

АНАЛИЗ РОЛЬ И МЕСТО СУШКИ В ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ**Юсупов М.Т.****Доцент Ташкентского государственного
экономического университета**

Аннотация: В данной статье описывается процесс сушки фруктов и овощей и последовательность его осуществления, а также возможность сохранения структурных компонентов продукта и его пищевого использования, а также полезные и вредные аспекты.

Ключевые слова: сушка, микроорганизмы, влажность, качество продукта, оптимальный режим, цветность продукта.

Abstract: This article describes the process of drying fruits and vegetables, the sequence of its implementation, the possibility of preserving the product's structural components and its edible properties, as well as its beneficial and harmful aspects.

Keywords: drying, microorganisms, moisture, product quality, optimal conditions, product color.

Во всём мире растёт спрос на плодоовощную продукцию, доведённую до потребителя с сохранением природных витаминов, микро- и макроэлементов. Существенная доля таких продуктов подготавливается в виде сухих форм; для винограда это особенно актуально из-за требований к пищевой безопасности, биологической ценности и стабильности при хранении. В этой связи совершенствование технологий сушки, позволяющих минимизировать тепловое повреждение сырья и одновременно повышать энергетическую эффективность, приобретает первостепенное значение.

Сушка является одной из наиболее значимых операций в пищевой технологии и занимает ключевое место в первичной переработке плодоовощного сырья. Она одновременно обеспечивает микробиологическую стабильность и безопасность продукции, уменьшает массу и объём сырья, снижая тем самым расходы на транспортировку и хранение, а также выступает эффективным методом консервирования при условии корректного подбора режима обработки.

Для большинства микроорганизмов критическим параметром является активность воды: рост бактерий прекращается при значениях $a_w \leq 0,90$, дрожжей — при $a_w \leq 0,88$, а плесневых грибов — при $a_w \leq 0,80$. Осмофильные дрожжи способны сохранять активность даже при $a_w \approx 0,60$, поэтому для сушёных фруктов оптимальным считается диапазон $a_w =$

0,60–0,75. В изюме конечная влажность обычно составляет 16–20% (по массе), что соответствует указанным значениям и гарантирует срок хранения от полугода до года при температуре 15–25 °С и герметичной упаковке. Помимо влажности, важными контролируемыми показателями качества служат цветовой индекс ΔE , содержание витамина С и фенольных соединений, а также активность ферментов, ответственных за окислительные процессы.

Существенное значение сушка имеет и с точки зрения экономики. При исходной влажности винограда около 80% доля сухих веществ равна примерно 20%. После снижения влажности до 16% содержание сухих веществ возрастает до 84%, и выход готового продукта составляет приблизительно 0,24 т изюма из 1 т свежего винограда. При этом удаляется около 0,76 т воды. В зависимости от исходной влажности (78–85%) удельный выход продукции изменяется в пределах 0,21–0,26 т/т. В результате, масса и объём партии уменьшаются почти в 4 раза, что ведёт к снижению расходов на транспортировку, складирование и потребность в холодильных мощностях. Особенно выгодным является перенос сушки ближе к местам выращивания, что позволяет избежать «перевозки воды» и уменьшить потери свежего сырья в логистической цепочке.

Качество сушёного винограда во многом зависит от того, насколько щадящим является режим обработки. Наиболее чувствительными к перегреву являются аскорбиновая кислота, антоцианы и летучие ароматические соединения. Для их сохранения рекомендуется поддерживать температуру поверхности ягод не выше 58–62 °С, регулируя интенсивность инфракрасного излучения и скорость воздушного потока. Такой подход позволяет контролировать цветовой показатель ΔE и удерживать характерный ароматический профиль. При чрезмерно быстром удалении влаги из поверхностных слоёв возникает эффект дегидратационной корки, что замедляет дальнейший перенос влаги из центра и повышает риск потемнения продукта. Оптимальные режимы подбираются с учётом баланса внешнего и внутреннего переноса влаги, описываемого критериальными числами Bi , Fo и Sh . Для готового продукта целевыми показателями являются $\Delta E \leq 1,6$, $a_w \leq 0,85$ (оптимально 0,60–0,75), отсутствие кристаллизации сахаров на поверхности, упругость порядка 12–15 Н/см² и отсутствие дефектов в виде ожогов, прилипания или слипания ягод.

Не менее важен и энергетический аспект процесса. В промышленных конвективных сушильных установках удельные энергозатраты составляют 2,5–5,5 кВт·ч на килограмм испарённой воды. Применение инфракрасно-конвективных режимов позволяет снизить

этот показатель на 10–25% и одновременно сократить длительность процесса на 20–40% при сопоставимом качестве продукции. Эффективность достигается благодаря объёмному прогреву поверхностных слоёв и формированию более выраженных градиентов температуры и влаги. К дополнительным мерам экономии относятся секционирование зон инфракрасного нагрева, управление рециркуляцией по энтальпии, рекуперация теплоты вытяжного воздуха и профилирование скорости воздушного потока по стадиям — от прогрева до финального выравнивания.

Сушка интегрируется в систему обеспечения безопасности пищевых продуктов как критическая контрольная точка HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points). В этом контуре задаются допустимые диапазоны температуры, остаточной влажности и времени выдержки, а также фиксируются показатели активности воды.

Для подтверждения стабильности качества применяются спектрофотометрия и хроматография (например, для определения витамина С и фенольных соединений), колориметрия по системе CIE Lab*, а также приборы для измерения a_w . При экспортных поставках важна прослеживаемость параметров, которая обеспечивается средствами автоматизации (PLK/SCADA), а также соблюдение международных требований по уровню загрязнителей (сера, метанол, микотоксины) и стандартизированных показателей качества (размер ягод, доля дефектов).

Рассмотрим пример: при переработке партии свежего винограда массой 10 т с влажностью 80% получается около 2,4 т изюма, а удаляемая вода составляет примерно 7,6 т. При удельной энергоёмкости 3,0 кВт·ч/кг влаги затраты электроэнергии составляют порядка 22,8 МВт·ч на партию. Использование инфракрасно-конвективного режима в сочетании с рекуперацией тепла даёт экономию 10–25%, что соответствует 2,3–5,7 МВт·ч.. Дополнительный эффект достигается в логистике: масса груза уменьшается примерно на 76%, что снижает транспортные и складские расходы в 3,8–4,7 раза.

В результате, сушка занимает стратегическое место в технологии переработки винограда. Она позволяет обеспечить сохранность продукции и её микробиологическую безопасность, одновременно снижая энергозатраты и транспортные издержки. Наиболее рациональным направлением является использование управляемых инфракрасно-конвективных режимов, которые дают возможность удерживать целевые значения активности воды и цветового индекса ΔE , сохранять пищевую ценность и повысить эффективность производства.

Современная практика и содержание показывает, что инфракрасно-конвективная сушка — один из наиболее перспективных подходов: она объединяет управляемый подвод энергии излучением с интенсивным удалением влаги воздушным потоком, что позволяет сохранять природные компоненты и улучшать потребительские свойства сушёного винограда.

Список использованной литературы

1. Юсупов, М. Т., & Уришев, Б. А. (2025). ИЕРАРХИЧЕСКОГО ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СУШКИ ВИНОГРАДА. *International journal of advanced research in education, technology and management*, 4(4), 72-77.

2/ Yusupov, M. (2022). Realization of the Technological Scheme of the Drying of Grape. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 10(1), 343-346.

3. Юсупов, М. Т. (2017). Исследование процесса распределения температуры при сушке винограда путем моделирования. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (10), 30-33.