

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 2, Number 320 (2017), 152 – 159

T. V. Kuznetsova, E. A. Oleinikova, M. G. Saubenova, M. M. Shormanova, A. A. Ajtzhanova

Republican State Enterprise "Institute of Microbiology and Virology",
Science Committee, Ministry of Education and Science, the Republic of Kazakhstan
E-mail: raduga.30@mail.ru

THE DEVELOPMENT OF PROPIONIC ACID AND LACTIC ACID BACTERIA CONSORTIUMS WITH PROBIOTIC ACTIVITY

Abstract. The aim of this work is the development and application of propionic acid bacteria and lactobacillales (lactic acid bacteria) consortiums in conservation of agricultural products and raw products for food industry. 5 strains of propionic acid bacteria were secreted from dairy products, 24 strains of lactic acid bacteria from dairy products and vegetable raw materials. 16 consortiums were based on them. Antagonistic activity of consortiums was determined by agar wells diffusion method. Presence of probiotic activity was determined by observing sizes of inhibited test-culture zones. 6 (№ 2, 3, 5, 7, 8, 9) consortiums out of 16 possessed the full range of traits of probiotic activity; all the test-cultures of bacteria were inhibited. All 16 studied consortiums inhibited the growth of *Escherichia coli* (Y) and *Salmonella dublin* (T), Tsenkovsky vaccine was inhibited by 15 consortiums (except № 14), *Staphylococcus aureus* by 13 consortiums (except №№ 6, 10, 14), *Mycobacterium rubrum* – 13 (except №№ 4, 11, 12), *Mycobacterium citreum* – 13 (except №№ 6, 11, 12), *Sarcina flava* was inhibited by 9 consortiums (№№ 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16). Sizes of inhibited zones of growth varied from 11mm to 25mm. Consortiums of lactic acid bacteria and propionic acid bacteria which possess wide range of antagonistic activity traits can be used for conservation of agricultural products and vegetable raw materials.

Keywords: propionic acid bacteria, lactic acid bacteria, probiotic activity, consortium, biocompatibility.

УДК 579.67

Т. В. Кузнецова, Е. А. Олейникова, М. Г. Саубенова, М. М. Шорманова, А. А. Айтжанова

РГП "Институт микробиологии и вирусологии" КН МОН РК, Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА КОНСОРЦИУМОВ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ И МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ С ПРОБИОТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Аннотация. Целью работы была разработка консорциумов пропионовокислых и молочнокислых бактерий с пробиотической активностью с целью их использования для консервирования сельскохозяйственных продуктов и сырья для пищевой промышленности. 5 штаммов пропионовокислых бактерий были выделены из кисломолочных продуктов, 24 штамма молочнокислых бактерий из кисломолочных продуктов и растительного сырья. На их основе составлено 16 консорциумов.

Антагонистическую активность консорциумов определяли методом диффузии в агар из лунок. О наличии пробиотической активности судили по величине зон подавления роста тест-культур. 6 (№№ 2, 3, 5, 7, 8, 9) консорциумов из 16 обладали полным спектром пробиотической активности, подавляя рост всех исследуемых бактериальных тест-культур. Рост *Escherichia coli* (Y) и *Salmonella dublin* (T) подавляли все 16 исследуемых консорциумов, 1 вакцины Ценковского – 15 (кроме № 14), *Staphylococcus aureus* – 13 (кроме №№ 6, 10, 14), *Mycobacterium rubrum* – 13 (кроме №№ 4, 11, 12), *Mycobacterium citreum* – 13 (кроме №№ 6, 11, 12), *Sarcina flava* подавляли 9 консорциумов (№№ 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16). Зоны подавления роста варьировали от 11 мм до 25 мм. Консорциумы молочнокислых и пропионовокислых бактерий, обладающие наиболее широ-

ким спектром антагонистической активности, могут быть использованы для консервирования сельскохозяйственных продуктов и сырья для пищевой промышленности.

Ключевые слова: пропионовокислые бактерии, молочнокислые бактерии, пробиотическая активность, консорциум, биосовместимость.

В результате нерациональной антропологической деятельности наблюдается загрязнение окружающей среды и снижение количества полезной микрофлоры с возрастанием числа условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, как в окружающей среде, так и внутри организма человека. Для снижения риска контаминации и порчи продуктов в настоящее время широко используются различные химические ингредиенты, такие как нитриты и сульфиты, бензойная, пропионовая, сорбиновая, уксусная кислоты и их соли, которые оказывают неблагоприятное воздействие на организм потребителя [1]. Альтернативой химическим веществам в этом плане служат микроорганизмы – продуценты органических кислот, общепризнанно считающиеся безопасными и являющиеся представителями нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта живых организмов, а также многих пищевых продуктов, а именно молочнокислые бактерии [2-7]. На основе молочнокислых бактерий разрабатываются рецептуры приготовления пищевых продуктов направленного действия и пробиотиков, используемых для профилактики развития в организме человека патогенной бактериальной микрофлоры, нормализации микробиоценозов человека, ингибирования патогенного роста и получения продуктов длительного хранения, для подавления роста грибов и бактерий, для обогащения продуктов каротиноидами и витамином K₂ и повышения иммунного статуса, уменьшения атеросклероза и др., а также для получения разнообразного силоса и ферментированных кормовых продуктов [8-12].

Пропионовокислые бактерии также нашли применение в пищевой и кормовой промышленности. Именно эти организмы благодаря их противогрибковой и антибактериальной активности, наряду с молочнокислыми бактериями, становятся объектом внимания как биоконсерванты продуктов питания и кормов [13-17]. Благодаря способности к синтезу витамина B₁₂ пропионовокислые бактерии используются в микробиологической промышленности в качестве продуцентов этого важнейшего для здоровья человека и животных и весьма дефицитного витамина [18-20]. Пропионовокислые бактерии повышают иммунный статус организма человека, влияют на устойчивость к стрессам, оказывают противовоспалительный и антимуtagenный эффекты, благодаря чему наряду с лактобациллами и бифидобактериями в последние годы успешно используются в качестве пробиотиков [21, 22].

Полезные индивидуальные и возможные синергичные свойства молочнокислых и пропионовокислых бактерий в условиях совместных культур в молочных продуктах пока еще слабо изучены [9, 11, 23-25]. Результаты наших исследований могут быть положены в основу разработки конкретных способов повышения пищевой и биологической ценности сырья и продуктов, а также увеличению сроков их сохранности и будут способствовать получению новых функциональных продуктов с пробиотическим эффектом, а также предохранению их от порчи.

Целью настоящей работы была разработка консорциумов пропионовокислых и молочнокислых бактерий с пробиотической активностью с целью их использования для консервирования сельскохозяйственных продуктов и сырья для пищевой промышленности.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования служили 5 штаммов пропионовокислых и 24 штамма молочнокислых бактерий. Молчнокислые бактерии выделяли из овсяной, гречневой и соевой муки, солодового молочка, с поверхности плодов зерновых и овощных культур, а также из коммерческих кисломолочных продуктов и продуктов домашнего изготовления и казахских национальных напитков, производимых в г. Алматы и Алматинской области. Пропионовокислые бактерии выделяли из кисломолочных продуктов. Выделение пропионовокислых бактерий проведено на кукурузно-глюкозной среде, молочнокислых бактерий на среде MRS (среда de Man, Rogoza, Sharpe) [26].

Определение количества синтеза пропионовокислыми бактериями витамина B₁₂ проведено спектрофотометрическим методом, пропионовой кислоты методом дробной перегонки (метод Матье) [27].

Титруемую кислотность определяли по ГОСТ 3624-92 и выражали в градусах Тернера [28].

Определение pH проводили потенциометрическим методом на pH-метре C931P.

Продолжительность сквашивания определяли по времени образования сгустка в обезжиренном молоке при внесении в него 10% инокулята и режиме культивирования 30°C [25].

Биосовместимость культур молочнокислых и пропионовокислых бактерий определяли диффузионным методом лунок [29]. Консорциумы молочнокислых и пропионовокислых бактерий составляли в соотношении 1:1 [30].

Пробиотическую активность бактерий определяли диффузионным методом лунок. Для этого консорциумы, состоящие из молочнокислых и пропионовокислых бактерий, выращивали на молоке с 1,5% жирности при 35°C. Суспензию культур клеток вносили в лунки диаметром 8 мм в подготовленные в газоне тест-культуры, в количестве 0,3 мл. Культивирование производили при 30°C в течение 1-2 суток. Оценку пробиотической активности культур определяли по диаметру стерильных зон, образующихся вокруг лунок [29].

Для определения пробиотической активности в качестве тестовых культур использовали бактерии *Mycobacterium citreum*, *Mycobacterium rubrum*, *Salmonella dublin* (T), *Sarcina flava*, *Escherichia coli* (Y), *Staphylococcus aureus*, I Вакцина Ценковского (*Bacillus anthracis*).

Эксперименты проводили в трех повторностях. Результаты исследований статистически обрабатывали по стандартной методике с использованием критерия Стьюдента [31].

Результаты исследования и обсуждение. Всего выделено 24 штамма молочнокислых бактерий и 5 штаммов пропионовокислых бактерий.

Для пропионовокислых бактерий важным биотехнологическим показателем является витаминобразующая и кислотообразующая способность. От количества пропионовой кислоты зависят пробиотические свойства бактерий, чем ее синтезируется больше, тем активность выше. В таблице 1 представлены показатели синтеза витамина B12 и пропионовой кислоты на 15 и 3 сутки культивирования соответственно.

Таблица 1 – Выход пропионовой кислоты и витамина B12

Культура	Пропионовая кислота (г/л)	Витамин B12 (мкг/кг)
1	1,26±0,05	1200±0,3
10	1,41±0,04	1080±0,1
12	2,15±0,04	1100±0,4
13	1,89±0,02	1020±0,1
14	2,53±0,01	1070±0,3
К	0	0
Примечание. Уровень значимости для пропионовой кислоты $p<0,05$, витамина B12 $p<0,01$.		

Также была проведена селекция новых изолятов пропионовокислых бактерий с повышенной активностью производственно-ценных показателей таких, как продолжительность сквашивания, титруемая кислотность, pH, определяющих качество и консистенцию производимого на их основе продукта. Наиболее производственно-ценными являются штаммы, сквашивающие молоко в течение 7-10 ч (таблица 2).

Таблица 2 – Кислотообразующая способность пропионовокислых бактерий

Варианты	Титруемая кислотность, °Т	Активная, pH	Продолжительность сквашивания, ч	Количество жизнеспособных клеток, КОЕ/мл
1	85±1	4,58±2	10±1	10 ⁹
10	82±2	4,61±1	10±1	10 ⁹
12	80±1	4,63±1	9±1	10 ⁹
13	81±1	4,62±1	10±1	10 ⁹
14	80±2	4,63±4	9±1	10 ⁹
К	0	0	0	0
Примечание. Уровень значимости для pH $p<0,01$; титруемой кислотности, продолжительности сквашивания $p<0,05$.				

Результаты исследований показали, что динамика кислотообразования во всех вариантах достаточно равномерная. В вариантах №№ 12,14 сгусток формируется за 9 ч, а в №№ 1, 10, 13 за

10 ч. При этом количество клеток пропионовокислых бактерий в конце ферментации достигает 10^9 КОЕ/мл, свидетельствуя об их активном росте.

Молочнокислые бактерии также были проверены на способность к кислотообразованию (таблица 3).

Таблица 3 – Кислотообразующая способность молочнокислых бактерий

Варианты	Титруемая кислотность, °Т	Активная, рН	Продолжительность сквашивания, ч	Количество жизнеспособных клеток, КОЕ/мл
1	74±1	4,69±0,01	9±1	10^8
2	72±1	4,71±0,02	8±1	10^8
3	74±1	4,69±0,02	8±1	10^8
4	82±3	4,61±0,03	12±1	10^9
5	81±2	4,62±0,02	8±1	10^8
6	74±1	4,69±0,01	7±1	10^8
7	72±1	4,71±0,01	8±1	10^9
8	68±3	4,75±0,02	20±1	10^8
9	74±1	4,69±0,01	8±1	10^9
10	82±1	4,61±0,05	7±1	10^7
11	70±3	4,73±0,04	7±1	10^8
12	81±1	4,62±0,01	15±1	10^8
13	78±1	4,65±0,03	18±1	10^9
14	82±2	4,61±0,05	7±1	10^8
15	74±1	4,69±0,01	8±1	10^8
16	79±1	4,64±0,01	8±1	10^8
17	72±1	4,71±0,03	7±1	10^8
18	81±1	4,62±0,01	8±1	10^7
19	78±1	4,65±0,03	14±1	10^8
20	82±2	4,61±0,05	8±1	10^8
21	77±1	4,66±0,03	8±1	10^9
22	74±1	4,69±0,01	7±1	10^9
23	75±1	4,68±0,01	8±1	10^8
24	70±3	4,73±0,04	8±1	10^8

Примечание. Уровень значимости для рН $p<0,01$; титруемой кислотности, продолжительности сквашивания $p<0,05$.

Образование сгустка кислотностью 68-82°Т наблюдали через 7-20 ч. Активная кислотность в конце сквашивания составила 4,61-4,75, при этом количество жизнеспособных клеток варьировало в пределах 10^7 - 10^9 КОЕ/мл. Культуры №№ 4, 8, 12, 13, 19 сквашивали молоко за 12-20 ч и не были взяты для постановки дальнейших экспериментов. Таким образом, из 24 культур молочнокислых бактерий отобрано 19.

В процессе разработки консорциумов были проведены исследования по биосовместимости культур молочнокислых и пропионовокислых бактерий (штаммы №№ 1, 10, 12, 13, 14) (таблица 4).

В результате постановки эксперимента установлено, что культуры №№ 2, 5, 6, 7, 9, 11, 15, 17, 23 ингибировали рост всех исследуемых штаммов пропионовокислых бактерий, остальные культуры подавляли их рост частично.

На основе данных о биосовместимости культур составлено 16 консорциумов (таблица 5).

Таблица 4 – Биосовместимость культур пропионовокислых и молочнокислых бактерий

Варианты МКБ	Культуры пропионовокислых бактерий				
	1	10	12	13	14
1	+	+	–	–	–
2	–	–	–	–	–
3	–	+	–	–	+
5	–	–	–	–	–
6	–	–	–	–	–
7	–	–	–	–	–
9	–	–	–	–	–
10	+	–	–	–	–
11	–	–	–	–	–
14	–	+	–	–	–
15	–	–	–	–	–
16	–	–	–	+	–
17	–	–	–	–	–
18	+	–	–	–	+
20	+	–	–	+	–
21	+	–	–	–	+
22	+	+	–	–	–
23	–	–	–	–	–
24	–	–	+	–	–

Примечания: 1 «+» – отсутствие антагонизма между культурами; 2 «–» – подавление роста пропионовокислых бактерий молочнокислыми бактериями; 3 МКБ – молочнокислые бактерии.

Таблица 5 – Консорциумы молочнокислых и пропионовокислых бактерий

Консорциум	Составные компоненты	Консорциум	Составные компоненты	Консорциум	Составные компоненты
1	1М+1П	7	16М+13П	12	21М+1П
2	1М+10П	8	18М+1П	13	21М+14П
3	3М+10П	9	18М+14П	14	22М+1П
4	3М+14П	10	20М+1П	15	22М+10П
5	10М+1П	11	20М+13П	16	24М+12П
6	14М+10П				

Примечание. М – молочнокислые бактерии; П – пропионовокислые бактерии.

Исследована пробиотическая активность 16 консорциумов (таблица 6).

На основе данных таблицы 6 установлено, что 6 (№№ 2, 3, 5, 7, 8, 9) консорциумов из 16 обладали полным спектром пробиотической активности, подавляя рост всех исследуемых бактериальных тест-культур. Рост *Escherichia coli* (Y) и *Salmonella dublin* (T) подавляли все 16 исследуемых консорциумов, I вакцины Ценковского – 15 (кроме № 14), *Staphylococcus aureus* – 13 (кроме №№ 6, 10, 14), *Mycobacterium rubrum* – 13 (кроме №№ 4, 11, 12), *Mycobacterium citreum* – 13 (кроме №№ 6, 11, 12), *Sarcina flava* подавляли 9 консорциумов (№№ 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16). Зоны подавления роста варьировали от 11 мм до 25 мм.

Таблица 6 – Пробиотическая активность бактериальных консорциумов

Ва-	Зоны подавления роста тест-культур, мм
-----	--

рианты	<i>Escherichia coli</i> (Y)	<i>Sarcina flava</i>	<i>Salmonella dublin</i> (T)	<i>Staphylococcus aureus</i>	I вакцина Ценковского	<i>Mycobacterium rubrum</i>	<i>Mycobacterium citreum</i>
1	21±2	0	11±1	17±1	18±1	14±1	14±2
2	22±1	11±0	12±2	17±2	17±2	12±0	14±1
3	24±3	12±1	13±1	20±1	23±1	16±2	16±2
4	25±2	0	11±0	20±3	21±4	0	15±2
5	21±1	11±2	12±2	18±2	19±2	16±2	14±3
6	20±2	11±1	11±1	0	18±1	14±1	0
7	22±1	11±1	12±2	23±4	14±3	12±2	13±1
8	22±2	12±1	12±1	24±2	21±2	12±1	12±2
9	25±1	11±0	11±1	22±1	19±1	13±1	14±2
10	21±2	11±2	13±2	0	15±4	12±2	14±1
11	22±1	0	11±0	17±1	16±2	0	0
12	22±2	0	13±1	18±2	16±1	0	0
13	23±1	0	12±0	22±4	18±3	12±1	15±2
14	24±1	0	11±1	0	0	12±2	15±1
15	22±2	0	11±2	11±2	17±2	13±2	11±0
16	23±2	11±2	12±1	24±4	0	13±1	13±1
K	0	0	0	0	0	0	0
Примечания: 1 уровень значимости $p < 0,05$. 2 K – контроль.							

Таким образом, исходя из полученных данных отобрано 6 консорциумов (№№ 2, 3, 5, 7, 8, 9), состоящих из молочнокислых и пропионовокислых бактерий, обладающих полным спектром антагонистической активности к патогенным и условно патогенным микроорганизмам. Отобранные консорциумы будут использованы в дальнейшей работе по разработке научных основ применения пропионовокислых и молочнокислых бактерий для повышения сохранности, пищевой и биологической ценности продуктов.

REFERENCES

- [1] Lianou A., Koutsoumanis K.P., Sofos J.N. (2012) Organic acids and other chemical treatments for microbial decontamination of food. *Microbial Decontamination in the Food Industry*, 97:592-664. DOI: 10.1533/9780857095756.3.592.
- [2] Pawlowska M.A., Zannini E., Aidan C., Elke K. (2012) Combating fungi in the food and feed industry by applying antifungal lactic acid bacteria. *Advances in food and nutrition research*, 66: 217-238. DOI: 10.1016/B978-0-12-394597-6.00005-7
- [3] Crowley S., Mahony J. (2013) Current perspectives on antifungal lactic acid bacteria as natural bio-preservatives. *Trends in food science & technology*, 33:93-109. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.08.003.
- [4] Ghanbari M., Jami M., Domig K. J., Kneifel W. (2013) Seafood biopreservation by lactic acid bacteria - A review. *FOOD SCI TECHNOL*, 2:315-324. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.05.039.
- [5] Bianchini A. (2015) Lactic acid bacteria as antifungal agents. *Advances in fermented foods and beverages*, 333-353. DOI: 10.1016/B978-1-78242-015-6.00014-1.
- [6] O'Bryan C.A., Crandall P.G., Ricke S.C., Ndaheuye J.B. (2015) Lactic acid bacteria (LAB) as antimicrobials in food products: Types and mechanisms of action. In: *Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality*, 23:117-136. DOI: 10.1556/066.2015.44.0009.
- [7] Woraprayote W., Malila Y., Sorapukdee S., Swetwathana A., Benjakul S., Visessanguan W. (2016) Bacteriocins from lactic acid bacteria and their applications in meat and meat products. *MEAT SCI*, 120:118-132. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.04.004.
- [8] Garault P., Quere G., Beal Ch., Bomchil N., Faurie J.M. (2006) Varieties of lactic acid bacteria suitable for production of vitamin K2, and their use for the preparation of food products [Raznovidnosti molochnokislykh bakterij, prigodnye dlja proizvodstva vitamina K2, i ih primenenie dlja polucheniya produktov pitaniya]. The patent of the French Republic [Patent Francuzskoj Respubliki]. (In France)
- [9] Andreoni V., Benedetti A., Canzi E., Ciappellano S., Fumagalli M. (2010) Biomass, rich in selenium, a method of its preparation, containing its probiotic and nutraceutical products [Biomassa, obogashennaja selenom, sposob ee prigotovleniya, soderzhashhie ee probioticheskie i nutritivnye produkty]. United States Patent [Patent Soedinennye Shtaty Ameriki]. (In English)

- [10] Kokubo N., Ozawa M., Nakaya S., Kato F., Ichinose Sh., Sasaki Sh (2010) The strain *Lactobacillus* and foods with anti-fungal properties [Shtamm *Lactobacillus* i pishhevye produkty s protivogribovymi svojstvami]. The World Intellectual Property Organization patent [Patent Vsemimnoj organizacii intellektual'noj sobstvennosti]. (In English)
- [11] Ruiz J.L., Garrido F.J., Hornero M.D., Maldonado B.A., Caballero G.B. (2010) The strain *Lactobacillus plantarum* for the production of carotenoids [Shtamm *Lactobacillus plantarum* dlja proizvodstva karotinoidov]. The World Intellectual Property Organization patent [Patent Vsemimnoj organizacii intellektual'noj sobstvennosti]. (In English)
- [12] Dondi D., Malfa P. The use of specific lactic acid bacteria for the preparation of a composition suitable for eliciting an immune response in diseases associated with changes in the immune system [Primenenie specificheskikh molochnokislykh bakterij dlja poluchenija kompozicii, prigodnoj dlja stimuljacii immunnogo otveta pri zabolevaniyah, svjazannyh s izmenenijami v immunoj sisteme]. Patent of Russian Federation [Patent Rossijskoj Federacii]. (In Russian)
- [13] Kitamura T., Obuchi S., Honma M., Uenisi H., Soedzima H. The new lactic acid bacteria and the mode of production with the help of silage or fermented feed [Novaja molochnokislaja bakterija i sposob proizvodstva s ee pomoshh'ju silosa ili fermentirovannogo korma]. Patent of Russian Federation [Patent Rossijskoj Federacii]. (In Russian)
- [14] Salvucci E., LeBlanc J. G., Pérez G. (2016) Technological properties of Lactic acid bacteria isolated from raw cereal material. *FOOD SCI TECHNOL*, 70:185-191. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.02.043.
- [15] Ho P.H., Luo J.B., Adams M.C. (2009) Applied Biochemistry and Microbiology [Prikladnaja biohimija i mikrobiologija] 9:460-464. (In Russian)
- [16] Al-Lahham H.S., Maikel P., Peppelenbosch, H.R., Roel J.V. (2010) Biological effects of propionic acid in humans: metabolism, potential applications and underlying mechanisms. *BBA*, 18: 1175-1183. DOI: 10.1016/j.bbalip.2010.07.007.
- [17] Darilmaz D. O., Beyatli Y. (2013) Acid-bile, antibiotic resistance and inhibitory properties of propionibacteria isolated from Turkish traditional home-made cheeses. *Anaerobe*, 18:122-127. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2011.10.002.
- [18] Porcellato D., Hilde M. O., Brede E.M., Martinovic A., Siv B.S. (2013) Dynamics of starter, adjunct non-starter lactic acid bacteria and propionic acid bacteria in low-fat and full-fat Dutch-type cheese. *INT DAIRY J*, 33:104-111. DOI: 10.1016/j.idairyj.2013.01.007.
- [19] Wang Z., Ehab M.A., Zhang A., Wang L., Lin M., Yang S.T. (2015) Engineering *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* for enhanced propionic acid fermentation: Effects of overexpressing propionyl-CoA: Succinate CoA transferase. *METAB ENG*, 27:46-56. DOI: 10.1016/j.ymben.2014.10.005.
- [20] Gavrilova Y. (2010) Development of fermented milk biological preparation technology for functional foods: Dis.... Cand. those. Sciences, Omsk. P. 164.
- [21] Plé C., Richoux R., Jardin J., Nurdin M., Briard-Bion V., Parayre S., Ferreira S., Pot B., Bouguen G., Deutsch S.-M., Falentin H., Foligné B., Jan G. (2015) Single-strain starter experimental cheese reveals anti-inflammatory effect of *Propionibacterium freudenreichii* CIRM BIA 129 in TNBS-colitis model. *Journal of Functional Foods*, 18: 575-585. DOI: 10.17632/xwj98nb39r.
- [22] Foligné B., Parayre S., Cheddani R., Famelart M.-H., Madec M.-N., Plé C., Breton J., Dewulf J., Jan G., Deutsch S.- M. (2016) Immunomodulation properties of multi-species fermented milks. *FOOD MICROBIOL*, 53: 60-69. DOI: 10.1039/9781847557940-00447.
- [23] Schwenninger S. M., Meile L. (2004) A Mixed Culture of *Propionibacterium jensenii* and *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* Inhibits Food Spoilage Yeasts. *SYST APPL MICROBIOL*, 27: 229-237. DOI: 10.1078/072320204322881853.
- [24] Schwenninger S. M., Meile L., Lacroix C. (2011) Antifungal lactic acid bacteria and propionibacteria for food biopreservation. In: *Protective Cultures, Antimicrobial Metabolites and Bacteriophages for Food and Beverage Biopreservation*, 27-62. DOI: 10.1533/9780857090522.1.27.
- [25] Hamagaeva IS, Kachanina LM, Tumurova SM (2006) Biotechnology starters propionic acid bacteria. Ulan-Ude. ISBN: 5-89230-197-4.
- [26] Netrusov AI (2005) Guidelines for practical training in microbiology. M, Academy. ISBN: 5-02-026027-4
- [27] Rzhchitskaya LE (2013) Food Chemistry. Water-soluble vitamins: study guide. Kazan. ISBN: 978-5-7882-1499-3.
- [28] RMG 3624-92. Milk and dairy products. [Moloko i molochnye produkty]. Moscow, Russia, 2009. (In Russian)
- [29] Krasilnikov NA (1958) Antagonism germs and antibiotic substances. Moscow.
- [30] Gavrilova NN, Ratnikova IA, Bayakysheva K, Zakharenko LI (2005) Biotechnology [Biotehnologija]. 2:26-32. (In Russian)
- [31] Glantz S. (1998) Biomedical Statistics. Practice. Moscow. ISBN 5-89816-009-4

РМК «Микробиология және вирусология институты» ҒК БҒМ ҚР, Алматы, Қазақстан

ПРОБИОТИКАЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ БАР СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ЖӘНЕ ПРОПИОНҚЫШҚЫЛДЫ БАКТЕРИЯЛАРДЫҢ КОНЦОРЦИУМЫН ӨНДЕУ

Аннотация. Жұмыстың мақсаты ауылшаруашылық азықтар мен шикізаттарды тағам өнеркәсібі үшін консервілеуде қолдану мақсатында пробиотикалық белсенділігі бар пропионқышқылды және сүтқышқылды бактериялардың концорциумын өңдеу болып табылды. Пропионқышқылды бактериялардың 5 штаммы қышқылсүтті өнімдерден, сүтқышқылды бактериялардың 24 штаммы қышқылсүтті өнімдер мен өсімдік шикізатынан бөлініп алынды. Солардың негізінде 16 концорциум құрылды. Концорциумдардың антагонистік белсенділігі шұңқурлы агарға диффузиялау әдісімен анықталды. Пробиотикалық белсенділігін тест-культураның өсу аймағының тежелу мөлшеріне қарай анықталды. 16 концорциумның ішінде 6 (№№ 2, 3, 5, 7, 8, 9) концорциум зерттелініп отырған барлық тест-культуралардың өсуін тежеп, толық спектрлі пробиотикалық белсенділікке ие болды. *Escherichia coli* (Y) мен *Salmonella dublin* (T)-нің өсуін 16 концорциумның бәрі тежеді, ал I Ценковский вакцинасын -15 (№ 14-тен басқасы), *Staphylococcus aureus* – 13 (№№ 6, 10, 14-тен басқасы), *Mycobacterium rubrum* – 13 (№№ 4, 11, 12-ден басқасы), *Mycobacterium citreum* – 13 (№№ 6, 11, 12-ден басқасы), *Sarcina flava*-ның өсуін 9 консорциум (№№ 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16) тежеді. Өсу аймағының тежелуі 11 мм-ден 25 мм-ге дейін құбылды. Осы концорциумдар тағам азығында биоконсерванттар ретінде қызығушылық тудырады. Айрықша кең спектрлі антагонистік белсенділігі бар, сүтқышқылды және пропионқышқылды бактериялар концорциумы, ауылшаруашылық азықтар мен шикізаттарды тағам өнеркәсібі үшін консервілеуде қолданылуға болады.

Түйін сөздер: пропионқышқылды бактериялар, сүтқышқылды бактериялар, пробиотикалық белсенділік, консорциум, биоүйлесімділік.