

УДК 664.8.047:635.649

Энергосберегающая сушка перца сладкого

¹ ВНИИООБ — филиал ФГБНУ
«ПАФНЦ РАН»

А. В. Гулин¹, В. А. Мачулкина¹, О. П. Кигашпаева¹,
А. С. Каракаджиев¹, С. А. Володина¹

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Гулин Александр Владимирович

Адрес: 416341 Астраханская область,
г. Камызяк, ул. Любича, д. 16
E-mail: vniioob@mail.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования
доступны по запросу
у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Гулин А. В., Мачулкина В. А.,
Кигашпаева О. П., Каракаджиев А. С., &
Володина С. А. (2022). Энергосберега-
ющая сушка перца сладкого. *Хранение
и переработка сельхозсырья*, (2), 41-51.
<https://doi.org/10.36107/spfp.2022.251>

ПОСТУПИЛА: 18.10.2021

ПРИНЯТА: 25.04.2022

ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2022

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии
конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение. Ресурсосберегающей основой производства овощей является ареал их возделывания. Астраханская область, в основном, ориентирована на производство растениеводческой продукции, в частности и перца сладкого. В астраханском агропромышленном комплексе созданы все благоприятные условия для организации на научной основе не только выращивания и хранения свежих овощей, но и их переработки, получая при этом новые продукты. Это позволяет существенно сократить потери урожая, увеличить выход продукции и, как следствие, повысить денежные доходы.

Цель. Изучение сокращения потерь нереализованного в срок товарного урожая и нестандартного, не уступающему товарному продукту перца сладкого методом солнечно-воздушной сушки и определение качества переработанной продукции по питательной ценности. Впервые изучается влияние новых сортов селекции Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства на выход сушеного продукта в зависимости от нагрузки на решето. Данная разработка снижает потери урожая при выращивании, уменьшает потребность в транспортных средствах, обеспечивает получение высококачественного, экологически безопасного продукта питания при максимальном использовании естественных факторов.

Материалы и методы. Были использованы биологически зрелые плоды перца сладкого сортов селекции ВНИИООБ Атомор, Мраморный и Людмила, районированные и возделываемые в Южном Федеральном округе. Подготовленное сырье разрезалось кольцами толщиной 5–8 мм с дальнейшей раскладкой на решето с ячейками 4 × 4 мм или 6 × 6 мм с массой нагрузки на решето от 5,0 до 8,0 кг/м². Решета располагались на стеллажах на высоте 0,5–0,8 м от поверхности земли. Во время испытаний учитывали продолжительность времени сушки.

Результаты и их применение. Результатом исследования позволили зафиксировать новые данные относительно продолжительности солнечной сушки плодов перца сладкого в зависимости не только от толщины слоя, но и от температуры и влажности окружающей среды. Определено, что продолжительность солнечной сушки варьировала в зависимости от сорта. При толщине массы сырья на 1 м² 5 кг она составляла от 83 до 108 часов а при увеличении нагрузки до 8 кг продолжительность сушки увеличивалась в 1,2–1,3 раза. Содержание сухого вещества и суммы сахаров в сушеных перцах возрастает пропорционально усушке свежего перца. Количество аскорбиновой кислоты, не смотря на потерю в процессе подготовки сырья к сушке и в процессе сушки, осталось достаточно высоким и варьировало в пределах 118,24–140,32 мг%. Количество каротина в готовом продукте снизилось в 1,1–1,4 раза, а больше всего каротина содержалось в плодах (как свежих, так и сушеных) сорта Людмила и колебалось, в зависимости от вида продукции, от 5,89 мг% до 7,28 мг%. Выход готового продукта составлял от 76,7 до 98,9 кг с одной тонны свежих перцев.

Выводы. Было установлено, что полученный готовый продукт из нереализованного в срок товарного и нестандартного урожая, не уступающему товарному продукту перца сладкого является биологически ценным, а метод солнечно-воздушной сушки малозатратным и позволяет сократить потери урожая.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

перец сладкий, сорт, солнечно-воздушная сушка, продолжительность сушки, выход готового продукта, основной химический состав

Energy-Saving Drying of Sweet Pepper

¹ VNIIOOB — branch of FGBNU
"PAFNTS RAS"

Alexander V. Gulin¹, Vera A. Machulkina¹, Olga P. Kigashpaeva¹,
Altynbek S. Karakadzhiev¹, Svetlana A. Volodina¹

CORRESPONDENCE:

Alexander V. Gulin

16, Lubicha str., Kamyzyak, Astrakhan
region, 416341, Russian Federation
E-mail: vniioob@mail.ru

FOR CITATIONS:

Gulin A. V., Machulkina V. A.,
Kigashpaeva O. P., Karakadzhiev A. S.,
Volodina S. A. (2022). Energy-Saving
drying of sweet pepper. *Storage and
Processing of Farm Products*, (2), 41-51.
<https://doi.org/10.36107/spfp.2022.251>

RECEIVED: 18.10.2021

ACCEPTED: 25.04.2022

PUBLISHED: 30.06.2022

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST:

none declared.



ABSTRACT

Background. The resource-saving basis for the production of vegetables is the area of their cultivation. The Astrakhan region is mainly focused on the production of crop products, in particular sweet pepper.

All favorable conditions have been created in the Astrakhan agro-industrial complex for organizing on a scientific basis not only the cultivation and storage of fresh vegetables, but also their processing, while obtaining new products. This allows you to significantly reduce crop losses, increase product yield and, as a result, increase cash income.

Purpose. Studying the reduction of losses of unsold marketable crops and non-standard sweet peppers that are not inferior to the marketable product by the method of solar-air drying and determining the quality of processed products by nutritional value. For the first time, the influence of new varieties of selection of the All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Vegetable Growing and Melon Growing on the yield of dried product, depending on the load on the sieve, is studied. This development reduces crop losses during cultivation, reduces the need for vehicles, provides a high-quality, environmentally friendly food product with the maximum use of natural factors.

Materials and Methods. Biologically mature fruits of sweet pepper varieties of VNIIOOB Atomor, Marble and Lyudmila breeding, zoned and cultivated in the Southern Federal District, were used. The prepared raw material was cut into rings with a thickness of 5–8 mm with further layout on a sieve with cells of 4 × 4 mm or 6 × 6 mm with a load weight on the sieve from 5.0 to 8.0 kg/m². The sieves were placed on racks at a height of 0.5–0.8 m from the surface of the earth. During the tests, the duration of the drying time was taken into account.

Results. The result of the study made it possible to record new data on the duration of solar drying of sweet pepper fruits, depending not only on the thickness of the layer, but also on the temperature and humidity of the environment. It was determined that the duration of solar drying varied depending on the variety. With a mass thickness of raw materials per 1 m² of 5 kg, it ranged from 83 to 108 hours, and with an increase in load to 8 kg, the drying time increased by 1.2–1.3 times. The content of dry matter and the amount of sugars in dried peppers increases in proportion to the shrinkage of fresh peppers. The amount of ascorbic acid, despite the loss during the preparation of raw materials for drying and during the drying process, remained quite high and varied within 118.24–140.32 mg%. The amount of carotene in the finished product decreased by 1.1–1.4 times, and most of all carotene was contained in fruits (both fresh and dried) of the Lyudmila variety and varied, depending on the type of product, from 5.89 mg% to 7.28 mg%. The yield of the finished product ranged from 76.7 to 98.9 kg per ton of fresh peppers.

Conclusions. It was found that the finished product obtained from the marketable and non-standard crop that was not sold on time, which is not inferior to the marketable product of sweet pepper, is biologically valuable, and the method of solar-air drying is low-cost and reduces crop losses.

KEYWORDS

sweet pepper, variety, solar-air drying, drying time, finished product yield, main chemical composition

ВВЕДЕНИЕ

В условиях недостатка продовольствия большое значение имеет развитие агропромышленного комплекса, направленного на получение и дальнейшую переработку сельскохозяйственной продукции, которая является одним из основных источников продовольственной безопасности страны (Авдеев и др., 2015; Кигашпаева и др., 2021). Отсюда, большое внимание уделяется овощеводству, выращиванию экологически безопасной сельскохозяйственной продукции и насыщению ею внутреннего рынка, в том числе направлению развития импортозамещающих подразделений сельского хозяйства¹ (Панфилов, 2006; Иванова и др., 2000). Пищевая и перерабатывающая промышленность является одной из сфер экономики страны, которая формирует продовольственный рынок и её экономическую безопасность.

Сушка скоропортящихся овощей увеличивает общие запасы страны. Благодаря хорошей транспортабельности сушеную продукцию используют для снабжения населения районов Севера, необжитых районов, участников экспедиций и туристов (Аверьянов, 2015; Лушик, 2019). При этом, важное значение имеет развитие научного потенциала агропромышленного комплекса, поддержка новых научных направлений, в том числе предотвращения потерь урожая при его выращивании, уборке и дальнейшей переработке (Мачулкина и др., 2011). Разработка и внедрение безотходной технологии возделывания овощей, направленной на обеспечение экологически безопасной продукции, высокой потребительской ценности и ресурсосбережению представляется особенно значимой (Волончук и др., 2015; Калафатов & Горб, 2016). Внедрение безотходной технологии позволит сделать выращивание продукции экономически выгодной (Зизина и др., 2016; Сисенгалиева и др., 2017; Гулин и др., 2021).

Сельское хозяйство Астраханской области, в основном, ориентировано на выращивание растениеводческой продукции, большей частью которой являются овощи открытого грунта и бахчевые культуры (Байрамбеков и др., 2020). В связи с этим большое значение имеет развитие технологий по переработке основной товарной продукции, нереализо-

ванной в установленные сроки (Афонькина и др., 2018). Важнейшей задачей сельскохозяйственных производителей является получение высококачественной продукции и развитие технологии переработки (Коринец и др., 2013; Ушачев & Чекалин, 2019). Особое внимание должно быть направлено на внедрение технологий глубокой и комплексной переработки полученного урожая, процессам хранения и транспортировки. Новые технологии способствуют повышению эффективности получения отечественного продовольственного сырья, отвечающего современным требованиям качества и безопасности (Кудряшова, 2004; Солдатенко и др., 2019).

Известно, что наряду с использованием товарной продукции на реализацию, большая её часть перерабатывается. Это позволяет предохранить её от порчи и получить продукцию с новыми пищевыми и вкусовыми свойствами. Одним из таких продуктов является перец сладкий. Плоды этой культуры являются рекордсменом среди овощей по содержанию витамина С, а Р-активных веществ содержат в 5–10 раз больше, чем у огурца и томата (Турсунов & Гуломов, 2021; Кононков, 2007). Плоды перца богаты каротином, тиамин, никотиновой и фолиевой кислотами, белками и минеральными солями. Отличные вкусовые и диетические качества обеспечивают устойчивый постоянный спрос на них в течение всего года.

Переработка перца может быть реализована, как с помощью консервации, так и сушки (Мачулкина & Санникова, 2018; Speranza et al., 2019). Солнечная сушка плодов перца сладкого — это один из способов сокращения потерь урожая и получение нового вида высококачественного, экологически безопасного продукта. Доказано, что солнечная сушка заключается в простоте операции, высокой эффективности производства, минимальных денежных затратах и экономии транспорта и тары². Сладкий перец в основном сушат на солнце по традиционной процедуре и употребляют в качестве специй (Speranza et al., 2019).

Высушенные на солнце образцы трех видов сладкого перца показали сохранение уровня глюкозы, в то

¹ Васильев, В. Н., Куцакова В. Е., & Фролов, С. В. (2013) *Технология сушки. Основы тепло- и массопереноса: Учебник для вузов*. СПб.: Гиорд.

² Чагин, О. В., Кокина, Н. Р., & Пастин В. В. (2007) *Оборудование для сушки овощных продуктов: Учебное пособие*. Иваново: Ивановский химическо-технологический университет.

время как уровень фруктозы снижался. Содержание аскорбиновой кислоты коррелировало с содержанием антиоксидантов, и солнечная сушка снижала ее содержание с лучшим удерживанием в образцах одного из трех анализируемых сортов (Battipaglia). Сушка не оказала заметного влияния на уровень каротиноидов, показывая более высокое содержание в перцах сорта Battipaglia. При этом метод сушки и место выращивания влияет на профиль летучих веществ с более высоким содержанием апокаротиноидов в образцах Battipaglia (Speranza et al., 2019).

Сушка на солнце дает сушеный красный перец с лучшим цветом по сравнению с сушкой горячим воздухом и сушкой в инфракрасном диапазоне (Cao et al., 2016).

Исходя из уникальных свойств перца сладкого, его способности накапливать в большом количестве витамины, в частности аскорбиновую кислоту, в отделе селекции и семеноводства ФГБНУ Всероссийский научно исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства была поставлена задача: изучить выход количества сушеного перца с одной тонны сырья и определить основной химический состав готовой сушеной продукции. Целью данной статьи являлась установка общих требований солнечно-воздушной сушки, обеспечение получения высоковитаминного, экологически безопасного продукта питания при максимальном использовании естественных факторов (солнце, ветер, относительная влажность воздуха).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Введение

Агротехника возделывания перца сладкого общепринята для Астраханской области. Почва участка аллювиально-луговая, среднесуглинистая, среднезасоленная, залегание грунтовых вод от 120 до 200 см. Почвы характеризуются содержанием гумуса в слое 0–20 см от 1,7 до 4,0, гидролизуемого азота 80–140 мг/кг, подвижного фосфора 250–400 мг/кг. Температура воздуха в период сушки была в августе 30,5 °С — 37,7 °С, в сентябре — от 22,3 до 29,5 °С.

Пищевая ценность перца сладкого, по полученным данным ряда ученых (Павлов & Параскова, 2005), состоит: 105 кДж/100 г, сумма сухих

веществ колеблется от 4,1–7,4 %, сумма сахаров 11,0–12,5 %, аскорбиновая кислота — от 102 мг/% до 306 мг/%. Мякоть плода сочная, с малым содержанием клетчатки, со своеобразным вкусом. Содержание основных химических веществ зависит от степени зрелости плода. При перезревании, количество сахара и аскорбиновой кислоты снижается, что также снижает качество продукта³. Чтобы отрасль сельского хозяйства была экономически выгодной, она должна быть безотходной, а потому, переработка свежих плодов перца сладкого, нереализованных в срок и товарной продукции зачистных сборов с использованием естественных факторов позволяющая получить экологически безвредную сушеную продукцию, готовую к употреблению в пищу без длительной кулинарной обработки, представляет особый интерес.

Объекты

В настоящей работе были использованы плоды перца сладкого сортов селекции Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства Атомор, Мраморный и Людмила.

Оборудование

Решета с ячейками 4 × 4 мм или 6 × 6 мм, с массой нагрузки на решето от 5,0 до 8,0 кг/м.

Методы

Процесс сушки основан на обезвоживании сырья путем воздействия положительной температуры. В нашем опыте в период сушки перца сладкого температура воздуха колебалась от 25 °С до 30 °С, а относительная влажность воздуха была не более 65 %, что обеспечивает получение сушеного продукта высокого качества за счет снижения потерь влаги, соответствующего «Медико-биологическим требованиям и санитарным нормам» (Тарасенко & Эвлаш, 2015; Турсунов & Гуломов, 2021).

За период работы в плодах перца определяли основной химический состав: сухое вещество, сумму саха-

³ Лыков, А. В. (1968). *Теория сушки: Для высших технических учебных заведений*. М: Энергия.

ров, аскорбиновую кислоту и каротин как в свежем виде, так и по окончании сушки по ГОСТ Р 54642-2011⁴, а также учитывали продолжительность сушки (в час.) и выход готового продукта (в кг). Определение аскорбиновой кислоты — согласно Методическим рекомендациям⁵, Сахара — цианидный метод определения сахаров в растениях «Методы биохимического исследования растений» (Ермаков, 1987)⁶. Качество готовой продукции устанавливали путем дегустации, при которой учитывалось соответствие цвета, внешнего вида и вкусовые качества (Мягкова, 2021). Работа выполнялась согласно действующих ГОСТ 32896-2014⁷ на свежую и сушеную продукцию и «Медико-биологических требований и санитарных норм качества продовольственного сырья и пищевых продуктов».

Процедура

Сырьё подвергалось мойке, нарезке, кольцами толщиной 5–8 мм и раскладке на решета с сетчатым дном размером ячеек 4 × 4 мм или 6 × 6 мм. Масса сырья на 1 м² составляла 5 кг и 8 кг. Повторность опыта 3-кратная. Решета устанавливали на площадке вдали от проезжей части дорог, с минимальным попаданием. Подготовка сырья к переработке заключалась в следующем: после прохождения инспектирования, где удалялись больные, пораженные вредителями плоды, подготовленное прямых солнечных лучей. Решета размещались на стеллажах высотой 0,5–0,8 м от поверхности земли.

Анализ данных

Работа выполнялась согласно действующих ГОСТ 32896-2014 на свежую и сушеную продукцию и «Медико-биологических требований и санитарных

норм качества продовольственного сырья и пищевых продуктов» математическая обработка согласно рекомендациям (Маматов, 2013).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Получены данные по получению сушеного перца сладкого новых сортов селекции Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства Атомор, Мраморный и Людмила. Как отмечалось выше, климатические условия Нижнего Поволжья, в том числе Астраханского региона, благодаря географическому положению, благоприятны для солнечной сушки. И, как видно из представленных нами данных в Таблице 1, продолжительность солнечной сушки зависела не только от толщины слоя, но и от погодных условий. При пасмурной погоде и высокой влажности воздуха продолжительность сушки увеличивалась в зависимости от массы загружаемого сырья на 1 м²: у сорта Атомор на 24–37 часов, у сорта Мраморный на 23–33 часа и у сорта Людмила на 21–30 часов. Как показывают полученные нами результаты, у сорта Людмила была наименьшая разница по скорости сушки в зависимости от толщины слоя на решете по сравнению с другими сортами. В целом, продолжительность сушки варьировала в зависимости от сорта: при толщине массы сырья на 1 м² 5 кг она составляла от 83 до 108 часов, а при увеличении нагрузки до 8 кг продолжительность сушки увеличивалась: у сорта Атомор в 1,2–1,3 раза, у сорта Мраморный в 1,2 раза и у сорта Людмила, также, как и у сорта Атомор, в 1,2–1,3 раза (см. Таблицу 1).

Таблица 1

Продолжительность сушки и выход готовой продукции

Сорт	Масса загружаемого сырья на 1 м ² , кг	Продолжительность сушки, час	Выход готового продукта, кг	Потери и отходы, %
Атомор	5,0	83–107	76,7	12,6
	8,0	101–138	91,2	18,9
Мраморный	5,0	85–108	83,2	10,8
	8,0	103–136	95,4	17,4
Людмила	5,0	86–107	85,6	13,6
	8,0	105–135	98,9	19,4

⁴ ГОСТ Р 54642-2011. (2013). *Сахар. Методы определения влаги и сухих веществ*. М.: Стандартинформ.

⁵ Рожнов, Е. Д. (2016). *Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Химия отрасли» и «Методы исследования органических соединений»*. Бийск: Издательство Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова.

⁶ Ермаков, А.И., Арасимович, В. В., & Смирнова-Иконникова, М. И. (1987). *Методы биохимического исследования растений*. Л.: Агропромиздат.

⁷ ГОСТ 32896-2014. (2019). *Фрукты сушеные. Общие технические условия*. М.: Стандартинформ.

Выход готового продукта, как и продолжительность сушки, зависели от массы загружаемого сырья. При нагрузке на 1 м² до 5,0 кг выход готового продукта с одной тонны сырья составил, в зависимости от сорта, от 76,7 кг до 85,6 кг. При увеличении нагрузки на решето количество продукции повысилось в 1,1–1,2 раза. Потери и отходы, состоящие из плодоножек, семян, при ручной резке, составляли от 10,8 до 19,4%, что меньше норматива (20,0–24,0%). Наименьшие потери были у сорта Мраморный.

Готовность конечного продукта определяли следующим образом: высушенный перец при легком сжатии в руке не слипался в комок, а при ослаблении сжатия кольца легко отделялись друг от друга и принимали первоначальную форму. Такой продукт соответствовал стандартной влажности 12% (Франко & Касьянов, 2010). По полученным нами данным видно, что как свежие плоды перца сладкого, так и сушеные содержали большое количество аскорбиновой кислоты. В свежей продукции наибольшее её количество было у сорта Атомор — 179,24 мг%, а наименьшее — у сорта Людмила 139,17 мг%. Сорт Мраморный занимал промежуточное положение. Несмотря на потерю аскорбиновой кислоты в процессе подготовки сырья к сушке и в процессе сушки, количество её осталось достаточно большим и варьировало в пределах 118,24–140,32 мг%. Количество каротина в готовом продукте снизилось в 1,1–1,4 раза, но, несмотря на это, содержание его оставалось достаточно высоким и больше все-

го каротина содержалось в плодах (как свежих, так и сушеных) сорта Людмила и колебалось, в зависимости от вида продукции, от 5,89 мг% до 7,28 мг%. Это указывает на то, что продукт является биологически ценным (Таблица 2).

Развернувшаяся борьба с потерями при выращивании продукции приводит к экономии энергоресурсов, что повышает эффективность борьбы с потерями урожая и позволяет делать технологию выращивания продукции малоотходной. Учитывая, что выращивание продукции это сложная система связанных звеньев от производства до переработки, сократить потери можно только при условии комплексного развития всех составляющих звеньев. Поэтому внедрение малоотходной технологии выращивания перца сладкого, улучшение реализации и переработки продукции, является завершающей операцией. Проведенными исследованиями была установлена возможность использования не реализованной продукции на получение нового вида продукта пригодного для пищевых целей. В технологии переработки этой продукции солнечная сушка обеспечивает использование всего товарного урожая при использовании солнечной энергии. При проведении работы были установлены общие требования технологии солнечной сушки, обеспечивающие получение высококачественного, экологически безопасного продукта питания при максимальном использовании естественных факторов (солнце, ветер, относительная влажность воздуха).

Таблица 2

Основной химический состав перца сладкого биологической степени зрелости

Сорт	Показатели				
	вид продукции	сухое вещество, %	сумма сахаров, %	аскорбиновая кислота, мг%	каротин, мг%
Атомор	Свежая	8,41	6,03	179,24	6,84
	Сушеная	76,03	48,21	134,18	5,03
Мраморный	Свежая	9,34	6,38	163,24	6,32
	Сушеная	76,86	47,62	140,32	5,86
Людмила	Свежая	8,75	7,39	139,17	7,28
	Сушеная	73,24	52,16	118,24	5,89

*Примечание: ПДК для свежего перца сладкого 200 мг/кг сырого вещества; для сушеного продукта – 1600 мг/кг.

Технология солнечной сушки обеспечивает сокращение объема свежей продукции в полученном сушенном продукте в 10–15 раз — уменьшением потребности в транспортных средствах, сокращение потребности в тепловой и электрической энергии за счет использования солнечной.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Важное место в обеспечении страны продовольствием занимает плодоовощная продукция, определяющая структуру рационального питания человека.

В ходе проведенных исследований было выявлено, что в зависимости от ряда факторов производственной деятельности, часть продукции, в количестве 20 % и более, не реализуется и остается на поле или идет на корм скоту. Из-за слабой базы по переработке невостребованное сырьё теряет свою ценность, а может быть использовано для получения сушеного продукта при помощи бесплатной солнечной энергии.

Общие требования, которые предъявляются к сушке — максимальное использование естественных факторов (солнце, ветер, относительная влажность воздуха), способствующих получению высоковитаминного продукта питания. Несмотря на то, что солнечная сушка плодоовощной продукции была известна с далеких времён, она до сих пор мало используется. Солнечно-воздушная сушка отмечена гибкостью проводимых операций, высокой эффективностью производства и минимумом денежных затрат.

Каждый сорт обладает уникальным содержанием биохимического состава. Перед учеными института была поставлена цель — изучить влияние солнечной сушки на основной химический состав новых сортов селекции института. Эти сорта, не имеющие аналогов, впервые изучались на пригодность к солнечно — воздушной сушке. В ходе исследований было выявлено, что весь товарный урожай за исключением отхода (семенные камеры, гнилые, пораженные вредителями), пригоден к переработке с использованием солнечной энергии, что делает технологию выращивания малоотходной. Это имеет большое значение при выращивании перца

сладкого в крупных масштабах (фермерские хозяйства, акционерные общества). Полученные данные согласуются с мнением Speranza et al. (2019) о необходимости правильного подхода в отношении типа сушки с учетом места произрастания. Знания об изменении показателей качества при обработке могут быть полезны для лучшего использования этого продукта, повышения его доступности на рынке и снижения себестоимости продукции (Speranza et al., 2019). Сходные идеи высказывают и Cao et al. (2016), отмечая, что сушка на солнце является традиционной технологией, широко используемой для сохранения сельскохозяйственной продукции, в том числе перца, в течение длительного времени. Вместе с тем, авторы отмечают, что указанный метод требует много времени или дает продукцию более низкого качества, если технология окажется напущенной.

На основании проведенных исследований по сушке плодов перца сладкого сортов ВНИИОБ Атомор, Мраморный и Людмила можно отметить, что продолжительность солнечной сушки зависела не только от толщины слоя, но и от температуры и влажности окружающей среды и варьировала в зависимости от сорта: при толщине массы сырья на 1 м² 5 кг она составляла от 83 до 108 часов а при увеличении нагрузки до 8 кг продолжительность сушки увеличивалась в 1,2–1,3 раза. Содержание основных химических веществ (сухие вещества и сумма сахаров) в сушеных перцах возрастает пропорционально усушке свежего перца. Количество аскорбиновой кислоты, несмотря на потерю, в процессе подготовки сырья к сушке и в процессе сушки, осталось достаточно большим и варьировало в пределах 118,24–140,32 мг %. Количество каротина в готовом продукте снизилось в 1,1–1,4 раза, но оставалось достаточно высоким, что также согласуется с данными Speranza et al. (2019) о не большом влиянии солнечной сушки на уровень каротиноидов. Больше всего каротина содержалось в плодах (как свежих, так и сушеных) сорта Людмила и колебалось, в зависимости от вида продукции, от 5,89 мг % до 7,28 мг %. Это указывает на то, что продукт экологически безопасный. Выход готового продукта составлял с одной тонны свежих перцев от 83,0 до 138 кг, следовательно, происходит экономия необходимой тары и транспортных средств, для доставки продукции к месту потребления.

ВЫВОДЫ

Рост стоимости энергоресурсов, использование транспортных средств, тары приводит к высокой себестоимости получаемой продукции. Расширение объемов использования солнечной сушки освободит от необходимости завоза дорогостоящих различных добавок, укрепит экономику, позволит обеспечить население высоковитаминными продуктами в несезонное время.

Как известно, в настоящее время уделяется большое внимание не только получению высокого урожая, но и его сохранению. Борьба с потерями в агропромышленном комплексе, в частности при выращивании перцев сладкого, приводит к огромной экономии энергоресурсов. При этом мы считаем, что проводимые исследования по солнечной сушке перца сладкого дадут ощутимые результаты, при условии охвата всех звеньев агропромышленного комплекса.

Проведение солнечной сушки позволит удовлетворить в течение всего сезона рекомендуемые физиологические нормы потребления этого высоко витаминного продукта. Кроме того внедрение безотходной технологии производства позволит улучшить организацию перевозок, переработки и хранения.

Поэтому солнечная сушка перца обеспечивает: сокращение объема свежей продукции в полученном сушеном продукте, в 10–15 раз; уменьшение потребности в транспортных средствах и таре, в 11–16 раз; увеличение нормы загрузки транспортных средств; сокращение потребности в тепловой и электрической энергии за счет использования солнечной, что очень важно в настоящее время; перевозку продукции в любое время года.

На основании проведенных нами исследований, при выращивании новых сортов селекции ВНИИ-ООБ: Атомор, Мраморный и Людмила, можно считать, что выполнение в срок всех мероприятий обеспечит малоотходное производство перца сладкого и полную потребность в продукте питания населения страны, отпадает зависимость ввоза из-за границы недостающего продукта. А подбор сортов с высокой продуктивностью и хорошими вкусовыми качествами делает технологию солнечной сушки перспективной работой. Кроме того, сушеную продукцию можно реализовать в течение всего года, независимо от климатических условий.

По проведенным нами исследованиями для сушки перца сладкого пригоден весь урожай, кроме больных и пораженных вредителями, и мы считаем, что при организации солнечной сушки большое внимание уделить сортировки плодов, не допуская к использованию плоды пораженными вредителями и болезнями.

ЛИТЕРАТУРА

- Авдеев, А. Ю., Кигашпаева, О. П., Бажмаева, Ф. К., & Сисенгалиева, С. Т. (2016). Новые сорта перца для различных целей выращивания. *Орошаемое земледелие*, 1, 9–10.
- Аверьянов, О. А. (2015). Производство сушеных припасов из растительного сырья. В *Продовольственная индустрия Юга России: Сборник материалов международной научно-практической конференции* (с. 78–79). Краснодар: КНИИХП.
- Афонькина, В. А., Попов, В. М., & Левинский, В. Н. (2018). Результаты исследований качественных показателей процесса ИК-сушки томатов с установкой сроков хранения. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 4, 174–180.
- Байрамбеков, Ш. Б., Дубровин, Н. К., Корнева, О. Г., & Перова, Л. Г. (2020). Защита плодов сладкого перца от повреждений хлопковой совки. В *Инновационная деятельность как фактор развития агропромышленного комплекса в современных условиях: Материалы II Международной научной конференции* (с. 173–177). Грозный: Чеченский государственный университет. <https://doi.org/10.36684/22-2020-1-173-177>
- Волончук, С. К., Шорникова, С. К., Волончук, А. П., & Филимончук, Г. П. (2015). Научные подходы повышения эффективности переработки сельхозсырья. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 1, 21–22.
- Гулин, А. В., Мачулкина, В. А., & Кигашпаева, О. П. (2021). Основы ресурсосберегающей технологии солнечной сушки томатов. *Fundamentals of resource saving technology solar drying tomatoes. The Scientific Heritage*, 77-2, 14–16. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-77-2-14-16>

- Зизина, Я. Ф., Потапов, П. Н., & Галеев, Р. Р. (2016). Новые сорта перца сладкого. *Картофель и овощи*, 5, 23–24.
- Иванова, Е. И., Мачулкина, В. А., & Санникова, Т. А. (2000). Солнечная сушка перца и баклажан. *Картофель и овощи*, 4, 24–25.
- Калафатов, Э. Т., & Горб, Н. Н. (2016). Устройство для солнечной сушки овощей и фруктов. *Технические науки от теории к практике*, 10, 139–141.
- Кигащпаева, О. П., Гулин, А. В., Капанова, Р. Х., & Володина, С. А. (2021). Результаты и перспективы Астраханской селекции овощных и бахчевых культур. *Овощи России*, 6, 16–21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-16-21>
- Кононков, П. Ф. (2007). Овощи — основа здорового питания. *Картофель и овощи*, 1, 8–9.
- Коринец, В. В., Иванова, Е. И., Байрамбеков, Ш. Б., Лаптев, В. Н., & Максудов, С. К. (2013). Солнечная сушка овощебахчевой продукции — энергосберегающая технология. Астрахань.
- Кудряшова, А. А. (2004). Влияние питания на здоровье человека. *Пищевая промышленность*, 12, 88–90.
- Лушник, А. А. (2019). Оценка потребности в овощах в соответствии с рациональными нормами их потребления. *Овощи России*, 2, 16–21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-16-21>
- Маматов, Ш. М. (2013). Математическая обработка результатов теоретического и экспериментального исследования сушки овощей. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, 6, 60–63.
- Мачулкина, В. А., & Санникова, Т. А. (2018). Изменение органолептических показателей консервированного перца сладкого в зависимости от сорта и продолжительности хранения. *Бюллетень науки и практики*, 4(9), 103–108. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1418662>
- Мачулкина, В. А., Санникова, Т. А., & Антипенко, Н. И. (2011). Безотходная технология переработки овощебахчевой продукции. *Картофель и овощи*, 7, 22–23.
- Мягкова, Е. Г. (2021). Адаптивность сортов перца сладкого при возделывании в почвенноклиматических условиях Астраханской области. *Вестник российского университета дружбы народов*, 16(1), 30–41. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2021-16-1-30-41>
- Павлов, Л. В., & Параскова, Е. И. (2005). О стандартах отрасли на овощи сушеные (баклажаны, перец, томаты, хризантемы). В *Приоритетные направления в селекции, семеноводстве сельскохозяйственных растений в XXI веке: Международная научно-практическая конференция* (с. 556–558). М.: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур.
- Панфилов, В. А. (2006). Продовольственная безопасность России и шестой технологический уклад в АПК. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*, 1, 10–12.
- Сисенгалиева, С. Т., Бажмаева, Ф. К., & Авдеев, А. Ю., (2017). Использование оригинальных сортов перца сладкого в зависимости от морфологических и биохимических признаков. *Орошаемое земледелие*, 3, 15–16.
- Солдатенко, А. В., Разин, А. Ф., Пивоваров, В. Ф., Шатилов, М. В., Иванова, М. И., & Россинская, О. В. (2019). Овощи в системе обеспечения продовольственной безопасности России. *Овощи России*, 2, 9–15. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-9-15>
- Турсунов, С. А., & Гуломов, Ш. Б. (2021). Изучение способов сушки овощей. *Технические науки*, 4, 36–38.
- Ушачев, И. Г., & Чекалин, В. В. (2019). Импортозамещение и обеспечение продовольственной безопасности России. *Овощи России*, 2, 3–8. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-3-8>
- Франко, Е. П., & Касьянов, Г. И. (2010). Особенности процесса сушки плодов овощей. В *мире научных открытий*, 4-4, 76–77.
- Тарасенко, Т. А., & Эвлаш, Т. Т. (2015). Теоретичні дослідження способів сушіння овочів та фруктів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*, 17(4), 148–151.
- Cao, Z. Z., Zhou, L. Y., Bi, J. F., Yi, J. Y., Chen, Q. Q., Wu, X. Y., Zheng, J. K., & Li, S. R. (2016). Effect of different drying technologies on drying characteristics and quality of red pepper (*Capsicum frutescens* L.): a comparative study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(10), 3596–3603. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7549>
- Speranza, G., Lo Scalzo, R., Morelli, C. F., Rabuffetti, M., & Bianchi, G. (2019). Influence of drying techniques and growing location on the chemical composition of sweet pepper (*Capsicum annuum* L., var. Senise). *Journal of Food Biochemistry*, 43(11), e13031. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13031>

REFERENCES

- Afon'kina, V. A., Popov, V. M., & Levinskii, V. N. (2018). Rezul'taty issledovaniy kachestvennykh pokazatelei protsessa IK-sushki tomatov s ustanovkoi srokov khraneniya [The results of studies of qualitative indicators of the process of IR-drying of tomatoes with the setting of storage periods]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University]*, 4, 174–180.
- Avdeev, A. Yu., Kigashpaeva, O. P., Bazhmaeva, F. K., & Sisengalieva, S. T. (2016). Novye sorta pertsy dlya razlichnykh tselei vyrashchivaniya [New Pepper Varieties for Different Growing Purposes]. *Oroshaemoe zemledelie [Irrigated Agriculture]*, 1, 9–10.
- Aver'yanov, O. A. (2015). Proizvodstvo sushennykh pripasov iz rastitel'nogo syr'ya [Production of dried supplies from vegetable raw materials]. In *Prodovol'stvennaya industriya Yuga Rossii: Sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Food industry of the South of Russia: Proceedings of materials of the international scientific and practical conference]* (pp. 78–79). Krasnodar: KNIKhP.
- Bairambekov, Sh. B., Dubrovin, N. K., Korneva, O. G., & Perova, L. G. (2020). Zashchita plodov sladkogo pertsy ot povrezhdenii khlopkovoi sovki [Protecting sweet pepper fruit from cotton bollworm damage]. In *Innovatsionnaya deyatel'nost' kak faktor razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v sovremennykh usloviyakh: Materialy II Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii [Innovative activity as a factor in the development of the agro-industrial complex in modern conditions: Proceedings of the 2nd International Scientific Conference]* (pp. 173–177). Grozny: Chechenskii gosudarstvennyi universitet. <https://doi.org/10.36684/22-2020-1-173-177>
- Franko, E. P., & Kas'yanov, G. I. (2010). Osobennosti protsessy sushki plodov ovoshchei [Features of the process of drying fruit vegetables]. *V mire nauchnykh otkrytii [In the World of Scientific Discoveries]*, 4-4, 76–77.
- Gulin, A. V., Machulkina, V. A., & Kigashpaeva, O. P. (2021). Osnovy resursosberegayushchei tekhnologii solnechnoi sushki tomatov. Fundamentals of resource saving technology solar drying tomatoes [Fundamentals of resource-saving technology for solar drying of tomatoes]. *The Scientific Heritage*, 77-2, 14–16. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-77-2-14-16>
- Ivanova, E. I., Machulkina, V. A., & Sannikova, T. A. (2000). Solnechnaya sushka pertsy i baklazhany [Sun drying peppers and eggplant]. *Kartofel' i ovoshchi [Potatoes and Vegetables]*, 4, 24–25.
- Kalafatov, E. T., & Gorb, N. N. (2016). Ustroistvo dlya solnechnoi sushki ovoshchei i fruktov [Device for solar drying of vegetables and fruits]. *Tekhnicheskie nauki ot teorii k praktike [Engineering Sciences from Theory to Practice]*, 10, 139–141.
- Kigashpaeva, O. P., Gulin, A. V., Kapanova, R. Kh., & Volodina, S. A. (2021). Rezul'taty i perspektivy Astrakhanskoi seleksii ovoshchnykh i bakhchevykh kul'tur [Results and prospects of the Astrakhan selection of vegetable and melon crops]. *Ovoshchi Rossii [Russian Vegetables]*, 6, 16–21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-16-21>
- Kononkov, P. F. (2007). Ovoshchi — osnova zdorovogo pitaniya [Vegetables are the basis of a healthy diet]. *Kartofel' i ovoshchi [Potatoes and Vegetables]*, 1, 8–9.
- Korinets, V. V., Ivanova, E. I., Bairambekov, Sh. B., Laptev, V. N., & Maksutov, S. K. (2013). Solnechnaya sushka ovoshchebakhchevoi produktsii — energosberegayushchaya tekhnologiya [Solar drying of vegetable and melon products is an energy-saving technology]. Astrakhan'.
- Kudryashova, A. A. (2004). Vliyanie pitaniya na zdorov'e cheloveka [The impact of nutrition on human health]. *Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry]*, 12, 88–90.
- Lushchik, A. A. (2019). Otsenka potrebnosti v ovoshchakh v sootvetstvii s ratsional'nymi normami ikh potrebleniya [Assessment of the need for vegetables in accordance with rational norms for their consumption]. *Ovoshchi Rossii [Russian Vegetables]*, 2, 16–21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-16-21>
- Machulkina, V. A., & Sannikova, T. A. (2018). Izmenenie organolepticheskikh pokazatelei konservirovannogo pertsy sladkogo v zavisimosti ot sorta i prodolzhitel'nosti khraneniya [Changes in the organoleptic characteristics of canned sweet peppers depending on the variety and duration of storage]. *Byulleten' nauki i praktiki*, 4(9), 103–108. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1418662>
- Machulkina, V. A., Sannikova, T. A., & Antipenko, N. I. (2011). Bezotkhodnaya tekhnologiya pererabotki ovoshchebakhchevoi produktsii [Waste-free technology for processing vegetable and melon products]. *Kartofel' i ovoshchi [Potatoes and Vegetables]*, 7, 22–23.
- Mamatov, Sh. M. (2013). Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov teoreticheskogo i eksperimental'nogo issledovaniya sushki ovoshchei [Mathematical processing of the results of theoretical and experimental research of vegetable drying]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk [Actual Problems of the Humanities and Natural Sciences]*, 6, 60–63.
- Myagkova, E. G. (2021). Adaptivnost' sortov pertsy sladkogo pri vozdeystvii v pochvennoklimaticheskikh usloviyakh Astrakhanskoi oblasti [Adaptability of Sweet Pepper Varieties When Cultivated in Soil and Climatic Conditions of the Astrakhan Region]. *Vestnik rossiiskogo universiteta družby narodov [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia]*, 16(1), 30–41. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2021-16-1-30-41>
- Panfilov, V. A. (2006). Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii i shestoi tekhnologicheskii uklad v APK [Food security of Russia and the sixth technological order in the agro-industrial complex]. *Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki [Bulletin of Russian Agricultural Science]*, 1, 10–12.
- Pavlov, L. V., & Paraskova, E. I. (2005). O standartakh otrasli na ovoshchi susheniye (baklazhany, perets, tomaty, khrizantemy) [On industry standards for dried vegetables (eggplants, peppers, tomatoes, chrysanthemums)]

- bles (eggplants, peppers, tomatoes, chrysanthemums)]. In *Prioritetnye napravleniya v seleksii, semenovodstve sel'skokhozyaistvennykh rastenii v XXI veke: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya [Priority directions in breeding, seed production of agricultural plants in the 21st century: International Scientific and Practical Conference]* (pp. 556–558). Moscow: Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut seleksii i semenovodstva ovoshchnykh kul'tur.
- Sisengalieva, S. T., Bazhmaeva, F. K., & Avdeev, A. Yu., (2017). Ispol'zovanie original'nykh sortov pertsa sladkogo v zavisimosti ot morfologicheskikh i biokhimicheskikh priznakov [The use of original varieties of sweet pepper depending on morphological and biochemical characteristics]. *Oroshaemoe zemledelie [Irrigated Agriculture]*, 3, 15–16.
- Soldatenko, A. V., Razin, A. F., Pivovarov, V. F., Shatilov, M. V., Ivanova, M. I., & Rossinskaya, O. V. (2019). Ovoshchi v sisteme obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossii [Vegetables in the food security system of Russia]. *Ovoshchi Rossii [Russian Vegetables]*, 2, 9–15.
- Tursunov, S. A., & Gulomov, Sh. B. (2021). Izuchenie sposobov sushki ovoshchei [Learning how to dry vegetables]. *Tekhnicheskie nauki [Technical Science]*, 4, 36–38.
- Ushachev, I. G., & Chekalin, V. V. (2019). Importozameshchenie i obespechenie prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossii [Import substitution and ensuring food security in Russia]. *Ovoshchi Rossii [Russian Vegetables]*, 2, 3–8. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-3-8>
- Volonchuk, S. K., Shornikova, S. K., Volonchuk, A. P., & Filimonchuk, G. P. (2015). Nauchnye podkhody povysheniya effektivnosti pererabotki sel'khozsyrya [Scientific approaches to improve the efficiency of processing agricultural raw materials]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and processing of Farm Products]*, 1, 21–22.
- Zizina, Ya. F. Potapov, P. N., & Galeev, R. R. (2016). Novye sorta pertsa sladkogo [New varieties of sweet pepper]. *Kartofel' i ovoshchi [Potatoes and Vegetables]*, 5, 23–24.
- Tarasenko, T. A., & Evlash, T. T. (2015). Teoretichnyy doslidzheniya sposobiv sushinnya ovochivta fruktiv [Theoretical study of methods of drying vegetables and fruits]. *Naukovii visnik L'vivskogo natsional'nogo universitetu veterinarnoi meditsini ta biotekhnologii imeni S.Z. Gzhits'kogo [Scientific Bulletin of S.Z. Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Gzhitskyi]*, 17(4), 148–151.
- Cao, Z. Z., Zhou, L. Y., Bi, J. F., Yi, J. Y., Chen, Q. Q., Wu, X. Y., Zheng, J. K., & Li, S. R. (2016). Effect of different drying technologies on drying characteristics and quality of red pepper (*Capsicum frutescens* L.): a comparative study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(10), 3596–3603. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7549>
- Speranza, G., Lo Scalzo, R., Morelli, C. F., Rabuffetti, M., & Bianchi, G. (2019). Influence of drying techniques and growing location on the chemical composition of sweet pepper (*Capsicum annuum* L., var. Senise). *Journal of Food Biochemistry*, 43(11), e13031. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13031>