

**Список литературы:** 1. *Samer, J. W.* Production and properties of lactase [Text] / *J. W. Samer* // Biol. Chem. – 1987. – Vol. 93 – P. 347. 2. *Sviridenko, Y.*, Lactose hydrolysis by beta-galactosidase in milk sugar concentrated solutions [Text] / *Y. Sviridenko, V. Smurygin, D. Abramov, Y. Borovkova* // 24-th International Dairy Congress, Melbourne, 1994. – P. 469. 3. *Чекулаева, Л. В.* Сгущенные молочные консервы [Текст] / *Л. В. Чекулаева, Н. М. Чекулаев* // Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 254 с. 4. *Радаева, И. А.* Основные условия производства молочных консервов и сухого молока [Текст] / *И. А. Радаева* // Молочная промышленность. – 2000. – № 8. – С. 32–34. 5. *Петров, А. Н.* Органолептические свойства молочных консервов [Текст] / *А. Н. Петров* // Молочная промышленность. – 2004. – № 9. – С. 46–48. 6. *Радаева, И. А.* Повышение качества молочных консервов [Текст] / *И. А. Радаева* // Пищевая промышленность, 1980. – 93 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Samer, J. W.* (1987). Production and properties of lactase. Biol. Chem, 93, 347. 2. *Sviridenko, Y., Abramov, D., Borovkova, Y.* (1994). Lactose hydrolysis by beta-galactosidase in milk sugar concentrated solutions. 24-th International Dairy Congress, Melbourne, 469. 3. *Chekulaeva, L. V., Chekulaev, N. M.* (1982). Condensed milk con-serfs. M.: Light and Food Industry, 254. 4. *Radaeva, I. A* (2000). Basic conditions of production of canned milk and powdered milk. Dairy Industry, № 8, 32–34. 5. *Petrov, A. N.* (2004). Organoleptic properties of milk con-serfs. Dairy Industry, № 9, 46–48. 6. *Radaeva, I. A.* (1980). Improving the quality of canned milk. Food Industry, 93.

*Поступила (received) 12.05.2014*

**УДК 579.61**

**О. С. ХИЖНЯК**, аспирант, НТУ «ХПИ»

## **ИЗУЧЕНИЕ ПРЕБИОТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАМЕНИТЕЛЯ САХАРА ЛАКТИТОЛА В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

Проведены исследования по подтверждению пребиотических свойств заменителя сахара нового поколения – лактитола. Доказано улучшение основных физиологических параметров культуры бифидобактерий штамма *Bifidobacterium bifidum* ЛВА-3 и лактобацилл штамма *Lactobacillus Plantarum* при введении лактитола в состав питательной ростовой среды, как при культивировании монокультур, так и при совместном культивировании. Определена оптимальная концентрация лактитола в составе питательной среды для совместного культивирования указанных бактерий.

**Ключевые слова:** бифидобактерии, лактобациллы, лиофилизат, микрофлора, лактитол, пребиотический компонент, кислотообразование, выживаемость, оптическая плотность, совместное культивирование.

**Введение.** В последнее время, в связи с ухудшением экологической обстановки, изменением рациона питания и нарастания стрессовых ситуаций возрастает спрос на препараты, стимулирующие защитные свойства организма. К числу таких препаратов относятся биологически активные добавки на основе представителей микрофлоры, характерной для кишечника здорового человека – пробиотиков. С другой стороны, в состав многих пробиотических препаратов входит лактоза – нежелательный компонент при отсутствии в организме фермента лактазы, способного ее расщеплять.

В поликомпонентных препаратах могут использоваться в качестве

© О. С. ХИЖНЯК, 2014

пребиотического компонента различные сахара с высоким гликемическим индексом, что не всегда приемлемо для потребителя [1]. Нашей задачей является создание безопасного препарата с высокими иммунобиологическими и технологическими характеристиками, с широким спектром функциональных свойств, удовлетворяющего всем требованиям, предъявляемым к пробиотическим препаратам.

В последнее время на рынке появился новый сахарозаменитель – лактитол, который получают из лактозы путем уменьшения части глюкозы в данном полисахариде (рис 1) [8].

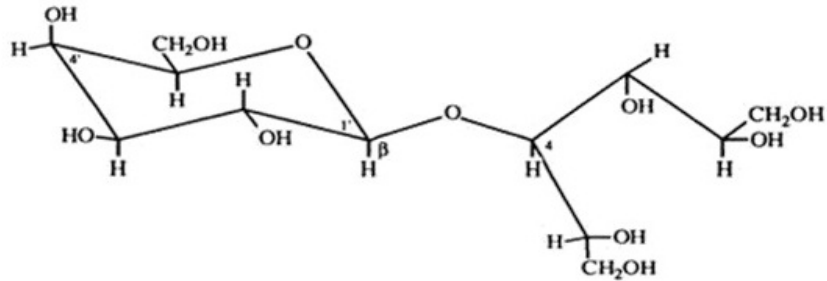


Рис. 1 – Структура лактитола

В отличие от лактозы, лактитол не гидролизуется лактазой и плохо всасывается в тонкой кишке. В толстой кишке бактерии метаболизируют лактитол до органических кислот, двуокиси углерода и водорода. Употребление лактитола не вызывает повышения уровня глюкозы и инсулина в крови, что позволяет применять его больным сахарным диабетом [1]. Как и все пребиотики, лактитол регулирует кишечную микрофлору, индуцирует полезные эффекты как на уровне желудочно-кишечного тракта, так и организма в целом, способствуя поддержанию иммунной системы человека [2,3].

При анализе литературы найдены данные, об избирательном действии лактитола на кишечную микрофлору, в частности на бифидобактерии и лактобациллы. При этом обнаруживается понижение уровня pH толстой кишки за счет снижения интенсивности размножения гнилостных бактерий, отвечающих за синтез проканцерогенных ферментов [4]. Поэтому в качестве объекта исследования были использованы представители родов бактерий – *Bifidobacterium bifidum* ЛВА-3 и *Lactobacillus Plantarum*.

**Цель работы.** Цель настоящего исследования состояла в изучении роста и интенсивности метаболических процессов бифидобактерий и лактобацилл на средах, содержащих лактитол в качестве дополнительного источника углевода.

**Методика экспериментов.** Для подтверждения пребиотических свойств лактитола проводили культивирование бактерий *Bifidobacterium bifidum* ЛВА-3 и *Lactobacillus Plantarum* in vitro на средах с различными источниками углевода. В опытах использовались полученные нами ранее лиофилизаты монокультур [9].

Лиофилизат бифидобактерий растворяли питательной средой Блаурокка (pH  $6.5 \pm 0.1$ ) и восстанавливали при температуре  $(38 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  в течение 96 часов, путем двух последовательных пассажей по 48 часов культивирования каждый. Затем данную культуру, в количестве 10%, вносили в подготовленную для культивирования модифицированную питательную среду КД-5. Для определения эффективности действия различных источников углевода на рост и развитие микроорганизмов *Bifidobacterium bifidum* ЛВА-3 было подготовлено несколько вариантов среды КД-5 (pH  $7.0 \pm 0.1$ ) с включением в питательную среду

фруктозы, инулина, лактулозы и лактитола в количестве 1.7% [10]. Активность накопления биомассы и кислотообразования с применением лактозы (1.7%) было изучено нами в предыдущих экспериментах [10]. Активность роста бактерий определяли по степени кислотообразования через 72 часа путем титрования пробы 0.1М раствором щелочи [5]. Количество живых бифидобактерий определяли путем 12-кратного разведения пробы на среде Блаурокка [5].

Лиофилизат лактобацилл растворяли питательной средой МРС-1 (рН 6.7±0.1) и восстанавливали при температуре (37±0.5)<sup>0</sup>С в течение 24 часов. Далее проводили последовательные генерации на средах МРС-2 (рН 7.3±0.1) и МРС-4 (рН 7.9±0.1). Затем данную культуру, в количестве 10%, вносили в подготовленную для культивирования модифицированную питательную среду КД-5. Варианты питательной среды КД-5 также содержали 1.7% дополнительных источников углевода, указанных выше [10]. Количество живых бактерий определяли путем подсчета колоний на среде МРС-4 [5], активность кислотообразования определяли путем титрования пробы 0.1М раствором щелочи через 48 часов культивирования [5].

Микроскопирование культуры проводили при помощи светового микроскопа «Биолам Р-11». По основным морфологическим признакам заявленные культуры бифидобактерий и лактобацилл отвечали установленным стандартам [6,7].

Интенсивность роста бактерий определяли фотометрически путем определения оптической плотности образцов при длине волны  $\lambda=540$  нм. Контролем сравнения была исходная питательная среда, разведенная в 50 раз.

Опыты проводили в 3-х кратной биологической повторности. Далее по тексту приведены данные опытов, где каждое значение является средним арифметическим.

**Обсуждение результатов. Изучение влияния лактитола на рост и метаболическую активность бифидобактерий в сравнении с другими углеводами.**

Данные результатов исследования показали, что бифидобактерии штамма *Bifidobacterium bifidum* ЛВА-3 способны расти на всех испытанных вариантах сред. Однако содержание того или иного источника углевода в среде по разному сказывалось на ростовых характеристиках штамма. Наибольшая физиологическая активность культуры проявлялась при внесении в питательную среду лактитола и лактулозы (рис. 2)

Интенсивность метаболических процессов у бифидобактерий контролировали по изменению рН среды во время культивирования, что служит показателем трансформации сахаров в органические кислоты,



Рис. 2 – Оптическая плотность бифидобактерий на средах с различными источниками углевода

как конечные продукты метаболизма. Изменения pH среды корректировали добавлением в среду 10%-го раствора аммиака. Данные занесены в табл.1.

Таблица 1 – количество аммиака, использованное для стабилизации pH при культивировании бифидобактерий

№ пробы	Источник углевода	Количество внесенного аммиака, мл
0	Контроль (содержит 1.7% лактозы)	0.4±0.03
1	Фруктоза	1.3±0.1
2	Инулин	0.57±0.05
3	Лактулоза	1.6±0.15
4	Лактитол	1.5±0.1

Анализ контроля бифидобактерий показал, что наибольшее количество бактерий –  $10^{12}$  КОЕ/мл наблюдается при внесении в питательную среду лактитола и лактулозы. Внесение других компонентов в качестве источников углевода дает более низкие показатели. Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2 – результаты количественного определения бифидобактерий

Источник углеводов	Контроль (содержит 1.7% лактозы)	Фруктоза	Инулин	Лактулоза	Лактитол
КОЕ/мл	$10^{10}$	$10^{10}$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{12}$

Показателем активности накопленной биомассы является активность кислотообразования. Данные приведены в табл. 3.

Таблица 3 – активность кислотообразования культуры бифидобактерий

№ пробы	Источник углевода	Активность кислотообразования, °Т
0	Контроль (содержит 1.7% лактозы)	150±10
1	Фруктоза	185±15
2	Инулин	175±15
3	Лактулоза	240±20
4	Лактитол	240±20

Морфологические признаки бактерий *Bifidobacterium bifidum* ЛВА-3 при росте на всех вариантах сред были сохранены и соответствовали описанным в литературе [6,7].

*Изучение влияния лактитола на рост и метаболическую активность лактобактерий в сравнении с другими углеводами.*

Внесение дополнительных источников углевода положительно влияет на

Оптическая плотность лактобацилл

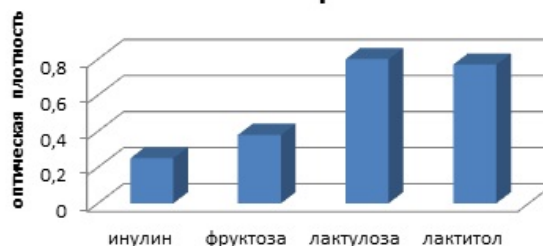


Рис.3 – оптическая плотность лактобацилл на средах с различными источниками углевода

рост и активность культуры лактобактерий, однако наиболее эффективно было внесение лактитола и лактулозы. Данные представлены на рис. 3.

Изменение интенсивности метаболических процессов при кислотообразовании (контролируемое путем внесения 10%-го раствора аммиака) представлено в табл. 4.

Таблица 4 – количество аммиака, использованное для стабилизации рН при культивировании лактобацилл

№ пробы	Источник углевода	Количество внесенного аммиака, мл
0	Контроль (содержит 1.7% лактозы)	0.6±0.05
1	Фруктоза	1.7±0.1
2	Инулин	0.87±0.05
3	Лактулоза	2.3±0.1
4	Лактитол	2.0±0.1

Данные о динамике изменения активности кислотообразования культуры *L.Plantarum* при внесении дополнительных источников углевода представлены в табл. 5.

Таблица 5 – активность кислотообразования культуры лактобацилл

№ пробы	Источник углевода	Активность кислотообразования, °Т
0	Контроль (содержит 1.7% лактозы)	250±10
1	Фруктоза	330±15
2	Инулин	290±15
3	Лактулоза	380±20
4	Лактитол	390±20

Анализ результатов по подсчету клеток *L.Plantarum* на среде МРС-4 при проведении контроля показал, что максимальное количество бактерий наблюдается при внесении в ростовую среду в качестве дополнительного источника углевода лактитола и лактулозы 4.28 млрд. и 4.46 млрд. микробных клеток соответственно, в то время как значение этого показателя на контрольной питательной среде составляет 2.8 – 3.2 млрд. микробных клеток. Показатели инулина и фруктозы не значительно отличались от контроля. Данные по количеству микробных клеток лактобацилл при внесении различных источников углеводов представлены в табл. 6.

Таблица 6 – результаты количественного определения лактобацилл

Источник углеводов	Контроль (содержит 1.7% лактозы)	Фруктоза	Инулин	Лактулоза	Лактитол
Кол-во живых бактерий, млрд. микробных клеток	2.9	3.3	3.1	4.28	4.46

Определение оптимального количества пребиотического компонента, вносимого в монокультуру бифидобактерий штамма *Bifidobacterium bifidum* ЛВА-3 и монокультуру лактобацилл штамма *Lactobacillus plantarum* 8R-A3.

Монокультуры бифидобактерий и лактобацилл в количествах 5 % были внесены в подготовленную питательную среду КД-5 (рН 7.0±0.1), которая содержала пребиотический компонент в количествах, указанных в табл. 7. Объем каждой пробы 50 мл.

Таблица 7 – Количество пребиотического компонента в составе питательной среды

№ пробы	Лактулоза	Лактитол
1	1.7%	
2		1.7%
3	1%	
4		1%
5	2%	
6		2%
7	0.9%	0.8%

Основным показателем динамики роста бактерий в процессе культивирования и свидетельством окончания роста является изменение и стабилизация величины рН среды, которую корректировали добавлением в среду 10 %-го раствора аммиака. Общее количество аммиака, добавленное в каждую пробу представлено на рис. 4 и 5.

Анализ результатов по определению количества живых бифидобактерий во всех образцах находился на высоком уровне и составил  $10^{12}$  КОЕ/мл, что значительно превышает этот показатель при культивировании бактерий без дополнительного источника углевода –  $10^9$ - $10^{10}$  КОЕ/мл. Результаты по подсчету клеток *L. plantarum* 8R-A3 на среде МРС-4 также указывали на интенсификацию роста. Данные приведены на рис. 6.

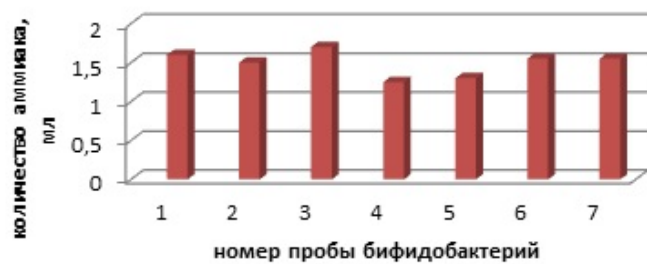


Рис. 4 – Количество аммиака, внесенное в пробы бифидобактерий для стабилизации рН

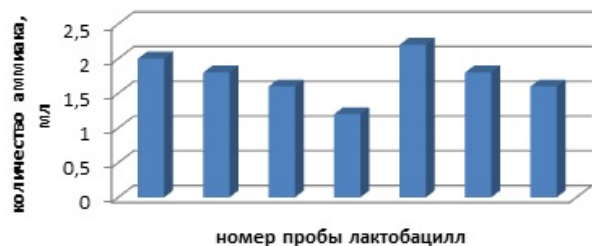


Рис. 5 – Количество аммиака, внесенное в пробы лактобацилл для стабилизации рН

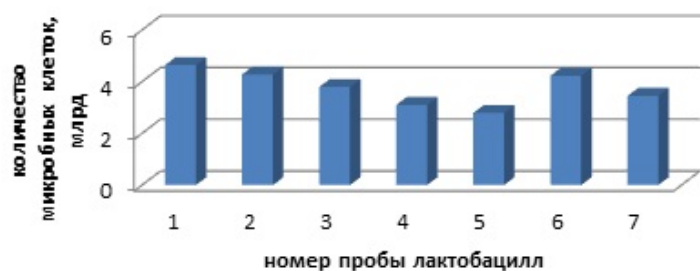


Рис. 6 – Изменение биомассы лактобацилл в зависимости от источника углевода и его количества

Способность накопленной биомассы к трансформации сахаров определяется по активности кислотообразования, данные внесены в табл. 8.

Таблица 8 – активность кислотообразования бифидобактерий и лактобацилл

№ пробы	Активность кислотообразования, °Т	
	Бифидобактерии	Лактобациллы
1	240±10	380±15
2	245±10	390±15
3	250±10	380±15
4	260±10	400±15
5	260±10	390±15
6	240±10	385±15
7	245±10	360±15

Данные по динамике роста бифидобактерий и лактобацилл на образцах с различными количествами пребиотического компонента представлены на рис. 7 и 8. Следует учесть, что измерение оптической плотности проводили при разбавлении культуры дистиллированной водой в 50 раз.

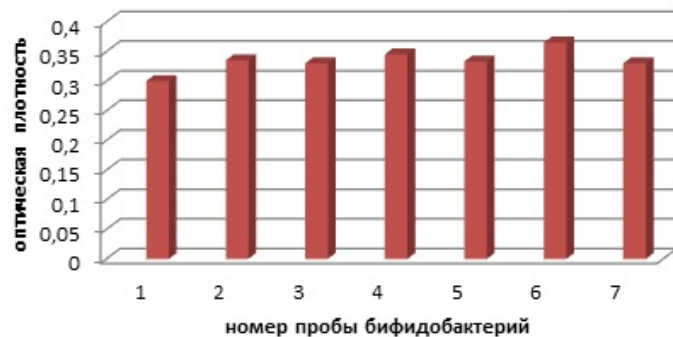


Рис. 7 – Значение оптической плотности образцов бифидобактерий

Сравнительная оценка пребиотической активности лактитола и лактулозы при совместном культивировании штаммов *Bifidobacterium bifidum* ЛВА-3 и *Lactobacillus plantarum* 8R-A3. Восстановленные маточные культуры в количестве 2.5% бифидобактерий и 7.5% лактобацилл вносили в

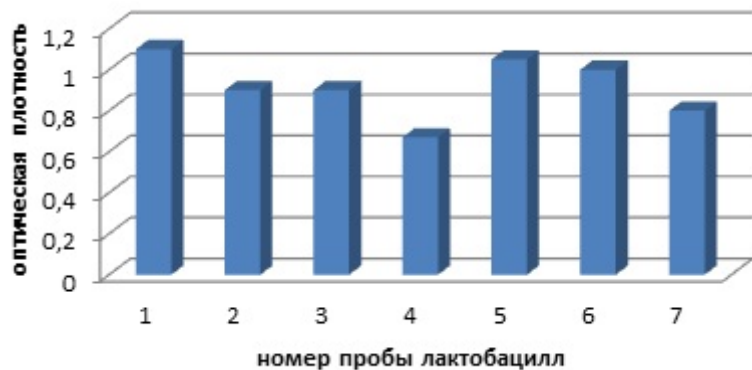


Рис. 8 – Значение оптической плотности образцов лактобацилл

подготовленную производственную среду КД-5 (рН 7.0±0.1), содержащую 1% лактитола (проба №1) и 1.7% лактулозы (проба №2). Культивирование проводили в течение 48 часов.

Для стабилизации рН в процессе роста было использовано значительно большее количество аммиака, чем при культивировании монокультур. Значения представлены на рис. 9.

Активность кислотообразования образцов была проведена согласно стандартным методикам и составила (290±5)<sup>0</sup>Т для лактобацилл и не



значительное отличие при проведении анализа для бифидобактерий –  $(392 \pm 5)^{\circ}C$  – для пробы №1 и  $(396 \pm 5)^{\circ}C$  – для пробы №2.

Количество живых бактерий также находилось на высоком уровне и составило: для пробы №1 –  $10^{12}$  КОЕ/мл бифидобактерий и  $6.4 \pm 0.2$  млрд м.к. лактобацилл; для пробы №2 –  $10^{12}$  КОЕ/мл бифидобактерий и  $6.8 \pm 0.2$  млрд м.к. лактобацилл.

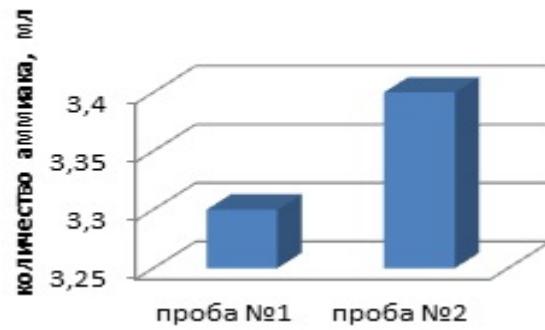


Рис. 9 – Количество аммиака, пошедшее на стабилизацию рН при совместном культивировании бактерий

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что культивирование бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum* ЛВА-3 и лактобацилл *Lactobacillus Plantarum* в условиях *in vitro* на среде с содержанием, в качестве дополнительного источника углевода, лактитола имеет хорошие показатели роста и уровень накопления биомассы, и по своим основным показателям не уступает наиболее распространенному и эффективному пребиотическому компоненту – лактулозе. Также доказана эффективность применения лактитола в производстве комплексного пробиотического препарата и установлена его концентрация – 1%. Таким образом, можно утверждать, что лактитол обладает пребиотическими свойствами, способен улучшать показатели как бифидобактерий, так и лактобацилл и может быть использован в составе комплексного препарата в качестве пребиотического компонента.

**Список литературы:** 1. Дорохович, А. Н. Сахарозаменители нового поколения низкой калорийности и гликемичности [Текст] / А.Н. Дорохович, В.В. Дорохович, Н.П. Лазаренко // Продукты и ингредиенты. – 2011. - № 6(8). – С. 46 – 48. 2. Капрельяни, Л. В. Пребиотические пищевые ингредиенты. Современное состояние и перспективы [Текст] / Л.В. Капрельяни // Продукты и ингредиенты. – 2005. - № 6. – С. 60 – 62. 3. Шендеров, Б. А. Пробиотики, пребиотики и синбиотики [Текст] / Б.А. Шендеров // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2005. - № 2. – С. 23 – 26. 4. Артюхова, С. И. Пребиотик лактитол – эффективное средство для поддержания здоровья современного человека [Текст] / С.И. Артюхова, Ю.А. Гаврилова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. - № 4. – С. 95 – 96. 5. Краснопольский Ю.М. Фармацевтическая биотехнология: Технология производства иммунобиологических препаратов: Учебное пособие / Ю. М. Краснопольский, М. И. Борщевская. – Харьков, НТУ «ХПИ», 2009. – 352 с. 6. Определитель бактерий Берджи: В 2-х т. Т.1: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Смита, Дж. Стейли, С. Уильямса. – М.: Мир, 1997. – 432 с. 7. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Т.2: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Смита, Дж. Стейли, С. Уильямса. – М.: Мир, 1997. – 359 с. 8. Артюхова, С. И. Использование пробиотиков и пребиотиков в биотехнологии производства биопродуктов [Текст] / С. И. Артюхова, Ю. А. Гаврилова. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 112 с. 9. Біотехнологічні аспекти отримання комплексного препарату, який містить різні штами пробіотичних культур / О.С. Хижняк, Ю.М. Краснопольський // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технологія органічних і неорганічних речовин і екологія. – Харків: НТУ «ХПИ». – 2013. - № 4. – с. 113 – 120. 10. Доведення пребіотичної активності лактитолу при сумісному культивуванні біфідобактерій та лактобацилл [Текст] / О.С.Хижняк // Інформаційні



**Bibliography (transliterated):** 1. *Dorohovich, A. N., Dorohovich, V.V., Lazarenko, N.P.* (2011) The new generation of sugar substitute with low calories and the low glycemic index. *Products and ingredients*, 6 (8), 46-48. 2. *Kapreljanc, L. V.* (2005). Prebiotic food ingredients. Current status and prospects. *Products and ingredients*, 6, 60-62. 3. *Shenderov, B. A.* (2005). Probiotics, Prebiotics and Synbiotics. *Food ingredients, raw materials and additives*, 2, 23-26. 4. *Artyuhova, S. I., Gavrilova, Y. A.* (2013). Prebiotic lactitol is an effective tool for maintaining the health of modern man. *International Journal of applied and fundamental research*, 4, 95-96. 5. *Krasnopolsky, J. M., Borschevskaya, M. I.* (2009). Pharmaceutical biotechnology. Production technology of immunobiological preparations. Kharkiv: NTU «KhPI». 6. *J. Holt, N. Krieg, P. Smith, G. Staley, C. Williams.* The determinant of Berdji bacteria. In 2-t. t. 1 -Moscow: Mir, 1997, 432. 7. *J.Holt, N. Krieg, P. Smith, G. Staley, C. Williams.* The determinant of Berdji bacteria. In 2-t. t. 2 - Moscow: Mir, 1997, 359. 8. *Artyuhova, S. I.* (2010). The use of probiotics and Prebiotics in biotechnology production of Bioproduct, 112 p. 9. *Khizhnyak, O.S., Krasnopolsky, Y.M.* (2013). Biotechnological aspects of obtaining integrated drug that contain various strains of probiotic cultures. *Bulletin of NTU "KhPI"*, 4, 113-120. 10. *Khizhnyak, O.S.* (2014). The comparative characteristics of prebiotic properties of some polisaharid. Scientific-practical konferenc. NTU "KhPI", 344

*Поступила (received) 21.05.2014*

**УДК 338.439.63:613.24**

**Г. І. СЕНОГОНОВА**, аспірант, КНТЕУ, Київ;

**Н. В. ПРИТУЛЬСЬКА**, д-р техн. наук, проф., КНТЕУ, Київ;

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЦІЛЬОВОГО СЕГМЕНТУ РИНКУ СПОЖИВАЧІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З НАДЛИШКОВОЮ МАСОЮ ТІЛА**

В роботі проведені дослідження споживацьких очікувань та переваг щодо харчових продуктів для людей з надлишковою масою тіла та відношення потенційних споживачів до кондитерських виробів спеціального призначення. Щоб максимально задовольнити потреби споживача сьогодні, необхідно забезпечити разом не тільки безпечність, органолептичні, фізико-хімічні але й функціональні властивості розроблених харчових продуктів.

**Ключові слова:** споживачі, асортимент, харчові продукти, маркетингові дослідження, маса тіла.

**Вступ.** Цільовий ринок - це потенційний ринок, обраний в результаті дослідження ринків збуту тієї чи іншої продукції або послуги, що характеризується мінімальними витратами на маркетинг і забезпечує для фірми основну частку результату її діяльності.

За прогнозами експертів ВООЗ, що існують сьогодні проблема зайвої ваги набирає стрімкий темп зростання. Вочевидь, що при всіх інших факторах, провідною причиною розвитку ожиріння є надмірне харчування і гіподинамія, які одночасно розглядаються як загальноновизнані фактори ризику розвитку значної кількості серйозних захворювань та незворотних процесів руйнування організму людини в цілому.

Максимально чіткий аналіз та відокремлення сегменту ринку, на якому ця

© Г. І. СЕНОГОНОВА, Н. В. ПРИТУЛЬСЬКА, 2014