

## Литература

1. Ермолаев В.А. Капиллярное строение твердых сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания // Сыроделие и маслоделие. – 2011. – № 1. – С. 32–33.
2. Остроумов Л.А. Микроструктуры сыров с белой плесенью // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 4. – С. 145–149.
3. Тиняков Г.Г., Тиняков В.Г. Микроструктура молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая пром-сть, 1972. – 256 с.



УДК 664.8.047:635.24

Л.Г. Ермош

### НОВЫЙ ВИД СУШКИ ТОПИНАМБУРА

*В статье представлены результаты исследований химического состава порошка топинамбура, полученного конвективно-вакуум-импульсным способом сушки. Показано, что использование данного способа по сравнению с традиционным способствует более полной сохранности всех биологически активных веществ топинамбура.*

**Ключевые слова:** технологический процесс, пищевая ценность, сушка, топинамбур, биологически активные вещества.

L.G. Ermosh

### NEW TECHNIQUE FOR JERUSALEM ARTICHOKE DRYING

*The research results of chemical composition of the Jerusalem artichoke powder which is received by means of the convectional, vacuum and impulse way of drying are given in the article. It is shown that use of the given way in comparison with the traditional promotes fuller safety of all biologically active substances of Jerusalem artichoke.*

**Key words:** technological process, food value, drying, Jerusalem artichoke, biologically active substances.

Важнейшей задачей сельскохозяйственных производителей является не только производство и переработка сельскохозяйственного сырья, но и обеспечение сохранности его качества в процессе хранения. Одним из способов повышения сохранности продуктов является их консервирование обезвоживанием в результате применения различных способов сушки.

Растительное сырье как объект сушки характеризуется большим количеством воды и малым содержанием сухих веществ. Основная часть воды находится в свободном виде и только около 5 % связано с клеточными коллоидами и прочно удерживается. Этим объясняется легкость высушивания плодовоовощного сырья до влажности 12–14 % и затрудняет удаление остаточной влаги. Таким образом, растительное сырье представляет собой сложный структурный объект сушки и обезвоживание его без потерь пищевых качеств является трудной задачей [4]. Высушенный пищевой продукт должен иметь высокие показатели качества, как органолептические, так и физико-химические. Оптимальный режим сушки должен осуществляться при минимальном затратах тепла, энергии и заключаться в максимальном сохранении химико-технологических показателей качества сырья, используемого для сушки.

По способу подвода тепла к сырью различают следующие виды искусственной сушки: конвективную – путем непосредственного соприкосновения продукта с сушильным агентом, чаще всего воздухом; контактную – передачей тепла от теплоносителя к продукту через разделяющую их стенку; радиационную – передачей тепла инфракрасными лучами; диэлектрическую – токами высокой и сверхвысокой частоты; вакуумную и ее разновидность – сублимационную [4].

Самым распространенным способом сушки овощей, широко применяемым в перерабатывающей промышленности в настоящее время, является конвективный, разновидностью которого является тепловая сушка. Преимуществом этого способа является возможность регулирования температуры высушиваемого

материала, простое устройство оборудования. Недостатком является то, что градиент температуры направлен в сторону, противоположную градиенту влагосодержания, что тормозит удаление влаги из материала. Сушка продукта таким способом неизбежно сопровождается потерями тепла на нагрев конструкций и окружающей среды. При интенсификации процессов такой сушки продуктов необходимо повышать температуру теплоносителя, что влечет перегрев продукта, особенно на стадии досушки. Испарение влаги происходит только с поверхности, что приводит к появлению пленки, затрудняющей сушку и ухудшающей качество продукта: изменяется цвет, вкус и естественный аромат продукта, снижается его восстанавливаемость при замачивании. Высокая температура и высокая продолжительность сушки способствуют развитию окислительных процессов и приводят к потерям витаминов и биологически активных веществ в сухопродукте, не способствуют подавлению первичной микрофлоры [4].

Более совершенными и эффективными способами обезвоживания, направленными на обеспечение максимальной сохранности пищевых и вкусовых достоинств продукта, а также высокую эффективность процесса, являются инфракрасный, микроволновый, сублимационный способы, сушка со смешанным теплоподводом.

Наряду с вышеуказанными способами в настоящее время стала применяться сушка конвективно-вакуум-импульсным (КВИ) воздействием. При импульсном вакуумировании предварительно нагретого материала интенсифицируются внешний и внутренний тепло- и массообмен за счет мощного градиента давления; процесс влагоудаления интенсифицируется в 5–10 раз с миграцией части влаги на поверхность материала и в сушильную камеру в виде жидкости, минуя фазовый переход в пар. Сокращается длительность процесса и исключается перегрев продуктов не только в первом периоде сушки, но и после удаления свободной влаги. Помимо влаги, происходит активное удаление кислорода из пустот и капилляров, разрушение части межклеточных мембран, что ведет к подавлению окислительно-восстановительных реакций (гибнет часть бактерий), в итоге комплексного воздействия КВИ режимов возникает консервирующий эффект. При КВИ-сушке предельно допустимая температура нагрева фруктов, ягод составляет не выше 56–60°C, некоторых цветов и трав – не выше 38–40°C, овощей – 60–70°C. Подвод тепла к материалу производится конвекцией [2].

Длительность КВИ-сушки разнообразных растительных материалов составляет 40–90 мин, процесс ведется без их перегрева, с максимальным сохранением в высушенных продуктах качественных характеристик исходного сырья – биологически активных компонентов (витаминов, органических кислот, микроэлементов и пр.).

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – ценное пищевое сырье, широко распространенное по всей территории России, в том числе и Сибири. Интерес к данной культуре вызван уникальным химическим составом, особенно углеводным комплексом, значительную часть которого составляют фруктоолигосахариды и инулин [1]. Способы переработки топинамбура направлены на сохранение биологически активных веществ с целью дальнейшего использования его в рецептурах продуктов питания различного назначения.

Появление новых технологий переработки предполагает возможность максимально высокой сохранности пищевых веществ. В настоящее время порошок топинамбура производится перерабатывающими предприятиями ООО «Эспланда-Южная» (Краснодар), ООО «Рязанские просторы» (г. Рязань), ООО «Терра» (г. Хотьково, Московская область) и др., где сушка продукта осуществляется конвективным способом.

До настоящего времени сушка КВИ-способом клубней топинамбура не использовалась.

**Цель исследований.** Изучение химического состава порошка топинамбура, полученного конвективно-вакуум-импульсным способом (КВИС) и сравнение результатов с данными сушки конвективным способом (КС) (традиционным).

**Материалы и методы исследований.** Материалом исследований служил порошок, полученный различными способами сушки при одинаковых температурных режимах.

Клубни топинамбура сорта «Интерес» урожая 2010 г. промывались, очищались, нарезались кубиками 10\*10\*10 мм, укладывались на сетчатые поддоны слоем 30–40 мм и подвергались сушке конвективным способом (КС) (традиционным) при температуре 70°C (рекомендуемой по данной технологии) до остаточной влажности 7–8 %.

Аналогично нарезанные клубни топинамбура укладывались на поддоны слоем 30–40 мм и подвергались сушке конвективно-вакуум-импульсным способом (КВИС) на установке ВИКУС-2Р при температуре 70°C, давлении 0–0,04 МПа до остаточной влажности 7–8 %. Температура, значение вакуума, время сушки и значение влаги в сырье и конечном продукте осуществлялось автоматически.

Высушенный топинамбур измельчали в порошок на вальцовой мельнице. Крупность помола составляла до 0,3 мм.

В работе использовались общепринятые органолептические, физико-химические, биохимические, микробиологические методы исследований в соответствии требованиями нормативной документации на данный вид продукции. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы «Statistica-6.0». Для оценки измерений использовались непараметрические тесты (Уилкоксона, Манн-Уитни). Различия считались достоверными при 95 % уровне значимости ( $p < 0,05$ ).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты исследований по содержанию основных пищевых веществ порошка конвективно-вакуум-импульсной и конвективной сушки представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Содержание основных пищевых веществ в порошке топинамбура при различных способах сушки (в пересчете на сухое вещество)**

Показатель	Порошок топинамбура конвективно-вакуум-импульсной сушки	Порошок топинамбура конвективной сушки
Зола, г	$6,158 \pm 0,042^a$	$6,033 \pm 0,061^b$
Белок, г	$8,967 \pm 0,084^a$	$8,7 \pm 0,100^b$
Жиры, г	$0,467 \pm 0,011^a$	$0,383 \pm 0,04^b$
Общее кол-во сахаров, г	$70,25 \pm 0,214^b$	$71,33 \pm 0,167^a$
В т.ч.: инулин, г	$9,75 \pm 0,1^a$	$7,46 \pm 0,02^b$
пектин, г	$9,267 \pm 0,102^a$	$8,433 \pm 0,042^b$
клетчатка, г	$2,117 \pm 0,060^a$	$2,033 \pm 0,21^b$

Примечание. Различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ .

Анализ полученных данных показал, что при сушке топинамбура конвективно-вакуум-импульсным способом сохранность всех основных пищевых веществ выше, чем при традиционном, кроме общего количества сахаров. Содержание таких функционально-физиологических веществ, как белков, выше на 3 %, инулина – на 23,5, пектина – на 9, клетчатки – на 4 %. Общее содержание сахаров в порошке сушки конвективным способом несколько выше, чем в порошке КВИС. Это можно связать с длительностью конвекционной сушки (4,5 ч), при которой наблюдается более интенсивный гидролиз инулина на фруктозаны и моносахариды, повышающий общее содержание сахара.

При конвективно-вакуум-импульсной сушке топинамбура наблюдается более высокая сохранность витаминов и минеральных веществ. Сравнительное содержание витаминов и минеральных при различных способах сушки показано на рис. 1–3.

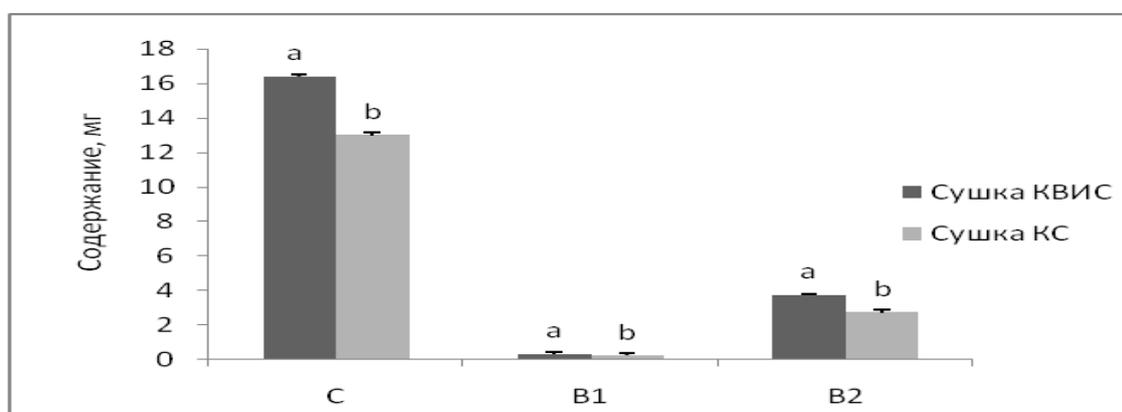


Рис. 1. Содержание некоторых видов витаминов в порошке топинамбура при различных видах сушки (в пересчете на сухое вещество) ( $M \pm m$ , тест Манн-Уитни,  $p < 0,05$ )

При сушке КВИС сохранность витамина С выше на 20,7 %, В1 – на 31,5, В2 – на 26,8 %, чем при конвективной.

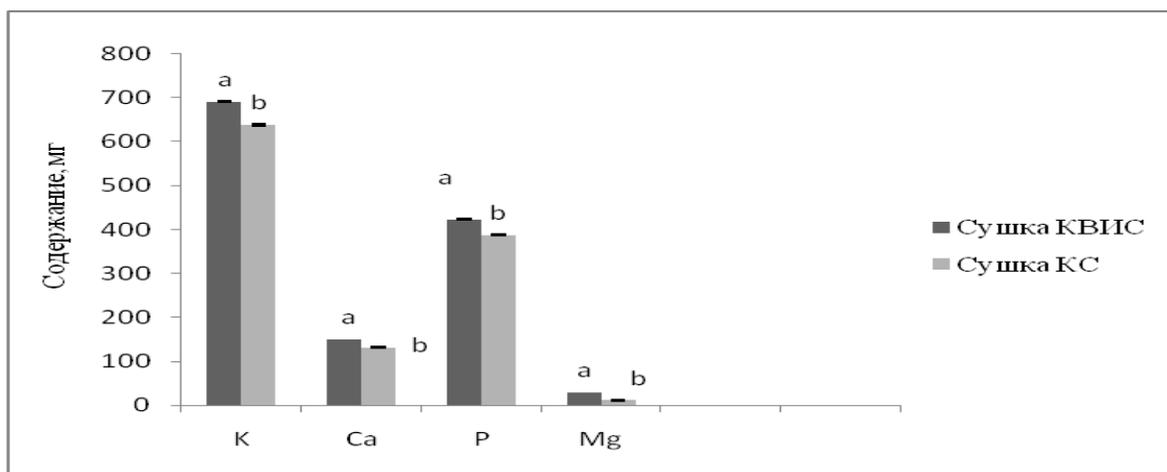


Рис. 2. Содержание основных макроэлементов в порошке топинамбура при различных видах сушки (в пересчете на сухое вещество) ( $M \pm m$ , тест Манн-Уитни,  $p < 0,05$ )

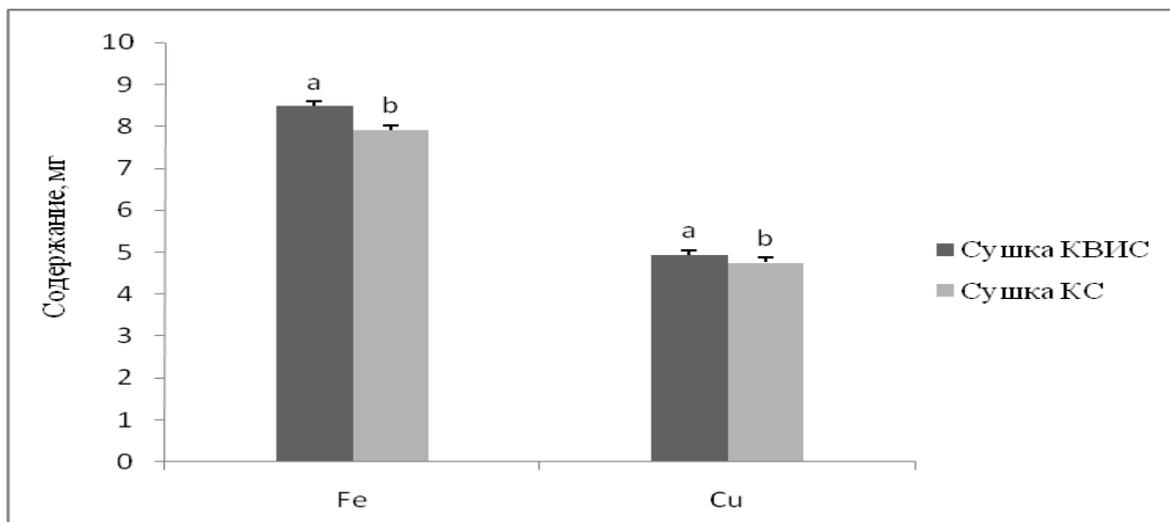


Рис. 3. Содержание железа и меди в порошке топинамбура при различных видах сушки (в пересчете на сухое вещество) ( $M \pm m$ , тест Манн-Уитни,  $p < 0,05$ )

Таким образом, в порошке сушки КВИС сохранность минеральных веществ выше, чем в порошке КС: кальция – на 12,3 %, калия – на 7,7, фосфора – на 8,6, железа – на 6,8, меди – на 3,7 %.

Проведена оценка обеспечения потребности организма человека в основных биологически-активных пищевых веществах за счет порошка топинамбура КВИС согласно МР 2.3.1.2432-08 (табл. 2).

Исследования показали, что порошок топинамбура конвекционно-вакуум-импульсной сушки можно считать источником пектиновых веществ, инулина, витамина В2, дополнительным источником белка. 100 г порошка обеспечивают суточную потребность человека в аскорбиновой кислоте на 18 %, в витамине В1 – на 19,1, железе – на 48,6/87,5 % (соответственно для женщин и мужчин). Результаты исследований позволяют считать порошок топинамбура КВИС функциональным продуктом [3].

## Оценка пищевой ценности порошка топинамбура КВИ-сушки (100 г)

Показатель	Порошок топинамбура КВИС	Суточная потребность, мг, г/сут.	Степень обеспечения жен/муж, %
Белок, г	8,967 ± 0,084	74/89	12,1/10,0
Инулин, г	9,75 ± 0,10	10	97,5
Пектиновые вещества, г	9,267 ± 0,102	2	463,35
Витами С, мг	16,39 ± 0,10	90	18,21
Витамин В1, мг	0,273 ± 0,016	1,5	18,2
Витамин В2, мг	3,70 ± 0,100	1,8	205,6
Калий, мг	691,0 ± 0,45	2500	27,64
Фосфор, мг	423,0 ± 1,00	800	52,88
Кальций, мг	150,0 ± 0,52	1000	15,0
Железо, мг	8,473 ± 0,240	18/10	47,1/84,73
Медь, мг	4,932 ± 0,015	12	41,1

Важным моментом является продолжительность сушки при одном и том же значении температуры (70°C), время сушки КВИС составило 1,5 ч, что в 3 раза меньше по сравнению с традиционной. Этот факт существенно влияет на органолептические показатели порошка: порошок сушки КВИС имеет более светлый цвет, менее сладкий вкус, что расширяет рамки его использования в качестве добавки в различные виды продуктов.

Определены показатели безопасности свежеприготовленного порошка и в контрольных точках хранения (СанПиН 2.3.2.1078-01). С учетом коэффициента запаса определен срок хранения порошка топинамбура КВИС – 8 месяцев (МУК 4.2.1847-04).

### Выводы

Сушка топинамбура конвекционно-вакуум-импульсным способом приводит к более высокой сохранности всех пищевых и биологически-активных веществ по сравнению с конвективным способом. Представленные результаты позволяют считать порошок топинамбура сушки КВИС функциональным пищевым продуктом или функциональной пищевой добавкой для производства различных видов продуктов питания повышенной пищевой ценности.

### Литература

1. Аникиенко Т.И., Цугленок Н.В., Соглаев А.О. Эколого-энергетические и медико-биологические свойства топинамбура. – Красноярск, 2008. – 96 с.
2. Абрамов Я.К., Троицкая М.Ю. Система оздоровительного энергетического питания. Способы и пути получения // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: мат-лы 3-й Всерос. науч. конф. – Барнаул, 2010.
3. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2006. – 9 с.
4. Семенов Г.В., Касьянов Г.И. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты. – Ростов на/Д.: МарТ, 2002. – 112 с.

