

УДК 631.365.036.3

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕСС СУШКИ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ**

**Щербаков Сергей Юрьевич**

кандидат технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,  
г. Мичуринск, Россия

**Демидов Александр Алексеевич**

магистрант  
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,  
г. Мичуринск, Россия

**Сергеев Сергей Васильевич**

магистрант  
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,  
г. Мичуринск, Россия

**Копейкин Михаил Вячеславович**

магистрант  
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,  
г. Мичуринск, Россия  
kopeika.toje.car@lenta.ru

**Аннотация:** В статье анализируются основные факторы, влияющие на процесс сушки это: температура сушильного агента, скорость воздушного потока, относительная влажность воздуха, давление, степень измельчения материала, толщина слоя.

**Ключевые слова:** сушка, температура, влажность воздуха, степень измельчения материала.

Основные факторы, влияющие на процесс сушки это: температура сушильного агента, скорость воздушного потока, относительная влажность воздуха, давление, степень измельчения материала, толщина слоя [1].

**Температура сушильного агента.** В начале сушки увеличение температуры сушильного агента приводит к ускорению процесса сушки. Но одновременно увеличиваются тепловые потери, которые наиболее существенны в конце сушки, когда материал имеет низкую влажность. Максимально допустимые температуры зависят от вида материала и способа сушки [2].

При сушке материала в неподвижном слое нижний слой высушиваемого материала соприкасается с сушильным агентом, который нагрет до максимальной температуры и с сушильной сеткой, это приводит к местным перегревам (максимальная температура не более 70–75<sup>0</sup> С).

При сушке в «кипящем слое» происходит непрерывное движение и перемешивание материала, местных перегревов не происходит и максимально допустимые температуры сушильного агента и материала могут быть повышены (максимальная температура может достигать 140–180<sup>0</sup> С).

Температура при распылительной сушке определяется направлением движения сушильного агента и материала. В начальный период сушка интенсивнее протекает при прямотоке (движение высушиваемого материала и сушильного агента направлены в одну сторону). В конце сушки – более интенсивна сушка протекает при противотоке (движение высушиваемого материала и сушильного агента направлены в разные стороны). Температура высушиваемого материала в конце процесса сушки при прямотоке приближается к температуре уходящего воздуха, а при противотоке – к температуре поступающего воздуха. Поэтому конечная температура материала значительно выше при противотоке и может оказаться выше допустимой. Чтобы этого избежать, необходимо при сушке термолабильных материалов применять противоточное движение воздуха и высушиваемого материала. При прямоточном движении воздуха для сушки используется

воздух с температурой 180–200<sup>0</sup> С, а при противоточном движении – эта температура не должна превышать 140<sup>0</sup> С. Более экономичным является прямоточное движение воздуха и высушиваемого материала.

**Скорость воздушного потока** – оказывает влияние на скорость сушки только на участке постоянной скорости (при постоянной температуре и относительной влажности). Чем выше скорость воздушного потока, тем выше скорость сушки. Это влияние заметно до скорости воздушного потока 5 м/с. Дальнейшее увеличение скорости воздушного потока ограничивается тем, что струя воздуха «срывает» с сушильной поверхности мелкие кусочки высушиваемого материала. Это свойство воздушного потока используется при сушке в «кипящем слое», когда скорость воздушного потока составляет 5–15 м/с. В конце сушки скорость воздушного потока не оказывает существенного влияния на скорость сушки. На данном участке скорость не более 1 м/с.

**Относительная влажность воздуха.** При постоянной температуре и скорости воздушного потока снижение скорости сушки на первом этапе прямо пропорционально увеличению относительной влажности воздуха. Затем эта зависимость уменьшается и снова возрастает на конечном этапе сушки. В этот момент зависимость процесса сушки от относительной влажности воздуха определяется значением равновесного влагосодержания, которое соответствует остаточной влажности высушиваемого материала.

**Атмосферное давление.** Понижение давления ускоряет процесс сушки, но только на первом этапе.

**Степень измельчения материала** – значительно сокращает продолжительность сушки. Этот фактор используется в распылительных сушилках, где хорошо измельченный материал (размеры частиц не превышают нескольких микрон) высушивается за несколько секунд.

**Толщина слоя или удельная нагрузка.** Увеличение толщины слоя снижает скорость сушки, в основном, на первом этапе. По мере высыхания толщина слоя уменьшается, и скорость сушки повышается. Это позволяет

устанавливать не ленточных сушилках более низкую скорость движения нижних лент (12 см/мин) по сравнению с верхними (20 см/мин). Для равномерной сушки загрузка материала на ленте должна быть равномерная. В ленточных сушилках это обеспечивается наличием специального оборудования (ворошителей). Удельная нагрузка влияет и на производительность сушильного оборудования. С увеличением толщины слоя производительность будет возрастать, но до определенного предела удельной нагрузки материала, затем это приводит к снижению производительности сушильного оборудования. Кроме того, увеличение толщины слоя связано с увеличением расхода электроэнергии на вентилятор, подающий воздух на сушку. Поэтому высота слоя устанавливается индивидуально для каждого высушиваемого материала в зависимости от способа сушки. Например, для плодоовощного сырья, в сушилках с неподвижным слоем оптимальная удельная нагрузка 6,5–18,5 кг/м<sup>2</sup>, в «кипящем слое» – 80–120 кг/м<sup>2</sup>.

#### **Список литературы**

1. С.Ю. Щербаков, П.С. Лазин Применение современных технологий и технических средств сушки для получения функциональных продуктов питания. Сборник научных трудов, посвященный 85-летию Мичуринского государственного аграрного университета. – Мичуринск: 2016. – Том II – С. 114–118.

2. П.С. Лазин, С.Ю. Щербаков Исследование процесса сушки плодов боярышника в сушильном шкафу. Современные проблемы развития техники, экономики и общества: сборник докладов II Международной научно-практической очно-заочной конференции. – Казань: 2017. – С. 81–84.

# ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE DRYING PROCESS OF VEGETABLE PRODUCTS

**Shcherbakov Sergey Yurievich**

candidate of technical Sciences, associate Professor

**Demidov Alexander Alekseevich**

undergraduate

**Sergei Vasilievich Sergeev**

undergraduate

**Kopeikin Mikhail Vyacheslavovich**

undergraduate

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia.

kopeika.toje.car@lenta.ru

**Abstract:** The article analyzes the main factors affecting the drying process: the temperature of the drying agent, the air flow rate, relative humidity, pressure, the degree of grinding of the material, the thickness of the layer.

**Keywords:** drying, temperature, air humidity, degree of material grinding.