

ПЕКТИН КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПИЩЕВОЙ ИНГРЕДИЕНТ В СОСТАВЕ ЗЕФИРА

М.Н. Школьникова, Е.В. Аверьянова

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Бийск

Фруктово-ягодные кондитерские изделия пользуются повышенным спросом благодаря относительно невысокой энергетической ценности, приемлемой цене и наличию в их составе полуфабрикатов из натурального плодово-ягодного сырья. Зефир, приготовленный на основе пектина в качестве студнеобразователя, является одной из распространенных разновидностей зефира. Наряду с высокими технологическими свойствами, пектин обладает доказанным функциональным действием: выводит токсины, тяжелые металлы и другие вредные вещества из организма, улучшает микрофлору и перистальтику кишечника, способствует снижению уровня холестерина. Изучены свойства лабораторных образцов пектина, полученных из выжимок аронии черноплодной (*Arónia melanocárpа*) традиционным методом с последующим высушиванием порошков до влажности 5–6 %. Установлено, что опытные образцы порошка пектина являются высокоэтерифицированными, обладают хорошей желирующей способностью, имеют характерную окраску сырья благодаря высокому содержанию антоцианов, обладающих Р-витаминной активностью. Реологические показатели гелей пектина (вязкость растворов, упругость и плотность) подтвердили приемлемые технологические свойства исследуемого образца, который использован в качестве стабилизатора при получении лабораторных образцов зефира. Свежевыработанные образцы зефира исследованы на соответствие требованиям нормативных документов. Дополнительно определены значения показателей качества, обуславливающих функциональные свойства: массовая доля пищевых волокон и антоцианов. Установлено, что замена в рецептуре яблочно-цитрусового пектина на пектин, полученный из выжимок аронии черноплодной, улучшает органолептические показатели зефира, а также повышает его функциональные свойства, благодаря высокому содержанию фруктового яблочного пюре (37,5 %), наличию пищевых волокон (1,5 %) и антоцианов (0,05 %).

Ключевые слова: пектин, функциональный пищевой ингредиент, зефир, арония черноплодная, антоцианы, стабилизатор, гелеобразование, реологические свойства, функциональные свойства, показатели качества зефира.

Введение

В настоящее время почти каждый человек испытывает недостаток отдельных пищевых веществ или их комбинаций, для устранения которого производители продуктов питания предлагают как функциональные, так и продукты питания общего назначения, содержащие в своем составе те или иные функциональные пищевые ингредиенты (ФПИ).

Согласно ГОСТ Р 52349-2005, ФПИ – живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15 % от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена

веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта. Последние десятилетия характеризуются устойчивой тенденцией к использованию в технологии получения ФПИ натурального растительного сырья, богатого биологически активными веществами, проявляющими разнообразную физиологическую активность [1].

Сегодня в производстве пищевых продуктов в целом и кондитерских изделий в частности наблюдается тенденция на здоровое питание благодаря относительно невысокой энергетической ценности продуктов «здорового» питания, приемлемой цене и наличию в их составе полуфабрикатов из натурального растительного сырья. Потребители постепенно отказываются от высококалорийных изделий с кремом, заменяя их более легкими и полезными, такими, например, как зефир, а диетологи не без оснований рекомендуют людям,

ведущим здоровый образ жизни и заботящимся о своей внешности, из разнообразного ассортимента кондитерских изделий делать выбор именно в пользу зефира, так как он богат углеводами, дающими энергию для активной жизни и тренировок, и практически не содержит жиров [2].

Зефир – низкокалорийное пастильное изделие со специфической структурой, представляющей собой устойчивую пенообразную дисперсную систему, образованную большим количеством пузырьков воздуха, разделенных тонкими пленками дисперсионной среды. Пенообразователем для пастильных масс чаще всего является яичный белок, стабилизатором – агар, агароид, пектин, желатин, фулцелларан, мармеладная масса, а структурообразователем – яблочное пюре. Для насыщения массы воздухом применяется взбивание фруктово-ягодного пюре (обычно яблочного) с сахаром и яичным белком, а на завершающем этапе процесса вводится студнеобразователь. В зависимости от применяемого студнеобразователя зефир подразделяют на: зефир на основе пектина, зефир на основе агара, зефир на основе желатина. Желатин изготавливают из костной ткани животных. Агар, агароид, фулцелларан и пектин – ингредиенты растительного происхождения, которые, кроме технологических (желирующих) характеристик, обладают рядом полезных для человека свойств. Агар, агароид и фулцелларан вырабатываются из водорослей, а пектин – из фруктов, например, из яблок или цитрусовых [3].

Одной из самых распространенных разновидностей зефира является зефир на пектине – натуральном желирующем и структурообразующем веществе, содержащемся в стенках клеток (протопектин) и межклеточных образованиях фруктов, ягод и овощей (гидропектин). Наряду с технологическими свойствами (способность к гелеобразованию, растворимость, скорость садки и др.), пектин обладает целым спектром доказанных функциональных свойств [4], участвуя в организме человека в следующих процессах:

- увеличивает всасывание кальция и магния;
- сдвигает рН внутренней среды кишечника в кислую сторону, оказывая бактерицидное действие;
- связывает желчные кислоты, обеспечивая гипохолестеринемический эффект [5];

– усиливает перистальтику кишечника, способствуя более быстрому выведению токсинов и недоокисленных веществ из организма;

– защищает слизистые от раздражения за счет обволакивающего действия;

– обладает адсорбирующим действием, т. е. выводит токсические вещества из желудочно-кишечного тракта (наиболее активен в отношении уксуснокислого свинца, никеля, молибдена, вольфрама, хрома, меди, цинка и радионуклидов: кобальта, стронция, цезия, циркония, рутения, иттрия), образуя с ними нерастворимые комплексы (пектаты, пектинаты), которые не всасываются и выводятся из организма [6].

По данным Агентства промышленной информации, в настоящее время в России практически нет собственного производства пектина, и спрос на него удовлетворяется за счет импорта. Однако на сегодняшний день импортные пектины практически недоступны, за исключением яблочных пектинов китайского производства (*Yantai Andre Pectin Co., Ltd.*). В связи с этим изучение возможности получения пектина из плодов и ягод, а также из отходов их переработки (жомов и шротов) для использования при производстве зефира является актуальным, в том числе в условиях Алтайского края [7].

Одной из широко культивируемых в Алтайском крае плодовых культур является арония черноплодная (*Arónia melanocárpa*), в свежих плодах которой содержатся флавоноиды (цианидин, геспередин, рутин, кверцетин и некоторые другие), в том числе антоцианы до 600 мг %, а по содержанию рутина – от 2500 до 3500 мг % – арония превосходит все известные в культуре плодовые и ягодные растения. Кроме указанных флавоноидов, в составе фенольных соединений присутствуют дубильные вещества (0,4–7,9 %). Отмечено также накопление в плодах аскорбиновой кислоты (около 110 мг %), органических кислот (0,8–2,9 %), β-каротина (0,7–5 мг %), до 10,8 % низших сахаров (глюкоза, фруктоза, сахароза), 2,7 % клетчатки, от 0,5 до 2,3 % пектинов [8].

Цель исследований. Получение опытных образцов пектина из выжимок аронии черноплодной (*Arónia melanocárpa*) и зефира на его основе.

Задачи исследований. Провести исследование показателей качества образцов пек-

тина, полученных из выжимок аронии черноплодной (*Arónia melanocárpa*), и экспериментальных образцов зефира, в которых исследуемый пектин используются как стабилизатор.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являлись опытные образцы пектина, полученные из выжимок аронии черноплодной (*Arónia melanocárpa*) и высушенные до влажности 5–6 %, а также экспериментальные образцы зефира, исследованные стандартными органолептическими и физико-химическими методами.

Результаты и их обсуждение. Опытные образцы пектина получены из выжимок аронии черноплодной (*Arónia melanocárpa*) традиционным способом гидролиза-экстракции растительного сырья 0,5 %-ным раствором щавелевой кислоты с гидромодулем 1:5 в течение 4 ч при температуре 65 °С. Полученную массу отфильтровывают от механических частиц, фильтрат осаждают 96 %-ным этиловым спиртом, выпавший осадок отделяют центрифугированием и высушивают на воздухе [9].

Содержание пектина в выжимках – (2,30 ± 0,05) %, выход пектина в пересчёте на пектовую кислоту – (1,35 ± 0,05) %; таким образом, коэффициент извлечения составил 59 %.

Полученный образец пектина по внешнему виду представляет собой крупнодисперсный порошок темно-красного цвета с включениями волокнистой фракции в виде хлопьев без посторонних примесей (рис. 1), имеет горьковатый вкус и выраженный терпкий запах.



Рис. 1. Фотография внешнего вида пектина из выжимок аронии черноплодной

Цвет образца пектина соответствует цвету сырья и обусловлен наличием антоцианов, содержание которых составило 1,05 % – это 85 % от их содержания в выжимках аронии черноплодной.

Физико-химические показатели опытного образца пектина приведены в табл. 1.

Согласно данным табл. 1, образец пектина, полученный из выжимок аронии черноплодной, соответствует требованиям ГОСТ 29186-91, содержит красящие и минеральные вещества, обладает значительным количеством ацетильных групп, однако их массовая доля не выходит за рекомендуемую для студнеобразующего пектина норму в 1 % [10]. Обычно ацетильное число колеблется в широких пределах: от сотых долей процента до 2,5 %. Присутствие большого количества ацетильных групп влияет на снижение желирующей способности пектина, которая является основным показателем для пектинов, применяемых в пищевой промышленности.

Несмотря на то, что зольность не является регламентируемым показателем для пектина, было проведено его определение, так как **зольность** – один из основных показателей качества продуктов питания, в составе которых есть сырье и ингредиенты растительного происхождения. Показано что массовая доля золы, нерастворимой в 10 %-ный HCl, составляет 0,49 %, что является приемлемым для такого пищевого ингредиента, как студнеобразователь, который вносится по рецептуре в небольшом количестве.

Степень этерификации пектина, являющаяся одним из важнейших показателей его технологических свойств, рассчитанная по содержанию карбоксильных групп, составила 71 %, что позволило, согласно требованиям ГОСТ 29186-91, отнести пектин из выжимок аронии черноплодной к высокоэтерифицированным пектинам типа А (не менее 70 %), способным образовывать стойкие гели.

Основой пектиновых веществ является полигалактуроновая (пектовая) кислота, от содержания которой в исследуемом образце зависит желирующая способность пектина – чем больше свободных карбоксильных групп, тем выше связывающая способность пектина и ниже гелеобразующая.

Как видно из данных табл. 2, значение уронидной составляющей пектина из выжимок аронии черноплодной – 36,8 %, что говорит как об относительно хорошей детоксици-

Таблица 1

Физико-химические показатели пектина из выжимок аронии черноплодной

Наименования показателя	Регламентированное значение (по ГОСТ 29186-91)	Экспериментальные данные
М.д. влаги, W, %	Не более 10,0	8,0 ± 0,1
Массовая доля частиц волокнистой фракции размером более 0,5 мм, %	Не более 20	8
Посторонние примеси, видимые невооруженным глазом	Не допускаются	Отсутствуют
М.д. общей золы, %	–	1,91 ± 0,01
М.д. золы, нерастворимой в 10 %-ный HCl, %	–	0,490 ± 0,005
Содержание антоцианов, %	–	1,050 ± 0,002
М.д. ацетильных групп, %	–	0,086 ± 0,002

Таблица 2

Содержание карбоксильных групп в образце пектина из выжимок аронии черноплодной

М.д. пектовой кислоты, P _к , %	М.д. карбоксильных групп, %		
	свободные	этерифицированные	метоксилированные
36,80 ± 0,05	4,30 ± 0,1	10,10 ± 0,1	8,014 ± 0,002

рующей способности, так и о явно выраженной способности к гелеобразованию.

Обратная зависимость характерна для метоксилированного числа: чем меньше метоксилированных групп в пектине, тем слабее его желеобразующая способность, поэтому для желеобразующего пектина установлена норма метоксилированных групп не ниже 7 %.

Важными свойствами, характеризующими органолептические показатели пищевых продуктов, полученных с применением гелеобразователей, являются упругость и плотность гелей, значения которых для образца пектина из выжимок аронии черноплодной составляют 350 Н/м² и 2,64 г/см³ соответственно, что подтверждает его высокую желеобразующую способность [7]. Желирующая способность – один из важнейших показателей пектинов, используемых в пищевой промышленности, – определяет устойчивость геля пектина и его способность приобретать и сохранять требуемую форму [11–13]. На рис. 2 показан внешний вид желе, полученного при определении студнеобразующей способности образца пектина из выжимок аронии черноплодной в присутствии сахара и лимонной кислоты.

Как видно из фотографий, образцы желе пектина имеют кубическую форму с четким контуром, сохраняют постоянную форму и объем в течение 2 месяцев, соответствующих гарантийному сроку хранения пастильных кондитерских изделий. Соответственно и готовый продукт будет иметь устойчивую форму, структуру и консистенцию в течение всего срока хранения, что, в конечном итоге, выгодно не только для предприятий изготовителей кондитерских изделий, но и для торговых организаций и потребителей.

Реологические показатели вязкости растворов пектина, от которых зависят как технологичность процесса, так и соотношение ингредиентов в рецептурах кондитерских изделий, определены стандартными методами и представлены в табл. 3.

Характеристическую вязкость, представляющую собой приведенную вязкость при бесконечно большом разбавлении раствора, определяют графически. Молекулярная масса и степень полимеризации определены косвенными методами. Рассчитанные значения показателей представлены в табл. 4 и хорошо согласуются с экспериментальными данными по определению степени этерификации.

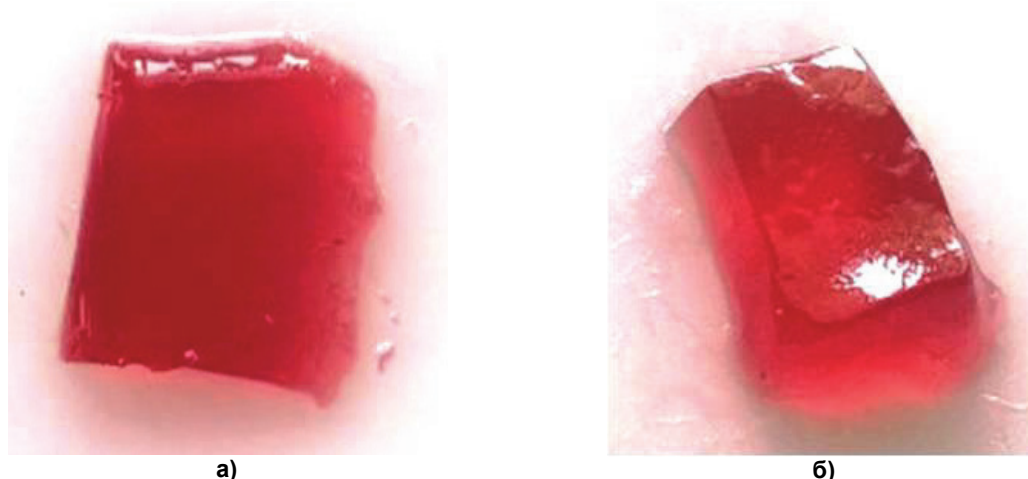


Рис. 2. Фотографии внешнего вида геле пектина из выжимок аронии черноплодной: а) свежеприготовленный образец; б) образец через 2 месяца хранения

Вязкость растворов пектина из выжимок аронии черноплодной

Таблица 3

№ опыта	Концентрация пектина, С, %	Относительная вязкость, $\eta_{отн}$	Удельная вязкость, $\eta_{уд}$	Приведенная вязкость, $\eta_{прив}$
H ₂ O (контроль)	–	–	–	–
1	0,1	1,71	0,71	7,10
2	0,5	2,87	1,87	3,74
3	1,0	4,02	3,02	3,02

Реологические показатели образцов пектина из выжимок аронии черноплодной

Таблица 4

Наименование показателя	Характеристическая вязкость, $[\eta]$, Па·с 10 ⁻³	Молярная масса, М, г/моль	Средняя степень полимеризации
Значение	7,60	61151,99	347

Таким образом, реологические показатели гелей пектина подтвердили приемлемые технологические свойства пектина из выжимок аронии черноплодной, способного заменить дорогостоящий импортный пектин, производимый из цитрусовых корочек и яблочных выжимок. В связи с этим данный пектин был использован вместо коммерческого студнеобразователя в рецептуре при получении экспериментальных образцов зефира.

В основе получения экспериментальных образцов зефира лежит базовая рецептура, оптимизированная под лабораторные условия. Состав и соотношение ингредиентов подобраны на основании литературных данных о максимальной пенообразующей способности, которая достигается при дозировке сухого

белка 3 %, а пектина – 3,5 % [14] и приведены в табл. 5.

Опытные образцы зефира готовили традиционным способом. Отличительной особенностью приготовления экспериментальных образцов зефира является операция подготовки пектина, которая заключается в предварительном замачивании порошка пектина в воде в соотношении 1 ч пектина на 150 мл воды. Полученную массу доводят почти до кипения с целью полного растворения пектина, затем в раствор всыпается сахар-песок и после тщательного перемешивания пектино-сахарный сироп варят в течение 5 мин при постоянном перемешивании. Остывший сироп смешивают с остальными ингредиентами.

Рецептура зефира

Ингредиент	Содержание СВ, %	Расход на 250 г готового зефира, г	
		в натуре	в СВ
Сахар-песок	99,85	210,0	210,0
Густое яблочное пюре	30	74	24,0
Яичный белок	12	17,0	2,2
Пектин	92	10,6	10,2
Кислота лимонная	50	1,6	0,8
Лактат натрия	40	1,6	0,6
Итого	–	314,8	247,8
Выход	85,5	250,0	235,5

Внешний вид и структура образца зефира представлены на фотографии рис. 3.



Рис. 3. Внешний вид и структура зефира, полученного на пектине из выжимок аронии черно-плодной

Для подтверждения возможности применения в качестве студнеобразователя пектина из выжимок аронии черноплодной проведена оценка качества свежеработанных образцов зефира на соответствие требованиям ГОСТ 6441-2014. В ходе дегустации установлено, что свежеработанные образцы зефира соответствуют требованиям нормативной документации по всем органолептическим показателям. Так, форма зефира правильная, без деформаций; поверхность мягкая, без грубого затвердевания на боковых гранях и выделения сиропа; цвет кремово-розовый, равномерный

с небольшими вкраплениями более темного цвета; консистенция слегка затяжистая, что характерно для изделий на пектине; структура равномерная, пенообразная; запах выраженный, развитый плодовой, сладковатый, без постороннего запаха; вкус сладкий, выраженный плодовой, с приятной кислинкой, свойственной плодам аронии черноплодной, нет ощущения приторной сладости, так как использованы только натуральные ингредиенты; послевкусие – приятное, свежее, непродолжительное. Значения физико-химических показателей приведены в табл. 6.

Так как зефир представляет собой устойчивую пенообразную дисперсную систему, образованную большим количеством пузырьков воздуха, то для ее поддержания требуется определенная влажность изделий – не более 25,0 %, но лучшим значением считается интервал от 14,0 до 20,0 % [15]. Как видно из табл. 6, массовая доля влаги составляет 14,5 %, что находится в указанном интервале. Плотность опытного образца зефира ниже регламентированного предела, что хорошо согласуется с результатами дегустации – структура зефира пенообразная, консистенция – нежная. **Зольность** – важный показатель качества продуктов питания, в составе которых есть сырье и ингредиенты растительного происхождения. Действительные значения данного показателя находятся в регламентируемых пределах и не превышают 0,05 %. Содержание фруктовой части в исследуемом образце значительно превышает установленную норму за счет использования в рецептуре густого яблочного пюре. Массовая доля пек-

Таблица 6

Физико-химические показатели образцов зефира

Показатель	Регламентированное значение (по ГОСТ 6441-2014)	Действительное значение
Плотность, г/см ³ , не более	0,6	0,5
М.д. влаги, %	25	14,5 ± 0,2
М.д. золы, не растворимой в растворе НСс массовой долей 10 %, не более	0,05	0,04 ± 0,01
М.д. фруктового сырья, %, не менее	11	37,5 ± 1,5
М.д. пектина, %	Не регл.	4,5 ± 0,1
М.д. антоцианов, %	Не регл.	0,05 ± 0,01

тина действующим ГОСТ 6441-2014 не регламентируется. Однако есть опыт указания значения данного показателя на маркировке: так, на этикетке «Зефира в шоколадной глазури Экстра» (ЗАО «Шоколадная фабрика «Новосибирская»») указано содержание пищевых волокон 2,3 %. Содержание пектина в опытном образце существенно превышает указанное значение, что позволяет расценивать опытный образец как продукт с повышенными функциональными свойствами. Наличие антоцианов также не регламентировано ГОСТ 6441-2014, однако они относятся к минорным компонентам пищи и придают пищевому продукту функциональные свойства.

При определении микробиологических показателей подтверждено, что свежесырьевые образцы зефира соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011.

Выводы

Установлено, что образцы пектина, полученные из выжимок аронии черноплодной, соответствуют требованиям ГОСТ 29186-91, содержат красящие и минеральные вещества. Степень этерификации образцов пектина составила 71 %, что позволило отнести пектин из выжимок аронии черноплодной к высокоэтерифицированным пектинам типа А (не менее 70 %), способным образовывать стойкие гели. Содержание пектовой кислоты 36,8 %, что говорит о хорошей детоксицирующей способности и о выраженной способности к гелеобразованию. Упругость геля составила 350 Н/м², плотность – 2,64 г/см³, что подтверждает его высокую желеобразующую способность: образцы желе пектина имеют кубическую форму с четким контуром, сохраняют постоянную форму и объем в течение 2 месяцев.

Получены экспериментальные образцы зефира, в качестве стабилизатора которых использован пектин из выжимок аронии черноплодной. В ходе оценки качества свежесырьевых образцов зефира установлено, что они соответствуют требованиям ГОСТ 6441-2014 по всем регламентируемым органолептическим и физико-химическим показателям, требованиям ТР ТС 021/2011 по микробиологическим показателям. Содержание пектина в опытном образце составило 4,5 %, антоцианов 0,05 %, что позволяет рассматривать данный образец зефира как продукт с повышенными функциональными свойствами.

Таким образом, опытные образцы пектина, полученного из выжимок аронии черноплодной, можно рекомендовать к внедрению в кондитерское производство для получения безопасных, вкусных и полезных пастильных изделий стандартного качества.

Литература

1. Аверьянова, Е.В. Функциональные пищевые ингредиенты растительного происхождения / Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьникова // Сборник статей по материалам научно-практической конференции «Биотехнология и общество в XXI веке» Международного биотехнологического симпозиума «Bio-Asia-2015», 15–18 сентября 2015 г., г. Барнаул. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2015. – С. 98–101.
2. Функциональные ингредиенты в производстве кондитерских изделий / А.Н. Куракина, И.Б. Красина, Н.А. Тарасенко, Е.В. Филиппова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6. – С. 468–472.
3. Свиридов, В.В. Влияние природы студнеобразователя на свойства пищевых студ-

ней / В.В. Свиридов, А.В. Банникова, Н.М. Птичкина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 1. – С. 59–61.

4. Patel, S. *Functional oligosaccharides: production, properties and applications* / S. Patel, A. Goyal // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. – 2011. – V. 27, Iss. 5. – P. 1119–1128. DOI: 10.1007/s11274-010-0558-5.

5. Brouns, F. *Cholesterol-lowering properties of different pectin types in mildly hypercholesterolemic men and women*. / F. Brouns, E. Theuvsissen, A. Adam, M. Bell et al. // *European Journal of Clinical Nutrition*. – 2012. – V. 66, Iss. 5. – P. 591–599.

6. Zhao, Z.Y. *The role of modified citrus pectin as an effective chelator of lead in children hospitalized with toxic lead levels*. / Z.Y. Zhao, L. Liang, X. Fan, Z Yu. et. al. // *Alternative Therapies in Health and Medicine*. – 2008. – V. 14, Iss. 4. – P. 34–38.

7. Аверьянова, Е.В. *Изучение свойств пектина, полученного из вторичных сырьевых ресурсов ягодного сырья Алтайского края* / Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьников, И.А. Чаплыгина // *Вестник КрасГАУ*. – 2016. – № 12. – С. 118–127.

8. *Исследование химического состава аронии черноплодной и рябины садовой в процессе созревания* / В.Н. Тимофеева, Н.В. Саманкова, Ю.П. Азаренко, Л.М. Исаченко // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2010. – № 11. – С. 18–21.

9. Михеева, Л.А. *Выделение пектина из растительного сырья и изучение его некоторых химических свойств* / Л.А. Михеева, А.В. Тры // *Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация*. – 2013. – № 2. – С. 53–56.

10. Пат. РФ №2329663 А23L1/0524. *Способ получения пектина* / О.Ю. Катасонова, Н.Н. Тупсина, Н.В. Цугленок (Россия, г. Красноярск). – № 2006137621/13. Заявлено 24.10.2006; Опубл. 27.07.2008. Бюл. № 21.

11. Srivastava, P. *Sources of pectin, extraction and its applications in pharmaceutical industry – An overview* / Pranati Srivastava and Rishabha Malviya // *Indian Journal of Natural Products and Resources*. – 2011. – Vol. 2. – P. 10–18.

12. Colin D. May. *Industrial Pectins: Sources, Production and Applications* // *Carbohydrate Polymers*. – 1990. – Vol. 12. – P. 79–99.

13. Sharma, B.R. *An Overview on Pectins* / B.R. Sharma, Naresh L., N.C. Dhuldhoya, S.U. Merchant and U.C. Merchant // *Times Food Processing Journal*. – 2006. – June–July Issue. – P. 44–51.

14. Pat. US 6376003 B1 *Low density marshmallow-like products and methods of producing the same* / James C. Cross. (Shade Foods, Inc.). – US 09/419,737. Stated 16.10.1999; Publ. 23.04.2002.

15. Муратова, Е.И. *Реология кондитерских масс: монография* / Е.И. Муратова, П.М. Смолихина. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 188 с.

Школьников Марина Николаевна. Доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологии, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (г. Бийск), shkolnikova.m.n@mail.ru

Аверьянова Елена Витальевна. Кандидат химических наук, доцент кафедры биотехнологии, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (г. Бийск), lena@bti.secna.ru

Поступила в редакцию 5 января 2017 г.

PECTIN AS A FUNCTIONAL FOOD INGREDIENT IN THE COMPOSITION OF MARSHMALLOW

M.N. Shkolnikova, E.V. Averyanova

Biysk Technological Institute (branch) of the Altai State Technical
University, Biysk, Russian Federation

Fruit pastries are in high demand due to their relatively low energy value, reasonable price, and the presence in their composition of semi-finished products made of natural fruit raw material. Marshmallow, produced on the basis of pectin as a gelling agent, is one of the most common sort of marshmallow. Along with high technological properties, pectin has proven its functional effectiveness: it eliminates toxins, heavy metals and other harmful substances from the body, improves the microflora and intestinal peristalsis, promotes cholesterol level reduction. The properties of pectin laboratory samples obtained from marc of chokeberry Aronia (*Arónia melanocárpa*) with the use of conventional method followed by drying of powders to a moisture content of 5–6 % are studied. It is found that the prototypes of pectin powder are high-ester pectins, they demonstrate a good gelling ability, have characteristic coloring of raw materials due to its high content of anthocyanins which possess P-vitamin activity. Rheological parameters of pectin (viscosity of solutions, elasticity and density) are confirmed by suitable technological properties of the test sample, which is used as a stabilizer in obtaining laboratory samples of marshmallow. Freshly produced marshmallow samples are tested for compliance with the requirements of regulatory documents. In addition, the values of quality indicators, determining functional properties such as mass fraction of dietary fiber and anthocyanins, are calculated. It is found that the replacement of apple and citrus pectin in a recipe for the pectin obtained from marc of chokeberry Aronia improves the organoleptic characteristics of marshmallow and increases its functional properties due to high content of apple puree (37,5 %), the presence of dietary fiber (1,5 %) and anthocyanins (0,05 %).

Keywords: pectin, functional food ingredient, marshmallow, chokeberry Aronia, anthocyanins, stabilizer, gelling, rheological properties, functional properties, marshmallow quality indicators.

References

1. Averyanova E.V., Shkolnikova M.N. [Functional Food Ingredients of Plant Origin]. *Sbornik statey po materialam nauchno-prakticheskoy konferentsii "Biotekhnologiya i obshchestvo v XXI veke" Mezhdunarodnogo biotekhnologicheskogo simpoziuma "Bio-Asia-2015"* [Collection of articles on materials of scientific-practical conference "Biotechnology and Society in the XXI century" International Biotechnology Symposium "Bio-Asia-2015"]. Barnaul, 2015, pp. 98–101. (in Russ.)
2. Kurakina A.N., Krasina I.B., Tarasenko N.A., Fillipova E.V. [Functional Ingredients in Confectionery]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research], 2015, no. 6, pp. 468–472. (in Russ.)
3. Sviridov V.V., Bannikova A.V., Ptichkina N.M. [Influence of Nature of Gelling Agent on Properties of Food Gels]. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology], 2012, no. 1, pp. 59–61. (in Russ.)
4. Patel S., Goyal A. Functional Oligosaccharides: Production, Properties and Applications. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2011, vol. 27, no. 5, pp. 1119–1128. DOI: 10.1007/s11274-010-0558-5
5. Brouns F., Theuwissen E., Adam A., Bell M. et al. Cholesterol-lowering Properties of Different Pectin Types in Mildly Hyper-cholesterolemic Men and Women. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2012, vol. 66, no. 5, pp. 591–599.
6. Zhao Z.Y., Liang L., Fan X., Yu Z. et al. The Role of Modified citrus Pectin as an Effective Chelator of Lead in Children Hospitalized with Toxic Lead Levels. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 2008, vol. 14, no. 4, pp. 34–38.
7. Averyanova E.V., Shkolnikova M.N., Chaplygina I.A. [Studying the Properties of Pectin Derived from Secondary Raw Materials Raw Berry Altai Region]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of KrasGAU], 2016, no. 12, pp. 118–127. (in Russ.)

8. Timofeeva V.N., Samankova N.V., Azarenko Yu.P., Isachenko L.M. [Research of a Chemical Compound of Rowan and Aronia During Maturing]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and processing of agricultural]*, 2010, vol. 11, pp. 18–21. (in Russ.)
9. Mikheeva L.A., Try A.V. [The Release of Pectin from Plant Material and Study of its Some Chemical Properties] *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmaciya* [Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy], 2013, no. 2, pp. 53–56. (in Russ.)
10. Pat. RU №2329663 A23L1/0524. Katasonova O.J., Tipsina N.N., Tsuglenok N.V. *Sposob polycheniya pektina* [The Process for Producing Pectin], No. 2006137621/13, Stated 24.10.2006, Publ. 27.07.2008, Bul. no. 21.
11. Pranati Srivastava and Rishabha Malviya. Sources of pectin, extraction and its applications in pharmaceutical industry – An overview. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 2011, vol. 2, pp. 10–18.
12. Colin D. May. Industrial Pectins: Sources, Production and Applications. *Carbohydrate Polymers*, 1990, vol. 12, pp. 79–99.
13. Sharma B.R. Naresh L., Dhuldhoya N.C., Merchant S.U. and Merchant U.C. An Overview on Pectins. *Times Food Processing Journal*, 2006, June–July Issue, pp. 44–51.
14. Pat. US 6376003 B1. James C. Cross. (Shade Foods, Inc.) *Low Density Marshmallow-like Products and Methods of Producing the Same*. US 09/419,737. Stated 16.10.1999, Publ. 23.04.2002.
15. Muratova E.I., Smolikhina P.M. *Reologiya konditerskikh mass* [Rheology confectionery mass]. Tambov, Publ. Tambovskiy Gos. Tekhn. Univ., 2013, 188 p.

Marina N. Shkolnikova. Doctor of Technical Sciences, Professor of the Biotechnology Department, Biysk Technological Institute (branch) of the Altai State Technical University, shkolnikova.m.n@mail.ru

Elena V. Averyanova. Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Biotechnology Department. Biysk Technological Institute (branch) of the Altai State Technical University, lena@bti.secna.ru

Received 5 January 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Школьникова, М.Н. Пектин как функциональный пищевой ингредиент в составе зефира / М.Н. Школьникова, Е.В. Аверьянова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 35–44. DOI: 10.14529/food170105

FOR CITATION

Shkolnikova M.N., Averyanova E.V. Pectin as a Functional Food Ingredient in the Composition of Marshmallow. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 35–44. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170105