

МРНТИ: 34.27.17

Г.Т. ДЖАКИБАЕВА*, Д.А. ТЛЕУБЕКОВА, А. БЕРДАЛИЕВА., Г.Б. БАЙМАХАНОВА,
А.И. БАЙДАЛИНОВ
*j.gulnar60@mail.ru

ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии»,
Алматы, Казахстан

СПОСОБНОСТЬ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ СИНТЕЗИРОВАТЬ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДЫ

doi: 10.53729/MV-AS.2021.04.02

Аннотация

Изучена способность коллекционных молочнокислых бактерий и молочнокислых бактерий, входящих в консорциум, используемый для получения кисломолочных продуктов, синтезировать экзополисахариды. Установлено, что из 15 испытанных культур четыре (*Lactobacillus casei* 139, *Lactobacillus plantarum* №2, *Lactobacillus cellobiosus* №20, *Lactococcus lactis* №K-1) проявляют экзополисахаридную активность.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, консорциум, экзополисахариды (ЭПС)

Интенсивное расширение ассортимента молочных продуктов привело к широкому использованию в технологии пищевых добавок: стабилизаторов, консервантов, антиоксидантов различного происхождения. На современном этапе развития биотехнологии особый научный и практический интерес представляют стартовые культуры, которые являются не только натуральной альтернативой пищевым добавкам, улучшающим реологические показатели пищевых продуктов, но и выступают в роли факторов, способствующих адгезии полезных микроорганизмов на стенках кишечника.

Среди многочисленных веществ – метаболитов бактерий особое место занимают углеводы и их производные, которые в виде разнообразных производных комплексов входят в состав живых клеток, выполняя роль источника энергии, регуляторов специфических биохимических процессов. Источником получения экзополисахаридов (ЭПС) на сегодняшний день являются многие микроорганизмы. К наиболее известным микроорганизмам, которые способны продуцировать ЭПС, относятся бактерии разных родов. Значительное место среди них занимают молочнокислые бактерии. Изучение ЭПС, продуцируемых молочнокислыми бактериями, началось с 80-х годов прошлого столетия и активно развивается в настоящее время, отражением чего служат постоянно публикуемые обзоры [1,2,3,4,5]. Микробные ЭПС находят применение в ветеринарии, медицине, фармацевтической, пищевой, химической, нефтедобывающей и других отраслях, поскольку обладают широким спектром физико-химических, функционально-технологических и биологических свойств [6,7].

Среди молочнокислых бактерий особое внимание уделяется бактериям рода *Lactobacillus*, представители которого широко распространены в природе. Разными исследователями показано, что лактобациллы обладают большим потенциалом в отношении синтеза экзополисахаридов, однако функции этих биополимеров являются не до конца изученными. Для формирования представления о влиянии экзополисахаридов молочнокислых бактерий на физиологические реакции в организме животных, необходимо накопление данных о химической структуре, физических и биологических свойствах ЭПС разных видов и штаммов [8,9,10,11]. Особый интерес к ЭПС-активным культурам пробиотических микроорганизмов обусловлен тем, что на международном уровне молочнокислым и бифидобактериям присвоен высокий статус безопасности, что

подтверждает возможность применения ЭПС-продуцирующих штаммов этих микроорганизмов в производстве безопасности продуктов питания [12,13,14].

В связи с этим, исследования, посвященные изучению функций экзополисахаридов молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* различных штаммов, являются актуальными и могут иметь значительный научный интерес и прикладное значение.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись 10 штаммов коллекционных молочнокислых бактерий: *Lactobacillus plantarum* 53Н, *Lactobacillus plantarum* 22, *Lactobacillus plantarum* 2, *Lactobacillus cellobiosus* 20, *Lactobacillus acidophilus* 27W, *Lactobacillus curvatus* 18д, *Lactobacillus casei* 139, *Lactobacillus casei* 173а, *Lactobacillus salivarius* 8д, *Lactobacillus fermentium* 27 и 5 штаммов молочнокислых микроорганизмов, входящих в консорциум, используемый для создания кисломолочных продуктов: *Lactococcus lactis* К-1, *Streptococcus thermophilus* К-2, *Lactobacterium bulgaricus* К-3, *Lactococcus lactis* 8, *Streptococcus lactis* 6.

Консорциум составлен из суспензии клеток *Lactococcus lactis* К-1, *Streptococcus thermophilus* К-2, *Lactobacterium bulgaricus* К-3, *Lactococcus lactis* 8, *Streptococcus lactis* 6, отобранных по принципу отсутствия у них способности стимулировать рост дрожжей рода кандиды. Молочнокислые бактерии выращивали на стерильном обезжиренном коровьем молоке, лактозосбраживающие дрожжи - на молочной сыворотке. Обезжиренное коровье молоко разливали по 100 мл в колбы на 500 мл и стерилизовали при 0,5 атм. 20 мин. Засевали по 2 мл суспензии каждой культуры, закрыв ватными пробками и помещали на 16-17 часов в термостат при 30⁰ С до получения сгустка с кислотностью 80 - 90⁰Т. Проводили полунепрерывное культивирование, заключающееся в ежедневном пересеве с постоянным микробиологическим контролем до получения постоянного процентного соотношения микроорганизмов, то есть устойчивого консорциума. При соблюдении условий культивирования (30⁰С) соотношение клеток культур молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* К-1, *Streptococcus thermophilus* К-2, *Lactobacterium bulgaricus* К-3 и дрожжей *Saccharomyces lactis* 19 устанавливается уже через 10 суток и сохраняется в дальнейшем на уровне 25:25:35:15.

Способность штаммов синтезировать экзополисахариды оценивалась при росте бактерий на питательной среде следующего состава: цельное обезжиренное молоко в качестве основы среды, дрожжевой экстракт - 0,5%, агар - 1,5%, сахароза - 1%, рутениевый красный - 80 мг/л. Бактерии, образующие экзополисахаридные капсулы, были защищены от проникновения в клетку красителя и оставались бесцветными. Колонии бактерий, не способные выделять экзополисахариды, приобретали бледно-розовое окрашивание.

Результаты и обсуждение

Экзополисахариды участвуют в широком круге биологических функций, таких как защита от высыхания, они ответственны за прикрепление клеток к поверхностям и участвуют в формировании биопленок. Способность молочнокислых культур, используемых в качестве заквасок при производстве кисломолочных продуктов, продуцировать ЭПС значительно улучшает текстуру, вкусовое восприятие и повышает стабильность конечного продукта.

Результаты исследований по способности молочнокислых бактерий, входящих в консорциумы, синтезировать экзополисахариды приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Синтез экзополисахаридов молочнокислыми бактериями, входящими в консорциум

Наименование культур	Синтез экзополисахаридов	
<i>Streptococcus lactis</i> №6		-
<i>Lactococcus lactis</i> №8		-
<i>Lactococcus lactis</i> №K-1	+	
<i>Streptococcus thermophilus</i> №K-2		-
<i>Lactobacterium bulgaricus</i> №K-3		-
Примечание: «+» неокрашенные колонии, «-» - окрашенные колонии		

Как видно из данных таблицы 1, лишь у одной культуры *Lactococcus lactis* №K-1 колонии не прокрашивались рутениевым красным и оставались бесцветными, что свидетельствует об образовании экзополисахаридных капсул, которые защищают от проникновения в клетку красителя. У *Streptococcus lactis* №6, *Lactococcus lactis* №8, *Streptococcus thermophilus* №K-2, *Lactobacterium bulgaricus* №K-3 (рисунок 1) колонии бактерий приобретали бледно-розовое окрашивание, что свидетельствует о том, что данные молочнокислые культуры не проявляют экзополисахаридной активности.

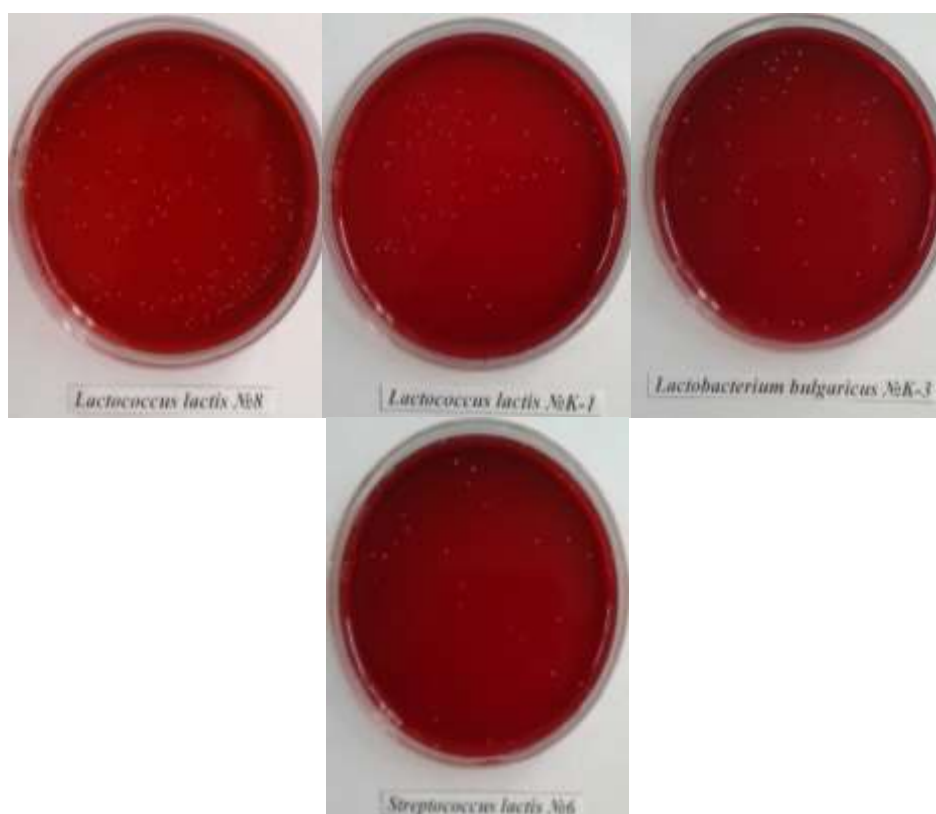


Рисунок 1- Колонии молочнокислых бактерий, входящих в консорциумы, прокрашенные рутениевым красным

Таблица 2 - Синтез экзополисахаридов коллекционными штаммами молочнокислых бактерий

Наименование культур	Синтез экзополисахаридов	
<i>Lactobacillus fermentium</i> 27		-
<i>Lactobacillus plantarum</i> 22		-
<i>Lactobacillus acidophilus</i> 27W		-
<i>Lactobacillus curvatus</i> 18д		-
<i>Lactobacillus casei</i> 139	+	
<i>Lactobacillus casei</i> 173a		-
<i>Lactobacillus salivarius</i> 8д		-
<i>Lactobacillus plantarum</i> №2	+	
<i>Lactobacillus plantarum</i> № 53H		-
<i>Lactobacillus cellobiosus</i> № 20	+	
Примечание: «+» неокрашенные колонии, «-» - окрашенные колонии		

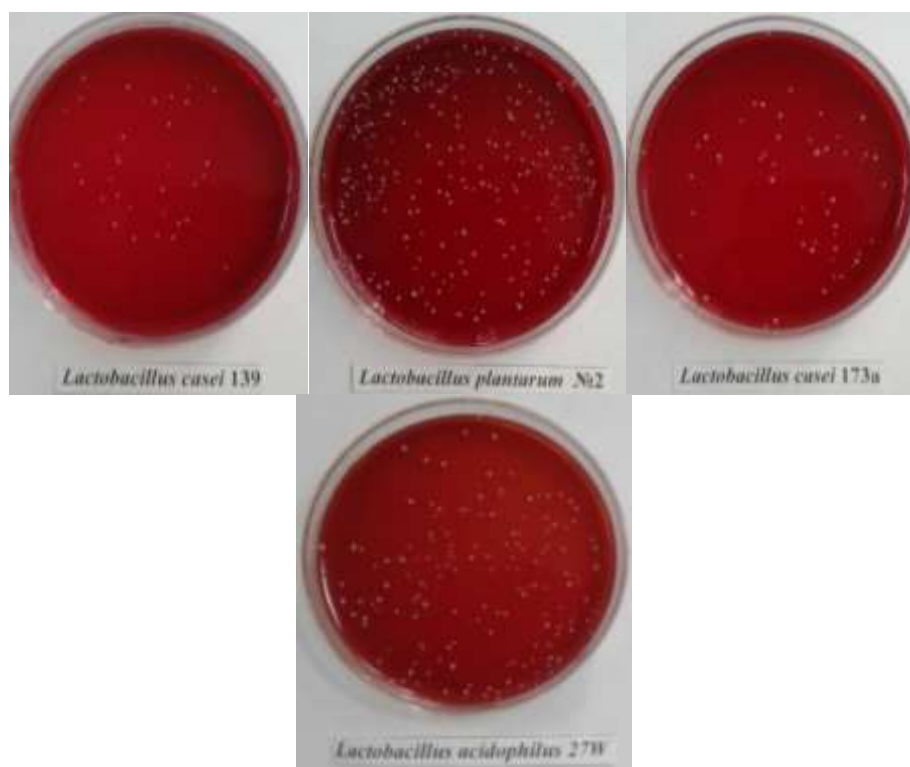


Рисунок 2 - Колонии коллекционных штаммов молочнокислых бактерий, прокрашенные рутениевым красным

Изучение способности коллекционных штаммов синтезировать экзополисахариды показало, что из испытанных 5 культур три молочнокислые культуры (*Lactobacillus casei* 139, *Lactobacillus plantarum* №2, *Lactobacillus cellobiosus* №20) синтезировали экзополисахариды. Причем у культуры *Lactobacillus plantarum* №2, в основном, все колонии оставались белого цвета и лишь несколько колоний приобретали розовую

окраску. Это свидетельствует о гетерогенности популяции по биохимическому признаку.

Таким образом установлено, что из 15 испытанных культур молочнокислых бактерий четыре (*Lactobacillus casei* 139, *Lactobacillus plantarum* №2, *Lactobacillus cellobiosus* №20, *Lactococcus lactis* №K-1) проявляют экзополисахаридную активность.

Литература:

- 1 Sandford P.A. Microbial polysaccharides: new products and their commercial application/Paul A. Sandford, Jan W. Cottrell, David J. Pettitt // Pure & Appl. Chem, 1984. – Vol.56, №7. – P.879-892.
- 2 Sutherland, I.W. Industrially useful microbial polysaccharides/I.W.Sutherland //Microbiol.Sci.1986, - Vol.3, №1, - P.5-9.
- 3 Degeest, B. Microbiol. Physiology, fermentation kinetics and process engineering of heteropolysaccharides production by lactic acid bacteria /B.Degeest, F. Vaningelgem, L. de Vuyst //Int. Dairy J.2001, -Vol. 11.-P.747-758.
- 4 Bergmaier B. Exopolysaccharide production during bath cultures with free and immobilized *Lactobacillus rhamnosus* RW-9595M // B.Bergmaier, C.P.Champagne, C.Lacroix /Jour, of Appl. Microbiol. 2003. –Vol.95. №5. – P.1049-1057.
- 5 Champagne, C.P. Fermentation technologies for the production of exopoly-saccharide synthesizing *Lactobacillus rhamnosus* concentrated cultures /C.P.Champagne, N.J.Garotner, C.Lacroix //Journal of Biotechnology. 2007. –Vol.10, №2. –P.211-220.
- 6 Gassem, M.A. Exopolysaccharide production in different media by lactic acid bacteria // M.A.Gassem, K.A.Schmidt, J.F.Frank /Cultured Dairy Products Journal. 1995. –Vol.30. – P.18-21.
- 7 Бухарова Е.Н. Экзопполисахарид *Paenibacillus polymyxa* 88A: получение, характеристика и перспективы использования в хлебопекарной промышленности: дисс... канд.биол.наук. – Саратов, 2004. -189 с. 8.
- 8 Ruas-Madiedo, P. Invited Review: Methods for the Screening, Isolation, and Characterization of Exopolysaccharides Produced by Lactic Acid Bacteria / P. Ruas-Madiedo, C.G. de los Reyes-Gavilan // J. Dairy Sci. 2005. - Vol. 88.-P. 843-856.
- 9 Ruijsenaars, H.J. Biodegradability of food-associated extracellular polysaccharides / H.J. Ruijsenaars, F. Stingele, S. Hartmans // Current Microbiology. 2000. - Vol. 40. - P. 194 - 199.
- 10 Sandford, P.A. Microbial polysaccharides: new products and their commercial application / Paul A. Sandford, Jan W. Cottrell, David J. Pettitt // Pure & Appl. Chem. 1984. - Vol. 56, N. 7. - P. 879 - 892.
- 11 Screening and characterization of *Lactobacillus* strains producing large amounts of exopolysaccharides / G. H. van Geel-Schutten et al. // Appl. Microbiol Biotechnol. 1998. - Vol. 50. - P. 697 - 703.
- 12 Артюхова С.И. Анализ отечественных и зарубежных исследований в области молочнокислых бактерий, синтезирующих экзополисахариды / Биотехнология в интересах экологии и экономики Сибири и Дальнего Востока. Материалы 3 Всероссийской научно-практической конференции. Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2014. – с.23-25.
- 13 Ботина С.Г. Использование штаммов молочнокислых бактерий, синтезирующих экзополисахариды, в производстве кисломолочных продуктов питания /С.Г.Ботина, И.В.Рожкова, Семинихина В.Ф. //Хранение и переработка сельхозсырья. -2010. -№1. –С.38-40.
- 14 Хамагаева И.С. Создание консорциума пробиотических микроорганизмов с высокой биохимической активностью и экзополисахаридным потенциалом //И.С.Хамагаева, С.Н.Хазагаева, Н.А.Замбалова / Вестник ВСГУТУ. -2014. -№1.-С.97-102.

Г.Т. ДЖАКИБАЕВА*, Д.А. ТЛЕУБЕКОВА, А. БЕРДАЛИЕВА, Г.Б. БАЙМАХАНОВА,
А.И. БАЙДАЛИНОВ
*j.gulnar60@mail.ru
ЖШС «Институт микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығы»
Алматы, Қазақстан

ЭКЗОПОЛИСАХАРИДТЕРДІ СИНТЕЗДЕУ ҮШІН КОНСОРЦИУМҒА ЕНГІЗІЛГЕН СҮТ ҚЫШҚЫЛЫ БАКТЕРИЯЛАРЫНЫҢ ҚАБІЛЕТТІЛІГІ

Түйін

Ашыған сүт өнімдерін алу үшін пайдаланылатын консорциумға кіретін коллекциялық сүт қышқылды бактериялар мен сүт қышқылды бактериялардың экзополисахаридтерді синтездеу қабілеті зерттелді. Тексерілген 15 дақылдың төртеуі (*Lactobacillus casei* 139, *Lactobacillus plantarum* No2, *Lactobacillus cellobiosus* No20, *Lactococcus lactis* No K-1) экзополисахаридтік белсенділікті көрсететіні анықталды.

Кілтті сөздер: сүт қышқылы бактериялары, консорциум, экзополисахаридтер (ЭҚК).

IRSTI: 34.27.17

G.T. DZHAKIBAEVA*, D.A. TLEUBEKOVA, A. BERDALIEVA, G.B.
BAIMAKHANOVA, A.I. BAIDALINOV
*j.gulnar60@mail.ru

LLP "Scientific and Production Center of Microbiology and Virology", Almaty, Republic of
Kazakhstan

ABILITY OF LACTIC ACID BACTERIA TO SYNTHESIS EXOPOLYSACCHARIDES

doi: 10.53729/MV-AS.2021.04.02

Summary

The ability of collection lactic acid bacteria and lactic acid bacteria included in the consortium used to obtain fermented milk products to synthesize exopolysaccharides has been studied. It was found that out of 15 tested cultures, four (*Lactobacillus casei* 139, *Lactobacillus plantarum* No. 2, *Lactobacillus cellobiosus* No. 20, *Lactococcus lactis* No. K-1) exhibit exopolysaccharide activity.

Key words: lactic acid bacteria, consortium, exopolysaccharides (EPS)

The intensive expansion of the range of dairy products has led to the widespread application of food additives in technology: stabilizers, preservatives, antioxidants of various origins. At the modern stage of development of biotechnology, first quality products are demonstrating a particular scientific and practical interest, which are not only a natural alternative to food additives, improve the rheological parameters of food products, but act as factors promoting the adhesion of beneficial microorganisms to the intestinal walls. The interest in EPS-synthesizing crops is due to the fact that at the International level the lactic acid bacteria that are used have a GRAS safety class, which confirms the possibility of using microorganisms in the production of food safety.

Among the numerous substances - metabolites of bacteria, a special place is occupied by carbohydrates and their derivatives, which in the form of various derivative complexes are part of living cells, acting as a source of energy, regulators of specific biochemical processes. In our days many microorganisms are the source of exopolysaccharides production. The most well-

known microorganisms that are capable of producing exopolysaccharides are bacteria of various genera. Lactic acid bacteria occupy a significant place among them.

The study of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria began in the 80s of the last century and is actively developing at the present time, which is reflected in constantly published reviews [1,2,3,4,5]. Microbial exopolysaccharides are used in veterinary medicine, medicine, pharmaceutical, food, chemical, oil and other industries, since they have a wide range of physicochemical, functional, technological and biological properties [6,7].

Among lactic acid bacteria, special attention is paid to bacteria of the genus *Lactobacillus*, whose representatives are widespread in nature. Various researchers have shown that lactobacilli have great potential for the synthesis of exopolysaccharides, but the functions of these biopolymers are not fully understood. To form an idea of the effect of exopolysaccharides of lactic acid bacteria on physiological reactions in the body of animals, it is necessary to accumulate data on the chemical structure, physical and biological properties of exopolysaccharides of different species and strains [8,9,10,11]. Particular interest in exopolysaccharides active cultures of probiotic microorganisms is due to the fact that at the international level lactic acid and bifidobacteria have been assigned a high safety status, which confirms the possibility of using exopolysaccharides producing strains of these microorganisms in the production of food safety [12,13,14].

Materials and Methods

The objects of the study were 10 strains of collection lactic acid bacteria: *Lactobacillus plantarum* 53H, *Lactobacillus plantarum* 22, *Lactobacillus plantarum* 2, *Lactobacillus cellobiosus* 20, *Lactobacillus acidophilus* 27W, *Lactobacillus curvatus* 18 δ , *Lactobacillus casei* 139, *Lactobacillus casei* 173a, *Lactobacillus salivarius* 8 δ , *Lactobacillus fermentium* 27 and 5 strains of lactic acid microorganisms included in the consortium used to create fermented milk products: *Lactococcus lactis* K-1, *Streptococcus thermophilus* K-2, *Lactobacterium bulgaricus* K-3, *Lactococcus lactis* 8, *Streptococcus lactis* 6.

The consortium was made up of a cell suspension of *Lactococcus lactis* K-1, *Streptococcus thermophilus* K-2, *Lactobacterium bulgaricus* K-3, as well as the yeast *Saccharomyces lactis* 19, selected on the basis of their lack of ability to stimulate the growth of yeast of the genus *Candida*. Lactic acid bacteria were grown on sterile non-fat cow's milk, and lactose-fermenting yeast was grown on whey. Skimmed cow's milk was poured 100 ml into 500 ml flasks and sterilized at 0.5 ATM. 20 minutes. Inoculated with 2 ml of suspension of each culture, closed with cotton plugs and placed for 16-17 hours in a thermostat at 300 C until a clot with an acidity of 80-900T was obtained. Semi-continuous cultivation was carried out, which consisted of daily reseeded with constant microbiological control until a constant percentage of microorganisms was obtained, that is, a stable consortium. Under the conditions of cultivation (300C), the ratio of cells of cultures of lactic acid bacteria *Lactococcus lactis* K-1, *Streptococcus thermophilus* K-2, *Lactobacterium bulgaricus* K-3 and yeast *Saccharomyces lactis* 19 is established after 10 days and remains for 25:25:35:15.

The ability of the strains to synthesize exopolysaccharides was evaluated during the growth of bacteria in a medium of the following composition: whole skim milk as the basis of the medium, yeast extract - 0.5%, agar - 1.5%, sucrose - 1%, ruthenium red - 80 mg/L. Bacteria forming exopolysaccharide capsules were protected from dye penetration into the cell and remained colorless. Colonies of bacteria that are unable to secrete exopolysaccharides, acquire a pale pink coloration.

Results and discussion

Exopolysaccharides are involved in a wide range of biological functions, such as protection from drying out, they are responsible for cells, to surfaces and participate in the

formation of biofilms. The ability of lactic acid cultures, used as starter cultures in the production of fermented milk products, to produce exopolysaccharides improves texture, palatability and increases the stability of the final product.

The results on the ability of lactic acid studies of bacteria included in the consortia synthesize the exopolysaccharides indicated in Table 1.

Table 1 - Synthesis of exopolysaccharides by lactic acid bacteria included to consortia

Name of the strains	Synthesis of exopolysacchorides	
<i>Streptococcus lactis</i> №6		-
<i>Lactococcus lactis</i> №8		-
<i>Lactococcus lactis</i> №K-1	+	
<i>Streptococcus thermophilus</i> №K-2		-
<i>Lactobacterium bulgaricus</i> №K-3		-

Notes: «+» non-colored colonies, «-» - colored colonies

The data in the table shows, only in one strain of *Lactococcus lactis* №K-1, the colonies did not stain with ruthenium red and remained colorless, which indicates the formation of exopolysaccharide capsules that protect against the penetration of the dye into the cell. In *Streptococcus lactis* №6, *Lactococcus lactis* №8, *Streptococcus thermophilus* №K-2, *Lactobacterium bulgaricus* №K-3 (Figure 1), bacterial colonies acquired a pale pink coloration, which indicates that these lactic acid cultures do not exhibit exopolysaccharide activity.

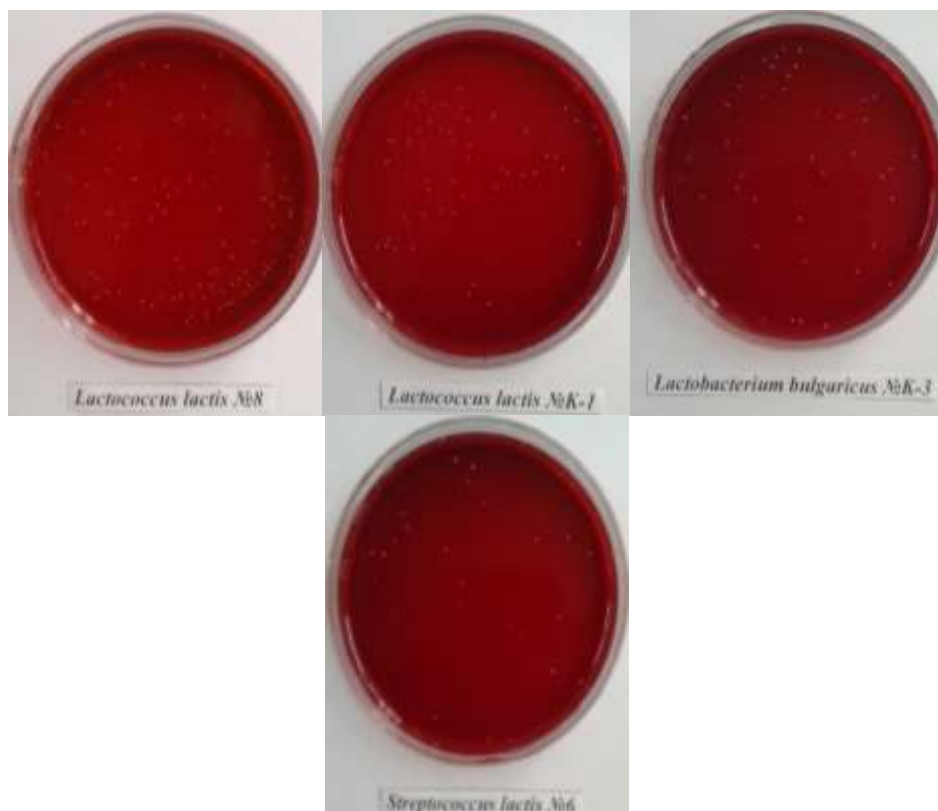


Figure 1- Colonies of lactic acid bacteria include to consortium, dyed with ruthenium red

Table 2 – Synthesis of exopolysaccharides of lactic acid collection strains

Name of the strains	Synthesis of exopolysaccharides	
<i>Lactobacillus fermentium</i> 27		-
<i>Lactobacillus plantarum</i> 22		-
<i>Lactobacillus acidophilus</i> 27W		-
<i>Lactobacillus curvatus</i> 18д		-
<i>Lactobacillus casei</i> 139	+	
<i>Lactobacillus casei</i> 173a		-
<i>Lactobacillus salivarius</i> 8д		-
<i>Lactobacillus plantarum</i> №2	+	
<i>Lactobacillus plantarum</i> № 53H		-
<i>Lactobacillus cellobiosus</i> № 20	+	
Notes: «+» non-colored colonies, «-» - colored colonies		

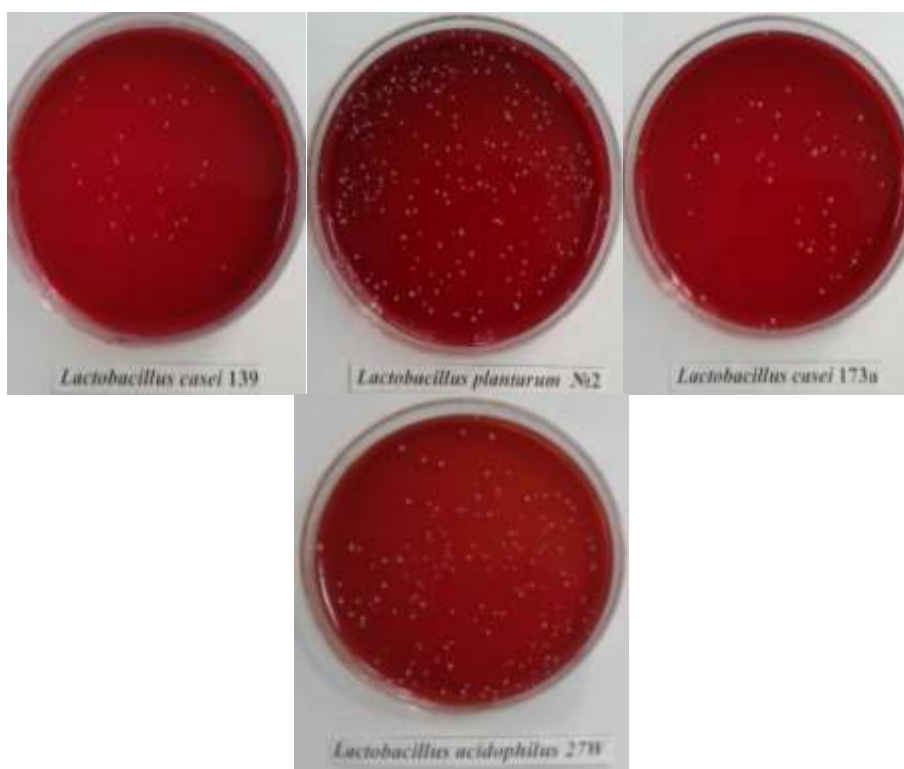


Figure 2 – Collection colonies of lactic acid bacteria include to consortium, dyed with ruthenium red

The study of the ability of collection strains to synthesize exopolysaccharides showed that from the tested 5 cultures, three lactic acid cultures (*Lactobacillus casei* 139, *Lactobacillus plantarum* No. 2, *Lactobacillus cellobiosus* No. 20) synthesized exopolysaccharides. Moreover, in the culture of *Lactobacillus plantarum* No. 2, basically, all the colonies remained white and only a few colonies acquired a pink color. This testifies to the biochemical heterogeneity of the population.

Thus, it was found that out of 15 tested cultures of lactic acid bacteria, four (*Lactobacillus casei* 139, *Lactobacillus plantarum* No. 2, *Lactobacillus cellobiosus* No. 20, *Lactococcus lactis* No. K-1) exhibit exopolysaccharide activity.

References:

- 1 Sandford P.A., Paul A. Sandford, Jan W. Cottrell, David J, Pettitt. Microbial polysaccharides: new products and their commercial application. *Appl Chem.* 1984; 56: 879-892.
- 2 Sutherland I.W. Industrially useful microbial polysaccharides. *Microbiol.Sci.* 1986; 3: 5-9.
- 3 Degeest, B., Vaningelgem, L. de Vuyst. Microbiol. physiology, fermentation kinetics and process engineering of heteropolysaccharides production by lactic acid bacteria. *Int. Dairy J.* 2001; 11: 747-758.
- 4 Bergmaier B., Champagne C.P., Lacroix C. Exopolysaccharide production during bath cultures with free and immobilized *Lactobacillus rhamnosus*. *Appl. Microbiol RW-9595M.* 2003; 95: 1049-1057.
- 5 Cahmpagne, C.P. Garotner N.J. Lacroix C. Fermentation technologies for the production of exopolysaccharide synthesizing *Lactobacillus rhamnosus* concentrated cultures. *Journal of Biotechnology.* 2007; 10: 211-220.
- 6 Gassem, M.A., Schmidt M.A., Frank J.F., Exopolysaccharide production in different media by lactic acid bacteria. *Cultured Dairy Products Journal.* 1995; 30: 18-21.
- 7 Bukharova E.N. Ekzopolysaccharide *Paenibacillus polymyxa* 88A: poluchenie, kharakteristika i perspektivi ispolzovaniya v khlebopekarnoi promishlenosti. 2004; 189 s.
- 8 Ruas-Madiedo P. Invited Review: Methods for the Screening, Isolation, and Characterization of Exopolysaccharides Produced by Lactic Acid Bacteria. *Dairy Sci.* 2005; 88: 843-856.
- 9 Ruijssenaars H.J., Stingle F., Hartmans S. Biodegradability of food-associated extracellular polysaccharides. *Current Microbiology.* 2000; 40: 194-199.
- 10 Sandford P.A., Paul.A., Cottrell W.J., Pettitt D.J. Microbial polysaccharides: new products and their commercial application. *Pure & Appl. Chem.* 1984; 56: 879 - 892.
- 11 Geel-Schutten G.H. Screening and characterization of *Lactobacillus* strains producing large amounts of exopolysaccharides. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 1998; 50: 697-703.
- 12 Artyuhina S.I. Analiz otechestvennih i zarubezhnih issledovanyi v oblasti molochnokislih bacteriyi, sinteziruyushih ekzopolysaccharidi. *Biotehnologia v interesah ekologii i ekonomiki Sibiri i Dalnego Vostoka. Materialy 3 Vserossyisko nauchno-prakticheskoi konferenchi.* Ulan-Ude: Izdatelstvo VSGUGU. 2014; s.23-25.
- 13 Botina S.G. Rozhkova I.V., Seminikhina V.F. Ispolzovaniye shtammov molochnokislyih bacteriyi, sinteziruyushih ekzopolisaccharidi, v proizvodstve kislomolochniyh productov pitaniya. *Khraneniye i pererabotka selkhozsyiryia.* 2010; s.38-40.
- 14 Khamagayeva I.S., Zambalova N.A. Sozdaniye konsorchiума probioticheskikh microorganismov s visokoi biochimicheskoi aktivnostiyu i ekzapolysaccharidniym potencialom. *Vestnik VSGUTU.*2014; s.97-102.