

*Л.Л. Богданова¹, Н.Н. Фурик¹, Н.К. Жабанос¹, В.А. Тарас¹,
Л.В. Сафроненко², Т.И. Дымар¹, Т.А. Савельева¹*

¹*РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

²*УО «БГАТУ»*

КИСЛОМОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ПОДДЕРЖАНИЮ АКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

Введение

Процесс старения сопровождается рядом морфологических и функциональных изменений в организме (снижение желудочной секреции, функции почек и поджелудочной железы), влияющих на процессы восприятия и усвоения пищи и изменяющих потребности в пищевых веществах и энергии. Физиологические изменения в пожилом возрасте часто сочетаются с медицинскими (заболевания) и социально-экономическими проблемами, влияющими на характер питания. Для алиментарной профилактики заболеваний, косвенно обусловленных возрастными изменениями организма (дисбактериозов, полигиповитаминозов, полимикрозлементозов, остеопороза) необходима система мероприятий по оптимизации питания людей пожилого возраста [1].

При разработке кисломолочных продуктов, способствующих поддержанию активного долголетия людей пожилого возраста, необходимо учитывать, что недостаточное поступление белков усугубляет возрастные изменения обмена веществ и более быстро, чем в молодом возрасте, ведет к различным проявлениям белкового дефицита в организме. Поэтому пожилым людям рекомендуется вводить в рацион до 30 % белков, желательно за счет молочных продуктов. Для этого целесообразно молочные продукты обогащать белковыми концентратами до уровня, соответствующего физиологическим потребностям (потребность в белке на единицу тощей массы тела в пожилом возрасте должна составлять 1,0–1,3 г/кг массы тела) [2].

Дефицит кальция, особенно на фоне недостатка белков, может вести к заболеванию костей различной этиологии, в частности, к старческому остеопорозу. Соответственно, потребность организма пожилых и старых людей в кальции повышается до 1000 мг и более в день. Однако получение необходимых 1000–1200 мг кальция в сутки только за счет потребления имеющихся на рынке пищевых продуктов практически невозможно. Поэтому особенно актуальной является проблема создания линейки новых продуктов, обогащенных этим макроэлементом. Однако следует

учитывать, что даже содержание в рационах питания кальция на уровне рекомендуемых норм его потребления не гарантирует адекватного обеспечения организма в данном макроэлементе. Биодоступность кальция в пищевых продуктах составляет 25–40 % [3]. Для того, чтобы повысить биодоступность кальция, разрабатываемые кисломолочные продукты, помимо кальция, целесообразно дополнительно обогащать фруктанами (инулином, олигофруктозой), так как они обладают уникальной способностью усиливать всасывание кальция [4]. Инулин – полимер фруктозы, содержащийся, в частности, в топинамбуре, который не переваривается организмом человека, однако подвергается ферментации в толстом кишечнике только бифидобактериями и лактобациллами. Инулин не только стимулирует рост бифидобактерий и лактобацилл, нормализует микрофлору кишечника [5, 6], но и повышает активность иммунной системы и минерализацию костной ткани, способствует улучшению липидного обмена в организме [7–12], оказывает положительное влияние на процессы пищеварения [11–12].

Существует еще одна важная проблема, связанная с возрастными изменениями: по мере старения в кишечнике начинает преобладать гнилостная микрофлора, которая неблагоприятно воздействует на организм в связи с токсичностью выделяемых ею веществ. Возрастные нарушения нормальной микрофлоры кишечника (снижение количества бифидо- и лактобактерий) отрицательно влияют и на витаминную обеспеченность организма. Поэтому большое значение имеет регулярное включение в рацион кисломолочных продуктов (кефир, простокваша, ацидофилин и др.), содержащих молочнокислые микроорганизмы и бифидобактерии, которые поддерживают нормальный состав кишечной микрофлоры и препятствуют развитию гнилостных процессов в кишечнике, улучшают антитоксическую функцию печени. Кроме того, бактериальный протеолиз белков молока приводит к увеличению содержания в кисломолочных продуктах по сравнению с неферментированным молоком пептидов и свободных аминокислот. Относительно короткие пептиды способны стимулировать макрофаговый фагоцитоз. В экспериментальных исследованиях было показано, что продукты ферментации молочных белков молочнокислыми бактериями способны повышать иммунологическую резистентность организма к инфекционным агентам и активность Т-лимфоцитов и NR-клеток [13].

В настоящее время технологических разработок продуктов геродиетического питания очень мало. Вместе с тем специалистами в области медицины, диетологии и геронтологии накоплен достаточный опыт, позволяющий сделать вывод, что геродиетические продукты в ближайшее время должны занять достойное место в структуре питания населения всех стран, в том числе Республики Беларусь.

Объекты и методы исследования

Молоко коровье цельное, обезжиренное и нормализованное с внесением инулина или концентрата сывороточных белков (далее по тексту – КСБ), ферментированное концентратом бактериальным сухим «Пробилакт–4».

В работе использовали стерильное обезжиренное молоко, коммерческую MRS-среду [14], тиогликолевую среду (по ТУ 9398-040-78095326), среду M17 [15], среду Lee по ГОСТ 10444.11 и среду SL (Рогоза) [16]. Для контроля микробиологических показателей безопасности кисломолочных продуктов – питательные среды Эндо, Сабуро, Кесслер, тиогликолевую среду, мясо-пептонный агар.

Агаризованные среды содержали 0,15 % агара (полужидкая, для инкубирования бактерий в пробирках) или 1,5 % агара (плотная, для выращивания микроорганизмов на поверхности чашек Петри).

Основные методы исследования

*Определение общего количества молочнокислых микроорганизмов и микроорганизмов вида *Streptococcus thermophilus** проводили по ГОСТ 10444.11.

*Определение количества клеток *Lactobacillus casei* и/или *Lactobacillus helveticus**. Метод основан на способности этих культур развиваться на среде Рогоза. Приготовление разведений, посевы и обработка результатов – по ГОСТ 10444.11.

Культивирование бактерий проводили в термостате при оптимальной для каждого вида микроорганизмов температуре: для *Lactobacillus casei* – 34 ± 2 °С, *Streptococcus thermophilus* – 42 ± 2 °С, *Lactobacillus helveticus* – 37 ± 2 °С.

Образование сгустка определяли по наличию четкого края, повторяющего контур сосуда, в котором проводилось сквашивание, образуемого при наклоне емкости со сквашенным молоком на 45 °. После образования сгустка образцы продуктов выдерживались в течение 16–18 ч при температуре 6–8 °С, а затем подвергались органолептической оценке.

Органолептическую оценку кисломолочных продуктов проводила группа экспертов, состоящая из пяти человек. Эксперты в баллах (по 5-балльной шкале) при температуре 20 ± 2 °С оценивали вкус и аромат молочных продуктов, а также визуально их внешний вид, цвет и консистенцию. Если различия между экспертной оценкой превышали 1 балл, дегустацию повторяли.

Титруемую кислотность определяли по ГОСТ 3624.

Определение массовой доли белка в продукте осуществляли по ГОСТ 23327.

Статистические показатели – среднее и стандартное отклонение – находили с использованием стандартной программы Statistica.

Результаты и их обсуждение

В состав бактериального концентрата «Пробилакт-4» входят микроорганизмы видов *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei* и *Lactobacillus helveticus*, имеющие различные температурные оптимумы роста: от 34 ± 2 °С для *Lactobacillus casei* до 42 ± 2 °С для *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. Для того, чтобы установить оптимальный температурный режим ферментации молочного сырья с дополнительными ингредиентами: КСБ, инулином и лактатом кальция, оценивали консистенцию и исследовали количественное содержание заквасочных микроорганизмов в кисломолочных продуктах, ферментированных при температурах 34 ± 2 , 37 ± 2 и 42 ± 2 °С. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Микробиологические показатели и консистенция продуктов, сквашенных концентратом «Пробилакт-4» при различных температурах

Наименование показателя	Температура ферментации, °С		
	34 ± 2 °С	37 ± 2 °С	42 ± 2 °С
Количество жизнеспособных клеток, млрд. КОЕ/см ³ : <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i>	$(5,6\pm 0,21)\cdot 10^8$	$(11\pm 1,5)\cdot 10^8$	$(16\pm 3,1)\cdot 10^8$
<i>Lb. helveticus</i>	$(6,7\pm 0,24)\cdot 10^6$	$(12\pm 2,1)\cdot 10^6$	$(10,4\pm 2,4)\cdot 10^6$
<i>Lb. casei</i>	$(1,2\pm 0,2)\cdot 10^7$	$(2,2\pm 0,35)\cdot 10^7$	$(0,8\pm 0,1)\cdot 10^7$
Консистенция продуктов	слабовязкая, сгусток неплотный	вязкая, сгусток плотный	

Как следует из результатов, приведенных в таблице 1, понижение температуры до 34 ± 2 °С способствует замедлению развития *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* и *Lactobacillus helveticus*. На развитие микроорганизмов *Lactobacillus casei* снижение температуры значительного влияния не оказывает (для них данная температура является оптимумом роста).

При анализе результатов установлено, что при ферментации исследуемого молочного сырья при 42 ± 2 °С рост микроорганизмов вида *Lactobacillus casei* подавляется термофильными культурами *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, что в совокупности с экономией энергии позволяет рекомендовать температурный режим ферментации 37 ± 2 °С как оптимальный.

Кроме того, сгусток при 34 ± 2 °С был сформирован на $0,67\pm 0,17$ ч позже, чем при 37 ± 2 °С или 42 ± 2 °С и имел менее плотную консистенцию; органолептические характеристики этого образца получили оценку ниже, чем образцы, сквашенные при более высоких температурах.

При изготовлении экспериментальных образцов кисломолочных продуктов в лабораторных условиях дополнительные ингредиенты: КСБ, инулин, лактат кальция вносили в нормализованное молоко перед пастеризацией. Нормализация молочных смесей по массовой доле жира проводилась с учетом количества добавляемых не содержащих (лактата кальция и инулин) и содержащих (КСБ) жир ингредиентов согласно проектам рецептов на продукты. Инулин и КСБ предварительно растворяли в части нормализованного и гомогенизированного молока с температурой 40 ± 2 °С в соотношении 1:6. Лактат кальция добавляли в нормализованную гомогенизированную молочную смесь, предварительно растворив его в холодной воде в соотношении 1:5.

Пастеризацию нормализованных молочных смесей осуществляли при температуре 85 ± 2 °С в течение 15 мин. После выдержки молочные смеси охлаждали до температуры заквашивания и при перемешивании вносили концентрат бактериальный сухой «Пробилакт-4». Продолжительность сквашивания для всех исследуемых образцов составила $7,42 \pm 0,17$ ч. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Основные органолептические и физико-химические характеристики ферментированного молока

Состав молочной основы	Кислотность до охлаждения, °Т	Кислотность готового продукта, °Т	Средняя балльная органолептическая оценка готового продукта
Молоко цельное	58 ± 2	86 ± 1	4,8
Молоко с добавлением: 1 % КСБ	65 ± 2	92 ± 3	4,8
1 % инулина	66 ± 2	88 ± 2	5,0
1 % КСБ и 0,15 % лактата кальция	65 ± 1	108 ± 4	4,2
1 % инулина и 0,15 % лактата кальция	62 ± 2	92 ± 2	4,8
2 % инулина и 0,15 % лактата кальция	63 ± 2	92 ± 2	5,0

Из результатов, представленных в таблице 2, следует, что при внесении КСБ, лактата кальция или инулина в различных сочетаниях титруемая кислотность продуктов в момент образования сгустка на $4-8$ °Т больше, чем в необогащенных продуктах. Во всех исследуемых образцах, в том числе и в необогащенном, за время охлаждения, розлива и доохлаждения в холодильной камере продукта происходит дальнейшее нарастание кислотности в среднем на 27 °Т, кроме образца, обогащенного КСБ совместно с лактатом кальция, в котором кислотность возросла на 43 °Т и достигла 108 ± 4 °Т, что является неприемлемым в условиях многотоннажного производства.

Содержание молочнокислых (в том числе пробиотических) микроорганизмов в обогащенных продуктах приведено в таблице 3.

Таблица 3. Содержание микроорганизмов в продуктах

Наименование показателя	Количество жизнеспособных клеток, КОЕ/см ³			
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i>	Общее количество молочнокислых микроорганизмов
Молоко цельное	$(11 \pm 0,8) \cdot 10^8$	$(5,1 \pm 0,6) \cdot 10^7$	$(4,0 \pm 0,6) \cdot 10^6$	$(6 \pm 0,5) \cdot 10^8$
Молоко с добавлением: 1 % КСБ	$(10 \pm 1,4) \cdot 10^8$	$(4,8 \pm 0,4) \cdot 10^7$	$(11 \pm 1,7) \cdot 10^6$	$(25 \pm 2,5) \cdot 10^8$
1 % инулина	$(16 \pm 2) \cdot 10^8$	$(4,6 \pm 0,6) \cdot 10^7$	$(8,9 \pm 1) \cdot 10^6$	$(6 \pm 0,5) \cdot 10^8$
2 % инулина и 0,15 % лактата кальция	$(9,0 \pm 1,2) \cdot 10^8$	$(3,9 \pm 0,4) \cdot 10^7$	$(8,8 \pm 1) \cdot 10^6$	$(25 \pm 2,5) \cdot 10^8$
1 % инулина и 0,15 % лактата кальция	$(6,6 \pm 1) \cdot 10^8$	$(2,8 \pm 0,4) \cdot 10^7$	$(8,6 \pm 1,1) \cdot 10^6$	$(25 \pm 2,5) \cdot 10^8$

Анализ результатов, приведенных в таблице 3, свидетельствует о том, что при ферментации цельного молока добавление КСБ и инулина не оказывает существенного влияния на количественное содержание молочнокислых микроорганизмов в продуктах. В продуктах, содержащих инулин, количество микроорганизмов *Lactobacillus helveticus* в 2,1–2,2 раза больше, а в содержащих КСБ – в 2,7 раза больше, чем в необогащенном продукте. Установлено, что в случае добавления лактата кальция количество термофильного стрептококка снижается примерно на 15 %, микроорганизмов вида *Lactobacillus casei* – на 37 %, вместе с тем эти показатели значительно превышают требования к суммарному содержанию молочнокислых микроорганизмов, предъявляемые санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 63 от 09.06.2009 г., Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) от 17.08.2010 г к кисломолочным продуктам (1×10^7 КОЕ/см³) и составляют более 6×10^8 КОЕ/см³.

Анализ количества белка в образцах биопродуктов показал, что при внесении в нормализованное молоко перед пастеризацией 1 % КСБ (0,8 % белка) в готовом продукте остается на 0,54 % (или всего на 15 % от общего количества) белка больше, чем в необогащенных продуктах. Поэтому количество вносимого КСБ было увеличено до 1,5 %, что позволило повысить содержание белка в готовом продукте до 3,6 %.

Проведен анализ сохранности заквасочных и пробиотических микроорганизмов в биопродуктах кисломолочных после 10 суток хранения. Результаты представлены на рис. 1.

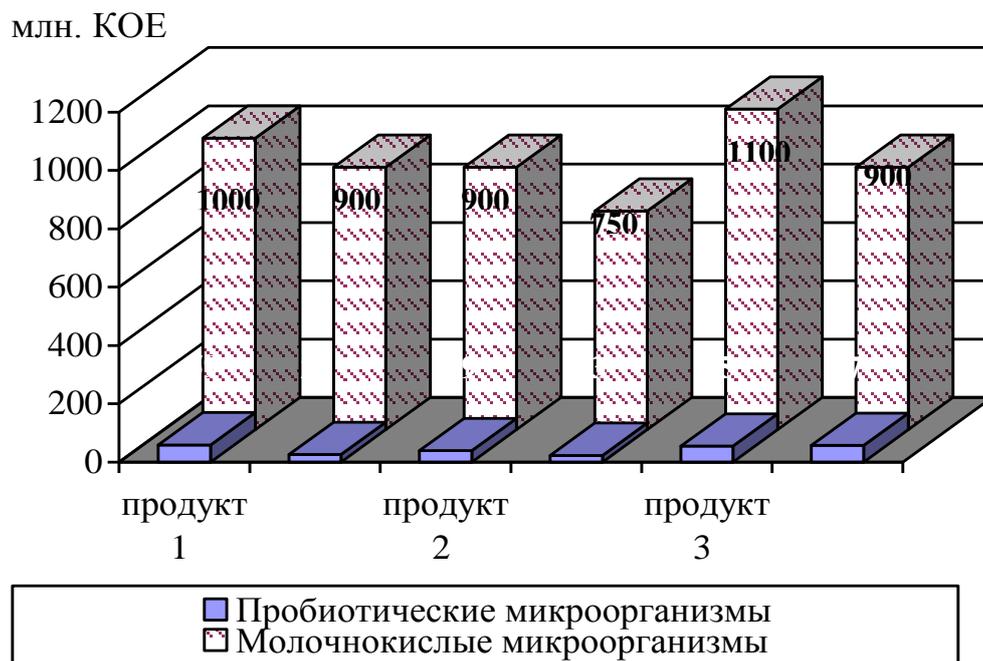


Рис. 1. Сравнительный анализ титра молочнокислых и пробиотических микроорганизмов в биопродуктах «На здоровье!» после изготовления и 10 сут. хранения:
 1 – биопродукт, обогащенный КСБ;
 2 – биопродукт с инулином, обогащенный кальцием;
 3 – биопродукт без добавления немолочных ингредиентов

Как следует из результатов, представленных на рис. 1, во всех исследуемых продуктах за 10 суток хранения количество термофильного стрептококка снизилось всего на 9–16 % и составило $(8,3 \pm 0,8) \times 10^8$ КОЕ/см³. Кроме того, и в биопродуктах с пищевыми волокнами, обогащенных кальцием, и в биопродуктах, обогащенных КСБ, суммарное количество пробиотических микроорганизмов (*Lactobacillus helveticus* и *Lactobacillus casei*) снизилось на 41 и 56 % соответственно, в то время как в необогащенных оно осталось практически неизменным. При более глубоком анализе путем посевов исследуемых продуктов на селективные среды было установлено, что в действительности происходит снижение титра только микроорганизмов вида *Lactobacillus casei*: на 72 % в биопродуктах с пищевыми волокнами, обогащенных кальцием и на 84 % – в биопродуктах, обогащенных КСБ.

Количество микроорганизмов вида *Lactobacillus helveticus*, напротив, значительно возросло: на 45 % в биопродуктах с пищевыми волокнами, обогащенных кальцием, и на 64 % – в биопродуктах,

обогащенных КСБ. Количество пробиотических микроорганизмов после 10 суток хранения составило: *Lactobacillus helveticus* в обогащенных продуктах – в среднем $1,3 \times 10^7$ КОЕ/см³, в необогащенных – 4×10^6 КОЕ/см³, *Lactobacillus casei* в обогащенных продуктах в среднем $7,8 \cdot 10^6$ КОЕ/см³, в необогащенных – 5×10^7 КОЕ/см³.

На основании проведенных исследований разработаны технические условия ТУ ВУ 100098867.259, сборник рецептов РЦ ВУ 100098867.2225 – РЦ ВУ 100098867.2247 на биопродукты кисломолочные «На здоровье!» и типовая технологическая инструкция по их производству ТТИ РБ 100098867.204.

Выработка опытных партий биопродуктов кисломолочных «На здоровье!» для питания людей различных возрастных групп, в том числе пожилого возраста, проведена на ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат». Изготовлены две партии биопродуктов «На здоровье!»: биопродукт кисломолочный с пищевыми волокнами, обогащенный кальцием, и биопродукт кисломолочный, обогащенный КСБ. Исследования показали, что по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям и показателям безопасности изготовленные продукты соответствуют ТУ ВУ 100098867.259.

С целью изучения геропротекторных свойств разработанных продуктов специалистами ГУ «Научно-производственный центр «Институт фармакологии и биохимии Национальной академии наук Беларуси» на старых и молодых крысах линии WAG проведены исследования морфометрических, гематологических, биохимических, иммунологических показателей крови, гибели клеток по механизму апоптоза и пролиферации клеток крови, костного мозга, тимуса, селезенки и печени после длительного приема биопродуктов кисломолочных «На здоровье!».

Установлено, что оба продукта обладают геропротекторными свойствами (снижают содержание глюкозы, холестерина, триглицеридов) и будут способствовать поддержанию физиологического уровня организма [17].

Таким образом, комплекс технологических приемов с применением бактериальных концентратов, включающих пробиотические микроорганизмы, и функциональных ингредиентов (инулина, лактата кальция и КСБ) позволил разработать серию новых ферментированных молочных продуктов для питания пожилых людей, нутриентно адекватных их возрастной специфике.

Литература

1. Изучить геропротекторные свойства опытных партий молочных продуктов для людей пожилого возраста ; отчет о НИР / Государственное учреждение «Научно-производственный центр

- «Институт фармакологии и биохимии НАН Беларуси» ; рук. темы Л.Н. Николаевич. – Минск, 2010. – 30 с.– № ГР 2010xxxx
2. Мартинчик, А.Н. Общая нутрициология: учебное пособие/А.Н.Мартинчик, И.В. Маев, О.О. Янушевич – М.: МЕДпресс-информ, 2005. – 391 с.
 3. Провести исследования и дать гигиеническую оценку новых видов ферментированных молочных продуктов для питания людей пожилого возраста. Провести экспертизу проектов ТНПА на разрабатываемые продукты ; отчет о НИР / Республиканский научно-практический центр гигиены ; рук. темы И.И. Кедрова – Минск, 2009. – 30 с. – № ГР 20092812.
 4. Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков.– М.: ОНИКС 21 век: Мир, 2004. – 272 с.
 5. Bunout, D. Effects of prebiotics on the immune response to vaccination in the elderly / D. Bunout, S. Hirsch, M.P. de la Maza // J. Parent. Enteral. Nutr. – 2002. – V. 26 – P. 372.
 6. Calcium and magnesium absorbtion from the colon and rectum are increased in rats fed fructooligosaccharides/ A. Ohta, [et al.] // J.Nutr. – 1995. – V. 125. – P. 2417–2424.
 7. De Man, J.C. A medium for the cultivation of lactobacilli / J.C. De Man, M. Rogosa, M. E. Sharpe // J. Appl. Bacteriol. – 1960. – Vol. 23. – P. 130–135.
 8. Dietary carbohydrates source influences molecular fingerprints of the rat faecal microbiota/T.R. Licht [et al.] // BMC Microbiol. – 2006. – V. 30, № 6. – P. 98.
 9. Effects of galactooligasaccharides and fructooligosaccharides on mineral utilization in rats/ S. Shimura, [et al.] // J. Nutr. Food Sci. – 1991. – V. 44. – № 4. – P. 287–291.
 10. Kaur, N. Application of inuline and oligofructose in health and nutrition/ N. Kaur, A.K. Gupta // J. Biosci. – 2002. – V. 27 – P. 703.
 11. Kelly-Quagliana, K.A. Dietary oligofructose and inulin modulate immune function/K.A. Kelly-Quagliana, P.D. Nelson, R.K. Buddington // Nutr. Res. – 2003. –V. 23 – P. 257–267.
 12. Masco, L. Culture-dependent and culture-independent qualitative analysis of probiotic products claimed to contain bifidobacteria / L. Masco, [et. al.] // Int. J. Food Microbiol. – 2005. – Vol. 102. – P. 221–230.
 13. Moineau, S. Effect of feeding fermented milks on the pulmonary macrophage activity in mice / S.Moineau, J.Goulet // Milchwissenschaft. – 1991. –V. 46. – P. 551.
 14. Oligofructose stimulates calcium absorbtion in adolescents / van den E. Heuvel, [et al.] // Am.J.Clin.Nutr. – 1999. – V. 69. – P. 544–548.
 15. Species differentiation of oral lactobacilli from man including descriptions of *Lactobacillus salivarius* nov. spec. and *Lactobacillus cellobiosus* nov. spec / M. Rogosa [et al.] // J. Bacteriol. – 1953. – Vol. 65. – P. 681–699.

16. The effect of *Lactobacillus paracasei* and Raftilose P95 upon the non-specific immune response of piglets / R. Herich [et al.] // Food Agric. Immunol. – 2002. – V. 14. – P. 171.

17. Watzl, B. Inulin, oligofructose and immunomodulation / B.Watzl, S. Girrbaach, M.Roller // British J. Nutr. – 2005. – V.93, Suppl.1 – S. 49–55.

*L.Bogdanova¹, N of N of Furik¹, N.K.Zhabanos¹, V.A.Taras¹,
L.V.Safronenko², T.I.Dymar¹, T.A.Savelyeva¹*

¹*RUP «Institute of the meat-and-milk industry»*

²*VO TO "BGAT"*

SOUR-MILK PRODUCTS, PROMOTING MAINTENANCE OF ACTIVE LONGEVITY OF PEOPLE OF ADVANCED AGE

Summary

The aging process is accompanied by a number of morphological and functional changes in the body (reduction of gastric secretion, kidney and pancreas) that affect the processes of perception and assimilation of food and changing needs for nutrients and energy. Physiological changes in the elderly are often combined with health (disease), and socio-economic issues that affect the nature of power. For nutritional prevention of diseases caused by indirect age-related changes of the body (dysbacterioses, polyhypovitaminosis, polimikroelementozov, osteoporosis) requires a system of measures to optimize the supply of older people [1].