

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 664.85.047.3.049.6.084.7

К.В. Анисимова,
О.Б. Поробова,
А.Б. Анисимов

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ БЕЗВАКУУМНОЙ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ ПЛОДОВ ЗА СЧЕТ ЗВУКОВОГО ПОЛЯ

Ключевые слова: сублимация, сушка, плоды, интенсификация, ультразвук, вакуум, конвекция, газ, температура, влажность.

Введение

Для получения сушеной плодово-ягодной продукции, в которой максимально сохранены все ценные компоненты исходного сырья и его нативные свойства, важное значение имеют технология сушки и ее параметры. Особенно это актуально для плодов рябины обыкновенной, которые являются природной кладовой биологически активных веществ [1].

Известные способы сушки плодового сырья обладают рядом существенных недостатков: длительность и неравномерность сушки, потери биологически активных веществ, ухудшение органолептических и физико-химических показателей [2].

В последние годы для интенсификации процесса сушки растительного сырья стали использовать токи высокой и сверхвысокой частот, ИК-нагрев, ультрафиолетовые лучи, ультразвук, ионизирующее излучение и др. [1-3].

Перспективна ультразвуковая сушка в потоке инертного газа, которая позволяет ускорить процессы тепломассобмена, без существенного повышения температуры сырья, что особенно важно при сушке термочувствительных материалов.

Объект и методы исследования

Целью работы являлась интенсификация безвакуумной сублимационной сушки плодов с максимальным сохранением нативных свойств исходного сырья.

В соответствии с этим были поставлены следующие **задачи**:

- исследовать влияние энергоподвода и температуры инертного газа на кинетику сублимационной сушки;
- оценить качество сушеных плодов.

Объектом исследования является процесс сублимационной сушки плодов рябины обыкновенной.

Эксперименты проводили на лабораторной установке (рис. 1), исследовали влияние энергоподвода и температуры инертного газа на кинетику процесса сушки плодов рябины обыкновенной.

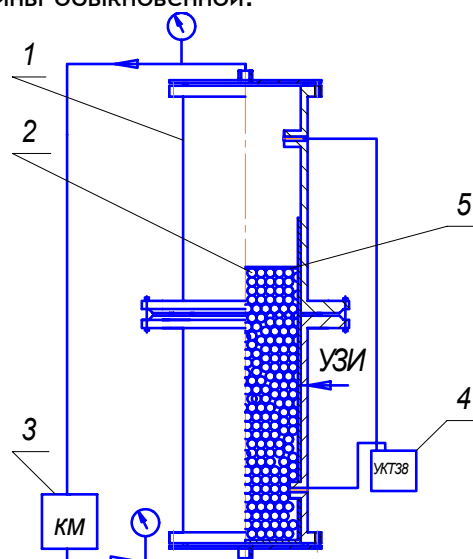


Рис. 1. Компонентная схема лабораторной установки:

- 1 – сушильная камера;
2 – ягоды замороженные; 3 – компрессор;
4 – измеритель многоканальный с термопреобразователем сопротивления;
5 – сетка

По результатам теоретических исследований установлено, что воздействие ультразвука на процесс сушки проявляется при интенсивности звуковых колебаний 130-140 Дб, частоте колебаний $\nu = 18 \pm 2$ кГц. Для обеспечения данных ультразвуковых колебаний подобран пьезоэлектрический излучатель мощностью 8 кВт.

Звуко-конвективная сушка предварительно замороженных плодов проводилась двуокисью углерода в диапазоне температур 0-20° С. Во всех опытах скорость движения газа была одинакова. В процессе сушки измерялись убыль массы плодов, изменение температуры и давления двуокиси углерода при прохождении через слой материала. Температура инертного газа, подаваемого в сушильную камеру, регулируется газовой холодильной машиной. Для регистрации убыли массы использовались электронные автоматические весы, с погрешностью взвешивания 5%. Качество сушеных плодов оценивалось по ГОСТ 24556 – 89.

Результаты исследования

Для анализа процесса сублимационного обезвоживания необходимо построение кривых кинетики сушки.

На рисунке 2 приведены кривые сушки $W = f(\tau)$ и скорости сушки $\frac{dW}{d\tau} = f(\tau)$ в зависимости от различных видов энергоподвода.

Проанализировав способы энергоподвода можно сделать вывод, что существенно

эффективным является звуко-конвективный энергоподвод, который позволяет интенсифицировать процесс сублимационной сушки плодов рябины обыкновенной в потоке двуокиси углерода на 40-45%.

При этом графический анализ показывает, что характер кривых сушки соответствует кривым, представленным в литературных источниках [2, 4].

Анализ кривых скорости сушки показывает, что для процесса сушки ягод, как и для всех природных материалов, свойственны два основных периода:

- период постоянной скорости сушки: в этот период происходит интенсивная сублимация влаги. Влага удаляется в основном с поверхностных слоев материала, постоянное сопротивление тепло- и влагопереносу сосредоточено на поверхности, и поэтому в данный период скорость сушки не меняется. В материале поддерживается значительная разность температур. В этот период удаляется 70-75% влаги;

- период падающей скорости сушки: в этот период испарение льда с поверхности материала заканчивается. Близкие к поверхности слои материала начинают прогреваться, температура соответствующего слоя повышается до температуры поверхности. Процесс сублимации заканчивается после прогрева всей высушиваемой массы материала. Удаляется 5-8% всей влаги.

На рисунке 3 приведены кривые сушки $W = f(\tau)$ в зависимости от температуры инертного газа.

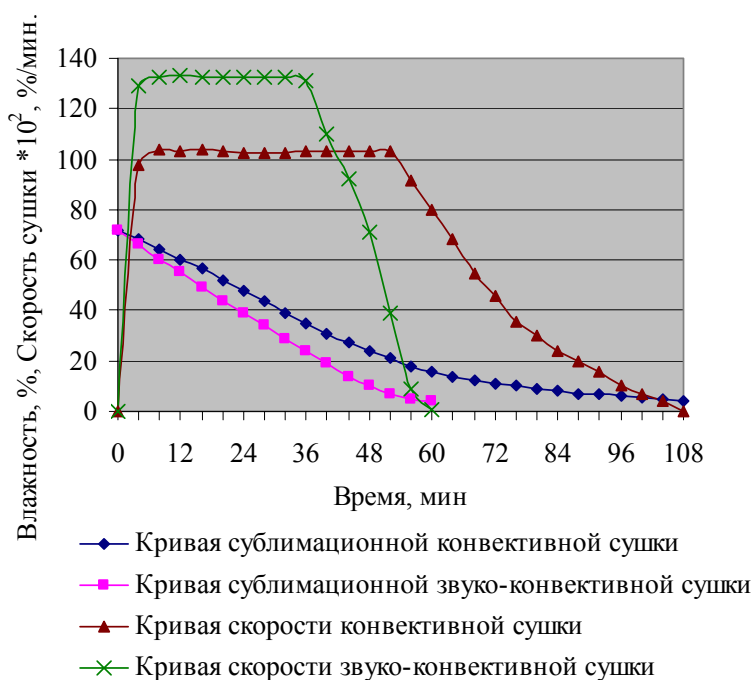


Рис. 2. Кривые сушки плодов рябины обыкновенной при различных способах энергоподвода

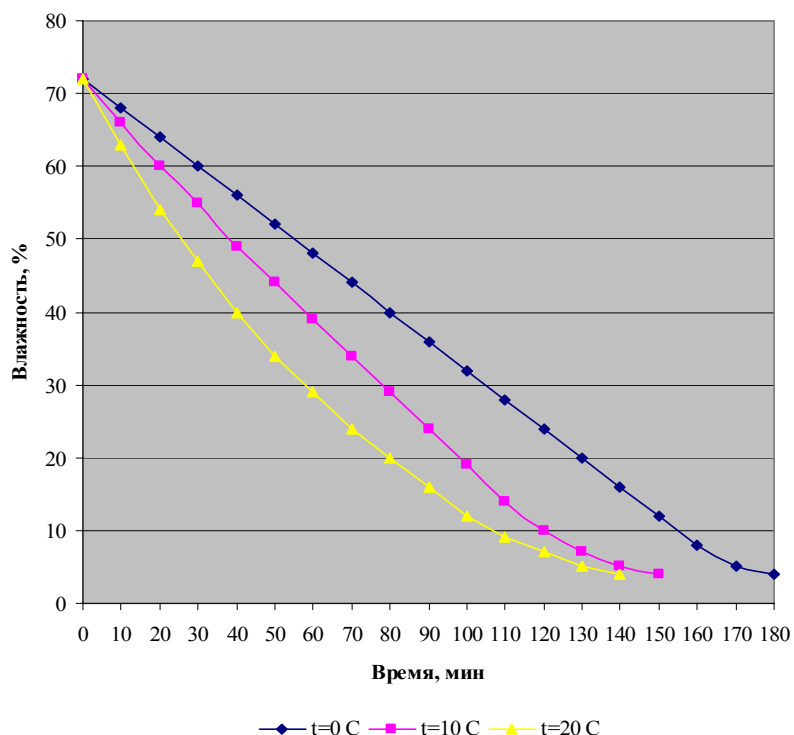


Рис. 3. Кривые сушки плодов рябины обыкновенной при различных температурах двуокиси углерода

Значения времени сушки, как видно из графиков, уменьшаются по мере роста температуры двуокиси углерода. Так, для рябины обыкновенной при температуре 20°C время сушки равно 140 мин., а при температурах 0, 10°C – соответственно, 180 мин., 150 мин., т.е. с повышением температуры от 0°C до 20°C время сушки сокращается в 1,28 раз.

Основная задача сушки в пищевой промышленности состоит в нахождении рационального режима, при котором наряду с хорошим экономическим эффектом максимально сохраняются первоначальные вкусовые и питательные свойства исходного продукта.

Важнейшими показателями, характеризующими качество сушеных плодов, являются их цвет, запах, вкус, консистенция, а также содержание в них водорастворимых питательных веществ, таких как сахара, кислоты, витамин С и др.

Для сушки плодов основным показателем, определяющим качество продукта, является термолабильный витамин С [1].

Поэтому при исследованиях оценивали этот показатель в зависимости от тепловых нагрузок и временных характеристик процесса сушки. В таблице 1 приведены результаты исследования влияния различных параметров сушки на содержание витамина С.

Данные таблицы показывают, что потери аскорбиновой кислоты при температуре 20°C больше, чем при температурных режимах 0-10°C. Это связано с тем, что при данной температуре сублимация льда не продолжительна, большая часть влаги удаляется из жидкого состояния. При 0°C продолжительность сушки увеличивается, следовательно, рациональным режимом сушки является сушка при температуре 10°C со значительным сохранением аскорбиновой кислоты.

Таблица

Результаты расчетных и опытных данных сохранности витамина С в плодах рябины обыкновенной

Рябина обыкновенная	Масса, г	Вода, %	Витамин С (мг/100 г продукта (с.в))		Витамин С (мг/100 г свежего продукта)	
			эксперимент	расчет	эксперимент	расчет
Свежая	100	72	150,20	164,06	48,45	52,92
Сублимированная						
при t = 0°C, τ = 180 мин.	32,3	4	141,30	142,41	45,58	45,94
при t = 10°C, τ = 150 мин.	32,3	4	139,53	140,53	45,01	45,33
при t = 20°C, τ = 140 мин.	32,3	4	128,79	129,57	41,55	41,79

Вывод

В результате исследований кинетики сублимационной сушки плодов в зависимости от энергоподвода и температуры инертного газа проанализированы кривые сушки и скорости сушки, определены рациональные режимы звуко-конвективной сушки, позволяющие максимально сохранить качество готового продукта и интенсифицировать безвакуумную сублимационную сушку.

Библиографический список

1. Анисимова К.В., Литвинюк Н.Ю., Анисимов А.Б. Исследование и разработка безвакуумной технологии сублимационной сушки плодов с использованием электро-

технологий: монография. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – 136 с.

2. Боряк Л. Особенности сушки каротиносодержащего сырья / Л. Боряк, Т. Михайлик, Ж. Петрова: тр. конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии». – М.: МГАУ, 2002. – С. 130-133.

3. Касаткин В.В. Сублимационная сушка жидких термолабильных продуктов пищевого назначения. Технология и оборудование с комбинированным энергоподводом: монография. – Ижевск: РИО ИжГСХА, 2004. – 304 с.

4. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.



УДК 641.004.3: 621.796

**С.Ю. Бузоверов,
Н.В. Постникова**

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГАЗОВЫХ СРЕД В ПРОЦЕССЕ
ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Ключевые слова: перерабатывающая промышленность, пищевые производства, хранение, упаковка, газовые среды, пищевые продукты, качественные показатели.

Введение

Для упаковывания свежих овощей, фруктов, пищевых продуктов, мясных, кулинарных, хлебобулочных, кондитерских изделий и т.д. в странах Западной Европы и США вот уже более 20 лет используют вакуумную упаковку с регулируемым и модифицированным составом газовой среды.

В нашей стране данный вопрос находит все больший интерес у производителей и переработчиков сельскохозяйственного сырья в последнее десятилетие.

Газообразная смесь любого состава внутривакуумного пакета приводит к резкому снижению скорости процесса дыхания продукта (газообмен с окружающей средой), замедлению роста микроорганизмов

и подавлению процесса гниения, вызванного энзиматическими спорами, следствием чего является увеличение срока хранения продукта в несколько раз [1].

Различают следующие способы упаковывания в газовой среде:

- в среде инертного газа (N₂, CO₂, Ar);
- в регулируемой газовой среде (РГС), когда состав газовой смеси должен изменяться только в заданных пределах, что требует значительных капиталовложений в оборудование и больших расходов на обеспечение оптимальных условий хранения продукции;
- в модифицированной газовой среде (МГС), когда в начальный период в качестве окружающей среды используется обычный воздух, а затем в зависимости от природы хранящихся продуктов и физических условий окружающей среды, устанавливаются модифицированные условия хранения, но в довольно широких пределах по составу газа [2, 3].