

УДК: 616-093/-098

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАКТОБАЦИЛЛ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАЗНЫХ БИОТОПОВ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА



Халдарбекова Г.З., Мухамедов И.М.

*Ташкентский государственный
стоматологический институт*

Освещен видовой и количественный состав лактобацилл основных биотопов организма человека, описаны их изменения при физиологических и патологических процессах. Большое внимание уделено основным биологическим свойствам лактобацилл разных биотопов тела человека.

Ключевые слова: лактобациллы, адгезия, лизоцимная активность, антилизоцимная активность, антилактоферриновая активность.

Annotation

The review is devoted to the consideration of species and quantitative composition of lactobacilli of the main biotopes of the human body, and their changes in physiological and pathological processes. Much attention is paid to the basic biological properties of lactobacilli of different biotopes of the human body.

Key words: lactobacilli, adhesion, lysozyme activity, anti-lysozyme activity, anti-lactoferrin activity.

Хулоса

Ушбу мақола одам организмнинг асосий биотопларидаги лактобациллаларнинг миқдорий ва турбўйича тахлилига, ҳамда уларнинг физиологик ва патологик жараёнлардаги ўзгаришига бағишланган. Энг катта эътибор одам организмнинг турли биотопларидаги лактобациллаларнинг асосий биологик хусусиятларига қаратилган.

Цель исследования – изучение и анализ количественных и качественных критериев лактобацилл, а также оценка основных биологических свойств в разных биотопах организма человека.

На современном этапе развития науки микробиология, считающаяся фундаментальной и практической отраслью знаний, открывает новые двери в развитии физиологических и патологических направлений медицины. Уже давно известно, что тело человека колонизировано огромным количеством микроорганизмов, которые составляют человеческую микробиоту. Поэтому одной из важнейших задач современной клинической микробиологии является изучение микробиот основных биотопов организма: ротовая полость, кишечник и влагалище, являющееся индикатором репродуктивного здоровья женщины [2].

Известно, как неотъемлемая часть лактобактерий входит в состав микрофлоры различных эконисш тела человека, теплокровных животных, птиц, рыб и насекомых. В связи с этим лактобациллы широко применяются в качестве бактериальных препаратов и в составе продуктов лечебного питания для профилактики и лечения различных заболеваний.

Все возрастающее значение, которое в последние годы придается лактобактериям, вызывает необходимость обобщения знаний, касающихся данной группы, начиная от её морфологических характеристик и тонких молекулярных механизмов передачи генетической информации и заканчивая использованием их в биотехнологических и медицинских целях.

Род *Lactobacillus* впервые был описан Beiyerinck в 1901г [17]. Он представляет собой фенотипически и генотипически гетерогенную группу микроорганизмов и включает в себя, по разным данным, от 30 до более чем 70 видов и подвидов [1,12].

Лактобактерии имеют форму длинных тонких, прямых слегка изогнутых палочек до коринеформных и коккобактерий. Длина палочек и величина изгиба обычно зависит от возраста культуры состава питательной среды [16] и напряжения кислорода [15]. У представителей этого рода наблюдаются отчетливые морфологические различия между разными видами, хотя некоторые газообразующие виды (*L. fermentum*, *L. brevis*) представляют собой смесь длинных и коротких палочек. Все виды лактобацилл отчетливо грам-положительны, и лишь у погибших бактерий можно наблюдать вариабельность при окраске по Граму (рис. 1).

При росте на специальных плотных средах лактобактерии образуют белые, круглые, гладкие, выпуклые, непрозрачные, блестящие колонии с ровными четкими контурами, диаметром от 2 до 5 мм. В редких случаях колонии имеют желтоватый или красноватый оттенок (рис. 2). При росте на жидких питательных средах лактобациллы чаще всего вызывают равномерное помутнение, вскоре после прекращения роста осаждаются в виде ровного и гомогенного, реже в виде хлопьевидного или слизистого осадка, никогда не образуя плёнку на поверхности среды.

Среди представителей нормофлоры наиболее доминирующим компонентом считаются лактобациллы. Они играют важную роль в поддержании нормального состояния биотопов тела человека, кроме этого они выполняют многообразные функции в организме. Видовой и количественный состав лактофлоры биотопов отличаются и может изменяться в зависимости от состояния организма.

В связи с этим особый интерес пробуждают особенности видового состава и комплекса биологических характеристик лактобацилл различных биотопов человека в норме и в условиях сниженной резистентности организма то есть в патологии, которая чаще всего наступает при развитии дисбиозов.

Основными биологическими свойствами бактерий рода *Lactobacillus*, позволяющими им колонизировать различные биотопы организма человека и животных и успешно конкурировать с другими представителями микрофлоры, являются адгезивная и антагонистическая активность, устойчивость к высокой кислотности среды. Адгезия – это, конечно, основное ключевое свойство, определяющее эффективность колонизации. Адгезия у лактобацилл обеспечивается специальными специфическими органеллами – ресничками, находящимися на поверхности бактериальных клеток, ультраструктура этих органелл – комплекс белков и полисахаридов. Хорошо изучены механизмы адгезии гастроинтестинальных лактобацилл. Установлено что адгезия *L. acidophilus* осуществляется с помощью экзополисахаридов клеточной стенки и инициируется веществом белковой природы которое является экзометаболитом [11]. Кроме того, биологическим свойствам относится антилизосимная активность (АЛА), лизосимная активность (ЛА), антилактоферриновая активность (АЛФА), способность адгезии и др. Нужно отметить что при выявлении этих свойств большую роль играет видовой состав лактобацилл.

Антагонистические свойства молочнокислых бактерий обусловлены продукцией органических кислот (молочной, уксусной), перекиси водорода и образованием субстанций, схожих с антибиотиками. По мнению многих исследователей, именно образование указанных органических кислот из углеводов приводит к снижению рН среды и предотвращает развитие других микроорганизмов [11]. При этом они продуцируют различные антибактериальные вещества, мурамидазу, бактериоцины, микроцины и др. [13].

Было определено, что их количественное содержание в полости рта здоровых людей составляет 3-4 Lg КОЕ/мл; в желудке 3 Lg КОЕ/мл, в тощей и подвздошной кишках в пределах 2-5 Lg КОЕ/мл; а во влагалищной среде они являются доминирующим родом (95-98%) [3]. Несмотря на то, что во влагалище могут обитать до 30 видов бактерий, 90-95% из них представлены лактобактериями, их

количество в 1 мл вагинального секрета достигает 10^7 - 10^9 КОЕ [9].

Если рассматривать биологические свойства лактобацилл разных биотопов, то следует отметить, что до сих пор остается неясным, каким образом они выживают в полости рта, поскольку даже в норме они находятся в условиях постоянного воздействия огромного количества клеточных и гуморальных факторов защиты организма человека к которым относятся полиморфонуклеары, иммуноглобулины А и G, лизоцим, лактоферрин, миелопероксидаза, пероксидаза слюны, сиаловые кислоты и др. При воспалительных заболеваниях полости рта происходит увеличение показателей иммунитета, что отражается на микробиологическом статусе. Например, при гингивитах возрастает количество лизоцима, а это в свою очередь подавляет продукцию молочной кислоты лактобациллами [5].

Проблема идентификации и классификации лактобацилл является особенно актуальной в связи с их широким использованием в качестве пробиотических средств и в производстве ферментированных продуктов традиционного и функционального питания. Установлено, что видовой состав лактофлоры человека может значительно варьировать в зависимости от национальной принадлежности, территории проживания, пищевого рациона и многих других факторов [8].

Ранее в качестве доминирующего вида вагинальной микрофлоры рассматривали вид *Lactobacillus acidophilus*. Позже удалось выявить *L. crispatus*, *L. gasseri*, *L. jensenii*, *L. iners*, *L. johnsonii* [3].

Среди видовой разнообразия вагинальных лактобацилл особое место занимает *L. iners*. Этот вид не продуцирует перекись водорода и имеет способность адаптироваться к повышенным значениям рН вагинальной среды. Таким образом, *L. iners* не способен, подобно другим лактобациллам, эффективно защищать женский организм от патогенных микроорганизмов, а напротив, predisposing к заселению влагалища условно-патогенной микрофлорой и катализируют процессы, инициирующие преждевременную родовую деятельность [2].

Лактофлора полости рта представлена пятью видами лактобацилл группы *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. rhamnosus*. А вот лактофлора кишечника при анализе видового состава представляется четырьмя видами: *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *L. casei*, *L. brevis* [13].

Надо отметить, что вышеуказанные показатели могут меняться в зависимости от видового состава каждого биотопа, потому что в каждом изученном биотопе существуют отличия видового состава и биологических свойств лактофлоры в норме и при дисбиозе [5].

Штаммы лактобацилл, выделенные из полости рта детей в возрасте 9-18 лет, идентифицирован-

ные как *Lactobacillus plantarum* (3 штамма) и *Lactobacillus rhamnosus* (2 штамма), обладали наиболее высокой поверхностной гидрофобностью, адгезией и коагрегацией с тест-культурами. Высокая степень аутоагрегации, поверхностной гидрофобности и коагрегации у большинства оральных штаммов лактобацилл определяет выраженную способность к образованию биоплёнки. Данные характеристики индигенных микроорганизмов делают их более конкурентоспособными в борьбе за сайты адгезии при образовании биоплёнки в полости рта и способствуют сохранению зубиоза [13].

Кроме этих, выше подтверждённых биологических свойств доказана способность лактобацилл к влиянию на систему иммунитета, противоопухолевое действие, антагонистическое действие, стимулирующее действие к размножению и кислотообразованию бифидобактерий, антиоксидантное действие, способность понижать липидную пероксидазу и т.д. [14].

Безопасность лактобацилл для здоровья человека в настоящее время является хорошо установленным фактом. Однако в редких случаях, в основном у лиц с вторичными иммунодефицитами, лактобациллы индигенной микрофлоры способны вызывать локальные и генерализованные инфекции. Представители рода *Lactobacillus* могут служить причиной развития гнойно-воспалительных процессов, эндокардитов, септицемии, пневмонии, менингита, уроинфекций [4].

Таким образом, со всей очевидностью можно полагать, что изменение содержания лактофлоры является одной из форм дисбиотических нарушений в нормобиоценозах биотопов человека, что позволяет использовать количественную характеристику лактобактерий в качестве одного из основных диагностических критериев при оценке состояния полости рта, кишечника, и женского репродуктивного тракта [6,10]. Кроме количественных сдвигов, наблюдается изменения видового состава, которое выражается как в появлении или исчезновении видов лактобацилл, так и в повышении или снижении их удельного веса в микробиоценозе. В то же время изучение этих важнейших особенностей лактобактерий в биотопах человеческого организма до сих пор до конца не изучены.

Список литературы

1. Блохина И.Н., Леванова Г.Ф., Антонов А.С. Систематика бактерий (с основами геносистематики). – Н. Новгород, 1992.
2. Будиловская О.В. Видовое разнообразие вагинальных лактобацилл в норме и при дисбиотических состояниях // Журн. акуш. и жен. бол. – 2017. – С. –24-32.
3. Будиловская О.В. Современные представления о лактобациллах влагалища женщин репродуктивного возраста // Журн. акуш. и жен. бол. – 2016. – С. 34-43.
4. Глушанова Н.А. Биологические свойства лактобацилл // Бюл. Сибирской медицины. – 2003. – №4. – С. 50-58.
5. Забирова Т.М. Биологические свойства лактобацилл биотопов человека в норме и при дисбиозах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Оренбург, 2001.
6. Мухамедов И.М., Неъматов А., Рахмонов Х. Микроэкология важнейших биотопов тела человек. – Ташкент, 2007. – 461 с.
7. Наумкина Е.В. Биологические свойства вагинальных лактобацилл и факторы местного иммунитета при инфекционно-воспалительных заболеваниях половой сферы // Пермский мед. журн. – 2008. – №5. – С. 87-90.
8. Новик Г.И., Сидоренко А.В. Лактобациллы: биотехнологический потенциал и проблемы идентификации // Проблемы здоровья и экологии: Сб. материалов конф. – Минск, 2007. – С. 141-148.
9. Орлова В.С., Набережнев Ю.И. Состояние и регуляция нормального микробиоценоза влагалища // Научные ведомости. Сер. Медицина. Фармация. – Белгород, 2011. – С. 15-20.
10. Соколова К.Я., Совельева И.В., Попова И.В. и др. Аутофлора человека в норме и патологии и ее коррекция: Сб. науч. тр.; Под ред. И.Н. Блохиной. – Горький, 1988. – С. 144-148.
11. Соловьева И.В., Точилина А.Г., Белова И.В. и др. Биологические свойства лактобацилл. Перспективы использования в лабораториях расходнадзора экспресс-методов амплификации нуклеиновых кислот при контроле качества пищевых продуктов, БАД к пище, лекарственных форм, содержащих лактобациллы // Медиаль. – 2014. – №2. – С. 29-44.
12. Тюрин М.В., Шендеров Б.А. Фаги и плазмиды лактобацилл // Антибиотики и химиотерапия. – 1992. – Т. XXXIII, №6. – С. 463-468.
13. Червинец Ю.В., Червинец В.М., Миронов А.Ю. и др. Индигенные лактобациллы полости рта человека – кандидаты в пробиотические штаммы // Человек и его здоровье: Курский науч.-практ. Вестн. – 2012. – №1. – С. 131-137.
14. Шабанова Н.М., Попкова С.М., Джиоев Ю.П. и др. Микроэкологическая и геновидовая характеристика лактобацилл вагинального биотопа у женщин с неспецифическими воспалительными заболеваниями нижнего этажа полового тракта // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – №2. – С. 87-95.
15. Arnoud J.P., Lacroix C., Fousereau C., Chopin L.) Shear stress effects on growth and activity of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgarius* // J. Biotechnol. – 1993. – Vol. 29. – P. 157-175.

16. Jasques N.A., Brown R.A., Sharpe M.E., Fitzgerald R.J. 980). Characterization of two strains of cariogenic lactobacilli // *J. Gen. Microbiol.* – 1980. – Vol. 118. – P. 283-286.

17. Kandler O., Weiss N. Regular, Non-Sporing Gram-Positive Rods // *Sneath H.A. et al.; Eds. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Williams and Wilkins, Baltimore, 1986. – P. 1208-1234.*

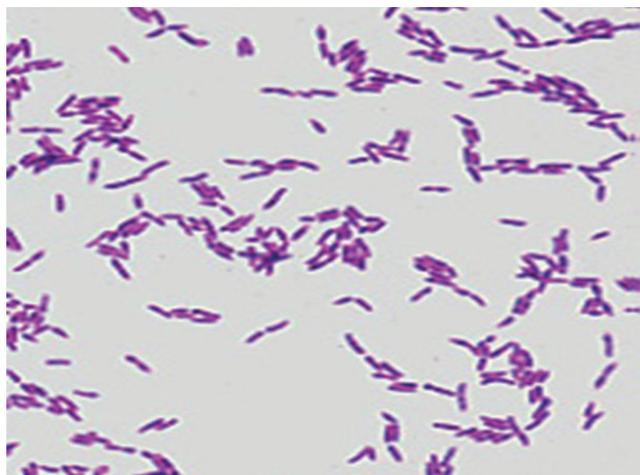


Рис. 1. Чистая культура лактобактерий.



Рис. 2. Колонии лактобактерий на среде MPC-4.

Таблица. Средние показатели биологических свойств лактофлоры биотопов человека

		ПМО	pH	ИА	АЛА	ЛА	МБГ	МБЧ	МР
Полость рта	норма	4,44±0,33	4,04±0,04	3,37±0,24	5,1±0,25	1,33±0,29	0,52±0,1	0,076±0,02	1,39±0,05
	патологии	3,5±0,23	4,1±0,12	2,49±0,2	3,72±0,4	0,7±0,1	0,44±0,2	0,22±0,03	0,39±0,05
Влагалище	норма	6,05±0,14	4,05±0,03	4,39±0,27	7,56±0,19	1,86±0,35	0,48±0,07	0,26±0,03	0,31±0,14
	патологии	3,98±0,31	4,17±0,06	2,42±0,25	4,52±0,76	1,23±0,26	0,47±0,03	0,29±0,03	0,39±0,05
Кишечник	С высоким ПМО	6,0±0,01	4,04±0,12	3,83±0,24	5,15±0,15	2,04±0,28	0,51±0,05	0,21±0,06	0,40±0,08
	С низким ПМО	4,55±0,18	4,16±0,04	2,61±0,25	4,52±0,17	1,19±0,2	0,42±0,07	0,38±0,08	0,22±0,04

Примечание. ПМО – показатель микробной обсемененности, pH – кислотность среды, ИА – индекс адгезии, АЛА – антилизинная активность, ЛА – лизоцимная активность, МБГ – маркер бактериоциногенности, МБЧ – маркер бактериоциночувствительности, МР – маркер резистентности.