



**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

<b>JOURNAL</b>	World Science
<b>p-ISSN</b>	2413-1032
<b>e-ISSN</b>	2414-6404
<b>PUBLISHER</b>	RS Global Sp. z O.O., Poland
<b>ARTICLE TITLE</b>	ON THE ISSUE OF CREATING SOLAR DRYING PLANTS FOR THE PURPOSE OF OBTAINING DRIED AGRICULTURAL PRODUCTS
<b>AUTHOR(S)</b>	Ketevan Archvadze, Ilia Chachava, Riva Liparteliani, Nanuli Khotenashvili, Zurab Chubinishvili, Zurab Tabukashvili
<b>ARTICLE INFO</b>	Ketevan Archvadze, Ilia Chachava, Riva Liparteliani, Nanuli Khotenashvili, Zurab Chubinishvili, Zurab Tabukashvili. (2022) On the Issue of Creating Solar Drying Plants for the Purpose of Obtaining Dried Agricultural Products. World Science. 4(76). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30062022/7836
<b>DOI</b>	<a href="https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062022/7836">https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062022/7836</a>
<b>RECEIVED</b>	19 May 2022
<b>ACCEPTED</b>	22 June 2022
<b>PUBLISHED</b>	30 June 2022
<b>LICENSE</b>	 This work is licensed under a <b>Creative Commons Attribution 4.0 International License</b> .

© The author(s) 2022. This publication is an open access article.

# ON THE ISSUE OF CREATING SOLAR DRYING PLANTS FOR THE PURPOSE OF OBTAINING DRIED AGRICULTURAL PRODUCTS

**Ketevan Archvadze,**

*Doctor, Research Scientist, Lecturer at Georgian Technical University, TSU Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry, Tbilisi, Georgia;*

**Ilia Chachava,**

*Doctor, College Professor, College "Youth centre of Tbilisi", Tbilisi, Georgia;*

**Riva Liparteliani,**

*Doctor, Research Scientist, TSU Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry, Tbilisi, Georgia;*

**Nanuli Khotenashvili,**

*Specialist with Diploma, Research Scientist, TSU Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry, Tbilisi, Georgia;*

**Zurab Chubinishvili,**

*Doctor, Research Scientist, TSU Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry, Tbilisi, Georgia;*

**Zurab Tabukashvili,**

*Certified Specialist, Research Scientist, TSU Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry, Tbilisi, Georgia*

**DOI:** [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_ws/30062022/7836](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062022/7836)

---

## ARTICLE INFO

**Received:** 19 May 2022

**Accepted:** 22 June 2022

**Published:** 30 June 2022

## KEYWORDS

Large-Sized Solar Dryer, Convective Solar Dryer, Sheet Solar Dryer, Product Drying, Mushroom Drying, Temperature, Drying Speed.

## ABSTRACT

Three solar drying plants are offered – convective, large-sized and sheet solar drying plants. The advantages of using solar devices for drying agricultural products compared with natural drying in the open air are shown. Products dried in a solar dryer have high consumer properties, the vitamin composition is preserved as much as possible in dried products, enzymes and microorganisms are inactivated, and they are also stored longer than products dried by natural drying in the open air. The high air temperature in the solar dryer significantly reduces the drying time of raw materials by 2.5-4.5 times compared to traditional drying in the sun.

Solar dryers are located on any site oriented to the south in order to maximize the radiant flow of solar energy. Convective and sheet solar dryers are easy and convenient for transportation, during the day they can be moved and rotated to the sun. A large-sized helio drying device is offered mainly for small peasant farms. The proposed dryers are simple to manufacture and can be used in farms and private farms.

---

**Citation:** Ketevan Archvadze, Ilia Chachava, Riva Liparteliani, Nanuli Khotenashvili, Zurab Chubinishvili, Zurab Tabukashvili. (2022) On the Issue of Creating Solar Drying Plants for the Purpose of Obtaining Dried Agricultural Products. *World Science*. 4(76). doi: 10.31435/rsglobal\_ws/30062022/7836

---

**Copyright:** © 2022 Ketevan Archvadze, Ilia Chachava, Riva Liparteliani, Nanuli Khotenashvili, Zurab Chubinishvili, 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.

---

## Введение.

В ряде отраслей народного хозяйства, например в сельском, сушка сельскохозяйственной продукции является важнейшим процессом производства. В настоящее время во многих случаях

организацию технологических процессов сушки осуществляют путем использования энергоемких сушильных установок, потребляющих традиционные виды энергии.

Экономия традиционных топливно-энергетических ресурсов входит в число важнейших задач любой страны. Во многих сельскохозяйственных районах Грузии имеются благоприятные возможности для широкого применения сушильных устройств, использующих солнечную энергию, тем более что этому способствует совпадение периода сельскохозяйственного производства с периодом прихода достаточно обильной солнечной радиации.

Стабильное снабжение населения Грузии высококачественными, биологически полноценными, экологически безопасными продуктами питания можно обеспечить, развивая производственный потенциал пищевой промышленности. Использование солнечной энергии в рациональном сочетании с другими источниками энергии во многих случаях позволяет сэкономить значительное количество топливно-энергетических ресурсов. Эффект от использования солнечной энергии особенно ощутим при осуществлении наиболее энергоемких теплотехнологических процессов в гелиоустановках. В последнее время проблемы поиска все новых и новых альтернативных источников энергии приобретает особую актуальность. В настоящее время к различным видам возобновляемым источникам энергии относятся гидроэнергия, солнечная, ветровая и др. [1, 2, 3].

### **Цель работы.**

1. Исследование и разработка новых конструкций солнечных сушильных установок из недорогих материалов для сушки продуктов сельского хозяйства (с/х);
2. Эффективное использование возобновляемых источников энергии (энергии солнца) с учетом экологических и экономических особенностей Грузии;
3. Получение сушеных продуктов высокого качества (без консервантов, красителей, ароматизаторов);
4. Сушка сельскохозяйственной продукции в гелиосушилке (г/с) и естественной сушкой на открытом воздухе с целью сравнения скорости сушки продуктов и качества высушенной продукции.

### **Основная часть.**

Для эффективности процесса сушки сельскохозяйственной продукции рекомендуется проводить сушку в гелиосушильном устройстве. Существует изобретения различной сложности коллекторов солнечной энергии. Имеется уже достаточный опыт сушки фруктов и овощей с помощью солнечной энергии. Однако существующая технология улавливания солнечной энергии еще недостаточно эффективна, а конструкции коллекторов довольно громоздкие, дорогостоящие и имеют невысокий к. п. д. Имеются данные исследования гелиосушильных конструкций и вопросов сушки с/х сырья [4, 5, 6]. Для расширения исследований в этой области разработаны и сконструированы три гелиосушильные установки – конвективная, крупногабаритная и листовая солнечные сушилки, а также прошли испытание варианты указанных конструкций с разными покрытиями (полиэтилен, стекло, поликарбонат и т. д.).

В верхней части всех предложенных солнечных сушилок имеется вытяжная труба для усиления конвекции, а в нижней части - вход для свежего воздуха. Режим работы во многом определяется шириной и высотой вентиляционной трубы, регулирующей интенсивность воздухообмена. Разность высот между нижним входом воздуха и верхним концом трубы составляет приблизительно 1,2 - 1,5 м. За счет разности температур и давлений увеличивается конвекция в данных конструкциях. Весь корпус конвективной и листовой гелиосушилок и нижняя часть (дно) крупногабаритной г/с выкрашен в черный цвет для усиления теплового эффекта. В камерах имеются поддоны из сита, куда загружается высушиваемая продукция. Сырье укладывается внутрь установок. Гелиосушилки выставляются на солнце. Воздух, нагретый и циркулирующий в гелиосушилках обеспечивает высокую скорость и качество сушки. Солнечная энергия поглощается непосредственно самим продуктом и окрашенными в черный цвет внутренними стенками камеры, в которой находится высушиваемое сырье.



*Рис. 1. Крупногабаритная гелиосушилка.*



*Рис. 2. Конвективная гелиосушилка.*

Так как снизу сушилки открыты вентиляционным отверстием, а сверху соединены с вертикальной трубой, то создается внутри сушилок воздушная тяга. Циркуляция воздуха осуществляется за счет естественной тяги, при этом испарившаяся влага выносится с воздухом в атмосферу. Когда скорость ветра у выходного отверстия трубы возрастает, давление в этом месте падает. Более высокое давление внутри короба буквально «выталкивает» воздух из сушилки в трубу. Усиленная конвекция воздуха совместно с нагревом делает эффективным процесс сушки.

Предложенные гелиосушительные устройства являются комбинированными сушилками. В ветренную погоду, когда высушиваемый продукт невозможно оставить на открытом воздухе из-за сильного ветра и сырье заносится под навес, то в данных аппаратах сушка в ветренную погоду происходит не менее интенсивно, чем в жаркую, если г/с повернуть входным отверстием навстречу направлению движения ветра (обычно к северо-западу, т. к. в Грузии чаще всего дуют северо-западные ветры). Высокая скорость сушки объясняется усилением конвективного движения. Ветер создает эффект вентилятора как у входа г/с, так и у выхода -на конце трубы.



Рис. 3. Листовая гелиосушилка.

В предложенных установках можно сушить разную с/х продукцию, как под прямыми солнечными лучами, так и без них. С этой целью предлагаются несколько вариантов данных конструкций с разными покрытиями. В г/с установке температура воздуха бывает выше, чем в окружающей среде (на солнце) приблизительно от 10 до 35 градусов Цельсия, в зависимости от покрытия сушильной камеры и температуры воздуха окружающей среды. Конвективная и листовая солнечные сушилки предлагаются для городских жителей. Данные устройства небольшого размера, их можно разместить на любом участке по усмотрению. Крупногабаритное гелиосушительное устройство предлагается в основном для мелкого крестьянского хозяйства. Хотя по аналогичной конструкции можно соорудить сушилки желаемых размеров [7, 8].

Для испытания предложенных солнечных сушилок производилась одновременная сушка с/х продукции в г/с и естественной солнечно-воздушной сушкой с целью сравнения

результатов. Для этого были высушены разные виды с/х продуктов. Приводим данные процесса сушки одного из 20 высушенных продуктов – грибов вешенка [9].

Сушим грибы в г/с и такое же количество грибов е/с на открытом воздухе. Взвешиваем сырье через каждые 2 часа (с 10.00 по 20.00), также мерим относительную влажность воздуха, скорость ветра, атмосферное давление и температуры воздуха в тени и на солнце. Для наглядности составляем таблицу и строим график изменения массы сырья по часам в гелиосушилке и естественной сушкой на солнце в течение дня. Результаты экспериментов приведены на рис. 4. и 5. (линия 1 –сушка продукта на солнце, линия 2 – в гелиосушилке).

Таблица 1. Таблица данных для сушки продукта «Вешенка» (1 день сушки).

время суток (часы)	относительная влажность воздуха (%)	атмосферное давление (кПа)	скорость ветра (км/ч)	температура воздуха в тени (°C)	температура воздуха на солнце (°C)
10.00	64	102.1	4	19	25
12.00	50	102.1	7	21	26
14.00	24	102.0	9	24	27
16.00	44	101.8	10	23	27.5
18.00	44	101.8	7	25	25.2
20.00	44	101.8	7	24	24

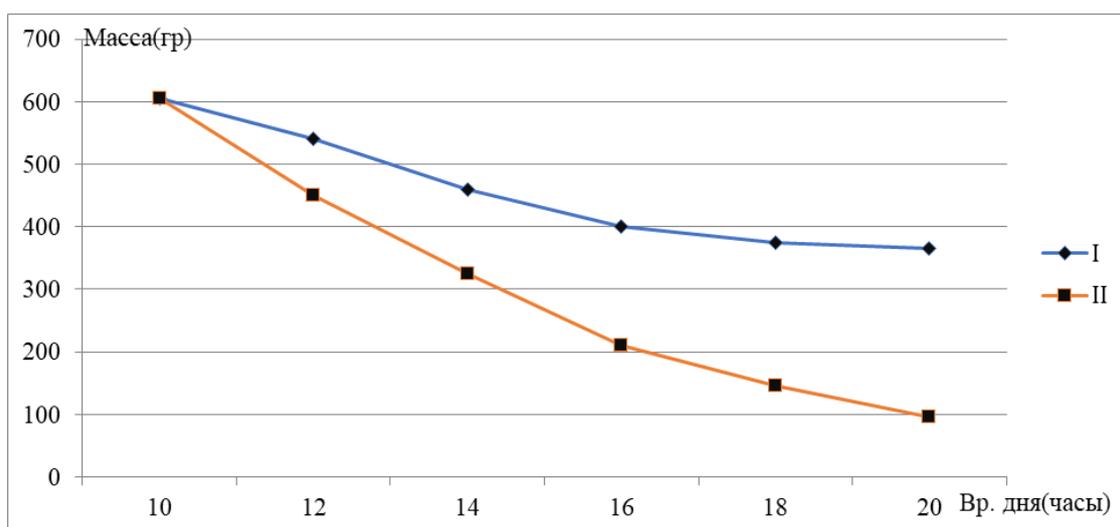


Рис. 4 Изменение массы сырья «Вешенка» в течение дня:

1 - изменение массы сырья, высушиваемого е/с на открытом воздухе;

2 - изменение массы сырья, высушиваемого в гелиосушилке.

Таблица 2. Таблица данных для сушки продукта «Вешенка» (2 день сушки)

время суток (часы)	относител. влажность воздуха (%)	атмосф. давление (кПа)	скорость ветра (км/ч)	температура воздуха в тени (°C)	температура воздуха на солнце (°C)	примечания
10.00	67	101.8	4	19	24	в течение дня переменная облачность
12.00	65	101.7	4	23	27	
14.00	62	101.7	4	26	29	
16.00	62	101.6	5	26	30	
18.00	60	101.0	5	19	24	
20.00	64	101.0	4	18	19	

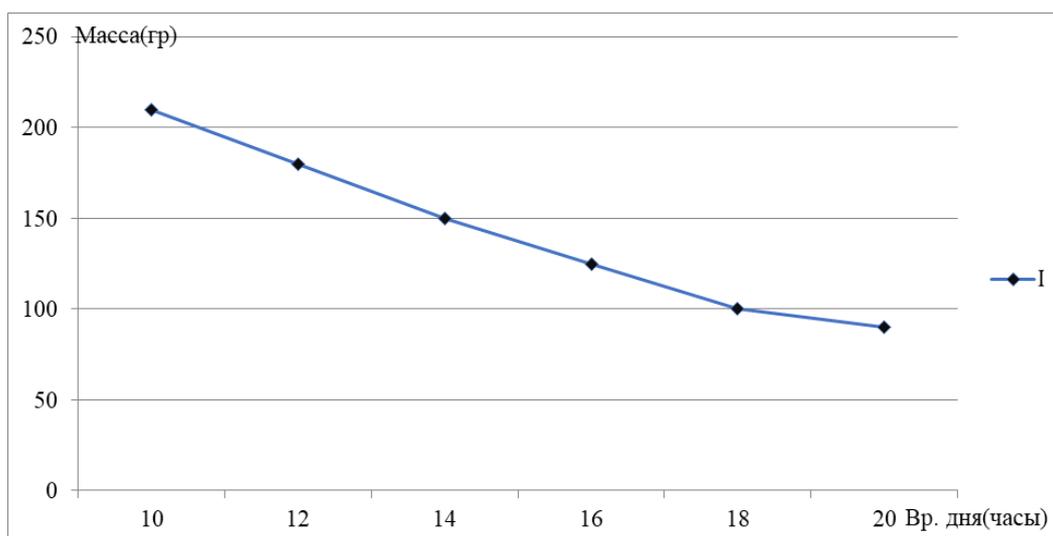


Рис. 5. Изменение массы сырья «Вешенка» в течение дня:  
 1 - изменение массы сырья, высушиваемого е/с на открытом воздухе;  
 2 - изменение массы сырья, высушиваемого в гелиосушилке.

#### Анализ опытных данных

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА		
ГРИБЫ” ВЕШЕНКА”		
	Г/С	Е/С
начальная масса (гр)	605	605
конечная масса (гр)	95	90
уменьшение массы (%)	84,3	85,1
длительность сушки (часы)	10	34

Длительность сушки в г/с заняла в 3,4 раза меньше времени, чем е/с на открытом воздухе.

#### Выводы и обсуждение результатов.

\*Предложены три оригинальные конструкции г/с установок для сушки сельскохозяйственного сырья;

\*В предложенных установках можно сушить разную сельскохозяйственную продукцию, можно менять покрытие солнечных сушильных установок на поликарбонат, стекло, полиэтилен, гофрированную жести(для сушки трав) и другие материалы;

\*Были высушены более 20 видов с/х продуктов, и, как показали результаты экспериментов, высокая температура воздуха в г/с значительно сокращает время сушки с/х продуктов приблизительно в 2,5-4,5 раза по сравнению с традиционной сушкой на солнце.

Известно, что потери витаминов обратно пропорциональны длительности сушки. В данной статье приведены результаты сушки грибов вешенка и, как видно из опытных данных, длительность сушки грибов вешенка в гелиосушилке в 3,4 раза меньше длительности сушки того же продукта е/с на открытом воздухе;

\*Продукты, высушенные в г/с обладают более высокими показателями:

- 1) вкусовыми свойствами;
- 2) витаминным составом (по результатам лабораторных анализов);
- 3) продукты, высушенные в г/с хранятся дольше и не нуждаются в добавлении ароматизаторов и консервантов и даже в бланшировании (при бланшировке из-за высокой температуры разрушается небольшая часть витаминов).

\* Предлагаемые г/с обладают рядом преимуществ по сравнению с другими известными, а именно:

- несложные в изготовлении, их легко изготовить и отремонтировать, используя доступные, местные материалы;
- доступны при эксплуатации;
- относительно недороги (по сравнению с другими типами солнечных сушилок);
- эффективны;
- экономичны в использовании;
- сохраняются качественные характеристики высушенной продукции в данных г/с;

Процесс сушки в г/с аппаратах позволяет обеспечить стерильность продукции. При сушке сельскохозяйственной продукции в солнечной сушилке сырье оставляется в аппарате на определенное время от нескольких часов до нескольких суток, в зависимости от высушиваемой продукции без всякого слежения:

- за процессом сушки (не надо переворачивать продукт);
- за чистотой высушиваемого сырья. Г/с закрыта и в процессе сушки продукт не подвергается загрязнению пылью и дождевыми осадками, действию росы, не повреждается птицами, насекомыми, в случае попадания в сушилку они погибают от высокой температуры;
- за погодными условиями. В дождь и в ветренную погоду, высушиваемый на открытом воздухе продукт, убирается в закрытое помещение, тогда как в г/с продолжается сушка сырья.

Гелиосушилки располагаются на любой площадке, ориентированной на юг, чтобы максимально использовать лучистый поток солнечной энергии. Чем выше температура воздуха в среде, тем больше разница температур воздуха в г/с и в окружающей среде. Конвективная и листовая гелиосушилки легки и удобны для транспортировки, в течение дня их можно и передвигать, и поворачивать по солнцу. Крупногабаритное гелиосушильное устройство предлагается в основном для крестьянского хозяйства. Предлагаемые сушилки несложны в изготовлении и могут найти применение в фермерских и частных хозяйствах.

## REFERENCES

1. С. А. Кибовский, А. С. Мазинов, Е. В. Николаев, А. С. Слепокуров и др. Солнечная энергетика в Крыму. Киев: «Симферополь», 2008, - 201 с.
2. В. А. Бутузов. Состояние и перспективы развития солнечных тепловых установок в России. Ж. «Гелиотехника» № 1. 2005, -114 с.
3. Т. Мегрелидзе, З. Джапаридзе, Г. Голетиани, Г. Гугулашвили. Основы расчета и конструирования пищевых машин. Тбилиси: Технический университет. 2011, - 224 с.
4. У. Р. Ярмухаметов. Солнечные энергетические установки с системой слежения за солнцем для энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей, диссертация к-та техн. наук. Уфа, 2008.
5. Т. Ф. Киселева. Технология сушки. Учебно-методический комплекс. Кемерово: «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». 2007, - 117 с.
6. С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков и др.; под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. Машины и аппараты пищевых производств, учеб. для вузов: в 2 т. М.: «Высш. Шк», 2007, -1379 с.
7. К. Т. Archvadze, T. I. Megreldze, L. V. Tabatadze, and I. R. Chachava. Results of Testing of Helio-Drying Apparatus with Polycarbonate Covering. Applied Chemistry and Chemical Engineering, Volume 4 Experimental Techniques and Methodical Developments, 2017, -343-353pp.
8. Арчвадзе К. Т., Чачава И.Р. «Опыт сушки сельскохозяйственной продукции и определение к.п.д. поликарбонатной сушильной установки». Журнал “ Транспорт и машиностроение“, № 1 (41). Тбилиси, 2018,- 193-199 с.
9. Н. Е. Макарова. Большая книга. Грибы. Минск: «Харвест, АСТ», 2009, - 240 с.