



RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

JOURNAL	World Science
p-ISSN	2413-1032
e-ISSN	2414-6404
PUBLISHER	RS Global Sp. z O.O., Poland
ARTICLE TITLE	РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ С ПОЛИКАРБОНАТНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ СУШКИ ПРОДУКТОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
AUTHOR(S)	К. Т. Арчвадзе, И. Р. Чачава, К. Р. Папава, Н. З. Хотенашвили, Р. Г. Липартелиани, З. Ш. Табукашвили Ketevan Archvadze, Iia Chachava, Ketevan Papava, Nanuli Khotenashvili, Riva Liparteliani, Zurab Tabukashvili. (2021)
ARTICLE INFO	Development and Testing of a Polycarbonate-Coated Solar Installation for Drying Agricultural Products. World Science. 7(68). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30072021/7636
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30072021/7636
RECEIVED	10 May 2021
ACCEPTED	30 June 2021
PUBLISHED	05 July 2021
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2021. This publication is an open access article.

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ С ПОЛИКАРБОНАТНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ СУШКИ ПРОДУКТОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

К. Т. Арчвадзе, академический доктор, научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия

И. Р. Чачава, академический доктор, преподаватель колледжа, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Колледж «Юношеский центр», Тбилиси, Грузия, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4888-690X>

К. Р. Папав, академический доктор, научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5212-9362>

Н. З. Хотенашвили, научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5547-8077>

Р. Г. Липартелиани, академический доктор, старший научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9581-6592>

З. Ш. Табукашвили, научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3162-3353>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30072021/7636

ARTICLE INFO

Received: 10 May 2021

Accepted: 30 June 2021

Published: 05 July 2021

KEYWORDS

solar drying plant, polycarbonate coating, temperature, drying speed, dried products, product quality, eggplant, agriculture.

ABSTRACT

The proposed solar drying system significantly reduces the drying time and improves the quality of the product, including the preservation of vitamins. When drying rosehip, a laboratory analysis for vitamin "C" showed that 28% of this vitamin is destroyed during natural drying, and 17% when using a solar dryer.

The drying speed increases by 2.5 - 4 times compared to traditional outdoor drying.

In the proposed installation, you can dry different agricultural products, you can change the coating of the solar drying unit. In S/D, the air temperature is higher than in the environment from about 13 to 32 degrees Celsius, depending on weather conditions.

The drying process in the S/D apparatus allows you to ensure the purity of the products. S/D is covered and during the drying process the product is not contaminated with dust and rain, by influence of dew, is not damaged by birds, insects or wasps.

This device is convenient for transportation, during the day it can be moved and rotated to align to the sun.

The proposed solar dryer is easy to manufacture and can be widely used in large and small farms, private and subsidiary farms.

Citation: Ketevan Archvadze, Iliya Chachava, Ketevan Papava, Nanuli Khotenashvili, Riva Liparteliani, Zurab Tabukashvili. (2021) Development and Testing of a Polycarbonate-Coated Solar Installation for Drying Agricultural Products. *World Science*. 7(68). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30072021/7636

Copyright: © 2021 Ketevan Archvadze, Iliya Chachava, Ketevan Papava, Nanuli Khotenashvili, Riva Liparteliani, Zurab Tabukashvili. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Цель работы. ●создание и исследование гелиотехнологических установок из подручных и доступных средств для мелких фермерных и крестьянских хозяйств;

- повышение эффективности процесса сушки за счет разработки новых сушильных установок, обеспечивающих экономию теплоэнергетических ресурсов при требуемом качестве готовой продукции;

- обеспечение эффективного процесса сушки грибов, баклажанов, шиповника и других продуктов сельского хозяйства (с/х) в гелиотехнологических сушильных установках;

Перспектива использования солнечной энергии для с/х продуктов в гелиосушильных установках очень велика.

Использование простых и недорогих солнечных коллекторов для подогрева воздуха при сушке урожая является перспективным для снижения огромных потерь урожая во многих странах. Отсутствие адекватных условий хранения приводит к значительным потерям продовольствия. При уборке урожая в саду часть плодов и ягод всегда оказывается с внешними повреждениями и некрасивой формы. Они не могут долго храниться в свежем виде. Таковую продукцию лучше высушить для зимнего и весеннего сезонов.

Чтобы избежать потерь с/х продуктов, производители обычно продают урожай немедленно после сбора по низким ценам. Сокращение потерь благодаря сушке свежих плодов принесло бы большую пользу и производителям и потребителям. В некоторых развивающихся странах для сохранения продовольствия широко используется метод сушки под открытым небом. Для этого продукт раскладывают на земле, камнях, на обочинах дорог или на крышах. Преимущество этого метода - в простоте и дешевизне. Однако качество конечного продукта низко из-за долгого времени высыхания, загрязнения, заражения насекомыми и порчи из-за перегрева. Кроме того, достижение достаточно низкого содержания влаги - дело трудное, и зачастую кончается порчей продукта при хранении. Введение солнечных сушилок поможет улучшить качество высушенных изделий и снизить убытки. [1, 5].

Основная часть. Предлагается гелиосушильное устройство (г/с) с поликарбонатным покрытием. Покрытие можно менять на полиэтилен, стекло и другие материалы. [4, 8].

Была разработана и собрана гелиосушильная установка (рис.1 и рис. 2), состоящая из двух камер-солнечного коллектора 1 и сушильной камеры 2. В коллектор 1 помещается в деревянной раме металлическая пластина 3, выкрашенная в черный цвет, которая переводит солнечную энергию в тепловую (вместо металлической пластины можно использовать ткань черного цвета). На дне коллектора располагается кассета 4 с теплоудерживающим материалом 5 (в исследованиях использовалась поваренная соль). В нижней части коллектора имеется вход для атмосферного воздуха 7, а в верхней части сушильной камеры – вытяжная труба 8 для выведения влажного воздуха. Солнечный коллектор соединяется с сушильной камерой шарнирно 6, для облегчения транспортировки устройства и установки оптимального угла падения солнечных лучей на коллектор. Данную гелиосушилку можно поворачивать по направлению движения солнца из-за наличия маленьких колес на ножках 14.

Дно и стенки данного сушильного устройства покрыты фанерой. Для большей герметичности небольшие щели заполняются специальным клеем или закрываются скотчем. У данного аппарата есть возможность регулировать угол наклона солнечного коллектора 1 к сушильной камере 2 с помощью регулировочного механизма 12. Наиболее эффективная работа солнечных сушилок происходит при перпендикулярном падении солнечных лучей на коллектор. Из-за движения Земли вокруг Солнца, происходят сезонные изменения угла падения солнечных лучей на поверхность земли. Обычно принимается для весны и осени оптимальный угол наклона равным значению широты местности. Наиболее распространенный способ установления солнечных коллекторов является угол 45 градусов. Для зимы к этому значению прибавляется 10-15 градусов, а летом от этого значения отнимается 10-15 градусов [1-7].

Технологический процесс сушки происходит следующим образом: в коллектор устанавливается металлическая пластина, а также кассеты с теплоудерживающим веществом.

В сушильную камеру вставляются сетчатые поддоны с предварительно подготовленным для сушки продуктом 10, сушильная камера закрывается щитом 11, коллектор и сушильная камера покрываются поликарбонатом 13, в случае надобности можно также использовать оконное стекло, гофрированную металлическую поверхность (с целью увеличения обогреваемой поверхности), фанеру и т.п.

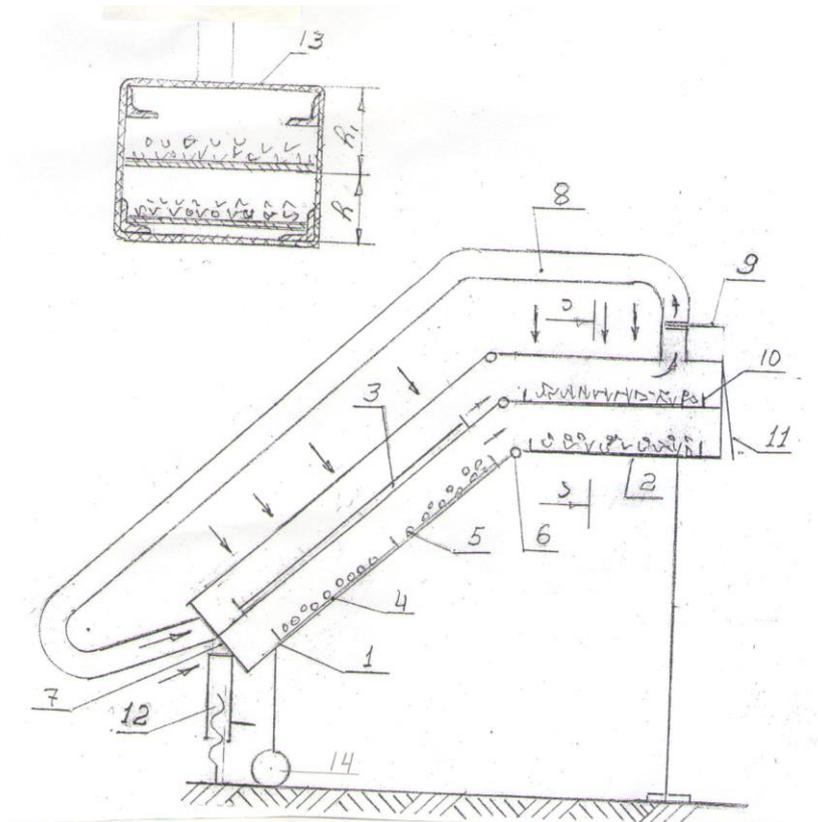


Рис. № 1. Схема гелиосушильной установки.

1 - солнечный коллектор; 2 - сушильная камера; 3 - металлическая пластина; 4 - кассета;
 5 - теплодерживающий материал; 6 - шарнир; 7 - входное отверстие; 8 - циркуляционная труба или вытяжная (в выпрямленном и укороченном виде); 9 - влагоудерживающий материал (в случае циркуляционной трубы); 10 - сетчатый поддон с продуктом; 11 - щит;
 12 - регулировочный механизм (для изменения угла наклона); 13 - покрытие сушильной камеры;
 14 - колесо для перемещения.

Атмосферный воздух через вход гелиосушилки попадает в коллектор, нагревается от солнца и металлической пластины, которая в свою очередь также прогревается от солнечных лучей, далее движется в сушильную камеру из-за разности давлений и температур у входа и выхода гелиосушильного аппарата. В коллекторе также нагревается теплодерживающий материал, находящийся на дне коллектора. В вечернее время суток источником тепла для нагревания воздуха в г/с является теплота аккумулированная теплодерживающим материалом. Теплый воздух из коллектора омывает перфорированный поддон с продуктом снизу, сверху и сушит продукт, нагретый также от солнечного излучения в сушильной камере.



Рис. 2. Гелиосушильное устройство.

Влажный воздух через вытяжную трубу 8 удаляется наружу. 8 можно использовать как вытяжную трубу (в выпрямленном и укороченном виде) и как циркуляционную трубу (см. рис. 1.). После окончания процесса сушки, высушенный продукт вместе с поддоном выгружается из камеры через щит.

Как показали исследования, максимальное увеличение температуры в г/с с поликарбонатным покрытием составляет в среднем на 30-32 град Цельсия выше по сравнению с температурой на солнце.

Результаты исследований гелиосушительной установки с поликарбонатным покрытием.

На рис. 3. показано изменение температуры воздуха в течение дня.

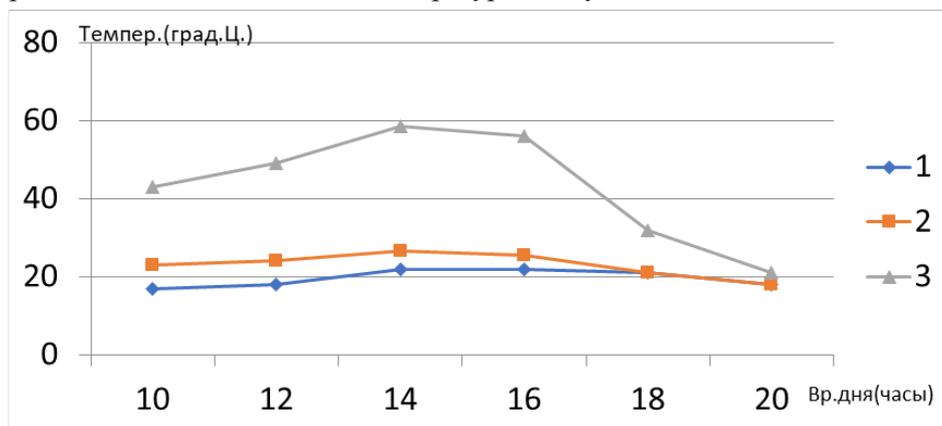


Рис. 3. Дневной ход температуры нагрева воздуха:

1 - дневной ход температуры нагрева воздуха в тени; 2 - дневной ход температуры нагрева воздуха на солнце; 3 - дневной ход температуры нагрева воздуха в гелиосушилке с поликарбонатным покрытием.

Для испытания данного аппарата производилась одновременная сушка с/х продукции в предложенном устройстве и естественной солнечно-воздушной сушкой с целью сравнения результатов. Для этого были высушены разные виды с/х продуктов.

На графике изображены результаты сушки баклажанов (линия 1 –сушка продукта на солнце, линия 2 – в гелиосушилке).

Сушка предварительно подготовленных баклажанов производилась как в гелиосушительном аппарате, так и естественной сушкой (е/с) на открытом воздухе. Затем результаты сравнивались. Для наглядности результаты исследований (изменения массы продукта в гелиосушилке и естественной сушкой на солнце в течение дня) приведены на графиках. Были высушены баклажаны, нарезанные пластинами [2, 6]. Результаты экспериментов приведены на рис. 4. и 5.

1 день сушки

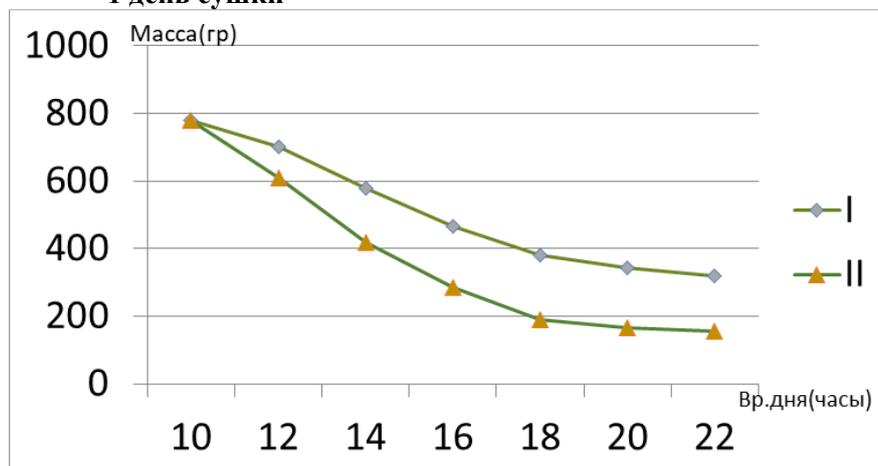


Рис. 4. Изменение массы сырья «Баклажаны» в течение дня:

1 - изменение массы сырья, высушиваемого е/с на открытом воздухе;
2 - изменение массы сырья, высушиваемого в гелиосушилке.

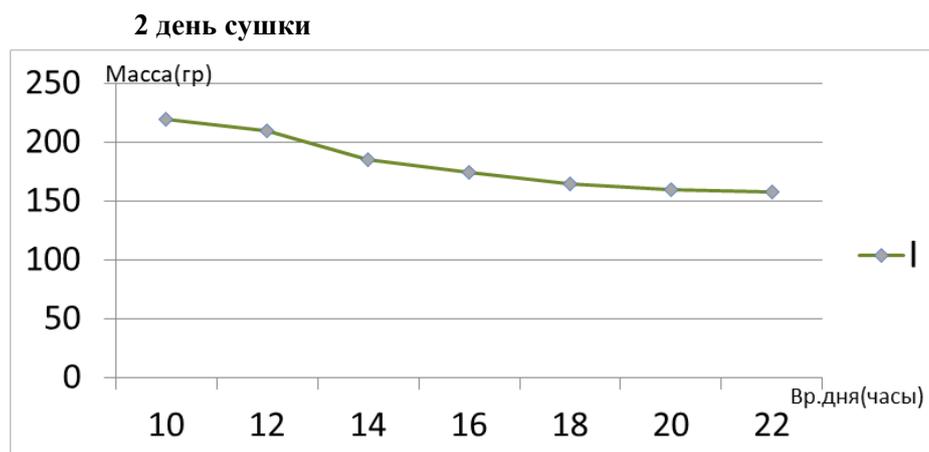


Рис. 5. Изменение массы сырья «Баклажаны» в течение дня:
 1 - изменение массы сырья, высушиваемого е/с на открытом воздухе;
 2 - изменение массы сырья, высушиваемого в гелиосушилке.

Анализ опытных данных

Таблица 1.

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА		
БАКЛАЖАНЫ (пластинами)		
	Г/С	Е/С
начальная масса (гр)	780	780
конечная масса (гр)	155	158
уменьшение массы (%)	80.1	79.8
длительность сушки (часы)	12	35

Длительность сушки в г/с заняла в 2,92 раза меньше времени, чем е/с на открытом воздухе. Высушенные баклажаны в г/с более высокого качества и хранятся дольше, чем баклажаны, высушенные естественной сушкой на солнце. В баклажанах, высушенных в г/с максимально сохранена пищевая ценность и вкусовые свойства продукта.

Выводы и обсуждение результатов.

- Предложена оригинальная конструкция г/с установки с поликарбонатным покрытием для сушки сельскохозяйственного сырья, способная одновременно выпускать широкий ассортимент продукции.

- Продолжительность сушки для различных продуктов не одинакова. Потери витаминов обратно пропорциональны длительности сушки. Предлагаемая гелиосушильная установка существенно сокращает время сушки, скорость сушки по сравнению с традиционной сушкой на открытом воздухе увеличивается в 2,5 - 4 раза. Продукты, высушенные в г/с аппарате обладают более высокими потребительскими свойствами (и витаминный состав и вкусовые свойства), чем продукция, приготовленная естественной сушкой. Например, при сушке шиповника лабораторный анализ на витамин «С» показал, что при естественной сушке потери составляют 28 % указанного витамина, а при использовании гелиосушилки - 17 %

- Процесс сушки в г/с аппарате позволяет обеспечить чистоту продукции. Г/с закрыта и в процессе сушки продукт не подвергается загрязнению пылью и дождевыми осадками, действию росы, не повреждается птицами, насекомыми, особенно, осами, а в случае попадания в сушилку они погибают от высокой температуры.

- В предложенной установке можно сушить разную сельскохозяйственную продукцию, можно менять покрытие гелиосушильной установки на полиэтилен, стекло и другие материалы. В г/с температура воздуха бывает выше, чем в окружающей среде приблизительно от 13 до 32 градусов Цельсия, в зависимости от погодных условий.

- В дождь и в ветренную погоду, высушиваемый на открытом воздухе продукт, убирается в закрытое помещение, тогда как в г/с продолжается сушка сырья.

● Сохраняемость с/х продуктов, приготовленных в г/с лучше, чем у продукции, высушенной тепловой искусственной и естественной сушкой, а также облегчены условия хранения продукции, высушенной в г/с.

● Данное устройство удобно для транспортировки, в течение дня его можно и передвигать, и поворачивать по солнцу.

● Предлагаемая солнечная сушилка несложна в изготовлении и может найти широкое применение в крупных и мелких фермерских, частных и подсобных хозяйствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. О.В. Чагин, Н.Р. Кокина, В.В. Пастин. Оборудование для сушки пищевых продуктов. Издательство: Иван. хим.-технол. ун-т.: Иваново. 2007, - 138 с.
2. Т.Ф. Киселева. Технология сушки: Учебно-методический комплекс. Издательство: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово. 2007, - 117с.
3. Г. В. Семенов, Г. И. Касьянов. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко. 2002. - 112с.
4. Н.М. Чечёткина «Товарная экспертиза» учебник для ВУЗов, Ростов-на-Дону: Феникс. 2000. – 510 с.
5. В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова, Н. К. Малинин. Солнечная энергетика. Издательство: МЭИ, 2011, - 276 с.
6. К. Т. Арчвадзе, И. Р. Чачава "Оценка эффективности использования гелиосушительных установок при сушке сельскохозяйственных продуктов". Проблемы улучшения пищевых продуктов, стр. 38-42. Международная научная конференция, посвященная 70-летию основания кафедры " Оборудование предприятий пищевой промышленности" ГТУ. Тбилиси, 2016.
7. Теплоэнергетика и теплотехника: Справочник. Кн. 2: Теоретические основы теплотехники. Теплофизический эксперимент: Справочная серия / Под общ. Ред.А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина, М.: МЭИ, 2007. – 564 с.
8. Тенденции применения полимерных материалов для тароупаковочных изделий // Тара и упаковка. 2003. - №3. - С. 42-45.