

7. Левицкий А. П. Пребиотики и проблема дисбактериоза / Левицкий А. П., Волянский Ю. Л., Скидан К. В. – Харьков : ЭДНА, 2008. – 100 с.
8. Левицкий А. П. Перспективы применения пребиотиков в медицине / А. П. Левицкий // Вісник фармакології та фармації. – 2007. – № 6. – С. 16–18.
9. Fructooligosaccharides: Occurrence, preparation and application / Yun J. W. [et al.] // Enzyme and Microbial Technology. – 1996. – v. 19. – P. 107–117.
10. Galacto-oligosaccharides stimulate the growth of bifidobacteria but fail to attenuate inflammation in experimental colitis in rats / R. Holma, P. Juvonen, M. Z. Asmawi [et al.] // Scand. J. Gastroenterol. – 2002. – 37, № 9. – P. 1042–1047.
11. Влияние обогащенной галактоолигосахаридами молочной смеси на кишечную микрофлору и ферментацию у доношенных детей / Бен Сяо Линг, Жю Сяо Ю., Жао Вей [и др.] // Вопр. соврем. педиатрии. – 2005. – Т. 4, № 5. – С. 25–26, 28–29.
12. Патент на корисну модель 31012 Україна, МПК (2006) А61Р 31/00. Спосіб моделювання дисбіозу (дисбактеріозу) / Левицький А. П., Селіванська І. О., Цісельський Ю. В. [та ін.]. – 2008. – Бюл. № 6.
13. Новик Г. И. Продукция гидролаз и антибиотикорезистентность молочнокислых и бифидобактерий / Г. И. Новик, Н. И. Астапович, Н. Е. Рябая // Прикладная биохимия и микробиология. – 2007. – Т. 43, № 2. – С. 184–192.
14. Ферментативный метод определения дисбиоза полости рта для скрининга про- и пребиотиков: Метод, рекомендации. ГФЦ МОЗУ / А. П. Левицкий, О. А. Макаренко, И. А. Селиванская [и др.] – К., 2007. – 26 с.

УДК 664.144.002-021.4

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОМАДНЫХ КОНФЕТ С СИНБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ

**Коркач А.В., канд. техн. наук, доцент, Егорова А.В., канд. техн. наук, доцент,
Муратов В.Г., канд. техн. наук, доцент, Киртока И.О., магистрант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

В работе рассмотрена концепция функционального питания, исследованы возможности расширения ассортимента помадных конфет функционального назначения на основе синбиотической добавки.

The paper considers the concept of functional foods, investigated the possibility of expanding the range of chocolates pomadnih functionality based on the synbiotic supplement.

Ключевые слова: функциональное питание, пробиотики, пребиотики, синбиотики, помадная масса, вязкость, дисперсность, помадные конфеты.

Одним из важных достижений конца XX века, по важности равном таким открытиям, как использование атомной энергии, изобретение компьютеров, геновая инженерия, полеты в космос и многим другим, является разработка концепции «пробиотики и функциональное питание» и начало ее воплощения в жизнь [1].

Под понятием пробиотики и функциональное питание в нашем веке понимают введение в ежедневный рацион человека всевозможных препаратов, биологически активных добавок к пище, продуктов питания, которые при регулярном употреблении снабжают организм не столько энергией и белком, сколько оптимизируют конкретные физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции.

Физиология и работа желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) — главные цели, ради которых разрабатываются функциональные продукты питания. В органах ЖКТ происходит переваривание пищи, усвоение питательных веществ, определенных минералов и витаминов, а также вывод из организма человека токсинов. Также он действует в качестве барьера, защищающего от канцерогенов и вредных микроорганизмов. В пищеварительном тракте содержится 70...80 % всех иммунных клеток организма и столько же нервных клеток, как в спинном мозге. Информация, поступающая из мозга, по объему гораздо меньше, чем та, которая идет от кишечника. Этим можно объяснить, почему питание сказывается на нашем настроении и, напротив, почему наше настроение так влияет на наши вкусовые пристрастия. Нормальное состояние микрофлоры кишечника является значительным фактором, определяющим здоровье человека. Для регуляции и коррекции работы пищеварительного тракта, в большой степени зависящей от нормаль-

ного состояния микробиоценоза кишечника, в последнее время всё чаще используют пробиотики, пребиотики и синбиотики различного происхождения.

Важной особенностью использования пробиотиков является безвредность для организма человека даже в концентрациях, существенно превосходящих рекомендуемые для употребления; способность существенно повышать неспецифическую резистентность организма человека; высокая конкурентная активность пробиотических бактерий по отношению к патогенным и условнопатогенным микроорганизмам, что позволяет корректировать микрофлору кишечника (при дисбактериозе); высокая ферментативная активность пробиотических бактерий, которая позволяет существенно регулировать и стимулировать пищеварение; способность оказывать противоаллергенное и антиоксидантное действие [2].

Употребление пробиотиков — препаратов и продуктов на основе живых микроорганизмов из числа представителей нормальной микрофлоры человека и животных — является значимым элементом концепции здорового питания жителей, одним из наиболее действенных и физиологичных путей профилактики нарушения микрофлоры желудочно-кишечного тракта и лечения развивающихся вследствие этого ряда вторичных расстройств не только пищеварительной, но и иммунной, и эндокринной систем.

Пребиотики не содержат живых микроорганизмов, но зато создают для полезных бактерий безупречные условия для существования и развития. Многие пребиотики являются пищей для бактерий.

Пребиотики, стимулирующие развитие бифидофлоры, называют также бифидогенными факторами (бифидус-факторами). К ним относят целый ряд разнообразных по строению, природе и свойствам веществ, в т.ч. лактулоза, лактосахароза, галакто-, фрукто-, изомальто-, мальто-, ксилоолигосахариды, лизоцим, дрожжевые экстракты, низкоосахаренная кукурузная патока, ячменно-солодовый экстракт, гидролизаты казеина и сывороточных белков, муцин, пантетин, лактоферин и другие [2].

Наиболее изученным бифидогенным фактором является лактулоза. Современные представления о ее механизме действия основаны на том, что она не расщепляется в верхнем отделе ЖКТ из-за отсутствия необходимых для этого ферментов и проходит транзитом в толстый кишечник, где используется бифидобактериями как источник энергии и углерода. Следствием метаболических превращений лактулозы является улучшение функционирования желудочно-кишечного тракта, предотвращение отравления организма токсичными продуктами белкового распада, уменьшение нагрузки на печень и почки, стимулирование иммунных реакций [3, 4].

Отличия в действии про- и пребиотиков приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнительная оценка действия про- и пребиотиков

| Пробиотики | Пребиотики |
|--|---|
| <i>Назначение:</i> для заселения кишечника чужеродной микрофлорой | <i>Назначение:</i> Для стимуляции роста собственной микрофлоры |
| <i>Состав:</i> препараты-пробиотики содержат живые клетки нормофлоры кишечника: бифидобактерии, лактобациллы и проч. | <i>Состав:</i> препараты-пребиотики содержат вещества, являющиеся нутрицевтиками (пищей) для полезной микрофлоры кишечника |
| <i>Стратегия лечения:</i> заселяют кишечник чужеродной микрофлорой | <i>Стратегия лечения:</i> стимулируют рост собственной микрофлоры кишечника |
| <i>Пройдимость через ЖКТ:</i> только 5...10 % живых бактерий, содержащихся в пробиотиках, достигает толстой кишки | <i>Пройдимость через ЖКТ:</i> не перевариваются в верхних отделах ЖКТ и в неизменном виде достигают толстой кишки |
| <i>Селективность:</i> из 500 видов нормофлоры кишечника, препараты-пробиотики содержат только 1-2 штамма полезных бактерий | <i>Селективность:</i> пребиотики, будучи пищевым субстратом нормофлоры кишечника, стимулируют всю популяцию полезных бактерий |

Добавление пребиотиков в продукты питания способствует улучшению выживания пробиотиков в обогащенных ими продуктах питания и биологически активных добавках к пище; повышению количества бактерий-пробиотиков, достигающих толстого кишечника в жизнеспособной форме; стимуляции роста и функциональной активности пробиотиков, как поступающих с продуктами питания, так и своих собственных, живущих в желудочно-кишечном тракте хозяина.

Одним из путей поддержания высокого уровня бифидобактерий в кишечнике является применение синбиотиков (комплекса пробиотиков и пребиотиков), так как последние позволяют стимулировать рост аутофлоры индивидуального человека и улучшать выживаемость вносимых бактериальных добавок [5].

Мировой и отечественный опыт показывает, что наиболее эффективный и экономически выгодный путь повышения эффективности действия полезных бактерий — дополнительное внесение синбиотиков в продукты массового потребления. В настоящее время такими являются кондитерские изделия. Они относятся к группе продуктов, которым отдают предпочтение дети, взрослые и старики. Ассортимент

данной продукции велик и разнообразен. Таким образом, разработка кондитерских изделий с использованием синбиотического комплекса является наилучшим способом лечения и профилактики различных заболеваний.

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы явилась разработка новых видов помадных конфет с использованием синбиотического комплекса и исследование их реологических свойств.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- обоснование и выбор пробиотиков для введения в состав помадных конфет;
- выбор способа «защиты» пробиотиков для повышения их стабильности;
- обоснование и выбор пребиотиков для введения в состав помадных конфет;
- теоретически и экспериментально обосновать эффективность применения синбиотиков в технологии помадных конфет;
- разработка технологии и рецептуры помадных конфет функционального назначения с синбиотическим комплексом;
- изучение влияния синбиотической добавки на структурно-механические свойства помадных масс;
- разработка проекта технической документации (ТИ и ТУ) на новый вид кондитерских изделий.

На кафедре ТХКМИ и П Одесской национальной академии пищевых технологий разработана технология синбиотических помадных конфет «Дуэт – Н».

В качестве контрольного образца взята рецептура помадных конфет «Киевская помадка», которая готовится традиционным способом. В опытные образцы конфет в качестве пробиотиков вводили живые микрокапсулированные микроорганизмы (*Bifidobacterium bifidum*), а лактулозу использовали как пребиотик.

Помада — это продукт кристаллизации сахарозы из пересыщенных сахаропаточных сиропов. Она представляет собой гетерогенную систему, состоящую из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Твердая фаза представлена различными по размеру кристаллами сахарозы. Жидкая фаза — физически однородная, но по химическому составу сложная система, состоящая из нескольких компонентов. Газообразная фаза — это пузырьки воздуха, образовавшиеся в результате интенсивного перемешивания сиропа в помадосбивальных машинах. Она не играет какой-либо роли в свойствах помадных масс, тем более что при их темперировании практически весь воздух удаляется.

Помадную массу получают тремя способами: традиционным — из помадного сиропа путем его охлаждения и взбивания, в тонком слое пленочного аппарата и «холодным» способом.

Пробиотики целесообразно вводить на стадии темперирования помадной массы, с введением вкусовых, ароматических и красящих веществ. Однако, температура на данной стадии должна составлять 68...72 °С. При этом температура, превышающая 46,5 °С, может привести к гибели значительного количества бифидобактерий. Поэтому для сохранения их жизнедеятельности в составе конфет необходимо было использовать способы «защиты» бактерий от воздействия негативных факторов. В данной работе был использован способ микрокапсулирования, т. е. иммобилизация живых клеток микроорганизмов в защитный материал. Микрокапсулы имеют плотную оболочку, которая выполняет роль полупроницаемой мембраны, и внутреннее жидкое содержимое. Клетки микроорганизмов локализируются в матрице, которая формируется в середине капсулы, где они могут беспрепятственно размножаться. В качестве пробиотиков использовали живые культуры бифидобактерий вида *B. bifidum*, а капсулирующий материал — низкотермифицированный пектин.

Очень важно сохранить пробиотические организмы в продукте на уровне, который обеспечил бы ему функциональные свойства на протяжении всего срока хранения. Согласно рекомендаций Международной молочной федерации, количество жизнеспособных бифидобактерий в функциональном продукте должно быть не менее 10^7 КОЕ/г или мл на конец срока хранения. Проведя исследования по изучению стабильности бифидобактерий в составе помадных конфет на конец срока хранения оказалось, что содержание микроорганизмов в помадных конфетах на момент приготовления составляло $6 \cdot 10^7$ КОЕ/г, а по истечении срока хранения — $5,8 \cdot 10^7$ КОЕ/г. Следовательно, инкапсулированные бифидобактерии сохраняли выживаемость в помадных конфетах в течение всего срока хранения готовых изделий.

Следующей задачей, которую необходимо было решить — это обоснование выбора пребиотика для введения в рецептуру помадных конфет.

Как известно, лактулоза — является основным пребиотиком, общепризнанным в мире бифидогенным фактором № 1. Данные по ее благотворному действию на организм человека были настолько убедительными, что этот продукт открыл широкую дорогу развитию функционального питания и индустрии пребиотиков во всем мире [6]. Международный комитет по применению лактулозы, расположенный в Цюрихе (Швейцария), обосновывая свои выводы на данных обширных исследований, рекомендует применение лактулозы в продуктах массового питания как ингредиента, способствующего улучшению мик-

розокологии кишечника и состояния здоровья населения в целом. Именно поэтому обогащение конфет лактулозой, используемой в качестве пребиотика, на наш взгляд, наиболее эффективно для получения новых видов помадных конфет с функциональными свойствами.

При совместном введении пребиотиков и пробиотиков в состав пищевых продуктов значительно усиливается их эффективность. Поэтому было принято решение по введению в состав помадных конфет синбиотического комплекса и исследование его влияния на качество полуфабрикатов и готовых изделий.

В работе проведены исследования по изучению влияния синбиотической добавки на структурно-механические показатели помадной массы. Изучение реологических свойств помадных масс связано с необходимостью обоснования оптимальных параметров технологии и технологическим контролем производства.

В процессе формирования помадная масса постоянно находится в состоянии движения, которое сопровождается ее деформацией. Для того чтобы вызвать течение помадной массы по каналам формующих машин с заданной скоростью, необходимо приложить определённые усилия, которые будут зависеть от вязкости помадной массы. Помадная масса обладает аномальной вязкостью, т.е. величина вязкости меняется при изменении скорости сдвига.

На вязкостные свойства помадных масс влияет ряд факторов, обусловленных рецептурным составом, технологическими параметрами — температурой, содержанием сухих веществ, а также степенью механической обработки.

Температура помадной массы при формировании отливкой имеет большое значение, так как с ее повышением вязкость массы уменьшается и она лучше отливается. Однако, при повышенных температурах в помадных массах образуются большие кристаллы, наличие которых проявляется в виде белых пятен. Оптимальная температура для отливки массы 70...72 °С.

Опыты проводили на ротационном вискозиметре «Реотест – 2» с изменением скорости сдвига в интервале 0,1667 — 72,9 с⁻¹. Исследовали влияние различной массовой доли лактулозы и пробиотических микроорганизмов на вязкость помадной массы при температуре 70 °С.

В табл. 2 приведены результаты исследования по изменению эффективной вязкости помадных масс от градиента скорости сдвига при различном содержании добавок лактулозы и пробиотиков.

Таблица 2 — Зависимость эффективной вязкости η помадных масс от градиента скорости сдвига $D\dot{\gamma}$ при различном содержании лактулозы и пробиотической добавки

| Градиент скорости сдвига $D\dot{\gamma}$, с ⁻¹ | Эффективная вязкость η (кПа·с) при содержании лактулозы, % и инкапсулированных бифидобактерий | | | |
|---|---|-------|-------|-------|
| | контроль | 5 | 7,5 | 10 |
| 0,1667 | 19,6 | 14,49 | 14,32 | 13,33 |
| 0,3 | 11,2 | 10,94 | 8,65 | 8,65 |
| 0,5 | 7 | 6,7 | 6,45 | 5,84 |
| 0,9 | 4,2 | 3,9 | 3,64 | 3,6 |
| 1,5 | 3,08 | 2,4 | 2,24 | 2,2 |
| 2,7 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,27 |
| 4,5 | 0,9 | 0,89 | 0,8 | 0,78 |
| 8,1 | 0,49 | 0,52 | 0,46 | 0,44 |
| 13,5 | 0,28 | 0,33 | 0,28 | 0,27 |
| 24,3 | — | 0,19 | 0,16 | 0,15 |
| 40,5 | — | 0,11 | 0,1 | 0,09 |
| 72,9 | — | 0,068 | 0,063 | 0,055 |

Так, с введением комплексной добавки в помадную массу эффективная вязкость при скорости сдвига 0,1667 с⁻¹ в контрольном образце составляла 19,6 кПа·с, а в образцах с содержанием пробиотических микроорганизмов и содержанием лактулозы 5, 7,5 и 10 % соответственно — 14,49; 14,32 и 13,33 кПа·с. Введение в помадную массу комплексной добавки приводит к снижению эффективной вязкости. Снижение вязкости помадной массы, вероятно, происходит в связи с тем, что в помадную массу вводится добавка микроорганизмов в жидком виде, то есть с высокой влажностью, что приводит к уменьшению содержания твердой фазы помады. Кристаллическая решетка сахарозы представляет собой структурный «каркас» помадной массы. В связи с повышением жидкой фазы в виде пробиотической добавки ($W = 89\%$), часть кристаллов сахарозы переходит из твердого состояния в жидкое, т.е. в межкристаллический раствор, как следствие, это приводит к значительному уменьшению вязкости в исследуемых образцах помадной массы.

Из приведенных данных видно, что с увеличением градиента скорости при постоянной температуре эффективная вязкость помадной массы снижается. Причём, при незначительных изменениях градиента скорости (от 0 до $4,5 \text{ с}^{-1}$) наблюдается резкое снижение вязкости. В этот момент идёт процесс лавинного разрушения структуры, выражающийся в разрыве связей, переориентации частиц твёрдой фазы. Дальнейшее увеличение градиента скорости вызывает незначительное уменьшение эффективной вязкости до минимального значения, соответствующего вязкости разрушенной структуры.

Графическая зависимость $\eta = f(D_r, a)$ представлена на рис. 1, где наблюдается взаимосвязь вязкости помадной массы, градиента скорости сдвига и массовой доли добавки. Данная зависимость позволяет моделировать реологическое поведение помадных масс от величины D_r и массовой доли добавки.

Также в процессе работы проводились исследования по определению дисперсности помадных масс с введением синбиотического комплекса. Качество помадной массы зависит не только от соотношения твердой и жидкой фазы, но и от размеров кристаллов твердой фазы. Кристаллизация вещества состоит из двух процессов: образования зародышей или центров кристаллизации и роста кристаллов. В помадообразовании существенное значение имеет первая стадия процесса кристаллизации — образование центров кристаллизации. Чем больше их возникает в единице объема за определенное время, тем больше суммарная поверхность кристаллизации и тем мельче будут полученные кристаллы сахарозы.

Вкусовые качества помадных конфет зависят от ее консистенции и структуры. Структура помады определяется главным образом величиной кристаллов, составляющих ее твердую фазу. Регулирование степени дисперсности кристаллов сахарозы является основной задачей помадного производства. Высококачественной считается помада с преобладанием фракций кристаллов размером от 10 до 12 мкм и небольшим количеством от 13 до 22 мкм. Наличие 20 % кристаллов размером 25...30 мкм и больше делают помаду грубокристаллической.

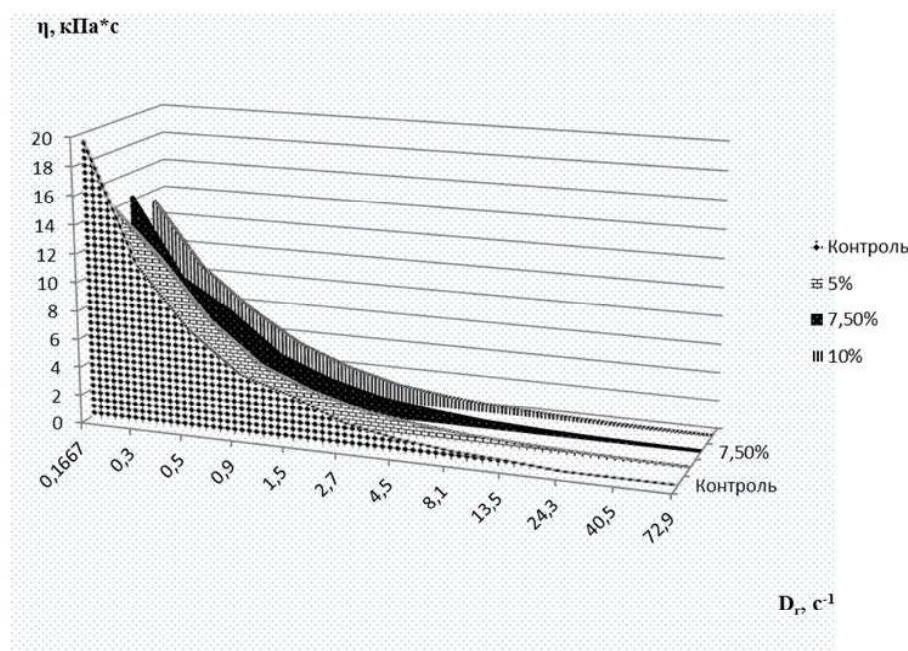


Рис. 1 – Зависимость эффективной вязкости помадных масс от градиента скорости сдвига и массовой доли лактулозы с пробиотической добавкой

Определение степени дисперсности полидисперсных частиц типа суспензий, к которым относится помадная масса, возможно седиментальным или микроскопическим методами. Для получения фракционного состава твердой фазы использовали микроскопический метод с использованием биологического микроскопа, окуляр-микрометра и камеры Горяева. Полученные данные представлены в табл. 2.

Помада, которая приготовлена с добавлением лактулозы в количестве 5 %, 7,5 % и 10 % с пробиотической добавкой, содержит кристаллов размером до 10 мкм соответственно 72 %, 79,5 %, 92 % и не содержит кристаллов размером более 30 мкм.

Таблица 2 – Фракционный состав помадной массы с использованием синбиотического комплекса

| Размеры кристаллов, мкм | Содержание фракций кристаллов различных размеров, % | | | |
|-------------------------|---|---|---|--|
| | Контроль | 5 % лактулозы и пробиотические микроорганизмы | 7,5 % лактулозы и пробиотические микроорганизмы | 10 % лактулозы и пробиотические микроорганизмы |
| 0 – 5 | 31,5 | 42 | 45,5 | 54 |
| 5 – 10 | 22,5 | 30 | 34 | 38 |
| 10 – 15 | 14 | 16 | 17 | 6 |
| 15 – 20 | 8 | 9 | 3 | 2 |
| 20 – 25 | 7 | 2 | 0,5 | – |
| 25 – 30 | 6,5 | 1 | – | – |
| 30 – 35 | 5 | – | – | – |
| 35 – 40 | 3,5 | – | – | – |
| 40 – 45 | 2 | – | – | – |

Увеличение дисперсности помадных масс с добавлением синбиотической добавки по отношению к контрольному образцу можно объяснить тем, что в опытные образцы вводится лактулоза, которая является редуцирующим сахаром, в результате чего происходит замедление кристаллизации сахарозы. Лактулоза снижает скорость обмена молекул сахарозы на границе зародыш — раствор путем повышения энергии активации молекул.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что использование в составе помадных конфет синбиотической добавки приводит к улучшению вязкостных свойств помадной массы, увеличивает дисперсность, что, в свою очередь, улучшает качество готовых изделий и способствует расширению ассортимента конфет. Также очевидно, что обогащение функциональных пищевых продуктов пробиотиками, пребиотиками и их синбиотическими комплексами представляет собой научно обоснованное и перспективное направление в индустрии функциональных кондитерских изделий.

Література

1. Бедных, Б.С Проектирование состава многокомпонентных продуктов детского питания [Текст] / Б.С. Бедных, Г.А. Анисимова, Н.А Михайлов // Молочная промышленность. – 1999. – №1. – С.11-12.
2. Рябцева С.А. Технология лактулозы / учебное пособие. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 232 с.
3. Клинические и токсикологические аспекты применения лактулозы // Российская лактулоза – XXI век. – М.: Изд-во МИИТ, 2000. – С. 73-91.
4. Конн Г.О., Либертал М.М. Синдромы печеночной комы и лактулоза. – М.: Медицина, 1983. – С. 339-377.
5. Токаев, Э.С. Поведение антагонистически активных штаммов бифидобактерий в процессе хранения синбиотического комплекса [Текст] / Э.С. Токаев, В.И.Ганина, А.С. Багдасарян, С.И. Перминов, Т.Ф.Вустина, И.Н. Мозговая // Молочная промышленность. – 2006. – №9. – с. 33-34.
6. Mizota T., Tamura Y., Tomita M. and Okonogi S. Lactulose as a sugar with physiological significance. Bull. Int. Dairy Fed. 1987, No.212: 69-76.

COMPARATIVE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WAFER FILLINGS WITH SUGAR AND FRUCTOSE

**Hadzhikina M.V., associate professor, PhD, Hadzhikinov D.G., professor, PhD,
Antonova M.A., assistant
University of Food Technologies – Plovdiv, Bulgaria**

Viscosity is the main index characterizing the properties of fillings in wafers formation. The viscosity of fillings is defined to a great extent by the recipe composition, as well. In order to determine the effect of fructose upon this index, a comparative characteristics between the rheological properties of wafer fillings obtained by using crystal fructose and sugar, respectively, has been made. It has been established that fructose filling has a strongly expressed tixotropic properties, and at temperatures of 50°C its viscosity increases.

Key words: Rheology, waffles, fructose, low-calorie products