ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЫНИ

Сабина Хакимова
Бухарский государственный технический университет
Жўра Жумаев
Бухарский государственный технический университет
E-mail: j.jumaev @buxdu.uz
Жобир Кодиров
Бухарский государственный технический университет
E-mail: godirov.jobir@mail.ru
Шавкат Мирзаев
Бухарский государственный университет, Бухара, Узбекистан

Аннотация. Проведено экспериментальное исследование процесса изменения температуры и влагосодержания внутри дыни при предварительной обработке, которая проводится для образования подходящей температуры и влажности перед сушкой. Для этого создан стеклянная камера, выбран тип дыни, выбраны приборы для измерения температуры, влажности, радиации. Измерения проводили каждый час, начиная с 10-00 до 20-00. Для дальнейшего использования этих данных в качестве граничных условий при математическом моделировании, получены регрессионные уравнения с использованием метода наименьших квадратов.

Ключевые слова: обработка дыни обработка дыни предварительная обработка процесс подготовки дыни мытье дыни измельчение дыни лабораторные эксперименты Приготовление дыни сушка дыни изготовление образцов дыни повышение качества дыни качество продукции дыня лабораторные работы дыня промышленное производство

Annotatsiya. Quritishdan oldin mos harorat va namlikni hosil qilish uchun amalga oshiriladigan oldindan ishlov berish paytida qovun ichidagi harorat va namlikning o'zgarishi jarayoni bo'yicha eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. Buning uchun shisha kamera yaratildi, qovun turi tanlandi, harorat, namlik, radiatsiyani o'lchash uchun asboblar tanlandi. O'lchovlar har soatda 10-00 dan 20-00 gacha o'tkazildi. Ushbu ma'lumotlardan matematik modellashtirishda chegara shartlari sifatida foydalanish uchun eng kichik kvadratlar usuli yordamida regressiya tenglamalari olinadi.

Kalit so'zlar: qovunni qayta ishlash qovunni qayta ishlash oldindan ishlov berish qovunni tayyorlash jarayoni qovunni yuvish qovunni maydalash laboratoriya tajribalari qovun tayyorlash qovunni quritish qovun namunalarini tayyorlash qovun

ISSN 3030-3907

sifatini yaxshilash mahsulot sifati qovun laboratoriya ishi qovun sanoat ishlab chiqarish

Annotation. An experimental study of the process of changing the temperature and moisture content inside the melon during pretreatment, which is carried out to create a suitable temperature and humidity before drying. A glass chamber has been created for this purpose, the type of melon has been selected, and devices for measuring temperature, humidity, and radiation have been selected. Measurements were carried out every hour, starting from 10-00 to 20-00. For further use of these data as boundary conditions in mathematical modeling, regression equations using the least squares method are obtained.

Keywords: melon processing melon processing pre-treatment melon preparation process melon washing melon grinding melon laboratory experiments melon preparation melon drying melon sample making melon quality improvement melon product quality laboratory work melon industrial production

Введение.

Сушка дыни — это процесс, который позволяет сохранить этот вкусный и питательный плод на длительное время, а также улучшить его вкусовые качества и концентрацию питательных веществ. Исследования в области сушки дыни охватывают различные аспекты (образования микропоры), включая технологии сушки, способы предварительной обработки, методы сушки, изменения в составе питательных веществ, влияние условий сушки на качество конечного продукта и кулинарные применения.

В различной научной литературе приводятся несколько видов предварительной обработки плодов перед сушкой, такие как ультразвуковая, вакуумная, осмотическая, обработка химическими растворами (дегидраторами), инфракрасное облучение, комбинированные и так далее. Основная цель этих способов – интенсификация процесса дегидратации, улучшение качества конечной готовой продукции, сохранение органолептических свойств и витаминов плодов, а также сокращение производственных затрат.

Целью исследования учёных из Малайзии [1] являлось определение подходящих методов сушки для сохранения дыни сорта Manis Terengganu с использованием различных температур: 40°C, 50°C и 60°C. Осмотически предварительно обработанные образцы были высушены с использованием трех типов конвективных сушилок. В результате ротационная сушилка при 50°C была выбрана как подходящее сушильное оборудование для сушки

ISSN 3030-3907

дыни с точки зрения затрат времени, а также для обеспечения приемлемого физико-химического качества сушеной дыни.

Бразильские учёные [2] изучали влияние ультразвуковой предварительной обработки перед сушкой на воздухе при обезвоживании дыни. Это исследование позволило оценить эффективную диффузию воды в процессе воздушной сушки дынь, подвергнутых предварительной ультразвуковой обработке. Результаты показывают, что эффективная диффузия увеличивается после применения ультразвука, вызывая снижение количества воды примерно на 25% при сушке. Во время ультразвуковой обработки дыни теряли сахар, поэтому такая стадия предварительной обработки может быть практическим процессом для производства сухофруктов с более низким содержанием сахара. По сравнению с осмотической дегидратацией использование предварительной ультразвуковой обработки лучше, когда необходимо удалить большое количество воды из фруктов, поскольку комбинированное время обработки (предварительная обработка и сушка на воздухе) короче.

В исследовании [3] приводится сравнительная характеристика использования ультразвука, осмотической дегидратации и вакуума в качестве предварительной обработки при сушке дыни. Высушенные предварительно обработанные образцы ультразвуком и комбинацией ультразвука и вакуума демонстрировали более высокие скорости сушки и наилучшие органолептические качества готовой продукции.

Как видно из анализа литературных данных, имеются некоторые методы предварительной обработки при сушке дыни, как на воздухе или обезвоживании дыни, под вакуумом и т.д. Но работы, в которых осуществляется предварительная обработка при естественной солнечной радиации, встречаются редко.

В данной работе приводятся экспериментальные результаты и экспериментальное исследование процесса изменения температуры и влагосодержания на поверхности дыня при предварительной обработке, который проводиться для образования подходящей температуры и влажности перед сушкой. Для дальнейшего использования этих данных в качестве граничных условий при математическом моделировании, получены регрессионные уравнения с использованием метода наименьших квадратов.

Методика.

Для эксперимента выбрана дыня сорта “Торпедо”, которая была получена на местном рынке (г.Бухара, Республика Узбекистан). Дыни почти

ISSN 3030-3907

одинаковых форм и размеров, промывали и для предварительной обработки использовали в целом виде (без разреза).



а) *б)*

Рис. 1. Реальное изображение режимов обработки дынь:
а) обработка (облучение) в открытом солнце; ***б)*** обработка (облучение) в солнечной установке

Использовали два режима солнечной обработки дыни: а) контроль (обработка (облучение) в открытом солнце) масса дыни – 4348 грамм, влажность 66.9% (рис.1 а); б) обработка (облучение) дыни в целом виде на прямой солнечной установке парникового типа, масса дыни составляла - 3057грамм, влажность 66.9% (рис.1 *б)*.

Солнечные (предварительные) обработки дынь в обеих режимах проводились одновременно в течении двух дней 19 и 20 августа 2023 года на территории научной лаборатории Бухарского государственного университета. При поступлении солнечной радиации на поверхность кожуры дыни переворачивали ежедневно один раз на 180 градусов.

Результаты измерения прямой суточной солнечной радиации в дни проведения экспериментов представлены на рис.2. как их зависимости от истинной солнечной времени. Отметим, что среднесуточная солнечная радиация составляла: в день проведения эксперимента 19.08.2023 - 531.0 Вт/м^2; в день 20.08.2023 - 512.5 Вт/м^2 (почти одинаковые значения).

Результаты первых суток изменения параметров дыни, помещенной в специально подготовленную камеру, следующие:

Таблица №1.

Результаты эксперимента предварительной обработки от 19.08.2023 г.

Время	**φ установки (влажность) (2 отверстия)**	**$T_{установки}$ (температура) (2 отверстия)**	**d, г/кг (2 отверстия)**	**P, кРа (2 отверстия)**	**Радиация Вт/м^2**

ISSN 3030-3907

8:00	34	49,4	25,5	3,99	598,4
9:00	32	51,6	27,9	4,36	608,6
10:00	25	58,1	29,2	4,54	677,2
11:00	19	67,2	33,6	5,2	740,9
12:00	18	68,9	34,9	5,4	842,9
13:00	22	69,9	45,2	6,86	848,9
14:00	28	68,1	53,4	8,1	749,6
15:00	39	55,8	49,2	7,43	707,9
16:00	49	48,9	37,5	5,76	555,6
17:00	54	45,2	33,5	5,18	345,0
18:00	56	43,4	31,2	4,84	176,4
19:00	58	37,6	24,5	3,85	46,7
20:00	61	35,6	23,1	3,63	4,7

Эти результаты будем использовать для моделирования изменения влажности и температуры внутри дыни. Чтобы использовать в качестве граничных условий, с их помощью составим регрессионные уравнения, чтобы получить непрерывных функций.

Для получения регрессионных уравнений использовались возможностями математического пакета Mathcad. Например, при использовании данных температуры первого дня в пакете получим:

$x := (8\ \ 9\ \ 10\ \ 11\ \ 12\ \ 13\ \ 14\ \ 15\ \ 16\ \ 17\ \ 18\ \ 19\ \ 20)^T$

$y := (49.4\ \ 51.6\ \ 58.1\ \ 67.2\ \ 68.9\ \ 69.9\ \ 68.1\ \ 55.8\ \ 48.9\ \ 45.2\ \ 43.4\ \ 37.6\ \ 35.6)^T$

$k := 5 \qquad s := regress(x,y,k) \qquad a1(t) := interp(s,x,y,t) \qquad a1(8) = 49.617$

ISSN 3030-3907

Таким образом уравнения регрессии, полученные методом наименьших квадратов [14] на основе таблицы №1, представлены в следующей таблице табл.№2.

Таблица №2.

Регрессионные уравнения для процесса сушки.

Полученные величины	**Регрессионные уравнения**	**Относительная погрешность**
Температура – первый день	$y(t) = 2686.89t - 1057.12t + 162.51t^2 - 11.97 + 0.425t^4 - 0.00585t^5$	2.1
Температура – второй день	$y(t) = 348{,}27968 - 119{,}4097t + 16{,}48457t^2 - 0{,}92263t^3 + 0{,}01792t^4$	3.7
Влажность –первый день	$y(t) = 59{,}83826 + 22{,}37757t - 6{,}25103t^2 + 0{,}47241t^3 - 0{,}0108t^4$	6.6
Влажность –второй день	$y(t) = -417{,}84389 + 174{,}4113t - 23{,}1951t^2 + 1{,}26162t^3 - 0{,}02394t^4$	2.07
Радиация –первый день	$y(t) = 12637{,}054 - 4177{,}67064t + 517{,}6988t^2 - 26{,}8982t^3 + 0{,}4942t^4$	3.2
Радиация –второй день	$y(t) = 11389{,}526 - 3513{,}09t + 383{,}415t^2 - 14{,}91249t^3 + 0{,}017798t^4 + 0{,}00686t^5$	3.9

Как видно из значения относительной погрешности в таблице, функции, полученные на основе построенной регрессии, могут быть применены вместо граничного условия. В качестве примера приведем функцию, лежащую в основе уравнения регрессии, полученного на основе значений температуры, влажности радиации, в сочетании с экспериментальными точками.

ISSN 3030-3907

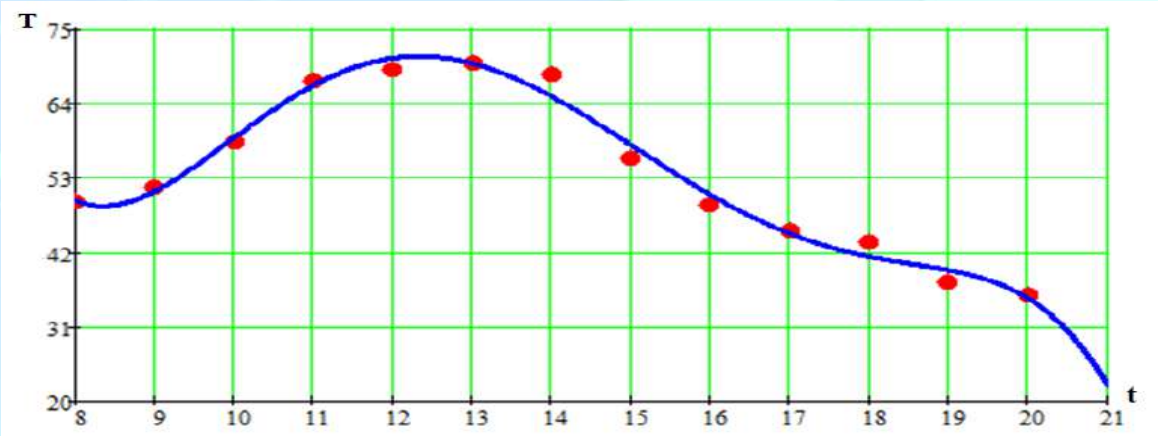


Рис.1 Экспериментальные значения температуры на поверхности дыни в часах в первые сутки и полученная на их основе регрессионная линия.

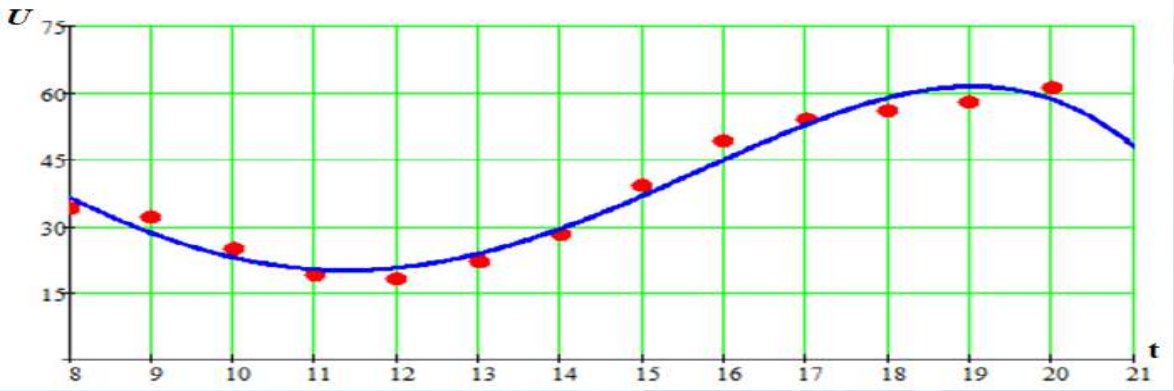


Рис. 2 Экспериментальные значения влажности на поверхности дынь в часах в первые сутки и полученная на их основе регрессионная линия.

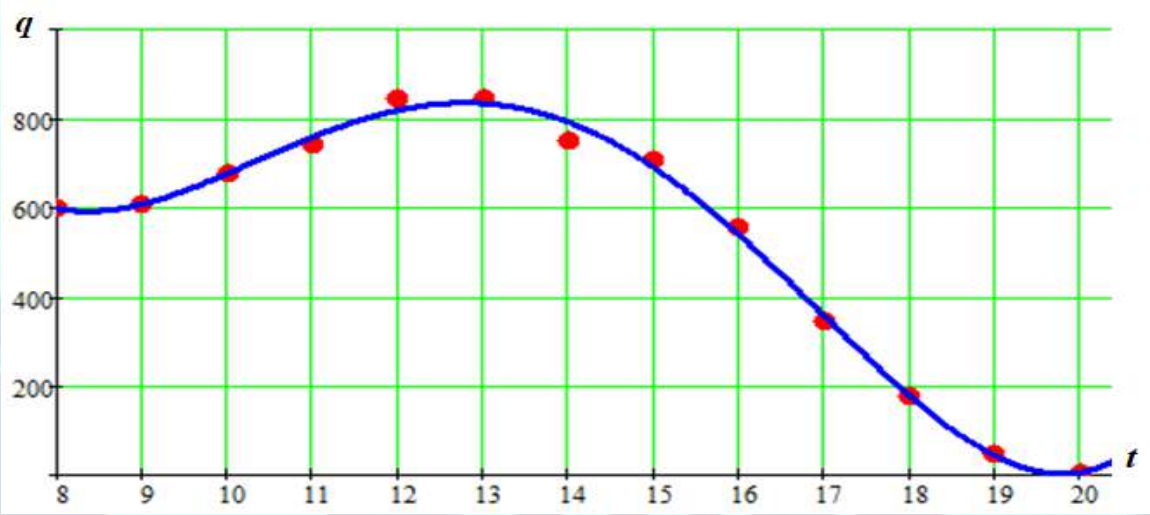


Рис. 3 Экспериментальные значения радиации в часах в первый день и полученная на их основе регрессионная линия.

:

ISSN 3030-3907

Таблица № 3.

Аналогично результаты эксперимента на второй день следующие

Время	Температура воздуха	Относительная влажность	Давление	Радиация	φ установки (влажность) (2-отверстия)	$T_{установки}$ (температура) (2 отверстия)	d, г/кг (2 отверстия)	P, кРа (2 отверстия)
8:00	33,8	20,8	987,1	478,6	40	49,4	30.3	4.7
9:00	34,6	19,7	986,9	503,8	34	51,6	29.8	4.63
10:00	33,8	16,4	986,3	535,7	29	54,8	29.4	4.57
11:00	35,1	19,5	986,4	628,1	20	62,7	29.4	4.58
12:00	36,6	24,6	986,5	788,3	17	67,9	31.3	4.86
13:00	37,4	20,7	986,0	801,6	16	69,5	32.2	4.99
14:00	38,5	16,2	985,9	816,0	19	63,4	27.9	4.35
15:00	39,9	14,3	985,1	739,0	24	56,1	25.4	3.97
16:00	39,9	12,4	984,7	605,5	32	48,6	23.9	3.76
17:00	39,0	13,2	984,5	428,6	41	43,2	22.7	3.55
18:00	38,4	13,7	984,1	276,0	49	41,3	24.3	3.82
19:00	36,8	14,3	984,0	58,2	51	39,4	22.7	3.57
20:00	33,4	21,8	983,9	3,5	54	36,2	20.4	3.21

Поскольку экспериментальные значения температуры, влажности и радиации в этой таблице тоже используются в граничных условиях дифференциальных уравнений, построим уравнения регрессии. Вид этих уравнений приведены в табл. № 1.

ISSN 3030-3907

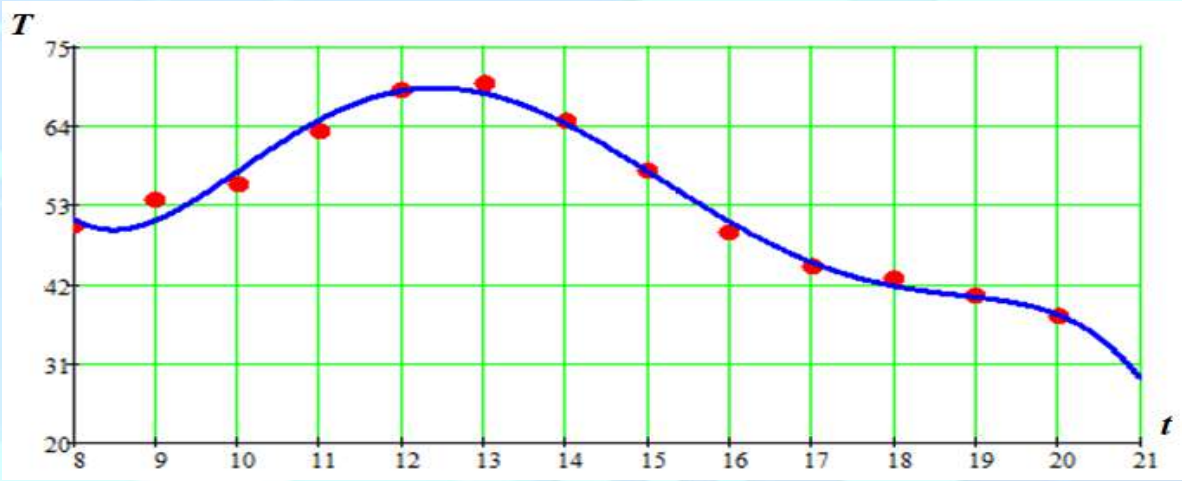


Рис.4 Экспериментальные значения температуры на поверхности дыни в часах на вторые сутки и полученная на их основе регрессионная линия.

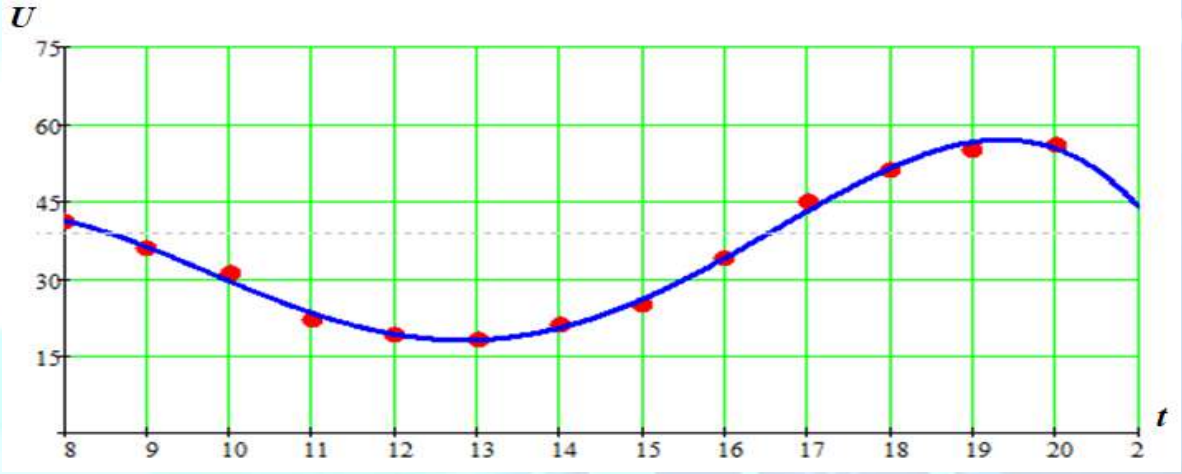


Рис. 5 Экспериментальные значения влажности на поверхности дынь в часах на вторые сутки и полученная на их основе регрессионная линия.

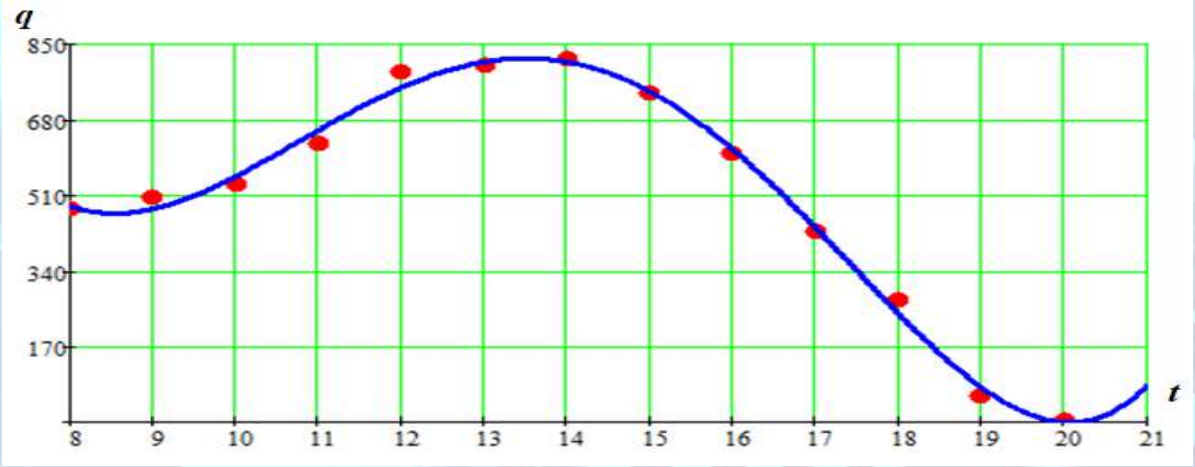


Рис. 6 Экспериментальные значения радиации в часах на вторые сутки и полученная на их основе регрессионная линия.

Выводы.

ISSN 3030-3907

Таким образом, полученные функции можно использовать при теоретическом исследовании при предварительной обработке, для изучения изменения температуры, влажности внутри дыни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Muhamad, N. & Mohd Redzuan, N. A. (2019). Effects of different drying methods and quality parameters on dried manis Terengganu melon (Cucumis melo). Journal of Agrobiotechnology, 10(1S), 46-58

2. Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2007). Use of Ultrasound as Pretreatment for Dehydration of Melons. Drying Technology, 25(10), 1791–1796.

3. Teles, Ulisses & Fernandes, Fabiano & Rodrigues, Sueli & Lima, Andréa & Maia, Geraldo & Figueiredo, Raimundo. (2006). Optimization of osmotic dehydration of melons followed by air-drying. International Journal of Food Science & Technology. 41. 674 - 680. 10.1111/j.1365-2621.2005.01134.x.

4. Gabriella Dias da Silva, Zilmar Meireles Pimenta Barros, Rafael Augusto Batista de Medeiros, Carlos Brian Oliveira de Carvalho, Shirley Clyde Rupert Brandão, Patrícia Moreira Azoubel, Pretreatments for melon drying implementing ultrasound and vacuum, LWT, Volume 74, 2016, Pages 114-119, ISSN 0023-6438.

5. Жумаев Ж., Опокина Н.А. Решение математических задач в пакетах математических программ Maxima и Mathcad. **Электронное учебное пособие.** «Казанский (Приволжский) федеральный университет». Казан. 2021. 227 с. https://repository.kpfu.ru/?p_id=253062.

ISSN 3030-3907