

УДК 66.047.38

## ВЛИЯНИЕ ПАРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СУШКУ ПЛОДОВ В БАРАБАННОЙ СУШИЛКЕ

**Андрей Игоревич Иосифов**

аспирант

**Сергей Юрьевич Щербаков**

кандидат технических наук, доцент

[Scherbakov78@yandex.ru](mailto:Scherbakov78@yandex.ru)

**Иван Павлович Криволапов**

кандидат технических наук, доцент

[ivan0068@bk.ru](mailto:ivan0068@bk.ru)

Мичуринский государственный аграрный университет

Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье приводятся данные по влиянию предварительной обработки паром на процесс сушки плодов шиповника в барабанной сушилке. Доказано, что предварительная паротермическая обработка снижает время на разогрев продукта в сушильной установке и позволяет высушить продукт на 8 % быстрее, чем без паротермической обработки.

**Ключевые слова:** паротермическая обработка, плоды шиповника, барабанная сушилка, интенсивность сушки.

Плоды шиповника имеют большое значение в полноценной системе питания человека, так как снабжают организм всеми необходимыми биологически активными веществами, микронутриентами: витаминами и минеральными веществами [1, 2].

Срок хранения лодов в естественных условия не достигает и нескольких недель, происходит порча и заплесневение плодов, поэтому использование сушки плодов шиповника позволяет существенно увеличить срок использование плодов в пищу. Важно использовать такие режимы сушки, чтобы плоды быстро сохли, не теряли полезные вещества и долго хранились [3].

Сушка является одним из основных процессов, которая позволяет обеспечить длительную сохранность продукта и применяется почти в любом производстве. В пищевой промышленности сушильной техники отводится важная роль в решении проблемы по увеличению сроков хранения сырья и получении готовых продуктов питания [4, 5].

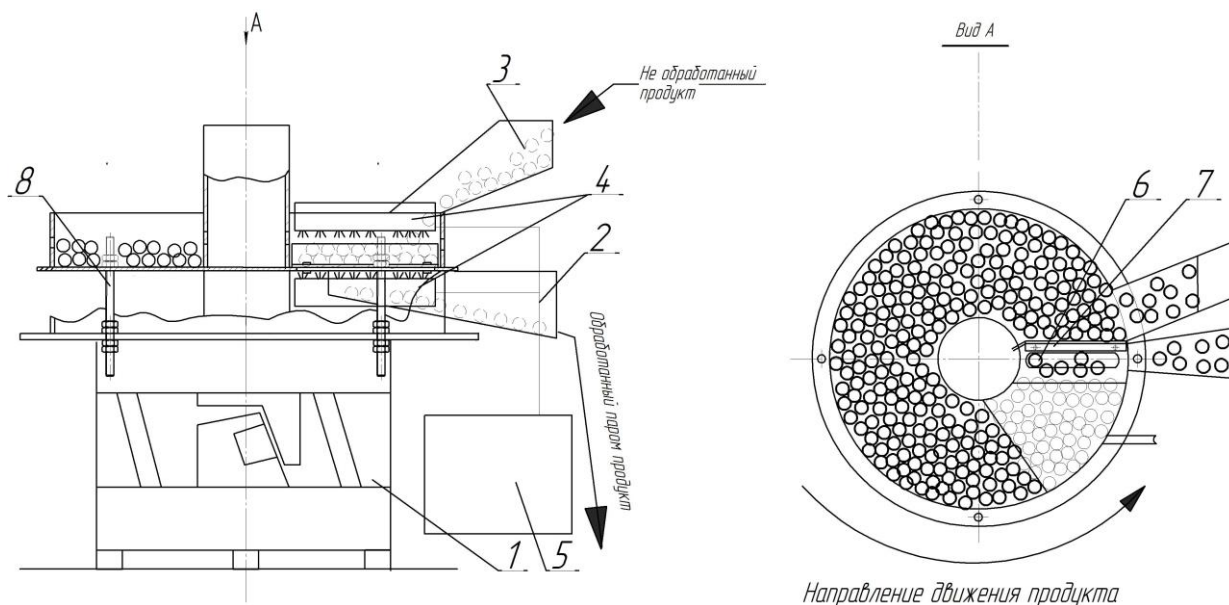
С учетом того, что производство сушеных плодов шиповника не возможно обеспечить в больших промышленных объемах и соответственно уровень механизации основных технологических процессов серийными машинами, в силу их высокой стоимости, производительности и энергоемкости необходимо совершенствовать технологию сушки плодов в условиях малого производства.

Шиповник является поливитаминным растением, его плоды по количественному содержанию и разнообразию витаминов значительно превосходит другие растения. Плоды многих видов шиповника съедобны в свежем виде, высушенные в виде чая (отвара). Из плодов шиповника готовят различные напитки, варенья, джемы, кондитерские изделия и настойки.

Плоды снаружи содержат плотную кожицу, которая существенно задерживает удаление влаги при сушке. С помощью паротермического способа — кратковременной обработки паром поверхности плода под давлением 0,3...0,35 МПа при температуре 100...120 °С, должно произойти частичное

разрушение оболочки, ее растрескивание, что приведет к увеличению скорости сушки плодов [2, 6].

Предлагаемая схема устройства для паротермической предварительной обработки оболочки плодов перед сушкой (рис. 1).

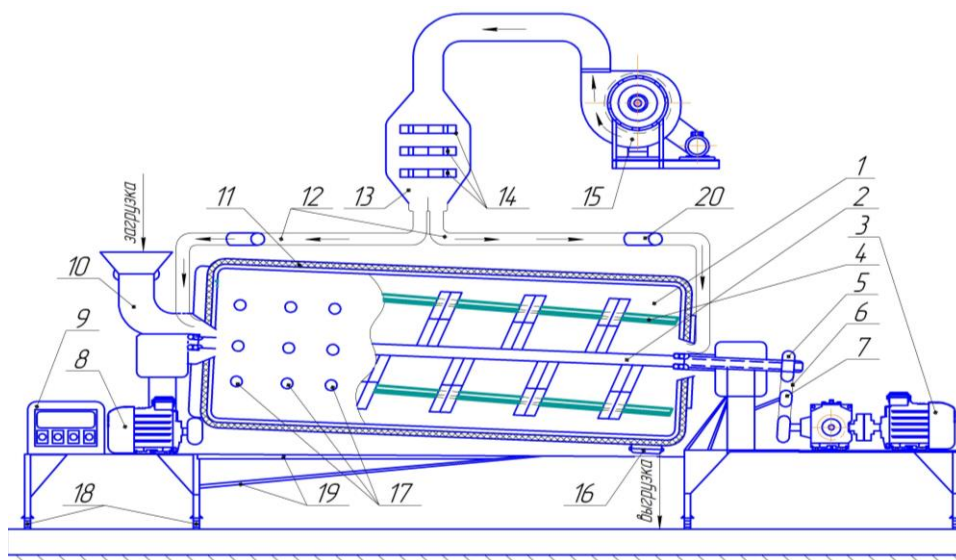


1- вибропривод, 2- выгрузной лоток, 3- загрузочный лоток, 4-форсунки парораспределители, 5- парогенератор, 6- прорезь в корпусе тарелки вибротранспортера, 7- борт, 8- шпилька,

Рисунок 1- Предлагаемая схема устройства для паротермической обработки оболочки плодов

Принцип работы устройства заключается в следующем: плоды шиповника подаются на перфорированную тарелку электромагнитного вибротранспортера 2, который обеспечивает возвратно – поступательное круговое движение плодов, с одновременным перемешиванием, по направлению указанному на рисунке. Сверху и снизу тарелки устанавливаются форсунки 4, присоединенные с помощью паропровода к парогенератору 5, по мере прохождения продукта, форсунки подают на него сухой пар с температурой 100-120 °С, с выдержкой 2-3 сек, продукт обрабатывается паром, проходит через прорезь в тарелке 6, поступает в предварительно разогретую сушильную установку.

В качестве сушильной установки использовалась барабанная сушильная установка [3, 6, 7] с лопастным перемешивающим устройством, установленным внутри барабана.



1 - сушильный перфорированный барабан; 2 - лопастная мешалка; 3- привод перемешивающего устройства; 4 - насадки; 5 - ведомый шкив; 6 - ременная передача; 7 - устройство для натяжения ремня; 8 - привод барабана; 9 - пульт регулировки; 10 - загрузочный люк; 11 - теплоизоляционный кожух; 12 - патрубки; 13 - нагревательная камера; 14 - трубчатые электронагреватели; 15 - вентилятор; 16 - выгрузной люк; 17 - отверстия для выхода отработанного сушильного агента; 18 - регулировочные винты; 19 - рама сушилки; 20 - заслонка для контрольно-измерительных операций

*Рисунок 2 – Общий вид барабанной сушилки*

Предварительно обработанный паром продукт подается на сушку через загрузочный люк 10 внутрь вращающегося барабана 1 и распределяется по всей его длине с помощью лопастной мешалки 2 вращающейся в противоположную сторону от барабана. Продукт равномерно распределяется и интенсивно перемешивается, благодаря вращающимся в противоположные стороны барабану с насадками и лопастной мешалки, что позволят максимально качественно и эффективно, с высокой скоростью сушки провести процесс удаления влаги.

Высушенный продукт удаляется из барабана через выгрузной люк 16.

Нагрев воздуха осуществляется в герметичной нагревательной камере 13, внутри которой зафиксированы трубчатые электронагреватели 14. Нагретый воздух от нагревательной камеры с помощью распределительного воздуховода и приточного вентилятора 15, через патрубки 12 поступает непосредственно внутрь перфорированного барабана 1. Отработанный сушильный агент

удаляется из барабана в атмосферу через технологические отверстия в корпусе 17.

Проводились исследования с использованием устройства для паротермической обработки оболочки плодов (рис.1) и барабанной сушилки (рис. 2), с целью выявить эффективность применения предварительной паротермической обработки (рис. 1).

В качестве продукта сушки были взяты образцы плодов шиповника.

В процессе эксперимента в течение каждые 60 минут брались пробы влагосодержания продукта в сушильном барабане с помощью прибора анализатора влажности ЭВЛАС-2М, с повторностью не менее 3 раз. Эксперимент проводился при температурном режиме сушки 60 °С.

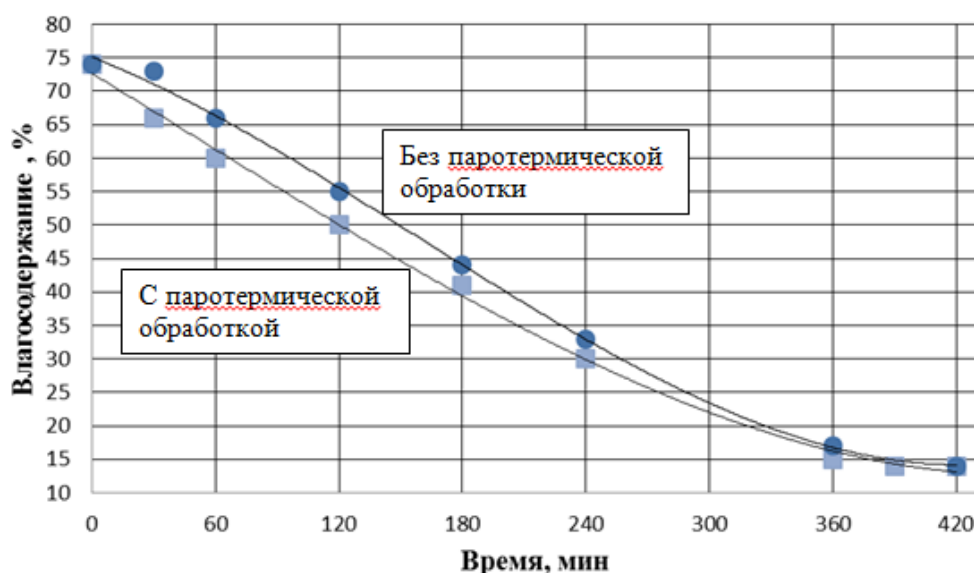


Рисунок 3 – Зависимости влагосодержания плодов боярышника от времени сушки при паротермической обработке поверхности плода или без нее, при температуре 60 °С

В первом эксперименте сушка проходила без предварительной паротермической обработки плодов. Продукт на входе в сушильную камеру был не разогрет и имел температуру окружающей среды 20 °С.

Во втором эксперименте сушка проходила с предварительной паротермической обработки плодов. Продукт на входе в сушильную камеру был обработан паром, в результате которой, кожица плодов была размягчена, частично отошла и потрескалась, при этом плоды были разогреты до температуры 45-50 °С.

Процесс сушки во втором эксперименте протекал наиболее интенсивно, особенно это видно на графике (рис. 3), предварительная паротермическая обработка приводит к увеличению скорости сушки в барабанной сушилке от 10% в начальный и первый период сушки, до 7% во втором периоде сушки, так как при обработки паром с температурой 100-120 С, в течении 2-3 сек., происходит повреждение оболочки плода, и растрескивание, при этом плод предварительно подогревается, что экономит время на разогрев продукта в сушильной установке и позволяет высушить продукт на 8 % быстрее, чем без паротермической обработки.

### **Список литературы:**

1. Совершенствование технологии сушки плодов с разработкой барабанной сушильной установки. / С.Ю. Щербаков, А.И. Завражнов, П.С. Лазин, И.П. Криволапов, А.В. Аксеновский // Наука в центральной России. 2018. № 2 (32). С. 100-108.

2. Лазин П.С., Щербаков С.Ю. Разработка барабанной сушильной установки // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник статей по материалам III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета. 2017. С. 724-730.

3. Determination of the energy efficiency of drying hawthorn fruit in a drum dryer with a paddle mixing device / Shcherbakov S.Yu., Babushkin V.A., Krivolapov I.P., Lazin P.S., Korotkov A.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, 2020. С. 32009.

4. Щербаков С.Ю., Лазин П.С. Повышение качества процесса сушки плодово-ягодной продукции // Инновационная деятельность в модернизации АПК. Материалы Международной научно-практической конференции

студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях. 2017. С. 68-71.

5. Лазин П.С., Щербаков С.Ю. Исследование процесса сушки плодов боярышника в сушильном шкафу // Современные проблемы развития техники, экономики и общества. Материалы II Международной научно-практической очно-заочной конференции. Научный редактор А.В. Гумеров. 2017. С. 81-84.

6. Щербаков С.Ю., Завражнов А.И., Лазин П.С. Влияние коэффициента заполнения барабанной сушилки на интенсивность сушки боярышника // Сельский механизатор. 2020. № 9. С. 24-25.

7. Определение параметров вибрации при сушке продукта в вибрационной сушилке / В.В. Загороднев, А.И. Иосифов, С.Ю. Щербаков, И.П. Криволапов // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1.

**UDC: 66.047.38**

## **THE EFFECT OF STEAM-THERMAL TREATMENT ON THE DRYING OF FRUITS IN A DRUM DRYER**

**Andrey I. Iosifov**

Postgraduate student

**Sergey Yu. Shcherbakov**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Scherbakov78@yandex.ru

**Ivan P. Krivolapov**

Candidate of Technical Sciences, Associate

Professor ivan0068@bk.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The article presents data on the effect of pretreatment with steam on the process of drying rosehip fruits in a drum dryer. It is proved that pre-steam thermal treatment reduces the time for heating the product in the drying unit and

allows you to dry the product 8 % faster than without steam thermal treatment.

**Key words:** steam-thermal treatment, rosehip fruits, drum dryer, drying intensity.