

March 2024

## APPLICATION OF SOLAR DRYER WITH HEAT STORAGE MATERIAL

Shadiyahon RAKHMATULLAYEVA

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan, rahmatullayevash@bk.ru*

Botir USMONOV

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan, busmonov@hotmail.com*

Follow this and additional works at: <https://cce.researchcommons.org/journal>

---

### Recommended Citation

RAKHMATULLAYEVA, Shadiyahon and USMONOV, Botir (2024) "APPLICATION OF SOLAR DRYER WITH HEAT STORAGE MATERIAL," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2022: No. 4, Article 23.

DOI: 10.34920/cce2022412

Available at: <https://cce.researchcommons.org/journal/vol2022/iss4/23>

This Article is brought to you for free and open access by Chemistry and Chemical Engineering. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of Chemistry and Chemical Engineering. For more information, please contact [zuchra\\_kadirova@yahoo.com](mailto:zuchra_kadirova@yahoo.com).

## APPLICATION OF SOLAR DRYER WITH HEAT STORAGE MATERIAL

*Shadiyaxon RAKHMATULLAYEVA (rahmatullayevash@bk.ru),  
 Botir USMONOV (busmonov@hotmail.com)  
 Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan*

*The purpose of the work is to determine the effectiveness of the new solar dryer. The possibility of using a new solar dryer is shown on the example of drying herbs such as basil and vegetables - potatoes. It has been determined that the use of a solar dryer of the developed design requires less time compared to conventional methods of drying in the sun. A comparison of the three types of drying showed that drying with heat storage material has a process time of approximately 8 hours, and drying without heat storage material takes 9 hours, and when drying outdoors under the sun, this value increases to 13 hours, with the residual humidity after drying is 20% (wet weight) while for solar dryers with and without storage material, these values are reduced to 14-15% (wet weight).*

Keywords: solar dryer, humidity, basil, drying efficiency

## ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СУШИЛКИ С ТЕПЛО АККУМУЛИРУЮЩИМ МАТЕРИАЛОМ

*Шадиёхон РАХМАТУЛЛАЕВА (rahmatullayevash@bk.ru),  
 Ботир УСМОНОВ (busmonov@hotmail.com)  
 Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан*

*Цель работы – определить эффективность применения новой солнечной сушилки. Показана возможность использования новой солнечной сушилки на примере сушки таких трав, как базилик и овощи – картофель. Определено, что использование солнечной сушилки разработанной конструкции требует меньше времени по сравнению с обычными методами сушки на солнце. Сравнение трех видов сушки показало, что сушка с использованием материала, аккумулирующего тепло имеет продолжительность процесса приблизительно 8 часов, а сушка без материала, аккумулирующего тепло, занимает 9 часов, а при сушке на открытом воздухе под солнцем это значение увеличивается до 13 часов, причем остаточная влажность после сушки составляет 20 % (по сырой массе) в то время как для солнечных сушилок с аккумулирующим материалом и без него эти значения снижаются до 14-15 % (по сырой массе).*

Ключевые слова: солнечная сушилка, влажность, базилик, эффективность сушки

## ISSIQLIK YIG'UVCHI MATERIALLI QUYOSH QURITGICHINI QO'LLASH

*Shodiyaxon RAXMATULLAYEVA (rahmatullayevash@bk.ru),  
 Botir USMONOV (busmonov@hotmail.com)  
 Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent, O'zbekiston*

*Ishning maqsadi yangi quyosh quritgichining samaradorligini aniqlashdir. Yangi quyosh quritgichidan foydalanish imkoniyati rayon va sabzavotlar - kartoshka kabi o'tlarni quritish misolida ko'rsatilgan. Ishlab chiqilgan dizayndagi quyosh quritgichidan foydalanish quyoshda quritishning an'anaviy usullariga nisbatan kamroq vaqt talab qilishi aniqlandi. Quritishning uch turini taqqoslash shuni ko'rsatdiki, issiqlik saqlovchi material bilan quritish jarayoni taxminan 8 soat davom etadi va issiqlik saqlovchi materialsiz quritish 9 soat davom etadi va ochiq havoda quyosh ostida quritganda bu ko'rsatkich 13 soatgacha ko'tariladi. Quritgandan so'ng qoldiq namlik 20% (ho'lg'irlik) bo'lsa, quyosh quritgichlari uchun bu ko'rsatkichlar 14-15% gacha (nam og'irlik) kamayadi.*

Kalit so'zlar: tashqi iqtisodiy faoliyat, ekspertiza, mahsulot assortimenti, paxta matolari, aralash gazlamalar

DOI: 10.34920/cce2022412

### Введение

Узбекистан является одной из самых быстрорастущих аграрных стран в мире. С увеличением населения и улучшением жизни людей спрос на продукты питания увеличивается с каждым днем. С увеличением спроса на продукцию питания спрос на энергию, а также уровень коммерческого потребления энергии увеличился на 16% за последние два десятилетия. Например, как отмечает Минэкономразвития [2], в Узбекистане из года в год растёт спрос на топливно-энергетические ресурсы. В частности, за последние пять лет объём электроэнергии, поставляемой населению, увеличился с 11 млрд до 16 млрд кВт·ч (в 1,5 раза),

а объём природного газа — с 10 млрд до 13 млрд кубометров (в 1,3 раза).

Узбекистан занимает 3 место в Центральной Азии по общему потреблению энергии. Потребление энергии в промышленности составляет около 49% от общего объёма энергии. Узбекистан произвел 61,6 тераватт-часов (ТВтч) электроэнергии в 2019 году, в основном из природного газа (> 85%). Ожидается, что в будущем доля производства угля увеличится примерно до 10% (в настоящее время около 3%) [1, 3].

В настоящее время большое значение приобретает тенденция использования солнечной энергии. Солнечная сушка материала далеко не так проста, как общее представле-

ние об этом. Высушенный продукт должен обладать высокими качествами и соответствовать международному рыночному стандарту. Сушильные машины с высокой скоростью сушки привлекают внимание пользователей, но они в основном работают на ископаемом топливе. Сушка пищевых продуктов, таких как лекарственные травы, затруднена из-за различных условий, связанных с процессом сушки, таких как диапазон температур сушки, содержание влаги после сушки, сохранение цвета, гигиенические условия и т. д. [3]

Сушка является одним из важных процессов в технологии консервирования фруктов и овощей. Удаление воды на молекулярном уровне является старейшим методом, используемым во многих областях, таких как сушка древесной массы для потребительской бумаги, сушка для сохранения пищевых продуктов и сушка строительных материалов. Как упоминалось ранее, ископаемое топливо и все другие типы процесса термической сушки загрязняют окружающую среду, и они являются ограниченным источником, доступным на земле, поэтому для предотвращения этого используются иные виды чистых ресурсов энергии, как солнечная сушка.

Сушка представляет собой сложный процесс с нестационарным теплопереносом или физическим, а иногда и химическим превращением, от которого в значительной степени зависит качество продукта [3, 4].

В настоящее время доступны различные методы сушки. Но в основном классифицируют обычную сушку. Нетрадиционную сушку также можно подразделить на сушку на солнце, микроволновую сушку (диэлектрическую сушку), сушку вымораживанием и т. д. Как правило, в промышленности используется метод солнечной сушки косвенного типа (ССКТ).

Учеными и практиками предпринимаются несколько попыток улучшить характеристики солнечной сушилки и эффективность ее сушки [9, 10, 15] и др. Многие исследователи работали над плоским пластинчатым коллектором и анализировали время сушки, уровень влажности [7, 13, 14, 16, 17]. Многие исследователи работали над солнечной сушилкой тепличного типа и проанализирова-

ны несколько типов [18, 19]. Было предпринято несколько попыток с гибридной системой сушки, включающей зеркальные устройства [11, 12].

Разработана конструкция гелиосушилки, содержащая наклонно установленный воздухонагреватель в виде лотка с боковыми стенками, днищем и светопрозрачным покрытием, при этом внутри лотка установлена теплопоглощающая насадка, в нижней торцевой части лотка предусмотрено отверстие для входа воздуха, а верхняя часть сообщена с вертикально установленным сушильным шкафом с сетчатыми поддонами. Шкаф оснащен вытяжной фрамугой и крышкой. Теплопоглощающая насадка выполнена в виде ячеистой металлической панели и установлена диагонально под углом внутри лотка, при этом панель имеет селективное покрытие «черная медь» на меди, обладающее поглощательной способностью для солнечной радиации от 0,89 до 0,94. Боковые стенки и днище лотка покрыты алюминиевой фольгой, а вытяжная фрамуга выполнена с возможностью регулирования выхода отработанного воздуха [8]. Цель работы – определить эффективность применения солнечной сушилки.

### Методы исследования

Температура измеряется и регулируется прибором (HEATCON) с ПИД-регулятором температуры (температура на входе и выходе из коллектора, температура внутри поддонов) с точностью до  $\pm 1\%$ . Скорость входящего и выходящего ветра измеряется анемометром с диапазоном от 0,01 до 45 м/с. Цифровые электронные весы взвешивают с точностью  $\pm 0,1$  г.

Влажность на влажном основании ( $M_{wb}$ ) определяется по следующим уравнениям:

$$M_{wb} = M_i - M_f/M_i \quad (1)$$

где:  $M_i$  - начальная масса;  $M_f$  - конечная масса образца.

Коэффициент влажности  $MR$  определяется выражением:

$$MR = (M_t - M_e)/(M_o - M_e) \quad (2)$$

где:  $M_t$  - влажность в любой момент времени;  $M_o$  - начальная влажность;  $M_e$  - равновесная влажность.

Потери влаги образца просто задаются следующим выражением:

$$ML = M_i - M_f \quad (3)$$

где:  $M_i$  - исходная масса до сушки,  $M_f$  - конечная масса образцов после сушки.

Солнечная сушилка с теплоаккумулирующим материалом и без него тестируется для картофеля, а также для сушки на открытом воздухе и ССКТ. Прежде всего, картофель нарезают на несколько кусочков толщиной 2-3 мм.

### Результаты и обсуждение

Для эксперимента, на сушку поступило 100 г базилика, а после сушки его масса составила около 12 г. Исходная влажность составляла 90%. Эксперимент сушки базилика проводился с теплоаккумулирующим материалом в солнечной сушилке типа ССКТ, где после 6 ч сушки его влажность базилика (райхон), при температуре 65 °С, уменьшился до 14-14,5%. На проведение эксперимента с материалом, аккумулирующим тепло, ушло примерно чуть более 8 часов. Также проведены эксперименты по сушке базилика без использования материала аккумулирующего тепла, результат продолжительности сушки составил около 9 часов. При проведении эксперимента в условиях сушки на открытом воздухе под солнцем, продолжительность процесса сушки базилика до влажности 20% по массе составила около 13 часов.

При проведении экспериментов, в середине марта месяца, было подсчитано, что суммарное солнечное излучение составляло в пределах от 500 Вт/м<sup>2</sup> до 1250 Вт/м<sup>2</sup>. Средняя температура сушильного шкафа без теплоаккумулятора составила 61 °С, а с теплоаккумулирующим материалом 64 °С.

Другой эксперимент был проведен с картофелем, и на его основе была получена аналогичная характеристика процесса сушки (рис. 1).

На приведенной диаграмме (рис. 1) видно, что температура в гелиосушилке превышает температуру окружающей среды как минимум на 10 °С и максимум на 30 °С.

Эксперимент проводился с тремя различными режимами (рис. 2). При сушке на

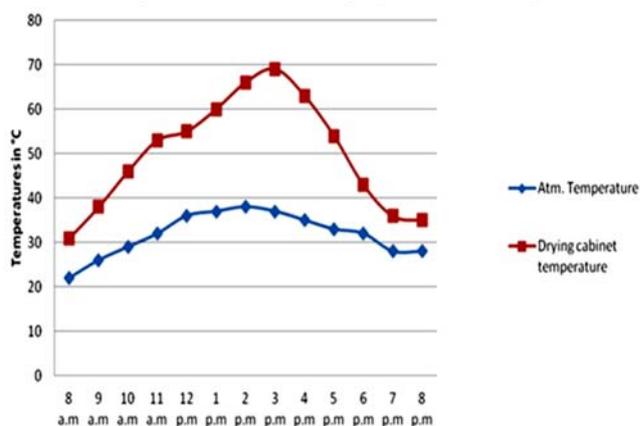


Рисунок 1. Диаграмма сравнения изменения температуры высушиваемого материала по времени сушки.

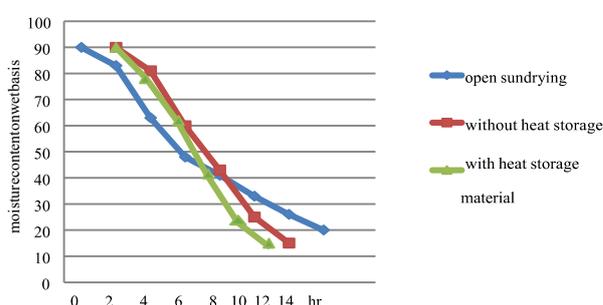


Рисунок 2. Диаграмма сравнения времени сушки и содержания влаги в трех разных режимах.

открытом солнце для удаления влаги требуется максимальное время сушки, в то время как с материалом, аккумулирующим тепло минимальное время.

### Заключение

Показана возможность использования новой солнечной сушилки на примере сушки таких трав, как базилик и овощи – картофель. Определено, что использование солнечной сушилки разработанной конструкции требует меньше времени по сравнению с обычными методами сушки на солнце. Сравнение трех видов сушки показало, что сушка с использованием материала, аккумулирующего тепло имеет продолжительность процесса приблизительно 8 часов, а сушка без материала, аккумулирующего тепло, занимает 9 часов, а при сушке на открытом солнце это значение увеличивается до 13 часов, причем остаточная влажность после сушки составляет 20 % (по сырой массе) в то время как для солнечных сушилок с аккумулирующим материалом и без него эти значения снижаются до 14-15 % (по сырой массе).

**REFERENCES**

1. Bertelsmann Stiftung, BTI 2022 Country Report — Uzbekistan. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung, 2022. [https://bti-project.org/fileadmin/api/content/en/downloads/reports/country\\_report\\_2022\\_UZB.pdf](https://bti-project.org/fileadmin/api/content/en/downloads/reports/country_report_2022_UZB.pdf)
2. Tarifý na elektrichestvo i gaz predlagayetsya podnyat', a takzhe vvesti sotsial'nyye normy [Tariffs for electricity and gas are proposed to be raised, as well as to introduce social norms]. <https://www.gazeta.uz/ru/2022/05/31/tariff-liberalization/>
3. Sharma A., Tyagi V.V., Chen Ch.R., Buddkhi D. Obzor akkumulirovaniya teplovy energii s ispol'zovaniyem materialov s fazovym perekhodom i prilozheniy [An overview of thermal energy storage using phase change materials and applications]. *Vozobnovlyayemaya i ustoychivaya energetika*, 2009, vol. 13, no. 2, pp. 318–345.
4. Usmonov B. Sozdaniye mobil'nykh sushil'nykh ustanovok mnogofunksional'nogo naznacheniya dlya sushki razlichnykh sel'khozproduktov i lekarstvennykh rasteniy [Creation of multifunctional mobile drying plants for drying various agricultural products and medicinal plants], 2016.
5. Atykhanov A.K. i dr. Klassifikatsiya sushil'nykh ustanovok s ispol'zovaniyem solnechnoy energii [Classification of drying installations using solar energy]. *Adaption of innovation technologies and forms of international collaboration in agrarian education. International conference's reports*, 2010.
6. Abdurakhmanov K.P. Ustroystvo dlya sushki sel'skokhozyaystvennykh produktov [Device for drying agricultural products]. Patent SSSR, 1991, no. 1666892.
7. Abdurakhmanov K.P. Solnechnaya sushilka [Solar dryer]. Patent SSSR, no. 1695083, 1991.
8. Usmonov B.Sh. Kushiye Kh.Kh. Nuriyev K.K. Rakhmatov O. Yusupov A.M. Solnechnaya sushilka [Solar dryer]. Patent UZ, no. 01106, 2016.
9. Rakhmatov O., Rakhmatov O.O., Rakhmatov F.O. [Combined solar dryer for small farms]. *Problemy povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya elektricheskoy energii v otraslyakh agropromyshlennogo kompleksa. Mezhd. nar. nauch. prak. konf. [Problems of increasing the efficiency of using electric energy in the branches of the agro-industrial complex. Between. nar. scientific practice conf.]*. Tashkent, 2015, pp. 394-397.
10. Sethi VP, Sumathy K, Lee C, Pal DS, 2013. Thermal modeling aspects of solar greenhouse microclimate control: A review on heating technologies. *Journal Citation Reports*, 2013, pp. 56-82. DOI: 10.1016/j.solener.06.034
11. Rakhmatov O., Nuriyev K.K., Yusupov A.M. Kombinirovannaya sushil'naya ustanovka dlya sel'skokhozyaystvennykh produktov [Combined dryer for agricultural products]. Patent UZ, no. 01020, 2015.
12. Rakhmatov O., Iskandarov Z.S. i dr. Ustanovka dlya sushki listvennykh lekarstvennykh rasteniy [Installation for drying deciduous medicinal plants]. Patent UZ, no. 00928, 2014.
13. Younes S., Claywell R., Muneer T. Quality control of solar radiation data: present status and proposed new approaches. *Energy*, 2005, vol. 30, pp. 1533–1549. DOI: 10.1016/j.energy.2004.04.031
14. Basunia M., Abe T. Thin layer solar drying characteristics of rough rice under natural convection. *Journal of Food Engineering*, 2001, vol. 47, no. 4, pp. 295-301.
15. Solar energy technology handbook. / Part B, Applications, systems design, and economics. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018. 822 p.
16. Bryan William. Direct solar drying of fruits and vegetables in the southeastern united states. *Energy Use Manag. Proc. Int. Conf. Tucson, Ariz.*, 1977, vol. 3-4 New York, e. a. 1978, pp. 521-525.
17. Kassymbayev B.M., Atykhanov A.K., Karaivanov D.P. Application of cellular polycarbonate for the greenhouses coverage in education and production farm of Kazakh National Agrarian University. *Global Science and Innovation. Materials of the II international scientific conference. Chicago*, 2014, vol. II, pp. 13-23.
18. Lamnatou C, Chemisana D. Solar radiation manipulations and their role in greenhouse claddings: Fresnel lenses, NIR- and UV-blocking materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013, vol. 18, pp. 271-287. DOI: 10.1016/j.rser.2012.09.041
19. Kassymbayev B., Atihanov A., Karaivanov D., Zhumagulov Z., Mukatay N., Okey N. Method of calculation solar radiation intensity and its application in solar dryers-greenhouses for production of fruits and vegetables. *Life Sci J.*, 2014, vol. 11, no.10, pp. 687-689.