20. Evahs R. Water erosion in british farmers fields: Some causes, impacts, predictions. Progr. In phys. Geography, 1990. P. 199-219.

21. Pimentel D., Burgess M. Soil erosion threatens food production // Agriculture. 2013. № 3(3). P. 443-463.

Author's Information

Anatoly Timofeyevich Barabanov, chief researcher officer-head of the laboratory of soil protection from erosion of FSC of Agroecology of RAS (Russia, 400062, Volgograd, Universitetskiy Ave. 97), doctor of agricultural Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9945-654X> E-mail: barabanov-a@vafnc.ru tel. 8-961-694-08-44.

Информация об авторе

Барабанов Анатолий Тимофеевич, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97), доктор сельскохозяйственных наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9945-654X> barabanova@vafnc.ru тел. 8-961-694-08-44.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-02

EFFECT OF AGROTECHNICAL CULTIVATION METHODS ON INCREASING THE PRODUCTIVITY OF SWEET PEPPER AND ON THE CHANGE OF QUALITATIVE INDICATORS OF FRUITS IN THE STORAGE PROCESS

E.V. Kalmykova¹, O.V. Kalmykova²

¹All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd

²Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 01.09.2021

Submitted 10.11.2021

Abstract

Introduction. Open soil vegetable growing - in demand branch of crop production of the southern zone of the Russian Federation. A large role in the stabilization of yield belongs to the choice of safe technologies of cultivation and irrigation systems, also the selection of the most productive and adaptive varieties and hybrids of vegetable crops. The purpose of the research is to substantiate, on the basis of a systematic approach, a complex of agro-technical measures for realizing the productive potential of sweet pepper and the quality of its fruits when stored in the south of the Russian Federation. **Object.** The object of the study was: as a standard, a zoned variety of the studied culture - Gift of Moldova, as well as varieties of domestic and foreign selection for competitive testing: Paphos F₁, Pompeo F₁. **Materials and methods.** Research carried out in laboratory and field experiments (individual entrepreneur «Zaitsev V.A.» Gorodishchensky district, Volgograd region) in the period from 2011 to 2019 was carried out according to generally accepted methods. **Results and Conclusions.** Studies have shown that an improvement in nutrition against the background of sufficient moisture supply for vegetable plants in the root layer, especially during the period of fruit formation, entailed a proportional increase in yield from 90 and more t/ha of marketable products. At the same time, the largest increase was noted on the Pompeo F₁ hybrid: on the variant, subject to the elements of agricultural technology, for obtaining 50 t/ha - 33.5 t/ha, for obtaining 90 t/ha - 21.4 t/ha. The amount of biochemical substances in the fruit of sweet pepper was in close dependence on the variety and hybrid, irrigation regime, the degree of maturity and the duration of storage. On the fifth day of storage, the quality of the fetus of the biological degree of maturity decreased on average by grades by 23.6-27.7%, the technical degree of maturity is 1.1-1.2 times higher. When stored for twenty days, a worsening of the product type was observed due to the fading of fruits and a decrease in quality indicators. The Pompeo F₁ hybrid does not depend on the degree of maturity of the fruit and the applied irrigation regime, a higher dry matter content, the sums of sugars, ascorbic acid and lower nitrates were noted.

Key words: *sweet pepper, drip irrigation, productivity, abiotic stress factors, quality, preservation, biological and technical degree of maturity.*

Citation. Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Effect of agrotechnical cultivation methods on increasing the productivity of sweet pepper and on the change of qualitative indicators of fruits in the storage process. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 4(64). 25-36 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-02.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, implementation, or analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

УДК 635.649-156

ВОЗДЕЙСТВИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРЦА СЛАДКОГО И НА ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Е. В. Калмыкова¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

О. В. Калмыкова², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград

²Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 01.09.2021

Дата принятия к печати 10.11.2021

Актуальность. Овощеводство открытого грунта – востребованная отрасль растениеводства южной зоны РФ. Большая роль в стабилизации урожайности принадлежит выбору безопасных технологий выращивания и системам орошения, а также подбору наиболее продуктивных и адаптивных сортов и гибридов овощных культур. Цель исследований – обосновать на основе системного подхода комплекс агротехнических мероприятий для реализации продуктивного потенциала перца сладкого и качества его плодов при хранении в условиях юга РФ. **Объект.** Объектом исследования являлись сорт перца сладкого – Подарок Молдовы (сорт-стандарт), гибриды перца сладкого: Пафос F₁ и Помпео F₁. **Материалы и методы.** Исследования, проводимые в условиях лабораторного и полевых опытов (ИП Зайцев В. А. Городищенский район, Волгоградская область) в период с 2011 по 2019 гг., осуществлялись согласно общепринятым методам. **Результаты и выводы.** Проведенные исследования показали, что улучшение питания на фоне достаточной влагообеспеченности овощных растений в корнеобитаемом слое, особенно в период плодообразования, влекло за собой пропорциональный рост урожайности от 90 и более т/га товарной продукции. При этом наибольшая прибавка отмечалась на гибриде Помпео F₁: на варианте при соблюдении элементов агротехники на получение 50 т/га – 33,5 т/га, на получение 90 т/га – 21,4 т/га. Количество биохимических веществ в плодах перца сладкого находилось в тесной зависимости от сорта и гибрида, режима орошения, степени зрелости и продолжительности хранения. На пятые сутки хранения качество плодов биологической степени зрелости снижалось в среднем по сортам на 23,6-27,7 %, технической степени зрелости – в 1,1-1,2 раза выше. При хранении в течение двадцати суток наблюдалось ухудшение товарного вида из-за увядания плодов и снижения показателей качества. У гибрида Помпео F₁ независимо от степени зрелости плодов и применяемого режима орошения было отмечено более высокое содержание сухого вещества, суммы сахаров, аскорбиновой кислоты и более низкое – нитратов.

Ключевые слова: перец сладкий, капельное орошение перца сладкого, продуктивность перца сладкого, сохраняемость плодов перца сладкого.

Цитирование. Калмыкова Е. В., Калмыкова О. В. Воздействие агротехнических приемов возделывания на повышение продуктивности перца сладкого и на изменение качественных показателей плодов в процессе хранения. *Известия НВ АУК.* 2021. 4(64). 25-36. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-02.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Современная доктрина продовольствия отмечает плоды и овощи важными компонентами здорового питания с широким набором и высоким содержанием биологически активных веществ, в связи с чем круглогодичное присутствие их в рационе особенно актуально [2, 5].

Овощеводство открытого грунта – востребованная отрасль растениеводства южной зоны РФ. Большая роль в стабилизации урожайности принадлежит выбору безопасных технологий выращивания и системам орошения, а также подбору наиболее продуктивных и адаптивных сортов и гибридов овощных культур [1, 3, 5, 10].

Прогнозные данные международных организаций в области сельского хозяйства и продовольствия ООН в период до 2025 года указывают, что первостепенная роль при снабжении населения страны высоковитаминной, экологически безопасной растениеводческой продукцией возможна благодаря повышению урожайности возделываемых культур.

В то же время, по данным Росстата, площади возделывания овощей открытого грунта за последние 5 лет увеличились в среднем по сельхозорганизациям и КФХ в промышленной подотрасли овощеводства РФ на 1,3 тыс. га, за 10 лет – на 22,8 тыс. га и в 2020 году находились в пределах 188,5 тыс. га. При этом в 2019 году этот показатель был выше на 0,1 % по сравнению с 2020 г.

Волгоградская область занимает в рейтинге ТОП-5 регионов по размеру площадей овощей третье место – 9,8 % (18,4 тыс. га). Первое место в этом рейтинге занимал Краснодарский край с площадью 33,3 тыс. га, что составляло 17,7 %, второе – Астраханская область с площадью 20,3 тыс. га – 10,8 % (по данным Экспертно-Аналитического центра агробизнеса «Посевные площади овощей открытого грунта. Итоги за 2020 год». Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/vegetables/posevnye-ploshchadi-ovoshchej-otkrytogo-grunta-itogi-za-2020-god.html>).

Перец сладкий – это культура, которая пользуется большим спросом, обеспечивает снабжение населения в свежем и переработанном виде. Биологические особенности предусматривают выращивание данной культуры, как свето- и теплолюбивой, требовательной к влажности субстрата и окружающего воздуха, т.е. в орошаемом земледелии с научно обоснованным питательным режимом.

Для обеспечения широких групп населения овощной продукцией в свежем виде более длительное время необходимо обеспечивать сохранность его при своевременной реализации и закладке на хранение.

Российский рынок переработки плодоовощной продукции растет уверенными темпами, за период с 2017 по май 2020 года рынок вырос на 12,14 %, за 2020 г. – на 8,22 % (рисунок 1).

В структуре рынка переработки плодоовощной продукции наибольшую долю (43 %) занимает соковая продукция для взрослых и детей. Почти четверть рынка (23 %) занимает производство плодоовощных пюре. Овощные консервы занимают 15 % рынка (рисунок 2). Почти в 2 раза выросли объемы переработанного и консервированного картофеля и замороженных овощей (88,4 % и 82,2 % соответственно). Рынок консервированных овощей в среднем за 4 года и 5 месяцев вырос на 29,5 %, соков и других напитков из фруктов и овощей – на 3,5 %.

В 2020 году категория замороженных овощей также показала наибольший рост по рынку переработки плодоовощной продукции (34,1 %), категория овощей консервированных (23,3 %) (рисунок 2). При этом в 2020 году категория резаных и расфасованных овощей демонстрировала падение (-26,5 % в категории). Наибольшими темпами сокращается рынок сушеных овощей (-29,5 %).

Рисунок 1 – Объемы переработанной плодоовощной продукции на территории России в 2017-2020 годах (в тоннах переработанной продукции)
Источник: Росстат, расчёты: Центр экономики рынков.

Figure 1 – Volumes of processed fruit and vegetable products in Russia in 2017-2020 (in tonnes of processed products)

Source: Rosstat, calculations: Center for Market Economics.

Рисунок 2 – Структура рынка переработки плодоовощной продукции в 2020 году (май-январь)
Источник: Росстат, расчёты: Центр экономики рынков.

Figure 2 – Structure of the fruit and vegetable processing market in 2020 (may-january)
Source: Rosstat, calculations: Center for Market Economics.

Вопросы сохранения качественных показателей овощного сырья и уменьшения ее потерь при хранении имеет много нерешенных научных, технологических, организационных и экономических задач.

Цель исследований – обосновать на основе системного подхода комплекс агротехнических мероприятий для реализации продуктивного потенциала перца сладкого и качества его плодов при хранении в условиях юга РФ.

Материалы и методы. Опыт закладывался в хозяйстве ИП Зайцев В. А. (Городищенский район, Волгоградская область) в период 2011-2019 гг. согласно методике Доспехова Б. А. (1985) и «Методике полевого опыта в овощеводстве» (Литвинов С. С., 2011). Биохимические показатели определялись согласно методике Полегаева В. И. (Методы оценки качества плодов и овощей, 1988) и Ступакова С. Т. (Методы оценки качества и химического состава плодов и овощей, 2007).

Повторность полевого опыта – трехкратная. Размещение вариантов по сортам и гибридам – систематическое, по питательным режимам – рендомизированное. Площадь опыта по водному режиму – 295,0 м², площадь делянки по сортам и гибридам – 100,0 м². Способ полива – капельное орошение.

Объекты исследования сорт и гибриды перца сладкого – Подарок Молдовы (сорт-стандарт), Пафос F₁ и Помпео F₁.

Варианты опыта

1	Контроль	8	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин
2	Энергия-М	9	N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин
3	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	10	Растворин+Энергия-М
4	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀	11	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин+Энергия-М
5	N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅	12	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин+Энергия-М
6	Растворин	13	N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин+Энергия-М
7	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин		

Почвы опытного участка приходилась на подзону светло-каштановых почв, по своей характеристике были среднесуглинистые. Наименьшая влагоемкость пахотного горизонта составляла 24,1-25,2 % от массы сухой почвы. При порозности почвы в пахотном слое 21,9-23,9 %, плотность сложения не превышала 1,17-1,26 т/м³. Содержание гумуса в почве в слое 0,25 м составило 1,6-1,7 %. Реакция почвенной среды в слое до 0,3 м слабокислая (рН – 6,2-6,6), в слое 0,3-0,5 м – нейтральная (рН – 6,9-7,1). Содержание в пахотном слое легкогидролизуемого азота – 29-33 мг/кг сухой почвы, обменного калия – 312-343 мг/кг сухой почвы, подвижного фосфора – 29-38 мг/кг сухой почвы.

В лабораторных опытах перец сладкий закладывали на хранение в овощные ящики по 1,0-1,5 кг в технической и биологической степени зрелости. Брали в расчет следующие показатели: количество стандартных и увядших плодов, убыль массы, качественные показатели плодов. Отбор перца сладкого был проведен в два срока: технической и биологической стадии зрелости. Ежедневно учитывали убыль массы путем перевески в трех точках образца. Химический анализ основных компонентов перца сладкого осуществлялся в процессе хранения: в момент закладки на хранение, на пятые, десятые и двадцатые сутки.

Результаты и обсуждение. Для наилучшего усвоения питательных веществ растениями из применяемых удобрений из почвы и наиболее высокой отдачи урожая необходимо правильно спланировать режим орошения. В наших исследованиях поливная норма в среднем за годы исследования была 3900 м³/га при постоянном режиме орошения, 4700 м³/га – при дифференцированном (рисунок 3).

Рисунок 3 – Взаимосвязь оросительной нормы перца сладкого с условиями вегетационного периода за годы исследования

Figure 3 – Dynamics of the irrigation rate of sweet pepper depending on the conditions of the growing season on average over the years of the study

По условиям увлажнения с учетом соотношения между ресурсами тепла и влаги периода вегетации 2011 год трактуется как очень засушливый (гидротермический коэффициент (ГТК) – 0,66), 2012 г. – сухой (ГТК – 0,37), 2013 г. – засушливый (ГТК – 0,98), 2014 г. – сухой (ГТК – 0,29), 2015 г. – очень засушливый (ГТК – 0,50), 2016 и 2017 гг. – слабозасушливые (ГТК – 1,19 и 1,04), 2018 и 2019 гг. – очень засушливые (ГТК – 0,47 и 0,64), 2020 г – сухой (ГТК – 0,26).

Продукционный потенциал перца сладкого раскрывается на варианте НРК+Растворин+Энергия-М.

Регулятор роста Энергия-М воздействовал на жизненные процессы растения перца сладкого, в итоге урожайность возросла на 7,1 (75 % НВ) и 7,1 (70-80-75 % НВ) т/га на сорте Подарок Молдовы, на 9,5 (75 % НВ) и 9,4 (70-80-75 % НВ) на гибриде Пафос F₁ и на 9,1 (75 % НВ) и 8,9 (70-80-75 % НВ) т/га на гибриде Помпео F₁ при сравнении с контролем (рисунок 4).

Фертигация водорастворимым удобрением Растворин давало возможность повысить продуктивность на 11,9 (75 % НВ) и 13,4 (70-80-75 % НВ) т/га на сорте Подарок Молдовы, на 34,0 (75 % НВ) и 35,0 (70-80-75 % НВ) на гибриде Пафос F₁ и на 15,5 (75 % НВ) и 17,1 т/га (70-80-75 % НВ) на гибриде Помпео F₁ относительно контроля.

На варианте Растворин+Энергия-М гибриды были более отзывчивыми относительно сорта-стандарта на 16,4 и 16,0 т/га (Пафос F₁) и 21,3 и 20,5 т/га (Помпео F₁), соответственно по режимам орошения.

Гибрид Помпео F₁ был отмечен как наиболее чувствительный в данной почвенно-климатической зоне к исследуемым водным и питательным режимам. На всех вариантах на этом гибриде была зафиксирована максимальная урожайность. При постоянном режиме орошения на контрольном варианте на этом гибриде была получена прибавка на 16,2 т/га выше, чем на контрольном варианте, на 5,2 т/га по сравнению с урожайностью, полученной на гибриде Пафос F₁.

дифференцированный режим орошения
differential irrigation regime

постоянный режим орошения
constant irrigation regime

Рисунок 4 – Продуктивность перца сладкого в среднем по годам исследования

Figure 4 – Performance of sweet pepper on average over the years of research

При дифференциации поливной воды по вегетации на этом варианте была получена урожайность 54,2 т/га, что на 16,0 и 5,0 т/га больше относительно сорта-стандарта и гибрида Пафос F₁. Наибольшая урожайность на этом гибриде получена была на варианте N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅+Растворин+Энергия-М по всем годам исследований, в среднем за 2011-2016 гг. составила при постоянном режиме орошения 105,8 т/га, при дифференцированном – 111,4 т/га.

Качество плодов зависит от сложившихся климатических условий, агрохимических и агрофизических свойств почвы, сорта и его характеристик, степени зрелости плода, сроков уборки урожая, послеуборочной доработки, хранения. Все эти факторы равнозначны, при отклонении одного из них изменяется качество и лежкость продукции.

Качественные характеристики плодов перца сладкого варьируют по периодам вегетации культуры [4, 7, 9].

В зависимости от условий выращивания изменялся и биохимический состав овощей, их питательная и лечебная ценность.

Перец сладкий, согласно классификации по срокам хранения при оптимальных условиях, относится к группе овощей со средним сроком хранения. Сохраняемость овощей по данной классификации зачастую зависит от хозяйственно-ценных признаков сортов, а также от скорости процессов созревания, условий выращивания, при которых происходит их формирование (температура и влажность воздуха, почва, удобрения, вносимые в почву, высота местности над уровнем моря агротехнические приемы), и других факторов [4, 6, 8].

Хранение плодов перца в свежем виде потенциально координируется потерями в пределах от 10 до 20 % и более.

Качество и убыль массы перца сладкого обусловлены в основном условиями хранения и степенью зрелости.

Выход стандартной продукции является одним из основных показателей сохраняемости и связан обратнопропорциональной зависимостью с потерями.

Для каждой степени зрелости установлены оптимальные условия температуры и относительной влажности. Естественные условия хранения в наших исследованиях отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия хранения перца сладкого, среднее за 2015-2019 гг.

Table 1 – Sweet pepper storage conditions, Average for 2015-2019

Показатель / Index	Август / August	Сентябрь / September	Октябрь / October
Температура, °C / Temperature, °C	+26,8...+28,6	+20,1...+23,9	+18,6...+21,7
Относительная влажность воздуха, % Relative humidity, %	52,3...65,7	71,2...73,8	76,3...79,6

Условия хранения в период август – октябрь характеризовались высокой температурой и низкой относительной влажностью воздуха. В этих естественных условиях хранения для южных регионов возделывания овощной продукции отмечалась быстрая потеря массы плодов перца сладкого.

Как правило, в период 1-5 сутки хранения качество плодов перца сладкого было на высоком уровне. Режим орошения и степень зрелости не оказывали влияния на процесс увядания, затем данный показатель набирал обороты.

При определении убыли массы после 5 суток хранения наблюдались различия в плодах технической и биологической зрелости. Так, при технической зрелости убыль была выше и составляла 5,20-5,43 % (сорт Подарок Молдовы), 5,11-5,31 % (гибрид Пафос F₁), 4,48-5,08 % (гибрид Помпео F₁), соответственно по режимам орошения.

На количество увядших плодов оказывали влияние режим орошения и степень зрелости. Лучшие условия влагообеспеченности растений в период вегетации (70-80-75 % НВ) уменьшали процент увядших плодов: по сорту Подарок Молдовы 17,34 %, что на 0,71 % ниже, относительного этого показателя при постоянном режиме орошения, по гибриду Пафос F₁ – 16,36 и 0,89 %, по гибриду Помпео F₁ – 15,74 и 1,06 %, соответственно. Количество увядших плодов в 1,5-1,9 раза было выше при закладке на хранение плодов в биологической зрелости (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели качества плодов перца сладкого в процессе хранения, %

Table 2 – Qualitative indicators of sweet pepper fruits during storage, %

Показатель качества / Quality indicators	Продолжительность хранения / Duration of storage	Степень зрелости / Maturity	Подарок Молдовы / Gift from Moldova		Пафос F ₁ / Paphos F ₁		Помпео F ₁ / Pompeo F ₁	
			75-75 %	70-80-75 %	75-75 %	70-80-75 %	75-75 %	70-80-75 %
Стандарт / Standard	1 сутки / 1 day	техническая / technical	92,30	93,10	93,20	94,20	93,70	94,90
		биологическая / biological	85,05	84,92	84,90	84,74	84,82	84,63
	5 суток / 5 days	техническая / technical	81,95	82,66	82,75	83,64	83,20	84,26
		биологическая / biological	72,11	72,00	71,99	71,85	71,92	71,75
	10 суток / 10 days	техническая / technical	63,32	63,22	63,21	63,09	63,15	63,00
		биологическая / biological	54,99	54,91	54,90	54,79	54,84	54,72
	20 суток / 20 days	техническая / technical	32,71	32,99	33,03	33,38	33,21	33,63
		биологическая / biological	29,29	29,25	29,24	29,18	29,21	29,15
	1 сутки / 1 day	техническая / technical	7,70	6,90	6,80	5,80	6,30	5,10
		биологическая / biological	14,95	15,08	15,10	15,26	15,18	15,37
Увядшие / Withered	5 суток / 5 days	техническая / technical	18,05	17,34	17,25	16,36	16,80	15,74
		биологическая / biological	27,89	28,00	28,01	28,15	28,08	28,25
	10 суток / 10 days	техническая / technical	36,68	36,78	36,79	36,91	36,85	37,00
		биологическая / biological	45,01	45,09	45,10	45,21	45,16	45,28
	20 суток / 20 days	техническая / technical	67,29	67,01	66,97	66,62	66,79	66,37
		биологическая / biological	70,71	70,75	70,76	70,82	70,79	70,85
Убыль массы / Weight loss	1 сутки / 1 day	техническая / technical	1,74	1,82	1,79	1,86	1,63	1,70
		биологическая / biological	2,03	2,12	1,93	2,00	1,87	1,94
	5 суток / 5 days	техническая / technical	5,20	5,43	5,11	5,31	4,88	5,08
		биологическая / biological	5,59	5,84	5,42	5,63	5,12	5,32
	10 суток / 10 days	техническая / technical	8,83	9,22	7,73	8,03	7,56	7,86
		биологическая / biological	9,57	9,99	7,87	8,17	8,45	8,79
	20 суток / 20 days	техническая / technical	18,50	19,32	16,80	17,44	15,63	16,26
		биологическая / biological	19,30	20,15	17,45	18,12	17,05	17,73

В заключительный период хранения процент увядших плодов был на уровне 66,37-67,29 % и 70,71-70,82 %, соответственно по режимам орошения и степени зрелости. В этот же период убыль массы была в 3,20 (75 % НВ) и 3,56 (70-80-75 % НВ) раза выше у плодов технической спелости, в 3,33 (75 % НВ) и 3,45 (70-80-75 % НВ) раза – у плодов биологической спелости.

Гибрид Помпео F₁ зарекомендовал себя как наиболее приспособленный к естественным условиям хранения: убыль массы в первый исследуемый период была на 6,32 и 6,71 % ниже при сравнении с сортом Подарок Молдовы по режимам орошения. В конце хранения – на 11,66 и 12,02 %.

В наших исследованиях было отмечено, что качественные показатели соответствовали заявленным оригинаторами характеристикам сорта и гибрида. Влияние оказывали также режим орошения, степени зрелости и продолжительности хранения (таблица 3). Плоды гибрида Помпео F₁ в начале хранения имели наибольшее количество сухих веществ, сахаров и аскорбиновой кислоты при закладке в исследуемых нами физиологической и уборочной степенях зрелости. Количество нитратов в плодах технической степени зрелости было выше в 1,18-1,25 раза по сравнению с плодами биологической зрелости независимо от сорта и гибрида и режима орошения. Плоды физиологической степени зрелости отличались более высоким содержанием сухих веществ, сахаров, аскорбиновой кислоты, при снижении содержания нитратов.

Таблица 3 – Влияние продолжительности хранения на динамику показателей качества в плодах перца сладкого

Table 3 – Influence of storage duration on the dynamics of quality indicators in sweet pepper fruits

Показатель качества / Quality indicator	Продолжительность хранения / Duration of storage	Степень зрелости / Maturity	Подарок Молдовы / Gift from Moldova		Пафос F ₁ / Paphos F ₁		Помпео F ₁ / Pompeo F ₁	
			75-75 %	70-80-75 %	75-75 %	70-80-75 %	75-75 %	70-80-75 %
Сухое вещество, % / Dry matter, %	1 сутки / 1 day	техническая / technical	4,99	5,08	5,76	5,84	7,01	7,08
		биологическая / biological	5,68	5,78	6,56	6,65	7,98	8,06
	5 суток / 5 days	техническая / technical	5,14	5,23	5,94	6,02	7,23	7,30
		биологическая / biological	5,79	5,89	6,68	6,78	8,13	8,21
	10 суток / 10 days	техническая / technical	5,17	5,26	5,97	6,05	7,27	7,34
		биологическая / biological	5,97	6,08	6,90	6,99	8,39	8,47
	20 суток / 20 days	техническая / technical	5,38	5,47	6,21	6,29	7,55	7,63
		биологическая / biological	6,34	6,46	7,29	7,43	8,91	9,00
Витамин С, мг% / Vitamin C, mg%	1 сутки / 1 day	техническая / technical	79,00	83,00	90,12	91,87	96,82	98,23
		биологическая / biological	155,60	163,40	177,44	180,74	190,75	193,41
	5 суток / 5 days	техническая / technical	90,72	95,27	103,44	105,36	111,19	112,76
		биологическая / biological	163,38	171,57	186,27	189,74	200,24	203,07
	10 суток / 10 days	техническая / technical	115,14	120,91	131,27	133,71	141,11	143,11
		биологическая / biological	179,85	188,86	205,05	208,86	220,42	223,54
	20 суток / 20 days	техническая / technical	127,42	133,81	145,28	147,98	156,17	158,38
		биологическая / biological	203,23	213,42	231,70	236,01	249,07	252,60
Сахар, % / Sugar, %	1 сутки / 1 day	техническая / technical	2,31	2,34	2,37	2,39	3,15	3,24
		биологическая / biological	2,86	2,89	2,93	2,96	3,90	4,00
	5 суток / 5 days	техническая / technical	2,85	2,88	2,92	2,95	3,88	3,98
		биологическая / biological	2,90	2,93	2,97	3,00	3,95	4,05
	10 суток / 10 days	техническая / technical	2,94	2,97	3,01	3,04	4,01	4,11
		биологическая / biological	3,02	3,05	3,09	3,12	4,11	4,22
	20 суток / 20 days	техническая / technical	2,95	2,98	3,02	3,05	4,02	4,13
		биологическая / biological	3,20	3,24	3,28	3,32	4,37	4,48
Нитраты, мг/кг / Nitrates, mg / kg	1 сутки / 1 day	техническая / technical	175,58	173,34	142,54	137,59	151,63	149,03
		биологическая / biological	148,84	146,92	120,87	116,63	128,50	126,32
	5 суток / 5 days	техническая / technical	161,20	159,14	130,86	126,31	139,20	136,82
		биологическая / biological	141,15	139,35	114,59	110,61	121,90	119,81
	10 суток / 10 days	техническая / technical	152,91	150,96	124,14	119,82	132,05	129,79
		биологическая / biological	133,90	132,19	108,70	104,92	115,63	113,65
	20 суток / 20 days	техническая / technical	95,60	94,38	77,61	74,91	82,56	81,14
		биологическая / biological	93,54	92,35	75,94	73,30	80,78	79,40

За изучаемый период хранения (двадцать суток) при закладке плодов в уборочной степени зрелости количество сухого вещества и сахаров было выше в 1,08-1,25 раза, аскорбиновой кислоты – в 1,31 раза за счет дозревания, нитраты снижались в 1,57-1,65 раза по сравнению с исходными данными. При закладке плодов в физиологической степени зрелости сухие вещества были выше на 11,62-11,76 % у сорта Подарок Молдовы, на 11,13-11,73 % у гибрида Пафос F₁, на 11,65-11,66 % у гибрида Помпео F₁, соответственно по режимам орошения. Сумма сахаров повышалась на 11,96 % при постоянном режиме орошения и на 12,09 % при дифференцированном режиме орошения в среднем по сорту и гибридам. Нитраты снижались в среднем по вариантам в 1,6 раза.

Выводы. В ходе исследований была обоснована целесообразность введения в агротехнологию дифференцированного режима орошения (70-80-75 % НВ) на фоне достаточного уровня питания для получения гарантированной потенциальной продуктивности. При этом наибольшая прибавка отмечалась на гибриде Помпео F₁: при соблюдении элементов агротехники на получение 50 т/га – 33,5 т/га, на получение 90 т/га – 21,4 т/га. Количество биохимических веществ в плодах перца сладкого находилось в тесной зависимости от сорта и гибрида, режима орошения, степени зрелости и продолжительности хранения. На пятые сутки хранения качество плодов биологической степени зрелости снижалось в среднем по сортам на 23,6-27,7 %, технической степени зрелости – в 1,1-1,2 раза выше. При хранении в течение двадцати суток наблюдалось ухудшение товарного вида из-за увядания плодов и снижение показателей качества. У гибрида Помпео F₁ независимо от степени зрелости плодов и применяемого режима орошения было отмечено более высокое содержание сухого вещества, суммы сахаров, аскорбиновой кислоты и более низкое – нитратов.

Библиографический список

1. Агротехнология возделывания перца сладкого в зоне светло-каштановых почв Прикаспия при орошении / Е. В. Калмыкова [и др.] // Аграрный научный журнал. 2017. № 6. С. 15-19.
2. Борисов В. А., Меньших А. М., Соснов В. С. Урожайность и качество перца сладкого при комплексном применении удобрений и орошения на обыкновенных черноземах // Картофель и овощи. 2021. № 10. С. 21-23.
3. Калмыкова Е. В. Комплексное обоснование приемов возделывания перца сладкого в условиях меняющегося климата Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 2 (58). С. 130-145.
4. Мачулкина В. А., Санникова Т. А., Антипенко Н. Изменение химического состава плодов сладкого перца в процессе хранения // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2017. № 7. С. 7.
5. Овощи в системе обеспечения продовольственной безопасности России / А. В. Солдатенко [и др.] // Овощи России. 2019. № 2. С. 9-15.
6. Продуктивность и качество перца сладкого при высоком уровне питания и орошения / В. С. Соснов [и др.] // Орошаемое земледелие. 2018. № 3. С. 21-22.
7. Современные инновационные технологии хранения свежих фруктов и овощей и продуктов их переработки (Обзор) / С. В. Глазков [и др.] // Овощи России. 2018. № 5. С. 84-89.
8. Changes in content of vitamin C in refrigerated, frozen and lyophilized fruits of four varieties of pepper depending on storage period / B. Chilczuk [et al.] // Zywnosc. Nauka. Technologia. Jakosc / Food. Science Technology. Quality. 2019. V. 26 (1). P. 56-66.
9. Stability of vitamin C in fruit and vegetable homogenates stored at different temperatures / K. M. Phillips [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. 2016. V. 45. P. 147-162.
10. The influence of far-red light on attributes of green bell pepper fruits (*Capsicum annuum* L.) during storage / M. A. Kozmuta [et al.] // Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI: Food Technology. 2016. V. 40. I. 2. P. 98-118.

Conclusions. In the course of research, the expediency of introducing a differentiated irrigation regime (70-80-75% NV) into agrotechnology against the background of a sufficient level of nutrition to obtain guaranteed potential productivity was substantiated. At the same time, the largest increase was noted on the Pompeo F1 hybrid: if the elements of agricultural technology are

observed, 33.5 t/ha for obtaining 50 t/ha, 21.4 t/ha for obtaining 90 t/ha. The amount of biochemical substances in the fruits of sweet pepper was closely dependent on the variety and hybrid, irrigation regime, degree of maturity and duration of storage. On the fifth day of storage, the quality of fruits of the biological degree of maturity decreased on average by 23.6-27.7% for varieties, and the technical degree of maturity was 1.1-1.2 times higher. When stored for twenty days, there was a deterioration in the presentation due to fruit wilting and a decrease in quality indicators. The Pompeo F1 hybrid, regardless of the degree of fruit maturity and the irrigation regime used, had a higher content of dry matter, the sum of sugars, ascorbic acid and a lower content of nitrates.

References

1. Agrotechnology of the cultivation of sweet pepper in the zone of light chestnut soils of the Caspian region under irrigation / E. V. Kalmykova [et al.] // Agrarian scientific journal. 2017. V. 6. P. 15-19.
2. Borisov V. A., Menshikh A. M., Sosnov V. S. Yield and quality of sweet pepper with the complex application of fertilizers and irrigation on ordinary chernozems // Potatoes and vegetables. 2021. V. 10. P. 21-23.
3. Kalmykova E.V. Comprehensive substantiation of the methods of cultivation of sweet pepper in the changing climate of the Lower Volga region // News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. 2020. V. 2 (58). P. 130-145.
4. Machulkina V. A., Sannikova T. A., Antipenko N. Change in the chemical composition of sweet pepper fruits during storage // Vegetable growing and greenhouse economy. 2017. V. 7. P. 7.
5. Vegetables in the food security system of Russia / A. V. Soldatenko [et al.] // Vegetables of Russia. 2019. V. 2. P. 9-15.
6. Productivity and quality of sweet pepper with a high level of nutrition and irrigation / V. S. Sosnov [et al.] // Irrigated agriculture. 2018. V. 3. P. 21-22.
7. Modern innovative technologies for storing fresh fruits and vegetables and their processed products (Review) / S. V. Glazkov [et al.] // Vegetables of Russia. 2018. V. 5). P. 84-89.
8. Changes in content of vitamin C in refrigerated, frozen and lyophilized fruits of four varieties of pepper depending on storage period / B. Chilczuk [et al.] // Zywnosc. Nauka. Technologia. Jakosc / Food. Science Technology. Quality. 2019. V. 26 (1). P. 56-66.
9. Stability of vitamin C in fruit and vegetable homogenates stored at different temperatures / K. M. Phillips [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. 2016. V. 45. P. 147-162.
10. The influence of far-red light on attributes of green bell pepper fruits (*Capsicum annum* L.) during storage / M. A. Kozmuta [et al.] // Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI: Food Technology. 2016. V. 40. I. 2. P. 98-118.

Authors Information

Kalmykova Elena Vladimirovna, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Laboratory for Modeling Irrigation Technologies, Federal State Budget Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture", 400002, Russian Federation, Volgograd, ul. them. Timiryazev, 9; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8530-9995>, e-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

Kalmykova Olga Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Chair "Technology for Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Catering", Federal State Budgetary Educational Institution Volgograd State Agrarian University, 400002, Russian Federation, Volgograd, Universitetsky Prospect, 26; e-mail: lelya.kalm.90@mail.ru

Информация об авторах

Калмыкова Елена Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, отдел оросительных мелиораций, лаборатория моделирования технологий орошения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8530-9995>. e-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

Калмыкова Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, 26; e-mail: lelya.kalm.90@mail.ru