

УДК 635.078

**ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ
КОНВЕКТИВНОЙ ВАКУУМ-ИМПУЛЬСНОЙ СУШКИ МОРКОВИ
СОРТА «ШАНТАНЭ 2461», ПЕРЦА СОРТА «ЛАСТОЧКА», ЧЕСНОКА
СОРТА «ЮБИЛЕЙНЫЙ ГРИБОВСКИЙ»**

Завьялов Александр Александрович

студент

Зорина Ольга Александровна

аспирант

Иванов Андрей Сергеевич

студент

Горюшин Роман Сергеевич

студент

Тамбовский государственный технический университет

Тамбов, Россия

Иванова Эльвира Сергеевна

студент

rodionow.u.w@rambler.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье определена важность консервации для сохранения овощей и отмечается, что одним из процессов консервации является сушка. Наиболее перспективной сушкой является двухступенчатый конвективный вакуумно-импульсный способ. Для обработки нарезанных овощей: моркови сорта «Шантанэ 2461», перца сорта «Ласточка», чеснока сорта «Юбилейный Грибовский» – был предложен способ, состоящий из одной ступени в виде

конвективной сушилки с псевдооживленным слоем и другой – вакуум-импульсной. Отработаны рациональные режимы сушки данных овощей.

Ключевые слова: морковь, перец, чеснок, двухступенчатая конвективная вакуум-импульсная сушка, влагосодержание, рациональные кривые сушки, биологически активные вещества.

Введение. Роль овощей является важной в рационе питания человека. Сейчас до стола потребителя доходит не более 40 % выращенного урожая овощей. В первую очередь это объясняется сроком хранения, составляющим от нескольких часов, дней и до 3-5 месяцев. При хранении свежих овощей расходуются собственные питательные вещества. Это объясняется тем, что при хранении процесс жизнедеятельности в них не останавливается, а замедляется. Поэтому продукты растительного происхождения необходимо консервировать не только на зимний период, но и на более длительный с максимальным сохранением биологической и энергетической ценности продуктов. Методы консервирования разнообразны: стерилизация и пастеризация, охлаждение и замораживание, соление и, конечно, сушка [1-6].

Целью исследования является получение экспериментальных данных, необходимых для отработки технологии способа сушки растительных материалов (морковь, перец, чеснок).

Методы и методика. Теоретические обоснования предложенной методики основаны на исследованиях Лыкова А.В. [7], Рудобашта С.П. [8], Дмитриева В.М. [9], Ивановой И.В. [10], Иванова В.Е. [11], Филоненко Г.К. [12], Родионова Ю.В. [13-17], Ивановой Е.П. [18], Зорина А.С. [19]. Эксперименты проводились на опытной двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушке, разработанной на кафедре «Механика и инженерная графика» Тамбовского государственного технического университета.

Экспериментальная установка состоит из двух сушилок: конвективной с псевдооживленным слоем (рис. 1) и конвективной вакуум-импульсной (рис. 2).

Сырье, предварительно вымытое и очищенное от кожуры и семечек, нарезают определенным образом (кубиками, соломкой, пластинами), взвешивали и загружали на сетчатый лоток конвективной сушилки, через который, с помощью воздуходувки, подавался сушильный агент (воздух). Через равные промежутки времени сырьё выгружали и взвешивали на электронных весах. Экспериментальные исследования были направлены на определение

скорости удаления влаги в зависимости от формы нарезки и влагосодержания в конце первого периода сушки.

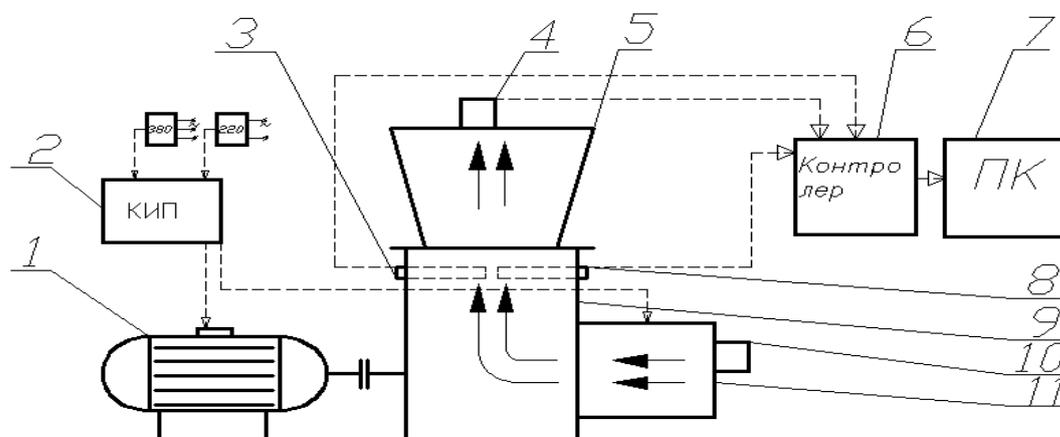


Рисунок 1 - Экспериментальная установка – сушилка конвективная с псевдооживленным слоем

- 1 - электродвигатель; 2 - контрольно-измерительные приборы; 3 - датчик температуры; 4 - гигрометр;
 5 - короб; 6 - контроллер; 7 - персональный компьютер; 8 - датчик скорости потока воздуха;
 9 - вентилятор; 10 - патрубок входа теплоносителя; 11 - нагревательный элемент с указанием стрелками направление потока воздуха.

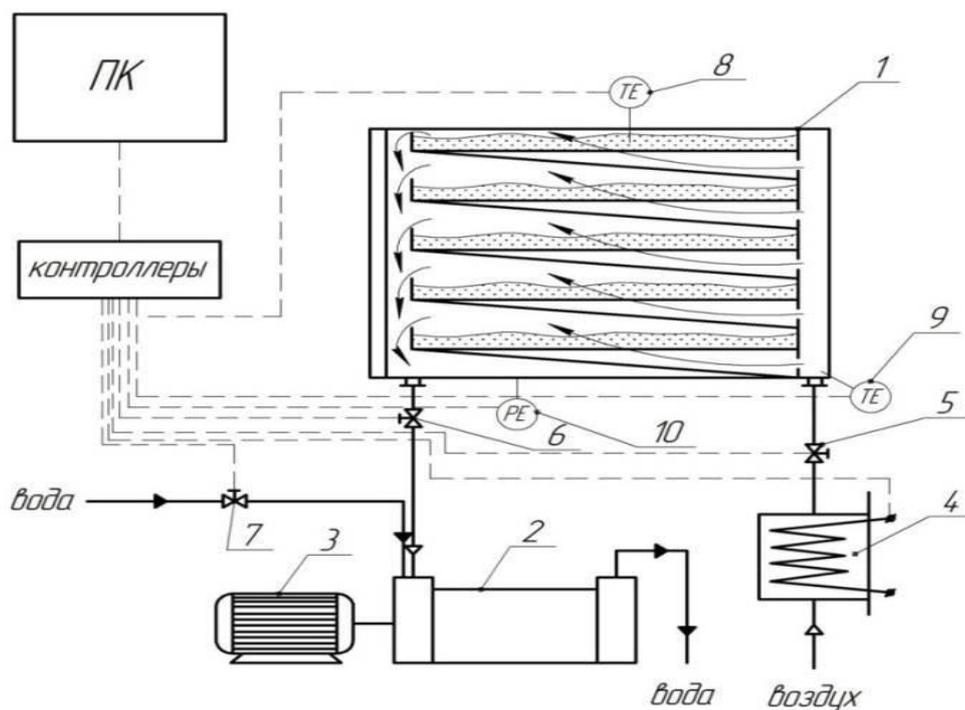


Рисунок 2 - Экспериментальная установка- сушилка конвективная вакуум-импульсная

- 1 - шкаф сушильный; 2 –двухступенчатый жидкостно-кольцевой вакуум-насос; 3 –асинхронный электродвигатель; 4 - ТЭНы; 5, 6, 7 - клапаны; 8, 9 - термопары; 10 - вакуумметр.

Результаты обсуждения. Экспериментальные исследования направлены на отработку режимов времени и количества чередования стадий продувки и вакуумирования в конвективной вакуум-импульсной сушилке. Сырьё,

размещенное на лотках в сушильной камере, обдували горячим воздухом при температурах ниже температуры денатурации биологически активных веществ, находящихся в овощах (стадия проудки - нагрева); затем подачу горячего сушильного агента прекращали, и в сушильной камере создавали вакуум (стадия вакуумирования).

В результате данных исследований были получены оптимальные кривые сушки и сделаны фотографии конечных продуктов, которые приведены на рисунках 3-8.

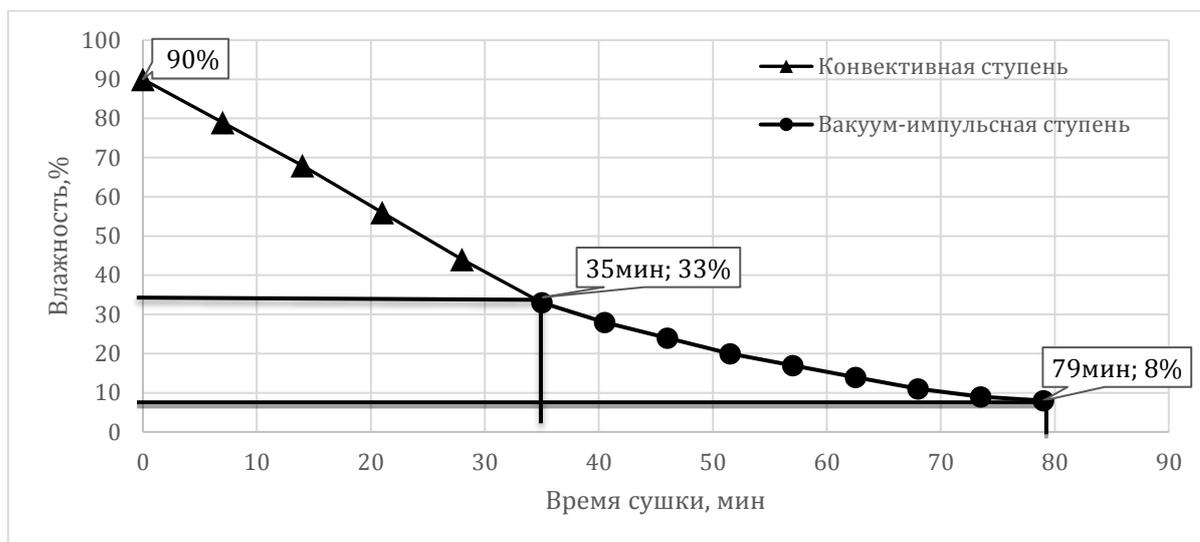


Рисунок 3 - Рациональные кривые двухступенчатой сушки моркови сорта «Шантанэ 2461», нарезанной кубиками со стороной 10 мм: первая ступень - конвективная с взвешенным слоем – скорость потока 6 ± 1 м/с при температуре 35°C продолжительностью 35 мин; вторая ступень КВИС – длительностью 44 мин при $52\pm 2^{\circ}\text{C}$ со скоростью воздуха 3м/с



Рисунок 4 - Фотография: внешний вид высушенной моркови сорта «Шантанэ 2461», нарезанной кубиками

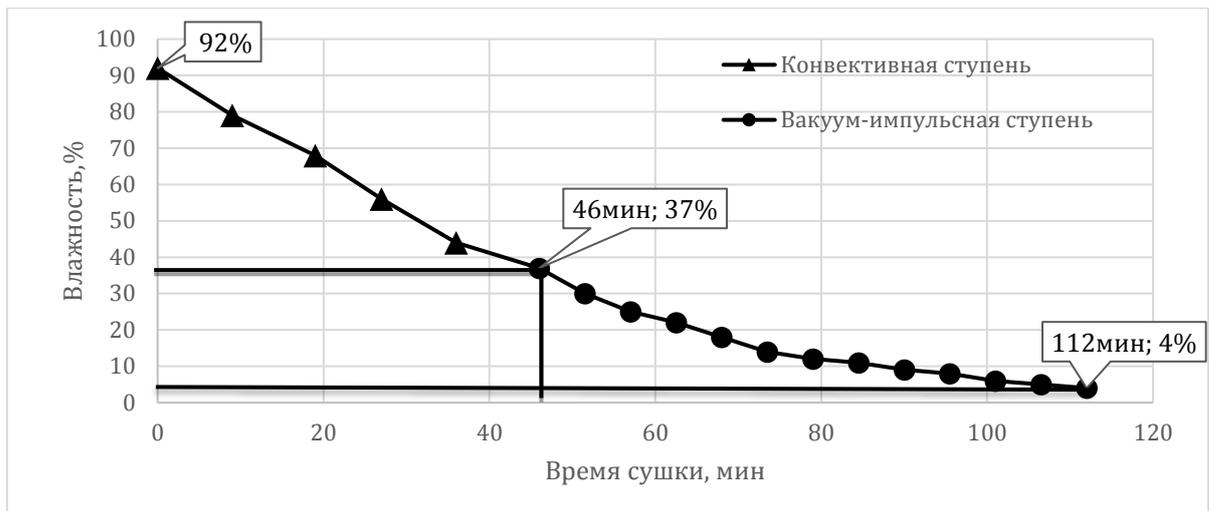


Рисунок 5 - Рациональные кривые двухступенчатой сушки перца сорта «Ласточка», нарезанного кубиками со стороной 5мм: первая ступень – конвективная с взвешенным слоем – скорость потока 6 ± 1 м/с при температуре 35°C продолжительностью 46 мин; вторая ступень КВИС – длительностью 66 мин при $52\pm 2^{\circ}\text{C}$ со скоростью воздуха 3м/с



Рисунок 6 - Фотография: внешний вид высушенного болгарского перца сорта «Ласточка», нарезанного кубиками

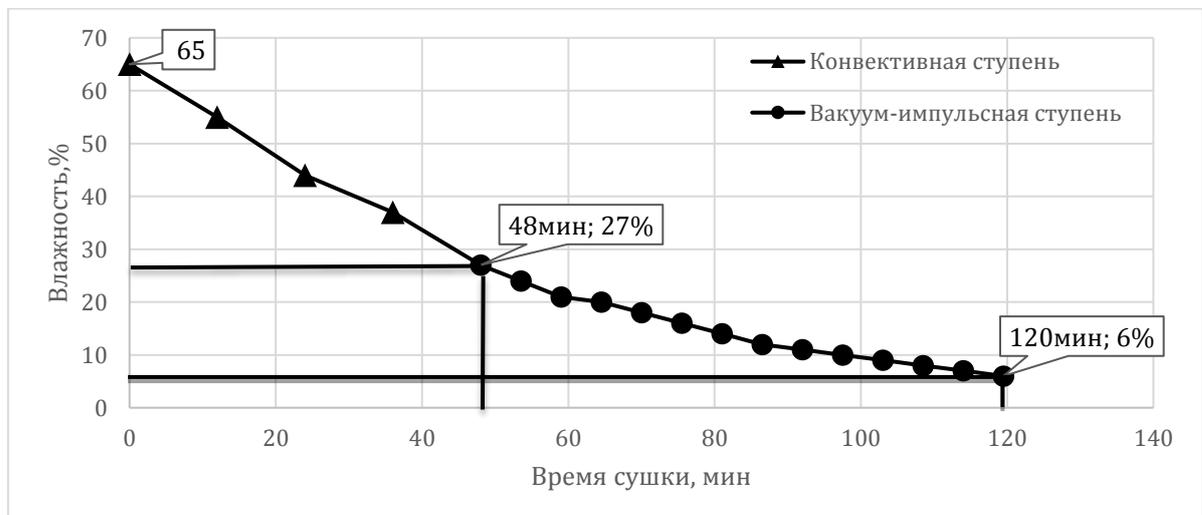


Рисунок 7 - Рациональные кривые двухступенчатой скорости сушки чеснока сорта «Юбилейный Грибовский», нарезанного кубиками: первая ступень - конвективная с взвешенным слоем: скорость потока 6 ± 1

м/с при температуре 35 °С продолжительностью 48 мин; вторая ступень КВИС - длительностью 72 мин при 52±2°С со скоростью воздуха 3м/с.



Рисунок 8 - Фотография: внешний вид высушенного чеснока сорта «Юбилейный Грибовский», нарезанного пластинами (перпендикулярно оси).

Выводы

1. Установлено, что наилучшими формами нарезки исследуемых материалов является: для перца и моркови - кубики, для чеснока – пластины (перпендикулярно оси).
2. Определено влагосодержание в конце первого периода сушки, что позволяет определять время пребывания растительного материала в конвективной сушке. Для моркови - 33±2 %, для перца - 37±3 %, для чеснока - 27±3 %.
3. Оптимальные режимы стадий продувки - нагрева и вакуумирования для данных материалов составляют: для моркови - [3-2,5 мин], для перца [3-2,5 мин], для чеснока - [2,5-2 мин].
4. Проведенные экспериментальные исследования позволяют создать технологический регламент двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушки моркови, перца, чеснока.

Список литературы:

1. Разработка инновационной ресурсосберегающей технологии переработки фруктов и овощей / О.В. Перфилова, Г.О. Магомедов, В.А. Бабушкин, Ю.А. Бочарова, А.В. Озерова // Наука и Образование. - 2019. - Т. 2. - № 1.
2. Социальная значимость создания продуктов для здорового и функционального питания с использованием вторичного фруктово-овощного сырья / Перфилова О.В., Магомедов Г.О., Бабушкин В.А., Власова О.Г., Зеленская А.А. // Наука и Образование. - 2019. – Т. 2. - № 1. - С. 41.
3. Улучшение качества традиционных продуктов питания / О.В. Перфилова, В.А. Бабушкин, О.Г. Власова, А.А. Зеленская, Д.Н. Немытова // Сб.: Импортзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья: материалы I Всероссийской конференции с международным участием, 2019. - С. 352-357.
4. Потапова, А.А. Потребительские свойства мелкоплодных томатов и расширение ассортимента отечественной консервированной продукции / А.А. Потапова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, 2016. - № 3. - С. 91-97.
5. Потапова, А.А. Потребительские свойства мелкоплодных томатов для консервирования / А.А. Потапова // Новые технологии. - 2018. - № 4. - С. 74-78.
6. Лыков, А.В. Теория сушки / А.В. Лыков. – М.: «Энергия», 1968. – 472 с.
7. Рудобашта, С.П. Зональный расчет кинетики сушки гранулированного материала в плотном продуваемом слое на основе решений уравнений массо- и теплопереноса / С.П. Рудобашта, А.Н. Плановский, В.Н. Долгунин // Теоретические основы химической технологии. - 1978. - Т. 12. - № 12. - С. 173-183.
8. Дмитриев, В.М. Кинетика и аппаратурно-технологическое оформление процесса конвективной сушки гранулированных и пленочных

полимерных материалов: дисс. док. техн. наук / В.М. Дмитриев. – Тамбов, 2003.

9. Попова, Е.В. Методы и алгоритмы обоснования системы защиты информации по критерию конкурентоспособности предприятия: дисс. док. техн. наук / Е.В. Попова. – Санкт-Петербург, 2017.

10. Иванов, В.Е. Сушка дисперсных материалов в сушилке кипящего слоя непрерывного действия: дисс. док. техн. наук / В.Е. Иванов. – Иваново, 2010.

11. Сушка пищевых растительных материалов / Г.К. Филоненко, М.А. Гришии, Я.М. Гольденберг, В.К. Коссек. - М.: Пищевая промышленность, 1971. - С. 440.

12. Инновационные технологии сушки растительного сырья / Ю.В. Родионов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. - 2012. - № 3(41). - С. 371-376.

13. Комбинированная конвективно-вакуумно-импульсная сушка – качественная переработка сельскохозяйственной продукции / Ю.В. Родионов [и др.] // Качество науки - качество жизни: сб. материалов 4-й Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2008. - С. 156–157.

14. Родионов, Ю.В. Улучшение условий процесса конвективной вакуум-импульсной сушки растительных материалов / Ю.В. Родионов // Прогрессивные технологии развития: сб. материалов 5-й Междунар. науч.-практ. конф. -Тамбов, 2009. - С. 6

15. Условия комбинированной конвективной вакуум-импульсной сушки растительных продуктов / Ю.В. Родионов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2008. - № 4(14). - С. 21-25.

16. Энергоэффективность двухступенчатой сушки растительного сырья / Ю.В. Родионов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2011. - № 3(34). – С. 361–365.

17. Иванова, Е.П. Разработка технологии приготовления сухой закваски на основе растительного сырья для производства хлебобулочных изделий функционального назначения: дисс. док. техн. наук / Е.П. Иванова. – Тамбов.

18. Зорин, А.С. Совершенствование технологии и технических средств комбинированной вакуумной сушки растительного сырья для производства чипсов: дисс. док. техн. наук / А. С. Зорин. – Мичуринск, 2019.

19. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks / O.V. Perfilova, D.V. Akishin, V.F. Vinnitskaya [et al.] // Сб.: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. – Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2020. - С. 82071.

UDC 635.078

**DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF TWO-STAGE
CONVECTIVE VACUUM-PULSE DRYING OF CARROT VARIETY
«SHANTANE 2461», PEPPER VARIETY «LASTOCHKA», GARLIC
VARIETY «ANNIVERSARY GRIBOVSKY»**

Zavyalov Alexander Alexandrovich

student

Zorina Olga Alexandrovna

graduate student

Ivanov Andrey Sergeevich

student

Goryushin Roman Sergeevich

student

Tambov State Technical University

Tambov, Russia

Ivanova Elvira Sergeevna

student

rodionow.u.w@rambler.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article defines the importance of conservation for the preservation of vegetables and notes that drying is one of the conservation processes. The most promising drying is a two-stage convective vacuum-pulse method. For the processing of chopped vegetables: «Shantane 2461» carrots, «Swallow» pepper, «Yubileiny Gribovsky» garlic, a method was proposed, consisting of one stage in the form of a convective fluidized bed dryer and the other - a vacuum-impulse one. The rational modes of drying these vegetables have been worked out.

Key words: carrots, pepper, garlic, two-stage convective vacuum-pulse drying, moisture content, rational drying curves, biologically active substances.