

Влияние ингибитора этилена «Фитомаг» на качество баклажан технической степени зрелости при хранении

ВНИИООБ — филиала ФГБНУ
«ПАФНЦ РАН», г. Камызяк,
Российская Федерация

А. В. Гулин, В. А. Мачулкина, О. П. Кигашпаева, Л. П. Лаврова

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Ольга Петровна Кигашпаева
E-mail: okigashpaeva@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Гулин, А. В., Мачулкина, В. А., Кигашпаева, О. П., & Лаврова, Л. П. (2024). Влияние ингибитора этилена «Фитомаг» на качество баклажан технической степени зрелости при хранении. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 32(3), 144-153. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.3.422>

ПОСТУПИЛА: 14.02.2024

ДОРАБОТАНА: 17.08.2024

ПРИНЯТА: 15.09.2024

ОПУБЛИКОВАНА: 30.09.2024

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение: Проблема сохранения плодов различных культур всегда актуальна. Рост потребления баклажанов стимулирует поиск эффективных методов их хранения. В условиях повышенного спроса важно минимизировать потери качества при длительной транспортировке и хранении. Одним из перспективных решений является использование ингибитора этилена «Фитомаг». Препарат замедляет старение плодов и сохраняет их свежесть. Изучение воздействия препарата «Фитомаг» на сохранение качества баклажанов технической зрелости ранее не изучалось.

Цель: изучить влияние ингибитора этилена «Фитомаг» на сохранение качества и снижение убыли массы плодов при хранении.

Материалы и методы: Объектами исследования явились плоды сортов баклажан селекции ВНИИООБ — филиала ФГБНУ ПАФНЦ РАН - Черный цилиндр, Сиреневый, Алмазный и Лебединый технической степени созревания, выращенные на опытном поле в открытом грунте, ингибитор этилена «Фитомаг». Исследования проводили в 2020–2022 годах. В качестве оборудования использовали хранилище с естественным температурно — влажностным режимом и герметически укупоренная пластмассовая емкость. Инструментом служили весы и шприц медицинский 1,5 мм. Подготовленные плоды закладывали на хранение в емкость 50 литров и обрабатывали 3 % раствором NaOH.

Результаты: Проведенные исследования показали, что обработка плодов баклажан ингибитором этилена «Фитомаг» на основе раствора 3 % NaOH в количестве 1,5 мл на 50 литров объема позволило, независимо от сорта, снизить убыль массы в 1,2–1,3 раза и повысить качество плодов по сравнению с контролем. Наиболее высокие показатели были у сорта Алмазный. В данном сорте содержание основных химических веществ, как в контроле, так и с обработкой была выше остальных изучаемых сортов. Обработка препаратом «Фитомаг» после шести суток хранения позволила повысить качество плодов баклажан по сравнению с контролем: сорта Черный цилиндр — в 1,3 раза, Сиреневый — в 1,3 раза, Алмазный — 1,8 раза и у сорта Лебединый — в 1,2 раза.

Выводы: Применение ингибитора этилена «Фитомаг», свидетельствует о возможности его использования для повышения качества плодов в процессе хранения баклажан..

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

баклажан; методы хранения; ингибитор этилена; Фитомаг; сохранение качества; снижение потери массы; стадия технической зрелости; старение плодов; экспериментальное исследование; сравнение сортов

The Influence of the Ethylene Inhibitor "Fitomag" on the Quality of Eggplants of Technical Maturity During Storage

VNIIOGB – branch of the Federal State Budget Scientific Institution "PAFSC RAS", Kamzyak, Russian Federation

Alexander V. Gulin, Vera A. Machulkina, Olga P. Kigashpayeva, Larisa P. Lavrova

CORRESPONDENCE:

Olga P. Kigashpayeva

E-mail: okigashpaeva@mail.ru

FOR CITATIONS:

Gulin A.V., Machulkina V.A., Kigashpayeva O.P., Lavrova L.P. The Influence of the Ethylene Inhibitor "Fitomag" on the Quality of Eggplants of Technical Maturity during Storage. *Storage and Processing of Farm Products*. 2024;32(3). <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.3.422>

RECEIVED: 14.02.2024

REVISED: 17.08.2024

ACCEPTED: 15.09.2024

PUBLISHED: 30.09.2024

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Introduction: The issue of preserving various crops is always relevant. The increasing consumption of eggplants stimulates the search for their effective storage methods. Given high demand, it is crucial to minimize quality loss during prolonged transportation and storage. One promising solution is to use the ethylene inhibitor "Fitomag". This preparation slows down the aging of fruits and maintains their freshness. The impact of "Fitomag" on preserving the quality of eggplants at the technical maturity stage has not been previously studied.

Purpose: To study the impact of the ethylene inhibitor "Fitomag" on maintaining quality and reducing mass loss of fruits during storage.

Materials and Methods: The objects of study were the fruits of eggplant varieties selected by the All-Russian Research Institute of Irrigated Vegetable and Melon Growing – Black cylinder, Lilac, Diamond and Swan of technical maturity grown in the experimental field of the Institute in the open ground, and the ethylene inhibitor "Fitomag". The research was carried out in 2020–2022. Storage with a natural temperature and humidity regime and a hermetically sealed plastic container were used as equipment. The instruments were a scale and a 1.5 mm medical syringe. The prepared fruits were stored in a 50-liter container and treated with a 3 % NaOH solution.

Results: Studies have shown that the treatment of eggplant fruits with the ethylene inhibitor "Fitomag" based on a solution of 3 % NaOH in the amount of 1.5 ml per 50 liters of volume allowed, regardless of the variety, to reduce weight loss by 1.2–1.3 times and improve the quality of fruits compared to the control. The Diamond variety had the highest rates. In this variety, the content of the main chemicals, both in control and with treatment, was higher than the rest of the studied varieties. Treatment with the preparation "Fitomag" after six days of storage allowed to improve the quality of eggplant fruits in comparison with the control: varieties Black cylinder – 1.3 times, Lilac – 1.3 times, Diamond – 1.8 times and the Swan variety – 1.2 times.

Conclusion: The use of the ethylene inhibitor "Fitomag" indicates the possibility of its utilization to improve the quality of fruits during the storage of eggplants.

KEYWORDS

eggplant; storage methods; ethylene inhibitor; Fitomag; quality preservation; mass loss reduction; technical maturity stage; fruit aging; experimental study; variety comparison

ВВЕДЕНИЕ

В рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы ставится задача обеспечения стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции за счет внедрения новых отечественных сортов и повышения качества производимого сырья на этапах его хранения. Цель программы — создание условий для развития научно-технической деятельности, которая позволит повысить независимость и конкурентоспособность отечественного агропромышленного комплекса.

Астраханская область является одной из лидирующих в производстве овощебахчевой продукции, что обусловлено благоприятными климатическими условиями региона, позволяющими выращивать разнообразные культуры, такие как томаты, перец, баклажаны, огурцы, арбузы и дыни (Агроклиматические ресурсы астраханской области, 1974). Развитие агропромышленного комплекса в регионе считается одним из приоритетных направлений, так как оно играет важную роль в социально-экономическом развитии области и способствует укреплению продовольственной безопасности страны (Иванова, 2015). Комплексные меры по модернизации агропромышленного комплекса обеспечивают устойчивое развитие сектора и повышают его конкурентоспособность (Гудковский, 2010; Иванова, 2016).

Одной из актуальных задач является сохранение качества продукции на протяжении длительного периода хранения. Современные методы хранения, такие как использование холода, регулируемых газовых сред и вакуума, позволяют продлить срок годности продукции, но часто оказываются экономически затратными и не всегда применимыми в широких масштабах (Мачулкина, 2020; Гудковский, 2010). Поэтому важным направлением исследований является поиск новых экономических способов хранения, которые обеспечивают сохранение качества продукции (Мачулкина, 2015).

Ключевую роль в этом процессе играет ингибирование биосинтеза этилена — газа, который участвует в процессах созревания и старения растений (Schaller & Binder, 2017). Этилен оказывает значительное влияние на сохранность сельскохозяйственной продукции, поэтому разработка и применение ингибиторов его синтеза являются

основой эффективных технологий хранения (Сутормина, 2014). Научные исследования подтвердили эффективность использования препаратов на основе 1-метилциклопропена (1-МЦП), который замедляет процессы старения и предотвращает преждевременное созревание плодов и овощей, и уменьшается поражаемость грибными заболеваниями (Blankenship & Dole, 2003; Sisler, 1996; Fan, 1999). Также исследования показали, что эффективность 1-МЦП зависит от сорта и условий хранения (Watkins, 2000).

В России был создан отечественный ингибитор этилена «Фитомаг», который разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом садоводства им. И.В. Мичурина и Российским химико-технологическим университетом им. Д.И. Менделеева (Гудковский, 2010). Применение этого препарата на различных плодах, таких как яблоки, алыча, персики, а также на овощах, включая томаты и перцы, показало его высокую эффективность в продлении сроков хранения (Гудковский & Акишин, 2016; Марцинкевич и соавт., 2018). Однако влияние ингибитора этилена «Фитомаг» на качественные показатели баклажанов технической степени зрелости изучается впервые.

Баклажаны представляют интерес благодаря своей текстуре и высокому содержанию питательных веществ. Их разнообразные способы переработки делают данную культуру перспективной для изучения с точки зрения продления сроков хранения. Применение ингибиторов этилена для баклажанов может позволить подобрать оптимальные условия хранения для этой культуры и увеличить срок ее годности (Martínez-Romero et al., 2007; Jin et al., 2011).

Цель исследования: определить влияние ингибитора этилена «Фитомаг» на качественные показатели плодов баклажан технической степени зрелости в процессе хранения.

Исследовательские вопросы:

- (1) Как ингибитор «Фитомаг» влияет на качество и продолжительность хранения свежих плодов баклажан?
- (2) Какие изменения биохимических показателей происходят при хранении и как они влияют на безопасность конечного продукта?

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Введение

Исследования по изучению влияния ингибитора этилена «Фитомаг» на изменение качества и естественной убыли в процессе хранения плодов новых сортов баклажан проводили в 2020–2022 годах. Объект исследований — растения баклажан (сорта: Алмазный, Сиреневый, Черный цилиндр, Лебединый). Предмет исследований — влияние препарата на хранение продукции (убыль массы, структура и биохимический состав товарной продукции). Объект исследований был выращен в 2020–2022 годах на опытном поле института в открытом грунте. Почва участка аллювиально-луговая, среднесуглинистая, среднезасоленная с содержанием гумуса в слое 0–20 см от 1,7 до 4,0 %, гидролизующего азота 80–140 мг/кг, подвижного фосфора 28–45 мг/кг, обменного калия 250–400 мг/кг. Метеорологические условия периода проведения исследования 2020–2022 гг. в целом были благоприятны для роста и развития растений баклажан. Климат резко континентальный с жарким, засушливым летом и малоснежной зимой. сумма годовых осадков составляет 155–195 мм, сумма активных температур воздуха составляет 3360–3565 °С. По средним многолетним данным заморозки прекращаются во II декаде апреля. Агротехника выполнения полевых работ общепринятая для зоны, включала в себя комплекс технологических операций по возделыванию овощных культур, изложенных и рекомендованных «Научно-обоснованной системой земледелия Астраханской области»¹ и «Астраханской индустриальной технологией возделывания овощных и пропашных культур»². Внесение минеральных удобрений: нитроаммофоска (16:16:16) — 500 кг/га в ф.в. Система полива — капельное орошение, оросительная норма 6600 м³/га.

Материалы

Плоды баклажан сортов селекции Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства в технической степени созревания Черный цилиндр, Сиреневый, Алмазный и Лебединый.

Оборудование

Хранилище с естественно сложившимся температурно-влажностным режимом, герметически укушенная пластмассовая емкость на 50 литров

Инструменты

Весы, шприц медицинский объемом 1,5 мм, ящики пластмассовые с крышкой объемом 50 литров.

Методы и инструменты

Изменение основных химических веществ определяли, как в день закладки опыта, так и в процессе дальнейшего хранения. Потери массы в процессе хранения определяли по формуле:

$$m = \frac{a-b}{a} \cdot 100\%,$$

где m — потери массы в %;
 a — масса сырья перед закладкой на хранение, кг;
 b — масса при снятии с хранения, кг.

Работа проводилась согласно общепринятым методикам: Медико-биологических требований и санитарных норм качества продовольственного сырья и пищевых продуктов³, Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности продуктов⁴.

Биохимический анализ плодов определяли: (а) массовая доля сахара — ГОСТ 8756.13–87, п.2;

¹ Чечнев, В. А., Федоров, Д. В., Иващенко, И. Н. (1983). Научно обоснованные системы земледелия Астраханской области. Волгоград: Нижне-Волжское кн. изд-во.

² Мин-во сельск. хоз-ва РСФСР. (1985). Астраханская индустриальная технология возделывания овощных и пропашных культур. М.: РоссельхозНОТ.

³ Медико-биологические требования и санитарные норм качества продовольственного сырья и пищевых продуктов (1990). Москва: Изд-во стандартов.

⁴ СанПиН 2.3.2.1078–01 (2001) Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности продуктов. Москва.

(б) массовая доля витамина С — ГОСТ 24556–89, п.2;
(в) содержание сухого вещества (Ермаков, 1987).

Анализ данных

Математическая обработка экспериментальных данных проводилась по Б.А. Доспехову (1989) с использованием программного продукта Microsoft Office Excel 2010. Опыт проводили в четырёхкратной повторности и полученные значения выражали как среднее значение 4-х измерений.

Процедура исследования

Для хранения отобрали плоды баклажан высшего сорта технической степени зрелости сортов Алмазный, Сиреневый, Черный цилиндр, Лебединый. При хранении использовали ингибитор этилена «Фитомаг» (1-метилциклопропен, 0,5 г/кг) в концентрации 1,5 мл/л на основе Na OH на 50 литров объема или на 10 кг продукции. Подготовленные для хранения плоды закладывали в емкость объемом 50 литров, затем подготавливали 3%-ный раствор NaOH. Медицинским шприцом отбирали 1,5 мл приготовленного раствора и путем прокалывания пробки пузырька с содержащимся в нем ингибитором этилена «Фитомаг» вводили раствор, тщательно взбалтывая, и помещали в емкость, быстро открывали пробку и сразу же герметично ёмкость и укупировали. Экспозиция выдерживания плодов в емкости 24 часа, далее пластиковую тару открывали, и обработанные плоды закладывали на хранение в естественно сложившихся условиях хранилища. За контроль брали плоды необработанные.

Температура воздуха в хранилище была установлена в пределах 18–20 °С, относительная влажность воздуха равнялась 55–78 % (конец августа — начало сентября). Пробы для химического анализа отбирали с каждого варианта согласно требованию ГОСТ Р 56822–2015 «Баклажаны свежие для промышленной переработки». К «стандарту» относили плоды без механических дефектов, не поврежденными вредителями и болезнями, без явных признаков увядания, к «не стандарту» относили плоды с признаками незначительного увядания, небольшими механическими повреждениями, потерями. К «отходу» относили плоды явными признаками увядания, загнившие, вялые.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования по выявлению влияния продолжительности хранения на качество и естественную убыль массы плодов баклажан с применением ингибитора этилена «Фитомаг» свидетельствуют, что качество и убыль массы плодов зависели помимо влияния препарата и от сорта. Баклажаны относятся к скоропортящимся овощам.

Данные Таблицы 1 свидетельствуют о том, что обработка плодов баклажан ингибитором этилена «Фитомаг» позволила замедлить увядание плодов. Разница в убыли массы была отмечена с первых суток хранения. Убыль массы, в зависимости от сорта, была выше в контроле в 1,2–1,3 раза по сравнению с обработанными плодами. Такая тенденция отмечена в процессе всего периода хранения.

Таблица 1

Влияние препарата «Фитомаг» на потери продукции при хранении сортов баклажанов, % (2020–2022 гг.)

Table 1

The effect of «Fitomag» preparation on the storage losses of eggplant varieties, % (2020–2022)

Сорт	Вариант	Продолжительность хранения, сутки					
		1	2	3	4	5	6
Черный цилиндр	контроль	1,51	3,00	3,94	4,16	5,55	6,63
	с обработкой	1,27	2,96	3,15	3,89	4,23	5,41
Сиреневый	контроль	1,94	3,88	4,85	5,55	9,80	11,3
	с обработкой	1,74	3,12	3,98	4,26	6,83	9,87
Алмазный	контроль	0,87	2,70	3,07	3,57	4,89	5,17
	с обработкой	0,68	1,98	2,43	2,89	3,67	4,13
Лебединый	контроль	1,94	3,61	3,98	4,85	6,97	7,74
	с обработкой	1,66	2,93	3,16	3,74	5,41	6,91

В процессе изучения убыли массы плодов в течение хранения было установлено и влияние сорта на убыль массы (Таблица 1). Убыль массы у сорта Сиреневый оказалась самой значительной в сравнении с другими сортами. Она варьировала в процессе хранения от 1,94 % (контроль) до 1,74 % (обработанные после суток хранения). Через шесть суток хранения убыль массы составила 11,3 % (контроль) и 9,87 % (обработанные). Низкая убыль мас-

сы, по сравнению с другими сортами в процессе всего периода хранения, была у сорта Алмазный. В зависимости от условий хранения в первые сутки она равнялась 0,87–0,68%, к концу хранения убыль массы составляла 5,17–4,13%. Два других сорта занимали промежуточное положение. Отсюда, применение ингибитора этилена «Фитомаг», независимо от сорта, позволяет сократить убыль массы плодов в 1,2–1,3 раза.

Помимо убыли массы при хранении большое значение имеет сохранность качества плодов. Качество плодов изменяется по мере их хранения (Мачулкина, 2020). Но благодаря кропотливой работе селекционеров института появилась возможность создать сорта баклажан, характеризующихся высоким качеством плодов при их хранении (Кигашпаева, 2016). Как следует из Таблицы 2, наиболее высокое качество плодов было отмечено у сорта Алмазный. После шести суток хранения отход составил в контроле 27,6%, что ниже, чем у других сортов в 1,6–1,8 раза. Обработка плодов перед закладкой на хранение ингибитором этилена «Фитомаг» позволило повысить качество плодов. Наименьшее количество отходов (загнившие, сильно увядшие) наблюдалось у сорта Алмазный. У других сортов количество отходов варьировало от 30,1 до 43,3% (Таблица 2).

Таблица 2

Влияние препарата «Фитомаг» на изменение товарной части продукции при хранении сортов баклажанов, % (2020–2022 гг.)

Таблица 2

The effect of «Fitomag» preparation on changes in the marketable portion of eggplant varieties during storage, % (2020–2022)

Сорт	Вариант	В день закладки опыта	После шести суток хранения		
			стандарт	нестандарт	отход
Черный цилиндр	контроль	100	30,9	22,3	46,8
	с обработкой	100	41,3	20,6	36,1
Сиреневый	контроль	100	29,6	27,3	43,1
	с обработкой	100	39,3	30,6	30,1
Алмазный	контроль	100	39,0	33,4	27,6
	с обработкой	100	70,4	23,1	6,5
Лебединый	контроль	100	37,9	12,3	49,8
	с обработкой	100	46,6	10,1	43,3
НСР ₀₅			4,5		

Ингибитор этилена «Фитомаг» помимо влияния на убыль массы и качество плодов при хранении изменял и содержание основных химических веществ. Из таблицы 3 видно, что наиболее высокое содержание сухих веществ было как до хранения, так и по окончании хранения у сорта Алмазный. Но надо отметить, что в процессе хранения в контроле во всех изучаемых сортах содержание сухих веществ повышалось по сравнению с плодами в день закладки опыта, а у обработанных плодов была ниже, чем в контроле (Таблица 3).

Таблица 3

Влияние препарата «Фитомаг» на изменение биохимического состава при хранении плодов сортов баклажанов, (2020–2022 гг.)

Table 3

The effect of «Phytomag» preparation on changes in the biochemical composition of eggplant varieties during storage, (2020–2022)

Сорт	Вариант	Продолжительность хранения, сутки	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг/%
Черный цилиндр	до хранения	0	7,08	2,30	3,20
	контроль	6	8,44	1,18	1,48
	с обработкой	6	7,96	1,33	1,60
Сиреневый	до хранения	0	7,32	2,89	2,80
	контроль	6	7,41	1,41	1,70
	с обработкой	6	7,24	1,53	1,0
Алмазный	до хранения	0	9,52	3,30	3,86
	контроль	6	9,80	1,83	2,30
	с обработкой	6	9,28	1,64	2,80
Лебединый	до хранения	0	7,32	2,36	2,60
	контроль	6	7,68	1,18	1,56
	с обработкой	6	7,56	1,24	1,90

Полученные нами экспериментальные данные указывают на значительную роль препарата «Фитомаг» в ингибировании выделения этилена и углекислого газа. Результаты наших исследований подтверждают выводы, полученные исследователями, в том числе на плодовых культурах (Марцинкевич и соавт., 2017), других овощных культурах: томат, перец (Швец & Козловский, 2002) скоропортящихся продуктов: плодов, ягод, овощей (Гудковский и соавт., 2012), дополняют их, так как с культурой баклажана данные исследования проводились только во Всероссийском НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Целью настоящего исследования было изучение влияния ингибитора этилена «Фитомаг» на сохранение качества и снижение убыли массы плодов баклажан технической степени зрелости при хранении. Обработка плодов баклажан препаратом «Фитомаг» позволила значительно улучшить их качество и снизить потерю массы при хранении по сравнению с контрольной группой. Полученные результаты в целом подтвердили предварительные ожидания, основанные на данных о применении ингибиторов этилена для других плодовоовощных культур (Гудковский, 2010; Гудковский & Акишин, 2010; Невзорова, 2011). В частности, уменьшение потерь массы в 1,2–1,3 раза и повышение качества плодов всех исследуемых сортов после обработки «Фитомагом» были ожидаемыми исходя из его механизма действия, связанного с ингибированием биосинтеза этилена. Однако наиболее значительное улучшение качества, отмеченное у сорта Алмазный (повышение качества в 1,8 раза), оказалось выше прогнозируемого уровня и вызвало интерес к дальнейшему изучению сортовых особенностей и их влияния на эффективность применения ингибиторов.

Исследование показало, что обработка ингибитором этилена «Фитомаг» приводит к замедлению метаболических процессов, снижению активности ферментов, ответственных за созревание и старение плодов, что предотвращает их увядание (Watkins, 2006; Fan, 1999). Данные результаты согласуются с выводами других авторов, изучавших влияние 1-метилциклопропена и других ингибиторов этилена на овощные и фруктовые культуры

(Blankenship & Dole, 2003; Schaller & Binder, 2017; Martínez-Romero et al., 2007). Однако в данном исследовании впервые было рассмотрено влияние «Фитомага» на плоды баклажан технической зрелости, что делает эти результаты уникальными и значимыми для практики хранения этой культуры.

Все исследованные сорта показали улучшение качества после обработки препаратом. Наибольшая эффективность была достигнута для сорта Алмазный, что может быть обусловлено его высокой устойчивостью к потерям массы и особенностями химического состава. У других сортов, таких как Черный цилиндр и Сиреневый, также отмечалось значительное улучшение показателей (в 1,3 раза), что подтверждает общую эффективность применения ингибитора этилена для различных сортов баклажан. Результаты также продемонстрировали, что обработка препаратом «Фитомаг» способствовала сохранению основных химических веществ в плодах. У сорта Алмазный содержание химических компонентов после обработки оставалось высоким как в сравнении с контролем, так и с другими сортами. Этот аспект может быть связан с сортовыми различиями в структуре клеточных стенок и содержании полимеров, что требует дальнейшего изучения для оптимизации применения ингибиторов этилена к различным сортам баклажан.

С практической точки зрения, полученные данные указывают на перспективность применения «Фитомага» для продления срока хранения баклажан при минимальных потерях качества. Это открывает новые возможности для логистики и хранения овощной продукции, особенно в условиях повышенного спроса и необходимости длительной транспортировки. Тем не менее, данное исследование имеет некоторые ограничения. Оно проводилось в условиях естественно сложившихся температурно-влажностных режимов, что могло повлиять на результаты и их вариабельность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований подтвердили, что обработка плодов баклажан ингибитором этилена «Фитомаг» способствует значительному повышению качества продукции во время хранения. Через шесть суток хранения качество плодов в контрольной группе составляло 29,6%, тогда как

в обработанных образцах оно достигало 39,3%, что на 30% выше. Потери массы обработанных плодов составили 9,87%, что существенно меньше по сравнению с контрольной группой (11,3%). Полученные данные демонстрируют высокую эффективность «Фитомага» для увеличения срока хранения и уменьшения потерь массы плодов баклажан.

На основе проведенного исследования можно рекомендовать использование ингибитора этилена «Фитомаг» производителям баклажанов и предприятиям перерабатывающей промышленности. Применение этого метода позволит продлить срок хранения и обеспечить население качественными продуктами питания на более длительный период.

В перспективе предполагается исследование воздействия ингибитора «Фитомаг» на хранение других овощных культур, включая томаты и сладкий перец, с участием как существующих, так и новых сортов селекции ВНИИОБ (Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства), предназначенных для различных видов переработки и использования.

Для повышения достоверности результатов будущие исследования должны включать тестирование в контролируемых условиях, что позволит подтвердить стабильность и воспроизводимость полученных данных. Кроме того, расширение экспериментов на другие виды овощных культур по-

зволит более полно оценить универсальность и эффективность применения ингибитора «Фитомаг» и усовершенствовать методику его использования в агропромышленном производстве.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Александр Владимирович Гулин: визуализация, разработка концепции, редактирование

Мачулкина Вера Александровна: проведение исследований, разработка методологии, создание и редактирование

Ольга Петровна Кигашпаева: формальный анализ

Лариса Петровна Лаврова: написание черновика рукописи.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

Alexander V. Gulin: visualization, conceptualization, editing

Vera A. Machulkina: investigation, methodology, preparation and editing **Kigashpaeva Olga Petrovna:** formal analysis

Larisa P. Lavrova: specifically writing the initial draft.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Гудковский В.А., Кожина, Л.В., Балакирев, А.Е., & Назаров, Ю.Б., (2010). Инновационные технологии хранения плодов. *Достижения науки и техники АПК*, (8), 72–74.

Gudkovsky V.A., Kozhina, L.V., Balakirev, A.E., & Nazarov, Yu.B. (2010). Innovative fruit storage technologies. *Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex*, (8), 72–74. (In Russ).

Гудковский, В. А., & Акишин, Д.В. (2010). Эффективность применения ингибитора этилена «Фитомаг» и полимерных упаковок при хранении плодов томата. *Достижения науки и техники АПК*, (8), 74–76.

Gudkovsky, V. A., & Akishin, D.V. (2010). Efficiency of ethylene inhibitor «Phytomag» application and polymeric packing by storing tomato fruits. *Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex*, (8), 74–76. (In Russ).

Гудковский, В.А., Кожина, Л.В., Балакирев, А.Е., & Назаров, Ю.Б. (2009). Эффективность модифицированной атмосферы и ингибитора биосинтеза этилена для хранения плодов, ягод и овощей. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, (1), 53–64.

Gudkovsky, V.A., Kozhina, L.V., Balakirev, A.E., & Nazarov, Yu.B. (2009). Efficiency of a modified atmosphere and an inhibitor of ethylene biosynthesis for storing fruits, berries and vegetables. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, (1), 53–64. (In Russ).

Гудковский, В.А., Кожина, Л.В., Балакирев, А.Е., & Назаров, Ю.Б. (2009). Современные и перспективные технологии хранения плодов семечковых, косточковых и ягодных культур. *Достижения науки и инновации в садоводстве*, (7), 39–43.

Gudkovsky, V.A., Kozhina, L.V., Balakirev, A.E., & Nazarov, Yu.B. (2009). Modern and promising technologies for

- storing fruits of pome, stone and berry crops. *Scientific Achievements and Innovations in Horticulture*, (7), 39–43. (In Russ).
- Гудковский, В.А., Кожина, Л.В., Гучева, Р.Б., Сутормина, А.В., & Назаров, Ю.Б. (2010). Качество плодов районированных и перспективных сортов СКФО в условиях РА. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, (1), 117–120.
- Gudkovsky, V. A., Kozhina, L. V., Gucheva, R. B., Sutormina, A. V., & Nazarov, Yu. B. (2010). The quality of fruits of zoned and promising varieties of the North Caucasus Federal District in the conditions of the Republic of Armenia. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, (1), 117–120. (In Russ).
- Гучева, Р.Б., Гудковский, В.А., Кожина, Л.В., & Назаров, Ю.Б. (2010). Влияние динамичной атмосферы на развитие физиологических заболеваний при хранении плодов сорта Ред Чиф. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, (1), 121–124.
- Gucheva, R.B., Gudkovsky, V.A., Kozhina, L.V., & Nazarov, Yu.B. (2010). The influence of a dynamic atmosphere on the development of physiological diseases during the storage of fruits of the Red Chief variety. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, (1), 121–124. (In Russ).
- Гудковский В.А., Кожина Л.В., Парфенов В.Н. (2010) Разработка технологических основ транспортирования скоропортящихся плодов и овощей с использованием препарата «Фитомаг». *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, (1), 78–85.
- Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Parfenov V.N. (2010) Development of technological bases for the transportation of perishable fruits and vegetables using the drug «Phytomag». *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, (1), 78–85. (In Russ).
- Доспехов, Б.А. (1989). *Методика полевого опыта*. М.: Агропромиздат.
- Dospekhov, B.A. (1989). *Methodology of field experience*. М.: Agropromizdat. (In Russ).
- Дубовицкая, А.Л., & Климентова, Э. А. (2014). Проблемы и перспективы развития овощеводства. *Технология пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*, (3), 89–95.
- Dubovitskaya, A. L., & Klimentova, E. A. (2014). Problems and prospects of vegetable growing development. *Technology of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex — Healthy Food Products*, (3), 89–95. (In Russ).
- Ермаков, Е. И. (1987). *Методы биохимического исследования растений*. СПб.: Агропромиздат.
- Ermakov, E. I. (1987). *Methods of biochemical research of plants*. St. Petersburg: Agropromizdat. (In Russ)
- Иванова В. Н., Серегин, С. Н., & Байгот, М. С. (2015). Реализация агропродовольственной политики ЕАЭС — платформа решения продовольственной безопасности. *Пищевая промышленность*, (10), 8–11.
- Ivanova V.N., Seregin, S.N., & Baigot, M.S. (2015). The implementation of the agro-food policy of the EAEU is a platform for solving food security. *Food Industry*, (10), 8–11. (In Russ).
- Иванова, В.Н., Серегин, С.Н., & Новосельцева, А.В. (2016). Рост сельскохозяйственного производства как фактор развития пищевой промышленности и продовольственного рынка России. *Пищевая промышленность*, (2), 8–12.
- Ivanova, V.N., Seregin, S.N., & Novoseltseva, A.V. (2016). The growth of agricultural production as a factor in the development of the food industry and the Russian food market. *Food Industry*, (2), 8–12. (In Russ).
- Кигашпаева, О. П., & Авдеев, А. Ю. (2016). Новые сорта баклажана для консервирования. *Картофель и овощи*, (7), 35–36. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2020-1-12>
- Kigashpaeva, O. P., & Avdeev, A.Yu. (2016). New varieties of eggplant for canning. *Potatoes and vegetables*, (7), 35–36. (In Russ). <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2020-1-12>
- Кигашпаева, О. П., Авдеев, А. Ю., Джабраилова, В. Ю., & Сисенгалиева, С. Т. (2019). Доноры сложной плодовой кисти баклажана, как фактор повышения урожайности. *Проблемы развития АПК региона*, (4), 77–81. <https://doi.org/10.15217/2079-0996.2019.4.77>
- Kigashpaeva, O. P., Avdeev, A. Yu., Dzhabrailova, V. Yu., & Sisengalieva, S. T. (2019). Donors of a complex eggplant fruit brush as a factor in increasing yields. *Problems of Agro-Industrial Complex Development in the Region*, (4), 77–81. (In Russ). <https://doi.org/10.15217/2079-0996.2019.4.77>
- Лельевелд, Х., & Кулиев, Д. Х. (2016). Пищевая безопасность: научный подход. *Контроль качества продукции*, (2), 8–12.
- Leljeveld, H., & Kuliev, D.H. (2016). Food safety: A scientific approach. *Product Quality Control*, (2), 8–12. (In Russ).
- Маринеску М.Ф. (2019). Морфологические и гистологические изменения плодов осеннего и зимнего сортов груши в процессе хранения. В *Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective* (с. 132–136). Кишинёв: Indigou Color.
- Marinescu M.F. (2019). Morphological and histological changes in fruits of autumn and winter pear varieties during storage. In *Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective* (pp. 132–136). Chisinau: Indigou Color. (In Russ).
- Маринеску, М. Ф., Гавюк, Л. А., & Бежан, Н. А. (2021). Влияние послеуборочной обработки препаратом фитомаг на лежкость плодов сливы поздних сортов. *МЦНП «Новая наука»*, (1), 46–53
- Marinescu, M. F., Gaviuk, L. A., & Bejan, N. A. (2021). The effect of post-harvest treatment with phytomag on the keeping quality of plum fruits of late varieties. *ICNP «New Science»*, (1), 46–53. (In Russ).
- Матисон, В.А., & Арутюнова, Н.И. (2016). Качество продуктов питания. *Пищевая промышленность*, (4), 50–54.
- Mathison, V. A., & Arutyunova, N. I. (2016). The quality of food. *Food Industry*, (4), 50–54. (In Russ).
- Мачулкина, В. А., Санникова, Т. А. & Гулин, А. В. (2020). Плоды баклажан — ценный диетический продукт. *Орошаемое земледелие*, (1), 55–59. (In Russ). <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2020-1-12>
- Machulkina, V. A., Sannikova, T. A. & Gulin, A. V. (2020). Eggplant fruits are a valuable dietary product. *Irrigated*

- Agriculture*, (1), 55–59. (In Russ). <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2020-1-12>
- Мачулкина, В. А., Санникова, Т. А., Гулин, А. В., & Антипенко, Н. И. (2020). Изменение качества плодов баклажана при кратковременном хранении. Материалы международной научно-практической конференции: *Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса* (с. 41–44). с. Солёное Займище: ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук».
- Machulkina, V.A., Sannikova, T.A., Gulín, A.V., & Antipenko, N.I. (2020). Changes in the quality of eggplant fruits during short-term storage. *Materials of the international scientific and practical conference: Results and prospects for the development of the agro-industrial complex* (p. 41–44). v. Solenoye Zaimishche: FSBSI «Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences». (In Russ).
- Мачулкина, В. А., Санникова, Т. А., Пучков, М. Ю., & Антипенко, Н. И. (2015). Экологическая безопасность баклажана от возраста и размера. *Технология пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*, (3), 39–44.
- Machulkina, V. A., Sannikova, T. A., Puchkov, M. Yu., & Antipenko, N. I. (2015). The environmental safety of eggplant depends on age and size. *Technology of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex — Healthy Food Products*, (3), 39–44. (In Russ).
- Минаков, И.А. (2016). Продовольственная безопасность в сфере производства и потребления овощной продукции. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, (1), 11–16.
- Minakov, I.A. (2016). Food security in the field of production and consumption of vegetable products. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, (1), 11–16. (In Russ).
- Невзорова, А. В. (2011). Влияние препарата «Фитомаг» на сохранность плодов томата. *Инновационные идеи молодых исследователей для АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции* (т. 1, с. 33–35). Пенза: РИО ПГСХА.
- Nevzorova, A. V. (2011). The effect of the drug «Phytomag» on the preservation of tomato fruits. *Innovative Ideas of Young Researchers for the Agro-Industrial Complex of Russia: Collection of Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference* (vol. 1, pp. 33–35). Penza: RIO PGSHA. (In Russ).
- Першакова, Т. В., Купин Г. А., Семиряжко, Г. С., & Тягушева, А. А. (2023). Исследование влияния параметров обработки на органолептические показатели и величину потерь нарезанной моркови в процессе хранения. *Научные труды СКФНЦБВ*, (36), 217–220. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2023-36-217-220>
- Pershakova, T.V., Kupin G.A., Semiryzhko, G.S., Tyagushcheva, A.A. (2023). Investigation of the effect of processing parameters on organoleptic parameters and the amount of losses of sliced carrots during storage. *Scientific Papers of the NCFNCSSV*, (36), 217–220. (In Russ). <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2023-36-217-220>
- Ракитин, В.Ю., & Ракитин, Л.Ю. (1986). Определение газообмена и содержания этилена, двуокиси углерода и кислорода в тканях растений. *Физиология растений*, 33(2), 403–413.
- Rakitin, V.Yu., & Rakitin, L.Yu. (1986). Determination of gas exchange and the content of ethylene, carbon dioxide and oxygen in plant tissues. *Plant Physiology*, 33(2), 403–413. (In Russ).
- Сутормина, А.В., & Акишин, Д.В. (2014). Использование ингибитора биосинтеза этилена. *Инновационные технологии в производстве функциональных продуктов питания: материалы Всероссийской научно-практической конференции* (с. 114–118). Мичуринск: Издательство ООО «БИС».
- Sutormina, A.V., & Akishin, D.V. (2014). The use of an inhibitor of ethylene biosynthesis. *Innovative technologies in the production of functional food products: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference* (pp. 114–118). Michurinsk: Publishing house of BIS LLC. (In Russ).
- Blankenship, S., & Dole, J. M. (2003). Methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 28(1), 1–25. [https://doi.org/10.1016/S0925_5214\(02\)00246-6](https://doi.org/10.1016/S0925_5214(02)00246-6)
- Schaller, G.E., & Binder, B.M. (2017). Inhibitors of Ethylene Biosynthesis and Signaling. In B. Binder, & E. G. Schaller (Eds.), *Ethylene signaling. Methods in molecular biology* (vol. 1573, pp. 223–235). NY: Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6854-1_15
- Fan, X., Blankenship, S. M., & Mattheis, J. P. (1999). 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(6), 690–695. <https://doi.org/10.21273/jashs.124.6.690>
- Jin, P., Shang, H., Chen, J., Zhu, H., Zhao, Y., & Zheng, Y. (2011). Effect of 1-methylcyclopropene on chilling injury and quality of peach fruit during cold storage. *Journal of Food Science*, 76(8), S485–S491. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02349.x>
- Sisler, E. S., & Blankenship, S. M. (1996). *Method of counteracting an ethylene response in plants*. U.S. Patent 5518988
- Martínez-Romero, D., Bailén, G., Serrano, M., Guillén, F., Valverde, J. M., Zapata, P., Castillo, S., & Valero, D. (2007). Tools to maintain postharvest fruit and vegetable quality through the inhibition of ethylene action: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(6), 543–560. <https://doi.org/10.1080/10408390600846390>
- Watkins, C. B., Nock, J. F., & Whitaker, B. D. (2000). Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 19(1), 17–32. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00070-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00070-3)
- Watkins, C. B. (2006). The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances*, 24(4), 389–409. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.01.005>