

Н. В. Макарова [N. V. Makarova]

Н. Б. Еремеева [N. B. Eremeeva]

Е. А. Елисева [E. A. Eliseeva]

УДК 664.856:
634.11**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СЪЕДОБОЙ УПАКОВКИ НА ОСНОВЕ ЯБЛОЧНОГО ПЮРЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ БИОГИДРОКОЛЛОИДОВ В КАЧЕСТВЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ****THE STUDY OF THE PROPERTIES OF EDIBLE PACKAGING BASED ON APPLE PUREE WITH THE ADDITION OF BIOHYDROCOLLOIDS AS PLASTICIZERS**

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия,
г. Самара, Россия, e-mail: makarovnv1969@yandex.ru / Samara state technical University, Samara, Russia,
e-mail: makarovnv1969@yandex.ru

Аннотация. Изучены свойства съедобной пищевой упаковки на основе яблочного сырья с добавлением натуральных гидроколлоидов: агара, ксантановой камеди, каррагинана и хитозана в качестве пластификаторов. Исследованы физико-химические свойства полученной съедобной упаковки – влажность, водопоглощение, стойкость к различной природы жидкостям, проведено микроскопирование и органолептическая оценка образцов.

Материалы и методы. Была получена съедобная яблочная упаковка на основе яблочного сырья. Упаковка имела форму стакана и изготавливалась по композитному способу. В качестве пластификатора использовали различные гидроколлоиды: ксантановая камедь, хитозан, каррагинан, агара. Пластификаторы добавляли в сухом неразведенном виде в концентрациях 1,2,3 % для агара и каррагинана и 1, 2,5 и 5 % для хитозана и ксантановой камеди к массе яблочного пюре, массу наносили на форму и высушивали в сушильном шкафу с непрерывной конвекцией при температуре 80 °С. В качестве контрольного образца использовался стакан без добавления пластификатора (100 % яблочное пюре).

Для полученных образцов определяли содержание влаги, водопоглощение, стойкость к различным жидкостям: 5 % раствору NaCl, 5 % раствору кислоты лимонной, воде дистиллированной температурой 23 и 100 °С; органолептические показатели; проводили микроскопирование.

Влажность определяли согласно ГОСТ 5900-2014 [24].

Для определения водопоглощения в съедобные стаканы помещали 200 мл дистиллированной воды температурой 20+25 °С. Через 30 мин воду сливают. Водопоглощение стакана определяют как процент увеличения его массы за счет поглощения воды.

Для определения стойкости к жидкостям стакан наполняли модельными растворами и измеряли время, необходимое для размягчения стакана (деформации, образования разрывов в форме и структуре стакана).

В качестве модельных жидкостей выступают: вода дистиллированная температурой 20-25 °С; вода дистиллированная с начальной температурой 95-100 °С; 5 % - ный водный раствор поваренной соли с температурой 20-25 °С; 5 % - ный водный раствор лимонной кислоты с температурой 20-25 °С;

Микроскопирование съедобных стаканов на основе яблочного сырья с добавлением различных гидроколлоидов проводили на лабораторном микроскопе «Микромед 3- 20М».

Органолептическая оценка проводилась по параметрам «внешний вид», «цвет», «аромат», «консистенция», «вкус» по ГОСТ 5897-90 [25], ГОСТ 31986-2012 [26], ГОСТ ISO 11036-2017 [27], ГОСТ ISO 11037-2013 [28], ГОСТ ISO 13299-2015 [29], ГОСТ ISO 16779-2017 [30], ГОСТ ISO 6658-2016 [31].

Результаты. Выявлено влияние природы используемого гидроколлоида и его концентрации в массе яблочного пюре на физико-химические и органолептические показатели съедобной упаковки. Установлено, что наиболее оптимальными органолептическими показателями обладают образцы с минимальным содержанием гидроколлоидов (1 %).

Заключение. В результате исследований, направленных на изучение свойств съедобной упаковки на основе яблочного сырья с использованием в качестве пластификаторов различных гидроколлоидов: агара, каррагинана, ксантановой камеди и хитозана, было установлено, что на органолептические и физико-химические показатели съедобных стаканов влияет как сам используемый в качестве пластификатора гидроколлоид, так и его концентрация.

Ключевые слова: пищевая упаковка съедобная упаковка, яблочное сырье, гидроколлоиды, агар, каррагинан, ксантановая камедь, хитозан.

Abstract. The properties of edible food packaging based on apple raw materials with the addition of natural hydrocolloids: agar, xanthan gum, carrageenan and chitosan as plasticizers have been studied. The physicochemical properties of the resulting edible packaging – moisture,

water absorption, resistance to various types of liquids – were studied, microscopy and organoleptic evaluation of samples were carried out.

Materials and methods. An edible apple packaging based on raw apple material was obtained. The package had the shape of a glass and was made by a composite method. Various hydrocolloids were used as a plasticizer: xanthan gum, chitosan, carrageenan, agar. Plasticizers were added in dry undiluted form in concentrations of 1.2, 3% for agar and carrageenan and 1, 2.5 and 5% for chitosan and xanthan gum to the mass of apple sauce, the mass was applied to the mold and dried in a drying cabinet with continuous convection at temperature 80 °C. A glass without the addition of a plasticizer (100% apple sauce) was used as a control sample.

For the obtained samples, the moisture content, water absorption, and resistance to various liquids were determined: 5% NaCl solution, 5% citric acid solution, distilled water at 23 and 100 °C; organoleptic characteristics; performed microscopy.

Humidity was determined according to GOST 5900-2014 [24].

To determine the water absorption, 200 ml of distilled water with a temperature of 20 ± 25 °C were placed into edible glasses. After 30 minutes, the water is drained. Water absorption of the glass is defined as the percentage increase in its mass due to the absorption of water.

To determine the resistance to liquids, the glass was filled with model solutions and the time required to soften the glass (deformation, formation of gaps in the shape and structure of the glass) was measured.

As model fluids are: distilled water at a temperature of 20-25 °C; distilled water with an initial temperature of 95-100 °C; 5% aqueous solution of sodium chloride with a temperature of 20-25 °C; 5% aqueous citric acid solution with a temperature of 20-25 °C;

Microscopic examination of edible glasses based on apple raw materials with the addition of various hydrocolloids was carried out on a Microscope 3-20M laboratory microscope.

An organoleptic evaluation was conducted using the parameters "appearance", "color", "aroma", "texture", "taste" according to GOST 5897-90 [25], GOST 31986-2012 [26], GOST ISO 11036-2017 [27], GOST ISO 11037-2013 [28], GOST ISO 13299-2015 [29], GOST ISO 16779-2017 [30], GOST ISO 6658-2016 [31].

Results. The influence of the nature of the hydrocolloid used and its concentration in the mass of applesauce on the physicochemical and organoleptic characteristics of the edible package has been revealed. It is established that the samples with the minimum content of hydrocolloids (1%) have the best organoleptic characteristics.

Conclusion. As a result of studies aimed at studying the properties of edible packaging based on apple raw materials using various hydrocolloids as plasticizers: agar, carrageenan, xanthan gum and chitosan, it was found that the organoleptic and physico-chemical indicators of edible glasses are influenced by plasticizer hydrocolloid and its concentration.

Key words: food packaging, edible packaging, apple raw materials, hydrocolloids, agar, carrageenan, xanthan gum, chitosan.

Введение. В современном быстро растущем технологическом обществе одной из главных проблем является проблема защиты окружающей среды [1]. С увеличением темпов урбанизации населения, одной из самых опасных экологических проблем стала проблема утилизации твердых бытовых отходов (далее – ТБО) [2]. Самым дешевым и быстрым методом утилизации ТБО на данный момент является их захоронение на полигонах [3]. Однако данный метод приводит к комплексному загрязнению биосферы в зоне расположения полигонов [4]. В связи с этим перспективным направлением является разработка новых безопасных способов утилизации ТБО. На данный момент используются вторичная переработка ТБО. Переработанные отходы могут быть использованы как для вторичного производства, так и в качестве твердого композитного топлива [5]. Однако зачастую это приводит к получению новых отходов, дополнительных токсичных веществ, а решение самой проблемы лишь отдалается на некоторые сроки.

Половину ТБО, вырабатываемых на территории России, составляют отходы упаковки пищевых продуктов, в связи с чем ведутся многочисленные исследования, направленные на разработку новых видов упаковки пищевых продуктов, являющихся экологичными и безопасными для окружающей среды. Одними из видов такой упаковки являются биоразлагаемая пищевая упаковка [6] и съедобная пищевая упаковка [7]. Съедобные пленки и покрытия представляют собой тонкие слои пригодных к пище материалов, наносимые на пищевые продукты. Некоторые из них способны защищать продукт от механических повреждений, физических и химических воздействий, микробиологической порчи, продлять срок хранения продукции за счет добавления в состав пленки дополнительных ингредиентов [8]. Состав пищевых пленок различается в зависимости от требуемых свойств [9]. Основными компонентами, обуславливающими технологические свойства съедобной упаковки, являются гидроколлоиды. В настоящее время для производства пищевых пленок применяются такие гидроколлоиды, как агар [10], различные виды каррагинанов, крахмал и его модификации, хитозан, различные виды камедей (ксантановая камедь, камедь рожкового дерева, геллановая камедь и т.д.).

Гидрогели ксантановой камеди обладают относительно однородной слоистой структурой, повышенной механической прочностью и высокой степенью набухания [11]. Для производства пищевых пленок применяются так же гели камеди тары и геллановой камеди [12] и камеди рожкового дерева [13].

Каррагинан является ведущим пищевым гидроколлоидом, получаемым из морских водорослей и широко используемым в пищевой промышленности [3, 14]. Была разработана [16] технология производства пленок на основе каппа-каррагинана с добавлением эмульгаторов различного типа и концентраций. Различные типы эмульгаторов (монолаурат, монопальмитат и моноолеат) оказали значительное влияние на толщину, содержание влаги и непрозрачность полученных пленок. Были разработаны смешанные гидрогели на основе агрегатов сывороточного белка и каррагинана, предназначенные для защиты куркумина в составе препаратов в верхних отделах желудочно-кишечного тракта и доставки его в толстую кишку. Выявлено защитное свойство каррагинана по отношению к белку во время пищеварения [17].

Хитозан – природный полисахарид, используемый в пищевой промышленности в качестве структурообразователя и загустителя, обладающий бактерицидным действием [18]. Разработана [19] технология производства пищевой пленки на основе хитозана и кукурузного крахмала, исследовано влияние концентраций хитозана и кукурузного крахмала на физико-химические и механические свойства пленок. Исследовано [20] влияние температуры сушки (45–85 °С) на микроструктуру, механические и барьерные свойства хитозановых пленок. Пленки хитозана, высушенные при более высоких температурах показали более гладкую внутреннюю микроструктуру но менее упорядоченную кристаллическую структуру. Охлажденное мясо, упакованное с использованием хитозановой пленки, обладало оптимальным показателем усушки в процессе хранения по сравнению с пленкой из полиэтилена низкой плотности и контрольным образцом. Пленки, высушенные при более низких температурах, так же показали низкую степень усушки мяса, а также высокий консервирующий эффект на охлажденное мясо при низкой степени усушки самого мяса.

Повышать антимикробные свойства пленок, а так же усиливать их технологические характеристики позволят добавление различных веществ: введение дубильной кислоты в состав хитозановой пленки увеличивает ее прочность [21]; пленки на основе каррагинана с добавлением нано-частиц оксида цинка проявляют сильную антибактериальную активность в отношении грамотрицательных пищевых патогенных бактерий *E. coli*, но слабую антибактериальную активность в отношении грамположительных бактерий *L. monocytogenes* [22]; добавление наночастиц серебра к хитозановым пленкам повышает их антимикробную активность [23]; добавление сока черной смородины к пленке на основе кукурузного крахмала усиливает антиоксидантные свойства пленки [7].

Целью данного исследования является разработка технологии производства съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением ксантановой камеди, хитозана, каррагинана, агара, ксантановой камеди в качестве пластификатора; изучение и сравнительный анализ органолептических и физико-химических свойств полученных съедобных стаканов на основе яблочного пюре.

Результаты и их обсуждение. Оценка органолептических и физико-химических свойств позволяет определить приемлемость продукта к использованию. В случае съедобной упаковки особенно важным является сочетание высоких эксплуатационных свойств съедобного стакана как упаковки с хорошими показателями по вкусу, цвету, аромату, внешнему виду и консистенции продукта.

Результаты органолептического анализа съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением гидроколлоидов показали, что оптимальным внешним видом обладают образцы с наименьшим содержанием пластификатора (1 % ксантановой камеди, 1 % агара, 1 % каррагинана и 1 % хитозана). Повышение концентрации пластификаторов приводит к повышению хрупкости и ломкости съедобных стаканов, появлению на поверхности белых включений и налета для образцов с агаром, ксантановой камедью и каррагинаном и излишней упругости для стаканов с хитозаном. Большинство образцов обладало приемлемыми показателями вкуса, близкими к показателям контрольного образца – сладко-кислым яблочным вкусом и ароматом карамельного сахара. Образцы съедобного стакана с содержанием хитозана 2,5 и 5 % обладали привкусом морских водорослей, а съедобный стакан с содержанием каррагинана 1 % обладал пресным вкусом. Таким образом, оптимальными органолептическими показателями обладали съедобные стаканы на основе яблочного пюре с минимальной концентрацией пластификаторов – 1 %.

В таблице 1 представлены результаты измерения стойкости съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением различных гидроколлоидов при контакте с водой дистиллированной температурой 20-25 °С; во-

дой дистиллированной с начальной температурой 95-100 °С; 5 %-ым водным раствором поваренной соли с температурой 20-25 °С; 5 %-ым водным раствором лимонной кислоты с температурой 20-25 °С; результаты определения содержания влаги, результаты определения водопоглощения.

Таблица 1

Результаты измерения влажности, водопоглощения, стойкости к различным жидкостям съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением различных гидроколлоидов

Table 1

Results of measuring moisture, water absorption, resistance to various liquids of edible glasses based on applesauce with the addition of various hydrocolloids

Образец	Устойчивость, мин				Влажность, %	Водопоглощение, %
	Вода дистиллированная 20-25 °С	Вода дистиллированная с начальной температурой 95-100 °С	NaCl 5 %	Кислота лимонная 5 %		
Контрольный образец	23	0	20	19	30	267
Ксантановая камедь 1 %	10	1	17	17	16,67	346
Ксантановая камедь 2,5 %	20	1	22	20	15,31	324
Ксантановая камедь 5 %	35	2	28	35	14,29	310
Агар-агар 1 %	63	1	61	69	28,24	267
Агар-агар 2 %	75	2	68	94	26,67	198
Агар-агар 3 %	90	3	74	105	11,11	241
Каррагинан 1 %	28	1	65	94	21,43	340
Каррагинан 2 %	16	0	40	32	13,33	221
Каррагинан 3 %	-	-	-	-	12,42	222
Хитозан 1 %	20	1	15	12	20,81	334
Хитозан 2,5 %	22	20	20	20	18,57	309
Хитозан 5 %	43	38	38	40	14,29	300

Влажность пищевых продуктов оказывает существенное влияние на сохранение свойств продукта при хранении, а также обуславливает его органолептические свойства [32]. Слишком низкое содержание влаги в съедобном стакане увеличивает срок его хранения, но повышает его хрупкость и жесткость.

Из данных табл. 1 можно сделать вывод, что добавление гидроколлоидов к яблочному пюре снижает влажность съедобных стаканов. Причем данная тенденция наблюдается с повышением концентрации гидроколлоида в яблочной массе. Наиболее низкими значениями влажности обладают съедобные стаканы с ксантановой камедью, что подтверждается и органолептическими испытаниями – образцы с ксантановой камедью обладают самой наиболее сухой и ломкой консистенцией.

Водопоглощение также является основной характеристикой упаковки. Низкое водопоглощение обуславливает влагоотталкивающую способность, что позволяет стакану дольше сохранять форму и стойкость при контакте с жидкостями. Но при этом съедобная упаковка не может обладать очень низкими показателями при водопоглощении, т.к. способность поглощать воду свидетельствует о хорошей перевариваемости пищевого продукта в организме человека.

Из результатов определения водопоглощения съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением различных гидроколлоидов (см. табл. 1) можно сделать вывод, что добавление таких гидроколлоидов, как ксантановая камедь, каррагинан и хитозан приводит к повышению водопоглощения съедобных стаканов, а добавление агара снижает ее, по сравнению с контрольным образцом. С увеличением концентрации гидроколлоида в рецептуре съедобного стакана водопоглощение снижается.

Важнейшим параметром съедобного стакана, обуславливающим его практическую применимость, является стойкость к различным жидкостям. Высокие значения данного параметра позволяют стакану длительное время сохранять форму при наполнении его различными типами жидкостей с разными рН: водой, безалкогольными напитками, чаем, кофе, кисломолочными продуктами и т.д.

Результаты измерения стойкости съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением различных гидроколлоидов к различным жидкостям показывают, что у съедобных стаканов с добавлением таких гидроколлоидов как ксантановая камедь, каррагинан и хитозан наблюдается повышение стойкости к модельным растворам с повышением концентрации гидроколлоида в яблочной массе, а в съедобных стаканах с добавлением агара – понижение данного показателя. Данные результаты согласуются с результатами измерения водопоглощения съедобных стаканов, из чего можно сделать вывод об обратной зависимости между водопоглощением съедобных стаканов и их стойкостью к модельным растворам: чем выше водопоглощение съедобного стакана, тем ниже его стойкость.

В таблице 2 представлены результаты микрофотографирования и внешний вид съедобных стаканов на основе яблочного сырья с добавлением различных гидроколлоидов.

Таблица 2

Результаты микрофотографирования исследуемых образцов съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавлением различных гидроколлоидов к различным жидкостям

Table 2

Microscopic results of the studied samples of edible packaging based on applesauce with the addition of various hydrocolloids to various liquids

Образец	Внешний вид поверхности пленки	Внешний вид	Образец	Внешний вид поверхности пленки	Внешний вид
Съедобный стакан без добавления пластификатора с содержанием яблочного пюре 100 % (контрольный образец)			Съедобный стакан с содержанием агара 1 %		
Съедобный стакан с содержанием ксантановой камеди 1 %			Съедобный стакан с содержанием агара 2 %		
Съедобный стакан с содержанием ксантановой камеди 2,5 %			Съедобный стакан с содержанием агара 3 %		
Съедобный стакан с содержанием ксантановой камеди 5 %			Съедобный стакан с содержанием хитозана 1 %		
Съедобный стакан с содержанием каррагинана 1 %			Съедобный стакан с содержанием хитозана 2,5 %		
Съедобный стакан с содержанием каррагинана 2 %			Съедобный стакан с содержанием хитозана 5 %		
Съедобный стакан с содержанием каррагинана 3 %					

Микрофотографирование поверхности съедобных стаканов показало, что добавление в качестве пластификаторов гидроколлоидов при производстве съедобных стаканов на основе яблочного сырья приводит к повышению

однородности структуры стакана. Наиболее однородной структурой обладают стаканы со средним содержанием гидроколлоидов (2 % агара, 2 % каррагинана, 2,5 % хитозана и 2,5 % ксантановой камеди). Для образца с содержанием каррагинана 3 % не удалось произвести микроскопирование, поскольку отбор пробы не был возможен из-за жесткой, но ломкой и крошливой структуры.

Заключение. В результате исследований, направленных на изучение свойств съедобной упаковки на основе яблочного сырья с использованием в качестве пластификаторов различных гидроколлоидов: агара, каррагинана, ксантановой камеди и хитозана, было установлено, что на органолептические и физико-химические показатели съедобных стаканов влияет как сам используемый в качестве пластификатора гидроколлоид, так и его концентрация. Так, оптимальными органолептическими показателями обладали съедобные стаканы с минимальным содержанием гидроколлоидов (1 %).

Обнаружено, что стаканы с добавлением гидроколлоидов имеют более низкую влажность по сравнению с контрольным образцом, причем влажность снижается с увеличением концентрации гидроколлоида в яблочном пюре: так, влажность контрольного образца составила 30 %, а влажность съедобных стаканов с добавлением 1, 2,5 и 5% ксантановой камеди 16,67; 15,31 и 14,29 % соответственно.

Было установлено различное влияние гидроколлоидов на водопоглощение съедобных стаканов: ксантановая камедь, хитозан и каррагинан повышают водопоглощение съедобных стаканов по сравнению с контрольным образцом, а агар, наоборот, приводит к снижению водопоглощения. Выявлена тенденция к снижению водопоглощения с увеличением концентрации гидроколлоидов в яблочном пюре.

Зафиксировано повышение стойкости к модельным растворам с увеличением концентрации гидроколлоида в массе яблочного пюре для съедобных стаканов с добавлением таких гидроколлоидов как ксантановая камедь, каррагинан и хитозан и снижение его с увеличением концентрации гидроколлоида для съедобных стаканов с добавлением агара.

При микроскопировании образцов выявлено влияние концентрации добавляемого гидроколлоида на однородность структуры съедобных стаканов: наибольшей однородностью обладают стаканы со средним содержанием пластификатора (2 % агара, 2 % каррагинана, 2,5 % ксантановой камеди и 2,5 % хитозана).

ЛИТЕРАТУРА

1. Roth S. Heal the world. A solution-focused systems therapy approach to environmental problems / S. Roth // *J. Cleaner Prod.* 2019. V.216. P.504-510. doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.132
2. Barot S. Urban ecology, stakeholders and the future of ecology / S. Barot, L. Abbadie, A. Auclerc, C. Barthélémy, E. Bérille // *Sci. Total Environ.* 2019. V.667. P.475-484. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.410
3. Куксов С. В. Полигоны твердых бытовых и промышленных отходов / С. В. Куксов, Л. А. Осипова, Е. Н. Щербакова, С. А. Каргин, Л.М. Елчинева // *Вестник АГТУ.* 2005. №3. С.185-189.
4. Калюжина Е. А. Экологические особенности воздействия полигонов твердых бытовых отходов на состояние окружающей среды в районах их расположения / Е. А. Калюжина, Н. С. Самарская // *Инженерный вестник Дона.* 2014. №2. С.43-50.
5. Glushkov D. Environmental aspects of converting municipal solid waste into energy as part of composite fuels / D. Glushkov, K. Paushkina, D. Shabardin, P. Strizhak // *J. Cleaner Prod.* 2018. V.201. P.1029-1042. doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.126
6. Кудрякова Г. Х. Биоразлагаемая упаковка в пищевой промышленности / Г. Х. Кудрякова, Л. С. Кузнецова, Е. Г. Шевченко, Т. В. Иванова // *Пищевая промышленность.* 2006. №7. С.52-54.
7. Kusumawati D. H Physical and Chemical Characteristic of Corn Starch Edible Film that Incorporated with Pink and Blue Ginger Extract / D. H. Kusumawati, W. D. Putri // *J. Pangan dan Agroindustri.* 2013. V.1. №1. P. 90-100.
8. Falguera V. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use / V. Falguera, J.P. Quintero, A. Jiménez, J.A. M. Albertlbarz // *Trends Food Sci.&Technol.* 2011. V.22. Is.6. P.292-303. doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004
9. Erkmen O. General Characteristics of Edible Films / O. Erkmen, A.O. Barazi // *J. Food Biotechnol. Res.* 2018. V.2. №1(3). P.1-5.
10. Wang X. Development and characterization of agar-based edible films reinforced with nano-bacterial cellulose / X. Wang, C. Guo W. Hao, N. Ullah, L. Chen, Z. Li, X. Feng // *Int. J. Biol. Macromol.* 2018. V.118(A). P.722-730. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.089
11. Kang M. Characterization of Xanthan gum-based hydrogel with Fe³⁺ ions coordination and its reversible sol-gel conversion / M. Kang, O. Oderinde, S. Liu, Q. Huang, W. Ma, F. Yao, G. Fu // *Carbohydr Polym.* 2019. V.203. P.139-147. doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.044
12. Pizato S. Effects of Different Edible Coatings in Physical, Chemical and Microbiological Characteristics of Minimally Processed Peaches / S. Pizato, W.R Cortez-Vega, J. Tais, A. de Souza, C. Prentice-Hernández, C. D. Borges // *J. Food Safety.* V.33. Is.1. P.30-39. doi.org/10.1111/jfs.12020

13. Aidinli M. Mechanical and Light Transmittance Properties of Locust Bean Gum Based Edible Films / M. Aidinli, M. Tutuş, Ö.A. Bozdemir // *Turk. J. Chem.* 2004. №8. P.163 – 171.
14. Kozłowska J. Carrageenan-based hydrogels: Effect of sorbitol and glycerin on the stability, swelling and mechanical properties / J. Kozłowska, K. Pauter, A. Sionkowska // *Polymer Testing*. V.67. P.7-11. doi.org/10.1016/j.polymeresting.2018.02.016
15. Hotchkiss S. The use of carrageenane in food / S. Hotchkiss, M. Brooks, R. Campbell, K. Philp, A. Trius // *Carrageenans sources and extraction methods, molecular structure, bioactive properties and health effects*. N.Y.: Nova Science Publishers. 2016. P.229-243.
16. Hanani Z.A. Effect of different types and concentrations of emulsifier on the characteristics of kappa-carrageenan films / Z. A. Hanani, A.B. Husna // *Int. J. Biol. Macromol.* 2018. V.114. P.710-716. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.03.163
17. Alavi F. Cold gelation of curcumin loaded whey protein aggregates mixed with k-carrageenan: Impact of gel microstructure on the gastrointestinal fate of curcumin / F. Alavi, Z. Emam-Djomeh, M.S. Yarmand, M.Salami, S. Momen, A. A. Moosavi-Movahedi // *Food Hydrocolloids*. V.85. P.267-280. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.012
18. Лябин М.И. Совершенствование технологии получения хитозана / М.И. Лябин, И.С. Семенов // *Вестник ВолГУ. Серия 11. Естественные науки*. 2011. №2. С.17-21.
19. Ren L. Influence of chitosan concentration on mechanical and barrier properties of corn starch/chitosan films / L. Ren, X. Yan, J. Zhou, J.Tong, X. Su // *Int. J. Biol. Macromol.* 2017. V.105(3). P.1636-1643. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.02.008
20. Liu P. Tailoring physicochemical properties of chitosan films and their protective effects on meat by varying drying temperature / P. Liu, W. Chang, M. Chen, F. Xu, J. Ma, P. Zhong // *Carbohydr. Polym.* 2019. V.212. P.150-159. doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.02.019
21. Kaczmarek B. The film-forming properties of chitosan with tannic acid addition / B.Kaczmarek, A.Owczarek, K.Nadolna, A.Sionkowska // *Materials Lett.* 2019. V.245. P.22-24. doi.org/10.1016/j.matlet.2019.02.090
22. Dabestani M. Effect of Persian gum and Xanthan gum on foaming properties and stability of pasteurized fresh egg white foam / M. Dabestani, S. Yeganchzad // *Food Hydrocolloids*. 2019. V.87. P.550-560. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.08.030
23. Wu Z. Novel chitosan films with laponite immobilized Ag nanoparticles for active food packaging / Z. Wu, X. Huang, Y. Li, H. Xiao, X. Wang // *Carbohydr. Polym.* 2019. V.199. P.210-218. doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.07.030
24. ГОСТ 5900-2014 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. Введ. 2016-07-01. М.: Стандартинформ, 2015. 10 с.
25. ГОСТ 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. Введ. 1992-01-01. М.: Стандартинформ, 2012. 16 с.
26. ГОСТ 31986-2012 Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. Введ. 2015-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
27. ГОСТ ISO 11036-2017 Органолептический анализ. Методология. Характеристики структуры. Введ. 2019-01-01. М.: Стандартинформ, 2017. 20 с.
28. ГОСТ ISO 11037-2013 Органолептический анализ. Руководство по оценке цвета пищевых продуктов. Введ. 2015-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.
29. ГОСТ ISO 13299-2015 Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля. Введ. 2017-07-01. М.: Стандартинформ, 2016. 24 с.
30. ГОСТ ISO 16779-2017 Органолептический анализ. Оценка (определение и верификация) срока годности пищевой продукции. Введ. 2019-01-01. М.: Стандартинформ, 2017. 9 с.
31. ГОСТ ISO 6658-2016 Органолептический анализ. Методология. Общее руководство. Введ. 2017-07-01. М.: Стандартинформ, 2016. 21 с.
32. Сергеева А. С. Применение инфракрасных термогравиметрических влагомеров для измерения влажности пищевых продуктов / А. С. Сергеева, Д. И. Московкин // *Пищевая промышленность*. 2013. №10. С. 14-16.

REFERENCES

1. Roth S. Heal the world. A solution-focused systems therapy approach to environmental problems / S. Roth // *J. Cleaner Prod.* 2019. V.216. P.504-510. doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.132
2. Barot S. Urban ecology, stakeholders and the future of ecology / S. Barot, L. Abbadic, A. Auclerc, C. Barthélémy, E. Bérille // *Sci. Total Environ.* 2019. V.667. P.475-484. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.410
3. Kuksov S. V. Poligony tverdykh bytovykh i promyshlennykh otkhodov / S. V. Kuksov, L. A. Osipova, E. N. Shcherbakova, S. A. Kargin, L.M. Elchieva // *Vestnik AGTU*. 2005. №3. S.185-189.
4. Kalyuzhina E. A. Ehkologicheskie osobennosti vozdeystviya poligonov tverdykh bytovykh otkhodov na sostoyanie okruzhayushchey sredy v rayonakh ikh raspolozheniya / E. A. Kalyuzhina, N. S. Samarskaya // *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2014. №2. S.43-50.
5. Glushkov D. Environmental aspects of converting municipal solid waste into energy as part of composite fuels / D. Glushkov, K. Paushkina, D. Shabardin, P. Strizhak // *J. Cleaner Prod.* 2018. V.201. P.1029-1042. doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.126

6. Kudryakova G. Kh. Biorazlagayemaya upakovka v pishchevoy promyshlennosti / G. Kh. Kudryakova, L. S. Kuznetsova, E. G. Shevchenko, T.V. Ivanova // *Pishchevaya promyshlennost'*. 2006. №7. С.52-54.
7. Kusumawati D. H Physical and Chemical Characteristic of Corn Starch Edible Film that Incorporated with Pink and Blue Ginger Extract / D. H. Kusumawati, W.D. Putri // *J. Pangan dan Agroindustri*. 2013. V.1. №1. P. 90-100.
8. Falguera V. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use / V. Falguera, J. P. Quintero, A. Jiménez, J.A. M. Albertilbarz // *Trends Food Sci.&Technol*. 2011. V.22. Is.6. P.292-303. doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004
9. Erkmen O. General Characteristics of Edible Films / O. Erkmen, A. O. Barazi // *J. Food Biotechnol. Res*. 2018. V.2. №1(3). P.1-5.
10. Wang X. Development and characterization of agar-based edible films reinforced with nano-bacterial cellulose / X. Wang, C. Guo W. Hao, N. Ullah, L. Chen, Z. Li, X. Feng // *Int. J. Biol. Macromol*. 2018. V.118(A). P.722-730. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.089
11. Kang M. Characterization of Xanthan gum-based hydrogel with Fe³⁺ ions coordination and its reversible sol-gel conversion / M. Kang, O. Oderinde, S. Liu, Q. Huang, W. Ma, F. Yao, G. Fu // *Carbohydr Polym*. 2019. V.203. – P.139-147. doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.044
12. Pizato S. Effects of Different Edible Coatings in Physical, Chemical and Microbiological Characteristics of Minimally Processed Peaches / S. Pizato, W.R. Cortez-Vega, J. Tais, A. de Souza, C. Prentice-Hernández, C. D. Borges // *J. Food Safety*. V.33. Is.1. P.30-39. doi.org/10.1111/jfs.12020
13. Aidinli M. Mechanical and Light Transmittance Properties of Locust Bean Gum Based Edible Films / M. Aidinli, M. Tutaş, Ö. A. Bozdemir // *Turk. J. Chem*. 2004. №8. P.163 – 171.
14. Kozłowska J. Carrageenan-based hydrogels: Effect of sorbitol and glycerin on the stability, swelling and mechanical properties / J. Kozłowska, K. Pauter, A. Sionkowska // *Polymer Testing*. V.67. P.7-11. doi.org/10.1016/j.polymertesting.2018.02.016
15. Hotchkiss S. The use of carrageenane in food / S. Hotchkiss, M. Brooks, R. Campbell, K. Philp, A. Trius // *Sarrageenans sources and extraction methods, molecular structure, bioactive properties and health effects*. N.Y.: Nova Science Publishers. 2016. P.229-243.
16. Hanani Z. A. Effect of different types and concentrations of emulsifier on the characteristics of kappa-carrageenan films / Z. A. Hanani, A. B. Husna // *Int. J. Biol. Macromol*. 2018. V.114. P.710-716. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.03.163
17. Alavi F. Cold gelation of curcumin loaded whey protein aggregates mixed with k-carrageenan: Impact of gel microstructure on the gastrointestinal fate of curcumin / F. Alavi, Z. Emam-Djomeh, M.S. Yammand, M.Salami, S. Momen, A. A. Moosavi-Movahedi // *Food Hydrocolloids*. V.85. P.267-280. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.012
18. Lyabin M. P. Sovershenstvovanie tekhnologii polucheniya khitozana / M. P. Lyabin, P. S. Semenov // *Vestnik VolGU. Seriya 11. Estestvennye nauki*. 2011. №2. С.17-21.
19. Ren L. Influence of chitosan concentration on mechanical and barrier properties of corn starch/chitosan films / L. Ren, X. Yan, J. Zhou, J.Tong, X. Su // *Int. J. Biol. Macromol*. 2017. V.105(3). P.1636-1643. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.02.008
20. Liu F. Tailoring physicochemical properties of chitosan films and their protective effects on meat by varying drying temperature / F. Liu, W. Chang, M. Chen, F. Xu, J. Ma, F. Zhong // *Carbohydr. Polym*. 2019. V.212. P.150-159. doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.02.019
21. Kaczmarek B. The film-forming properties of chitosan with tannic acid addition / B. Kaczmarek, A.Owczarek, K. Nadolna, A. Sionkowska // *Materials Lett*. 2019. V.245. P.22-24. doi.org/10.1016/j.matlet.2019.02.090
22. Dabestani M. Effect of Persian gum and Xanthan gum on foaming properties and stability of pasteurized fresh egg white foam / M. Dabestani, S. Yeganchzad // *Food Hydrocolloids*. 2019. V. 87. P.550-560. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.08.030
23. Wu Z. Novel chitosan films with laponite immobilized Ag nanoparticles for active food packaging / Z. Wu, X. Huang, Y. Li, H. Xiao, X. Wang // *Carbohydr. Polym*. 2019. V.199. P.210-218. doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.07.030
24. GOST 5900-2014 Izdeliya konditerskie. Metody opredeleniya vlagi i sukhikh veshchestv. Vved. 2016-07-01. M.: Standartinform, 2015. 10 s.
25. GOST 5897-90 Izdeliya konditerskie. Metody opredeleniya organolepticheskikh pokazateley kachestva, razmerov, massy netto i sostavnykh chastei. Vved. 1992-01-01. M.: Standartinform, 2012. 16 s.
26. GOST 31986-2012 Uslugi obshchestvennogo pitaniya. Metod organolepticheskoy otsenki kachestva produktsii obshchestvennogo pitaniya. Vved. 2015-01-01. M.: Standartinform, 2014. 12 s.
27. GOST ISO 11036-2017 Organolepticheskii analiz. Metodologiya. Kharakteristiki struktury. Vved. 2019-01-01. M.: Standartinform, 2017. 20 s.
28. GOST ISO 11037-2013 Organolepticheskii analiz. Rukovodstvo po otsenke tsveta pishchevykh produktov. Vved. 2015-07-01. M.: Standartinform, 2014. 16 s.
29. GOST ISO 13299-2015 Organolepticheskii analiz. Metodologiya. Obshchec rukovodstvo po sostavleniyu organolepticheskogo profilya. Vved. 2017-07-01. M.: Standartinform, 2016. 24 s.
30. GOST ISO 16779-2017 Organolepticheskii analiz. Otsenka (opredelenie i verifikatsiya) sroka godnosti pishchevoy produktsii. Vved. 2019-01-01. M.: Standartinform, 2017. 9 s.
31. GOST ISO 6658-2016 Organolepticheskii analiz. Metodologiya. Obshchec rukovodstvo. Vved. 2017-07-01. M.: Standartinform, 2016. 21 s.

32. Sergeeva A. S. *Primenenie infrakrasnykh termogravimetricheskikh vlagomerov dlya izmereniya vlazhnosti pishchevykh produktov* / A. S. Sergeeva, D. L. Moskovkin // *Pishchevaya promyshlennost'*. 2013. №10. S.14-16.

ОБ АВТОРАХ

Макарова Надежда Викторовна, доктор химических наук, доцент кафедры «Технология и организация общественного питания». makarovanv1969@yandex.ru

Makarova Nadezhda Viktorovna, Doctor of Chemical Sciences, associate Professor of the Department "Technology and organization of public catering". makarovanv1969@yandex.ru

Еремеева Наталья Борисовна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технология и организация общественного питания». rmnatasha@rambler.ru

Eremeeva Natalia Borisovna, Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer of the Department "Technology and organization of public catering". rmnatasha@rambler.ru

Елисеева Елена Алексеевна, студент кафедры «Технология и организация общественного питания». e11seevaml@yandex.ru

Yeliseeva Elena Alekseevna, student of the Department "Technology and organization of public catering". e11seevaml@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 19.12.2018

После рецензирования: 11.06.2019

Дата принятия к публикации: 01.09.2019