

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА ИЗ ЯГОД ЧЕРНИКИ

Предложен способ переработки черники в пищевые порошки в вибрационной вакуумной сушилке-мельнице совмещением процесса вакуумной сушки и вибрационного измельчения в одном аппарате. Проведены экспериментальные исследования кинетики сушки черники. Результаты экспериментальных данных показали эффективность предложенного способа. Полученные порошки черники проанализированы на содержание антоцианов.

Сушилка, мельница, вибрация, пищевые порошки, черника.

### Введение

Черника обыкновенная – многолетнее растение с сочной, темно-синей шаровидной ягодой, которая содержит клетчатку, дубильные вещества, органические кислоты (лимонная, яблочная, янтарная, хинная, бензойная, молочная, щавелевая, аскорбиновая), сахара, каротин, витамины группы В, минералы (натрий, калий, кальций, магний, фосфор, железо, марганец), полифенольные соединения (антоцианы, катехины). Такое многообразие жизненно важных лечебно-профилактических компонентов черники предопределило широкое использование черники в пищевой промышленности для производства сиропов, соков, джемов, наполнителей, пищевых красителей, в фармацевтической промышленности в виде БАД для улучшения зрения, лечения кишечных заболеваний и диабета, в химической промышленности для производства различных натуральных красителей промышленного назначения. Сезонная заготовка ягод требует быстрой переработки и поиск способов длительного хранения полученной продукции при максимальном сохранении состава свежих ягод, что гарантирует снабжение населения качественными, натуральными и лечебными продуктами.

Традиционные формы хранения (в натуральном, замороженном и консервированном виде) имеют ряд недостатков: следует отметить сезонность сбора ягод, ограниченные сроки хранения, необходимость создания хранилищ со специальными климатическими условиями и постоянным работающим персоналом, громоздкость. При этом неизбежны потери ценных компонентов. Такой метод обработки растительного сырья для длительного хранения, как сушка плодов и измельчение их после сушки, лишен недостатков традиционных форм хранения. Черника по существующей технологии сушится в конвективных, контактных и других типах сушилок при атмосферном давлении и температуре 70–80 °С с последующим измельчением в мельницах. Данные технологии громоздки в аппаратном оформлении, энергоемки, продолжительны во времени и экономически не выгодны.

Новый способ получения порошков предусматривает сушку под вакуумом с совмещением процессов измельчения и

интенсивного вибрационного воздействия [1] и реализуется в вибрационной вакуумной сушилке-мельнице [2]. Вакуумирование снижает температуру кипения жидкости, что способствует максимальному сохранению состава исходного сырья, интенсивное перемешивание ускоряет теплообмен между греющей поверхностью корпуса и загрузкой. Воздействие мелющими телами на частицы исходного сырья в вибрационном аппарате позволяет постоянно обновлять влажную поверхность за счет измельчения перерабатываемых ягод, выдавливания влаги из них при ударе и истирающем действии мелющих тел, что обеспечивает максимальную постоянную скорость сушки. Кроме того, мелющие тела за счет своих теплофизических характеристик и интенсивного движения внутри аппарата являются переносчиками тепла во внутренние слои перерабатываемого материала с одновременным удалением влаги с поверхности мелющих тел.

### Материалы и методы

По заявке завода «Экологическая техника и экопитание» ОАО «Диод» был изготовлен порошок из быстрозамороженной черники (ТУ 9165-002-47569210-00) с добавлением аскорбиновой кислоты на вибровacuумной сушилке-мельнице объемом рабочей камеры 0,4 литра (0,0004 м<sup>3</sup>). Лабораторная вибровacuумная сушилка-мельница (ВВСМ) состоит из колеблющегося органа, вибратора и привода (рис. 1).

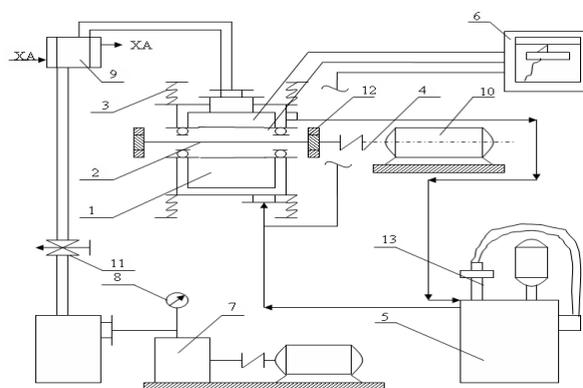


Рис. 1. Схема лабораторной экспериментальной установки ВВСМ

Корпус ВВСМ (1) имеет форму горизонтального цилиндра, установленного на восьми упругих опорах (3). Внутри трубы, расположенной по центральной оси корпуса, проходит вал вибратора (2). На концах вала закреплены диски с дебалансами (12). Вращение вала осуществляется от электродвигателя (10) посредством привода с гибкой муфтой (4). Корпус вибросушилки снабжен рубашкой для подачи в нее теплоносителя. Для поддержания необходимого температурного режима применен термостат ТС-16А (5), который соединен с рубашкой смесителя гибкими резиновыми шлангами с живым сечением 5 мм. Регулировка температуры теплоносителя осуществляется контактным термометром (13). Контроль температурного режима осуществляется в трех точках установки: в камере смесителя, на входе воды в рубашку смесителя и на выходе из нее с помощью многоточечного потенциометра КСП-4 (6).

Для создания вакуума в камере ВВСМ использован вакуум-насос НВР-3Д (7). Остаточное давление 13,33 кПа контролируется по вакуумметру (8), а для сброса вакуума применяют специальный кран (11). В вакуумную линию включен конденсатор (9) для улова испаряющихся с поверхности продукта паров воды. Амплитуда вибрации корпуса устанавливается за счет дебалансов. Частота колебаний корпуса определяется числом оборотов вала.

Рабочие параметры установки приняты из условий оптимальных соотношений параметрического критерия  $П_1$  и критерия Фруда  $Fr$  [3]. При внутреннем диаметре корпуса лабораторной ВВСМ  $D = 115$  мм оптимальная амплитуда колебаний  $A$  принимается равной:

$$A = (0,5 \div 0,7) \cdot 10^{-3} D = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Тогда условия частоты колебаний

$$\omega = \sqrt{\frac{10g}{A}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 9,81 \cdot 10^3}{0,8}} = 350 \text{ рад/с.}$$

Сушка быстрозамороженной черники проводилась в конвективном сушильном при атмосферном давлении с последующим измельчением в вибромельнице и в вибровacuумной сушилке-мельнице совмещением процессов сушки, измельчения и смешения. Навеска продукта укладывается в один слой на предварительно взвешенные кюветы, которые взвешиваются и помещаются в контактный сушильный шкаф с температурой внутри шкафа  $80 \pm 2$  °С (температура сушки). Через каждые 30 мин образцы вынимаются из шкафа и взвешиваются. Сушка продолжается до установления постоянного веса в пределах погрешности взвешивания и требований точности технического эксперимента ( $\leq 1,5$  %). По изменению веса навески рассчитывается влагосодержание, изменение влагосодержания во времени и скорость сушки продукта влажности.

Сушка в ВВСМ проводится в следующем порядке: шаровая загрузка и размороженные при комнатной температуре ягоды загружаются в

предварительно нагретый до рабочей температуры  $80 \pm 2$  °С корпус ВВСМ в объемном соотношении 1:1 при коэффициенте заполнения  $K_{\text{зап}} = 1$ . Закрывается крышка, включается система вакуумирования до остаточного давления 13,33 кПа и вибрация. Через каждые 30 мин установка останавливается и отбираются в предварительно взвешенные кюветы по 10 проб, которые взвешиваются и досушиваются до постоянного веса контактным способом в сушильном шкафу при атмосферном давлении.

### Результаты и их обсуждение

По расчетно-опытным данным строятся кривые скорости сушки (рис. 2).

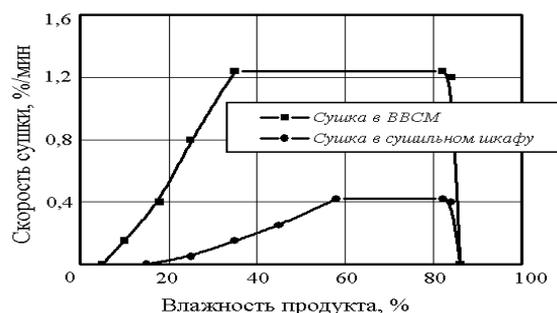


Рис. 2. Кривые скорости сушки черники

Полученный в ВВСМ конечный продукт в виде сухого порошка просеивается через ряд сит (0,4; 0,315; 0,1 мм) и определяется эквивалентный диаметр  $d_{\text{экв}} = 0,313$  мм. Кинетика измельчения при получении порошка черники исследовалась по известной методике [4].

Для оценки эффективности предложенного способа получения порошка из черники производят сравнение образца порошка, полученного измельчением предварительно высушенной черники в сушильном шкафу, с образцом порошка, полученного в ВВСМ.

Измельчение высушенной в контактом сушильном шкафу черники производят в лабораторной ВВСМ, но без использования подогрева и вакуумирования. Через каждые 30 мин измельчения установка отключается, продукт выгружается, просеивается через сита с диаметром отверстий 1,6; 1,0; 0,4; 0,1 мм и рассчитывают эквивалентный диаметр частиц. По полученным данным строят зависимость изменения эквивалентного диаметра частиц во времени (рис. 3).

Таким образом, в результате проведенных исследований были получены порошки из быстрозамороженной черники двумя принципиально разными способами. Время сушки, конечная влажность и скорость сушки в процессах получения порошков имеют значительные отличия: а) время достижения постоянного веса и время сушки почти в 2 раза быстрее при сушке с сопутствующим измельчением в ВВСМ; б) значительно ниже остаточная влажность; в)

скорость сушки в ВВСМ, выше в 2 раза по сравнению с сушкой в сушильном шкафу; г) эквивалентный диаметр порошка, полученного в ВВСМ, в 5 раз меньше, чем при измельчении сушеных ягод до постоянной дисперсности.

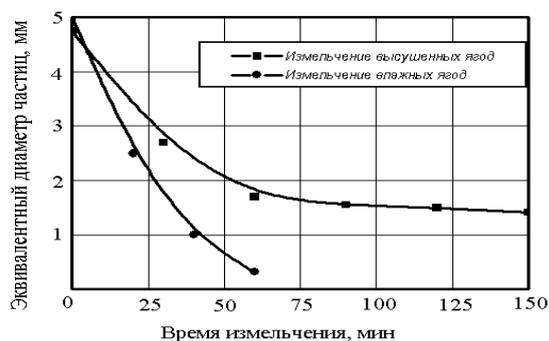


Рис. 3. Кинетика измельчения ягод черники

Полученные образцы порошков были проанализированы в лаборатории ОАО «Диод» на содержание антоцианов на спектрофотометре СФ-56 с фотометрической точностью  $\pm 0,04\%$  (табл. 1) [5].

С учетом длительности исследованных способов получения порошков из ягод черники, конечной дисперсности и содержания антоцианов по сравнению с исходным сырьем предлагаемый

способ получения порошков в вибромакуумной сушилке-мельнице имеет неоспоримые преимущества.

Таблица 1

Результаты анализа порошка из черники на содержание антоцианов

Способ получения порошка	Содержание антоцианов, %
Исходное сырье	2,77
Контактная сушка в конвективном шкафу при атмосферном давлении	2,23
Получение порошка в ВВСМ	2,32

В результате исследований доказано значительное преимущество вибромакуумного способа получения порошков из черники совмещением процессов интенсивного измельчения и сушки по сравнению с контактной сушкой цельных ягод с последующим измельчением, а именно: в скорости сушки, конечной дисперсности, общей продолжительности получения конечного продукта, минимизации потерь антоцианов в процессе получения порошков.

#### Список литературы

1. Патент РФ № 2064477. БИ № 21, 1996.
2. Свидетельство на полезную модель RU 14649 U1. Бюл. № 22. 10.08.2000.
3. Моргулис, М.Л. Вибрационное измельчение материалов / М.Л. Моргулис. – М.: Промстройиздат, 1957. – 105 с.
4. Иванова, Г.И. Кинетика измельчения в вибрационной сушилке-мельнице при производстве порошков из растительного сырья / Г.И. Иванова, Н.З. Дубкова, З.К. Галиакберов, Н.А. Николаев // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 5–6. – С. 270–271.
5. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2: Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. – 11-е изд. – М.: Медицина, 1989. – 400 с.

ГОУ ВПО «Казанский государственный технологический университет»,  
420015, Россия, Республика Татарстан,  
г. Казань, ул. К. Маркса, 68.  
e-mail: office@kstu.ru

#### SUMMARY

**N.Z. Dubkova, E.H. Tuhbieva**

#### Technology of the blueberry powder production

The way of blueberry food powder processing in vibratory vacuum dryer-mill by joining the process of vacuum drying and vibratory pulverizing has been offered. The experimental studies of the blueberry drying kinetics have been done. The blueberry powder testing on the presence of anthocyanins has been carried out.

Dryer, mill, vibration, food powder, blueberry.

The state educational institution of the higher vocational training  
Kazan state technological university  
420015 Russia, Republic Tatarstan, Kazan, street. To. Marksa, 68  
e-mail: office@kstu.ru

