

Биохимический и пищевой инжиниринг Biochemical and food engineering

Научная статья

УДК 621.798: 634.653

DOI: 10.14529/food230208

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПОЛИМЕРНЫХ УПАКОВОК НА СОХРАНЯЕМОСТЬ ПЛОДОВ АВОКАДО ПРИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВОЙ СЕТИ

*Н.А. Карпова*¹, *n.karpova@rgau-msha.ru*

*Л.М. Соколова*², *lsokolova74@mail.ru*

*В.Н. Кулишов*³, *Vsevolod.Kulishov@x5.ru*

*Г.В. Ткаченко*⁴, *info@inter-fresh.com*

*С.А. Масловский*¹, *maslowskij@rgau-msha.ru*

¹ ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

² ВНИИО – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», дер. Верея, Раменский р-н, Московская обл., Россия

³ X5 Group, Москва, Россия

⁴ ООО Артерия Интер Фреш, Московская область, Ленинский район, Видное, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по использованию полимерных упаковок при хранении плодов авокадо на этапе розничной торговли. В качестве объекта исследований были взяты плоды сорта Хаас, импортируемые из ЮАР. Схема опыта включала 3 варианта упаковок – без упаковки, упаковка в пленку FlowPack и МА/МН и 3 варианта условий хранения – холодильное, при температуре 4–5 °С и относительной влажности воздуха 93...94 %, в зоне приемки распределительного центра при температуре 8...18 °С и относительной влажности воздуха 57 % и в отапливаемом помещении с температурой 20–21 °С и относительной влажностью воздуха 70 %, моделирующих различные зоны предприятий розничной торговой сети. Продолжительность опытного хранения составляла 9 суток. Оценку сохраняемости проводили на основании величины убыли массы продукции, анализа пораженности плодов патогенами. Анализ убыли массы плодов в процессе хранения показал, что при всех условиях наиболее эффективным является применение упаковки МА/МН, которая обеспечила величину убыли массы продукции 0,11 % при холодильном хранении, 0,57 % в неохлаждаемых условиях и 0,85 % в отапливаемом помещении, что свидетельствует о возможности хранения данного вида продукции в течение заявленного срока в условиях предприятий розничной торговли. Менее эффективно применение упаковки FlowPack, обеспечивающей возможность хранения в отапливаемом помещении до 8 суток против 4 суток без упаковки в тех же условиях. Упаковка МА/МН способствует подавлению развития патогенных микроорганизмов по сравнению с контролем и упаковкой FlowPack, оказывая влияние на видовой состав микрофлоры. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование пленки МА/МН для потребительской упаковки плодов авокадо с целью продления сроков хранения на этапе оптовой и розничной реализации.

Ключевые слова: авокадо, хранение, упаковка, пленка, модифицированная атмосфера, патоконкомплекс

Для цитирования: Влияние различных видов полимерных упаковок на сохраняемость плодов авокадо при их реализации в розничной торговой сети / Н.А. Карпова, Л.М. Соколова, В.Н. Кулишов и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2023. Т. 11, № 2. С. 65–73. DOI: 10.14529/food230208

Original article
DOI: 10.14529/food230208

INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF POLYMER PACKAGINGS ON THE STORAGE OF AVOCADO FRUITS DURING THEIR SALES IN THE RETAIL TRADE NETWORK

N.A. Karpova¹, *n.karpova@rgau-msha.ru*
L.M. Sokolova², *lsokolova74@mail.ru*
V.N. Kulishov³, *Vsevolod.Kulishov@x5.ru*
G.V. Tkachenko⁴, *info@inter-fresh.com*
S.A. Maslovsky¹, *maslowskij@rgau-msha.ru*

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

² VNIIO – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Center for Vegetable Growing”, pos. Vereya, Ramensky district, Moscow region, Russia

³ X5 Group, Moscow, Russia

⁴ Arteria Inter Fresh LLC, Moscow region, Leninsky district, Vidnoe, Russia

Abstract. The paper presents the results of research on the use of polymer packaging in the storage of avocado fruits at the retail stage. The fruits of the Haas variety imported from South Africa were taken as the object of research. The scheme of the experiment included 3 packaging options – without packaging, packaging in FlowPack films and modified atmosphere and humidity MA/MH, and 3 storage conditions – refrigerating, at a temperature of 4–5 °C and relative humidity 93...94 %, in the receiving area of the distribution center at a temperature of 8...18 °C and relative humidity 57 % and in a heated room with a temperature of 20–21 °C and a relative humidity of 70 %, simulating various zones of retail chain enterprises. The duration of experimental storage was 9 days. The preservation assessment was carried out according to product weight loss amount, the analysis of the infestation of fruits with pathogens. Analysis of the loss of fruit weight during storage showed that under all conditions, the most effective is the use of packaging MA / MH, which provided a loss of product weight of 0.11 % in cold storage, 0.57 % in uncooled conditions and 0.85 % in a heated room, which indicates the possibility of storing this type of product during the stated period in retail trade enterprises conditions. Less effective is the use of FlowPack packaging, which provides the possibility of storage in a heated room for up to 8 days versus 4 days without packaging under the same conditions. Packaging MA/MH contributes to the suppression of the development of pathogenic microorganisms in comparison with the control and packaging of FlowPack, affecting the species composition of the microflora. The results obtained allow us to recommend the use of the MA/MN film for consumer packaging of avocado fruits in order to extend the storage life at the stage of wholesale and retail sales.

Keywords: avocado, storage, packaging, film, modified atmosphere, pathocomplex

For citation: Karpova N.A., Sokolova L.M., Kulishov V.N., Tkachenko G.V., Maslovsky S.A. Influence of different types of polymer packagings on the storage of avocado fruits during their sales in the retail trade network. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2023, vol. 11, no. 2, pp. 65–73. (In Russ.) DOI: 10.14529/food230208

Введение

Авокадо (*Persea americana Mill*) – широко распространенная плодовая культура, возделываемая в субтропических и тропических регионах. Наиболее крупными центрами ее культивирования являются Центральная и Южная Америка, на долю которых приходится 60 и 17 % мирового производства плодов соответственно. Крупнейшими производителе-

лями авокадо являются Мексика, США, Доминиканская Республика, Индонезия и Бразилия. В Российскую Федерацию данная продукция поставляется главным образом из Израиля, Испании, ЮАР и Кении [1].

Лежкость плодов авокадо обуславливается наличием у плодов климактерического периода и особенностями химического состава – высоким содержанием жиров. Высокое со-

держание мононенасыщенных жирных кислот и других физиологически активных соединений обуславливает и пищевую ценность плодов [2]. У плодов авокадо не выражена съемная стадия спелости – они могут находиться на дереве до 12 месяцев. Плоды имеют относительно короткий срок хранения и подвержены низкотемпературным повреждениям, которые проявляются в потемнении покровных тканей. В качестве приемов, направленных на повышение сохраняемости плодов, следует рассматривать применение контролируемой атмосферы и обработку препаратом 1-MCP (SmartFreshSM) [3].

Значительная часть жизненного цикла данной продукции приходится на транспортировку, продолжительность которой составляет 14–28 суток [4], оптовую и розничную реализацию. С учетом того, что температурно-влажностные режимы на этих этапах не всегда соответствуют оптимальным параметрам, существует риск снижения товарности и порчи продукции.

Исследования по разработке приемов, направленных на повышение сохраняемости плодов авокадо, ведутся как в зарубежных странах, так и в Российской Федерации. Результаты исследований Ндонхо А Боторо Эрве Орельен [5] на примере авокадо сорта Фуэртэ доказано положительное влияние обработок биопрепаратами Агрохит, Экстрасол-90, ХАН-8, повышающих устойчивость плодов к инфекционным заболеваниям. А. Magri и др. [6] с целью замедления процессов послеуборочного дозревания плодов и изменения их окраски рекомендуют обработку свежесобраных плодов растворами мелатонина и аскорбиновой кислоты, обладающих антиоксидантным действием.

Плоды авокадо в достаточно больших объемах импортируются в Российскую Федерацию. По данным Центра Агроаналитики [7] за последние 5 лет импорт авокадо вырос более чем в 4 раза, и по итогам 2021 г. РФ обновила очередной рекорд импорта – 54 тыс. т. Поставка данного вида продукции осуществляется в транспортной таре и в распределительном центре осуществляется ее перефасовка в потребительскую упаковку. Свойства упаковочного материала способны оказывать влияние на состав внутренней атмосферы и соответственно способствовать продлению срока хранения продукции на этапе ее оптовой и розничной реализации. Одним из спо-

собов продления срока хранения данной продукции является применение пленок, обладающих газоселективным эффектом и создающих эффект модифицированной атмосферы [8, 9]. Положительное влияние модифицированной атмосферы на сохраняемость плодово-ягодной и овощной продукции было отмечено в работах В.А. Гудковского и др. [10], С.Ю. Бузуверова, Н.В. Постникова [11], Н.С. Шишкиной [12] Т.А. Сидоренко [13], Д.А. Салминой [14].

Использование газоселективных упаковок при хранении плодов и овощей является одним из элементов технологии Extend, эффективность которой подтверждена многолетней мировой практикой. Определенный интерес представляет возможность применения данной технологии при хранении плодов авокадо на этапе их реализации, когда условия окружающей среды не соответствуют оптимальным параметрам для данной продукции. С целью отработки данного технологического элемента в 2022 г. был заложен опыт в производственных условиях ПЦ «Богородский» компании X5 Retail Group.

Целью исследований являлась оценка различных видов полимерных упаковок на сохраняемость плодов авокадо при их кратковременном хранении. Планируемый срок хранения продукции составлял 9 суток (с 30.05 по 08.06.2022 г.), что соответствует продолжительности жизненного цикла данной продукции на этапе ее оптовой и розничной реализации.

Оценка сохраняемости плодов авокадо проводилась по следующим показателям:

- динамика естественной убыли массы плодов при хранении, с определением ее предельной величины, при которой наблюдается подвядание плодов;
- проявление микробиологических заболеваний в процессе хранения продукции.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования был взят сорт авокадо Хаас, импортированный из ЮАР. Опыт включал в себя 3 варианта: без упаковки (контроль), упаковка в пленку FlowPack и упаковка в пленку модифицируемой атмосферы и влажности (МА/МН) при формировании потребительской упаковки продукта.

Пленка FlowPack марки HGOL – полипропиленовая, двухосноориентированная, толщиной 35 мкм со сквозной перфорацией.

Пленка модифицированной атмосферы и влажности (МА/МН) Xgo flowpack BOPP, производства израильской компании StePac, представляет собой газоселективный полимерный упаковочный материал с толщиной пленки 30 микрон.

Для проведения исследований формировались потребительские упаковки из двух плодов на картонной подложке.

Опытное хранение осуществлялось при 3 режимах – холодильное хранение при температуре 4–5 °С и влажности 93–94 % (режим 1), хранение в зоне приемки распределительного центра, где температура колебалась от 8 до 18 °С (режим 2) и влажности воздуха 57 %, и в помещении с температурой 20–21 °С и влажностью 70 % (режим 3). Таким образом, моделировались условия хранения в холодильнике, подсобном помещении и торговом зале магазина.

При проведении исследований использовали общепринятые методы закладки продукции на опытное хранение и фитопатологические методы.

Учет убыли массы проводили путем ежедневного контроля изменения массы упаковочных единиц в 4-х повторностях с расчётом доверительного интервала для каждого значения.

Фитопатологические исследования проводились на базе ВНИИ овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО. С этой целью были отобраны образцы после холодильного хранения (режим 1).

Оценка родового состава возбудителей осуществлялась методами смыва и раскладки пораженной ткани на питательную среду Чапека согласно методике, разработанной Л.М. Соколовой [15].

У плодов без видимых поражений болезнями проводили идентификацию двумя методами – раскладка и смыв микрофлоры, у пораженных плодов – идентификацию микромицетов проводили методом раскладки пораженных частей плодов.

При определении видового состава патогенного комплекса методом раскладки у предварительно вымытых плодов скальпелем вырезали кусочки ткани на границе зоны поражения и помещали их в чашки Петри на среду Чапека

При идентификации микрофлоры методом смыва плоды мелко нарезали, далее помещали в лабораторный стакан и встряхивали на «Вортекс» в течение 15 минут. После чего

полученную суспензию шпателем Дригальского распределяли по поверхности питательной среды.

После чего все чашки Петри размещали в термостате и инкубировали при температуре +23...+25 °С в течение 5 суток.

Микроскопирование выросшего мицелия проводили на 5-е сутки при помощи микроскопа «Биомед-6» при увеличении 40/0.65 (160/0.17). Идентификацию выросшего мицелия после раскладки и смывов проводили по «Определителю патогенных и условно патогенных грибов» [16].

Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием MS Excel.

Результаты и обсуждение

Естественная убыль массы является интегрированным показателем, характеризующим интенсивность испарения влаги хранящейся продукции и расхода сухого вещества на ее дыхание. Полученные результаты показали эффективность применения пленочных упаковочных материалов на ее динамику (табл. 1).

В ходе опытов было установлено, что температура хранения и вид упаковки в равной степени оказывают влияние на динамику убыли масс плодов авокадо при хранении. Хранение плодов в условиях холодильника обеспечивало минимальную убыль массы, даже на контроле, которая через 9 суток хранения составила 1,17 %. Контролируемая влажность в помещении способствовала снижению темпов испарения влаги с поверхности плодов, а пониженная температура – уменьшению интенсивности дыхания. Применение полимерных упаковок замедляло испарение влаги, что в свою очередь проявилось в уменьшении величины убыли массы по сравнению с контролем – 0,28 % в упаковке FlowPack и 0,11 % в упаковке МА/МН.

При хранении в условиях неотопливаемых и отопливаемых складских помещений (режимы 2 и 3) величина убыли массы как на контроле, так и по опытным вариантам возрастала. По истечении 9 суток хранения в неохлаждаемом помещении значение данного показателя на контрольном варианте составляло 5,12 %, на опытных – 1,81 и 0,57 %, в то время как величина убыли массы контрольного варианта в отопливаемом помещении достигала 9,5 %, а опытных образцов – 3,27 и 0,85 % соответственно вариантам упаковок.

Таблица 1
Динамика убыли массы при хранении плодов авокадо при использовании различных упаковок

Вариант	Продолжительность хранения, сутки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Режим 1									
Контроль	0,11 ± 0,010	0,23 ± 0,017	0,39 ± 0,021	0,52 ± 0,036	0,65 ± 0,038	0,82 ± 0,048	0,95 ± 0,054	1,08 ± 0,063	1,17 ± 0,069
FlowPack	0,03 ± 0,009	0,06 ± 0,003	0,10 ± 0,012	0,13 ± 0,012	0,17 ± 0,014	0,20 ± 0,013	0,24 ± 0,012	0,26 ± 0,016	0,28 ± 0,016
МА/МН	0,01 ± 0,004	0,01 ± 0,007	0,04 ± 0,011	0,05 ± 0,012	0,07 ± 0,012	0,08 ± 0,015	0,10 ± 0,016	0,10 ± 0,022	0,11 ± 0,019
Режим 2									
Контроль	0,32 ± 0,012	0,72 ± 0,031	1,32 ± 0,045	2,02 ± 0,077	2,55 ± 0,097	3,30 ± 0,124	3,393 ± 0,144	4,69 ± 0,173	5,12 ± 0,183
FlowPack	0,11 ± 0,019	0,26 ± 0,052	0,47 ± 0,086	0,67 ± 0,120	0,88 ± 0,140	1,13 ± 0,168	1,38 ± 0,160	1,66 ± 0,193	1,81 ± 0,192
МА/МН	0,03 ± 0,013	0,07 ± 0,017	0,16 ± 0,035	0,18 ± 0,048	0,29 ± 0,060	0,37 ± 0,073	0,45 ± 0,080	0,53 ± 0,094	0,57 ± 0,100
Режим 3									
Контроль	0,65 ± 0,038	1,56 ± 0,089	2,68 ± 0,152	3,99 ± 0,212	5,03 ± 0,267	6,40 ± 0,330	7,59 ± 0,383	8,84 ± 0,462	9,50 ± 0,497
FlowPack	0,22 ± 0,011	0,51 ± 0,027	0,96 ± 0,060	1,44 ± 0,097	1,82 ± 0,108	2,29 ± 0,118	2,67 ± 0,137	3,05 ± 0,166	3,27 ± 0,171
МА/МН	0,05 ± 0,021	0,13 ± 0,040	0,25 ± 0,058	0,36 ± 0,070	0,46 ± 0,092	0,59 ± 0,134	0,70 ± 0,148	0,79 ± 0,164	0,85 ± 0,180

Из представленной таблицы следует, что влияние упаковки независимо от условий хранения начало проявляться уже через первые сутки хранения. Наибольший эффект отмечался при хранении плодов в условиях, отличных от оптимальных. В качестве предельной величины убыли массы, при которой наблюдалось снижение качества плодов (начальная стадия их подвядания), было отмечено значение 3 %. При хранении неупакованных плодов в условиях неотопляемого помещения это значение отмечалось через 6 суток хранения, в отопляемых – через 3 суток. При использовании упаковки FlowPack в отопляемом помещении данное значение убыли массы на контроле наблюдалось через 8 суток хранения. Использование пленок МА/МН позволяло сохранить свежесть плодов и препятствовало их подвяданию в течение всего периода хранения.

Анализируя динамику изменения весовых потерь плодов авокадо, были рассчитаны уравнения линейных зависимостей, характеризующих величину изменения массы плодов в зависимости от продолжительности хранения (табл. 2).

Хранение плодов авокадо при температурном режиме, отличном от оптимального для данного вида продукции, а также повышенная влажность среды в упаковках могли послужить предпосылкой для развития грибных и бактериальных болезней. Для оценки фитопатологического состояния плодов с признаками и без признаков поражения грибными и бактериальными заболеваниями проводился визуальный осмотр с описанием и *in vitro* анализ патоконтекста возбудителей до и после их хранения.

У пораженных плодов визуально отмечались признаки поражения антракнозом (*Colletrichium gleosporiodes* Sacc), в виде округлых черных вдавленных пятен, размягчения мякоти, на некоторых плодоножках отмечался белый мицелий и запах, характерный для бактериальных гнилей. Внутри плода наблюдались темные полосы.

Здоровые образцы имели плотную мякоть, без видимых повреждений снаружи и внутри. У одного из плодов у основания плодоножки было единичное пятно, с этого плода была сделана раскладка.

Таблица 2
Зависимость естественной убыли массы плодов авокадо от продолжительности хранения

Вариант	Уравнение линейной зависимости весовых потерь от продолжительности хранения
Режим 1	
Контроль	$y = 0,1355x - 0,1534$
FlowPack	$y = 0,0326x - 0,0345$
МА/МН	$y = 0,0133x - 0,0164$
Режим 2	
Контроль	$y = 0,6009x - 0,908$
FlowPack	$y = 0,2118x - 0,3265$
МА/МН	$y = 0,068x - 0,1033$
Режим 3	
Контроль	$y = 0,4014x - 0,2031$
FlowPack	$y = 0,1355x - 0,1534$
МА/МН	$y = 0,1055x - 0,0631$

Перед закладкой на хранение была сделана раскладка для более точной идентификации патогенов после описания внешних признаков поражения плодов. В результате на 5 сутки на раскладке были выявлены следующие патогены: *Pythium*, *Fusarium*, *Alternaria* и бактериоз, который сопровождался поражением грибом *Acremonium*.

Таким образом, по результатам фитопатологического анализа можно сделать вывод о том, что на плодах перед закладкой на хранение присутствуют патогенные микроорганизмы, способные вызвать развитие болезней в процессе хранения.

После 9 суток холодильного хранения (режим 1) на разрезе плодов, хранившихся без упаковки, были выявлены темные прожилки.

Это физиологическое расстройство, обусловленное окислением фенольных соединений под действием фермента полифенолоксидаза. У отдельных плодов в ложе косточки имелся темный налет. На поверхности плода признаков болезней выявлено не было.

У плодов, хранившихся в упаковке FlowPack, наблюдалось размягчение мякоти, и на единичных экземплярах у плодоножки был отмечен бело-серый мицелий.

Наилучшие результаты наблюдались при использовании упаковки МА/МН. Отмечено размягчение плодов, обусловленное их послеуборочным дозреванием, визуальные признаки их микробиологической порчи не выявлены.

После описания визуальных характеристик плодов после хранения проведена раскладка пораженных частей плода на питательную среду Чапека и смывы микрофлоры с непораженных плодов на ту же питательную среду (табл. 3).

В образцах авокадо, хранившихся без упаковки в зоне прикрепления плодоножки были выделены патогены родов *Alternaria* и *Penicillium* – одни из наиболее широко распространенных в мире родов грибов, представители которых обнаруживаются в самых различных местах, в том числе на растениях, в воздухе, в помещениях, на пищевых продуктах. С эколого-трофической точки зрения виды рода – сапротрофы и слабые паразиты растений.

На варианте с упаковкой FlowPack как при раскладке, так и в смывах были выделены *Penicillium* и выявлен бактериоз. Ограниченный влагообмен в такой упаковке следует рассматривать как первопричину возникновения на плодах бактериальных гнилей, что и проявилось при фитопатологическом анализе.

Таблица 3
Влияние вида упаковки на развитие патоконлекса плодов авокадо при холодильном хранении

Варианты раскладки/смыва	Перечень патогенов		
	Без упаковки	FlowPack	МА/МН
1 чашка раскладка	<i>Penicillium</i>	<i>Penicillium</i> , бактериоз	<i>Alternaria</i> – единично
2 чашка раскладка	<i>Alternaria</i>	–	–
3 чашка раскладка	<i>Alternaria</i>	–	–
1 чашка смыв	–	<i>Penicillium</i> , бактериоз	<i>Mucor</i> – преобладает
2 чашка смыв	–	<i>Penicillium</i> , бактериоз	–

На плодах, хранившихся с использованием упаковки МА/МН, на раскладке были выделены единичные возбудители *Alternaria*, в смыве преобладал *Mucor* – патоген, развивающийся на продуктах питания и органических остатках.

Таким образом, упаковку МА/МН следует признать предпочтительной с точки зрения обеспечения фитосанитарного состояния продукции авокадо при ее хранении.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что с целью увеличения срока хранения плодов авокадо в условиях розничной торговой сети рекомендуется применение потребительской упаковки с использованием пленки МА/МН, обеспечивающей их сохраняемость в неоптимальных температурно-влажностных условиях до 10 суток, и существенно снижающих развитие патогенной микрофлоры.

Список литературы

1. Ларина Т. Тропические и субтропические плоды. М.: ДеЛи принт, 2002. 254 с.
2. Seymour G.B., Taylor J.E., and Tucker G.A. Biochemistry of Fruit Ripening. London: Chapman & Hall, 1993. ISBN: 978-94-011-1584-1
3. Yahia E.M., Woolf A.B. Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits // Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2011. P. 125–185. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.125>
4. Николаева А.В., Горбунов П.А. Анализ показателей качества экзотических плодов в условиях продовольственного рынка Г. Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4(28). С. 52–57. EDN ZZDKXB.
5. Ндонхо А Боторо Эрве Орельен. Исследование физиолого-биохимических процессов при хранении плодов авокадо, обработанных биопрепаратами: специальность 05.18.07 «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ»: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2005. 16 с. EDN NIKUTJ.
6. Magri A. Effects of Ascorbic Acid and Melatonin Treatments on Antioxidant System in Fresh-Cut Avocado Fruits During Cold Storage / A. Magri, D. Cice, G. Capriolo, M. Petriccione // Food and Bioprocess Technology. 2022. V. 15. P. 2468–2482. DOI 10.1007/s11947-022-02892-3
7. Дайджест «Плодоовощная продукция» [Электронный ресурс]. URL: <https://spec-agro.ru/analytics/202202/daydzhest-plodoovoschnaya-produkciya-proizvodstvo-teplichnykh-ovoschey-v-rossii-s> (дата обращения 24.01.2023).
8. Паньковский Г.А. Дышащая пленочная упаковка для свежих овощей и фруктов // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. 2004. № 1. С. 250. EDN HVGMAX.
9. Гольдаде В.А. Современные тенденции развития полимерной пленочной упаковки // Полимерные материалы и технологии. 2015. Т. 1, № 1. С. 63–70. EDN TYLTCTY.
10. Современные технологии хранения плодов, ягод и овощей / В.А. Гудковский, Л.В. Кожина, А.Е. Балакирев [и др.] // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. Ч. II. С. 116–125. EDN YPCCRV.
11. Бузоверов С.Ю., Постникова Н.В. Перспективы использования модифицированных газовых сред в процессе хранения пищевых продуктов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 2(100). С. 106–109. EDN PWPVNN.
12. Шишкина Н.С. Совершенствование технологии хранения плодоовощной продукции // Холодильная техника. 2015. № 7. С. 49–55. EDN UAXWJZ.
13. Сидоренко Т.А. Краткосрочное хранение плодов вишни в пакетах фирмы «Стерас» при пониженных температурах // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. 2009. № 2. С. 497. EDN KJBEBJ.

14. Салмина Д.А. Использование газоселективных полимерных материалов при хранении корневого цикория // Сборник трудов приуроченных к 74-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 200-летию со дня рождения П.А. Ильенкова. – Москва: РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. С. 194–196. EDN PHPYWP.

15. Соколова Л.М. Система комплексного применения селекционно-иммунологических методов для создания сортов и гибридов моркови столовой с групповой устойчивостью к *Alternaria* sp. и *Fusarium* sp. Методические рекомендации. Москва, 2022. С. 56. EDN JVDKVS.

16. Саттон Д., Фоттергил М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2021. 486 с.

References

1. Larina T. Tropicheskie i subtropicheskie plody [Tropical and subtropical fruits]. Moscow, 2002. 254 p.

2. Seymour G.B., Taylor J.E., and Tucker G.A. *Biochemistry of Fruit Ripening*. London: Chapman & Hall, 1993. ISBN: 978-94-011-1584-1

3. Yahia E.M., Woolf A.B. Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 2011, pp. 125–185. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.125>

4. Nikolaeva A.V., Gorbunov P.A. Analysis of the quality indicators of exotic fruits in the food market of Nizhny Novgorod. *Vestnik Nizhegorodskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy], 2020, no. 4(28), pp. 52–57. (In Russ.) EDN ZZDKXB.

5. Ndonkho A Botoro Erve Ore'len. *Issledovanie fiziologo-biokhimicheskikh protsessov pri khranении plodov avokado, obrabotannykh biopreparatami* [Study of physiological and biochemical processes during storage of avocado fruits treated with biological preparations: abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences]. Sankt-Peterburg, 2005. 16 p. EDN NIKUTJ.

6. Magri A., Cice D., Capriolo G., Petriccione M. Effects of Ascorbic Acid and Melatonin Treatments on Antioxidant System in Fresh-Cut Avocado Fruits During Cold Storage. *Food and Bioprocess Technology*, 2022, vol. 15, pp. 2468–2482. DOI 10.1007/s11947-022-02892-3

7. *Daydzhest «Plodoovoshchnaya produkcija»* [Digest “Fruit and vegetable products”]. URL: <https://specagro.ru/analytics/202202/daydzhest-plodoovoshchnaya-produkciya-proizvodstvo-teplichnykh-ovoschey-v-rossii-s> (accessed: 24.01.2023).

8. Pan'kovskiy G.A. Breathable film packaging for fresh vegetables and fruits. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyy zhurnal* [Food and processing industry. Abstract journal], 2004, no. 1, p. 250. (In Russ.) EDN HBGMAX.

9. Gol'dade V.A. Modern trends in the development of polymer film packaging. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer materials and technologies], 2015, vol. 1, no. 1, pp. 63–70. (In Russ.) EDN TYLTCY.

10. Gudkovskiy V.A., Kozhina L.V., Balakirev A.E. et al. *Proizvodstvo i pererabotka sel'skokhozyaystvennoy produkcii: menedzhment kachestva i bezopasnosti* [Production and processing of agricultural products: quality and safety management: Materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 25th anniversary of the Faculty of Technology and Commodity Science of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I]. Voronezh, 2018, Pt. II, pp. 116–125. (In Russ.) EDN YPCCRV.

11. Buzoverov S.Yu., Postnikova N.V. Prospects for the use of modified gas media in the process of food storage. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2013, no. 2(100), pp. 106–109. (In Russ.) EDN PWPVNN.

12. Shishkina N.S. Improving the technology of storing fruits and vegetables. *Kholodil'naya tekhnika* [Refrigeration technology], 2015, no. 7, pp. 49–55. (In Russ.) EDN UAXWJZ.

13. Sidorenko T.A. Short-term storage of cherry fruits in Stepac bags at low temperatures. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyy zhurnal* [Food and processing industry. Abstract journal], 2009, no. 2, p. 497. (In Russ.) EDN KJBEBJ.

14. Salmina D.A. The use of gas-selective polymeric materials in the storage of root chicory. *Sbornik trudov priurochennykh k 74-y Vserossiyskoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 200-letiyu so dnya rozhdeniya P.A. Il'enkova* [Collection of works dedicated to the 74th All-Russian Student Scientific and Practical Conference dedicated to the 200th anniversary of the birth of P.A. Ilyenkov]. Moscow, 2021, pp. 194–196. (In Russ.) EDN PHPYWP.

15. Sokolova L.M. *Sistema kompleksnogo primeneniya selektsionno-immunologicheskikh metodov dlya sozdaniya sortov i gibridov morkovi stolovoy s gruppovoy ustoychivost'yu k Alternaria sp. i Fusarium sp. Metodicheskie rekomendatsii* [The system of complex application of breeding and immunological methods for creating varieties and hybrids of table carrots with a group test for *Alternaria sp.* and *Fusarium sp.* Guidelines]. Moscow, 2022, p. 56. EDN JVDKVS.

16. Satton D., Fottergil M. *Opredelitel' patogennykh i uslovno patogennykh gribov* [Definition of pathogenic and conditionally pathogenic fungi]. Moscow, 2021. 486 p.

Информация об авторах

Карпова Наталья Александровна, ассистент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия, n.karpova@rgau-msha.ru

Соколова Любовь Михайловна, в.н.с. лаборатории селекции столовых корнеплодов и луков, доктор сельскохозяйственных наук, ВНИИО – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», дер. Веряя, Раменский р-н, Московская обл., Россия, lsokolova74@mail.ru

Кулешов Всеволод Николаевич, руководитель по развитию импорта, X5 Group, Москва, Россия, Vsevolod.Kulishov@x5.ru

Ткаченко Геннадий Витальевич, директор компании, ООО Артерия Интер Фреш, Московская область, Ленинский район, Видное, Россия, info@inter-fresh.com

Масловский Сергей Александрович, доцент кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия, maslowskij@rgau-msha.ru

Information about the authors

Natalya A. Karpova, Assistant of the Department of Processes and Apparatuses of Processing Industries, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, n.karpova@rgau-msha.ru

Lyubov M. Sokolova, leading researcher laboratory of selection of table roots and onions, doctor of agricultural sciences, VNIIO – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Center for Vegetable Growing”, pos. Vereya, Ramensky district, Moscow region, Russia, lsokolova74@mail.ru

Vsevolod N. Kulishov, Import development Manager, X5 Group, Moscow, Russia, Vsevolod.Kulishov@x5.ru

Gennady V. Tkachenko, director, Arteria Inter Fresh LLC, Moscow region, Leninsky district, Vidnoe, Russia, info@inter-fresh.com

Sergey A. Maslovsky, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Fruit and Vegetable and Crop Products, Candidate of Agricultural Sciences, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, maslowskij@rgau-msha.ru

Статья поступила в редакцию 07.02.2023

The article was submitted 07.02.2023