



Научная статья  
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)  
УДК664.8.03

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.02.017



## ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТОМАТОВ И КАБАЧКОВ ЛИПИДНЫМ ПЛЁНКООБРАЗУЮЩИМ РАСТВОРОМ НА ПОТЕРЮ МАССЫ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Татьяна Викторовна Першакова <sup>1</sup>, Григорий Анатольевич Купин <sup>2</sup>,  
Татьяна Викторовна Яковлева <sup>3</sup>, Владимир Николаевич Алёшин <sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» – филиал ФГБНУ "Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия", Краснодар, Россия

<sup>1</sup> 7999997@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>

<sup>2</sup> griga\_77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7780-3333>

<sup>3</sup> Yakovleva\_YY@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8411-8422>

<sup>4</sup> alyoshinvn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2956-3857>

**Аннотация.** Весьма важной составной частью рациона питания человека являются овощи. Продлить срок их хранения можно с помощью специальных покрытий, создающих вокруг сырья модифицированную атмосферу. Объектами исследования являлись томаты Адаптор F1 и кабачки Профит F1. В работе была изучена динамика потери их массы и изменение химического состава при хранении в течение двух недель без охлаждения в результате обработки плёнкообразующим составом на основе твёрдых моно- и дилицеридов жирных кислот. Проведённая обработка не имела негативных последствий для внешнего вида томатов, а кабачки лучше сохранили зелёный цвет за время хранения. При этом наблюдалось определённое повышение лёжкости объектов исследования: плоды с защитным липидным покрытием отличались более низкой убылью массы. Так, в зависимости от срока хранения (1 или 2 недели) потери обработанных томатов были на 0,80–1,54 % ниже, чем у контрольных образцов (без обработки), потери обработанных кабачков – на 0,46–0,65 % ниже. Отмечено, что обработанные плоды лучше сохраняли содержание некоторых биологически активных веществ: в томатах полифенольных веществ и витамина С через 2 недели хранения было больше, чем в контроле на 15,8 и 0,8 мг/100 г соответственно; в кабачках содержание витамина С было выше на 0,4 мг/100 г. Установлено, что через 5 суток после обработки томатов плёнкообразующим раствором, содержащим изопропиловый спирт, содержание последнего в плодах остаётся существенным – 369,92 мг/кг. Изучение динамики процесса окисления глицеридов защитного покрытия показало, что через 4 недели хранения на воздухе без доступа света при температуре 20...22 °С перекисное число возросло на 17,8 %, но осталось в допустимых пределах. Данные, полученные в ходе проведения исследования, могут быть использованы при разработке новых способов хранения овощей с использованием биоразлагаемых защитных покрытий.

**Ключевые слова:** томаты, кабачки, модифицированная атмосфера, биоразлагаемые покрытия, плёнкообразующий раствор, липиды, хранение, потеря массы, химический состав.

**Для цитирования:** Першакова Т. В., Купин Г. А., Яковлева Т. В., Алёшин В. Н. Влияние обработки томатов и кабачков липидным плёнкообразующим раствором на потерю массы и химический состав при хранении // Ползуновский вестник. 2025. № 2. С. 112–120. doi: 10.25712/ASTU. 2072-8921.2025.02.017. EDN: <https://elibrary.ru/KHTTZS>.

Original article

## EFFECT OF TREATING TOMATOES AND COURGETTES WITH A LIPID FILM-FORMING SOLUTION ON WEIGHT LOSS AND CHEMICAL COMPOSITION DURING STORAGE

Tatiana V. Pershakova <sup>1</sup>, Grigoriy A. Kupin <sup>2</sup>, Tatiana V. Yakovleva <sup>3</sup>,  
Vladimir N. Aleshin <sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> "Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing" - branch of FSBSI "North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viniculture, Winemaking", Krasnodar, Russia

<sup>1</sup> 7999997@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>

<sup>2</sup> griga\_77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7780-3333>

<sup>3</sup> Yakovleva\_YY@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8411-8422>

<sup>4</sup> alyoshinvn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2956-3857>

© Першакова Т. В., Купин Г. А., Яковлева Т. В., Алёшин В. Н., 2025

## ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТОМАТОВ И КАБАЧКОВ ЛИПИДНЫМ ПЛЁНКООБРАЗУЮЩИМ РАСТВОРОМ НА ПОТЕРЮ МАССЫ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИ ХРАНЕНИИ

**Abstract.** Vegetables are a very important part of the human diet. Their shelf life can be extended by using special coatings that create a modified atmosphere around the raw materials. The objects of the study were tomatoes of the hybrid Adapter F1 and courgettes of the hybrid Profit F1. The work studied the dynamics of their weight loss and the change in chemical composition during storage for two weeks without refrigeration as a result of treatment with a film-forming composition based on solid mono- and diglycerides of fatty acids. It was found that the treatment had no negative consequences for the appearance of tomatoes, and courgettes retained their green color better during storage. Meanwhile, a certain increase in keeping quality of the objects of research was observed: vegetables with a protective lipid coating had a lower weight loss. Thus, depending on the storage period (1 or 2 weeks), the losses of treated tomatoes were 0.80-1.54% lower than those of control samples (without treatment), the losses of treated courgettes were 0.46-0.65% lower. It was also noted that the treated fruits better retained the content of some biologically active substances: in tomatoes there were more polyphenolic substances and vitamin C after 2 weeks of storage than in the control by 15.8 and 0.8 mg/100g, respectively; in zucchini the vitamin C content was higher by 0.4 mg/100g. It was also found that 5 days after treating tomatoes with a film-forming solution containing isopropyl alcohol, the content of the latter in the fruit remains significant - 369.92 mg/kg. A study of the dynamics of the oxidation process of glycerides of the protective coating showed that after 4 weeks of storage in air without access to light at a temperature of 20...22 °C, the peroxide number increased by 17.8%, but remained within acceptable limits. The data obtained during the study can be used to develop new methods of storing vegetables using biodegradable protective coatings.

**Keywords:** tomatoes, courgettes, modified atmosphere, bio-destructible coatings, film-forming solution, lipids, storage, weight loss, chemical composition.

**For citation:** Pershakova, T.V., Kupin, G.A., Yakovleva, T.V. & Aleshin, V.N. (2025). Effect of treating tomatoes and courgettes with a lipid film-forming solution on weight loss and chemical composition during storage. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 112-120. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.02.017. EDN: <https://elibrary.ru/KHTTTS>.

### ВВЕДЕНИЕ

Весьма важной составной частью рациона питания человека являются овощи. Статистические данные ФАО свидетельствуют, что производство овощей в мире со временем увеличивается: если в 2002 году сборы основных овощных культур составляли 727,82 млн. т, то в 2022 году – уже 1173,07 млн. т, то есть за 20 лет производство возросло на 61,18 %. Сборы отдельных культур при этом изменялись неодинаково, но преимущественно также демонстрировали существенный рост. Так, например, сборы томатов увеличились со 115,96 млн. т в 2002 году до 186,11 млн. т в 2022 (рост на 60,49 %), а сборы тыквы всех видов (включая кабачки) – на 19,60 %: с 19,07 до 22,81 млн. т [1].

Увеличение производства овощей в мире является естественным следствием увеличения численности и уровня жизни населения, которое начинает в большей степени проявлять интерес к идеям здорового питания [2]. Однако овощи как сырьё отличаются чувствительностью к условиям окружающей среды и сравнительно небольшим сроком хранения. Из-за этого, а также в результате неаккуратного обращения, неправильного упаковывания и хранения, значительная часть собранного урожая приходит в негодность и не используется: потери в послеуборочный период могут достигать 20–65 % [3, 4].

С целью сокращения послеуборочных потерь может применяться ряд приёмов, основными из которых являются охлаждение, регулирование и модификация атмосферы. Эти приёмы позволяют понизить активность биохимических процессов в растительном сырьё, скорость его созревания и, таким образом, продлить срок хранения. Однако для понижения температуры и регулирования атмосферы в хранилище необходимо использовать специальное оборудование, которое может отсутствовать на этапах транспортировки и реализации. К тому же не все виды растительного сырья могут выдерживать значительное охлаждение (до 0–3 °C). Например, кабач-

ки рекомендуется хранить при температуре от 8 до 10 °C, поскольку более низкие температуры приводят к возникновению физиологических расстройств и ухудшению качества [5].

Более доступным способом сохранения качества фруктов и овощей является хранение в условиях модифицированной атмосферы. При этом растительное сырьё помещают в упаковку различных типов, сконструированную таким образом, что в результате дыхания сырья изменяется газовый состав окружающего его воздуха. Этот способ хранения в том или ином виде используется уже давно, и его реализация на практике может выглядеть по-разному. Например, в Древней Греции фрукты и овощи хранили в закрытых глиняных контейнерах, а в средневековом Китае на плоды цитрусовых стали наносить покрытия на основе воска [6, 7].

В последние десятилетия основным способом создания модифицированной атмосферы является использование специальной пластиковой упаковки с микроперфорированными стенками. Такая упаковка служит частично проницаемым барьером для паров воды и различных газов, поэтому после размещения в ней растительного сырья происходит увеличение концентрации CO<sub>2</sub> и снижение O<sub>2</sub>, относительная влажность воздуха повышается. Всё это приводит к снижению интенсивности дыхания и других биохимических процессов, связанных с созреванием и старением фруктов и овощей, в результате чего дольше сохраняется их качество, сокращается потеря массы, подавляется развитие вызывающих порчу микроорганизмов. К сожалению, зачастую материалы, из которых изготавливается подобная упаковка, используются небiorазлагаемые, что является существенным недостатком, поскольку расширяющееся применение таких материалов может нанести серьёзный вред окружающей среде [8].

Сократить количество образующегося пластикового мусора можно, если вместо долговечных синтетических полимеров использовать для изготовления упаковочных материалов вещества ме-

нее стойкие, натурального происхождения. При этом традиционная упаковка может быть заменена на специальные защитные покрытия, наносимые непосредственно на поверхность фруктов и овощей с помощью плёнообразующих растворов или эмульсий. Такие покрытия представляют собой тонкий слой каких-то веществ, которые, с одной стороны, обладают барьерными свойствами для газов и паров воды, с другой стороны, имеют нейтральные цвет и запах и не ухудшают качество обработанного сырья. Если покрытия изготовлены из веществ естественного происхождения, таких как полисахариды, липиды или белки, то они будут биоразлагаемыми, безопасными для окружающей среды. А в случае использования компонентов пищевого качества могут даже быть съедобными (не требующими тщательного смывания или удаления кожуры). Помимо основных компонентов в состав покрытий могут входить различные добавки, придающие им дополнительные свойства (например, антимикробные вещества повышают устойчивость к порче, а витамины, минеральные элементы или антиоксиданты – пищевую ценность) [9–11].

По этой причине всё больше исследователей в мире уделяют внимание в последние годы именно этому перспективному направлению – изучению эффективности новых составов покрытий для растительного сырья. Например, в работе [12] была изучена эффективность полисахаридного покрытия на основе хитозана и пуллулана с добавлением экстракта из кожуры граната при хранении томатов при 23 и 4 °C. Было установлено, что разработанное покрытие улучшало качество объектов хранения, в том числе сокращало потерю массы. В итоге срок хранения томатов удалось продлить на 9 дней. В работе [13] для создания покрытия использовали рыбный желатин с добавлением масла асаи в качестве антиоксиданта и антимикробного компонента. Разработанное покрытие позволило снизить потерю массы томатов на 8 % и лучше сохранить твёрдость плодов, замедлив их созревание. А в работе [14] для защиты томатов было создано съедобное покрытие, основным компонентом которого являлся пектин, полученный из какао веллы. Обработанные томаты лучше сохраняли физико-химические показатели качества при хранении и имели наименьшие уровни микробиальной обсеменённости.

В работе [15] была изучена возможность повысить качество кабачков типа цукини при помощи различных полисахаридных съедобных покрытий во время холодильного хранения. Как основу для покрытий использовали карбоксиметилцеллюлозу, хитозан, декстрин или крахмал. Наиболее эффективным оказался декстрин с добавлением глицерина в качестве пластификатора. Было установлено, что декстриновые покрытия сокращают потерю массы, повреждения от низкой температуры и окислительный стресс в цукини при хранении. В последующих экспериментах изучали также добавление в состав покрытия оливкового масла и олеуропеина, что позволило дополнительно повысить устойчивость к переохлаждению.

В работе [16] было изучено влияние покры-

тий на основе пчелиного воска, масла из семян ши и крахмала из маниока на физико-химические показатели томатов при хранении при 20 °C в течение 20 дней. Было установлено, что пчелиный воск в наибольшей степени способствовал сохранению органолептических показателей, замедлял созревание и снижал потерю массы.

Впрочем, для того чтобы покрытия для свежего растительного сырья в будущем начали широко применяться, необходимо принятие этой технологии со стороны потребителей. Ряд исследователей занимаются изучением этого вопроса. Например, в работе [17] было установлено, что негативное отношение некоторых потребителей к покрытиям является следствием неосведомлённости о составе покрытий и их назначении. И проведение образовательной информационной кампании позволяет значительно повысить принятие данной технологии.

Таким образом, изучение эффективности покрытий различных типов и составов при хранении различных видов свежего растительного сырья является актуальным.

Целью работы являлось изучение динамики потери массы томатов гибрида Адаптор F1 и кабачков гибрида Профит F1, а также их химического состава при хранении в течение двух недель без охлаждения в результате обработки плёнообразующим составом на основе твёрдых моно- и диглицеридов жирных кислот.

## МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись томаты гибрида Адаптор F1 (красная степень зрелости) и кабачки гибрида Профит F1, приобретённые на рынке города Краснодар. Использовали здоровые экземпляры без микробиологической порчи, томаты не имели механических повреждений, на кабачках присутствовали мелкие механические повреждения.

Плёнообразующий состав для обработки растительного сырья состоял из твёрдых моно- и диглицеридов жирных кислот (пищевая добавка E471) в концентрации 0,05 %, растворённых при нагревании в 35 %-ном изопропиловом спирте.

Обработку объектов исследования проводили следующим образом:

- образец 1 (рабочий раствор – как указано выше);
- образец 2 (35 %-ный раствор изопропилового спирта);
- образец 3 (дистиллированная вода) – только для томатов;
- контроль (без обработки).

Во время обработки овощи полностью погружали в рабочий раствор на 3–4 секунды (расход рабочего раствора – 4,5...5,5 г на 1 кг сырья) при температуре 25±3 °C, после чего давали им высохнуть на воздухе.

Последующее хранение осуществляли в провоцирующих условиях – без охлаждения («на полке»). При этом температура воздуха составляла 27±2 °C, а относительная влажность воздуха – 30±3 %. Для определения динамики потери массы объекты исследования периодически взвешивали.

## ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТОМАТОВ И КАБАЧКОВ ЛИПИДНЫМ ПЛЁНКООБРАЗУЮЩИМ РАСТВОРОМ НА ПОТЕРЮ МАССЫ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Также определяли следующие показатели: массовая доля титруемых кислот – по ГОСТ ISO 750-2013, общих сахаров – фотоколориметрическим методом по ГОСТ 8756.13-87, витамина С – титриметрическим методом по ГОСТ 24556-89, ликопина – спектрофотометрическим методом [18], фенольных веществ – коллометрическим методом с использованием реактива Фолина-Дениса [19], каротина – по ГОСТ ISO 6558-2-2019 (метод А).

Также было изучено остаточное содержание изопропилового спирта в томатах с использованием газового хроматографа Кристаллюкс-4000М. С этой целью томаты были обработаны плёнкообразующим раствором, как указано выше, после чего хранились без охлаждения в течение 5 суток. Затем проба от четырёх плодов массой 10 г была растёрта со 100 мл дистиллированной воды и подвергнута перегонке. Полученные 80 мл раствора были использованы для анализа. При этом были изучены три группы объектов:

- образец 4 (с нанесённым защитным покрытием);
- образец 5 (с удалённым защитным покрытием – томаты вымыты с мылом в проточной воде);
- контроль (без обработки).

Чтобы изучить, как развивается окислительная порча глициридов покрытия, определяли перекисное число в соответствии с ГОСТ Р 51487-99 (с применением хлороформа). При этом 10 г глициридов были растворены при нагревании в водно-спиртовом растворе и после осаждения в выпарной чашке измельчены и высушены, хранение осуществляли в тонком слое на воздухе без доступа света в течение 4 недель при температуре 20...22 °С.

Повторность проведения исследований – трёхкратная. Для обработки полученных данных применяли программы Microsoft Excel и Statistica с использованием однофакторного дисперсионного анализа (= 95 %).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1) Влияние обработки томатов плёнкообразующим составом на потерю массы и химический состав при хранении.

При нанесении на поверхность растительного сырья защитных покрытий необходимо учитывать, как это сказывается на внешнем виде: через 1 день обработанные и необработанные томаты выглядели практически одинаково (поверхность была сухой и чистой), заметные отличия отсутствовали.

Что касается микробиологической порчи, то во время хранения поражения томатов микробиологической порчей отмечено не было. На некоторых экземплярах наблюдалось потемнение в районе места прикрепления плодоножки, но дальнейшего развития этот процесс не получал, внутреннее поражение также отсутствовало.

Объекты исследования, подвергнутые различным вариантам обработки, а также контроль (без обработки) не имели принципиальных отличий во внешнем виде по окончании хранения. Но была отмечена существенная разница между экземплярами томатов внутри этих групп, что хорошо видно в степени сморщивания поверхности. Наиболее вероятно, что это связано с неодинако-

вой степени зрелости отдельных плодов: менее зрелые обладают большей лёжкостью и начинают активно сморщиваться позже. Хотя при закладке на хранение все томаты выглядели одинаково (равномерная светло-красная окраска), то есть речь идёт о такой разнице в степени зрелости, которую нельзя зафиксировать визуально (без использования специальных технических средств).

На рисунке 1 представлены данные о потере массы томатами во время хранения в зависимости от вида обработки.

Из приведённых данных следует, что наименьшая убыль массы наблюдалась у томатов, обработанных плёнкообразующим раствором («Образец 1»): их средняя убыль массы в день за 2 недели хранения составила 0,75 %, в то время как для экземпляров «Образец 2» этот показатель составил 1,02 %, а «Образец 3» – 0,91 %. Экземпляры без обработки (контроль) теряли массу со скоростью 0,86 % в сутки.

Таким образом, как в процессе, так и по окончании хранения томаты «Образец 1» имели убыль массы ниже, чем контрольная группа, что свидетельствует об эффективности действия применённого плёнкообразующего раствора. При этом обработка одним лишь водно-спиртовым раствором, напротив, привела к интенсификации процесса потери массы («Образец 2»). Этот факт подтверждает, что компонентом плёнкообразующего раствора, позитивно влияющим на лёжкость томатов, являются именно липиды (моно- и диглицириды жирных кислот).

Также следует заметить, что наблюдаемая эффективность действия защитного липидного покрытия непостоянна и со временем увеличивается. На рисунке 7 представлена разница в убыли массы объектов исследования между вариантом обработки «Образец 1» и контролем. Видно, что через 1 неделю хранения эта разница составляет 0,8 %. Но через 2 недели – уже 1,54 %. Можно предположить, что если бы хранение продолжалось и далее, то эффективность действия защитного покрытия также бы возросла.

На рисунке 2 представлены данные об изменении химического состава томатов при хранении в зависимости от варианта обработки.

Из полученных данных следует, что в результате хранения в томатах происходит снижение содержания полифенольных веществ и витамина С. При этом в «Образце 1» эти показатели через 2 недели хранения были выше, чем в контроле на 15,8 и 0,8 мг/100 г соответственно. Содержание общих сахаров и ликопина в томатах при хранении увеличилось, что, видимо, связано с процессами послеуборочного созревания и старения. Разница между вариантами обработки при этом была выражена не ярко.

Для растворения моно- и диглициридов жирных кислот использовали водно-спиртовой раствор, содержащий изопропиловый спирт. Он испаряется при высыхании, но какая-то его часть могла остаться под покрытием или проникнуть в плоды. По этой причине представляло интерес изучить содержание изопропилового спирта в объектах исследования (таблица 1).

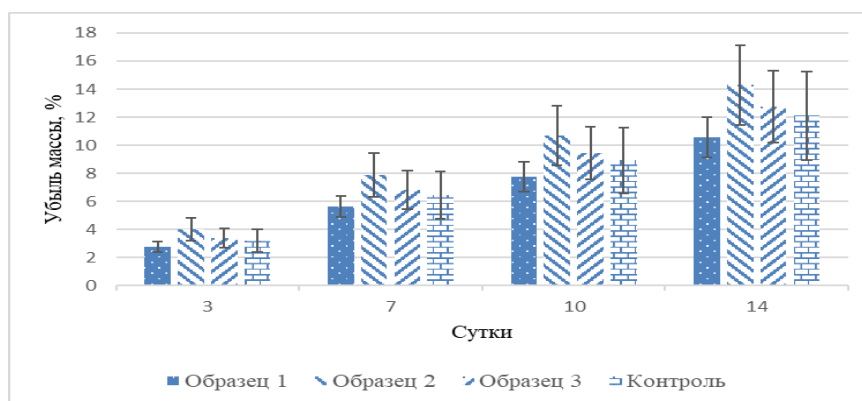


Рисунок 1 – Убыль массы томатов / Figure 1 – Decrease in tomato mass

Таблица 1 – Наличие изопропилового спирта в томатах через 5 суток хранения

Table 1 – The presence of isopropyl alcohol in tomatoes after 5 days of storage

| Концентрация | Образец 4 | Образец 5 | Контроль |
|--------------|-----------|-----------|----------|
| мг/кг        | 369,92    | 231,76    | 28,08    |

Было установлено, что содержание изопропилового спирта в томатах после обработки плёнкообразующим раствором через 5 суток хранения остаётся существенным. Но необходимо заметить, что применение именно изопропилового спирта для растворения глицеридов не является обязательным. Могут быть использованы и другие, менее токсичные растворители, например, этанол (пусть и в более высокой концентрации), но это – тема для дальнейших исследований.

2) Влияние обработки кабачков плёнкообразующим составом на потерю массы и химический состав при хранении.

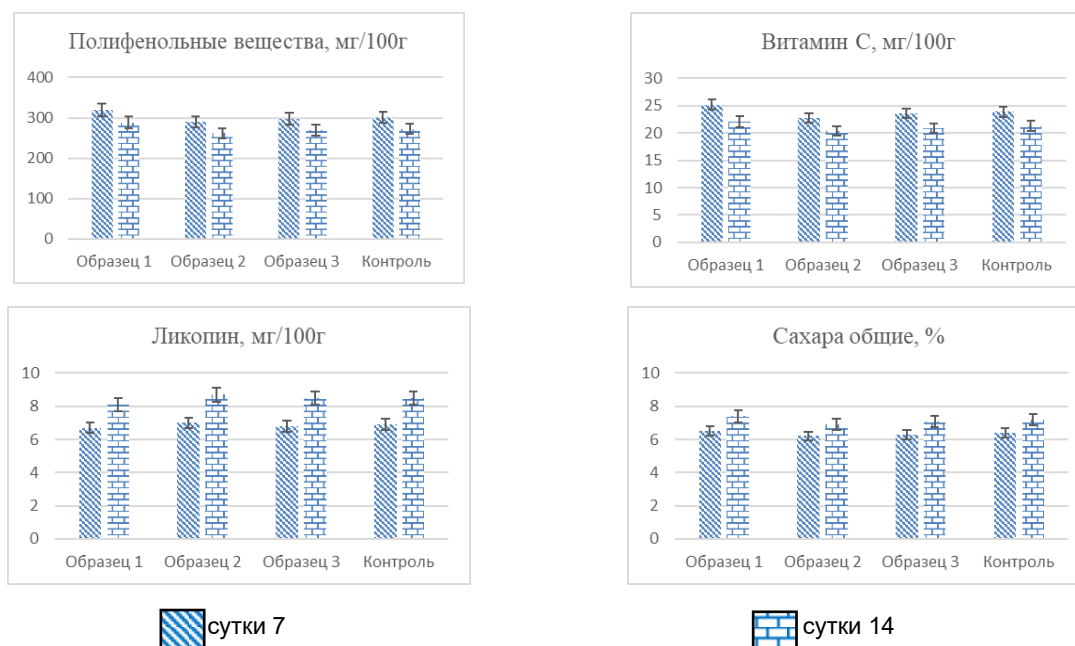
Обработка практически не оказала влияния на внешний вид плодов: через 1 день разница была незначительна и сводилась к тому, что обработанные экземпляры выглядели несколько более блестящими.

Несмотря на то, что были использованы плоды с мелкими механическими повреждениями, в ходе проведения исследования поражения кабачков микробиологической порчей отмечено не было.

На рисунках 3–5 показаны объекты исследования через 2 недели хранения.

Из приведённых фотографий видно, что объекты, обработанные плёнкообразующим раствором («Образец 1»), лучше сохранили зелёный цвет, чем «Образец 2» и контроль.

На рисунке 6 представлены данные о потере массы кабачками при хранении в зависимости от вида обработки.



■ сутки 7

■ сутки 14

Рисунок 2 – Изменение химического состава томатов при хранении

Figure 2 – Changes in the chemical composition of tomatoes during storage

# ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТОМАТОВ И КАБАЧКОВ ЛИПИДНЫМ ПЛЁНКООБРАЗУЮЩИМ РАСТВОРОМ НА ПОТЕРЮ МАССЫ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИ ХРАНЕНИИ



Рисунок 3 – Кабачки «Образец 1» через 2 недели хранения

Figure 3 – Zucchini "Sample 1" after 2 weeks of storage



Рисунок 4 – Кабачки «Образец 2» через 2 недели хранения

Figure 4 – Zucchini "Sample 2" after 2 weeks of storage



Рисунок 5 – Кабачки «Контроль» через 2 недели хранения

Figure 5 – Zucchini "Control" after 2 weeks of storage

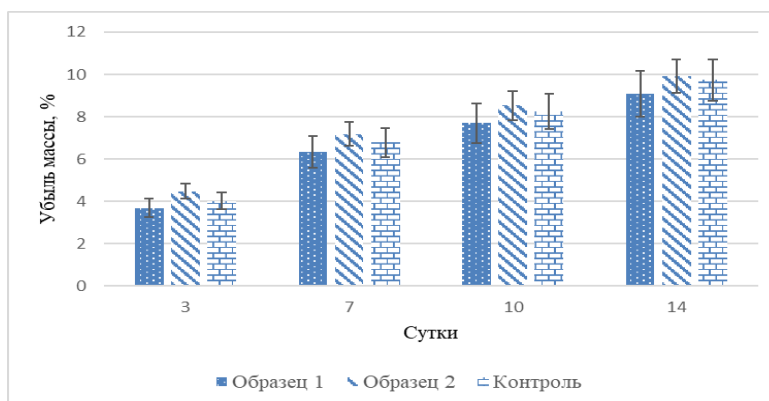


Рисунок 6 – Убыль массы кабачков / Figure 6 – Decrease in the mass of zucchini

Из полученных данных следует, что кабачки, обработанные плёнкообразующим раствором («Образец 1»), имели самую низкую убыль массы: в среднем за 2 недели хранения она составила 0,65 % в день; в то время как экземпляры «Образец 2» и «Контроль» теряли 0,71 и 0,70 % соответственно.

Как и в случае с томатами, защитное липидное покрытие позитивно сказывалось на лёжкости кабачков в течение всего периода хранения, и эффективность его действия со временем возрастала, хотя и менее активно, чем у томатов: через 1 неделю хранения экземпляры «Образец 1» имели убыль массы на



0,46 % ниже, чем «Контроль», через 2 недели – на 0,65 % ниже (рисунок 7).

На рисунке 8 представлены данные об изменении химического состава кабачков при хранении в зависимости от варианта обработки.

Установлено, что в результате хранения без охлаждения в кабачках происходит существенное снижение содержания витамина С, при этом экземпляры «Образец 1» превосходили по данному показателю экземпляры «Образец 2» и «Контроль» на 0,8 и 0,4 мг/100 г соответственно. Содержание общих сахаров и титруемая кислотность также несколько снизились, но менее значительно и без выраженной разницы между вариантами обработки.

Следует заметить, что идеей, на которой основывается создание технологий обработки растительного сырья с помощью различных покрытий (особенно липидных), является копирование природного защитного механизма фруктов и овощей – образования на их поверхности воскового налёта [20].

Восковой налёт защищает фрукты и овощи от неблагоприятных внешних воздействий, и логично предположить, что усилить эту природную защиту можно за счёт дополнительного нанесения некоторых веществ (в том числе липидов) на поверхность объектов хранения.

Результаты, схожие с полученными в этом исследовании, были продемонстрированы, например, в работе [16], в которой было установлено, что образцы томатов с покрытием из пчелиного воска потеряли около 9 %

массы через 10 дней хранения при 20 °С и около 19 % через 15 дней, в то время как томаты без обработки теряли до 50 % массы за 10 дней. Другие овощные культуры также демонстрируют повышение лёжкости под влиянием защитных покрытий, порой даже более значительное. Так, в работе [21] было установлено, что липидное покрытие, содержащее в качестве основного компонента нейтральные глицериды, эффективно замедляло потерю массу огурцов (8 дней при 20 °С) – сокращение составило от 54 до 68 %.

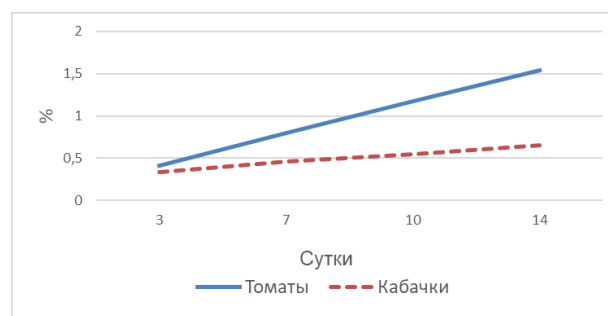


Рисунок 7 – Разница в убыли массы объектов исследования между вариантом обработки «Образец 1» и контролем

Figure 7 – The difference in weight loss of the study objects between the "Sample 1" treatment option and the control

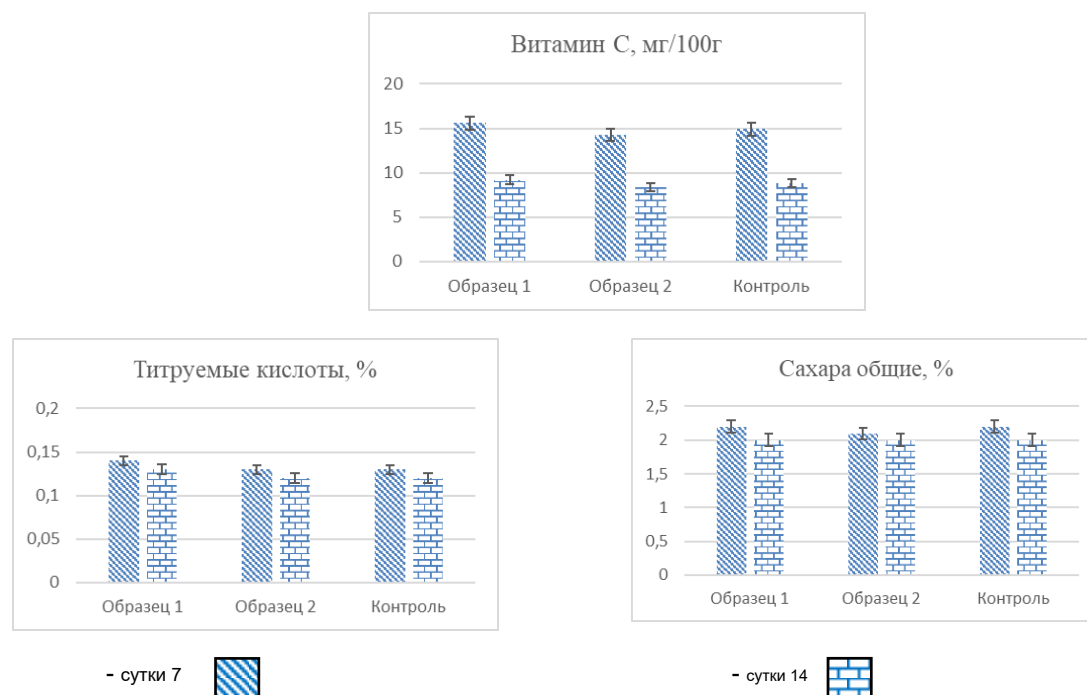


Рисунок 8 – Изменение химического состава кабачков при хранении

Figure 8 – Changes in the chemical composition of squash during storage

### 3) Окислительная порча глицеридов покрытия.

Жиры подвержены окислительной порче; по этой причине перекисное число – мера количества активного кислорода, химически связанного в 1 кг жира – это контролируемый показатель: согласно ТР ТС 024/2011, в растительных маслах, животных жирах и продуктах их переработки допускается не более 10,0 мэкв активного кислорода/кг (то есть не более 5,0 ммоль/кг). В связи с этим представляло интерес

изучить динамику процесса окисления липидов применяемого защитного покрытия (табл. 2).

Было подтверждено, что глицериды покрытия окисляются со временем: через 4 недели хранения на воздухе без доступа света при температуре 20...22 °С перекисное число возросло на 17,8 %. Тем не менее, итоговое значение этого показателя осталось в допустимых пределах.

# ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТОМАТОВ И КАБАЧКОВ ЛИПИДНЫМ ПЛЁНКООБРАЗУЮЩИМ РАСТВОРОМ НА ПОТЕРЮ МАССЫ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Таблица 2 – Развитие окислительной порчи глицеридов защитного покрытия

Table 2 – Development of oxidative spoilage of protective coating glycerides

| Переокисное число                      | Исходное сырьё | Глицериды покрытия через 4 недели |
|----------------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| ммоль активного кислорода на 1 кг жира | 0,90±0,02      | 1,06±0,03                         |

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в представленной работе была изучена динамика потери массы и изменение химического состава томатов гибрида Адаптор F1 и кабачков гибрида Профит F1 при хранении в течение двух недель без охлаждения в результате обработки плёнокообразующим составом на основе твёрдых моно- и диглицеридов жирных кислот.

Было установлено, что проведённая обработка не имела негативных последствий для внешнего вида томатов, а кабачки лучше сохранили зелёный цвет за время хранения. При этом наблюдалось определённое повышение лёжкости объектов исследования: плоды с защитным липидным покрытием отличались более низкой убылью массы. Так, в зависимости от срока хранения (1 или 2 недели) потери обработанных томатов были на 0,80–1,54 % ниже, чем у контрольных образцов (без обработки), потери обработанных кабачков – на 0,46–0,65 % ниже. Также было отмечено, что обработанные плоды лучше сохраняли содержание некоторых биологически активных веществ при хранении: в томатах содержание полифенольных веществ и витамина С через 2 недели хранения было выше, чем в контроле на 15,8 и 0,8 мг/100 г соответственно; в кабачках содержание витамина С было выше на 0,4 мг/100 г.

Также было установлено, что через 5 суток после обработки томатов плёнокообразующим раствором, содержащим изопропиловый спирт, содержание последнего в плодах остаётся существенным – 369,92 мг/кг.

Изучение динамики процесса окисления глицеридов защитного покрытия показало, что через 4 недели хранения на воздухе без доступа света при температуре 20...22 °C переокисное число возросло на 17,8 %, но осталось в допустимых пределах.

Данные, полученные в ходе проведения исследования, могут быть использованы при разработке новых способов хранения овощей с использованием биоразлагаемых защитных покрытий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. FAOSTAT : официальный сайт. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (дата обращения 01.02.2024).
2. Разработка рецептур плодовоовощных соусов, обогащенных пряно-ароматическими ингредиентами / Шелковская Н.К., Дейслинг Д.И., Михайлова О.Ю. // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 35–41. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.005.
3. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review / Bilal Hassan [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. 2018. V. 109. pp. 1095–1107. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097.
4. Enhancing the functional and physicochemical properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit through polysaccharides edible dipping technique coating under various storage conditions / Ebenezer Asiamah [et al.] // Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. 2023. V. 30. 100373. DOI: 10.1016/j.bcdf.2023.100373.

5. Повышение устойчивости кабачков, патиссонов и тыквы при хранении : методические рекомендации / Купин Г.А. [и др.]. Краснодар: Издательский Дом – Юг. 2022. 66 с. ISBN: 978-5-98272-142-6.
6. Recent advance in edible coating and its effect on fresh/fresh-cut fruits quality / Bernard Maringgal [et al.] // Trends in Food Science & Technology. 2020. V. 96. pp. 253–267. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.12.024.
7. Recent Trends in Edible Packaging for Food Applications – Perspective for the Future / Nishant Kumar [et al.] // Food Engineering Reviews. 2023. V. 15. pp. 718–747. DOI: 10.1007/s12393-023-09358-y.
8. Edible coatings and films for shelf-life extension of fruit and vegetables / Shristy Chettri, Neha Sharma, Ashish M. Mohite // Biomaterials Advances. 2023. V. 154. 213632. DOI: 10.1016/j.bioadv.2023.213632.
9. Application of chitosan and other biopolymers based edible coatings containing essential oils as green and innovative strategy for preservation of perishable food products: A review / Anand Kumar Chaudhari [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. 2023. V. 253. 127688. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.127688.
10. Hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible coatings formulated with antifungal food additives to reduce alternaria black spot and maintain postharvest quality of cold-stored cherry tomatoes / C. Fagundes [et al.] // Scientia Horticulturae. 2015. V. 193. pp. 249–257. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.07.027.
11. Oregano (*Lippia graveolens*) essential oil added within pectin edible coatings prevents fungal decay and increases the antioxidant capacity of treated tomatoes / Isela Rodriguez-Garcia [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2016. V. 96. Issue 11. pp. 3772–3778. DOI: 10.1002/jsfa.7568.
12. Improved shelf life and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by using chitosan-pullulan composite edible coating enriched with pomegranate peel extract / Kumar N. [et al.] // ACS Food Sci Technol. 2021. 1:500–510. DOI: 10.1021/acsfoodscitech.0c00076.
13. A new edible coating of fish gelatin incorporated into açai oil to increase the post-harvest shelf life of tomatoes / Ana Caroline Pereira da Silva [et al.] // Food Chemistry. 2024. V. 438. 138047. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.138047.
14. Impact of pectin edible coating extracted from cacao shell powder on postharvest quality attributes of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit during storage / Rawisada Pholsin [et al.] // Food Control. 2024. V. 155. 110023. DOI: 10.1016/j.foodcont.2023.110023.
15. Application of polysaccharide-based edible coatings to improve the quality of zucchini fruit during postharvest cold storage / Castro-Cegri A. [et al.] // Scientia Horticulturae. V. 314. 2023. 111941. DOI: 10.1016/j.scienta.2023.111941.
16. Influence of shea butter, bee wax and cassava starch coatings on enzyme inactivation, antioxidant properties, phenolic compounds and quality retention of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruits / Richard Osae [et al.] // Applied Food Research. 2022. V. 2. Issue 1. 100041. DOI: 10.1016/j.afres.2022.100041.
17. Consumer acceptance of edible coatings on apples: The role of food technology neophobia and information about purpose / Tamara Bucher [et al.] // Food Quality and Preference. 2023. V. 112. 105024. DOI: 10.1016/j.foodqual.2023.105024.
18. Методы биохимического исследования растений. Определение содержания ликопинов спектрофотометрическим методом / Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова М.И. Л.: Колос, 1972. 157 с.
19. Метод определения суммарного содержания фенольных соединений в растительных экстрактах с реактивом Фолина-Дениса и реактивом Фолина-Чокальтеу: модификация и сравнение / Николаева Т.Н., Лапшин П.В., Загоскина Н.В. // Химия растительного сырья. 2021. № 2. С. 291–299. DOI: 10.14258/jcprm.2021028250.
20. The role of cuticle in fruit shelf-life / Rafael Fernández-Muñoz, Antonio Heredia, Eva Domínguez // Current Opinion in Biotechnology. 2022. V. 78. 102802. DOI: 10.1016/j.copbio.2022.102802.



21. Investigation on the potential of applying bio-based edible coatings for horticultural products exemplified with cucumbers / Rux G. [et al.] // *Current Research in Food Science*. 2023. V. 6. 100407. DOI: 10.1016/J.CRFS.2022.100407.

#### Информация об авторах

Т. В. Першакова – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ;

Г. А. Купин – кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Т. В. Яковлева – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ.

В. Н. Алёшин – кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ.

#### REFERENCES

1. FAOSTAT : official website. URL: <http://www.fao.org/fao-stat/en/#home>.
2. Shelkovskaya, N.K., Deisling, D.I., Mikhailova, O.Yu. (2021). Development of fruit and vegetable sauce recipes enriched with spicy-aromatic ingredients. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 35-41. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.005.
3. Hassan, B. [et al.]. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, (109), 1095-1107. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097.
4. Asiamah, E. [et al.]. (2023). Enhancing the functional and physicochemical properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit through polysaccharides edible dipping technique coating under various storage conditions. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, (30), 100373. DOI: 10.1016/j.bcdf.2023.100373.
5. Kupin, G.A. [et al.]. *Increasing the stability of courgettes, squash and pumpkin during storage: guidelines*. Krasnodar: Izdatel'skiy Dom - Yug, 2022. 66 p. (In Russ.). ISBN: 978-5-98272-142-6.
6. Maringgal, B. [et al.]. (2020). Recent advance in edible coating and its effect on fresh/fresh-cut fruits quality. *Trends in Food Science & Technology*, (96), 253-267. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.12.024.
7. Kumar, N. [et al.]. (2023). Recent Trends in Edible Packaging for Food Applications - Perspective for the Future. *Food Engineering Reviews*, (15), 718-747. DOI: 10.1007/s12393-023-09358-y.
8. Chettri, S., Sharma, N., Mohite, A.M. (2023). Edible coatings and films for shelf-life extension of fruit and vegetables. *Bio-materials Advances*, (154), 213632. DOI: 10.1016/j.bioadv.2023.213632.
9. Chaudhari, A.K. [et al.]. (2023). Application of chitosan and other biopolymers based edible coatings containing essential oils as green and innovative strategy for preservation of perishable food products: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, (253), 127688. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.127688.
10. Fagundes, C. [et al.]. (2015). Hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible coatings formulated with antifungal food additives to reduce alternaria black spot and maintain postharvest quality of cold-stored cherry tomatoes. *Scientia Horticulturae*, (193), 249-257. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.07.027.
11. Rodriguez-Garcia, I. [et al.]. (2016). Oregano (*Lippia*

graveolens) essential oil added within pectin edible coatings prevents fungal decay and increases the antioxidant capacity of treated tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (96, issue 11), 3772-3778. DOI: 10.1002/jsfa.7568.

12. Kumar, N. [et al.]. (2021). Improved shelf life and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by using chitosan-pullulan composite edible coating enriched with pomegranate peel extract. *ACS Food Sci Technol*, (1), 500-510. DOI: 10.1021/acsfds.3c00076.

13. da Silva, A.C.P. [et al.]. (2024). A new edible coating of fish gelatin incorporated into açai oil to increase the post-harvest shelf life of tomatoes. *Food Chemistry*, (438), 138047. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.138047.

14. Pholsin, R. [et al.]. (2024). Impact of pectin edible coating extracted from cacao shell powder on postharvest quality attributes of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit during storage. *Food Control*, (155), 110023. DOI: 10.1016/j.foodcont.2023.110023.

15. Castro-Cegri, A. [et al.]. (2023). Application of polysaccharide-based edible coatings to improve the quality of zucchini fruit during postharvest cold storage. *Scientia Horticulturae*, (314), 111941. DOI: 10.1016/j.scienta.2023.111941.

16. Osae, R. [et al.]. (2022). Influence of shea butter, bee wax and cassava starch coatings on enzyme inactivation, antioxidant properties, phenolic compounds and quality retention of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruits. *Applied Food Research*, (2, issue 1), 100041. DOI: 10.1016/j.afres.2022.100041.

17. Bucher, T. [et al.]. (2023). Consumer acceptance of edible coatings on apples: The role of food technology neophobia and information about purpose. *Food Quality and Preference*, (112), 105024. DOI: 10.1016/j.foodqual.2023.105024.

18. Ermakov, A.I., Arasimovich, V.V., Smirnova, M.I. (1972). *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy. Opredelenie soderzhaniya lipoidov spektrofotometricheskimi metodami*. L.: Kolos. 157 p. (In Russ.).

19. Nikolaeva, T.N., Lapshin, P.V., Zagorskina, N.V. (2021). Method for determining the total content of phenolic compounds in plant extracts with Folin-Denis reagent and Folin-Choccalteu reagent: modification and comparison. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ya*, (2), 291-299. (In Russ.). DOI: 10.14258/jcpm.2021028250.

20. Fernández-Muñoz, R., Heredia, A., Domínguez, E. (2022). The role of cuticle in fruit shelf-life. *Current Opinion in Biotechnology*, (78), 102802. DOI: 10.1016/j.copbio.2022.102802.

21. Rux, G. [et al.]. (2023). Investigation on the potential of applying bio-based edible coatings for horticultural products exemplified with cucumbers. *Current Research in Food Science*, (6), 100407. DOI: 10.1016/J.CRFS.2022.100407.

#### Information about the authors

T.V. Pershakova - Doctor of Technical Sciences, doцент, leading researcher, Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, KRIAPSP - branch of FSBSI NCF SCHVW.

G.A. Kupin - Candidate of Technical Sciences, senior researcher, Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, KRIAPSP - branch of FSBSI NCF SCHVW.

T.V. Yakovleva - Candidate of Technical Sciences, doцент, senior researcher, Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, KRIAPSP - branch of FSBSI NCF SCHVW.

V.N. Aleshin - Candidate of Technical Sciences, senior researcher, Department of storage and complex processing of agricultural raw materials, KRIAPSP - branch of FSBSI NCF SCHVW.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 23 августа 2024; одобрена после рецензирования 20 мая 2025; принята к публикации 26 мая 2025.

The article was received by the editorial board on 23 Aug 2024; approved after editing on 20 May 2025; accepted for publication on 26 May 2025.