

## ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА СУШКИ ЧЕСНОКА

**Жасур Сафаров**

*Ташкентский государственный технический университет д.т.н., проф.*

*(jasursafarov@yahoo.com)*

**Абдикаримов Тимур**

*Ташкентский государственный технический университет*

*(mailto:timurabdikarimov2001@gmail.com)*

**Аннотация:** *В данной работе проводится исследование, направленное на определение оптимального метода сушки чеснока. Рассматриваются и сравниваются различные технологии сушки, включая инфракрасную, воздушную, вакуумно-импульсную и микроволновую и другие виды обработки. Анализируется их влияние на качественные характеристики продукта, такие как сохранение витаминов, минералов, вкуса и аромата. Особое внимание уделяется оценке эффективности каждого метода с точки зрения сохранения питательных веществ и органолептических свойств чеснока. Полученные результаты позволяют выделить наиболее рациональный способ сушки, обеспечивающий высокое качество готового продукта. Представленные данные могут быть полезны для предприятий пищевой и сельскохозяйственной отрасли, а также для потребителей, ориентированных на здоровое питание и долгосрочное хранение натуральных продуктов.*

**Ключевые слова:** *сушка, чеснок, эффективность, сельское хозяйство.*

**Abstract:** *This study focuses on determining the optimal method for drying garlic. Various drying technologies are considered and compared, including infrared, air, vacuum-pulse, microwave, and other types of processing. Their impact on the quality characteristics of the product is analyzed, such as the preservation of vitamins, minerals, flavor, and aroma. Special attention is given to evaluating the efficiency of each method in terms of retaining the nutritional and organoleptic properties of garlic. The results make it possible to identify the most rational drying method that ensures high quality of the final product. The presented data may be useful for enterprises in the food and agricultural industries, as well as for consumers interested in healthy eating and long-term storage of natural products.*

**Key words:** *drying, garlic, efficiency, agriculture.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Сушка чеснока является важным этапом в его переработке и хранении, поскольку позволяет значительно продлить срок годности продукта при сохранении его питательной ценности, вкуса и аромата. Выбор оптимального метода сушки чеснока имеет существенное значение для сохранения биологически активных веществ и органолептических характеристик, что

особенно актуально в условиях растущего спроса на натуральные и функциональные продукты питания [1].

Чеснок (*Allium sativum*) — это многолетнее травянистое растение из рода лук семейства амариллисовые. Хотя многие представители этого семейства, такие как нарциссы, используются в декоративных целях, чеснок получил широкое распространение благодаря своим вкусовым качествам и полезным свойствам. В его составе содержатся витамины B6, C, E, K, а также макро- и микроэлементы, такие как кальций, магний, фосфор, железо, марганец и медь.

Чеснок обладает высокой урожайностью и широко культивируется во многих странах. Его размножение происходит преимущественно вегетативным способом — из зубчиков, количество которых в одной луковице может достигать 20 штук. Растение формирует высокий (до 1 метра) прямостоячий стебель с плоскими листьями. В свежем виде чеснок имеет выраженный острый вкус, который смягчается при тепловой обработке, приобретая более богатый и многогранный аромат.

Помимо кулинарного значения, чеснок обладает выраженными лечебными свойствами. Он оказывает благоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему, способствует снижению артериального давления и уровня холестерина. Также известно его положительное влияние на метаболические процессы, включая рост мышечной ткани у спортсменов. Однако чрезмерное употребление чеснока может вызывать побочные эффекты, такие как раздражение слизистой желудка, головные боли, аллергические реакции и прочие нежелательные явления [2].

Цель данной работы — анализ и сравнение различных методов сушки чеснока, включая естественную сушку, термическую обработку в духовке и специализированные технологии сушки. Особое внимание будет уделено исследованию условий, влияющих на эффективность процесса сушки: температуры, влажности и продолжительности обработки. Также рассматриваются преимущества и недостатки каждого из методов в контексте сохранения питательных и органолептических свойств продукта.

Таким образом, выбор наиболее эффективного метода сушки чеснока является актуальной задачей для пищевой промышленности, фермерских хозяйств и домашних потребителей. Проведенные исследования позволят рекомендовать оптимальные режимы сушки в зависимости от конкретных условий и требований к качеству конечного продукта [3].

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В статье был проведен эксперимент по исследованию оптимального метода сушки чеснока. В качестве методов были выбраны инфракрасная сушка при различных температурах, и вакуум-импульсной сушки.

Основной задачей сушки является удаление влаги из продукта для предотвращения его порчи. Однако процесс сушки должен также обеспечивать сохранение полезных веществ, таких как:

- Аллицин - мощный антиоксидант и природный антибиотик.
- Эфирные масла, которые отвечают за аромат и вкус.
- Витамины группы В, С и другие микроэлементы.

Кроме того, сушеный чеснок обеспечивает:

1. Уменьшение веса и объема, что снижает расходы на транспортировку и хранение.
2. Возможность долгосрочного хранения без охлаждения.
3. Широкое применение в пищевой и фармацевтической промышленности.

На таблице 1 мы можем увидеть химический состав чеснока, также приведено содержание пищевых веществ (калорийности, белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов) на 100 грамм съедобной части [4].

Таблица 1 Химический состав чеснока (на 100 г)

Нутриент	Количество	Норма**	% от нормы в 100 г	% от нормы в 100 ккал	100% нормы
Калорийность	149 ккал	1684 ккал	8,8%	5,9%	1130 г
Белки	6,5 г	76 г	8,6%	5,8%	1169 г
Жиры	0,5 г	56 г	0,9%	0,6%	11200 г
Углеводы	29,9 г	219 г	13,7%	9,2%	732 г
Углеводы (общие)	31,4 г	-	-	-	-
Пищевые волокна	1,5 г	20 г	7,5%	5%	1333 г
Вода	60 г	2273 г	2,6%	1,7%	3788 г
Органические кислоты	0,1 г	-	-	-	-
Зола	1,5 г	-	-	-	-
Витамины					
<i>бета Каротин</i>	0,005 мг	5 мг	0,1%	0,1%	100000 г
Витамин В1, тиамин	0,08 мг	1,5 мг	5,3%	3,6%	1875 г
Витамин В2, рибофлавин	0,08 мг	1,8 мг	4,4%	3%	2250 г
Витамин В4, холин	23,2 мг	500 мг	4,6%	3,1%	2155 г
Витамин В5, пантотеновая	0,596 мг	5 мг	11,9%	8%	839 г
Витамин В6, пиридоксин	0,6 мг	2 мг	30%	20,1%	333 г
Витамин В9,	3 мкг	400 мкг	0,8%	0,5%	13333 г

фолаты					
Витамин С, аскорбиновая	10 мг	90 мг	11,1%	7,4%	900 г
Витамин Е, альфа токоферол, ТЭ	0,3 мг	15 мг	2%	1,3%	5000 г
Витамин К, филлохинон	17 мкг	120 мкг	1,4%	0,9%	7059 г
Витамин РР, НЭ	2,8 мг	20 мг	14%	9,4%	714 г
Ниацин	1,2 мг	-	-	-	-
Макроэлементы					
Калий, К	260 мг	2500 мг	10,4%	7%	962 г
Кальций, Са	180 мг	1000 мг	18%	12,1%	556 г
Кремний, Si	2,56 мг	30 мг	8,5%	5,7%	1172 г
Магний, Mg	30 мг	400 мг	7,5%	5%	1333 г
Натрий, Na	17 мг	1300 мг	1,3%	0,9%	7647 г
Сера, S	63,6 мг	1000 мг	6,4%	4,3%	1572 г
Фосфор, Р	100 мг	800 мг	12,5%	8,4%	800 г
Хлор, Cl	30 мг	2300 мг	1,3%	0,9%	7667 г
Микроэлементы					
Алюминий, Al	455 мкг	-	-	-	-
Бор, В	31,2 мкг	-	-	-	-
Ванадий, V	4 мкг	-	-	-	-
Железо, Fe	1,5 мг	18 мг	8,3%	5,6%	1200 г
Йод, I	9 мкг	150 мкг	6%	4%	1667 г
Кобальт, Co	9 мкг	10 мкг	90%	60,4%	111 г
Литий, Li	3 мкг	-	-	-	-
Марганец, Mn	0,81 мг	2 мг	40,5%	27,2%	247 г
Медь, Cu	130 мкг	1000 мкг	13%	8,7%	769 г
Молибден, Mo	25,4 мкг	70 мкг	36,3%	24,4%	276 г
Никель, Ni	17 мкг	-	-	-	-
Рубидий, Rb	63 мкг	-	-	-	-
Селен, Se	14,2 мкг	55 мкг	25,8%	17,3%	387 г
Фтор, F	8 мкг	4000 мкг	0,2%	0,1%	50000 г
Хром, Cr	40 мкг	50 мкг	80%	53,7%	125 г
Цинк, Zn	1,025 мг	12 мг	8,5%	5,7%	1171 г
Усвояемые углеводы					
Крахмал и декстрины	26 г	-	-	-	-
Моно- и дисахариды (сахара)	3,9 г	-	-	-	-
Жирные кислоты					

Омега-3 жирные кислоты	0,02 г	от 0,9 до 3,7 г	2,2%	1,5%	-
Омега-6 жирные кислоты	0,229 г	от 4,7 до 16,8 г	4,9%	3,3%	-
Насыщенные жирные кислоты	0,1 г	max 18,7 г	-	-	-

Энергетическая ценность Чеснок составляет 149 ккал.

Сравнительный обзор результатов исследования

Инфракрасная сушка представляет собой метод тепловой обработки, при котором энергия передаётся от источника в виде инфракрасного (ИК) излучения непосредственно на поверхность продукта.

Инфракрасные волны вызывают колебание молекул воды в чесноке, что приводит к быстрому испарению влаги как с поверхности, так и из внутренних слоёв.

Применение инфракрасного излучения позволяет ускорить процесс обезвоживания чеснока по сравнению с традиционной конвективной сушкой.

Энергия поглощается поверхностью чеснока и проникает внутрь на определённую глубину, обеспечивая равномерный нагрев и испарение влаги без перегрева[5-8].

Преимущества и недостатки инфракрасной сушки:

- ✓ Высокая скорость сушки;
- ✓ Снижение общей потери питательных веществ;
- ✓ Энергосбережение за счёт прямой передачи энергии;
- ✓ Улучшенное сохранение аромата и цвета продукта;
- ✓ Компактность оборудования.
- Необходимость точного контроля температуры и расстояния до источника излучения;
- Возможность неравномерной сушки при неправильной укладке продукта;
- Ограниченная глубина проникновения ИК-волны (не подходит для очень толстых слоёв).

Технические параметры (примерные):

- Диапазон температур: 50–70 °С
- Длина волны: 0.75–10 мкм (ближняя и средняя ИК-зона)
- Время сушки: 30–90 минут (в зависимости от толщины слоя и начальной влажности)

Остаточная влажность чеснока после сушки: 6–8 % (Тонкие ломтики (1.5–2 мм) Проверять влагу в нескольких точках — чтобы исключить локальные участки с высокой влажностью).

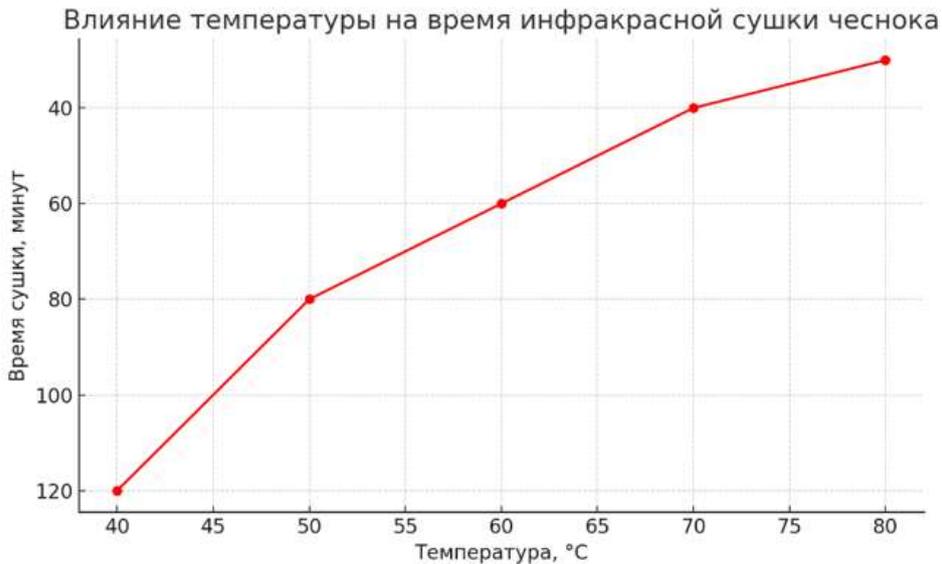


Рис. 1. Время сушки чеснока при различной температуре

График зависимости времени инфракрасной сушки чеснока от температуры. Как видно, с увеличением температуры сушка происходит значительно быстрее — при 80 °C время сокращается до 30 минут

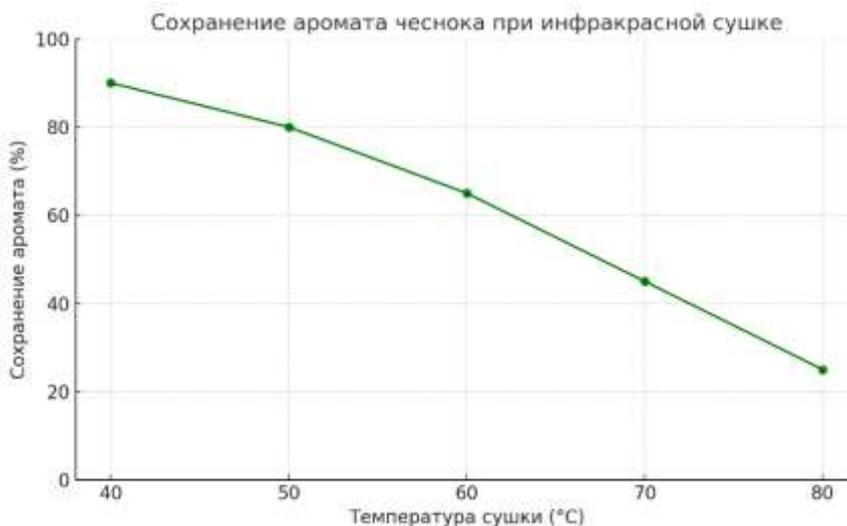


Рис. 2. Сохранение аромата чеснока при различной температуре

Сушка чеснока методом вакуум-импульсной сушки (ВИС) — это эффективный способ сохранить ценные вещества чеснока (в том числе эфирные масла, алицин и другие серосодержащие соединения), снизить потери аромата и цвета по сравнению с традиционными методами сушки (конвективной, инфракрасной и др.).

Этапы проводимого сушки

1. Подготовка:

- Чеснок очищается, нарезается (пластинками, кубиками или измельчается), при необходимости бланшируется (для инактивации ферментов).

2. Вакуумная стадия:

- Влага начинает испаряться при пониженной температуре (30–60 °С), что снижает термическое воздействие и защищает термолабильные компоненты.
- Под действием вакуума влага из внутренних капилляров быстрее выходит на поверхность.
- 3. Импульсное давление:
  - Циклическое восстановление давления способствует "выталкиванию" влаги из структуры продукта.
  - Эти импульсы способствуют лучшему удалению влаги без повреждения текстуры.
- 4. Повторение циклов:
  - Процесс проходит через несколько циклов вакуума и восстановления давления.

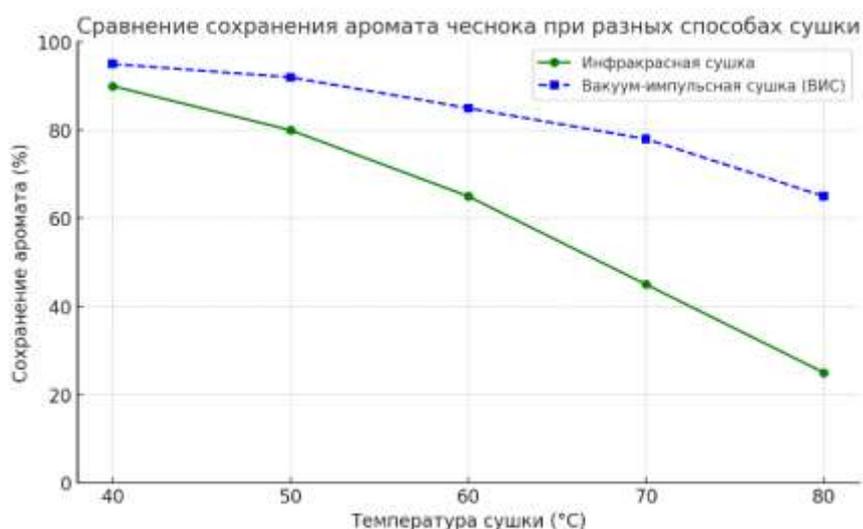


Рис. 3. Сушка чеснока ВИС

Вот сравнительный график: вакуум-импульсная сушка (ВИС) показывает значительно лучшее сохранение аромата чеснока на всём диапазоне температур по сравнению с инфракрасной сушкой. Особенно это заметно при повышенных температурах, где ВИС позволяет избежать деградации летучих ароматических соединений[9-12].

Таблица 2. Сравнительная таблица методов сушки чеснока

Параметр	Инфракрасная сушка	Вакуум-импульсная сушка (ВИС)
Температура	40–80 °С	40–70 °С (чаще 45–60 °С)
Время сушки	2–5 часов (в зависимости от толщины и температуры)	1–3 часа (зависит от числа циклов и параметров вакуума)
Контроль влажности	Контроль через температуру и мощность излучения	Очень точный — автоматизированный контроль параметров
Риски	Потеря аромата при	Требуется сложное

	высокой температуре, пересушка	оборудование, возможен неравномерный прогрев
Конечный вкус и аромат	Возможны потери летучих ароматов при >60 °С	Максимальное сохранение вкуса и аромата, равномерная текстура
Энерго затраты	Умеренные — требуется питание ИК-излучателей	Выше среднего — вакуумные насосы и нагрев
Подходящие условия	Помещение с хорошей вентиляцией, защита от перегрева	Требуется вакуумная сушильная установка (промышленная или лабораторная)

Для наглядного сравнения можно построить диаграмму, учитывающую временные затраты, эффективность, сохранение питательных веществ и удобство применения.

Инфракрасная сушка отличается сравнительно коротким временем обработки и не требует сложного оборудования, однако сопровождается умеренными энергозатратами и может привести к частичной потере летучих ароматических соединений при высоких температурах. Это снижает питательную ценность и аромат готового продукта.

С другой стороны, вакуум-импульсная сушка (ВИС) обеспечивает более щадящие условия обработки благодаря пониженному давлению и контролируемой температуре. Это способствует максимальному сохранению витаминов, эфирных масел и биоактивных соединений. При этом время сушки также невелико.

Несмотря на более высокую стоимость и техническую сложность оборудования, ВИС демонстрирует высокую эффективность и превосходное качество конечного продукта, что делает её особенно актуальной для промышленных масштабов и функциональных пищевых продуктов.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Сравнение методов инфракрасной и вакуум-импульсной сушки чеснока показывает, что вакуум-импульсная сушка (ВИС) обладает рядом значительных преимуществ по качеству конечного продукта. ВИС позволяет максимально сохранить ароматические и вкусовые свойства чеснока за счёт щадящих температурных режимов и эффективного удаления влаги из структуры продукта. Благодаря циклическому воздействию вакуума и тепла обеспечивается равномерная сушка и образование пористой текстуры, что особенно важно при производстве порошкообразной формы чеснока.

В то же время инфракрасная сушка является менее энергозатратной и технически проще в реализации, что делает её удобной для небольших производств и лабораторных условий. Однако при повышенных температурах

наблюдаются потери летучих соединений, что сказывается на качестве аромата и вкуса.

Таким образом, в условиях, где приоритетом является сохранение качества продукта (аромата, вкуса, текстуры и БЖА-компонентов), предпочтение следует отдать ВИС. Если же важны простота оборудования и энергоэффективность — инфракрасная сушка может быть более уместной.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Порошок чеснока, обогащенного селеном Н.А. Голубкина, Т.М. Середин, А.А. Кошеваров, Л.М. Шило, Е.В. Баранова, Л.В. Павлов.
2. Eric Block. Garlic and Other Alliums: The Lore and the Science (англ.). - Royal Society of Chemistry, 2010. - 480 p.
3. Целительная сила чеснока и лука / Сост. Л.Г.Лебедева. - СПб.: Нева, 2003. - 96 с.
4. Химический состав чеснок, [https://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/436.php](https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/436.php).
5. Учёные объяснили целительные свойства чеснока. Membrana: Люди. Идеи. Технологии. «Мембрана» (9 февраля 2009).
6. Lee S.U., Lee J.H., Choi S.H., Lee J. S., Ohnisi - Kameyama M.Kozukue N., Levin C.E., Friedman M. Flavonoids content in fresh, home-processed, and light- exposed onions and in dehydrated commercial onion products // J. Agric. Food Chem., 2008, 56, p.8541-8548.
7. Bhattacharyya M., Girish G.V., Karmohapatra S.K., Samad S.A., Sinha A.K. Systemic production of IFN-alpha by garlic in humans - J. Interferon. Cytokine. Res. 2007, May, 27(5), 377-382.
8. Borek C. Garlic reduces dementia and heart-disease risk - J. Nutr. 2006, Mar.,136(3 Suppl), 810-812.
9. Capraz M., Dilek M., Akpolat T. Garlic, hypertension and patient education - Int. J. Cardiol. 2007, Sep 14, 121(1), 130-131.
10. De B.K., Dutta D., Pal S.K., Gangopadhyay S., Das Baksi S., Pani A. The role of garlic in hepato-pulmonary syndrome: a randomized controlled trial - Can. J. Gastroenterol. 2010, Mar., 24(3), 183-188.
11. Xie X.L., Liu B.J., Yuan S.H. Clinical effect of garlic plaster on recurrent oral ulcer - Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2004 Jun., 29(3), 330-331.
12. Дерябина Ф.И., Сюзеева З.Ф. Предварительное фитохимическое исследование некоторых растений семейства сложноцветных. // Науч. тр. Перм. фармацевт. ин-та. - Пермь, 1967. -Вып. 2. -С.207-213.