

В результате комплекса проведенных исследований была усовершенствована технология и разработана рецептура нуги «Солнечная», что позволило расширить ассортимент восточных сладостей типа мягких конфет, а использование орехового сырья дало возможность повысить пищевую и биологическую ценность, улучшить органолептические свойства нуги.

#### Литература

1. Рынок восточных сладостей в Москве // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2009. – № 12. – С. 32-33.
2. Иоргачева Е.Г. Перспективы производства низкосахаристых восточных сладостей на рынке Украины / Иоргачева Е.Г., Гордиенко Л.В., Толстых В.Ю., Аветисян К.В. // Пищевая наука и технология. – 2012. – № 1. – С. 3-5.
3. Могильный М.П. Восточные сладости (технология, рецептуры, рекомендации). – М.: ДеЛи принт, 2002. – 148 с.
4. Технологічні інструкції по виробництву східних солодоців. – Київ, 1996.
5. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 216 с.

УДК [664.144:664.858]:664.162.8-96

## ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДНОГО СОСТАВА НА ГЛИКЕМИЧЕСКИЙ ИНДЕКС ПАСТИЛО-МАРМЕЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Данилова Е.И., канд. хим. наук, ст. науч. сотр.,  
Аветисян К.В., ассистент

Одесская национальная академия пищевых технологий

*В работе представлены результаты исследования изменения скорости накопления глюкозы при расщеплении диетического желеинового мармелада под действием пищеварительных ферментов. Показана возможность снижения гликемического индекса готовых изделий при использовании полидекстрозы в технологии диетического мармелада.*

*The results of research changing speed of accumulation glucose are in-process presented at breaking up of dietary jelly fruit under the action of digestive enzymes. Possibility of decline of glikemicheskiy index of prepare wares is shown at the using of polidekstroz in the technology of dietary fruit jellies.*

Ключевые слова: гликемический индекс, фруктоза, полидекстроза, двухслойный мармелад.

Кондитерские изделия (КИ) являются неотъемлемым и излюбленным компонентом пищевого рациона всех категорий населения благодаря приятному сладкому вкусу и привлекательному аромату. При этом они относятся к высококалорийным и легкоусвояемым пищевым продуктам. Уровень потребления КИ в развитых странах достигает 18 – 20 кг на человека в год [1]. Эти изделия характеризуются высокой энергетической ценностью (260 – 550 ккал на 100 г продукта), которая обусловлена главным образом содержанием легкоусвояемых углеводов (18 – 98) % в таких изделиях как карамель, ирис, помадные конфеты, мучные КИ. Энергетическую ценность шоколада, халвы, некоторых видов конфет и мучных КИ повышает жир (до 38) %. Некоторое количество белка (от 5 до 13) % содержится преимущественно в халве, мучных КИ, а также в изделиях с включением орехов и какаопродуктов, которые, тем не менее, не достаточно сбалансированы по аминокислотному составу. При этом содержание влаги в КИ находится в пределах от 1 до 20 % [2]. Поэтому чрезмерное потребление КИ может приводить к избыточной массе тела и ожирению – ведущим факторам риска таких заболеваний как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, сахарный диабет.

Другим существенным недостатком КИ является то, что они не содержат или содержат в незначительных количествах такие важные компоненты пищевого рациона как витамины, минеральные вещества, а также пищевые волокна.

Однако, предпочтение сладкого генетически детерминированная особенность человека, которая иногда сильнее аргументов против него. При этом потребитель сегодня стал намного требовательнее и стремится получить удовольствие без вреда для здоровья. Совершая покупку, он взвешивает ее целесообразность, менее подвержен эмоциям, ориентируется не только на цену, но и тщательно анализирует инфор-

мацію о составе каждого приобретаемого товара. Традиционное отношение к кондитерским изделиям в значительной степени изменилось под влиянием современных теорий здорового питания, пропагандирующих снижение потребления сахара и жира, использование натурального сырья и функциональных ингредиентов.

На этом фоне выгодно отличаются пастило-мармеладные изделия (ПМИ), которые в последнее время принято относить к полезным и "правильным" лакомствам. Для получения студнеобразной консистенции в их рецептурный состав обязательно входят желирующие компоненты. Так, при производстве фруктового мармелада используется фруктово-ягодное пюре с высокой студнеобразующей способностью, а для получения фруктово-желейного или желейного в качестве студнеобразователей используют такие полисахариды как агар, пектин, фуцеларанн, каррагенан. Эти желирующие компоненты, являясь растворимыми пищевыми волокнами, обладают лечебно-профилактическими (радиопротекторными, пребиотическими и т.д.) свойствами и придают изделиям функциональную направленность. Кроме того ПМИ не содержат в своем составе жиров, и относятся к группе КИ с наименьшей энергетической ценностью (260-320 ккал).

Однако в связи с недостатком качественного фруктово-ягодного сырья на рынке в основном представлен желейный мармелад, основным недостатком которого остается высокое содержание сахара.

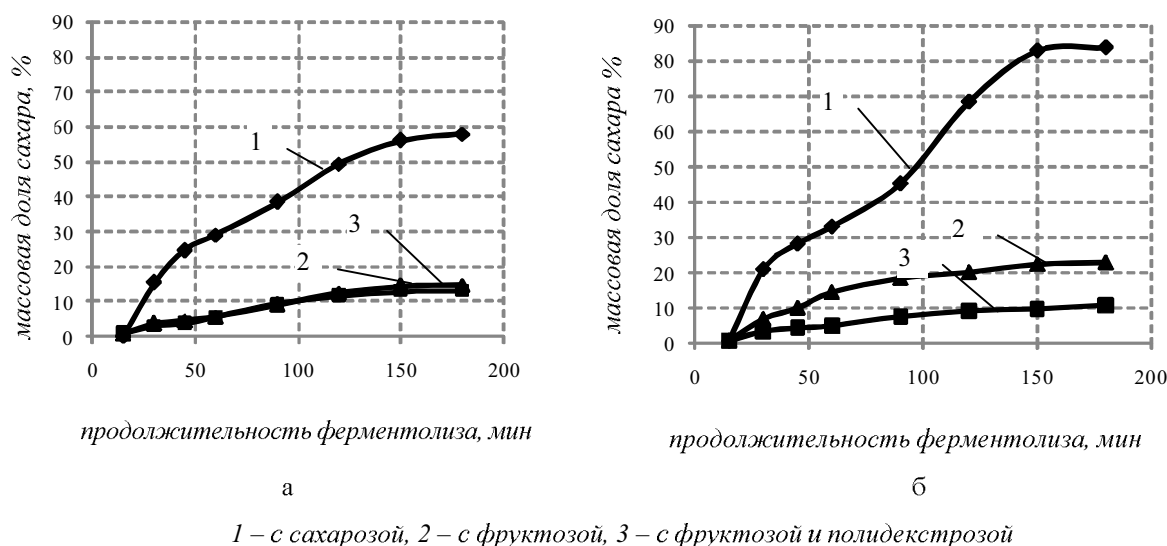
На основании проведенных ранее исследований разработана рецептура диетического двухслойного мармелада без сахара. Для этого в рецептуре двухслойного мармелада «Южный» полностью заменяли сахар смесью из фруктозы и полидекстрозы [3]. Соотношение фруктозы и полидекстрозы рассчитывали исходя из их коэффициентов сладости (1,73 для фруктозы и 0,1 для полидекстрозы) так, что бы суммарный коэффициент был равен 1 и изделия имели привычные для потребителя вкусовые свойства. Применение полидекстрозы, обладающей свойствами загустителя, позволяет обеспечить получение заданных технологических характеристик и структурных свойств продукта [4].

Помимо сахарозы углеводный состав желейного мармелада представлен простыми сахарами (глюкозой, мальтозой) и декстринами патоки, а также агаром, который относится к неусвояемым углеводам. Изменение рецептурных компонентов приводит к модификации углеводного состава, а именно, увеличению содержания моносахаридов (за счет фруктозы) и неусвояемых углеводов представленных полидекстрозой, которая проявляет свойства растворимых пищевых волокон и только частично усваивается в желудочно-кишечном тракте. Известно [5], что все углеводы, поступающие в организм, под действием ферментов расщепляются до глюкозы и всасываются в кровь. При этом стабильность неусвояемых углеводов зависит от их строения, конформаций отдельных мономерных единиц и характера связи между ними. Поступающая в кровь глюкоза окисляется для получения энергии, а излишек превращается в гликоген.

Для изучения диетических свойств мармелада проводили полный гидролиз исследуемых образцов под действием пищеварительных ферментов. При этом определяли количество накапливаемой глюкозы [6]. Установлено (рис. 1), что как для желейного, так и для сбивного слоя контрольные образцы на сахаре характеризуются более интенсивной скоростью накопления глюкозы – 58,2 мг/мл-мин для желейного и 83,9 мг/мл-мин для сбивного слоев. По мере накопления глюкозы в растворе и уменьшения количества фермента через 150 мин процесс постепенно замедляется. В образце желейной массы на фруктозе на первом этапе с поверхности быстро выделяется простой сахар, а затем процесс замедляется, поскольку в глубине слоя фруктоза оказывается ассоциированной с агароидными компонентами и ее выделение идет более медленно. Скорость накопления глюкозы достигла максимального значения 14,09 мг/мл-мин и в интервале 130-150 мин. В образцах с полидекстрозой высвобождение простых сахаров затруднено. Это можно объяснить тем, что во время процесса пищеварения полидекстрины способны замедлить всасывание простых углеводов, удерживая простые сахара. При этом высвобождение их как из желейного, так и из сбивного слоя происходит постепенно, на что указывает характер кривых на рис.1. Поэтому можно прогнозировать, что в результате этого всасывание глюкозы из тонкого кишечника в кровь будет замедляться, вследствие чего уменьшается инсулярная нагрузка.

Для сбивного слоя на фруктозе скорость накопления составила 23 мг/мл-мин в интервале 130-180 мин. Сбивной слой с комплексом из фруктозы и полидекстрозы обладает несколько меньшей скоростью накопления глюкозы по сравнению с образцом на фруктозе, которая составляет 10,99 мг/мл-мин, в течение 140-180 мин.

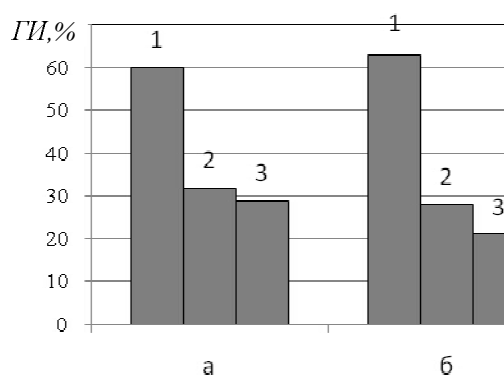
Отличительной особенностью сбивного слоя является мелкопористая структура, образованная в результате насыщения мармеладной массы воздухом (в присутствии пенообразователя – яичного белка). Объемная концентрация воздушной фазы (20 – 30) %, а также высокая степень дисперсности облегчает доступность образца при ферментативной атакуемости. Возможно поэтому в сбивном слое скорость накопления глюкозы несколько выше, чем в желейном.



**Рис. 1 – Влияние углеводного состава на кинетику накопления глюкозы при ферментализе: желейного слоя – а, сбивного слоя – б**

Кроме того, количественной характеристикой, позволяющей оценивать тип и скорость усвоения, как отдельного углевода, так и пищевого продукта с углеводной компонентой, является гликемический индекс, который отражает способность углеводов пищи повышать уровень глюкозы в крови [7]. Традиционно считалось, что простые сахара, (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, лактоза и др.) быстро всасываясь в кишечнике, вызывают резко выраженный подъем уровня глюкозы и инсулина в крови, в то время как другие полимерные фрагменты на основе сахаров, с учетом многоэтапности и сложности гидролиза, вызывают медленную и менее выраженную гликемическую реакцию крови.

Последующие экспериментальные исследования показали, что гликемическая реакция на пищу действительно далека от той, которую можно было предположить, основываясь на составе ее углеводов, она специфична для конкретного пищевого продукта, и может быть определена лишь экспериментально для каждого из них [7].



*1 – с сахарозой, 2 – с фруктозой, 3 – с фруктозой и полидекстрозой*

**Рис. 2 – Влияние углеводной составляющей желейной (а) и сбивной (б) масс на гликемический индекс**

Гликемический индекс – безразмерная величина, от 0 до 100, которая ранжирует углеводы и углеводсодержащие продукты по степени и характеру изменения кривой уровня глюкозы крови в ответ на употребление того или иного продукта.

Гликемический индекс (ГИ) исследуемых образцов рассчитывали по методу [8], который заключается в определении количества глюкозы накапливаемой в процессе расщепления продукта в системе *in vitro* (рис. 2).

Так, замена сахара на фруктозу позволяет в 2 раза снизить ГИ как желейного, так и сбивного слоев, который составляет 32 ед. и 28 ед. соответственно, что можно объяснить низким значением ГИ фруктозы (ГИ = 19) по сравнению с сахарозой (ГИ = 75). Внесение полидекстрозы в рецептуру диетического мармелада на фруктозе, способствует уменьшению значений ГИ еще на 10 % для желейного слоя и на 25 % для сбивного. Этому может способствовать как низкое значение ГИ полидекстрозы (ГИ = 6), так и тот факт, что она проявляет свойства пищевых волокон, содержание которых в продукте способно замедлять скорость высвобождения и накопления глюкозы [9,10]. Очевидно, плохоусвояемая полидекстроза способна замедлять всасывание простых сахаров, частично адсорбируя их на поверхности, а также благодаря способности к адсорбции на поверхности ферментных систем, которые благодаря иммобилизации способны с одной стороны, более полно гидролизовать углеводные компоненты, а с другой, процесс замедляется и выделение мономеров, а соответственно процессы всасывания, происходят пролонгировано. Некоторые различия гликемических индексов желейного и сбивного слоев с аналогичным углеводным составом, очевидно, объясняются содержанием в рецептуре сбивной массы белка, который оказывает влияние на формы связей, изменяя тем самым способность к высвобождению глюкозы.

Другой важной характеристикой пищевого продукта, которая может изменяться при модификации углеводного состава является его энергетическая ценность, характеризующаяся количеством энергии высвобождающейся из него в процессе окисления. Исходя из того что полидекстроза обладает очень низкой калорийностью (1 ккал/г), нами была рассчитана энергетическая ценность разработанного двухслойного мармелада, которая составила 253,6 ккал, что на 21 % ниже чем контрольного образца на сахаре.

Таким образом, изменение углеводного состава двухслойного желейного мармелада, при использовании таких сахарозаменителей как фруктоза с полидекстрозой, позволяет существенно снизить их ГИ, что является важным как для людей с нарушениями обмена веществ, так и для тех, кто стремится вести здоровый образ жизни.

#### Литература

1. [www.consulting – abv.ru](http://www.consulting-abv.ru)
2. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення. Сирохман І.В., Завгородня В.М. К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
3. Пат. 57690 Україна, МПК А23G 3/34, А23L 1/06.Композиція інгредієнтів дієтичного мармеладу «Цитрон»/ Іоргачова К.Г., Аветисян К.В., Макарова О.В.; Заявл. 02.08.2010; Опубл. 25.03.2011, Бюл. № 6, – 4 с.
4. Иоргачева Е.Г. Структурно-реологические свойства диетического мармелада / Иоргачева Е.Г., Толстых В.Ю., Аветисян К.В. // Зб. наук.пр. ОНАХТ. 2009. – Вип. 36. – С.131 – 134.
5. Мартинчик А.Н. Физиология питания, санитария и гигиена. Королев А.А., Трофименко Л.С. Москва. 2000. – 192 с.
6. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под ред Скурихина И.М., Тутельяна В.А. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – 340 с.
7. Гаппаров М.М. Временные параметры усвоения углеводов в организме / Гаппаров М.М., Вировец О.А., Антонова Ж.В. // Вопросы питания. 1997. – №2, – С. 3 –9.
8. А.С. № 1337765. Гаппаров М.Г., Никольская Г.В., Соколов А.И. Способ определения гликемического индекса пищевых продуктов по глюкозе. 1987.
9. Капрельянц Л.В., Іоргачева К.Г. Функціональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
10. Шубина О.Г. Пищевые ингредиенты как заменители сахара/ Кочеткова А.А. // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2006. – № 2. – С. 24 – 27.