

«М.А.Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин окулары – 19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110 - летию М.А. Гендельмана». - 2023. - Т.І, Ч.І.- С. 369-371.

УДК 664.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*Понасенко А.С., советник ректора
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
Сафаров Ж.Э., д.т.н., профессор
Ташкентский государственный технический университет, г.Ташкент*

Фрукты, овощи и сочные продукты не могут долго храниться из-за избытка воды в их организме. Потому что избыток воды вызывает микробиологическую и химическую порчу. Предотвратить это ухудшение можно путем удаления лишней воды из состава фруктов, овощей и некоторых других продуктов, то есть путем сушки этих продуктов. Сушка - это одновременный процесс тепло- и массообмена между сушильным воздухом и продуктом. В процессе сушки продукты (продукты питания) хранятся длительное время без порчи и снижается влажность, а также сохраняется их аромат, пищевая ценность и витаминные свойства. Таким образом, предотвращается экономическая растрата и качественная продукция предлагается потребителю в течение длительного времени. В таблице 1 приведены значения начальной и после сушки влажности некоторых продуктов [1].

Таблица 1 - Содержание влаги в некоторых пищевых продуктах до и после сушки

Продукт	Исходное содержание влаги (%)	Конечная влажность содержания (%)	Продукт	Исходное содержание влаги (%)	конечная влажность содержания (%)
Абрикос	85,3	25	Помидоры	93	7
Инжир	77,5	26	Яблоко	84,8	24
Картофель	77	7	Дата	65	40
Морковь	80-90	5-10	Персик	75-80	20
Банан	80	15	Шпинат	80	10
Слива	78,7	35	Вишня	83,7	25

Вишня	81	30	Груша	84	25
-------	----	----	-------	----	----

Классификация сушилок. На что следует обратить внимание при выборе сушилки:

- физические свойства материала, подлежащего сушке;
- осушающие свойства продукта;
- поток вещества через осушитель;
- качество продукта;
- статус восстановления;
- услуги бизнес-центра.

Процессы сушки занимают очень важное место в таких отраслях, как пищевая, деревообрабатывающая и текстильная. Упомянутые выше особенности следует учитывать для экономии энергии при выборе сушилки. В промышленности широко используются более 200 сушилок, из которых только 20 являются основными сушилками [2].

Конвективная сушка: при конвективной сушке тепло контактирует с твердым продуктом горячим газом (воздухом) и обеспечивается испарение. Тепло отдается продукту от горячего газа. Конвективная сушка обычно предпочтительнее из-за простоты ее использования.

Кондуктивная сушка: при кондуктивной сушке нагрев представляет собой процесс испарения влаги из продукта посредством теплопроводности при контакте с горячими поверхностями продукта.

Сушка излучением: энергия, необходимая для сушки излучением, реализуется путем направления излучения определенной частоты и длины волны на высушиваемую поверхность.

Комбинированная сушка: это процесс сушки, в котором для процесса сушки одновременно применяются как система конвективного обдува горячим воздухом, так и система радиационной сушки. Последовательность операций в процессе сушки можно кратко изложить следующим образом:

- нагретый воздух направляется на продукт для сушки;
- горячий воздух, соприкасающийся с продуктом, охлаждается, и влага, испаряемая из продукта, смешивается с воздухом;
- влажный и холодный воздух удаляется из системы.

Конвективная сушка. При сушке поток горячего воздуха направляется к материалу в сушилке, позволяя теплу передаваться материалу путем конвекции, удаляя при этом испаряющуюся воду из окружающей среды. Этот процесс продолжается до тех пор, пока в продукте не образуется равновесная влажность, зависящая от относительной влажности и температуры воздуха.

Сушка представляет собой сложный процесс, состоящий из одновременных механизмов тепло- и массопереноса. Процесс воздушной сушки обычно состоит из постоянной скорости, за которой следует период уменьшения скорости. В период постоянной скорости поверхность покрыта водой. По мере испарения воды происходит массоперенос с поверхности. Скорость воздуха, температура и относительная влажность являются

факторами, влияющими на скорость сушки в этом процессе. В период падения скорости влагоперенос контролируется внутренними механизмами массопереноса, такими как капиллярное течение, диффузия жидкости и пара. Один или несколько из этих механизмов могут действовать одновременно в период падения скорости. Температура воздуха, химический состав, физическая структура и толщина продукта влияют на скорость сушки. В гигроскопичных материалах наблюдаются 2 периода уменьшения скорости. В течение 1-го периода снижения скорости площадь влажной поверхности уменьшается по мере того, как влага продукта выбрасывается в воздух. После высыхания поверхности начинается второй период упадка, и внутри продукта происходит испарение [3].

Радиационная сушка. В предыдущие годы процесс сушки обычно производился на открытом воздухе с использованием солнечной энергии. На сегодняшний день, согласно исследованиям, установлено, что сушка на солнце вредна для здоровья, происходит заражение некоторыми микроорганизмами из воздуха и почвы, наблюдается рост плесени, разработаны различные методы сушки. В последние годы появилась возможность получать более полезные, вкусные и питательные продукты путем фабричной сушки. Большинство овощей и фруктов в нашей стране сушат. Можно пересчитать виноград, фундук, инжир, абрикосы, грецкие орехи, сливы, яблоки, миндаль, вишню, шелковицу, груши, нут, черноглазый горох, бамию, фасоль, баклажаны, чечевицу, перец, кабачки и тому подобное. [4]

Конвективная сушка. Это процесс сушки, осуществляемый путем контакта с пищевыми продуктами, подлежащими сушке, после того, как воздух, поступающий извне, нагревается с помощью нагревателя. При радиационной сушке энергия поглощается продуктом. Энергия передается на поверхность продукта без нагрева окружающего воздуха. Применение излучения снижает затраты на энергию, позволяет проводить сушку при низких температурах, обеспечивает высокое качество продукции, сокращает время сушки и обеспечивает высокую энергоэффективность [5].

Принудительная конвекционная сушка (конвективная) отрицательно сказывается на ее дороговизне, материальных потерях и перерасходе энергии. Тем не менее, он все еще используется в существующих системах. В связи с этим важна разработка альтернативных систем с точки зрения технологий сушки. Теплопередача с помощью инфракрасного излучения в последние годы имеет большое значение благодаря прямому воздействию на продукт и быстрому автоматическому контролю. Его можно предпочесть в области сушки из-за его низких эксплуатационных расходов и затрат на первоначальную настройку. Однако радиационный нагрев более выгоден, чем конвективная сушка, с точки зрения однородности, высокого качества и высокой пищевой ценности. При сушке необходимо правильно подобрать параметры тепло- и массообмена [5]. Таким образом, обеспечиваются оптимальные условия сушки, так что энергии не тратится больше, чем необходимо, и достигается экономическая выгода.

Список использованной литературы

1. Алибас И. Характеристики листьев мангольда при микроволновой, конвективной и комбинированной микроволново-конвективной сушке. *Технология сушки*, 2006. 24(1):1425-1435.
2. Баррейро Дж.А., Милано М., Сандовал А.Дж. Кинетика изменения цвета томатной пасты двойной концентрации во время термической обработки. *Журнал пищевой инженерии*, 1997. 33: 359-371.
3. Хендерсон С.М., Пабис С. Теория сушки зерна I: влияние температуры на коэффициент сушки. *Дж. Агр. англ. Ресурс*, 1961.6(3): 169–174.
4. Шрикиатден Дж., Робертс Дж.С. Измерение коэффициента диффузии влаги картофеля и моркови (сердцевины и коры) во время конвективной сушки горячим воздухом и изотермической сушки. *Журнал пищевой инженерии*, 2006.74: 143-152.
5. Понасенко А.С., Самандаров Д.И., Султанова Ш.А., Сафаров Ж.Э. Разработка технологии сушки растительного сырья. // *Universum: технические науки*. –Москва, 2022. №12(105), часть 2. –С.33-37.