



КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

QUALITY CONTROL AND FOOD SAFETY

УДК 664.856:634.11

DOI:10.31677/2311-0651-2019-25-3-10-20

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СЪЕДОБНОЙ УПАКОВКИ НА ОСНОВЕ ЯБЛОЧНОГО ПЮРЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ ОТХОДОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ — ЯБЛОЧНЫХ, ВИНОГРАДНЫХ И ТОМАТНЫХ ВЫЖИМОК

Н.В. Макарова, доктор химических наук, профессор
Н.Б. Еремеева, кандидат технических наук, старший преподаватель
Е.А. Елисеева, студент

Самарский государственный технический университет

E-mail: e11seevaml@yandex.ru

Ключевые слова: пищевая упаковка, съедобная упаковка, яблочное пюре, яблочные выжимки, виноградные выжимки, томатные выжимки.

Реферат. Разработана технология изготовления съедобной пищевой упаковки на основе яблочного пюре с добавлением 25, 50 и 75 % яблочных, виноградных и томатных выжимок. Исследованы физико-химические свойства полученной съедобной упаковки – влажность, водопоглощение, стойкость к различной природы жидкостям, проведено микроскопирование и органолептическая оценка образцов. Выявлено влияние концентрации используемых выжимок на органолептические показатели съедобной упаковки. Определена корреляция между влажностью и водопоглощением съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавлением выжимок. Установлена высокая стойкость исследуемой упаковки к различным модельным жидкостям. Результаты исследований показывают высокий потенциал разработанной упаковки в качестве замены традиционных одноразовых полимерных упаковочных материалов. Съедобная упаковка на основе отходов пищевых производств – выжимок от переработки фруктов и овощей имеет не только пониженную стоимость, но и частично является решением общей экологической проблемы – переработки отходов.

THE STUDY OF THE PROPERTIES OF SYEDALI PACKAGING BASED ON APPLE PUREE WITH ADDED APPLE, GRAPE AND TOMATO POMACE

N. V. Makarova, Doctor of Chemical Sciences, Professor
N. B. Eremeeva, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
E. A. Eliseeva, student

Samara State Technical University

Key words: food packaging edible packaging, Apple puree, Apple pomace, grape pomace, tomato pomace.

Abstract. The technology of production of edible food packaging based on Apple puree with the addition of 25, 50 and 75 % of Apple, grape and tomato pomace. The physical and chemical properties of the resulting edible packaging – humidity, water absorption, resistance to different nature of liquids, microscopy and

organoleptic evaluation of samples. The influence of the concentration of used Marc on the organoleptic characteristics of edible packaging. The correlation between moisture and water absorption of edible packaging based on Apple puree with the addition of Marc is determined. High resistance of the investigated package to various model liquids is established. The research results show the high potential of the developed packaging as a replacement for traditional disposable polymer packaging materials. Edible packaging based on food production wastes - the extract from the processing of fruits and vegetables not only has a reduced cost, but is also partly a solution to a common environmental problem - recycling.

В настоящее время одной из главных экологических проблем является проблема рациональной утилизации отходов жизнедеятельности человека, в том числе твердых бытовых отходов, основная часть которых представлена отходами упаковочных материалов от хранения и транспортировки пищевых продуктов и отходами производства плодово-перерабатывающих заводов [1]. На долю нефункциональной части фруктов и овощей после обработки (отходов), таких как кожура, стручки, семена, перегородки, пленки, семенные камеры и т.д., приходится около 10–60 % от общей массы свежих продуктов. Основным методом утилизации таких отходов на данный момент является их захоронение на полигонах, однако благодаря высокому содержанию целлюлозы, гемицеллюлозы, пектина, минералов, витаминов и низкого содержания лигнина эти отходы обладают огромным потенциалом для использования в пищевой промышленности [2, 3].

Яблоки являются одними из самых употребляемых в мире фруктов. Продукты их переработки очень разнообразны, но основная их доля приходится на яблочные соки, концентраты и сидр [4]. Яблочные выжимки составляют до 30 % массы перерабатываемых фруктов. Высокое содержание в них пищевых волокон и полифенольных соединений обуславливает возможность использования отходов переработки яблок в производстве функциональных продуктов питания [5]. Исследование содержания полифенолов в различных частях яблока показало, что наибольшая их концентрация наблюдается в семенах и черенках плода [6], полифенолы яблочных выжимок включают флаван-3-олы, такие как (-) -эпикатехин, (+) -катехин и его полимеры, определенные как процианидины, флавонолы (гликозилированные производные кверцетина), дигидрохалконы (флоретин 2-О-глюкозид) и гидроксикоричные кислоты [4]. Экстракты яблочной выжимки были способны ингибировать репликацию вирусов герпеса HSV-1 и HSV-2 в клетках Vero более чем на 50 % в нецитотоксических концентрациях [7]. Установлено, что добавление экстракта яблочных выжимок к яблочному сидру позволяет повысить его органолептические характеристики и увеличить содержание кверцетина [8], а введение яблочных выжимок в состав безглютеновых крекеров на основе рисовой муки позволяет получить продукт с высоким содержанием пищевых волокон, минеральных веществ и повышенной антиоксидантной активностью [9].

Томаты являются одними из наиболее употребляемых овощей и входят в рацион питания человека по всему миру. Значительная часть томатов употребляется в качестве продуктов их переработки, таких как сок, паста, пюре, кетчуп и др. Томатные выжимки, получаемые в процессе переработки, составляют 3–5 % от массы исходного сырья [10]. Томатная выжимка состоит из измельченных кожуры и семян плодов [11]. В настоящее время в качестве способов применения томатных выжимок предлагается использование в составе корма для животных в качестве пищевого ингредиента [10], для извлечения коммерчески важных каротиноидов – ликопина и астаксантина, которые имеют различные применения в пищевых продуктах, кормах, фармацевтических препаратах и косметической промышленности [12]. Разработана рецептура томатного кетчупа на основе томатных выжимок [13, 14], а также рецептура снеков на основе томатных выжимок и ячменной муки [11] с повышенным содержанием клетчатки.

Виноград является основной фруктовой культурой во многих странах, ежегодный мировой объем производства которой составляет порядка 74 млн т, около 75 % которого предназначено для винодельческой промышленности. Виноградные выжимки являются побочным

продуктом винодельческой промышленности, которые состоят из кожуры, семян и стеблей и составляют около 25 % от общей массы винограда, используемого в процессе виноделия [15]. Исторически виноградные выжимки находили применение в качестве корма для сельскохозяйственных животных, удобрения почвы или топлива [16], однако сейчас они представляют собой потенциальный источник биологически активных фенольных соединений, которые могут применяться в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности за счет высокой антиоксидантной и антибактериальной и умеренной цитотоксической активности [17, 18]. Доказано, что виноградная кожура, являющаяся частью выжимок, является богатым источником антоцианинов, гидроксикоричных кислот, флаванолов, в то время как биологически активное вещество – галловая кислота в основном присутствует в семенной части, которая богата мономерными фенольными соединениями, такими как (+)-катехины, (-)-эпикатехин и (+)-эпикатехин-3-галлат, димерные, тримерные и тетрамерные процианидины. Содержание антоцианов в виноградных выжимках варьирует в зависимости от метода и времени винификации винограда. Чем дольше время контакта, тем ниже содержание антоцианов в выжимках [19].

Пищевая упаковка предназначена для защиты пищевых продуктов от внешних механических и биологических воздействий, для увеличения их сроков хранения и предоставления потребителям необходимой информации о продукте [20]. В настоящее время пластик является основным материалом для производства пищевой упаковки, поскольку различные его виды обладают высокими механическими и эксплуатационными свойствами, такими как мягкость, прочность, легкость и прозрачность. Однако сложившаяся экологическая ситуация обуславливает необходимость разработки новых материалов, отвечающих современным экологическим требованиям [21]. К ним относятся биоразлагаемые полимеры (биополимеры), оптические, физические и механические свойства которых могут быть максимально приближены к традиционным неразлагаемым полимерам [22], а также съедобная пищевая упаковка. Съедобная пленка – это пленка, наносимая на пищевые продукты, пригодная для употребления в пищу и разлагаемая природой [23]. Дальнейшим развитием работы в этой отрасли является не просто создание съедобных пленок, а разработка новых видов упаковки – съедобной.

Данное исследование направлено на разработку технологии производства съедобной пищевой упаковки на основе яблочного пюре с добавлением в качестве дополнительных ингредиентов томатных, яблочных и виноградных выжимок.

Целями данного исследования являются:

- 1) разработка технологии производства съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением томатных выжимок;
- 2) разработка технологии производства съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением яблочных выжимок;
- 3) разработка технологии производства съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением виноградных выжимок;
- 4) изучение органолептических и физико-химических свойств съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением томатных, яблочных и виноградных выжимок;
- 5) сравнительный анализ органолептических и физико-химических свойств съедобных стаканов на основе яблочного сырья с добавлением томатных, яблочных и виноградных выжимок.

Съедобную пищевую упаковку получали на основе пюре яблочного. Упаковка имела форму стакана и изготавливалась по композитному способу. В качестве пластификатора использовали пектин яблочный в количестве 5 % от массы пюре яблочного с выжимками. Сырые томатные, яблочные и виноградные выжимки высушивали в сушильном шкафу при постоянной

конвекции в течение 5 ч при температуре не выше 75÷80 °С. Высушенные выжимки добавляли к яблочному пюре в количестве 25, 50 и 75% от массы пюре с пектином. Массу наносили на форму и высушивали в сушильном шкафу с непрерывной конвекцией при температурах не выше 75÷80 °С. Для полученных образцов определяли содержание влаги, водопоглощение, стойкость к различным жидкостям: 5%-му раствору NaCl температурой 20÷25 °С, 5%-му раствору кислоты лимонной температурой 20÷25 °С, воде дистиллированной температурой 20÷25 °С и 90÷95 °С; органолептические показатели; проводили изучение структуры стаканов с помощью микроскопирования.

Влажность съедобных стаканов с использованием выжимок фруктов и овощей определяли согласно ГОСТ 5900–2014.

Для определения водопоглощения в съедобные стаканы с использованием выжимок фруктов и овощей помещали 200 мл дистиллированной воды температурой 20÷25 °С. Через 30 мин воду удаляли. Водопоглощение стакана определяли как процент увеличения его массы за счет поглощения воды.

Для определения стойкости к жидкостям в съедобные стаканы с использованием выжимок фруктов и овощей помещали 200 мл модельного раствора и измеряли время, необходимое для размягчения стакана (деформации, образования разрывов в форме и структуре стакана).

В качестве модельных жидкостей выступают:

- 1) вода дистиллированная температурой 20–25 °С;
- 2) вода дистиллированная с начальной температурой 90–95 °С;
- 3) 5 %-й водный раствор поваренной соли температурой 20–25 °С;
- 4) 5 %-й водный раствор лимонной кислоты температурой 20–25 °С;

Микроскопирование съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением яблочных, виноградных и томатных выжимок проводили на лабораторном микроскопе «Микро-мед 3–20М».

Органолептическая оценка съедобных стаканов с использованием выжимок фруктов и овощей проводилась по параметрам «внешний вид», «цвет», «аромат», «консистенция», «вкус» по 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.

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 органолептических исследований исследуемых съедобных стаканов с использованием выжимок фруктов и овощей и их внешний вид представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты органолептической оценки и внешний вид исследуемых образцов съедобной упаковки

№ п/п	Образец	Фотография	Параметр	Характеристика
1	2	3	4	5
1	Съедобный стакан с содержанием 25 % яблочных выжимок		Внешний вид	Форма неправильная, с вмятинами и буграми; поверхность неровная, на поверхности имеются ярко выраженные вкрапления выжимок
			Цвет	Светло-коричневый
			Аромат	Слабо выраженный яблочный
			Вкус	Сладкий, с кислым послевкусием
			Консистенция	Неоднородная; пережевываемость хорошая

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
2	Съедобный стакан с содержанием 50 % яблочных выжимок		Внешний вид	Поверхность неровная, на поверхности имеются ярко выраженные вкрапления выжимок
			Цвет	Желто-коричневый
			Аромат	Ярко выраженный аромат яблок
			Вкус	Слабо выраженный яблочный с кислым послевкусием
			Консистенция	Сильно неоднородная; пережевываемость средняя
3	Съедобный стакан с содержанием 75 % яблочных выжимок		Внешний вид	Форма правильная, поверхность слегка неровная, на поверхности имеются ярко выраженные вкрапления выжимок
			Цвет	Желто-коричневый
			Аромат	Ярко выраженный аромат яблок
			Вкус	Сушеных яблок
			Консистенция	Сильно неоднородная; пережевываемость плохая
4	Съедобный стакан с содержанием 25 % виноградных выжимок		Внешний вид	Поверхность сильно неоднородная, бугристая, с ярко выраженными вкраплениями выжимок на поверхности
			Цвет	Красно-коричневый
			Аромат	Яблочный, слабый виноградный
			Вкус	Кислый
			Консистенция	Неоднородная, с вкраплениями косточек; пережевываемость плохая
5	Съедобный стакан с содержанием 50 % виноградных выжимок		Внешний вид	Поверхность сильно неоднородная, бугристая, с ярко выраженными вкраплениями выжимок на поверхности
			Цвет	Темно-коричневый с красным оттенком
			Аромат	Виноградный
			Вкус	Сладковатый
			Консистенция	Неоднородная, с вкраплениями косточек; пережевываемость плохая
6	Съедобный стакан с содержанием 75 % виноградных выжимок		Внешний вид	Поверхность сильно неоднородная, бугристая, с ярко выраженными вкраплениями выжимок на поверхности
			Цвет	Темно-коричневый с коричнево-черными вкраплениями
			Аромат	Виноградный
			Вкус	Сладкий с кислым послевкусием
			Консистенция	Неоднородная, с вкраплениями косточек; пережевываемость плохая
7	Съедобный стакан с содержанием 25 % томатных выжимок		Внешний вид	Форма правильная, поверхность ровная, с вкраплениями томатных выжимок на поверхности
			Цвет	Желто-коричневый с красными вкраплениями
			Аромат	Яблочный, томатный
			Вкус	Сладковатый яблочный и кисловатый томатный
			Консистенция	Слегка неоднородная; пережевываемость хорошая
8	Съедобный стакан с содержанием 50 % томатных выжимок		Внешний вид	Форма правильная, поверхность ровная, с вкраплениями томатных выжимок на поверхности
			Цвет	Желто-коричневый с красными и светло-бежевыми вкраплениями
			Аромат	Томатный
			Вкус	Кисло-сладкий
			Консистенция	Слегка неоднородная; пережевываемость средняя

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
9	Съедобный стакан с содержанием 75% томатных выжимок		Внешний вид	Форма правильная, поверхность ровная, с вкраплениями выжимок
			Цвет	Красно-оранжевый со светло-бежевыми вкраплениями
			Аромат	Томатный
			Вкус	Кислый томатный
			Консистенция	Слегка неоднородная; пережевываемость плохая

Таким образом, все образцы съедобных стаканов обладают приемлемыми органолептическими характеристиками. В частности, из результатов органолептической оценки съедобных стаканов можно сделать следующие выводы:

1) увеличение концентрации выжимок по отношению к яблочному пюре в съедобных стаканах на основе яблочного пюре повышает толщину и прочность стаканов, но ухудшает пережевываемость за счет более высокого содержания семян и кожуры;

2) увеличение концентрации яблочных выжимок в съедобных стаканах на основе яблочного пюре приводит к улучшению внешнего вида и вкуса съедобных стаканов;

3) повышение концентрации виноградных выжимок в съедобных стаканах на основе яблочного пюре с добавлением виноградных выжимок положительно влияет на вкус стаканов, однако приводит к ухудшению внешнего вида образцов;

4) все образцы съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением томатных выжимок имеют оптимальные показатели внешнего вида и вкуса, однако повышение концентрации томатных выжимок позволяет увеличить устойчивость формы стакана и его толщину.

Содержание влаги в пищевых продуктах не только влияет на внешний вид и органолептические показатели продукта, но и обуславливает стабильность продукта при хранении [24], что особенно важно для съедобной упаковки. Результаты определения содержания влаги в съедобных стаканах на основе яблочного пюре с добавлением яблочных, виноградных и томатных выжимок представлены на рис. 1.

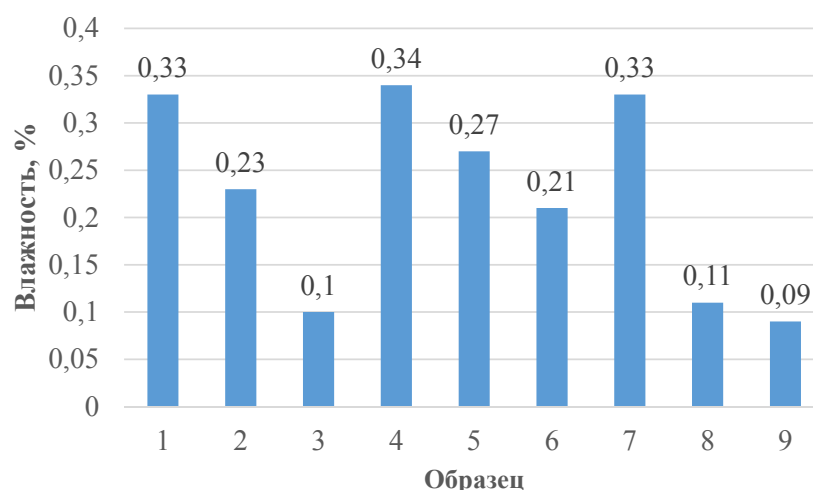


Рис. 1. Результаты определения содержания влаги в съедобных стаканах на основе яблочного пюре с добавлением яблочных, виноградных и томатных выжимок (здесь и далее номера образцов соответствуют таковым в табл. 1)

Результаты определения содержания влаги в съедобных стаканах свидетельствуют о том, что съедобные стаканы с яблочными, виноградными, томатными выжимками с аналогичным содержанием в массе яблочного пюре обладают близкими по значениям показателями влажности, что может объясняться близкими значениями влажности исходных выжимок; повышение

концентрации выжимок по отношению к массе яблочного пюре приводит к снижению влажности съедобных стаканов, что объясняется более высокой влажностью яблочного пюре по отношению к выжимкам.

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 водопоглощения, так как способность поглощать воду свидетельствует о хорошей перевариваемости пищевого продукта в организме человека.

Результаты определения водопоглощения съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением яблочных, виноградных и томатных выжимок представлены на рис. 2.

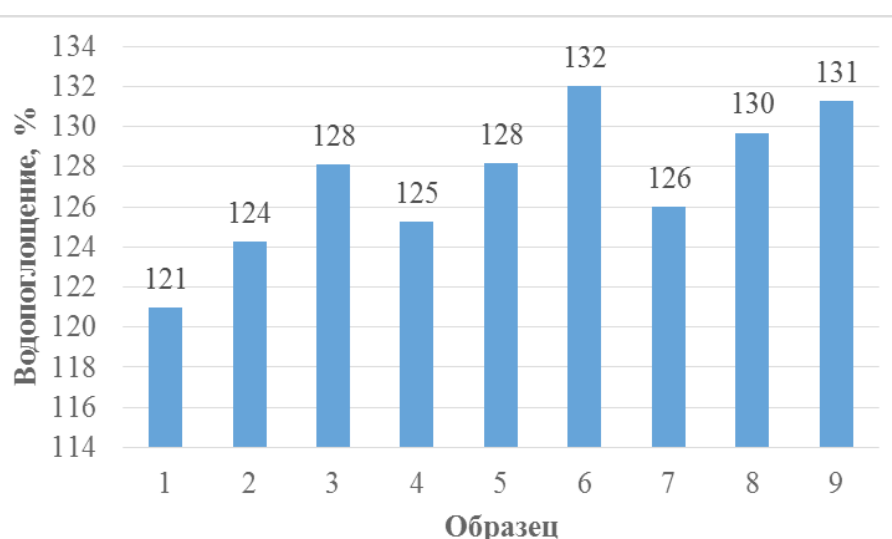


Рис. 2. Результаты определения водопоглощения в съедобных стаканах на основе яблочного пюре с добавлением яблочных, виноградных и томатных выжимок

Полученные результаты показывают, что в целом все образцы яблочных стаканов независимо от используемых выжимок и их концентраций к массе яблочного пюре обладают близкими значениями показателя водопоглощения, однако наблюдается явная тенденция к повышению водопоглощения с увеличением концентрации выжимок в массе яблочного пюре, что коррелирует со значениями измерений влажности съедобных стаканов. Наблюдается обратная зависимость между водопоглощением и влажностью съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением яблочных, виноградных и томатных выжимок.

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.

В табл. 2 представлены результаты испытаний по сохранению формы съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением яблочных, виноградных и томатных выжимок при контакте с водой дистиллированной температурой 20–25 °С; водой дистиллированной с начальной температурой 90–95 °С; 5%-м водным раствором поваренной соли с температурой 20–25 °С; 5%-м водным раствором лимонной кислоты с температурой 20–25 °С.

Анализ данных табл. 2 позволяет сделать вывод о том, что увеличение количества яблочных, виноградных и томатных выжимок к массе яблочного пюре в съедобном стакане повышает их устойчивость ко всем видам испытуемых жидкостей. Причем увеличение концентрации выжимок приводит к повышению стойкости стаканов для всех рассмотренных модельных

растворов. Стаканы с добавлением виноградных выжимок обладают заметно более высокой стойкостью ко всем видам используемых модельных жидкостей по отношению к стаканам с яблочными и томатными выжимками.

Таблица 2

Результаты стойкости к модельным жидкостям съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением яблочных, виноградных и томатных выжимок

Образец	Устойчивость, мин			
	Вода дистиллированная температурой 20–25 °С	Вода дистиллированная с начальной температурой 95–100 °С	5%-й раствор поваренной соли	5%-й раствор лимонной кислоты
1 Съедобный стакан с содержанием 25 % яблочных выжимок	115	94	115	115
2 Съедобный стакан с содержанием 50 % яблочных выжимок	125	113	124	124
3 Съедобный стакан с содержанием 75 % яблочных выжимок	145	132	132	132
4 Съедобный стакан с содержанием 25 % виноградных выжимок	420	312	420	420
5 Съедобный стакан с содержанием 50 % виноградных выжимок	Более 24 ч	Более 24 ч	Более 24 ч	Более 24 ч
6 Съедобный стакан с содержанием 75 % виноградных выжимок	Более 24 ч	Более 24 ч	Более 24 ч	Более 24 ч
7 Съедобный стакан с содержанием 25 % томатных выжимок	245	130	240	240
8 Съедобный стакан с содержанием 50 % томатных выжимок	275	180	275	275
9 Съедобный стакан с содержанием 75 % томатных выжимок	Более 24 ч	360	Более 24 ч	Более 24 ч

Микроскопирование поверхности съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением яблочных, виноградных и томатных выжимок показало, что с повышением концентрации выжимок по отношению к массе яблочного пюре наблюдается снижение однородности структуры поверхности.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Увеличение концентрации выжимок к массе яблочного пюре в съедобных стаканах положительно влияет на внешний вид съедобных стаканов, однако приводит к снижению пережевываемости и однородности поверхности.

2. Влажность съедобных стаканов на основе яблочного пюре с добавлением выжимок снижается с увеличением концентрации выжимок к массе яблочного пюре.

3. Результаты измерения водопоглощения съедобных стаканов показывают, что наибольшим водопоглощением обладают стаканы с наименьшей влажностью, т. е. водопоглощение повышается с увеличением концентрации выжимок к массе яблочного пюре.

4. Все исследованные образцы съедобных стаканов обладают высокими показателями стойкости к модельным жидкостям, что позволяет применять их в качестве замены одноразовой полимерной посуде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Waste Management in Food Packaging Industry* / G. M. Kumar, A. Irshad, B. V. Raghunath, G. Rajarajan // *Integrated Waste Management in India*. – 2016. – P. 265–277. – DOI: 10.1007/978-3-319-27228-3_24
2. *Sharma R., Oberoi H. S., Dhillon G. S. Fruit and vegetable processing waste // Agro-Industrial Wastes as Feedstock for Enzyme Production*. – 2016. – P. 23–59. – doi.org/10.1016/B978-0-12-802392-1.00002-2.
3. *Ngoc U. N., Schnitzer H. Waste management towards zero emissions approach in the fruit juice processing industry // 1st wseas International Conference on environmental and geological science and engineering*. – Malta, 2008. – P. 91–97.

4. *Revisiting the chemistry of apple pomace polyphenols* / P.A. Fernandes, C.L. Bourvellec, C.M. Renard, F.M. Nunes [et al.] // *Food Chem.* – 2019. – Vol. 294. – P. 9–18. – doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.006
5. *Wang X., Kristo E., LaPointe G.* The effect of apple pomace on the texture, rheology and microstructure of set type yogurt // *Food Hydrocolloids.* – 2019. – Vol. 91. – P. 83–91. – doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.004
6. *Phenolic compounds in different fruit parts of crab apple: Dihydrochalcones as promising quality markers of industrial apple pomace by-prod.* / P. Górnaś, I. Mišina, A. Olšteine [et al.] // *Ind. Crops and Products.* – 2015. – Vol. 74. – P. 607–612. – doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.030
7. *Phenolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace* / B. Suárez, Á.L. Álvarez, Y.D. García [et al.] // *Food Chem.* – 2010. – Vol. 120, Iss. 1. – P. 339–342. – doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.073
8. *Effect of addition of phenolic compounds recovered from apple pomace on cider quality* / L. Benvenuti, D.G. Bortolini, A. Nogueira [et al.] // *LWT – Food Scie. and Technol.* – 2019. – Vol. 100. – P. 348–354. – doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.087
9. *Effect of apple pomace on quality characteristics of brown rice based cracker* / S.A. Mir, S.J. Bosco, M.A. Shah [et al.] // *J. Saudi Society Agric. Sci.* – 2017. – Vol. 16, Iss. 1. – P. 25–32. – doi.org/10.1016/j.jssas.2015.01.001
10. *Sustainable valorisation of tomato pomace: A comprehensive review* / Z. Lu, J. Wang, R. Gao [et al.] // *Trends in Food Sci. Technol.* – 2019. – Vol. 86. – P. 172–187. – doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.020
11. *Altan A., McCarthy K.L., Maskan M.* Evaluation of snack foods from barley–tomato pomace blends by extrusion processing // *J. Food Eng.* – Vol. 84, Iss. 2. – P. 231–242. – doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.05.014
12. *Saini R.K., Moon S.H., Keum Y.* An updated review on use of tomato pomace and crustacean processing waste to recover commercially vital carotenoids // *Food Res. Int.* – 2018. – Vol. 108. – P. 516–529. – doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.003
13. *Nutritional, rheological, and sensory evaluation of tomato ketchup with increased content of natural fibres made from fresh tomato pomace* / A. Torbica, M. Belović, J. Mastilović [et al.] // *Food and Bioproducts Proces.* – 2016. – Vol. 98. – P. 299–309. – doi.org/10.1016/j.fbp.2016.02.007
14. *Tomato pomace powder as a raw material for ketchup production* / M. Belović, A. Torbica, I.P. Lijaković, J. Tomić [et al.] // *Food Biosci.* – 2018. – Vol. 26. – P. 193–199. – doi.org/10.1016/j.fbio.2018.10.013
15. *Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review* / C. Beres, G.N. Costa, I. Cabezudo [et al.] // *Waste Manag.* – 2017. – Iss. 68. – P. 581–594. – DOI:10.1016/j.wasman.2017.07.017.
16. *Enzymatic biotransformation of polyphenolics increases antioxidant activity of red and white grape pomace* / I.M. Martins, B.S. Roberto, J.B. Blumberg [et al.] // *Food Res. Int.* – Vol. 89. – C. 533–539. – doi.org/10.1016/j.foodres.2016.09.009
17. *Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties* / C.M. Peixoto, M.I. Dias, M.J. Alves [et al.] // *Food Chem.* – 2018. – Iss. 253. – P. 132–138. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.01.163
18. *Mohdmaidin N., M.J. Oruna-Conchaa, P. Jauregia* Surfactant TWEEN20 provides stabilisation effect on anthocyanins extracted from red grape pomace // *Food Chem.* – Vol. 271. – P. 224–231. – doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.083
19. *Jianmei Y., Mohamed A.* Functional components of grape pomace: Their composition, biological properties and potential applications // *Int. J. Food Sci. & Technol.* – Vol. 48. – P. 221–237. – DOI: 10.1111/j.1365–2621.2012.03197.x
20. *Marsh K.S., Bugusu B., Tarver T.* Food packaging and its environmental impact // *Food Technol.* – 2007. – Vol. 61. – P. 46–50.
21. *Biodegradable polymers for food packaging: a review* / V. Siracusaa, P. Rocculib, S. Romanib, M.D. Rosab // *Trends in Food Sci. Technol.* – 2008. – Vol. 19, Iss. 12. – P. 634–643. – doi.org/10.1016/j.tifs.2008.07.003
22. *Biodegradable packaging in the food industry* / A. Ivanković, K. Zeljko, S. Talić [et al.] // *Archiv für lebensmittelhygiene.* – Vol. 68. – P. 23–52. – DOI: 10.2376/0003–925X-68–26.
23. *Kusumawati D.H., Putri W.D.* Physical and chemical characteristic of corn starch edible film that incorporated with pink and blue ginger extract // *J. Pangan dan Agroindustri.* – 2013. – Vol. 1, N 1. – P. 90–100.

24. Сергеева А. С., Московкин Д. Л. Применение инфракрасных термогравиметрических влагомеров для измерения влажности пищевых продуктов // Пищ. пром-сть. 2013. – № 10. – С.14–16.

REFERENCES

1. *Waste Management in Food Packaging Industry* / G. M. Kumar, A. Irshad, B. V. Raghunath, G. Rajarajan // *Integrated Waste Management in India*. – 2016. – P. 265–277. – DOI: 10.1007/978-3-319-27228-3_24
2. *Sharma R., Oberoi H. S., Dhillon G. S.* Fruit and vegetable processing waste // *Agro-Industrial Wastes as Feedstock for Enzyme Production*. – 2016. – P. 23–59. – doi.org/10.1016/B978-0-12-802392-1.00002-2.
3. *Ngoc U. N., Schnitzer H.* Waste management towards zero emissions approach in the fruit juice processing industry// 1st wseas International Conference on environmental and geological science and engineering. – Malta, – 2008. – P. 91–97.
4. *Revisiting the chemistry of apple pomace polyphenols* / Fernandes P. A., C. L. Bourvellec, C. M. Renard, F. M. Nunes [et. al.] // *Food Chem.* – 2019. – Vol. 294. – P. 9–18. – doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.006
5. *Wang X., Kristo E., LaPointe G.* The effect of apple pomace on the texture, rheology and microstructure of set type yogurt// *Food Hydrocolloids*. – 2019. – Vol. 91. – P. 83–91. – doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.004
6. *Phenolic compounds in different fruit parts of crab apple: Dihydrochalcones as promising quality markers of industrial apple pomace by-prod.* / P. Górnaś, I. Mišina, A. Olšteine [et. al.] // *Ind. Crops and Products*. – 2015. – Vol. 74. – P. 607–612. – doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.030
7. *Phenolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace* / B. Suárez, Á. L. Álvarez, Y. D. García [et. al.] // *Food Chem.* – 2010. – Vol. 120, Is. 1. – P. 339–342. – doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.073
8. *Effect of addition of phenolic compounds recovered from apple pomace on cider quality* / L. Benvenuti, D. G. Bortolini, A. Nogueira [et. al.] // *LWT – Food Scie. and Technol.* – 2019. – V. 100. – P. 348–354. – doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.087
9. *Effect of apple pomace on quality characteristics of brown rice based cracker* / Mir S. A., Bosco S. J., Shah M. A. [et. al.] // *J. Saudi Society Agric. Sci.* – 2017. – Vol. 16, Is. 1. – P. 25–32. – doi.org/10.1016/j.jssas.2015.01.001
10. *Sustainable valorisation of tomato pomace: A comprehensive review* / Z. Lu, J. Wang, R. Gao [et. al.] // *Trends in Food Sci. Technol.* – 2019. – Vol. 86. – P. 172–187. – doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.020
11. *Altan A., McCarthy K. L., Maskan M.* Evaluation of snack foods from barley–tomato pomace blends by extrusion processing// *J. Food Eng.* – Vol. 84, Is. 2. – P. 231–242. – doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.05.014
12. *Saini R. K., Moon S. H., Keum Y.* An updated review on use of tomato pomace and crustacean processing waste to recover commercially vital carotenoids // *Food Res. Int.* – 2018. – Vol. 108. – P. 516–529. – doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.003
13. *Nutritional, rheological, and sensory evaluation of tomato ketchup with increased content of natural fibres made from fresh tomato pomace* / A. Torbica, M. Belović, J. Mastilović [et. al.] // *Food and Bioproducts Proces.* – 2016. – Vol. 98. – P. 299–309. – doi.org/10.1016/j.fbp.2016.02.007
14. *Tomato pomace powder as a raw material for ketchup production* / M. Belović, A. Torbica, I. P. Lijaković, J. Tomić [et. al.] // *Food Biosci.* – 2018. – Vol. 26. – P. 193–199. – doi.org/10.1016/j.fbio.2018.10.013
15. *Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review* / C. Beres, G. N. Costa, I. Cabezudo [et. al.] // *Waste Manag.* – 2017. – I. 68. – P. – 581–594. DOI:10.1016/j.wasman.2017.07.017.
16. *Enzymatic biotransformation of polyphenolics increases antioxidant activity of red and white grape pomace* / I. M. Martins, B. S. Roberto, J. B. Blumberg [et. al.] // *Food Res. Int.* – Vol. 89. – C. 533–539. – doi.org/10.1016/j.foodres.2016.09.009
17. *Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties* / C. M. Peixoto, M. I. Dias, M. J. Alves [et. al.] // *Food Chem.* – 2018. – I. 253. – P. 132–138. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.01.163
18. *Mohdmaidin N., M. J. Oruna-Conchaa, P. Jauregia* Surfactant TWEEN20 provides stabilisation effect on anthocyanins extracted from red grape pomace// *Food Chem.* – Vol. 271. – P. 224–231. – doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.083

19. *Jianmei Y., Mohamed A.* Functional components of grape pomace: Their composition, biological properties and potential applications// *Int. J. Food Sci. & Technol.* – Vol. 48. – P. 221–237. – DOI: 10.1111/j.1365–2621.2012.03197.x
20. *Marsh K. S., Bugusu B., Tarver T.* Food packaging and its environmental impact // *Food Technol.* – 2007. – Vol. 61. – P. 46–50.
21. *Biodegradable* polymers for food packaging: a review / V. Siracusaa, P. Rocculib, S. Romanib, M.D. Rosab // *Trends in Food Sci. Technol.* – 2008. – Vol. 19, – Is. 12. – P. 634–643. – doi.org/10.1016/j.tifs.2008.07.003
22. *Biodegradable* packaging in the food industry / Ivanković A., Zeljko K., Talić S., [et. al.] // *Archiv für lebensmittelhygiene.* – Vol. 68. – P. 23–52. – DOI: 10.2376/0003–925X-68–26
23. *Kusumawati D. H., Putri W. D.* Physical and chemical characteristic of corn starch edible film that incorporated with pink and blue ginger extract// *J. Pangan dan Agroindustri.* – 2013. – Vol. 1. – N 1. – P. 90–100.
24. *Sergeeva A. S., Moskovkin D. L.* Primenenie infrakrasnyh termogravimetricheskih vlagomerov dlya izmereniya vlazhnosti pishchevyh produktov // *Pishch. prom-stʹ.* 2013. – N10. – S.14–16.