

К вопросу распределения влаги дыни при ИК-конвективной сушки

О.Б.Самадов

У.Б.Ахраров

Ташкентский химико-технологический институт

Б.А.Шомиров

А.Ж.Чориев

Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова

Аннотация: Анализированы сорта дыни к пригодности для сушки. Изучены физиологические, химические и другие показатели сортов дыни. Выявлено, что использование ИК-излучения совместно с конвективной сушкой по сравнению с отсутствием конвективной составляющей позволяет уменьшить влажность продукта при плотности теплового потока $1,5 \text{ кВт/м}^2$. Использование ИК-излучения образцов с мощностью теплового потока в $1,5 \text{ кВт/м}^2$ совместно с сушкой конвективным способом, позволяет довести остаточную влажность образцов до минимальной - 15-20% и 20-25% соответственно при прочих одинаковых условиях. Анализ показывает, что в предлагаемом способе под воздействием ИК-лучей происходит интенсивное удаление влаги со всего объема материала. Это объясняется тем, что раскрываются клеточные структуры материала, в результате чего в 1,5 - 2 раза сокращается продолжительность процесса сушки по сравнению существующего способа.

Ключевые слова: распределение влаги, дыня, ИК-конвекционная сушка

On the issue of melon moisture distribution during infrared convective drying

O.B.Samadov

U.B.Akhrarov

Tashkent Institute of Chemical Technology

B.A.Shomirov

A.Zh.Choriev

Tashkent State Technical University named after I.Karimov

Abstract: Melon varieties were analyzed for their suitability for drying. Physiological, chemical and other indicators of melon varieties have been studied. It

was revealed that the use of IR radiation in conjunction with convective drying, compared with the absence of a convective component, makes it possible to reduce the humidity of the product at a heat flux density of 1.5 kW/m². The use of IR radiation of samples with a heat flux power of 1.5 kW/m² together with convective drying makes it possible to bring the residual moisture content of samples to a minimum - 15-20% and 20-25%, respectively, under other identical conditions. Analysis shows that in the proposed method, under the influence of IR rays, moisture is intensively removed from the entire volume of the material. This is explained by the fact that the cellular structures of the material are revealed, as a result of which the duration of the drying process is reduced by 1.5 - 2 times compared to the existing method.

Keywords: moisture distribution, melon, IR convection drying

ВВЕДЕНИЕ

Организация промышленной сушки дыни позволит увеличить объем их выработки в сельском хозяйстве, уменьшить потери ценного продукта, создать производственные мощности и, следовательно, рабочие места, а также накопить запас продукции, реализуемой на мировом рынке.

Сначала исследованы физико-химические и другие свойства дыни как объекта промышленной переработки.

Научные исследования, посвященные технологии сушки сельхозпродуктов, выполнены во многих научных центрах и учебных заведениях мира, в том числе в University of Illinois (США), University of Greenwich (Великобритания), Italian Culinary Institute (Италия), Institute of Agricultural engineering (Германия), Institute of Chemical technology (Франция), Кемеровский институт технологий пищевых продуктов (Россия), Canadian Institute of food science and technology (Канада), Swedish Institute of Food and biotechnology (Швеция).

В направлении исследований мирового масштаба последних лет, в том числе в Wageningy University (Голландия) на первом этапе сушки овощей применена обработка радиолучами, а основная сушка осуществлена в электромагнитном поле СВЧ диапазона; по мнению исследователей Graz University of Technology (Австрия) целесообразно проводить сушку в диапазонах с низкими частотами и большими длинами волн колебаний; сотрудники *National University of Food Technologies (Украина)* и *Panjab University (Пакистон)* являются сторонниками проведения предварительной обработки сырья в электромагнитных полях различного диапазона частот, а окончательную сушку конвективным способом.

Сегодня ведутся интенсивные исследования по созданию

энергосберегающих технологий сушки, обеспечивающих сохранность чувствительных нативных компонентов, имеющихся в составе сельхозпродукции.

В литературе приводятся мнения о том, что эффективен способ терморadiационной сушки, а в производстве преобладает конвективный, т.к. считается, что терморadiационный способ сушки изучен недостаточно и применяется на производстве редко.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Определение химического состава сушеной продукции осуществлена физико-химическими методами.

Обоснование рациональных режимов сушки, технологи сушки и конструкции сушильного аппарата осуществляется с учетом классификации высушиваемых материалов как объектов сушки.

В настоящее время нет общей классификации бахчевых культур на примере дыни. Поэтому рассмотрим основные принципы построения такой классификации для различных материалов на основе литературных источников.

При разработке классификации высушиваемых материалов внимание уделяем их структуре и видам энергии связи с материалом.

Слой высушиваемого материала не является однородным, поскольку он представляет собой сложную малоизученную дисперсную систему. Дисперсные среды подразделяем по действию капиллярных свойств на капельную жидкость: капиллярно – пористые, если сила тяжести жидкости превосходит капиллярные силы.

Механизм переноса влаги и тепла в материале зависит от форм связи влаги с материалом, поскольку с переходом от одной формы связи к другой изменяется не только количественное соотношение объема, воздуха и влаги, но и расположение остаточной влаги в порах.

Теория сушки рассматривает явления переноса тепла и массы во влажном материале и вблизи его поверхности, а также соответствующие ему фазовые и структурные превращения. Между процессами, происходящими в материале (тепломассоперенос), имеется взаимосвязь. В процессе сушки нарушается связь влаги с материалом, на что затрачивается определенное количество энергии.

Как известно, давление паров над поверхностью влажного материала в результате связывания влаги с материалом понижается. Чем прочнее влага связана с материалом, тем больше энергия связи. Связывание влаги с материалом сопровождается выделением тепла.

Сахаристость дынь колеблется от 9 до 18%. Поверхность спелого плода может быть гладкой, бугристой, сегментированной, морщинистой, с сетчатостью, свойственной определенному сорту [1].

По наибольшему поперечному диаметру плоды дынь делятся: при круглой или сплюснутой форме на: крупные - от 22 см и выше, средние - 15-22 см, мелкие - до 15 см; при удлинённой форме на: крупные - от 30 см и выше, средние - 25-30 см, мелкие - до 25 см.

Мякоть дыни в период биологической спелости разделяют на четыре основных типа: расплывчатая, очень сочная, тает во рту; плотная, вязкая; хрустящая, арбузообразная; картофелеобразная, как будто рассыпчатая.

Цвет мякоти - белый, розовый или зелёный. Слой мякоти бывает от 20 до 100 мм - в зависимости от сорта. Есть разные сорта дыни, они отличаются вкусовыми качествами.

Химический состав дыни включает следующие компоненты в процентах относительно к сырому весу: сухие вещества - колеблются от 9,5 до 15,6%; фруктоза - от 0,75 до 2,02%; глюкоза - от 1,1 до 2,8%; сахароза - от 4 до 8%; зола - от 0,59 до 0,71%; органические кислоты - от 8 до 56 мг%; пектиновые вещества - от 0,19 до 0,38%; клетчатка - от 0,2 до 0,3%; крахмал - от 0,06 до 0,11%.

Кроме того в состав дыни входят: вода, минеральные вещества Na, K, Ca, Mg, P, Fe, витамины B₁, B₂, PP, C (табл.1).

Таблица 1.

Химический состав сортов дынь

Химический состав	% к сырому весу по сортам дынь									
	Кок-ча	Ич-кзыл	Ак-урук	Умыр-ваки	Кара-пучак	Кой-баш	Ак-тум-шук	Хан-даляк	Амери	Зард
Сухие вещества	15,38	15,50	14,05	12,41	12,12	12,05	12,08	7,3-8,9	9,5	7-10
Общий сахар	12,21	12,48	10,98	9,05	8,95	9,25	8,98	5,8-11,9	6,5-18,1	3,5-11,1
Моносахара	2,72	4,54	3,92	4,05	3,82	2,08	3,12	1,5-3,2	0,35-3,6	1,6-3,4
Фруктоза	0,80	1,16	1,80	1,25	1,82	0,98	2,02	0,5-2,3	0,2-2,9	0,9-1,9
Глюкоза	1,92	3,38	2,12	2,80	2,00	1,10	1,10	2,7-8,0	3,1-12,9	0,7-8,4
Сахароза	7,98	6,86	6,20	4,43	4,38	6,99	4,80	3,2-10,3	3,3-15,8	1,6-10,3
Клетчатка	0,30	0,21	0,21	0,20	0,22	0,24	0,23	0,21	0,23	0,24
Пектиновые вещества	0,22	0,20	0,19	0,28	0,28	0,24	0,24	0,27	0,22	0,24
Крахмал	0,09	0,10	0,11	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
Пентозаны	0,38	0,40	0,28	0,16	0,19	0,12	0,22	0,20	0,15	0,20

Наиболее лежкие сорта дынь, сохраняющие хорошие вкусовые качества до весны следующего года: умырваки, алла-хамма и т.д.

Лучшие сорта для переработки: вахарман, ич-кзыл, шакар-палак, амири и т.д.

Нужно отметить, что для сушки пригодны сорта дыни дагбеди местная, ак-каун 557, амери 696, арбакешка 1219 и так далее.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Эксперименты на этих установках проведены в следующей последовательности:

Нарезаны дыни на ломтики, на аналитических весах взвешены начальные веса каждой навески (кусков) и разделены на 5 проб.

Определены начальные влажности кусков отобранных сортов дыни «Раис» и «Харезм», осуществлён процесс ИК-конвективной сушки в течение 3 часов. Каждая навеска при этом достигла постоянного веса [2-4].

После обработки экспериментальных данных получены значения начальных влажностей, равные соответственно 89% у сорта «Раис» и 87% у сорта «Харезм». Взвешенные каждые пробы подвергали к сушке.

Процесс проводили на установке непрерывной сушки одновременно вставляя на поддон изделия с ломтиками по 5 проб. Выключили ИК-излучатели, в рабочей камере произвели конвекцию. В процессе сушки пробу взвешивали на аналитических весах в каждые 30 мин. Процесс сушки длился до постоянного веса материала. Конечная влажность в материале составляла 15-20%. Одновременно также проводили эксперименты на каждой пробе. Результаты расчетов показали, что между показателями 5-и проб не очень большая разница.

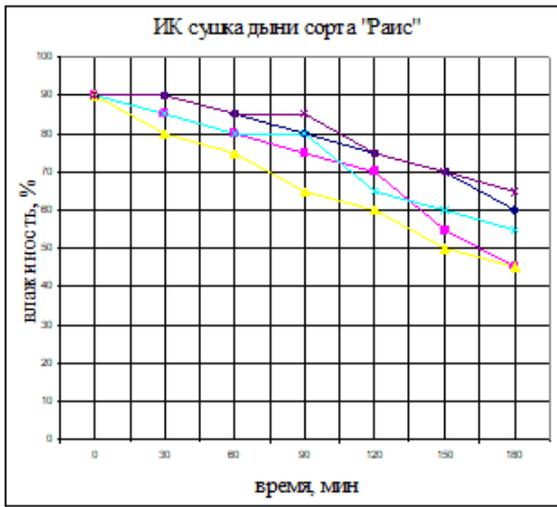
По результатам экспериментов получены кривые сушки дыни при ИК-конвекции, приведенные на рис. 1-4.

При ИК-сушке ломтиков дыни сорта «Раис» за 180 мин влажность последней с 89% доведена до 45-66% соответственно (рис.1). Такая интенсивность процесса, что считается низкой, для современных установок сушки не приемлема. Помимо того дисперсность окончательных значений влажности образцов составляет 21%, что много.

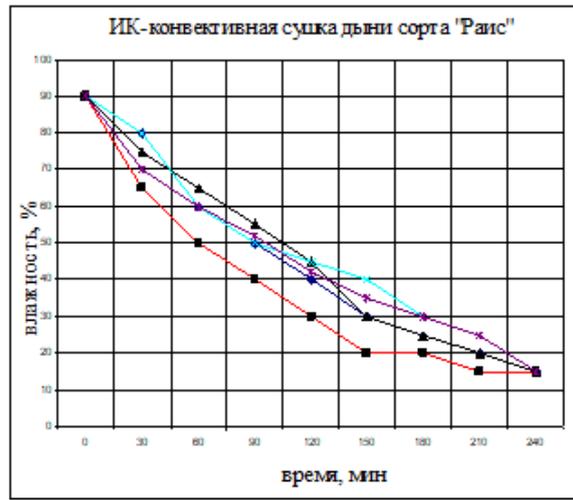
А при ИК-конвективной сушке ломтиков дыни сорта «Раис» за 180 мин влажность последней с 89% доведена до 15-20% соответственно (рис.2). Этот темп сушки намного лучше ИК-сушки без конвективной составляющей. Дисперсность окончательных значений влажности образцов при ИК-конвективной сушке составляет 5%, что на 4,2 раза ниже ИК-сушки.

Отсюда следует, что использование ИК-излучения образцов с мощностью теплового потока в $1,5 \text{ кВт/м}^2$ совместно с сушкой конвективным способом, позволяет довести остаточную влажность образцов до минимальной - 15-20% при прочих одинаковых условиях. А дисперсность сушки образцов в поперечном сечении аппарата сушки влияет на конечный результат в 4,2 раза ниже.

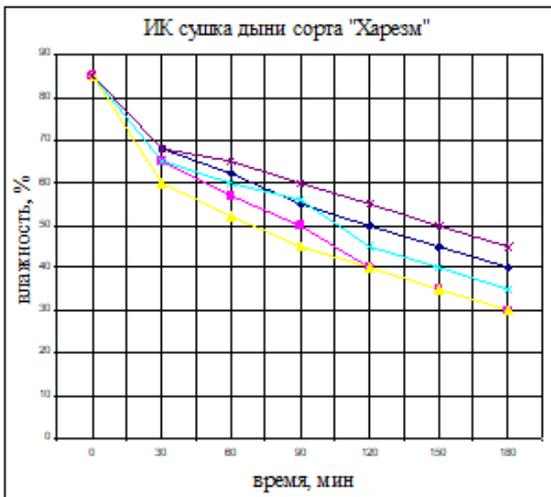
При ИК-сушке ломтиков дыни сорта «Харезм» за 180 мин влажность последней с 87% доведена до 20-45% соответственно (рис.3). Такая интенсивность процесса, что считается низкой, для современных установок сушки не приемлема. Помимо того дисперсность окончательных значений влажности образцов составляет 25%, что много.



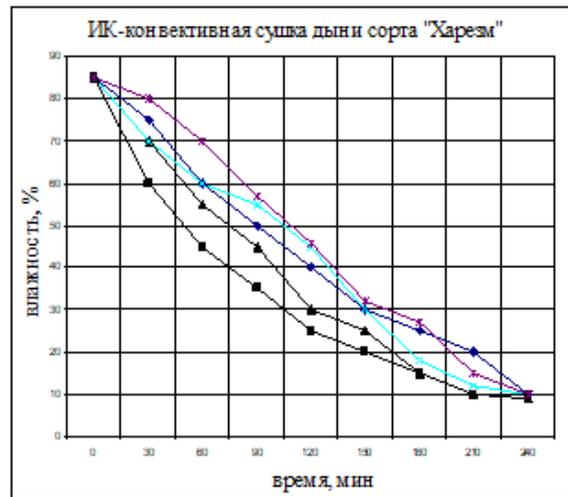
×, ▲, ◇, ■, ● - обозначения кривых проб
Рис.1. Изменение влаги по времени при температуре 70⁰С.



×, ▲, ◇, ■, ● - обозначения кривых проб
Рис.2. Изменение влаги по времени при температуре 70⁰С.



×, ▲, ◇, ■, ● - обозначения кривых проб
Рис.3. Изменение влаги по времени при температуре 70⁰С.



×, ▲, ◇, ■, ● - обозначения кривых проб
Рис.4. Изменение влаги по времени при температуре 70⁰С.

А при ИК-конвективной сушке ломтиков дыни сорта «Харезм» за 180 мин влажность последней с 87% доведена до 16-30% соответственно (рис.4). Этот темп сушки намного лучше ИК-сушки без конвективной составляющей. Дисперсность окончательных значений влажности образцов при ИК-конвективной сушке составляет 14%, что на 1,8 раза ниже ИК-сушки.

Из этих экспериментов становится ясно, что процесс сушки во многом зависит от механической структуры сырья.

Для изучения влияния способа сушки на качество готового продукта использованного нами, исследован его химический состав в лаборатории института «Химия растительных веществ» АН Республики Узбекистан.

Согласно этим исследованиям остатки белков 2,4% от исходного количества против 1,85%, остатки витамина С составляют 17,10 мг на 100

грамм от исходного количества против 13,4 мг на 100 грамм. Количественный анализ состояние углеводов показывает, что их остаточное количество составляет 49,10% против 46,20% при существующем способе сушки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ пригодных для сушки сортов дыни. Изучены биологические и физические параметры дыни, которые охарактеризованы соответствующей совокупностью физиологических, химических и других показателей. Исследованы физико-химические и другие свойства дыни как объекта сушки.

Исследование процесса проводилось в двух режимах: 1) сушка продукта ИК-конвективным способом без предварительной обработки ИК-лучами; 2) сушка ИК-конвективным способом с предварительной обработкой продукта ИК-лучами. Установлено, что использование ИК-излучения совместно с конвективной сушкой по сравнению с отсутствием конвективной составляющей позволяет уменьшить влажность продукта при плотности теплового потока $1,5 \text{ кВт/м}^2$. Использование ИК-излучения образцов с мощностью теплового потока в $1,5 \text{ кВт/м}^2$ совместно с сушкой конвективным способом, позволяет довести остаточную влажность образцов до минимальной - 15-20% и 20-25% соответственно при прочих одинаковых условиях. Этот темп сушки намного лучше ИК-сушки без конвективной составляющей.

Использованная литература

1. Артиков А.А., Чориев А.Ж. Характеристика и питательная ценность сортов дыни, выращиваемая в Узбекистане //Хранение и переработка сельхозсырья, -Москва, 2001, №3. – С. 54-55.
2. Тухтаев Ш.К., Самадов О.Б., Чориев А.Ж. Исследование изменения влажности сортов дыни при ИК-конвективной сушке /UNIVERSUM: Химия и биология. Научный журнал. Выпуск:11(77). Москва, ноябрь 2020, часть 2 стр.21-26.
3. Самадов О.Б., Тухтаев Ш.К., Додаев К.О., Чориев А.Ж. Оптимизация процесса ИК-конвективной сушки дыни / Журнал. Химия и химическая технология, Ташкент. -№2, 2018. –С.64-68.
4. O.B. Samadov, SH.K. Tukhtaev, A.J. Choriev, B.A. SHomirov and B.M. Jumaev Study of the chemical composition of dried pumpkin // ETESD-2022. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 1112 (2022) 012089. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/1112/1/012089.