

Игорь Вячеславович Алтухов

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, профессор кафедры энергообеспечения и теплотехники, доктор технических наук, доцент, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия
altukhigor@yandex.ru

Светлана Михайловна Быкова

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, аспирант кафедры энергообеспечения и теплотехники, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия
bsm2212@mail.ru

Анастасия Максимовна Свиная

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, студент 2-го курса, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия
svinareva.nastya@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОМАТНОГО ПОРОШКА

Цель исследования – определить влияние инфракрасной обработки и сушки на качественные показатели томатного порошка. Задачи исследования: установить наилучший режим сушки томатов для получения томатного порошка с высокими качественными показателями и минимальными энергозатратами. Проанализировано три вида порошка, полученного в разный временной интервал при аналогичных условиях эксперимента. Образец № 1 был получен 28.09.2020 г.; образец № 2 – 07.10.2020 г.; образец № 3 – 25.02.2021 г. Образцы получены при различных режимах сушки: температура сушильного шкафа до загрузки, °С (№ 1 – 60; № 2 – 55; № 3 – 70); масса загрузки, г (1009; 996; 1012); время начала снижения температуры, мин (150; 180; 120); время сушки до необходимой влажности, мин (400; 400; 270); конечная влажность, % (6–8; 7–9; 6–12). Переработка томатов осуществлялась путем сушки исходного томатного сырья в сушильном шкафу с импульсными керамическими ИК-излучателями серии ECS. Загрузка томатов осуществлялась в предварительно разогретый сушильный шкаф, по мере удаления свободной влаги температура в шкафу снижалась и производилась дальнейшая досушка плодов при более низких температурах. Влажность томатного сырья в процессе сушки была снижена до 6–12 %. Органолептическая оценка (цвет, внешний вид, текстура, аромат) выявила, что представленные образцы незначительно отличаются друг от друга. Текстура и консистенция однородная, оранжево-красного цвета с приятным томатным ароматом, посторонние запахи отсутствуют. Образцы № 1 и № 3 близки по содержанию витаминов в целом. Образец № 1 содержит немного большее количество витамина А, В₆ и С, но уступает в содержании витаминов В₁, В₂ и Е. Образец № 3 незначительно уступает по витаминному составу, но в значительной степени выигрывает по энергозатратам производства. Режим сушки образца № 3 принят как наилучший из исследованных.

Ключевые слова: томаты, витамины, импульсные керамические нагреватели, инфракрасная обработка и сушка, продукты высокой пищевой ценности.

Igor V. Altukhov

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Professor at the Department of Energy Supply and Heat Engineering, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia
altukhigor@yandex.ru

Svetlana M. Bykova

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, postgraduate student of the Department of Power Supply and Heat Engineering, Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia
bsm2212@mail.ru

Anastasia M. Svinareva

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, 2nd Year Student, Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia
svinareva.nastya@mail.ru

IR RADIATION INFLUENCE ON THE TOMATO POWDER QUALITATIVE INDICATORS

The purpose of the study is to determine the effect of infrared processing and drying on the quality indicators of tomato powder. Research objectives: to establish the best drying regime for tomatoes to obtain tomato powder with high quality indicators and minimum energy consumption. Three types of powder obtained in different time intervals under similar experimental conditions are analyzed. Sample No. 1 was obtained on September 28, 2020; sample No. 2 – 07.10.2020; sample No. 3 – 25.02.2021. Samples were obtained under different drying modes: temperature of the drying cabinet before loading, °C (No. 1 – 60; No. 2 – 55; No. 3 – 70); loading weight, g (1009; 996; 1012); time of the beginning of temperature decrease, min (150; 180; 120); drying time to the required moisture content, min (400; 400; 270); final moisture, % (6–8; 7–9; 6–12). The processing of tomatoes was carried out by drying the original tomato raw material in a drying oven with ECS series pulsed ceramic infrared emitters. The tomatoes were loaded into a preheated drying cabinet, as the free moisture was removed, the temperature in the cabinet decreased and further fruit drying was carried out at lower temperatures. The moisture content of tomato raw materials during the drying process was reduced to 6–12 %. Organoleptic evaluation (color, appearance, texture, aroma) revealed that the samples presented did not differ significantly from each other. The texture and consistency is homogeneous, orange-red in color with a pleasant tomato aroma, there are no foreign odors. Samples No. 1 and No. 3 are close in terms of the content of vitamins in general. Sample No. 1 contains slightly more vitamins A, B₆ and C, but inferior in the content of vitamins B₁, B₂ and E. Sample No. 3 is slightly inferior in terms of vitamin composition, but to a large extent wins in terms of energy consumption of production. Drying regime for sample No. 3 was taken as the best of the investigated ones.

Keywords: tomatoes, vitamins, impulse ceramic heaters, infrared processing and drying, food of high nutritional value.

Введение. В настоящее время растительная пища и продукты, полученные на ее основе, становятся все более популярными и занимают немаловажное значение в рационе питания человека. Одни из таких продуктов – овощи, которые являются источником биологически активных веществ в организме человека. Употребляя

данный продукт, наш организм обогащается витаминами и макро- и микроэлементами. Каждый вид овощного сырья содержит в себе определенный, свойственный своему виду, набор ценных питательных компонентов [1, 2]. Содержание витаминно-минерального состава спелого томата представлено на рисунке 1.

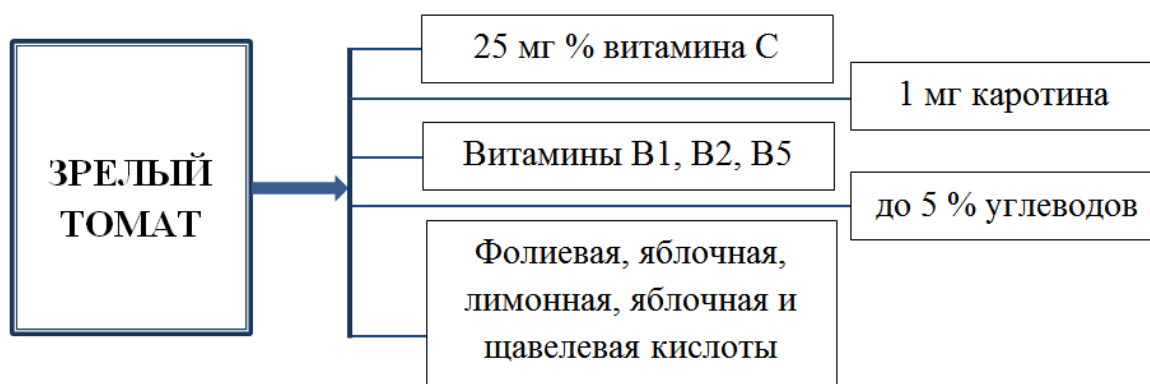


Рис. 1. Витаминно-минеральный состав зрелого томата

Томаты, пройдя технологическую обработку, несколько не уступают свежим томатам по вкусовым качествам и внешнему виду. Рацион продуктов, полученных из сушеных томатов, весьма разнообразен. Область применения их в кулинарии и на предприятиях общественного питания велика [3].

Для получения сушеных томатов с высокими пищевыми ценностями необходимо выбрать такой способ и режим сушки, чтобы качество продукта не изменилось, а срок хранения продуктов увеличился [4].

Цель исследования – определить влияние инфракрасной обработки и сушки на качественные показатели томатного порошка.

Задачи исследования: установить наилучший режим сушки томатов для получения томатного порошка с высокими качественными показателями и минимальными энергозатратами.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являются томаты, томатный

порошок, импульсные керамические излучатели, режимы работы, показатели качества.

Подготовительный этап технологической линии состоит из тщательной очистки, мойки, калибровки, взвешивания и нарезки томатов. Перед началом сушки томаты промываются под проточной водой, затем высушиваются. Далее вырезается след от плодоножки и производится взвешивание.

Было рассмотрено 6 образцов томатов одного сорта незначительно отличающихся по весу. За подготовительным этапом следовала нарезка томатов. Каждый томат был разделен на восемь долек, проведен замер параметров долек. Способ нарезки выбран согласно работе авторов [5]. После нарезки томаты укладывались на лоток и загружались в сушильный шкаф, предварительно разогретый до определенной температуры, указанной в таблице 1. Укладка томатов на лоток представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Укладка томатов на лоток

В камере сушильного шкафа было размещено 6 керамических излучателей таким образом, чтобы создавался принцип объемного излуче-

ния. Расположение керамических нагревателей в сушильном шкафу представлено на рисунке 3.



Рис. 3. Расположение керамических нагревателей в сушильном шкафу

Следующим этапом технологии получения томатного порошка является помол. Помол сушеных томатов осуществлялся на лабораторной ножевой мельнице. Размеры сушеных томатов соответствовали размерам приемной камеры мельницы, следовательно, дополнительного помола образцов не требовалось.

Было взято три вида порошка, полученного в разный временной интервал при аналогичных условиях эксперимента. Образец № 1 был получен 28.09.2020 г.; образец № 2 был получен 07.10.2020 г.; образец № 3 был получен 25.02.2021 г. Параметры проведения эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры эксперимента

Параметр эксперимента	Образец		
	№ 1	№ 2	№ 3
Температура сушильного шкафа до загрузки, °С	60	55	70
Масса загрузки, г	1009	996	1012
Интервал работы нагревателя, мин	5–7	5–7	5–7
Время начала снижения температуры, мин	150	180	120
Температура досушки, °С	30	30	30
Время сушки до необходимой влажности, мин	400	440	270
Конечная влажность, %	6–8	7–9	6–12

В процессе сушки, по достижению данной температуры, процесс управления установкой был переведен в автоматический. Таким образом, время работы нагревательных элементов составляло 5–7 мин, до достижения заданной температуры, нагреватели отключались, а в работу включался вентилятор.

Результаты исследования и их обсуждение

Образец № 1. Диаметр плодов томатов в среднем составлял 30–40 мм, средняя длина плода 40–60 мм. Исходная влажность свежих томатов 95 %. Общее время пребывания томатов в сушильном шкафу составило 400 мин, по

истечении 150 мин температура сушки была снижена до 50 °С, далее через каждые 30–40 мин температура снижалась на 5 °С. Досушка томатов до конечной влажности производилась при 30 °С. Влажность сушеных томатов в среднем 6–8 %. Конечная влажность томатов определялась весовым методом и проверялась влагомером Smart sensor model: AR 991.

Проверка качественных показателей осуществлялась в межрайонной ветеринарной аккредитованной лаборатории. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты исследования томатного порошка (образец № 1), мг/100 г

Показатель	Результат исследования	Погрешность
Витамин А	0,31	0,06
Витамин В ₁	0,22	0,04
Витамин В ₂	0,14	0,20
Витамин В ₆	0,27	0,04
Витамин В ₁₂	< 0,001	
Витамин Е	1,15	0,20
Витамин С	26,4	3,12

Образец № 2. Диаметр плодов томатов в среднем составлял 35–50 мм, средняя длина плода 40–65 мм. Томаты были нарезаны дольками средним размером 15–17 мм. Параметры

проведения этого эксперимента несколько отличаются от предыдущего и представлены в таблице 1. Результаты исследования полученного томатного порошка представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты исследования томатного порошка (образец № 2), мг/100 г

Показатель	Результат исследования	Погрешность
Витамин А	0,23	0,04
Витамин В ₁	0,18	0,02
Витамин В ₂	0,12	0,02
Витамин В ₆	0,14	0,02
Витамин В ₁₂	< 0,001	–
Витамин Е	1,13	0,20
Витамин С	16,4	2,28

Образец № 3. В этом эксперименте было взято 6 плодов томатов, приблизительно близких по массе. Диаметр плодов томатов в среднем составлял 90–110 мм; средняя длина дольки – 60; средняя высота – 28; средняя ширина – 27 мм. Время пребывания томатов в сушильном шкафу составляло 270 мин. Сушка томатов производилась в автоматическом режиме

управления, как и в получении предыдущих образцов. Параметры проведения эксперимента приведены в таблице 1.

В ходе проведения исследований каждые 30 мин производился замер массы каждого образца томатного сырья. Результаты зависимости массы томатов от времени представлены на рисунке 4.

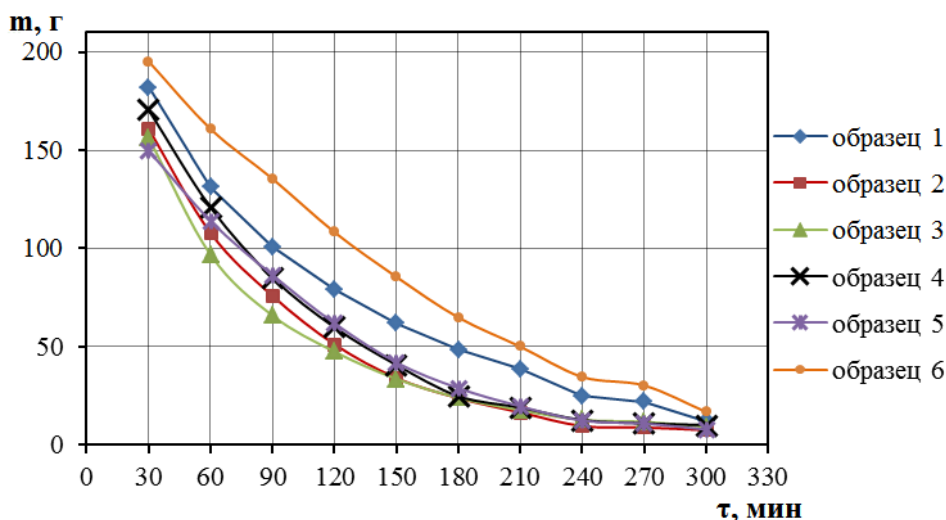


Рис. 4. Зависимость массы томатов от времени сушки

Из рисунка 4 видно, что с течением времени масса томатов снижается. В процессе взвешивания томатного сырья рассчитывалась влажность томатов весовым методом. В результате сушки было выявлено, что влажность образцов изменялась в зависимости от размеров и формы.

В результате сушки были получены томаты средней влажностью 6–12 %. Томаты имеют насыщенный темно-красный окрас, обладают повышенной хрупкостью, размер долек томата уменьшился в среднем в 2–4 раза. Результаты оценки томатного порошка представлены в таблице 4.

Результаты исследования томатного порошка (образец № 3), мг/100 г
«Образец №3»

Показатель	Результат исследования	Погрешность
Витамин А	0,27	0,04
Витамин В ₁	0,25	0,04
Витамин В ₂	0,18	0,02
Витамин В ₆	0,20	0,04
Витамин В ₁₂	< 0,001	–
Витамин Е	1,18	0,20
Витамин С	25,7	3,10

Органолептическая оценка показателей высушенных томатов, таких как цвет, внешний вид, текстура, аромат, обнаружила, что представленные образцы незначительно отличаются друг от друга и традиционно потребляемых продуктов питания [6]. Текстура и консистенция полученных томатных порошков однородная, оранжево-красного цвета с приятным томатным ароматом, напоминающим аромат томатной пасты. Посторонние запахи отсутствуют.

Качественный анализ результатов исследований показал, что полученный томатный порошок содержит в себе витамин А; витамины группы В: В₁, В₂, В₆; витамин Е; витамин С.

Выводы. Проведенные исследования показали, что томатный порошок образцов № 1 и 3 близки по содержанию витаминов в целом, но если говорить об отдельно взятых витаминах, то можно сказать, что образец № 1 содержит немного большее количество витамина А, витамина В₆ и витамина С, но уступает в содержании витаминов В₁, В₂ и витамина Е. Образец № 3 незначительно уступает по витаминному составу, но в значительной степени выигрывает по энергозатратам производства томатного порошка. Режим сушки образца № 3 принят как наилучший из исследованных.

Список источников

1. Медникова С.О. Кладовые природы. 600 уникальных методик, лучших рецептов. СПб.: Весь, 2006. С. 292–296; 326–327.

2. Шепелев А.Ф., Печенежская И.А. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров. М.; Ростов н/Д.: МирТ, 2004. С. 77–93.
3. Озимов Е.Н., Прудников А.Ю. Электротехнологии, применяемые для обработки и сушки овощей // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. п. Молодежный: Изд-во Иркутского ГАУ, 2020. Т. 3. С. 68–75.
4. Попов В.М., Афоньшина В.А., Левинский В.Н. Результаты исследований качественных показателей процесса ик-сушки томатов с установкой сроков хранения // Вестник КрасГАУ. 2018. № 4. С. 174–181.
5. Свиная А.М., Быкова С.М. Технологическая подготовка томатов перед инфракрасной обработкой // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. п. Молодежный: Изд-во Иркутского ГАУ, 2020. Т. 3. С. 107–113.
6. Влияние способа получения порошка из моркови на качественные показатели морковного печенья / И.В. Алтухов [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2020. № 12. С. 232–237.

References

1. Mednikova S.O. Kladovye prirody. 600 unikal'nyh metodik, luchshih receptov. SPb.: Ves', 2006. S. 292–296; 326–327.

2. *Shepelev A.F., Pechenezhskaya I.A.* Товароведение и экспертиза продовольственных товаров. М.; Ростов н/Д.: MirT, 2004. С. 77–93.
3. *Ozimov E.N., Prudnikov A.Yu.* `Elektrotehnologii, primenyaemye dlya obrabotki i sushki ovoschej // Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nyh problem APK: mat-ly vseros. nauch.-prakt. konf. p. Molodezhnyj: Izd-vo Irkutskogo GAU, 2020. T. 3. S. 68–75.
4. *Popov V.M., Afon'shina V.A., Levinskij V.N.* Rezul'taty issledovaniy kachestvennyh pokazatelej processa ik-sushki tomatov s ustanovkoj srokov hraneniya // Vestnik KrasGAU. 2018. № 4. S. 174–181.
5. *Svinareva A.M., Bykova S.M.* Tehnologicheskaya podgotovka tomatov pered infrakrasnoj obrabotkoj // Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nyh problem APK: mat-ly vseros. nauch.-prakt. konf. p. Molodezhnyj: Izd-vo Irkutskogo GAU, 2020. T. 3. S. 107–113.
6. Vliyanie sposoba polucheniya poroshka iz morkovi na kachestvennye pokazateli morkovnogo pechen'ya / *I.V. Altuhov* [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2020. № 12. S. 232–237.

