

EDITORIAL LEADERSHIP

Editor-in-Chief:

Rustam SHAMSHIDDINOV – DSc (Law), Professor

Deputy Editor:

Alokhon ALIKARIEVA – PhD (Sociology), Associate Professor, *National University of Uzbekistan*

Editorial Board:

Azamat AKHMEDOV – DSc (Technology), Associate Professor, *Tashkent State Technical University*

Behzod ABBASOV – PhD (History), Associate Professor, *Namangan State University*

Bekhzod ERNAZAROV – PhD (Sociology), Associate Professor, *Urgench State University*

Botirali VAKHOBOV – PhD (History), Associate Professor, *Namangan State University*

Botirjon MALLABAYEV – PhD (History), Associate Professor, *Namangan State University*

Damira MIRZAKHALILOVA – PhD (Economics), Associate Professor, *Tashkent Branch of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas*

Dilnoza KHAMDAMOVA – PhD (Technology), *Tashkent Institute of Chemical Technology*

Donokhon ACHILOVA – DSc (Medicine), Associate Professor, *Bukhara State Medical Institute*

Farkhod CHORSHANBIYEV – DSc (Agriculture), Associate Professor, *Tashkent State Agrarian University*

Farkhod IBRAGIMOV – DSc (Technology), Associate Professor, *Tashkent State University of Transport*

Jakhongir BOTIROV – PhD (Medicine), *Andijan State Medical Institute*

Javlon JURAYEV – PhD (Agriculture), Associate Professor, *Tashkent State Agrarian University*

Kamaldin YUNUSOV – DSc (Politics), Professor, *Andijan State University*

Laziz KHAYITOV – PhD (Medicine), *Samarkand State Medical Institute*

Marifjon AKHAMEDOV – PhD (Pedagogy), Associate Professor, *State Conservatory of Uzbekistan*

Mokhigul OTAMIRZAEVA – PhD (Geography), *University of Business and Science*

Mokhirakhon MUYDINOVA – PhD (Sociology), *Namangan State University*

Muyassar NAVRUZOVA – PhD (Philology), Associate Professor, *Bukhara State University*

Nigora ASHUROVA – PhD (Medicine), Associate Professor, *Bukhara State Medical Institute*

Nodirakhon NISHONOVA – PhD (Medicine), *Andijan State Medical Institute*

Olga KOMAROVA – Associate Professor, *Uzbekistan State Institute of Arts and Culture*

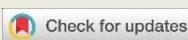
Sarvara BOBOKULOVA – PhD (Medicine), *Bukhara State Medical Institute*

Shakhnoza SADIKOVA – Associate Professor, *Tashkent State Technical University*

Sirojiddin SHIRMATOV – PhD (Pedagogy), Associate Professor, *Customs Institute of the State Customs Committee*

Umid MUKHITDINOV – PhD (Technology), Associate Professor, *Tashkent Institute of Chemical Technology*

Vasila UMAROVA – PhD in (Technology), Associate Professor, *Tashkent Institute of Chemical Technology*



STUDY OF THE MELON DRYING PROCESS UNDER VARIOUS THERMAL TREATMENT CONDITIONS

Choriyev Abdusattar ¹.

¹ PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Tashkent State Agrarian University.

 <https://doi.org/10.5281/zenodo.18601874>

Key words: *infrared drying, melon, heat and mass transfer, dehydration, cucurbit crops, drying regimes, product quality, energy efficiency, drying equipment.*

ABSTRACT

The article presents the results of theoretical and experimental studies on the drying process of melon using infrared radiation. The specific features of heat and mass transfer during the dehydration of high-moisture cucurbit crops are examined, and existing methods for drying agricultural products are analyzed. The feasibility of applying infrared pre-treatment of raw materials in combination with infrared-convective drying is substantiated, as this approach intensifies the process and reduces its duration. It is established that exposure to infrared radiation promotes the opening of cellular structures and ensures uniform moisture removal throughout the entire volume of the material, making it possible to shorten the drying time by 1.5–2 times while maintaining the quality of the finished product. The obtained results can be used in the development of energy-efficient technologies and drying equipment for the processing of cucurbit crops.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ДЫНИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Ключевые слова: *инфракрасная сушка, дыня, теплообмен, обезвоживание, бахчевые культуры, режимы сушки, качество продукции, энергоэффективность, сушильное оборудование.*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса сушки дыни с использованием инфракрасного излучения. Рассмотрены особенности теплообменных процессов при обезвоживании высоковлажных бахчевых культур, а также выполнен анализ существующих методов сушки сельскохозяйственной продукции. Обоснована целесообразность применения инфракрасной предварительной обработки сырья в сочетании с ИК-конвективной сушкой, обеспечивающей интенсификацию процесса и сокращение его продолжительности. Установлено, что воздействие инфракрасного излучения способствует раскрытию клеточных структур материала и равномерному удалению влаги по всему объёму, что позволяет сократить продолжительность сушки в 1,5–2 раза при сохранении качества готового продукта. Полученные результаты могут быть использованы при разработке энергоэффективных технологий и сушильного оборудования для переработки бахчевых культур.

Организация промышленной сушки дыни является одним из перспективных направлений глубокой переработки сельскохозяйственной продукции и рационального использования сырьевых ресурсов. Дыня относится к высоковлажным и скоропортящимся бахчевым культурам, что обуславливает значительные потери продукции при хранении и транспортировке в свежем виде. В этой связи внедрение эффективных технологий сушки позволяет не только увеличить объёмы переработки дыни в агропромышленном комплексе, но и существенно снизить потери ценного сырья, создать дополнительные производственные мощности и, как следствие, новые рабочие места, а также сформировать устойчивые запасы конкурентоспособной продукции, ориентированной на внутренний и внешний рынки.

В условиях роста требований к качеству пищевой продукции особое значение приобретает обеспечение высокой питательной и биологической ценности сушёных продуктов. Традиционные способы сушки, широко применяемые в переработке сельскохозяйственного сырья, зачастую сопровождаются значительными потерями витаминов, ухудшением органолептических показателей и повышенными энергозатратами.

В этой связи актуальной является задача интенсификации процесса обезвоживания при одновременном снижении термического воздействия на продукт. Для обеспечения требований, предъявляемых к сушёной дыне, при сохранении её питательной ценности и достижении заданной интенсивности режимов сушки, необходимо углублённое исследование закономерностей тепломассообменных процессов, протекающих в материале в ходе обезвоживания. Особое внимание должно уделяться процессам внутреннего переноса влаги, состоянию клеточных структур и характеру взаимодействия влаги с материалом.

В связи с этим особый научный и практический интерес представляет теоретическое и экспериментальное обоснование целесообразности применения инфракрасной (ИК) предварительной обработки сырья в сочетании с ИК-конвективной сушкой. Такой подход позволяет интенсифицировать тепло- и массоперенос, сократить продолжительность процесса и повысить энергоэффективность технологии. Кроме того, актуальной задачей является выявление закономерностей переноса тепла и влаги как по слоям мякоти дыни, так и в объёме рабочей камеры сушильного аппарата, что необходимо для разработки рациональных режимов сушки и совершенствования конструкции сушильного оборудования.

Литературный обзор

В настоящее время общие представления о процессе сушки сельскохозяйственной продукции получили дальнейшее развитие. Данный процесс рассматривается в контексте закономерностей физико-химических, химических и биохимических превращений.

В мировой практике известно множество способов сушки сельскохозяйственных продуктов, таких как конвективная, кондуктивная, сублимационная, СВЧ-сушка и др.

Конвективная сушка основана на передаче тепла высушиваемому продукту за счёт энергии нагретого сушильного агента (воздуха или парогазовой смеси). Данный способ широко применяется для сушки пищевых продуктов. Сушильные установки, реализующие этот метод, отличаются простотой конструкции и средними показателями металлоёмкости.

Однако конвективной сушке присущи недостатки, существенно снижающие качество конечного продукта. Испарение влаги происходит преимущественно с поверхности, что приводит к образованию плотной плёнки, затрудняющей дальнейший процесс обезвоживания и ухудшающей потребительские свойства сушёной продукции: снижается восстановительная способность при замачивании, изменяются цвет, вкус и естественный аромат. Высокие температуры и значительная продолжительность сушки способствуют развитию окислительных процессов, приводят к потерям витаминов и других биологически активных веществ и не обеспечивают эффективного подавления первичной микрофлоры [1].

Кондуктивный способ сушки основан на передаче тепла продукту при непосредственном контакте с нагретой поверхностью. Сушильные установки данного типа отличаются высокой металлоёмкостью и относятся к оборудованию средней сложности пищевого машиностроения. Метод применяется преимущественно для переработки пастообразных и вспененных продуктов. Получение продукции высокого качества затруднено вследствие неравномерного распределения влаги: слои продукта, контактирующие с нагретой поверхностью, пересушиваются, что приводит к необратимым изменениям и ухудшению восстановительных свойств.

При сушке в поле высокой и сверхвысокой частоты продукт помещают в электромагнитное поле, в результате чего диполи молекул приходят в колебательное движение, а энергия электромагнитных волн преобразуется в теплоту. Установки ВЧ- и СВЧ-сушки относятся к оборудованию средней сложности, обладают средними показателями металлоёмкости, однако экологически небезопасны вследствие потенциального вредного воздействия микроволнового излучения на человека, требуют специализированного обслуживающего персонала и постоянного контроля уровня СВЧ-излучения.

По скорости протекания процесса ВЧ- и СВЧ-сушка имеет существенные преимущества по сравнению с конвективным и кондуктивным методами. Однако широкое распространение данной технологии сдерживается недостаточной изученностью последствий потребления человеком продуктов, высушенных в поле СВЧ.

Сублимационная сушка основана на удалении влаги из замороженного продукта в условиях глубокого вакуума. Установки данного типа технически сложны, требуют сочетания вакуумной и холодильной техники и относятся к высшему классу сложности оборудования пищевого машиностроения. С точки зрения биохимических показателей сублимированные продукты в значительной степени сохраняют питательные и биологически активные вещества, цвет и аромат. Вместе с тем замораживание приводит к разрушению клеточных мембран, а формирование пористой структуры в процессе сушки может ухудшать потребительские свойства продукции.

Современная экологически чистая технология сушки основана на использовании инфракрасного излучения, безопасного для окружающей среды и человека. Инфракрасное излучение формируется за счёт специального керамического покрытия нагревательных элементов, ресурс которых практически не ограничен. Система экранов и воздуховодов обеспечивает быстрое и равномерное высыхание продукта.

Высокая плотность ИК-излучения способствует активному подавлению вредной микрофлоры, что обеспечивает длительное хранение продукции без ухудшения качества. Использование селективных ИК-излучателей средне- и длинноволнового диапазона позволяет сохранить содержание витаминов и других биологически активных веществ на уровне 80–90 % от исходного продукта.

При непродолжительном замачивании сушёный продукт практически полностью восстанавливает свои натуральные свойства: цвет, аромат, форму, тургор и вкус. Продукт не содержит консервантов и устойчив к развитию микрофлоры. В условиях, исключающих образование конденсата, он может храниться до одного года без специальной тары, при этом потери витаминов составляют 5–15 %. В герметичной упаковке срок хранения увеличивается до двух лет. Объём сушёного продукта уменьшается в 3–4 раза, а масса – в 4–9 раз по сравнению с исходным сырьём.

Известно, что при сушке термоизлучением возможности передачи энергии материалу значительны, и скорость процесса в большей степени определяется скоростью миграции влаги внутри продукта, чем теплопередачей. При этом максимальная температура продукта не приводит к изменению его молекулярной структуры.

Создание селективных ИК-излучателей стало возможным благодаря развитию функциональной керамики, способной генерировать излучение, проникающее вглубь пищевого материала и воздействующее на воду на молекулярном уровне. Использование излучателей средне- и длинноволнового диапазона обеспечивает равномерное распределение лучистой энергии по поверхности продукта и повышает долговечность излучающих элементов.

В результате реализуется механизм послойной сушки, предотвращающий вынос растворимых веществ на поверхность и образование поверхностной плёнки. Высокая скорость обезвоживания ограничивает развитие окислительных процессов и снижает потери витаминов и биологически активных веществ.

Сохранение целостности клеточных мембран обеспечивает восстановление клеточной структуры при замачивании, что позволяет вернуть продукту первоначальную форму, упругость, цвет, аромат и вкус. Кроме того, ИК-излучение, генерируемое функциональной керамикой, обладает выраженным дезинфицирующим эффектом, способствуя подавлению первичной микрофлоры. Совокупность указанных факторов позволяет получать сушёные продукты качества, недостижимого при использовании традиционных способов сушки [2].

В последние годы в странах СНГ и за рубежом активно проводятся исследования, посвящённые применению коротковолнового инфракрасного излучения для термической обработки пищевых продуктов [3]. В работе [4] обоснованы технологические режимы и параметры тепловой обработки продукта сушки – ломтиков мякоти плодов дыни, а также предложены пути снижения неравномерности влагосодержания как одного из ключевых показателей качества готовой продукции. В исследовании [5] решены задачи снижения энергозатрат при сушке мякоти дыни на основе использования искусственной конвективной сушки с предварительной электроимпульсной обработкой сырья. Обоснованы параметры предварительной обработки и изучено её влияние на процесс сушки и его энергоёмкость.

Материалы и методы

Определение химического состава сушёной продукции осуществлялось с использованием физико-химических методов анализа. Обоснование рациональных режимов сушки, технологии процесса и конструкции сушильного аппарата выполнялось с учётом классификации высушиваемых материалов как объектов сушки. В настоящее время отсутствует единая общепринятая классификация бахчевых культур на примере дыни. В связи с этим в работе рассмотрены основные принципы построения классификаций различных материалов на основе анализа литературных источников, а также изучена возможность переноса существующего опыта классификации высушиваемых материалов на такой специфический объект, как высоковлажные бахчевые культуры.

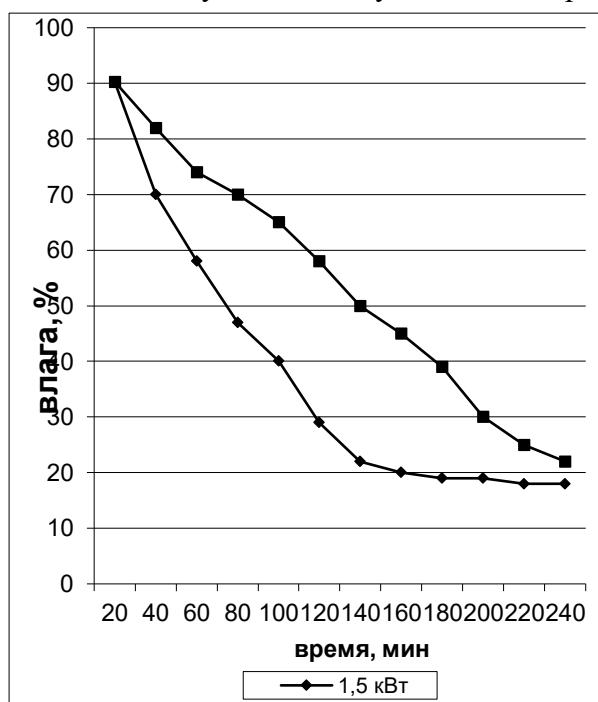
Характеристики влажных материалов были систематизированы по следующим пяти группам:

- тепловые характеристики*, определяющие термическое сопротивление материала;
- сорбционно-структурные характеристики*, лимитирующие внутреннее диффузионное сопротивление в процессе сушки;
- структурно-механические свойства*, а также размер и форма частиц, влияющие на выбор гидродинамического режима сушки;
- гигротермические характеристики*, определяющие энергию и виды связи влаги с материалом;
- технологические характеристики*, ограничивающие выбор метода сушки и конструкции сушильного аппарата.

При использовании активных гидродинамических режимов внешний теплообмен протекает с высокой интенсивностью. В этих условиях кинетика процесса сушки в основном определяется медленно протекающими процессами внутреннего тепло- и массопереноса, прежде всего диффузией влаги. Поэтому при выборе типа и конструкции сушильного аппарата необходимо учитывать свойства материала, определяющие как диффузионное, так и термическое сопротивление.

Результаты и обсуждение

Исследование изменения плотности теплового потока в зависимости от высоты расположения излучателей. Эффективность нагрева и сушки инфракрасным излучением в значительной степени определяется интенсивностью лучистого теплообмена между источником излучения и облучаемым материалом.



Плотность потока энергии, излучаемой лампой и падающей на поверхность обрабатываемого объекта, зависит от мощности источника излучения и расстояния между лампой и материалом. Зависимость изменения плотности теплового потока на поверхности облучаемого материала от высоты расположения излучателя КГ-220–500 исследовалась с использованием пиранометра М-80 (рис. 1)

Рис. 1. График кривой сушки в зависимости от плотности теплового потока.

В начале пиранометр устанавливали на расстоянии 250 мм от излучателя. По показаниям пиранометра определили, что плотность теплового потока на поверхности материала в этом случае будет составлять 0,9

$$\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$$

Затем пиранометр установили на расстоянии 200 мм от излучателя, плотность теплового потока составила $1,0 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$. На расстоянии 150 мм плотность теплового потока составила $1,5 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$.

Исследование влияния технологических факторов на процесс сушки.

Большое влияние на скорость сушки оказывает плотность теплового потока. Сушка производилась при следующих значениях расстояния между ИК- излучателем и поверхностью продукта 250, 200, 150 мм.

Было определено влияние плотности теплового потока излучателя на скорость сушки. При сушке дыни толщиной слоя 4-8 мм, начальной влажностью 85-90,3 % и $H=250$ мм за 30 мин влажность дыни снизилась на 50 %, а при $H=200$ мм влажность снизилась всего на 30%. т.к. при $H=200$ мм скорость сушки резко снизилась, то при $H=150$ мм произойдет наибольшее снижение скорости сушки (рис.2). Температура материала по истечении 30 минут при $H=250$ мм была 50 - 600С.

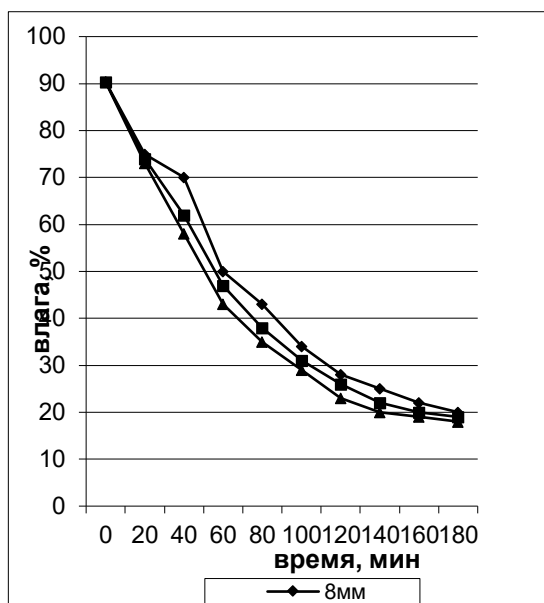


Рис. 2. График кривой сушки в зависимости от толщины слоя при $W=90\%$, $h=150$ мм.

Известно, что на расход энергии при ИК- сушке влияет толщина слоя продукта. Было исследовано влияние толщины слоя на кинетику сушки.

ИК-конвективная сушка дыни.

С целью интенсификации данного процесса и улучшения качества продукции нами проведены исследования процесса сушки дыни при ИК - конвекции.

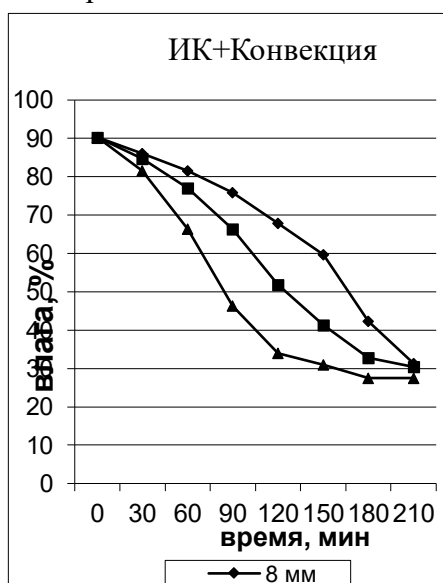
Исследование процесса проводилось в двух режимах [6-8]:

сушка продукта ИК-конвективным способом без предварительного облучения ИК-лучами;

сушка ИК-конвективным способом с предварительной обработкой продукта импульсом

ИК-лучами с плотностью облучения $q = 25-27 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$.

ИК-конвективная сушка проводилась в сушильной установке с плотностью ИК-облучения $0,9-1,5 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$, при этом скорость подаваемого воздуха составляла $1-1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Температуру воздуха в камере поддерживали в автоматическом режиме в пределах 60-70 0С.



Сушку производили при значениях факторов $H= 250$, $W=85-90,3\%$ и толщине слоя 4 мм, 6 мм, 8 мм.

Рис. 3. Кривые изменения содержания влаги в материале во времени.

По кривым сушки (рис.3.) можно проследить, что при толщине слоя 4 мм влажность продукта за 30 мин снизилась на 50 %, при 6 мм - на 70%, а при 8 мм - на 75%. Исследование влияния вышеуказанных факторов на процесс сушки плода дыни проводилось в импульсном режиме облучения (-45+20-45).

Продукт нагревался ИК- излучателем, затем осуществлялась ИК- конвективная сушка.

В результате реализации составленного плана получены данные, представленные в виде кривых кинетики сушки дыни.

По результатам экспериментов получены кривые сушки сельхозпродуктов при различных тепловых воздействиях СВЧ+Конвекция, ИК+СВЧ+Конвекция).

Результаты приведены на рис. 4 и рис.5.

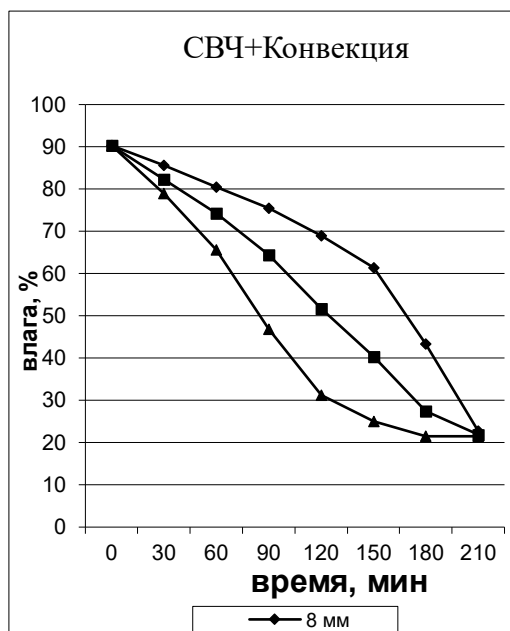


Рис. 4. Кривые изменения содержания влаги в материале во времени.

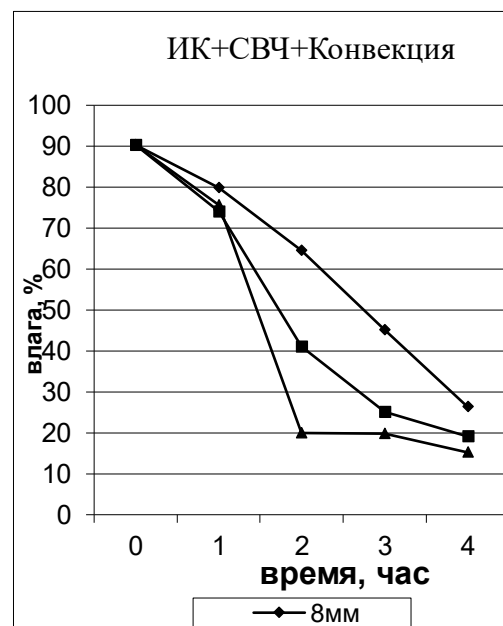


Рис.5. Кривые изменения содержания влаги в материале во времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые теоретические и экспериментальные исследования показали, что воздействие инфракрасного излучения обеспечивает интенсивное и равномерное удаление влаги по всему объёму высушиваемого материала. Установлено, что данный эффект обусловлен раскрытием клеточных структур продукта, что способствует интенсификации процессов внутреннего массопереноса и повышению эффективности обезвоживания. В результате продолжительность процесса сушки сокращается в 1,5–2 раза по сравнению с традиционными методами при сохранении качественных показателей готовой продукции.

Экспериментальные исследования были проведены в следующем диапазоне технологических параметров: плотность лучистого теплового потока – от 0,9 до 1,5; удельная нагрузка на сушильную поверхность – от 7 до 12; температура сушильного воздуха – от 60 до 70 °С. Выбранные режимы обеспечили устойчивое протекание процесса сушки и подтвердили целесообразность применения инфракрасного излучения для переработки высоковлажных бахчевых культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гинзбург А. С.** Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
2. **Касаткин А. Г.** Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 784 с.
3. **Раджабов А., Муратов Х. М.** Теоретические основы воздействия электроимпульсной обработки на степень поражения ткани мякоти дыни // Электротехнические методы в хлопководстве и плодоводстве: труды ТИИИМСХ. – Ташкент, 1988. – С. 35–38.
4. **Муратов Х. М.** Энергозатраты на сушку мякоти дыни с предварительной электроимпульсной обработкой: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1989. – 15 с.
5. **Жураев Х. Ф., Хикматов Д. Н., Чориев А. Ж.** Изучение распределения влаги при сушке плодов на компьютерной модели // XVI Международная конференция «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ-16): сб. тр. – Т. 10. – СПб., 2003. – С. 129–131.
6. **Жураев Х. Ф., Додаев К. О., Бобояров Р. О., Чориев А. Ж.** Особенности переработки бахчевых культур // Пищевая промышленность. – 2002. – № 11. – С. 40–41.
7. **Жураев Х. Ф., Артиков А. А., Додаев К. О., Хикматов Д. Н., Сафаров О. Ф., Мехмонов И. И., Чориев А. Ж.** Интенсификация процессов тепломассообмена при комплексной переработке сельскохозяйственной продукции // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 11. – С. 47–49.

НАУЧНЫЙ ОТЗЫВ

Представленная статья посвящена актуальной и практически значимой научно-технической проблеме – интенсификации процесса сушки высоковлажных бахчевых культур на примере дыни с применением инфракрасного (ИК) излучения. Тематика исследования соответствует современным направлениям развития технологий переработки сельскохозяйственного сырья, ориентированным на повышение энергоэффективности, снижение потерь продукции и сохранение её пищевой и биологической ценности.

Актуальность работы не вызывает сомнений. Дыня относится к скоропортящимся культурам с высоким содержанием влаги, что существенно ограничивает сроки её хранения и транспортировки в свежем виде. В этих условиях разработка и научное обоснование эффективных методов сушки, обеспечивающих высокое качество готовой продукции при снижении энергозатрат, представляет значительный интерес как для науки, так и для агропромышленной практики. Авторы обоснованно акцентируют внимание на недостатках традиционных способов сушки и аргументируют целесообразность применения инфракрасного излучения как одного из наиболее перспективных методов теплового воздействия. Структура статьи логична и соответствует требованиям, предъявляемым к научным публикациям. Введение содержит чёткое обоснование актуальности, формулирует цель и задачи исследования. В разделе «Материалы и методы» корректно описаны используемые физико-химические методы анализа, а также приведён системный подход к классификации высушиваемого материала как объекта сушки. Заслуживает положительной оценки попытка адаптации существующих классификационных подходов к специфике высоковлажных бахчевых культур, что расширяет методологическую базу исследования.

Особое внимание в работе уделено анализу тепломассообменных процессов при инфракрасной сушке. Экспериментальная часть выполнена на достаточном научном уровне: исследовано влияние плотности лучистого теплового потока, удельной нагрузки и температуры сушильного воздуха на кинетику обезвоживания. Представленные диапазоны параметров являются обоснованными и позволяют судить о закономерностях протекания процесса. Полученные результаты убедительно демонстрируют, что инфракрасное излучение способствует раскрытию клеточных структур материала, интенсифицирует внутренний массоперенос и обеспечивает равномерное удаление влаги по всему объёму продукта.

Научная новизна работы заключается в комплексном теоретическом и экспериментальном обосновании применения ИК-предварительной обработки в сочетании с ИК-конвективной сушкой именно для бахчевых культур, а также в выявлении закономерностей сокращения продолжительности сушки в 1,5–2 раза при сохранении качества готового продукта. Практическая значимость исследования состоит в возможности использования полученных результатов при разработке энергоэффективных технологий и конструкций сушильного оборудования для переработки дыни и аналогичных по свойствам культур. Следует отметить, что выводы статьи логически вытекают из представленных результатов, являются обоснованными и сформулированы в корректной научной форме. Список использованной литературы отражает степень проработанности проблемы и включает фундаментальные и прикладные источники.

В целом статья отличается научной состоятельностью, методологической корректностью и практической направленностью. Работа может быть рекомендована к публикации в научном журнале соответствующего профиля и представляет интерес для специалистов в области тепломассообменных процессов, технологий сушки и переработки сельскохозяйственной продукции.

Disclaimer ©

This editorial review has been prepared by the Editorial Board of the *Journal of Research & Development* for the purposes of internal editorial assessment and quality assurance within the journal's publication process. This review is intended to provide an analytical overview of the scientific content, methodological approach, and thematic relevance of the submitted work. It does not constitute peer review, does not replace independent expert evaluation, and should not be interpreted as reflecting the personal views of the author(s) or as representing the official position of the journal. The Editorial Board assumes no responsibility for the implementation, interpretation, or consequences of any observations, comments, or analytical conclusions contained in this review. The review may include content generated with the assistance of artificial intelligence tools used for editorial support purposes.

This editorial review is provided solely to enhance transparency in the editorial process and to support the maintenance of academic and publication standards.