

УДК 664.856:634.11

## Изучение органолептических и физико-химических свойств съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавлением сухого плодового и овощного сырья

Д-р хим. наук **Н. В. МАКАРОВА**, канд. техн. наук **Н. Б. ЕРЕМЕЕВА**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>eremeeva.nb.samgtu@gmail.com

Самарский государственный технический университет

*Разработана технология производства съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавлением сухого плодового и овощного сырья. В результате исследований разработана технология производства съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением сушеных яблок, абрикосов, клюквы, перца болгарского, томатов, моркови, свеклы. Произведена сравнительная оценка органолептических и физико-химических показателей съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением сухого плодового и овощного сырья. Для полученных образцов съедобной упаковки были определены органолептические показатели, влажность, водопоглощение, стойкость к модельным жидкостям (воде дистиллированной температурой 20–25 °С; воде дистиллированной с начальной температурой 90–95 °С; 5%-ному водному раствору поваренной соли с температурой 20–25 °С; 5%-ному водному раствору лимонной кислоты с температурой 20–25 °С), произведено микроскопирование поверхности. Таким образом, в результате исследования органолептических и физико-химических показателей съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавлением сухого плодового и овощного сырья выявлено, что наиболее оптимальные физико-химические показатели и механические свойства стакана наблюдается при наивысшей степени измельчения высушенных плодовых (овощных) добавок и повышении степени покрытия площади поверхности съедобного стакана с помощью плодовой (овощной) добавки.*

**Ключевые слова:** съедобная упаковка, яблочное пюре, органолептические свойства, водопоглощение, устойчивость.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 15.01.2021, принята к печати 15.02.2021

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-1-66-73

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Макарова Н. В., Еремеева Н. Б. Изучение органолептических и физико-химических свойств съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавлением сухого плодового и овощного сырья // Вестник Международной академии холода. 2021. № 1. С. 66–73. DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-1-66-73

## The properties of edible packaging based on apple puree with addition of dried fruit and vegetable raw materials

D. Sc. N. V. MAKAROVA, Ph. D. N. B. EREMEEVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>eremeeva.nb.samgtu@gmail.com

Samara State Technical University

*A technology for the production of edible packaging based on applesauce with the addition of dried fruit and vegetable raw materials has been developed. As a result of research, a technology was developed for the production of edible glasses based on applesauce with the addition of dried apple, apricot, cranberry, bell pepper, tomatoes, carrot, and beet. A comparative assessment of the organoleptic and physico-chemical parameters of edible glasses based on applesauce with the addition of dried fruit and vegetable raw materials has been made. Organoleptic indicators, moisture content, water absorption capacity, and resistance to model liquids (distilled water with a temperature of 20–25 °C; distilled water with an initial temperature of 90–95 °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) have been determined for the samples of edible packaging and microscopic examination of their surface has been performed. Thus, as a result of a study of the organoleptic and physico-chemical parameters of edible packaging based on apple raw materials with the addition of dried fruit and vegetable raw materials, it was found that the most optimal physico-chemical indicators and mechanical properties of the glass are observed at the highest degree of grinding of dried fruit / vegetable additives and increasing the degree of coverage of the surface area of the edible glass with the additive.*

**Keywords:** food packaging, edible packaging, applesauce, carrot, pepper, tomatoes, beet, apple, cranberry, apricot, organoleptic indicators, water absorption, resistance.

**Article info:**

Received 15/01/2021, accepted 15/02/2021

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-1-66-73

Article in Russian

**For citation:**Makarova N. V., Ereemeeva N. B. The properties of edible packaging based on apple puree with addition of dried fruit and vegetable raw materials. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2021. No 1. p. 66–73. DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-1-66-73**Введение**

По оценкам экспертов, именно упаковка составляет наибольший процент от общих бытовых отходов в мире. Причем доля экологической (органической) упаковки в общем объеме отходов от упаковки весьма низкая. При этом в отходах от упаковки очень высокая доля упаковки от пищевых продуктов [1, 2]. Однако, в России переработке подвергается лишь 5–15% всего объема бытовых отходов и только незначительный процент от этого числа занимает рециклинг упаковки от пищевых продуктов. Таким образом, проблема утилизации большого объема упаковки от пищевых продуктов стоит очень остро, что привело к предпосылкам создания безотходной пищевой упаковочной тары.

В качестве исходного сырья для производства съедобной упаковки могут выступать фрукты и овощи, благодаря наличию пищевых волокон, пектина, красящих веществ. К тому же они отличаются низкой стоимостью, высокой урожайностью, доступностью, разнообразием.

Морковь является не только широко распространенной овощной культурой, но и источником таких веществ, как  $\beta$ -каротин, витамин А, белки, лютеин, ниацин, рибофлавин, витамин В<sub>6</sub>, витамин С, витамин К, минеральные вещества [3]. Для моркови обнаружен целый ряд биологического действия: антиканцерогенное, антидиабетическое, антигипертензивное, антигипертензивное, антибактериальное, антигрибковое, противовоспалительное, анальгетическое.

Вопрос сортовыведения определенной овощной культуры на конкретной площадке для выращивания является очень важным и актуальным. Выведенные сорта овощей должны удовлетворять определенным требованиям не только по химическому составу, но и по определенным товароведческим характеристикам. Так, ученые из Косово предлагают семь новых сортов перца, отличающихся высокой урожайностью и количеством содержания некоторых химических веществ [4]. Нигерийские ученые провели для трех сортов перца широкомасштабные исследования питательных, фитохимических и микробиологических качеств. Было определено не только содержание углеводов, растворимых и нерастворимых пищевых волокон, витаминный и минеральный составы, но и содержание танинов, флавоноидов, алкалоидов, гликозидов, терпеноидов [5]. Наличие именно этих соединений способствуют включению перцев в состав нутрицевтического питания.

Томаты — одни из самых распространенных овощей. Одним из уникальных веществ, характеризующих их состав, является ликопин. В обзоре пакистанских ученых [6] суммированы данные по влиянию ликопина на здоровье человека. Именно для ликопина выявлено профилактическое действие против рака, сердечно-сосудистых

заболеваний. В работе [7] латвийских ученых показано изменение содержания сухих веществ, кислот, витамина С, ликопина в зависимости от степени созревания (зеленая — бурая — розовая — красная) для томатов трех сортов: *Sakura*, *Sunstream*, *Mathew*. По мере созревания, содержание всех изученных веществ повышается.

В обзоре [8] суммированы данные по влиянию красной свеклы на здоровье человека. Именно благодаря наличию фенольных кислот, флавоноидов, фенольных амидов, бетанинов (бетацинов, бетанина, бетаксантинов) свекольный сок способен бороться с оксидативным стрессом более эффективно, чем соки граната, клюквы, томата, апельсина, яблока и т. д. В работе индийских ученых [9] в состав печенья введена мука из сушеной свеклы в различных соотношениях. Печенье проанализировано на уровень таких показателей как содержание белка, жиров, углеводов, пищевых волокон, минеральных веществ, калорийность. Наиболее оптимальная доза порошка свеклы выбрана на основании органолептических показателей печенья.

Фрукты, наряду с овощами, являются одним из популярнейших пищевых продуктов. Одними из самых доступных среди фруктов являются яблоки. Египетские ученые в статье [10] доказали, что содержание сахаров, кислот, пектина, минералов, общих фенолов, антиоксидантная активность зависят от способа сушки яблок и подготовки образцов перед сушкой (нарезка на кубики, пластинки) и от уровня пропитки сахарозой. На примере яблок сорта *Auksis* доказана [11] зависимость показателей содержания сухих веществ, титруемой кислотности, общих фенолов, пектина, витамина С от условий хранения (газовая модифицированная атмосфера, обычная упаковка) урожая 2012–2013 и 2013–2014 гг. В другой работе описана динамика содержания аскорбиновой и дегидроксиаскорбиновой кислоты в процессе хранения [12]. Аналогично, условия хранения влияют на соотношение аскорбиновой и дегидроксиаскорбиновой кислоты в мякоти и кожуре 10 сортов яблок.

Для ягод клюквы на основе жидкостного хроматографического анализа установлено [13] наличие таких соединений как (+) — катехин, процианидин, (–) — эпикатехин, *n*-кумариновая кислота, кверцитин, таниновая кислота. В качестве исходного объекта были взяты замороженные, сушеные ягоды, клюквенный соус и клюквенный сок. В работе австралийских ученых [14] предлагается использовать полифенольные вещества ягод клюквы в качестве натуральных антибактериальных веществ, предотвращающих явление кариеса.

Для абрикосов пяти сортов определено содержание фруктозы, глюкозы, сахарозы, витамина С, антиоксидантная активность по FRAP методу, содержание фумаровой, лимонной, малоновой, винной кислот, кофеина,

катехина, хлорогеновой, эллаговой, феруловой, *о*-кумариновой кислот, флоридзина, рутина [15]. На примере семи сортов абрикосов в различных стадиях созревания изучено изменение белков, углеводов, минеральных веществ (K, Mg, Ca, Fe), фенольных соединений, витамина C, антиоксидантного действия. Не существует единой зависимости уровня показателей содержания различных веществ от стадии созревания. В одних случаях по мере созревания абрикосов показатели возрастают (абрикос сорта *Sirena* — фенольные вещества), в других — сначала возрастают, а затем снижаются (абрикос сорта *Sulina* — антиоксидантная активность) [16].

Ранее нами были проведены работы по изучению технологии получения съедобной упаковки из растительного сырья [17]–[19], влияния вводимого структурообразователя [20]–[22] и введения различных добавок [23] на органолептические и физико-химические показатели упаковок.

### Цель исследования

Целью работы данной работы является изучение влияния введения сухого плодового и овощного сырья в технологию получения съедобной упаковки.

Для реализации поставленной задачи, необходимо провести сравнительный анализ органолептических и физико-химических свойств съедобных стаканов, полученных на основе яблочного пюре с внесением в состав сухого плодового и овощного сырья.

### Материалы и методы

В качестве сухих добавок были взяты высушенные в сушильном шкафу с применением конвекции при температуре 75÷80 °C до постоянной массы и измельченные образцы яблок, абрикосов, томатов, перца болгарского, свеклы, моркови, а также клюквы. Для получения съедобной упаковки использовано пюре из цельных яблок. К яблочному пюре добавляли пектин в качестве структурообразователя в количестве 4% от массы яблочного пюре. Полученную массу нагревали при 80 °C в течение 3 мин. Приготовленную таким образом массу формуют послойно, задавая желаемый размер стакана. Формованную массу таким же способом, как и сухие добавки, высушивали в сушильном шкафу с применением конвекции при температуре 75÷80 °C в течение 4 ч. Затем на поверхность упаковки наносили высушенное и измельченное плодое и овощное сырье и высушивали в течение 1 ч.

Для полученных образцов съедобной упаковки были определены органолептические показатели, влажность, водопоглощение, стойкость к модельным жидкостям, произведено микроскопирование поверхности.

Органолептические показатели съедобных стаканов с добавлением сухого плодового и овощного сырья определяли согласно ГОСТ 5897–90, ГОСТ 31986–2012, ГОСТ ISO 11036–2017, ГОСТ ISO 11037–2013, ГОСТ ISO 13299–2015, ГОСТ ISO 16779–2017, ГОСТ ISO 6658–2016.

Влажность съедобных стаканов на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья определяли методом высушивания до постоянной массы согласно ГОСТ 5900–2014.

Водопоглощение съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощ-

ного сырья определяли как количество впитываемой при контакте с жидкостью влаги к массе съедобной упаковки. Для проведения испытаний, в предварительно взвешенный с точностью до 0,01 г съедобный стакан на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья помещали 100 мл дистиллированной воды температурой 20–23 °C и выдерживали 30 мин при температуре окружающей среды 20–23 °C. Затем воду сливали и измеряли массу съедобной упаковки. Водопоглощение стакана определяли как процент увеличения массы съедобного стакана в процессе поглощения воды.

Для определения стойкости опытного образца к модельным жидкостям, в съедобную упаковку наливалось 100 мл модельной жидкости и выдерживалось при температуре 20–23 °C. Стойкость съедобной упаковки при контакте с модельной жидкостью определялась временем в мин, необходимым на нарушение целостности упаковки. В качестве модельных жидкостей использовалась дистиллированную воду температурой 20–25 °C, дистиллированную воду с начальной температурой 90–95 °C, 5%-ный водный раствор поваренной соли с температурой 20–25 °C; 5%-ный водный раствор лимонной кислоты с температурой 20–25 °C.

Микроскопирование съедобных стаканов на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья проводилось на лабораторном микроскопе «Микромед 3-20М».

### Результаты и их обсуждение

Органолептическая оценка является одним из ключевых критериев определения качества и перспективности производства съедобной упаковки, поскольку отличительной особенностью данного вида упаковки является возможность ее употребления в пищу. Такая упаковка должна не только отвечать требованиям безопасности и эргономичности, но и возбуждать аппетит потребителя путем воздействия на его рецепторы. Съедобная упаковка должна обладать приятным вкусом, привлекательным внешним видом и ароматом. Результаты органолептической оценки съедобных стаканов на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья представлены в табл. 1.

Данные табл. 1 свидетельствуют о приемлемости органолептических показателей съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья. Съедобные стаканы обладают приятным вкусом и ароматом, соответствующим вкусу и аромату исходного сырья, используемого для изготовления упаковки. Пережевываемость съедобной упаковки находится на уровне сырой моркови, причем она увеличивается при размокании стакана вследствие контакта с жидкостью. Отмечено, что жесткость съедобной упаковки увеличивается с увеличением площади поверхности съедобного стакана, покрытой плодовыми или овощными сушеными добавками. Образцы съедобных стаканов с добавлением сушеных яблок, абрикосов и клюквы обладают наименьшей упругостью при сжатии и лучше сохраняют форму, чем образцы съедобных стаканов с добавлением сушеных моркови, свеклы, перца и томатов.







Срок годности пищевой упаковки является важной ее характеристикой. Одним из достоинств полимерной

Таблица 1

**Результаты органолептической оценки съедобных стаканов на основе яблочного сырья  
с добавлением сухого плодового и овощного сырья**

Table 1

**Sensory evaluation of edible glasses based on apple puree  
with addition of dried fruit and vegetable raw materials**

Образец	Фотография	Параметр	Характеристика
Съедобный стакан с добавлением сушеной моркови		Внешний вид	Форма правильная; поверхность стакана полностью покрыта измельченной сухой морковью
		Цвет	Стакана — коричневый; моркови — оранжевый
		Аромат	Яблоко, моркови
		Консистенция	Пережевываемость средняя; стакан неупругий при сжатии
		Вкус	Яблоко, моркови
Съедобный стакан с добавлением сухого перца болгарского		Внешний вид	Форма правильная; поверхность стакана полностью покрыта измельченным сухим болгарским перцем
		Цвет	Стакана — коричневый; перца — оранжевый
		Аромат	Яблоко, перца болгарского
		Консистенция	Пережевываемость средняя; стакан неупругий при сжатии
		Вкус	Яблоко, болгарского перца
Съедобный стакан с добавлением сушеных томатов		Внешний вид	Форма правильная; поверхность стакана полностью покрыта измельченным сухим томатом
		Цвет	Стакана — коричневый; томатов — оранжевый
		Аромат	Яблоко, томатов
		Консистенция	Пережевываемость средняя; стакан неупругий при сжатии
		Вкус	Яблоко, сладкий томатов
Съедобный стакан с добавлением сушеной свеклы		Внешний вид	Форма правильная; поверхность стакана полностью покрыта измельченной сухой свеклой
		Цвет	Стакана — коричневый; свеклы — фиолетовый
		Аромат	Яблоко, свеклы
		Консистенция	Пережевываемость средняя; стакан неупругий при сжатии
		Вкус	Яблоко, послевкусие свеклы
Съедобный стакан с добавлением сушеных яблок		Внешний вид	Форма правильная; поверхность стакана полностью покрыта измельченным сухим яблоком
		Цвет	Стакана — коричневый; яблоко — светло-коричневый
		Аромат	Яблоко
		Консистенция	Пережевываемость средняя; стакан упругий при сжатии
		Вкус	Яблоко
Съедобный стакан с добавлением сушеной клюквы		Внешний вид	Форма правильная; поверхность стакана полностью покрыта цельной сухой клюквой
		Цвет	Стакана — коричневый; клюквы — темно-фиолетовый
		Аромат	Яблоко, клюквы
		Консистенция	Пережевываемость средняя; стакан упругий при сжатии
		Вкус	Яблоко, кисловатый клюквы
Съедобный стакан с добавлением сухого абрикоса		Внешний вид	Форма правильная; поверхность стакана полностью покрыта измельченным сухим абрикосом
		Цвет	Стакана — коричневый; абрикоса — ярко-оранжевый
		Аромат	Яблоко, абрикоса
		Консистенция	Пережевываемость средняя; стакан упругий при сжатии
		Вкус	Яблоко, абрикоса

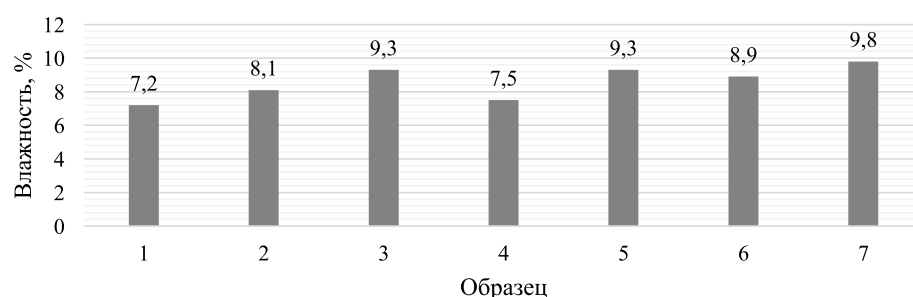


Рис. 1. Диаграмма значений влажности съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья: 1 — морковь; 2 — перец болгарский; 3 — томат; 4 — свекла; 5 — яблоко; 6 — клюква; 7 — абрикос

Fig. 1. Moisture content of edible glasses based on apple puree with addition of dried fruit and vegetable raw materials: 1 — carrot; 2 — bell pepper; 3 — tomatoes; 4 — beet; 5 — apples; 6 — cranberry; 7 — apricot

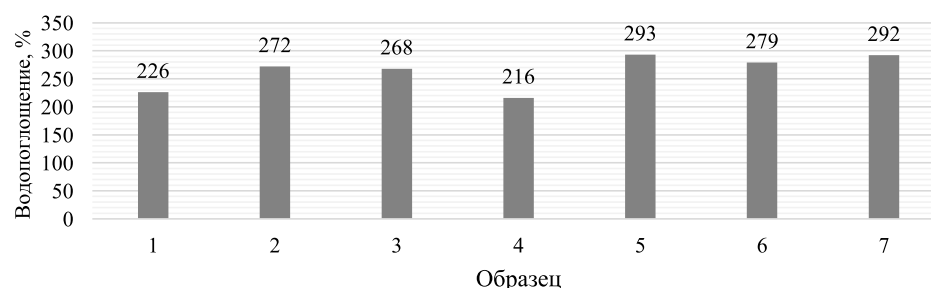


Рис. 2. Диаграмма водопоглощения съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья: 1 — морковь; 2 — перец болгарский; 3 — томат; 4 — свекла; 5 — яблоко; 6 — клюква; 7 — абрикос

Fig. 2. Water-absorption capacity of edible glasses based on apple puree with addition of dried fruit and vegetable raw materials: 1 — carrot; 2 — bell pepper; 3 — tomatoes; 4 — beet; 5 — apples; 6 — cranberry; 7 — apricot

пищевой упаковки является длительный срок ее реализации, поэтому для конкурирования с полимерными аналогами разрабатываемая съедобная упаковка должна обладать максимальным сроком годности, допустимым для пищевых продуктов. Физико-химическим показателем, характеризующим сохранность свойств продукта в процессе хранения, является влажность. Поскольку влага, содержащаяся в продукте, является средой и необходимым условием жизнедеятельности микробиоты, необходимо получение съедобной упаковки с максимально низким ее содержанием.

На рис. 1 представлены результаты определения влажности съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья.

Диаграмма, представленная на рис. 1, иллюстрирует, что все исследуемые образцы съедобных стаканов обладают показателями влажности в пределах 7,2–9,8%. Причем, наибольшие значения показателя влажности у съедобных стаканов с добавлением яблок, абрикосов и клюквы, а наименьшие — с добавлением томатов, перца, свеклы и моркови. Данный факт может объясняться тем, что добавки яблока, абрикоса и клюквы имеют больший объем по сравнению с морковью, свеклой, томатами и перцем, т. е. данным добавкам необходим больше времени на полную усушку по сравнению с добавками большей степени измельчения.

Водопоглощение съедобной упаковки является важным показателем, поскольку характеризует способность упаковки отталкивать влагу, т. е. как можно дольше сохранять свои механические свойства. Вместе с тем, низкое водопоглощение свидетельствует о плохой перевариваемости продукта в процессе пищеварения, что яв-

ляется отрицательным фактором для съедобной упаковки.

На рис. 2 представлены результаты определения водопоглощения съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья.

Данные диаграммы на рис. 2 свидетельствуют о близких значениях показателей водопоглощения всех образцов съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья. Здесь прослеживается обратная зависимость между степенью покрытия площади стакана плодовой (овощной) добавкой и водопоглощением, т. е. можно сделать вывод о лучшем впитывании влаги основой стакана, состоящей из яблочного пюре, по сравнению с плодовыми и овощными добавками. Вместе с тем наблюдается тенденция к снижению водопоглощения с увеличением степени измельчения добавки.

Стойкость к воздействию жидкостей обуславливает основное назначение съедобного стакана — способность сохранять целостность под действием влаги в течение времени, т. е. наибольший практический интерес представляют съедобные стаканы с наивысшими показателями стойкости к модельным жидкостям.

В табл. 2 представлены результаты измерения стойкости к модельным жидкостям съедобных стаканов на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья.

Данные табл. 2 показывают, что в среднем съедобные стаканы на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья способны сохранять целостность под действием модельных жидкостей в течение 30 мин, и 62 мин — под действием воды дистил-

Таблица 2

Результаты измерения стойкости к модельным жидкостям съедобных стаканов на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья

Table 2

Resistance to model liquids of edible glasses based on apple puree with addition of dried fruit and vegetable raw materials

Образец съедобного стакана с добавлением сухого сырья	Устойчивость, мин			
	Вода дистиллированная 20–25 °С	Вода дистиллированная с начальной температурой 95–100 °С	5%-ный раствор поваренной соли	5%-ный раствор лимонной кислоты
Добавленное сырье:				
— морковь	75	20	33	25
— перец болгарский	60	12	24	20
— томат	62	15	20	20
— свекла	72	23	36	27
— яблоко	55	10	20	15
— клюква	53	10	22	13
— абрикос	57	15	24	15

лированной температурой 20–25 °С. Наблюдается четкая зависимость между стойкостью к модельным жидкостям съедобных стаканов на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья и степенью покрытия добавкой площади поверхности стакана — с увеличением степени покрытия возрастает стойкость. Причем наивысшую стойкость съедобная упаковка проявляет при контакте с дистиллированной водой температурой 20–25 °С, наименьшую — при контакте с водой дистиллированной с начальной температурой 95–100 °С.

Микроскопирование поверхности съедобной упаковки позволяет выявить упорядоченность структуры основы, состоящей из яблочного пюре, установить степень ее однородности, степень равномерности распределения структурообразователя в смеси.

На рис. 3 представлены результаты микроскопирования поверхности съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья.

Анализ структуры поверхности съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья показывает, что в структуре наблюдается отсутствие значительных пустот и уплотнений, что свидетельствует о формировании упругоэластичной системы (фруктово-овощная часть — структурные частицы пектина).

Выводы

На основании результатов проведенного исследования органолептических и физико-химических показателей съедобной упаковки, в основу которой взято яблочное пюре с добавлением сухого фруктового и овощного сырья, можно сделать следующие выводы.

- 1. Съедобная упаковка характеризуется приятным вкусом и ароматом, соответствующим вкусу и аромату исходного сырья. Пережевываемость съедобной упаковки находится на уровне сырой моркови, свидетельствующими о привлекательности данной упаковки для потребителей как пищевого продукта.
- 2. Исследуемые образцы обладают значениями содержания влаги в пределах 7,2–9,8%, что способствует длительному сохранению свойств съедобной упаковки при хранении.

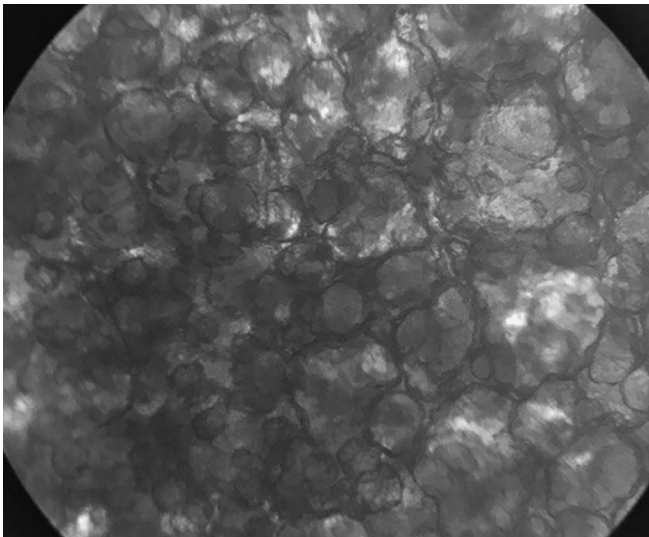


Рис. 3. Результаты микроскопирования поверхности съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением сухого плодового и овощного сырья

Fig. 3. Microscopic examination of the surface of edible packaging based on apple puree with addition of dried fruit and vegetable raw materials

3. Показатели водопоглощения находятся в пределах 216–219%. Повышение степени покрытия площади стакана добавкой приводит к снижению водопоглощения съедобной упаковки.

4. Съедобная упаковка способна в среднем в течение 62 мин сохранять целостность при контакте с водой дистиллированной температурой 20–25 °С. Выявлено заметное снижение стойкости при контакте с дистиллированной водой начальной температурой 95–100 °С, 5%-ным раствором поваренной соли и 5%-ным раствором лимонной кислоты. Увеличение степени покрытия поверхности стакана плодовой (овощной) добавкой повышает стойкость при контакте со всеми модельными жидкостями.

5. Микроскопирование поверхности данной съедобной упаковки показало, что в структуре наблюдается отсутствие значительных пустот и уплотнений, что свидетельствует о формировании упругоэластичной системы.

Таким образом, определена принципиальная возможность введения сухого плодового и овощного сырья в состав съедобной упаковки. Изучены органолептические и физико-химические показатели съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавлением сухого плодового и овощного сырья, что позволяет расширить ее линейку, отличающуюся по внешнему виду, вкусу, цвету и аромату.

## Литература

1. Orzan G. Consumers' Behavior Concerning sustainable packaging: An exploratory study on romanian consumers / Orzan G., Cruceru A. F., Bălăceanu C. T., Chivu R-G // *Sustainability*. 2018. V. 10 (6). P. 1787–1796. doi.org/10.3390/su10061787.
2. Pauer E. Assessing the environmental sustainability of food packaging: An extended life cycle assessment including packaging-related food losses and waste and circularity assessment / Pauer E., Wohner B., Heinrich V., Tacker M // *Sustainability*. 2019. V. 11 (3). P. 925–945. doi.org/10.3390/su11030925.
3. Satish S. Therapeutic uses of *daucus carota*: A review // *Int. J. Pharma & Chem. Res.* 2017. V. 3 (2). P. 138–143.
4. Aliu S. A. Assessment of morphological variability and chemical composition of some local pepper (*Capsicum annuum L.*) populations on the area of Kosovo / Aliu S. A., Rusinovci I., Fetahu S., Kaçi S., Zeka D // *Acta Agric. Slovenica*. 2017. V. 109. P. 205–213. doi.org/10.14720/aas. 2017.109.2.05.
5. Emmanuel-Ikpeme C., Henry P., Okiri O. A. Comparative evaluation of the nutritional, phytochemical and microbiological quality of three pepper varieties // *J. Food & Nutrition Sci.* 2014. V. 2 (3). P. 74–80. doi: 10.11648/j. jfns. 20140203.15.
6. Nasir M. U., Hussain S., Jabbar S. Tomato processing, lycopene and health benefits: A review // *Sci. Letters*. 2015. V. 3 (1). P. 1–5.
7. Duma M. Chemical composition of tomatoes depending on the stage of ripening / Duma M., Alsina I., Dubova L., Erdberga I // *Cheminè tehnologija*. 2015. V. 1 (66). P. 24–28. doi.org/10.5755/j01. ct. 66.1.12053.
8. Clifford T. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease / Clifford T., Howatson G., West D. J., Stevenson E. J // *Nutrients*. 2015. V. 7 (4). P. 2801–2822. doi: 10.3390/nu7042801.
9. Ingle M. Nutritional assessment of beetroot (*Beta vulgaris L.*) powder cookies / Ingle M., Thorat S. S., Kotecha P. M. Nimbalkar C. A. // *Asian J. Dairy & Food Res.* 2017. V. 36 (3). P. 222–228. doi: 10.18805/ajdf. v36i03.8963.
10. Qubasi M. Chemical composition, bioactive compounds and organoleptic characteristics of osmotic-air dried apple (cubes and slices) / Qubasi M., Elshimy N., Shekib L., Mousa H. M // *Alex. J. Fd. Sci. & Technol.* 2015. V. 12 (2). P. 51–61.
11. Radenkova V. Effect of storage technology on the chemical composition of apples of the cultivar «Auksis» / Radenkova V., Radenkova K. J // *Zemdirbyste-Agric.* 2017. V. 104 (4). P. 359–368. doi: 10.13080/z-a. 2017.104.046.
12. Lemmens E. Dynamics of ascorbic acid content in apple (*Malus domestica*) during fruit development and storage / Lemmens E., Alós E., Rymenants M., Storme N. D., Keulemans W // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2020. V. 151. P. 47–59. doi.org/10.1016/j. plaphy. 2020.03.006
13. Biswas N. Identification of phenolic compounds in processed cranberries by HPLC method / Biswas N., Balac P., Narlakanti S. K., Haque E., Hassan M // *J. Nutr. & Food Sci.* 2013. V. 3 (1). P. 1–5. doi: 10.4172/2155–9600.1000181.

Дальнейшее исследование будет направлено на изучение степени перевариваемости в модельных системах *in vitro* съедобной упаковки, а также степени разложения в почве. Это позволит доказать возможность употребления упаковки в пищу и ее способность к биодegradации.

## References

1. Orzan G. Consumers' Behavior Concerning sustainable packaging: An exploratory study on romanian consumers / Orzan G., Cruceru A. F., Bălăceanu C. T., Chivu R-G. *Sustainability*. 2018. V. 10 (6). P. 1787–1796. doi.org/10.3390/su10061787.
2. Pauer E. Assessing the environmental sustainability of food packaging: An extended life cycle assessment including packaging-related food losses and waste and circularity assessment / Pauer E., Wohner B., Heinrich V., Tacker M. *Sustainability*. 2019. V. 11 (3). P. 925–945. doi.org/10.3390/su11030925.
3. Satish S. Therapeutic uses of *daucus carota*: A review. *Int. J. Pharma & Chem. Res.* 2017. V. 3 (2). P. 138–143.
4. Aliu S. A. Assessment of morphological variability and chemical composition of some local pepper (*Capsicum annuum L.*) populations on the area of Kosovo / Aliu S. A., Rusinovci I., Fetahu S., Kaçi S., Zeka D. *Acta Agric. Slovenica*. 2017. V. 109. P. 205–213. doi.org/10.14720/aas. 2017.109.2.05.
5. Emmanuel-Ikpeme C., Henry P., Okiri O. A. Comparative evaluation of the nutritional, phytochemical and microbiological quality of three pepper varieties. *J. Food & Nutrition Sci.* 2014. V. 2 (3). P. 74–80. doi: 10.11648/j. jfns. 20140203.15.
6. Nasir M. U., Hussain S., Jabbar S. Tomato processing, lycopene and health benefits: A review. *Sci. Letters*. 2015. V. 3 (1). P. 1–5.
7. Duma M. Chemical composition of tomatoes depending on the stage of ripening / Duma M., Alsina I., Dubova L., Erdberga I. *Cheminè tehnologija*. 2015. V. 1 (66). P. 24–28. doi.org/10.5755/j01. ct. 66.1.12053.
8. Clifford T. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease / Clifford T., Howatson G., West D. J., Stevenson E. J. *Nutrients*. 2015. V. 7 (4). P. 2801–2822. doi: 10.3390/nu7042801.
9. Ingle M. Nutritional assessment of beetroot (*Beta vulgaris L.*) powder cookies / Ingle M., Thorat S. S., Kotecha P. M. Nimbalkar C. A. *Asian J. Dairy & Food Res.* 2017. V. 36 (3). P. 222–228. doi: 10.18805/ajdf. v36i03.8963.
10. Qubasi M. Chemical composition, bioactive compounds and organoleptic characteristics of osmotic-air dried apple (cubes and slices) / Qubasi M., Elshimy N., Shekib L., Mousa H. M. *Alex. J. Fd. Sci. & Technol.* 2015. V. 12 (2). P. 51–61.
11. Radenkova V. Effect of storage technology on the chemical composition of apples of the cultivar «Auksis» / Radenkova V., Radenkova K. J. *Zemdirbyste-Agric.* 2017. V. 104 (4). P. 359–368. doi: 10.13080/z-a. 2017.104.046.
12. Lemmens E. Dynamics of ascorbic acid content in apple (*Malus domestica*) during fruit development and storage / Lemmens E., Alós E., Rymenants M., Storme N. D., Keulemans W. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2020. V. 151. P. 47–59. doi.org/10.1016/j. plaphy. 2020.03.006
13. Biswas N. Identification of phenolic compounds in processed cranberries by HPLC method / Biswas N., Balac P., Narlakanti S. K., Haque E., Hassan M. *J. Nutr. & Food Sci.* 2013. V. 3 (1). P. 1–5. doi: 10.4172/2155–9600.1000181.

14. Philip N., Walsh L. G. Cranberry polyphenols: natural weapons against dental caries // *Dent. J.* 2019. V. 7 (1). P. 1–7. doi:10.3390/dj7010020.
15. Gündoğdu M. Effect of rootstocks on phytochemical properties of apricot fruit // *Turk. J. Agric. For.* 2019. V. 43. P. 1–10. doi: 10.3906/tar-1803–99.
16. Lordanescu O. A. Chemical composition and antioxidant activity of some apricot varieties at different ripening stages / Lordanescu O. A., Alexa E., Lalescu D., Berbecea A., Camen D., Poiana N. A., Moigradean D., Bala M. // *Chil. J. Agric. Res.* 2018. V. 78 (2). P. 266–275. doi.org/10.4067/S0718–58392018000200266.
17. Макарова Н. В., Еремеева Н. Б., Давыдова Я. В. Биоразлагаемые съедобные пленки на основе отходов переработки яблок — яблочных выжимок // *Индустрия питания.* 2020. Т. 5, № 1. С. 32–43.
18. Макарова Н. В., Еремеева Н. Б., Давыдова Я. В. Съедобная упаковка из отходов переработки яблок // *Вестник КамчатГТУ.* 2020. № 51. С. 26–34.
19. Еремеева Н. Б., Макарова Н. В., Елисеева Е. А. Исследование свойств съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавлением отходов пищевых производств — яблочных, виноградных и томатных выжимок // *Инновации и продовольственная безопасность.* 2019. № 3 (25). С. 10–20.
20. Макарова Н. В., Еремеева Н. Б., Елисеева Е. А. Исследование свойств съедобной упаковки на основе яблочного сырья с добавлением натуральных пластификаторов — семян чиа (*Salvia hispanica*) и семян льна (*Linum usitatissimum* L.) // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств».* 2019, № 3. С. 13–24.
21. Быков Д. Е. Экологически чистая упаковка — съедобная пленка на основе яблочного пюре с добавлением альгината натрия / Быков Д. Е., Макарова Н. В., Еремеева Н. Б. // *Экология и промышленность России.* 2018, Т. 22. № 3. С. 40–45. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-3-40-45.
22. Макарова Н. В. Исследование свойств съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавлением биогидроколлоидов в качестве пластификаторов / Макарова Н. В., Еремеева Н. Б., Елисеева Е. А. // *Современная Наука и Инновации.* 2019. № 3. С. 115–123.
23. Еремеева Н. Б. Оценка органолептических и физико-химических свойств съедобных стаканов на основе яблочного сырья с использованием различных наполнителей: сушеных снежков, орехов, семян, зерновых хлопьев / Еремеева Н. Б., Макарова Н. В., Елисеева Е. А. // *Вестник КамчатГТУ.* 2019, № 50. С. 38–45.
14. Philip N., Walsh L. G. Cranberry polyphenols: natural weapons against dental caries. *Dent. J.* 2019. V. 7 (1). P. 1–7. doi:10.3390/dj7010020.
15. Gündoğdu M. Effect of rootstocks on phytochemical properties of apricot fruit. *Turk. J. Agric. For.* 2019. V. 43. P. 1–10. doi: 10.3906/tar-1803–99.
16. Lordanescu O. A. Chemical composition and antioxidant activity of some apricot varieties at different ripening stages / Lordanescu O. A., Alexa E., Lalescu D., Berbecea A., Camen D., Poiana N. A., Moigradean D., Bala M. *Chil. J. Agric. Res.* 2018. V. 78 (2). P. 266–275. doi.org/10.4067/S0718–58392018000200266.
17. Makarova N. V., Eremeeva N. B., Davydova Ya. V. Biodegradable edible films based on apple processing waste — apple pomace. *Food industry.* 2020. Vol. 5, No. 1. Pp. 32–43. (in Russian)
18. Makarova N. V., Eremeeva N. B., Davydova Ya. V. Edible packaging from apple processing waste. *Bulletin of Kamchatka State Technical University.* 2020. No. 51. p. 26–34. (in Russian)
19. Eremeeva N. B., Makarova N. V., Eliseeva E. A. Investigation of the properties of edible packaging based on apple puree with the addition of food production waste-apple, grape and tomato pomace. *Innovation and food security.* 2019. No. 3 (25). pp. 10–20. (in Russian)
20. Makarova N. V., Eremeeva N. B., Eliseeva E. A. Investigation of the properties of edible packaging based on apple raw materials with the addition of natural plasticizers-chia seeds (*Salvia hispanica*) and flax seeds (*Linum usitatissimum* L.). *Scientific Journal of the National Research University ITMO. Series «Processes and devices of food production».* 2019, No 3. p. 13–24. (in Russian)
21. Bykov D. E. Eco-friendly packaging — an edible film based on apple puree with the addition of sodium alginate / Bykov D. E., Makarova N. V., Eremeeva N. B. *Ecology and Industry of Russia.* 2018, vol. 22, no. 3, pp. 40–45. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-3-40-45. (in Russian)
22. Makarova N. V. The study of the properties of edible packaging based on the Apple sauce with the addition of biogerontological as of plasticizers / Makarova N. V., Eremeeva N. B., Eliseeva E. A. *Modern Science and Innovation.* 2019. No. 3. P. 115–123. (in Russian)
23. Eremeeva N. B. Evaluation of organoleptic and physico-chemical properties of edible glasses based on apple raw materials using various fillers: dried snacks, nuts, seeds, grain flakes. *Bulletin of Kamchatka State Technical University.* 2019. No 50. p. 38–45. (in Russian)

### Сведения об авторах

#### Макарова Надежда Викторовна

Д. х. н., профессор, заведующий кафедрой «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244, toop@samgtu.ru

#### Еремеева Наталья Борисовна

К. т. н., доцент кафедры «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244, eremeeva.nb.samgtu@gmail.com

### Information about authors

#### Makarova Nadezhda V.

D. Sc., Professor, Head of the Department «Technology and organization of public catering» of Samara State Technical University, Russia 443100, Samara, Molodogvardeyskaya str. 244, toop@samgtu.ru

#### Eremeeva Natalya B.

Ph. D., Associate Professor of the Department «Technology and organization of public catering» of Samara State Technical University, Russia 443100, Samara, Molodogvardeyskaya str. 244, eremeeva.nb.samgtu@gmail.com