

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ЗЕФИРА, ОБОГАЩЁННОГО ПРЕБИОТИКАМИ ФРУКТАНОВОГО ТИПА

Кондратова И.И., канд. техн. наук, доцент, Томашевич С.Е., м.н.с.

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию,
г. Минск,

Кондрашова С.Б., зав. лаб.

Институт физиологии НАН Беларуси, г. Минск

Цыганков В.Г., канд. мед. наук, доцент

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

В статье приведены результаты исследования влияния зефира, обогащённого инулином и олигофруктозой, на показатели углеводного, липидного, минерального обмена белых крыс, микрофлору и копрологические характеристики экскрементов, антропометрические показатели развития животных.

In the article cited dates about influence of the zephyr enriched with inulin and oligofructose, on white rats' metabolism of carbohydrates, fats and minerals, faecal microflora, anthropometry indicators.

Ключевые слова: инулин, олигофруктоза, пребиотики, зефир, доклинические исследования, крысы

В настоящее время при разработке новых видов кондитерских изделий большое внимание уделяется повышению биологической ценности продукции, что достигается за счёт использования функциональных ингредиентов и их натуральных сырьевых источников. Перспективными функциональными добавками являются пребиотики (растворимые пищевые волокна), из которых наиболее распространены фруктаны инулин и олигофруктоза.

Функциональные свойства инулина и олигофруктозы обсуждаются в научной литературе достаточно широко. В частности, установлено, что данные вещества обладают бифидогенным (пребиотическим) эффектом, то есть стимулируют рост и активность собственной лакто- и бифидофлоры кишечника. Данный эффект очень важен для поддержания межвидового баланса кишечной микрофлоры в случаях его нарушения при приёме антибиотиков, несбалансированной диеты, стресса, нарушении моторной функции желудочно-кишечного тракта и других факторах, приводящих к возникновению дисбактериоза. Кроме этого, известно, что в толстом кишечнике инулин и олигофруктоза метаболизируются до молочной кислоты, летучих короткоцепочечных жирных кислот (50 %), бактериальной биомассы (40 %) и газов (10 %). Образующиеся органические кислоты понижают кислотность среды в кишечнике и тем самым препятствуют развитию патогенных микроорганизмов [1, с. 25; 2-6]. Также пребиотики положительно влияют на моторную функцию кишечника, нормализуя его опорожнение [7], что приводит к увеличению массы стула и содержания в нём сухих веществ. Помимо нормализации функционирования желудочно-кишечного тракта, пребиотический эффект способствует активизации иммунной системы организма [8].

В своём большинстве экспериментальные исследования функциональных свойств инулина и олигофруктозы проводились при введении в рацион питания животных или человека чистых препаратов пищевых волокон. Однако данные вещества поступают в организм в основном с пищей, поэтому целесообразным является изучение физиологических эффектов от употребления готовых пищевых продуктов, обогащённых этими пребиотиками. Сведения об изучении пребиотических свойств продуктов, в составе которых содержатся инулин и олигофруктоза, немногочисленны. Например, есть данные о применении в диетотерапии сока, кисломолочных продуктов (кефира и йогуртов), продуктов детского питания (молочных смесей и зерновых каш), обогащённых инулином [7-11].

Сотрудниками РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработаны технологии зефира, обогащённого инулином, олигофруктозой, а также смесью инулина и олигофруктозы (Veneo-Orafti S.A., Бельгия). Целью исследования, проводимого совместно с лабораторией прикладной физиологии ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси», являлось изучение влияния разработанных кондитерских изделий на состояние микрофлоры желудочно-кишечного тракта и отдельных сторон метаболизма экспериментальных животных.

Материалы и методы исследования. Эксперименты проводили на беспородных крысах самцах с начальной массой 150 г. Использовались 25 животных, которые были разделены на 5 групп: интактная группа (1 группа), группа «плацебо» (2 группа) и основные группы (3, 4 и 5). Содержание, питание, уход за животными и выведение их из эксперимента осуществляли в соответствии с требованиями Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных [12], Международными рекоменда-

циями (1993), а также с соблюдением биоэтических норм и требований Международного комитета по науке [13].

Эксперимент продолжался в течение 37 дней, при этом срок употребления животными зефира, обогащённого пребиотиками, составил 30 дней. Через 7 дней после окончания кормления животных зефиром исследовали эффект последствий.

Характеристика рационов питания экспериментальных групп представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика рациона питания экспериментальных групп животных

Рацион	Группа интактная (1)	Группа «плацебо» (2)	Основные группы		
			3	4	5
	стандартный корм	С замещением 40% стандартного корма на:			
		зефир, изготовленный по традиционной рецептуре	зефир с инулином	зефир с олигофруктозой	зефир с инулином и олигофруктозой
Суточное употребление пребиотиков	–	–	(4,1±0,1) г	(4,5±0,1) г	(4,8±0,1) г, в т.ч. инулина 3,0±0,1 г, олигофруктозы (1,8±0,1) г
Примечание: Верхний допустимый уровень потребления инулина – 8 г, олигофруктозы – 10 г [14]					

В течение хронического эксперимента проводили:

— копрологическое исследование стула (определение массы в сутки, pH, содержание сухих веществ);

— микробиологическое исследование кала – рост колоний облигатной (нормальной) микрофлоры: лактобактерий (*Lactobacillus*), бифидобактерий (*Bifidobacterium*), энтеробактерий (*Enterobacteriaceae*), а также условно патогенных микроорганизмов: кишечной палочки (*E. Coli*) и золотистого стафилококка (*S. Aureus*);

— количественное определение показателей углеводного обмена (содержание глюкозы в сыворотке крови);

— определение показателей липидного обмена (содержание в сыворотке крови общих липидов, общего холестерина, триглицеридов, липопротеинов низкой плотности и липопротеинов высокой плотности);

— исследование степени усвоения организмом животных микроэлементов (содержание железа, кальция, магния и цинка в сыворотке крови);

— антропометрические исследования (масса тела животных, высота подкожно-жирового слоя в межлопаточной области).

Результаты исследования и их обсуждение. Копрологические исследования позволяют оценить эффект, оказываемый пищевыми волокнами на процесс функционирования желудочно-кишечного тракта.

Исследование функции кишечника крыс показало, что введение в рацион питания зефира, обогащённого инулином, способствует увеличению массы стула в 2,1 раза по сравнению с интактной группой (на 0,5 г на 1 г употребленного пребиотика), что свидетельствует о способности инулина как пищевого волокна стимулировать перистальтику кишечника.

Положительным эффектом зефира, обогащённого пребиотиками, можно считать достоверное увеличение массы сухого остатка экскрементов. На 30 день содержание сухих веществ кала животных интактной группы составляло (16,0 ± 1,5) %, основных групп – от 25,0 до 26,0 %.

Что касается реакции среды экскрементов, то во всех группах в течение эксперимента отмечены колебания в пределах физиологической нормы. На 30 день исследований значения pH составили: 5,0 ± 0,1 – в 3 группе, 6,0 ± 0,2 – в остальных группах.

Пребиотические свойства зефира, обогащённого инулином и олигофруктозой, исследовали путём оценки влияния продукта на микробиологический состав фекальных масс экспериментальных животных. Результаты приведены в таблице 2.

Установлено, что пребиотическим эффектом обладает зефир, обогащённый олигофруктозой (группа 4), что подтверждается значительным ростом численности колониеобразующих единиц (КОЕ) бифидобактерий и лактобактерий (в 2,1 и 3,8 раза соответственно), а также снижением численности условно патогенных кишечных палочек (в 8,5 раз) и золотистого стафилококка (в 10 раз) по сравнению с интактной группой.

Вместе с тем отмечено, что все образцы зефира стимулируют рост колоний лактобактерий (в 2,5 – 6,9 раза по сравнению с интактной группой) и способствуют снижению численности КОЕ кишечной палочки (в 1,4-5,7 раза).

Таблица 2 – Состояние микрофлоры экскрементов крыс после употребления зефира, обогащённого пребиотиками

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Бифидобактерии, КОЕ×10 ¹⁰ /1 г	13,0 ± 5,2 (P<0,01)	19,0 ± 6,8 (P<0,01)	8,0 ± 2,7 (P<0,05)	27,0 ± 8,0 (P<0,05)	4,0 ± 1,0 (P<0,01)
Лактобактерии, КОЕ×10 ⁶ /1 г	11,0 ± 3,5 (P<0,01)	28,0 ± 7,2 (P<0,01)	59,0 ± 8,0 (P<0,01)	42,0 ± 7,9 (P<0,01)	76,0 ± 14,2 (P<0,01)
Энтеробактерии, КОЕ×10 ⁵ /1 г	55,7 ± 8,0 (P<0,01)	22,0 ± 4,3 (P<0,02)	17,5 ± 5,7 (P<0,01)	8,5 ± 3,0 (P<0,01)	14,3 ± 5,1 (P<0,02)
Кишечная палочка, КОЕ×10 ⁵ /1 г	17,0 ± 4,6 (P<0,05)	6,7 ± 1,0 (P<0,05)	12,0 ± 4,2 (P<0,05)	2,0 ± 0,1 (P<0,01)	3,0 ± 0,1 (P<0,01)

Показатели углеводного обмена у животных и человека достаточно полно характеризуют функциональное состояние печени и поджелудочной железы. Для поддержания здоровья организма и обеспечения его энергетических нужд важно поддерживать нормальный уровень глюкозы в крови, т.к. снижение данного показателя ниже минимального предела (гипогликемия) препятствует надлежащему функционированию головного мозга, а повышение (гипергликемия) приводит в конечном итоге к сахарному диабету [15].

Рядом исследователей [16-18] высказано предложение об использовании инулина и олигофруктозы в диабетическом питании, поскольку они не влияют на уровень глюкозы в крови. Однако эта информация во многом противоречива и требует дополнительных доказательств. Поэтому нами было принято решение о проведении исследования влияния употребления в пищу зефира, обогащённого пребиотиками, на содержание глюкозы в сыворотке крови экспериментальных животных.

Установлено, что употребление в пищу контрольного образца зефира и зефира, обогащённого олигофруктозой, не приводит значительному к изменению уровня глюкозы в крови, по сравнению с интактной группой. Содержание глюкозы в сыворотке крови крыс составляет около 4,5 ммоль/л при значении 4,9 ммоль/л у интактной группы. Введение в рацион питания крыс зефира с инулином и его смесью с олигофруктозой приводит к некоторому снижению уровня глюкозы в сыворотке крови экспериментальных животных.

Рядом авторов отмечен положительный эффект инулина и олигофруктозы на липидный обмен человека и животных: снижение уровня холестерина, липопротеидов низкой плотности и триглицеридов в крови, а также повышение содержания липопротеидов высокой плотности [1, с. 26; 16; 18].

Холестерин – основной липид крови, который в организме синтезируется клетками печени или поступает в него с пищей. Он используется в качестве строительного компонента клеточных мембран организма (например, мышц, мозга, печени), а также участвует в выработке гормонов, метаболизме жирорастворимых витаминов. Количество общего холестерина является одним из самых важных показателей липидного обмена и косвенно отражает риск развития атеросклероза.

Холестерин циркулирует в крови в виде комплексных соединений с белками: липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и липопротеинов высокой плотности (ЛПВП). Изменение соотношения содержания данных соединений в крови может являться фактором риска в возникновении атеросклероза. ЛПНП переносят холестерин из клеток печени к другим клеткам организма, в результате чего он может откладываться на стенках артерий. ЛПВП, наоборот, доставляют холестерин от клеток обратно в печень, где он расщепляется или выводится из организма. ЛПВП вырабатываются в организме под влиянием систематических средне- или умеренно интенсивных физических нагрузок.

Триглицериды поступают в организм либо с жирами пищи, либо синтезируются в организме из глицерина и жирных кислот, избытка углеводов. Если уровень триглицеридов в крови высокий, то возрастает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [15].

Проведено исследование влияния употребления в пищу зефира, обогащённого пребиотиками, на состояние липидного обмена экспериментальных животных. Результаты приведены в таблице 3.

Биохимические исследования сыворотки крови лабораторных животных показали, что введение в рацион питания зефира, обогащённого инулином (группа 3), приводит к снижению уровня триглицеридов в 1,5-1,8 раза и некоторому увеличению концентрации ЛПВП (в 1,05-1,3 раза) по сравнению с интактной группой и группой «плацебо». При включении в рацион питания зефира, обогащённого олигоф-

руктозой (4 група), наблюдали уменьшение содержания общих липидов на 17 – 36 % и незначительное снижение холестерина – на 7 %. Статистически достоверных различий в биохимических показателях липидного обмена у животных, употреблявших зефир со смесью инулина и олигофруктозы (5 группа), от групп сравнения выявлено не было.

Таблица 3 – Показатели липидного обмена у крыс после употребления зефира, обогащённого пребиотиками

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Общие липиды, ммоль/л	9,25 ± 0,34 (P<0,1)	10,35 ± 1,47 (P<0,1)	10,98 ± 1,10 (P<0,1)	7,63 ± 1,11 (P<0,1)	8,97 ± 0,61 (P<0,1)
Общий холестерин, ммоль/л	2,56 ± 0,20 (P<0,1)	1,41 ± 0,24 P<0,01	2,89 ± 0,54 (P<0,1)	2,39 ± 0,37 (P<0,1)	2,92 ± 0,81 (P<0,1)
Лipoproteины высокой плотности, ммоль/л	0,77 ± 0,07 (P<0,1)	0,62 ± 0,06 (P<0,1)	0,81 ± 0,09 (P<0,1)	0,58 ± 0,06 (P<0,1)	0,57 ± 0,08 (P<0,1)
Лipoproteины низкой плотности, ммоль/л	1,13 ± 0,23 (P<0,1)	1,41 ± 0,09 (P<0,02)	1,70 ± 0,43 (P<0,1)	1,32 ± 0,34 (P<0,1)	1,14 ± 0,36 (P<0,1)
Триглицериды, ммоль/л	1,53 ± 0,15 (P<0,1)	1,22 ± 0,54 (P<0,1)	0,84 ± 0,25 (P<0,05)	1,54 ± 0,11 (P<0,1)	1,68 ± 0,13 (P<0,1)

Организм животных и человека очень чувствителен к недостатку минеральных веществ. Эти вещества имеют неорганическую природу, но влияют на все жизненно важные процессы. Причём для организма важно не только абсолютное количество отдельных минеральных веществ, но и соотношение между ними. О состоянии минерального обмена можно судить по содержанию макро- и микроэлементов в сыворотке крови.

Предполагается, что инулин и олигофруктоза имеют способность повышать усвояемость организмом различных минеральных компонентов пищи: железа, цинка, кальция, магния [1; 19].

Поскольку минеральные вещества входят в состав всех органов и тканей организма, участвуют в протекании большинства жизненно важных физиологических и биохимических процессов, обмене веществ, функционировании нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма, нами было исследовано содержание кальция, магния, железа и цинка в крови у экспериментальных животных после употребления в пищу зефира функционального назначения (результаты представлены в таблице 4).

Таблица 4 – Содержание минеральных веществ в сыворотке крови крыс после употребления зефира, обогащённого пребиотиками

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Железо, мкмоль/л	6,70 ± 0,20 (P<0,05)	9,27 ± 0,89 (P<0,02)	8,29 ± 0,62 (P<0,05)	7,89 ± 0,56 (P<0,05)	8,60 ± 0,66 (P<0,02)
Цинк, мкмоль/л	11,98 ± 0,45 (P<0,1)	11,40 ± 0,32 (P<0,1)	13,94 ± 0,19 (P<0,001)	15,90 ± 0,18 (P<0,001)	13,06 ± 0,29 (P<0,1)
Кальций, ммоль/л	2,74 ± 0,08 (P<0,1)	2,84 ± 0,08 (P<0,1)	2,35 ± 0,27 (P<0,1)	2,44 ± 0,19 (P<0,1)	2,62 ± 0,16 (P<0,1)
Магний, ммоль/л	0,67 ± 0,03 (P<0,1)	0,64 ± 0,09 (P<0,1)	0,60 ± 0,03 (P<0,1)	0,67 ± 0,06 (P<0,1)	0,65 ± 0,04 (P<0,1)

Полученные экспериментальные данные показали, что после длительного кормления животных зефиром функционального назначения содержание железа и цинка в крови животных повышается в 1,1-1,3 раза. Уровень усвояемости кальция и магния у животных основных групп приближен к значениям интактной группы и группы «плацебо». Это указывает на то, что обмен кальция в организме не нарушается, при этом содержание свободного кальция находится в пределах нормы, а количество магния поддерживается на адекватном уровне.

Проведенные антропометрические исследования позволили установить, что за период проведения эксперимента величина привеса животных составила: в интактной группе и группе «плацебо» – в среднем 50 г, в основных группах – от 85 до 100 г. Необходимо отметить, что увеличение массы тела животных основных групп и группы «плацебо» происходило за счет наращивания мышечной массы, а не жировой ткани, что подтверждается состоянием подкожно-жирового слоя, который оценивали по величине кожной складки в межлопаточной области (результаты приведены в таблице 5).

Таблица 5 – Состояние подкожно-жирового слоя крыс после употребления зефира, обогащённого пребиотиками

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Высота кожной складки в межлопаточной области (мм)	14,0 ± 2,0	25,0 ± 3,0	28,0 ± 4,0	21,0 ± 3,0	24,0 ± 3,0
Толщина кожной складки у основания (мм)	23,0 ± 3,0	6,0 ± 1,0	4,0 ± 2,0	8,0 ± 2,0	6,0 ± 1,5

Установлено, что у животных основных групп высота кожной складки в межлопаточной области превышает в 1,5-2 раза показатель интактной группы, что обусловлено более быстрым ростом животных. При этом для данных групп характерно меньшее значение толщины кожной складки у основания (в 2,9-5,8 раза), что свидетельствует о меньшем подкожном жировом слое животных. Вскрытие животных показало, что у интактной группы жировая масса преобладала над мышечной, в то время как у животных остальных групп накопление жировой массы не наблюдалось. Таким образом, антропометрические исследования позволили установить, что энергия от поступления в организм экспериментальных животных зефира, обогащённого инулином и олигофруктозой, способствует увеличению мышечной массы. Данный нестероидный анаболический эффект, по-видимому, объясняется стимулированием фруктанами биосинтеза белка и обеспечением ими сжигания жиров [20].

В литературных источниках встречается информация о том, что после исключения из рациона инулина и олигофруктозы в течение 2-3 недель сохраняются некоторые положительные, так называемые «отдаленные», эффекты действия данных пребиотиков, в частности бифидогенный [21].

Анализ всех вышеописанных показателей жизнедеятельности организма животных через 7 дней после исключения из рациона питания зефира показал следующее. В группе 3 сохранился эффект увеличения массы стула (в 1,7 раза по сравнению с интактной группой, $P < 0,01$). Также в основных группах сохранилось большее содержание сухих веществ в экскрементах: $[(25,6...26,9) \pm 3,5] \%$ при $(18,9 \pm 1,7) \%$ у интактной группы. Реакция среды экскрементов интактных животных находилась на уровне $8,1 \pm 0,7$, животных основных групп – $(6,6...6,9) \pm 0,5$.

Важным фактом явилось сохранение через 1 неделю бифидогенного эффекта. Так, в экскрементах животных групп 3 и 4 численность колоний бифидобактерий превышала значение интактной группы в 2,7-3,3 раза, лактобактерий – в 4,1-7,25 раза.

Биохимические показатели крови, а также показатели минерального обмена у животных основных групп находились на уровне значений интактной группы.

Выводы. Проведенные исследования позволили выявить спектр функциональных эффектов, оказываемых пастильными кондитерскими изделиями, обогащёнными инулином и олигофруктозой.

Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанные пищевые продукты в качестве функциональных для предупреждения и устранения дисбактериоза кишечника, мягкой коррекции микробиоценоза желудочно-кишечного тракта, устранения запоров, нормализации работы желудочно-кишечного тракта. Кроме того, новые виды зефира, обогащённого инулином и олигофруктозой, могут быть рекомендованы для спортсменов и людей с заболеваниями, сопровождающимися потерей мышечной массы.

Литература

1. Complex carbohydrates in foods. Edited by Leon Prosky, Susan Sungsoo Cho and Mark Dreher. Chapter 4. Dietary fiber properties and health benefits of non-digestible oligosaccharides. M.B. Roberfroid// CRC Press 1999, p. 661.
2. Roberfroid, M.B. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products/ Marcel B. Roberfroid, Jan A. E. Van Loo and Glenn R. Gibson// J. Nutr. 128: 11–19, 1998.
3. Roberfroid, M.B. Health benefits of non-digestible oligosaccharides/ Adv Exp Med Biol, 1997, 427.: 211-9.
4. Gibson, G. R. Fermentation of non-digestible oligosaccharides by human colonic bacteria / Glenn R. Gibson, Anne Willems, Sally Reading and M. David Collins // Proceedings of the Nutrition Society (1996), 55,899-9 12, Symposium 2, p. 899-912.
5. Roberfroid, M.B. Functional effects of food components and the gastrointestinal system: chicory fructooligosaccharides// Nutr Rev, 1996 Nov, 54:11 Pt 2, S38-42.
6. Bouhnik, Y. The capacity of short-chain fructo-oligosaccharides to stimulate faecal bifidobacteria: a dose-response relationship study in healthy humans / Yoram Bouhnik, Laurent Raskine, Guy Simoneau, Damien Paineau and Francis Bornet// Nutrition Journal, 2006, 5:8.

7. Пилипенко, В.И. Эффективность использования кисломолочных продуктов, обогащённых инулином, у больных с функциональными запорами/ В.И. Пилипенко, Е.А. Буряева, А.К. Шаховская, В.А. Исаков // Вопросы питания. Том 78. – 2009. – №3. – С. 56-61.
8. Herich, R. Lactic acid bacteria, probiotics and immune system/ R. Herich, M. Levkut. – Vet. Med. – Czech, 47, 2002 (6): 169–180.
9. Погожева, А.В. Влияние диеты, обогащённой инулином, на клинический статус и показатели гуморального иммунитета у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями/ А.В. Погожева, С.А. Дербенева, Е.К. Байгарин, Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина // Вопросы питания. – 2006. – №3. – С. 27-31.
10. Лазарева, Т.С. Влияние новой молочной смеси с пребиотиками на функциональное состояние ЖКТ у детей первого полугодия жизни/ Т.С. Лазарева и др. // Вопросы детской диетологии. – 2007. – Т. 5, №6. – С. 17-21.
11. Конь, И.Я. Пребиотики в продуктах детского питания: изучение эффективности каши, обогащённой пребиотиком в питании детей первого года жизни/ И.Я. Конь, Т.В. Абрамова, О.В. Георгиева и др. // Вопросы детской диетологии. – 2008, т. 6, №1. – С. 66-70.
12. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных [Приложение к приказу МЗ СССР от 12.08.1977 г., № 755].
13. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimentation and other Scientific Purposes, N 123 of 18 March 1986.
14. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. №299. Приложение 5. Величины суточного потребления пищевых и биологически активны веществ для взрослых в составе специализированных пищевых продуктов (СПП) и БАД к пище.
15. Хиггинс, К. Расшифровка клинических лабораторных анализов / К. Хиггинс; пер. с англ.; под ред. проф. В. Л. Эмануэля. – 3-е изд., испр. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 376 с.
16. Alles, MS. Consumption of fructooligosaccharides does not favorably affect blood glucose and serum lipid concentrations in patients with type 2 diabetes/ Alles MS; de Roos NM; Bakx JC; van de Lisdonk E; Zock PL; Hautvast GA// Am J Clin Nutr, 1999 Jan, 69:1, 64-9.
17. Niness, K.R. Inulin and oligofructose: what are they?/ J Nutr. 1999 Jul; 129 (7 Suppl):1402S-6S.
18. Gaafar, A. M. Extraction conditions of inulin from jerusalem artichoke tubers and its effects on blood glucose and lipid profile in diabetic rats / A. M. Gaafar; M. F. Serag El-Din; E. A. Boudy and H. H. El-Gazar // Journal of American Science 2010;6(5).
19. Ohta, A. Calcium and magnesium absorption from the colon and rectum are increased in rats fed fructooligosaccharides / A. Ohta; M. Ohtsuki; S. Baba; T. Adachi; T. Sakata; E. Sakaguchi // J Nutr, 1995 Sep, 125:9, 2417-24.
20. Хавкин, А.И. Пробиотические продукты питания и естественный иммунитет //Лечащий врач. – 2009. – N8. – С. 84-86.
21. Kruse, H.P. Effects of inulin on faecal bifidobacteria in human subjects/ H.P. Kruse, Kleessen B, Blaut M. //Br J Nutr. 1999 Nov; 82(5):375-82.

УДК 664.143:66.081

НАДАННЯ МАРШМЕЛОУ СТАТУСУ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ І ДІЄТИЧНИЙ ПРОДУКТ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ МАЛЬТИТОЛУ ТА ФРУКТОЗИ

**Дорохович А.М., д-р техн. наук, професор, Бадрук В.В., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ**

Досліджено властивості поліолу мальтитулу з точки зору доцільності та можливості використання при виробництві піноподібного кондитерського виробу маршмеллоу функціонального та дієтичного призначення. Мальтитол має значні переваги над сахарозою: нижчу калорійність і глікемічний індекс, виконує роль фізіологічно-функціонального інгредієнта, тому що володіє пребіотичним ефектом. Досліджено властивості маршмеллоу при використанні суміші мальтитулу та фруктози. Визначено сорбційно-десорбційні властивості нових виробів маршмеллоу.

The properties of polyols maltitol in terms of feasibility and possible use in the manufacture of confectionery products spumy marshmallow functional and dietary purposes. Maltitol has significant advantages over sucrose: lower calorie and glycemic index serves as a physiologically functional ingredient because it have effect of pre-