

УДК 664.649

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОРОШКОВ

В.Я. ЧЕРНЫХ, О.А. ГОДУНОВ

*Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности,
107553, Российская Федерация, г. Москва, ул. Б. Черкизовская, 26А,
электронная почта: info@gosniihp.ru, polybiotest@rambler.ru*

Разработана инновационная технология производства пищевых растительных порошков на основе использования комбинированного двухстадийного термолabileного способа сушки растительного сырья, обеспечивающего сохранение витаминов и биологически активных веществ в готовых полидисперсных порошках.

Ключевые слова: растительные порошки, комбинированный двухстадийный термолabileный способ сушки, готовые полидисперсные порошки

В соответствии с положениями Доктрины продовольственной безопасности и концепции государственной политики РФ в области здорового питания одним из ключевых направлений развития пищевой индустрии является создание качественно новых обогащенных и функциональных пищевых продуктов.

Среди факторов здорового питания, обуславливающих работоспособность и активное долголетие человека, важнейшая роль принадлежит полноценному и регулярному снабжению его организма необходимыми витаминами, макро – и микроэлементами, пищевыми волокнами и другими незаменимыми пищевыми веществами, которые не синтезируются организмом человека и могут поступать только с пищей.

Наиболее эффективным и экономически доступным способом кардинального изменения химического состава многих пищевых продуктов является включение в их рецептуру ингредиентов, получаемых из овощей, фруктов, ягод, грибов, зелени и другого растительного сырья.

Существующие технологии продуктов переработки сельхозсырья и дикоросов направлены на снижение их нативной влажности, сохранение их <http://ntk.kubstu.ru/file/2879>

химического состава, увеличение срока их хранения и повышения технологичности использования при производстве различных видов пищевых продуктов.

Наиболее перспективными продуктами переработки растительного сырья являются порошки, которые имеют ряд преимуществ перед сушеными кусочками овощей и фруктов (за исключением проявляемых ими текстурных свойств в готовом продукте при разжевывании): хорошо восстанавливаются и при этом образуют пюреобразные массы, которые мало отличаются от исходного свежего сырья, хорошо гомогенизируются с различными рецептурными ингредиентами, технологически удобны при подаче на производство и их дозировки, занимают меньший объем (что позволяет экономить тару и расходы на транспортировку) и хранятся в герметичной упаковке достаточно длительное время.

Центральной стадией процесса производства растительных порошков является сушка. При удалении влаги из овощей, фруктов, ягод, зелени, грибов и другого растительного сырья, используются различные способы тепловой сушки: конвективная и кондуктивная сушка, терморadiационная сушка инфракрасными лучами, сушка в электрическом поле токов высокой частоты («диэлектрическая сушка») и сверхвысокой частоты, обезвоживание в акустическом поле («холодная» и «тепловая» акустическая сушка), а также используются комбинированные способы сушки: кондуктивно-конвективная, радиационно-конвективная и др.

Исходя из анализа характерных кривых сушки растительного сырья наблюдается три стадии: прогрев продукта; удаление свободной влаги (в среднем от 90-85 до 30-28%) и удаление связанной влаги (в среднем от 30-28 до 8-6%). При существующих способах сушки проблемы с качеством получаемых порошков связаны с удалением связанной влаги, требующей повышения температуры и продолжительности сушки. Под ухудшением качества порошков понимается в первую очередь снижение содержания в их составе микронутриентов.

<http://ntk.kubstu.ru/file/2879>

Поэтому целью настоящей работы является разработка инновационной технологии производства порошков на основе комбинированного двухстадийного способа сушки растительного сырья, с использованием на второй стадии дезинтеграционно-конвективной сушилки.

Объекты и методы исследования. Для исследования использовали: красную морковь «Витаминная»; столовую свеклу «Фортуна» и яблоки «Сезонные» (зелено-красные), отвечающие требованиям соответствующих ГОСТов: 32284-2013; 1722-85 и 21122-75. Для определения физико-химических характеристик изготавливаемых растительных порошков использовали следующие приборы и лабораторное оборудование: прибор «Гранулометр ГИУ-1» (определение среднего эквивалентного диаметра частиц – $d_{\text{экр}}$, мкм); прибор «PT-SV100» (определение насыпной плотности – ρ_n , г/см³); прибор «CR-410» (определение цветовых характеристик в стандарте L:a:b); центрифуга «MPW-310» (определение влагоудерживающей способности – ВУС, %); прибор «МА-150» (определение влажности – W, %); мерный цилиндр (определение набухаемости – n, мл/г); титровальная установка (определение общей кислотности в пересчете на яблочную кислоту – k, %); спектрофотометр «Shimadzu UV-1800» (определение содержания β -каротина).

Ход разработки. Для решения поставленной цели решали следующие задачи:

- реконструкция серийно выпускаемой конвективной сушилки для сушки кубиков овощей или фруктов;
- разработка дезинтеграционно-конвективной сушилки растительного сырья, совмещающей операции измельчения и сушки;
- изготовление пищевых растительных порошков из яблок, красной моркови и столовой свеклы;
- определение физико-химических характеристик пищевых растительных порошков.

Результаты и их обсуждение. На основании анализа существующих серийно выпускаемых конвективных сушилок для растительного сырья была выбрана сушилка КС-6 (см. рис. 1) и проведена её модернизация, направленная на регулирование и поддержание одинаковой температуры по всему объему сушильной камеры.



Рис. 1 - Конвективная сушилка КС- 6

На рис.2 представлена функциональная схема 6-ти тележечной конвективной сушилки КС-6

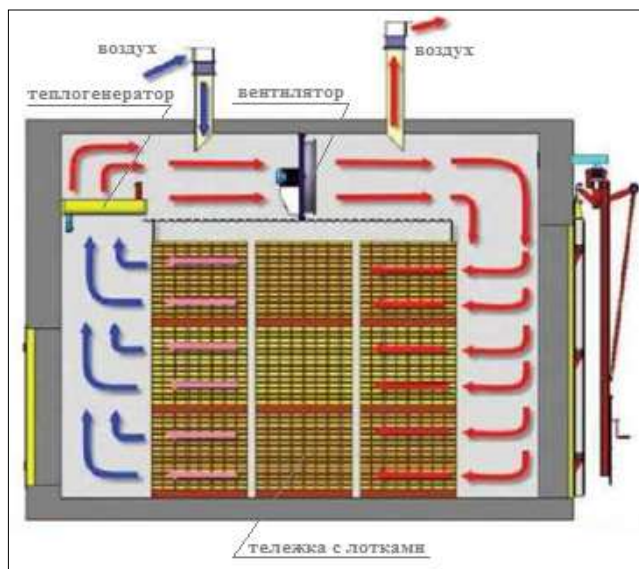


Рис. 2 - Функциональная схема конвективной сушилки КС-6

Измельченные овощи и фрукты, с определенными размерами кусочков, обусловленных видом и сортом растительного раскладывается помещаются на <http://ntk.kubstu.ru/file/2879>

лотки с антиадгезионным покрытием, которые устанавливаются в тележки. Сушка кубиков на первой стадии в сушилке КС-6 происходит при температуре воздуха не более 65°C и его относительной влажности в пределах 10-15%. Растительное сырье высушивается до влажности 30-28% и его температура на выходе составляет в пределах 40°C.

На второй стадии сушки для удаления влаги из растительного сырья в диапазоне от 30-28% до 8-6% была разработана дезинтеграционно-конвективная сушилка ДКС-1ТЛ (см. рис. 3), функциональная схема которой представлена на рисунке 4.



Рис. 3 - Дезинтеграционно-конвективная термолабильная сушилка ДКС-1ТЛ

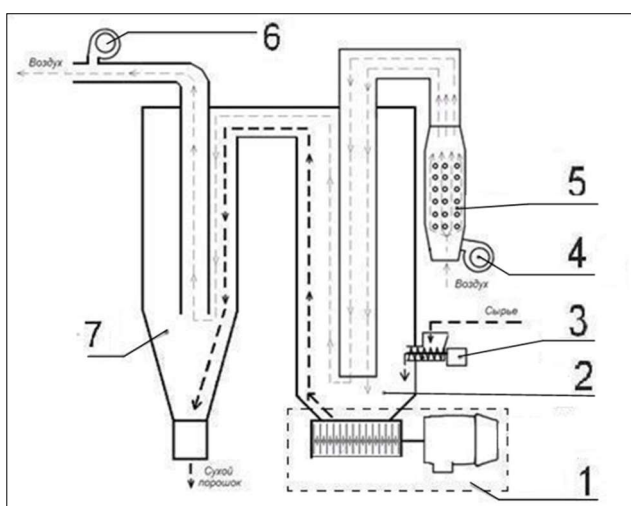


Рис. 4 – Функциональная схема дезинтеграционно - конвективной сушилки ДКС-1ТЛ

Функциональная схема ДКС-1ТЛ включает в себя: 1 -дезинтегратор сырья; 2 - сушильную камеру; 3 - шнековый питатель сырья; 4 - вентилятор среднего давления; 5 - теплообменник для нагрева воздуха; 6 – компрессор разряжения; 7 – циклон для разделения порошка от воздуха. В сушильную камеру с определенной заданной скоростью с помощью шнекового питателя подается сырье с влажностью 30-28%. Параметры сушильного агента подаваемого в ДКС-1ТЛ поддерживаются на том же уровне, что и на первой стадии сушки, при этом измельчение и сушка сырья происходят одновременно. На выходе получается порошок со средним эквивалентным диаметром частиц от 50 до 150 мкм и влажностью 6-8% и температурой также не более 40°C.

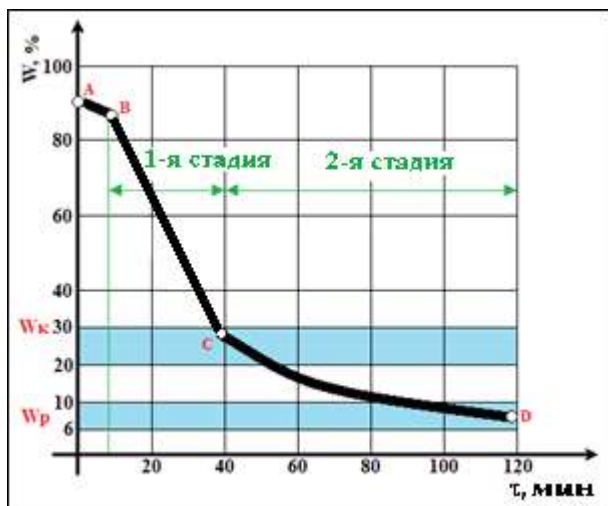
Выходные параметры (влажность и дисперсность) готового продукта управляются за счет скорости подачи воздуха, скорости витания частиц, интенсивности тепломассообмена, которые регулируются входным и выходным вентиляторами, а также температурой и влажностью подаваемого воздуха, с учетом вида перерабатываемого сырья, размеров кусочков и их влажности. Для разных видов сырья могут использоваться различные конструктивные решения дезинтеграторов, устанавливаемых в нижней части сушильной камеры.

Измельчение и высушивание происходит за счет комбинации «микро- и макроударов» частиц сырья друг об друга, об стенки рабочей камеры, которая ограничивает объем и площадь псевдокипящего слоя и о сами рабочие органы дезинтеграторов (бил роторов, ножей, молотков). Так как скорость витания частиц сырья меньше, чем скорость витания молекул воды, то молекулы воды (пара) за счет влагоемкого воздуха более интенсивно покидают зону псевдокипящего слоя.

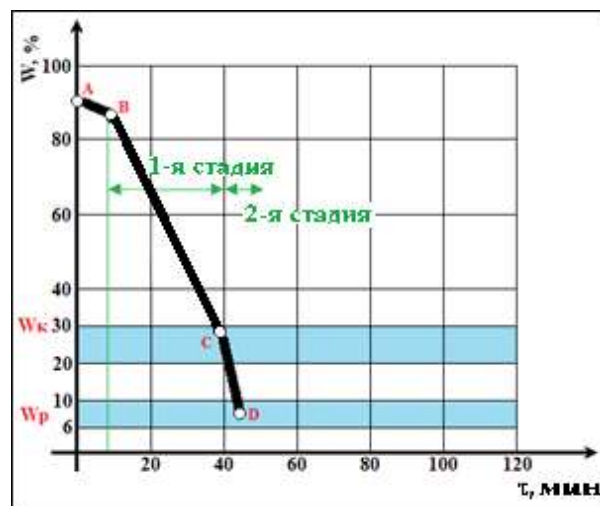
Интенсивность тепломассообмена обусловлена градиентом давления - многократным переходом частицы измельченного сырья в процессе сушки из зоны более высокого давления в зону низкого давления и обратно при использовании разных измельчителей. Конструктивные решения ДКС-1ТЛ <http://ntk.kubstu.ru/file/2879>

позволили добиться оптимального энергобаланса - меньше 1 кВт/час электроэнергии на 1 кг (литр) выпаренной влаги.

На рис 5 приведены характерные кривые сушки по существующим технологиям (а) и по разработанной технологии (б).



(а)



(б)

Рис. 5 – Характерные кривые сушки растительного сырья по существующей технологии (а): 1 и 2 стадии при сушке кусочков и по предлагаемой технологии (б): 1 стадия – при сушке кусочков; 2 стадия – при измельчении кусочков и сушке порошка.

Эффективность двухстадийного комбинированного термолабильного способа удаления влаги с использованием на первой стадии конвективной сушилки КС-6 и на второй стадии дезинтеграционно-конвективной сушилки ДКС-1ТЛ (при переработке красной моркови в порошок) сравнивали с сублимационным способом сушки. Для этого устанавливали содержание микронутриента - β -каротина в морковных порошках, полученных из одной и той же партии моркови этими двумя способами сушки.

Исследования показали, что в порошке моркови, полученным двухстадийным комбинированным термолабильным способом сушки содержание β -каротина составило 79,1 мг на 100 г (св) продукта, а в порошке

моркови, полученным сублимационным способом сушки (в лиофильной сушилке «Labconco») – 76,4мг на 100г (св). Это говорит о высокой эффективности разработанной инновационной технологии получения порошков из растительного сырья. Меньшее содержание β-каротина в порошке, полученном с помощью сублимационной сушки можно объяснить тем, что высушенное исходное сырье приходится потом измельчать и в процессе измельчения могла происходить потеря β-каротина.

Физико-химические характеристики порошков яблока, красной моркови и столовой свеклы, полученные по разработанной технологии приведены в таблице 1.

Таблица 1 Физико-химические характеристики растительных порошков

Показатели порошков	Виды сельхозсырья		
	яблоко	красная морковь	столовая свекла
Влажность, %	4,6	5,0	4,4
Кислотность общая (в пересчете на яблочную кислоту) (к), %	2,0	2,1	0,6
Насыпная плотность (ρ_n), г/см ³	0,44	0,49	0,54
Средний эквивалентный диаметр частиц ($d_{эКВ}$), мкм	71	86	94
Набухаемость (н), мл/г	10,4	18,0	16
Влагоудерживающая способность (ВУС), %	88	270	133
Цветовые хар-ки, ед. пр. CR-410			
L:	74,79	84,66	46,37
a:	5,615	1,725	18,35
b:	21,76	16,64	2,59

На основании проведенных исследований сделаны выводы:

- разработана инновационная технология производства пищевых растительных порошков на основе использования комбинированного двухстадийного термолабильного способа сушки растительного сырья, обеспечивающего сохранение витаминов и биологически активных веществ в готовых полидисперсных порошках;
- разработана дезинтеграционно-конвективная сушилка ДКС-1ТЛ, реализующая измельчение сырья и термолабильный способ удаления влаги;
- изготовлены пищевые растительные порошки из яблок, красной моркови и столовой свеклы и определены их физико-химические характеристики.

*Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы:
№ 0593-2019-0008 «Министерство науки и высшего образования»*

ЛИТЕРАТУРА

1. Плаксин, Ю.М., Производство и применение пищевых добавок из растительного сырья. / Ю.М. Плаксин, С.Я. Корячкина. // Учебное пособие. Изд. Комплекс МГУПП. – 2003. – С. 136.
2. Плаксин, Ю. М. Производство и применение добавок из нетрадиционного растительного сырья. / Ю.М. Плаксин, М.Г. Куликова // Учебное пособие. Изд. Комплекс МГУПП. – 2006. – С. 120.
3. Квасенков, О.И. Технология и оборудование для получения пищевых порошков Текст. / О.И. Квасенков, Е.Д. Гавриляка // Пищевая промышленность. – 1997. – №4. – С. 14-15.
4. Современное оборудование для производства сублимированных продуктов / Г.В. Семенов, Е.В. Буданцев, М.С. Булкин // Пищевая промышленность. – 2008. – №11. – С. 34-37.
5. Семенов, Г.В., Касьянов Г.И. Вакуумная сублимационная сушка основы теории и практическое применение / Г.В. Семенов, Г.И. Касьянов // Учеб. пособие. Москва, Краснодар. – 2001. – С. 108.

REFERENCES

1. Plaksin, YU.M., Proizvodstvo i primenenie pishchevykh dobavok iz rastitelnogo syrya. / YU.M. Plaksin, S.YA. Koryachkina. // Uchebnoe posobie. Izd. Kompleks MGUPP. – 2003. – S. 136.
2. Plaksin, YU. M. Proizvodstvo i primenenie dobavok iz netraditsionnogo rastitelnogo syrya. / YU.M. Plaksin, M.G. Kulikova // Uchebnoe posobie. Izd. Kompleks MGUPP. – 2006. – S. 120.

3. Kvasenkov, O.I. Tekhnologiya i oborudovanie dlya polucheniya pishchevykh poroshkov Tekst. / O.I. Kvasenkov, E.D. Gavriyaka // Pishchevaya promyshlennost. – 1997. – №4. – S. 14-15.

4. Sovremennoe oborudovanie dlya proizvodstva sublimirovannykh produktov / G.V. Semenov, E.V. Budantsev, M.S. Bulkin // Pishchevaya promyshlennost. – 2008. – №11. – S. 34-37.

5. Semenov, G.V., Kasyanov G.I. Vakuumnaya sublimatsionnaya sushka osnovy teorii i prakticheskoe primeneniye / G.V. Semenov, G.I. Kasyanov // Ucheb. posobie. Moskva, Krasnodar. – 2001. – S. 108.

THE INNOVATIVE TECHNOLOGY OF EDIBLE VEGETABLE POWDERS

V.YA. CHERNYKH, O.A. GODUNOV

*Research Institute of the Baking Industry,
26A, B. Cherkizovskaya st., Moscow, Russian Federation, 107553,
e-mail: info@gosnihp.ru, polybiotest@rambler.ru*

An innovative technology for the production of food vegetable powders has been developed based on the use of a combined two-stage thermolabile method for drying vegetable raw materials, which ensures the preservation of vitamins and biologically active substances in ready-made polydisperse powders.

Keywords: vegetable powders, combined two-stage thermolabile drying method, ready-made polydisperse powders