующем заражении вирулентными культурами бруцелл [6, 7]. В связи с чем, поиск новых антигенных препаратов бруцелл в L-форме, пригодных для формирования иммунного ответа, является актуальным направлением исследований [8 – 11].

Цель данной работы – оценить возможность применения термоэкстрактов, полученных из бруцелл в S- и L-формах, для формирования иммунного ответа у морских свинок и снижения риска заражения вирулентными бруцеллами.

Материалы и методы

Иммунизацию животных проводили термоэкстрактами (ТЭ) из штамма *B. abortus* И-206 в S- и L-формах [12] и вакциной бруцеллезной живой (НПО «Микроген», Россия). Для заражения использовали вирулентные культуры *B. abortus* 544 (референтный) и *B. melitensis* И-203 из музея живых культур Иркутского научно-исследовательского противочумного института Роспотребнадзора (Иркутск НИПЧИ).

В первом опыте в качестве экспериментальной модели служили 28 сертифицированных морских свинок весом 300 г из питомника Иркутск НИПЧИ. Препараты вводили подкожно в правую заднюю лапу в дозе 5 или 10 мг в 0,5 мл забуференного физиологического раствора (ЗФР, pH 7,2). Контролем служили морские свинки, получившие ЗФР в объеме 0,5 мл. Экспериментальные животные были разделены на группы по 4 морские свинки в каждой: 1 группа животных получала 5 мг ТЭ *B. abortus* И-206 в L-форме (ТЭ L); 2 группа – 5 мг ТЭ L; 3 и 4 группа – 10 мг ТЭ L; 5 и 6 группы – интактные животные. Через месяц экспериментальных животных 1-й, 3-й и 5-й групп зараз-

или минимальными инфицирующими дозами (МИД) *B. abortus* 544 ($2,5 \times 10^3$ м.к.), 2-й, 4-й и 6-й групп – *B. melitensis* И-203 (40 м.к.).

Во втором опыте использовали 54 морские свинки (весом 300 г), которых разделили на 9 групп по 6 голов в каждой. Животных опытных групп иммунизировали следующим образом: животным 1-й и 2-й групп вводили ТЭ L в дозе 5 мг и 10 мг соответственно; 3-й и 4-й групп – ТЭ S в дозе 5 мг и 10 мг соответственно; 5-й и 6-й групп – ТЭ L (2,5 мг) + ТЭ S (5 мг); животным 7-й группы – вакцину *B. abortus* 19 BA в дозе 2×10^6 м.к. Через месяц все опытные группы разделили на две подгруппы (по три головы в каждой) и заражали двукратной МИД *B. abortus* 544 (5×10^3 м.к.) и *B. melitensis* И-203 (80 м.к.) соответственно. Такую же дозу получили животные 8-й и 9-й групп (контроль заражающего штамма). Через месяц после заражения опытные и контрольные группы животных гуманным способом выводили из опыта в соответствии с «Правилами лабораторной практики» (приказ № 708 от 23.08.2010 г. МЗ и СР РФ). При вскрытии из крови и органов морских свинок (лимфатические узлы: паховый, регионарный, парааортальный, подчелюстной, аксиллярный, а также печень и селезенка) делали посев на питательные среды. После инкубации при 37 °C в течение 5 суток производили подсчет индекса инфицированности (ИИ) по формуле:

$$\chi = \frac{a \times 100}{b \times c},$$

где χ – индекс инфицированности (%),

a – число органов, из которых выделены культуры,

b – число животных в опыте,

c – общее число посевов от животных. Все работы проводились в соответствии с требованиями нормативно-методической документации [13 – 15].

Результаты и обсуждения

При оценке результатов исследования (I опыт) установлено, что в группе 1 опытных животных, иммунизированных ТЭ L (5мг) с последующим заражением МИД *B. abortus* 544 ($2,5 \times 10^3$ м.к.), ИИ составил 16,6%, в группе 2 морских свинок, иммунизированных ТЭ L (5мг) с последующим заражением *B. melitensis* И-203 в дозе 40 м.к. – 47,7%. В иммунизированных ТЭ L (10 мг) группах 3 (заражение МИД *B. abortus* 544 в дозе $2,5 \times 10^3$ м.к.) и 4 (заражение МИД *B. melitensis* И-203 в дозе 40 м.к.) ИИ составил 40,2 и 9,2% соответственно. У контрольных животных 5 группы, зараженных МИД *B. abortus* 544, ИИ зарегистрирован на уровне 27,8%, в 6 группе (зараженных *B. melitensis* И-203) – 52,8% (рис. 1).

Из полученных результатов следует, что у животных, иммунизированных ТЭ L в дозе 5 мг при последующем заражении как *B. abortus* 544, так и *B. melitensis* И-203 ИИ ниже, чем в контроле в 1,2 – 1,7 раза. Увеличение иммунизирующей дозы

Рисунок 1.

Индекс инфицированности морских свинок, иммунизированных ТЭ из *B. abortus* И-206 в L-форме при последующем заражении вирулентными культурами бруцелл

ТЭ L до 10 мг при заражении экспериментальных животных *B. abortus* 544 приводит к повышению ИИ в 1,7 раза по сравнению с контролем. При заражении морских свинок, иммунизированных *B. melitensis* И-203 ТЭ L в дозе 10 мг ИИ был ниже, чем в контроле в 5,7 раза.

Таким образом, на первом этапе эксперимента показано, что увеличение иммунизирующей дозы ТЭ L в 2 раза (10 мг) не способствует активации защитных свойств организма при заражении культурой *B. abortus* 544, а ведет к повышению обсемененности органов морских свинок. Вместе с тем, при заражении животных вирулентной культурой *B. melitensis* И-203 наоборот отмечается достаточно выраженный эффект снижения индекса инфицированности.

На втором этапе исследований (опыт 2) сравнительный анализ действия препаратов ТЭ L, ТЭ S и ТЭ S+L показал, что предварительная иммунизация экспериментальных животных ТЭ L в дозе 5 мг, инфицированных *B. abortus* 544, приводила к снижению ИИ в 2,0 раза по сравнению с контролем (рис. 2). Увеличение иммунизирующей дозы ТЭ L (10 мг) вызывало увеличение ИИ в 1,6 раза. При заражении культурой *B. melitensis* И-203 морских свинок, предварительно иммунизированных ТЭ L, независимо от иммунизирующей дозы (5 или 10 мг), ИИ увеличивался от 1,3 до 1,7 раза.

При использовании для иммунизации экспериментальных животных препарат ТЭ S в дозе

как 5 мг, так и 10 мг установлено снижение ИИ. Вместе с тем, при иммунизации животных ТЭ S в дозе 5 мг и последующем заражении культурой *B. abortus* 544, а также при иммунизации этим же препаратом в дозе 10 мг с последующим заражением *B. melitensis* И-203 обсемененность органов возбудителем бруцеллеза не выявлена. Важно отметить, что ИИ в двух других опытных группах в случае применения для иммунизации препарат ТЭ S был ниже значений в контроле в 1,4 – 4,4 раза.

Иммунизация морских свинок препаратом ТЭ L + S после заражения культурами *B. abortus* 544 и *B. melitensis* И-203 обеспечивала ИИ ниже, чем в контроле. При этом, в случае заражения экспериментальных животных *B. melitensis* И-203, предварительно иммунизированных ТЭ L + S в дозе 10 мг, ИИ не определялся, при иммунизации этим же препаратом в дозе 5 мг составил 1,9%. Данное обстоятельство указывает на способность препарата ТЭ L+S в дозе 10 мг обеспечивать защиту организма от инфекционного агента. При заражении *B. abortus* 544 морских свинок, иммунизированных ТЭ L+S в дозах 5 мг и 10 мг ИИ составлял 13,0 и 3,7% соответственно. Важно отметить, что ИИ экспериментальных животных, иммунизированных вакциной *B. abortus* 19 BA в дозе 2×10^6 м.к. с последующим заражением культу-

Рисунок 2.

Сравнительные показатели индекса инфицированности крови и органов экспериментальных животных, иммунизированных ТЭ из бруцелл в L- и S- формах, а также ТЭ S+L и вакцины *B. abortus* 19 BA с последующим заражением культурами *B. abortus* 544 и *B. melitensis* И-203

рой *B. abortus* 544 составлял 1,9%, а в случае *B. melitensis* И-203 – 3,7%. Что подтверждает имеющиеся сведения о защитных свойствах вакцинного штамма *B. abortus* 19 BA.

Таким образом, результаты, полученные в первом и втором опыте при иммунизации ТЭ L дозами 5 мг и 10 мг с последующим заражением *B. abortus* 544 и *B. melitensis* И-203, несмотря на некоторые различия в показателях имеют схожую тенденцию. Иммунизация ТЭ из бруцелл в S-форме, а также комплексом ТЭ L + S (не зависимо от дозы вводимого препарата – 5 мг или 10 мг) при последующем заражении культурами *B. abortus* 544 и *B. melitensis* И-203 существенно снижала ИИ животных по сравнению с контролем и ее действие было сопоставимо с таковым вакцины *B. abortus* 19 BA.

Выводы

1. Экспериментально показано, что индекс инфицированности морских свинок зависит как от дозы иммунизирующих препаратов ТЭ S, ТЭ L или ТЭ S+L (5 или 10 мг), так и от фенотипических свойств инфицирующего агента (*B. melitensis* И-203 или *B. abortus* 544).
2. Иммунизация животных экспериментальными препаратами ТЭ S и ТЭ L+S с последующим заражением культурами *B. abortus* 544 и *B. melitensis* И-203 приводит к снижению ИИ, сопоставимому с результатами при иммунизации вакцинным штаммом *B. abortus* 19 BA.
3. Полученные данные свидетельствуют о перспективности дальнейшего изучения действия экспериментальных препаратов ТЭ S, ТЭ L и ТЭ S+L на организм лабораторных животных.

Литература

1. Санитарные правила СП 3.1.7. 2613-10. Профилактика бруцеллеза. Москва; 2010.
2. Вершилова П.А., Голубева А.А., Кайтмазова Е.И. Бруцеллез. 2 изд. перераб. и доп. Москва. Медицина; 1972: 414.
3. Mayfield J.E., Bricker B.J., Godfrey H., Grosby R.M., Knight D.J., Halling S.M. et al. The cloning, expression and nucleotide sequence of a gene coding for an immunogenetic *Brucella abortus*. Gene. 1988; 63: 1 – 9.
4. Михайлов Л.М., Калиновский А.И., Баранникова Н.Л., Чеснокова М.В., Вишняков В.А., Балахонов С.В. и др. Расследование осложненных поствакцинальных реакций на бруцеллез у людей в Республике Бурятия. Инфекционные болезни. 2012; 4: 76 – 82.
5. Будыгин Д.В., Гордиенко Л.Н., Шестаков В.А., Братцев А.Ю. Степень выраженности реакции организма лабораторных животных в зависимости от введенной дозы L-культуры бруцелл: Материалы всероссийской научной конференции по проблемам хронических инфекций (бруцеллез, туберкулез), Омск 2001: 86 – 89.
6. Цыбин Б.П., Лунина Е.Н., Таран И.Ф. Влияние персистирующих L-форм бруцелл на генез реакции ГЗТ и восприимчивость к заражению вирулентными штаммами бруцелл: Материалы шестой краевой науч. конф. Особо опасные инфекции на Кавказе. Ставрополь; 1987: 247 – 249.
7. Вершилова П.А., Грекова Н.А., Толмачева Т.А. Персистенция бруцеллезных L-культур в организме экспериментального животного и длительность иммунитета. Вестник АМН СССР. 1985; 3: 10 – 13.

8. Альбертян М.П., Искандаров М.И., Федоров А.И. Иммунобиологические свойства бруцеллезного антиген-полимерного конъюгата. Ветеринарная патология. 2006; 3: 122 – 128.
9. Тяпин В.В. Совершенствование схем специфической профилактики бруцеллеза маралов с использованием живой слабоагглютиногенной вакцины из штамма *Brucella abortus* 75/79-AB: Дисс. ... канд. ветеринар. наук. Барнаул; 2005.
10. Аммосов Г.Г. Изучение антигенных и иммуногенных свойств вакцины из штамма *Brucella abortus* 75/79-AB в организме северных оленей: Дис. ... канд. ветеринар. наук. Барнаул–Якутск; 2006.
11. Баймурат Д.Б. Сравнительная эффективность применения протективного антигена из бруцелл и вакцины из штамма *Brucella abortus* 82 для профилактики бруцеллеза у крупного рогатого скота: Автореф. дис. ... д-ра ветеринар. наук. Алматы; 1996.
12. Михайлов Л.М., Калиновский А.И., Баранникова Н.Л., Балахонov С.В., Марков Е.Ю., Николаев В.Б. и др. Способ получения антигенного препарата из бруцелл в L-форме. Патент РФ, № 2416429. Бюллетень; 2009: 11.
13. Санитарно-эпидемиологические правила СП 1.3.3118-13. Безопасность работы с микроорганизмами I – II групп патогенности (опасности). Москва; 2013.
14. Методические указания МУ 3.1.7. 1189-03. Профилактика и лабораторная диагностика бруцеллеза людей. Москва; 2003. МУК 4.2.3010-12. Порядок организации и проведения лабораторной диагностики бруцеллеза для лабораторий территориального, регионального и федерального уровней. Москва; 2012.

References

1. Sanitary rules (SR) 3.1.7. 2613-10. Prevention of brucellosis. Moscow; 2010.2. Varashilova P.A., Golubeva A.A., Kaitmazova E.I. Brucellosis. 2th revised and expanded edition. Moscow. Medicine; 1972: 439 (in Russian).
3. Mayfield J.E., Bricker B.J., Godfrey H., Grosby R.M., Knight D.J., Halling S.M. et al. The cloning, expression and nucleotide sequence of a gene coding for an immunogenetic *Brucella abortus*. Gene. 1988; 63: 1 – 9.
4. Mikhaylov L.M., Kalinovskiy A.I., Barannikova N.L., Chesnokova M.V., Vishnyakov V.A., Balakhonov et al. Investigation of complicated post-vaccinal reactions on brucellosis in the population of the Buryat Republic. Infektsionnye bolezni. [Infectious diseases]. 2012; 10 (4): 76 – 81 (in Russian).
5. Buldygin D.V., Gordiyenko L.N., Shestakov V.A., Brattsev A.Yu. Degree of manifestation of reaction in the organism of laboratory animals depending on the entered dose of *Brucella* L-culture. Materials of the Scientific Conference on chronic infections (brucellosis, tuberculosis). Omsk, 2001: 86 – 89 (in Russian).
6. Cibin B.P., Lunina E.N., Taran I.F. The impact of persistent L-forms of *Brucella* in the genesis of delayed-type hypersensitivity reactions and susceptibility to infection by virulent strains of *Brucella*. Materials sixth regional scientific conference of especially dangerous infections in the Caucasus. Stavropol; 1987: 247 – 249 (in Russian).
7. Vershilova P.A., Grekova N.A., Tolmacheva T.A. Persistence brucellosis L-cultures in the organism of an experimental animal and duration of immunity. Vestnik AMN SSSR [Herald of Medical Sciences Academy of the USSR]. 1985; 3: 10 – 13 (in Russian).
8. Albertyan M.P., Iskandarov M.I., Fedorov A.I. Immunobiologichesky properties *Brucella* antigen-polymer conjugate. Veterinarnaya patologiya [Veterinary pathology]. 2006; 3: 122 – 128 (in Russian).
9. Tyapin V.V. Improving the schemes of specific preventive brucellosis in marals with weak agglutinin vaccine from the strain *Brucella abortus* 75/79-AB: Doctorate of veterinary sci. diss. Barnaul; 2005 (in Russian).
10. Ammosov G.G. Study of antigenic and immunogenic properties of the vaccine derived from a strain of *Brucella abortus* 75/79-AB in the organism of reindeer: Doctorate of veterinary sci. diss. Barnaul – Yakutsk; 2006 (in Russian).
11. Baymurat D.B. Comparative effectiveness of protective antigen of *Brucella* vaccines and of *Brucella abortus* strain 82 for the prevention of brucellosis in cattle: PhD of veterinary sci. diss. Almaty; 1996 (in Russian).
12. Mikhaylov L.M., Kalinovskiy A.I., Barannikova N.L., Balakhonov, Markov E.Y., Nikolaev V.B. et al. Способ получения антигенного препарата из бруцелл в L-форме. Патент РФ, № 2416429; Бюллетень. 2009; 11 (in Russian).
13. Sanitary rules (SR) 1.3.3118-13. Safety work with microorganisms I – II pathogenicity groups (hazard). Moscow; 2013 (in Russian).
14. Methodical guidelines (MG) 3.1.7. 1189-03. Prevention and laboratory diagnosis of brucellosis in humans. Moscow; 2003 (in Russian).
15. Methodical guidelines (MG) 4.2.3010-12 The order of organization and holding of brucellosis laboratory diagnostics to laboratory territorial, regional and federal levels. Moscow; 2012 (in Russian).

КОРОТКОЙ СТРОКОЙ

Определены особенности возбудителя туберкулеза, распространенного в России

Российские ученые обнаружили особенности белкового состава высоковирулентного и устойчивого к лекарствам штамма возбудителя туберкулеза, который широко распространен в России и некоторых других постсоветских странах.

На территории РФ присутствуют три основных генетических линии *Mycobacterium tuberculosis*: Ural, LAM и Beijing. Недавние исследования показали, что более половины обнаруженных в стране штаммов принадлежат к линии Beijing, причем четверть из них входит в клональный кластер Beijing B0/W148. Представители этого кластера отличаются высокими контагиозностью и устойчивостью к большинству антибиотиков, а также более выраженной способностью выживать в человеческих макрофагах. Какие биохимические особенности придают им эти свойства, до сих пор известно не было.

Сотрудники Федерального научно-клинического центра физико-химической медицины, Московского физико-технологического института, Петербургских НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера и фтизиопульмонологи провели анализ протеома семи штаммов Beijing B0/W148 и сравнили его с референсным лабораторным штаммом H37Rv. В целом идентифицировано 1868 белков Beijing B0/

W148 (из них 1176 присутствовали во всех штаммах) и 1560 белков H37Rv. Кроме того, 17 из них оказались уникальными для Beijing B0/W148 и 57 – для H37Rv. Помимо этого, ученые обнаружили существенные различия в уровне экспрессии у 192 белков Beijing B0/W148. Анализ этих белков показал, что у Beijing B0/W148 повышен уровень ферментов, синтезирующих длинноцепочечные жирные кислоты, и понижен – расщепляющих эти соединения. Также у этих штаммов наблюдался высокий уровень белка HsaA, участвующего в утилизации стероидов, что может объяснить повышенную контагиозность и выживаемость в макрофагах Beijing B0/W148.

Ученые подтвердили крайне низкий уровень белка SseA, характерный для всех типичных («современных») представителей Beijing. Недостаток этого белка может приводить к усиленному окислительному повреждению ДНК бактерии и, как следствие, накоплению мутаций, способствующих развитию устойчивости к противотуберкулезным средствам.

Информацию предоставил Н.И. БРИКО

Источник: Julia Bespyatykh et al. Proteome analysis of the *Mycobacterium tuberculosis* Beijing B0/W148 cluster. Scientific Reports, 2016; doi:10.1038/srep28985