

**Анотація.** Досліджено зміну реологічних властивостей цукеркової маси на основі ізомальтулози в процесі приготування цукерок з жувальною структурою при внесенні пластифікаторів і харчових волокон. Встановлено, що додавання пластифікаторів і харчових волокон призводить до підвищення модуля пружності. Внесення добавок сприяло зниженню пластичних і підвищенню пружних властивостей маси, що покращує жувальні властивості цукерок. При аналізі профілю жування виявлено, що цукерки на ізомальтулозі мають поліпшену консистенцію в порівнянні з контрольним зразком на цукрі.

**Ключові слова:** жувальні цукерки, пластифікатори, харчові волокна, пластичність, пружність, еластичність, профіль жування.

**Аннотація.** Исследовано изменение реологических свойств конфетной массы на изомальтулозе в процессе приготовления конфет с жевательной структурой при внесении пластификаторов и пищевых волокон. Установлено, что добавление пластификаторов и пищевых волокон приводит к повышению модуля упругости. Внесение добавок способствовало снижению пластических и повышению упругих свойств массы, что улучшает жевательные свойства конфет. При анализе профиля жевания выявлено, что конфеты на изомальтулозе имеют улучшенную консистенцию по сравнению с контрольным образцом на сахаре.

**Ключевые слова:** жевательные конфеты, пластификаторы, пищевые волокна, пластичность, упругость, эластичность, профиль жевания.

### Введение

Важное направление в развитии кондитерской отрасли сосредоточено на решении задачи внедрения новейших технологий, позволяющих обеспечивать получение конкурентоспособных кондитерских изделий, в том числе специального назначения, то есть со специальными свойствами. Кондитерские изделия специального назначения в первую очередь предназначены для диетического и функционального питания.

Для научного обоснования создания кондитерских изделий специального назначения необходимо учитывать ряд факторов, оказывающих существенное влияние на технологический процесс. В связи с изложенным, актуальным и перспективным направлением развития кондитерского производства является разработка на научной основе конкурентно-способной технологии изготовления жевательных конфет, обогащенных физиологически функциональными ингредиентами с использованием сахарозаменителя, с учетом изменения их реологических свойств.

### Постановка проблемы

В кондитерской промышленности одним из перспективных направлений на сегодняшний день является производство жевательных конфет, которые пользуются большой популярностью у потребителей различных возрастных групп и более всего

УДК 664.144.0002.612

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ КОНФЕТ НА ИЗОМАЛЬТУЛОЗЕ

**И. Б. Красина**

доктор технических наук, профессор\*

E-mail: pku@kubstu.ru

**А. Н. Куракина**

аспирант

\*кафедра технологии хлебопекарного,

макаронного и кондитерского производства

Кубанский государственный технологический университет.

г. Краснодар, ул. Московская 2, 350072

E-mail: pku@kubstu.ru

**З. А. Баранова**

студентка 4 курса

Баранова Зинаида Андреевна

студентка 4 курса

Кубанский государственный технологический университет.

г. Краснодар, ул. Московская 2, 350072

E-mail: pku@kubstu.ru

у детей, при этом составляя конкуренцию жевательной резинке.

Значительные успехи в создании и производстве жевательных конфет достигнуты зарубежными производителями [1]. Отсутствие теоретических и научно-практических разработок в области технологии жевательных конфет сдерживает расширение ассортимента и выпуск отечественных жевательных конфет, особенно обогащенных функциональными ингредиентами, и с использованием различных сахарозаменителей нового поколения. Анализ мировых тенденций развития технологий кондитерских изделий показывает, что наряду с расширением ассортимента традиционных изделий появляется все больше функциональных продуктов питания, которые имеют повышенную пищевую ценность за счет введения в их состав физиологически функциональных ингредиентов [2].

Учитывая современные тенденции развития пищевой промышленности, ориентированные на функциональные продукты питания, необходимо отметить, что поддержание стабильного качества жевательных конфет на различных стадиях производства не может происходить без предварительного исследования реологических показателей полуфабрикатов. Целью исследования мы поставили разработку технологии жевательных конфет на изомальтулозе с использованием кокосового масла в качестве пластификатора.

### Литературный обзор

За последние годы изменилась структура питания человека, наблюдается тенденция замены высококалорийных продуктов низкокалорийными. Одно из таких направлений – замена высококалорийных сахаров низкокалорийными подслащивающими добавками синтетического и растительного происхождения.

В зарубежной терминологии для характеристики пищевых свойств продукта используют понятие «пищевой профиль», под которым понимают соотношение различных пищевых составляющих продукта [3, 4].

Постоянно растущий интерес к низкокалорийным и диабетическим продуктам вызывает необходимость поиска эквивалентных заменителей сахара [5]. В настоящее время известно достаточно много натуральных сахарозаменителей. Из этой группы на рынке представлены сахарин, цикламат, ацесульфам К, аспартам, сукралоза. Однако существуют противоположные мнения об их пользе и безопасности [6].

Из растительного сырья выделен ряд веществ: фруктоза, сорбит, ксилит и пр. Наибольшей популярностью в настоящее время пользуется изомальтулоза [7–9].

По своему химическому составу изомальтулоза состоит из тех же основных структурных фрагментов, что и сахароза, т.е. глюкозы и фруктозы. Однако в молекуле изомальтулозы они соединены между собой не через 1→2 связь, как в молекуле сахарозы, а путем 1→6 гликозидной связи.

В настоящее время изомальтулоза в промышленных масштабах производится и реализуется несколькими компаниями под различными торговыми наименованиями: палатиноза™, Xtend™ изомальтулоза, W\*Ergotex 17002, лилоза и некоторыми другими [10].

В природе изомальтулоза встречается в составе таких объектов, как пчелиный мед (0,7–1%), сахарный тростник и др.

Внешне изомальтулоза представляет собой белый порошок, похожий на обычный сахар-песок. Кристаллы изомальтулозы легко измельчаются, что является ценным свойством в целом ряде технологических процессов производства пищевых продуктов. Температура плавления изомальтулозы составляет 122–124 °С, что ниже точки плавления сахарозы – 160–185 °С.

Использование сахарозаменителя типа изомальтулоза позволяет получать продукты с заданными свойствами, способными удовлетворять любые потребности организма. Поэтому разработки различных видов кондитерских изделий, направленные на внесение этого компонента, позволяют получать изделия не только вкусные, но и полезные [11].

Жевательные конфеты становятся все более популярными среди представителей всех возраст-

ных групп населения, однако, из-за отсутствия собственных научных разработок, как рецептур, так и технологий ассортимент таких кондитерских изделий в нашей стране ограничен.

### Основная часть

Нами исследована возможность получения жевательных конфет, не содержащих сахара. В качестве подслащивающего вещества была использована изомальтулоза (изомальт).

По своему химическому составу изомальтулоза состоит из тех же основных структурных фрагментов, что и сахароза, т.е. глюкозы и фруктозы. Однако в молекуле изомальтулозы они соединены между собой не через 1→2 связь, как в молекуле сахарозы, а путем 1→6 гликозидной связи.

Для решения проблем, связанных с выбором рецептурных компонентов для формирования структуры жевательных конфет и разработкой оптимальной технологии ее пластификации, исследовали реологические свойства конфетной массы с использованием изомальтулозы и пищевых волокон [12]. Предварительными исследованиями установлено [13], что в качестве пластификатора конфетной массы использовали масло кокосовое в количестве 6% к конфетной массе.

К числу свойств, которые являются наиболее существенными при проведении технологических процессов производства жевательных конфет и определяют выбор формы и интенсивности механических воздействий, следует, прежде всего, отнести те фундаментальные физические характеристики сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, которые определяют реакцию системы на внешние механические воздействия. К ним относятся: прочность, упругие и релаксационные свойства и характеристики, пластичность и вязкость системы; плотность и дисперсность перерабатываемых объектов и геометрические характеристики элементов их структуры (форма частиц); характер связей между частицами, проявляющийся в процессе переработки конфетной массы (контактные взаимодействия); агрегатное состояние исходного сырья и полуфабрикатов (наличие твердых, жидких или газообразных фаз).

Следует отметить, что эти свойства непосредственно связаны с особенностями строения, теплового движения и молекулярного взаимодействия в этих системах их структурных элементов и, в конечном счете, определяют сопротивление, возникающее в структуре при механической обработке. Поэтому без изучения структурно-механических свойств в процессе получения высокодисперсных конфетных масс для жевательных конфет невозможно не только установить закономерности процесса их структурообразования в зависимости от влияния ряда факторов, но, что особенно важно, нельзя обосновать оптимальные па-

раметры технологии производства конфет на современном уровне.

Среди сложной совокупности физических свойств дисперсных кондитерских систем важнейшими являются их упруго-пластично-вязкостные и прочностные свойства или, другими словами, структурно-механические (реологические) свойства, наиболее показательные как по диапазону возможных изменений, так и по исключительной их чувствительности к механическим воздействиям.

Для определения сходства реологических свойств контрольного образца конфетной массы на сахаре и опытного образца на изомальтулозе проводили измерение реологических параметров на реометре типа AR 1000, TA Instrument. Измерение колебаний проводилось при создании напряжения в линейной вязкоэластичной области и при температуре 120 °С с параллельной системой пластинок ( $d = 2,0$  см.). Величины модуля упругости ( $G'$ ) и тангенса упругости ( $tg \delta$ ) в зависимости от скорости сдвига приведены на рис. 1, 2.

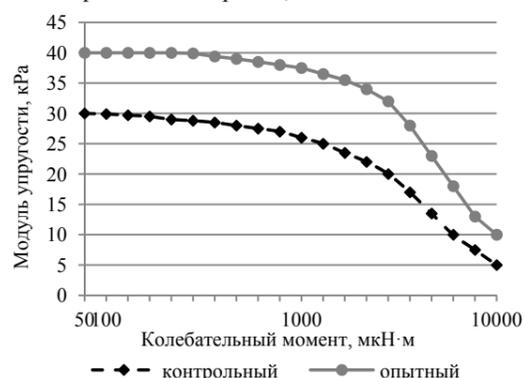


Рис. 1. Зависимость модуля упругости жевательной конфетной массы от скорости сдвига

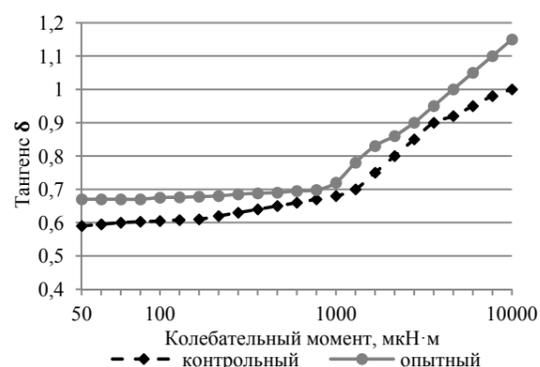


Рис. 2. Зависимость тангенса упругости жевательной конфетной массы от скорости сдвига

Из данных, представленных на рис. 1 и 2 видно, что опытные образцы конфетной массы на изомальтулозе имеют более высокий модуль динамической упругости и тангенс упругости, что говорит о том, что опытные образцы жевательной конфетной массы имеют лучшие реологические характеристики.

Для анализа профиля жевания конфетных масс опытного и контрольного образцов помещали в машину, имитирующую жевание EZTest X SERIES. Частота "жевания" была установлена на 1 Гц, в качестве слюны был использован буфер с соответствующим pH, а температура составляла 37 °С. Время «жевания» составляло 60 секунд. Через 60 секунд конфетную массу помещали на реометр типа AR 1000, TA Instrument, при этом измерения производилось при изменении скорости сдвига и частоты. На рис. 3 можно увидеть, что в процессе «жевания» у опытной конфетной массы модуль динамической упругости остается на более высоком уровне. Это означает, что опытная конфетная масса на изомальтулозе имеет улучшенную консистенцию по сравнению с контрольным образцом на сахаре.

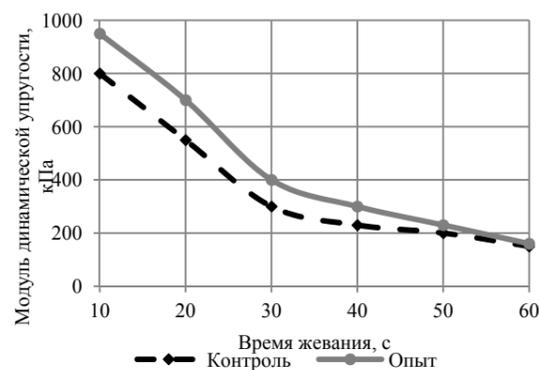


Рис. 3. Изменение модуля динамической упругости в процессе жевания

Модуль динамической упругости является мерой способности материала хранить возмещаемую энергию. Такой запас энергии может быть результатом способности гидроколлоида, структурной сети вновь обретать накопленную энергию после деформации. Линейная вязкоэластичная область представляет собой линейные отношения между напряжением и нагрузкой. Модуль механических потерь представляет собой меру невозмещаемой энергии, которая была потеряна из-за вязкости конфетной массы. Отношение модуля динамической упругости к модулю механических потерь может выражать соотношение между способностью материала течь и осуществлять обратимую эластичную регенерацию формы и конфигурации материала при внешней механической деформации, т.е. способность к восстановлению.

Точка пересечения между модулем динамической упругости и модулем механических потерь означает высокую степень упругости. Точка пересечения, наблюдаемая при низкой частоте, означает более высокую упругость, чем точка пересечения, наблюдаемая при более высокой частоте. Результаты изучения изменения модуля динамической упругости и модуля механических потерь, представленные на рис. 4, показывают, что опытная конфетная масса имеет большую упругость, чем контрольная. На это указывает точка пересечения наблюдаемая при более низкой частоте.

тняя масса имеет большую упругость, чем контрольная. На это указывает точка пересечения наблюдаемая при более низкой частоте.

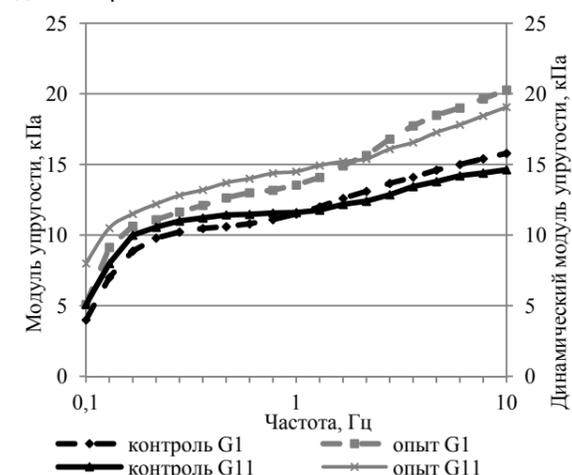


Рис. 4. Амплитуда частоты для динамического модуля упругости и модуля механических потерь контрольного и опытного образцов

При производстве конфет с жевательной структурой необходимо стремиться, чтобы при жевании ощущение твердости жевательной конфеты было не слишком велико. Поэтому было решено протестировать влияние на твердость конечной жевательной конфеты, полученной с использованием изомальтулозы в сравнении с жевательной конфетой того же состава, но полученной с использованием сахара.

Твердость тестируемых образцов исследовали в тесте нагрузки при сжатии с использованием прибора Структурометр Ст-1 при тестируемом расстоянии вглубь жевательной конфеты, равном 3,5 мм. Результаты приведены на рис. 5. Как видно, опытный образец жевательной конфеты, полученной с использованием изомальтулозы, показал существенно пониженную твердость по сравнению с полученной жевательной конфетой при использовании сахара.

Список литературы:

1. Der erste Eindruck zählt. Kaugummi-Coatings mit hoher Farbbrillanz und dem richtigen "Crunch" // Lebensmitteltechnik. – 2009. – Vol. 41, N 4. – P. 42.
2. Сафонов Д.А. Обзор технологических решений по производству жевательных конфет. // Кондитерское производство. – 2006. – N 4. – С. 32–34.
3. Seibel W. Low Carb – Slow Carb – Net Carb – Pro Carb (Pro and contra of carbohydrates in human nutrition) // Getreide Mehl Brot. – 2005. – V. 59. – № 6. – P. 358–364.
4. Polydextrose as Soluble Fiber: Physiological and Analytical Aspects / S.A.S. Craig, J.F. Holden et al. // Cereal Foods World. – May 1998. – V. 43. – № 5
5. Miller S., Frattali V. Saccharin // Diabetes Care. – 1989. – Vol. 12. – P. 75–80
6. Красина И. Б. Использование низкокалорийного заменителя сахара природного происхождения в кондитерском производстве / И. Б. Красина, Н. В. Ходус // Известия вузов. Пищевая технология. – 2004. – № 5,6. – С. 121–122.
7. Штерман С. В. Изомальтулоза – новый перспективный углевод / С. В. Штерман, В. С Штерман // Сахар. – 2009. – № 8. – С. 51–55.
8. Cheetham P.S.J. The formation of isomaltulose by immobilized Erwinia rhapsontici / P.S.J. Cheetham, C.E. Imber, J. Isherwood // Nature. – 1982. – Vol. 299. – P. 628–631.
9. Mezzenga R. Understanding foods as soft materials / R. Mezzenga, P. Schurtenberger, A. Burbidge, M. Michel // Nature materials. – 2005. – Vol. 4. – P. 729–740.



Рис. 5. Твердость контрольного и опытного образцов жевательных конфет

В основном оценка текстуры жевательных конфет показала, что улучшенная текстура была получена с помощью увеличения тангенса упругости в пределах измеряемой области в нелинейной вязкоэластичной области. Положение тангенса упругости указывает, что небольшой наклон приводит в целом к жесткой и незластичной текстуре, которая менее пригодна для жевательной конфеты, а высокий наклон приводит к мягкой или маслянистой текстуре, также мало подходящей для жевательной конфеты.

Выводы

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что пластифицированная конфетная масса с сахаром очень пластична, но обладает низкими упругоэластичными свойствами и после деформации практически не восстанавливается. При замене в этой конфетной массе сахара изомальтулозой и пищевыми волокнами в определенном количестве высокая пластичность массы сохраняется и, кроме того, резко возрастает упругость. Наилучшим сочетанием пластично-эластичных свойств отличается конфетная масса при использовании изомальтулозы, пищевых волокон и кокосового масла в качестве пластификатора.

10. Vrooj A. Glycaemic responses to sereal-based Indian food preparations in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus and normal subjects / A. Vrooj // Br. S. Nutr. — 2000. — Vol. 83. — P. 483–488
11. Красина И. Б. Особенности технологических свойств изомальта в производстве кондитерских изделий / И. Б. Красина, Н. А. Тарасенко, А. К. Стрелкова, Б. О. Хашпакиянц // Хлебопекарный и кондитерский форум. — 2011. — №3. — С. 36–38.
12. Красина И. Б. Функционально-технологические свойства растворов изомальта / И. Б. Красина, Н. Ф. Тесленко, А. Н. Есина, Н. А. Тарасенко, А. В. Головнева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. — 2013. — № 2–3. — С. 79–81.
13. Красина И. Б. Реологические свойства жевательных конфет без сахара И. Б. Красина, А. Н. Есина, Н. А. Тарасенко, А. В. Митракова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. — 2012. — Т. 326–327. — № 2-3. — С. 90–92.

**Анотація.** У представленій статті наведено хімічний склад нехлібопекарських видів борошна і борошна з побічних продуктів круп'яного виробництва – подрібненої крихти, відсіяної при приготуванні пластівців, розроблений асортимент бісквітних напівфабрикатів на їх основі. Проаналізовано результати досліджень впливу нехлібопекарських видів борошна на харчову цінність бісквітних напівфабрикатів.

**Ключові слова:** бісквітний напівфабрикат, нехлібопекарські види борошна, хімічний склад, харчова цінність.

**Аннотация.** В представленной статье приведен химический состав нехлебопекарных видов муки и муки из побочных продуктов крупяного производства – измельченной крошки, отсеянной при приготовлении хлопьев, разработанный ассортимент бисквитных полуфабрикатов на их основе. Проанализированы результаты исследований влияния нехлебопекарных видов муки на пищевую ценность бисквитных полуфабрикатов.

**Ключевые слова:** бисквитный полуфабрикат, нехлебопекарные виды муки, химический состав, пищевая ценность.

УДК 664. 681-027.3: 664. 641. 4

## ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА ОСНОВЕ НЕХЛЕБОПЕКАРНЫХ ВИДОВ МУКИ

**Е. Г. Иоргачева**

доктор технических наук, профессор\*  
iorgachova@gmail.com

**Н. К. Черно**

доктор технических наук, профессор  
кафедра пищевой химии  
Одесская национальная академия пищевых технологий  
ул. Канатная, 112 г. Одесса 65039  
chernon\_k@mail.ru

**О. В. Макарова,**

кандидат технических наук, доцент\*  
olgaodes@mail.ru

**Е. Н. Котузак**

ассистент

\*кафедра технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищевого концентратов  
Одесская национальная академия пищевых технологий  
ул. Канатная, 112 г. Одесса 65039  
elenakotuzaki@rambler.ru

### Введение

Приоритетная роль в создании и выпуске продукции повышенной пищевой ценности отводится хлебобулочным, мучным кондитерским и кулинарным изделиям как наиболее распространенным пищевым продуктам, ежедневно потребляемым всеми группами населения.

Увеличение объема производства и потребления бисквитных изделий в последние годы свидетельствует о том, что эта продукция приобретает все большую популярность и занимает важное место в структуре питания населения Украины [1]. Такая тенденция дает возможность рассматривать их как перспективный объект для обогащения рациона питания человека дефицитными пищевыми веществами, создавать на их основе изделия, отвечающие современным положениям науки о здоровом питании при сохранении ими потребительских характеристик.

### Постановка проблемы

При производстве бисквитных полуфабрикатов традиционно используется пшеничная мука высших сортов со слабой или средней по качеству клейковиной [2, 3]. Получение данных сортов муки сопровождается существенными потерями микронутриентов, удаляемых вместе с периферийными частями зерна, а это отражается на пищевой ценности изделий из нее. Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является использование для производства бисквитных полуфабрикатов нехлебопекарных видов муки, которые, как известно, обладают уникальными диетическими свойствами [4].

### Литературный обзор

Комбинирование муки из зерновых и крупяных культур, а также побочных продуктов мукомольно-крупяного производства при производстве бисквитных полуфабрикатов дает возможность комплексно подойти к формированию пищевой ценности на основе вза-