

УДК 664.8: 573.6.086.83:664.022.3

Профессор А.Н. Остриков

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. тел. (473) 255-35-54

E-mail: oan@vsuet.ru

доцент А.М. Гаджиева

(Дагестанский государственный технический университет)

E-mail: gadzhieva_aida@mail.ru

профессор Г.И. Касьянов

(Кубанский государственный технологический университет) тел. (861) 255-99-07

E-mail: kasyanov@kybstu.ru

Professor A.N. Ostrikov

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of fats, processes and devices of chemical and food industries. phone (473) 255-35-54

E-mail: oan@vsuet.ru

associate Professor A.M. Gadzhieva

(Daghestan State Technical University)

E-mail: gadzhieva_aida@mail.ru

professor G.I. Kasianov

(Kuban State Technological University) phone (861) 255-99-07

E-mail: kasyanov@kybstu.ru

Комплексная технология переработки томатного сырья

Complex processing technology of tomato raw materials

Реферат. В качестве объекта исследования были использованы плоды томатов, выращенных в центральных и южных районах страны, которые содержат 5-6 % сухих веществ, в том числе 0,13 % пектина, 0,86 % клетчатки, 0,5 % органических кислот, 0,5 % минеральных веществ и т. д. Эти томаты, выращенные в горах, на почве с высокой минерализацией, отличаются повышенным содержанием ценных компонентов и длительной сохранностью. Для извлечения ценных компонентов из высушенных томатных выжимок применен способ CO₂-экстракции. Рассмотрена технологическая и экологическая целесообразность ступенчатой сушки томатов в гелиосушилке и в среде инертного газа; усовершенствована схема производства сушеных томатов; разработана установка для сушки томатных выжимок; разработана схема производства порошков из мякоти, кожицы и семян томатов. Комбинированный способ сушки томатных выжимок заключался в одновременном использовании электромагнитного поля низкой и сверхвысокой частоты и обдува поверхности продукта горячим азотом. Проведение процесса сушки в среде инертного газа азота интенсифицировало процесс удаления влаги из томатного сырья. Доказана целесообразность использования томатного порошка как обогащающей добавки. На основе изучения химического состава томатного порошка из выращиваемых в Дагестане сортов томатов, проведения органолептической оценки и физико-химических исследований готовой продукции, доказана лучшая степень восстанавливаемости томатного порошка при производстве восстановленных соков и томатных напитков.

Summary. Tomatoes grown in the central and southern parts of the country, which contain 5-6 % of solids, including 0.13 % of pectin, 0.86 % of fat, 0.5 % of organic acids; 0.5 % minerals, etc. were used as a subject of research. These tomatoes, grown in the mountains, on soils with high salinity, contain high amounts of valuable components and have a long-term preservation. For the extraction of valuable components from dried tomato pomace CO₂ extraction method was applied. Technological and environmental feasibility of tomatoes stage drying in the atmosphere of inert gas in solar dry kiln were evaluated; production scheme of dried tomatoes is improved; a system for tomato pomace drying is developed; a production scheme of powders of pulp, skin and seeds of tomatoes is developed. Combined method of tomato pomace drying involves the simultaneous use of the electromagnetic field of low and ultra-high frequency and blowing product surface with hot nitrogen. Conducting the drying process in an inert gas atmosphere of nitrogen intensified the process of moisture removing from tomatoes. The expediency of using tomato powder as enriching additive was proved. Based on the study of the chemical composition of the tomato powder made from Dagestan varieties of tomatoes, and on the organoleptic evaluation and physico-chemical studies of finished products, we have proved the best degree of recoverability of tomato powder during the production of reconstituted juice and tomato beverages.

Ключевые слова: томаты, сушильный агент, CO₂-экстракты, томатный порошок, СВЧ-сушка, томатные выжимки.

Keywords: tomatoes, drying agent, CO₂ extracts, tomato powder, microwave drying, tomato pomace.

© Остриков А.Н., Гаджиева А.М., Касьянов Г.И., 2015

Стратегической задачей аграрной политики страны является увеличение эффективности производства сельхозпродуктов, в том числе томатов [1]. В выполнении этой задачи важное место занимает скорейшее внедрение новейших прорывных технологий переработки томатов, позволяющих значительно сократить потери продукции [2]. Однако консервная продукция, вырабатываемая в России, не может конкурировать на международном рынке из-за нерационального соотношения между ценой и качеством вырабатываемых томатных продуктов. Поэтому повышение качества выпускаемой консервной продукции и снижение ее себестоимости являются основополагающими факторами развития промышленной переработки томатов. Эта проблема должна решаться в первую очередь за счет более полного использования природного потенциала томатного сырья и повышения технологичности производственного процесса.

Однако до настоящего времени не до конца изучены технологии и механизмы воздействия на томатное сырье солнечной энергии, ЭМП СВЧ, электроплазмолиза, практически не изучены особенности влияния на ход технологических процессов CO_2 -обработки и ультразвуковой обработки растительного сырья. Одним из важнейших преимуществ технологий, основанных на использовании ЭМП НЧ, ультразвука и CO_2 -экстракции является возможность производства продуктов без консервантов, наполнителей, химических, нежелательных ароматических веществ и других добавок.

Решение проблемы комплексной переработки томатного сырья с получением конкурентоспособных продуктов на основе инновационных технологий их производства, основанных на использовании физических, биологических и технологических приемов, применения ультразвуковых, газожидкостных и электрофизических процессов воздействия на сырье и полуфабрикаты. Проанализировав известные способы длительного хранения сырья, мы предложили применить для томатов щадящий способ сушки. Сушеные томаты обладают хорошим внешним видом и великолепным вкусом. Их можно при-

менять в домашней кулинарии и на предприятиях общественного питания при приготовлении широкого ассортимента обеденных блюд.

Целью исследований явилось теоретическое обоснование и разработка инновационных технологий комплексной переработки томатного сырья с использованием физико-химических технологических приемов на основе CO_2 -экстракции, электромагнитных полей и ультразвукового воздействия.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1) теоретически обосновать и экспериментально подтвердить технологическую и экологическую целесообразность использования возделываемых в стране перспективных сортов томатов в технологии производства паст, пюре, соков, CO_2 -экстрактов, красителей;

2) теоретически обосновать использование инновационных физико-химических способов обработки сырья при производстве томатопродуктов:

- электромагнитного поля крайне низких и сверхвысоких частот;
- ультразвуковых воздействий.

Томаты сухие и промежуточной влажности имеют высокую биологическую ценность, антиоксидантную активность и иммунозащитные свойства. В сушеных томатах в высококонцентрированном виде находятся БАВ, определено содержание ликопина, β -каротина, витамина С, полифенолов и флавоноидов. Высокое содержание в мякоти и кожце томатов ликопина позволяет обогащать им другие пищевые продукты.

Свежее овощное сырье имеет ограниченные сроки хранения, поэтому необходимо разрабатывать щадящие способы консервирования томатов, позволяющие в максимальной мере сохранить ценные компоненты исходного сырья. В связи с этим весьма актуальной является задача совершенствования способа сушки с максимальным сохранением физиологически ценных веществ исходного сырья [4].

Проведены исследования по биохимическому составу плодов, которые показали, что сорт томатов влияет на качество полученной продукции (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Биохимический состав некоторых сортов томатов

Вариант опыта	Содержание сухих растворимых веществ, %	Кислотность плодов, %	Содержание сахаров, %	Содержание витамина С, мг%
Дубрава (контроль)	5,6	0,61	2,62	24,7
Гибрид Ралли F1	5,9	0,63	2,84	25,9
Томат розовый	5,8	0,58	2,82	26,3
Малиновая лампа	5,7	0,57	3,12	26,2
Загадка	5,6	0,52	2,93	25,7

Выявлена прямая связь между содержанием сухих веществ в плодах томатов и концентрацией сахара ($r = 0,95 \pm 0,2$).

По приведенным в таблице данным содержание сухих растворимых веществ в плодах исследуемых сортов томатов находилось на уровне 5,6-5,9 %. Наименьшее содержание сухих растворимых веществ имели плоды томатов сорта Дубрава (5,5 %), который был контролем, наибольшее содержание этого показателя (5,8-5,9 %) имели плоды сортов Гибрид Ралли F1, Томат розовый, Малиновая лампа и Загадка. Томаты, выращенные в южных районах Дагестана, в полной мере обогащены полезными компонентами. В плодах таких томатов содержатся 5-6 % сухих веществ, в том числе 0,13 % пектина, 0,84 % клетчатки, 0,5 % органических кислот; 0,6 % минеральных веществ и т. д. Томаты, выращенные в горах, на почве с большим содержанием каль-

ция, отличаются повышенной плотностью тканей и длительной сохраняемостью. Томаты имеют высокое содержание пищевых волокон, включая пектиновые вещества; макро- и микроэлементы, витамины, каротиноиды, как наиболее дефицитные нутриенты питания.

Пищевые волокна относятся к полисахаридам растительного происхождения. Они считаются необходимым элементом для вывода из организма солей тяжелых металлов и радионуклидов. Они способны активировать перистальтику кишечника, метаболические процессы в организме и выводить продукты обмена веществ. В томатах содержится большое количество витамина С, витаминов группы В. Содержание солей калия, магния, кальция, меди, железа, селена, фосфора благотворно влияет на работу кроветворной системы [3].

Структурная схема переработки томатного сырья приведена на рисунке 1.

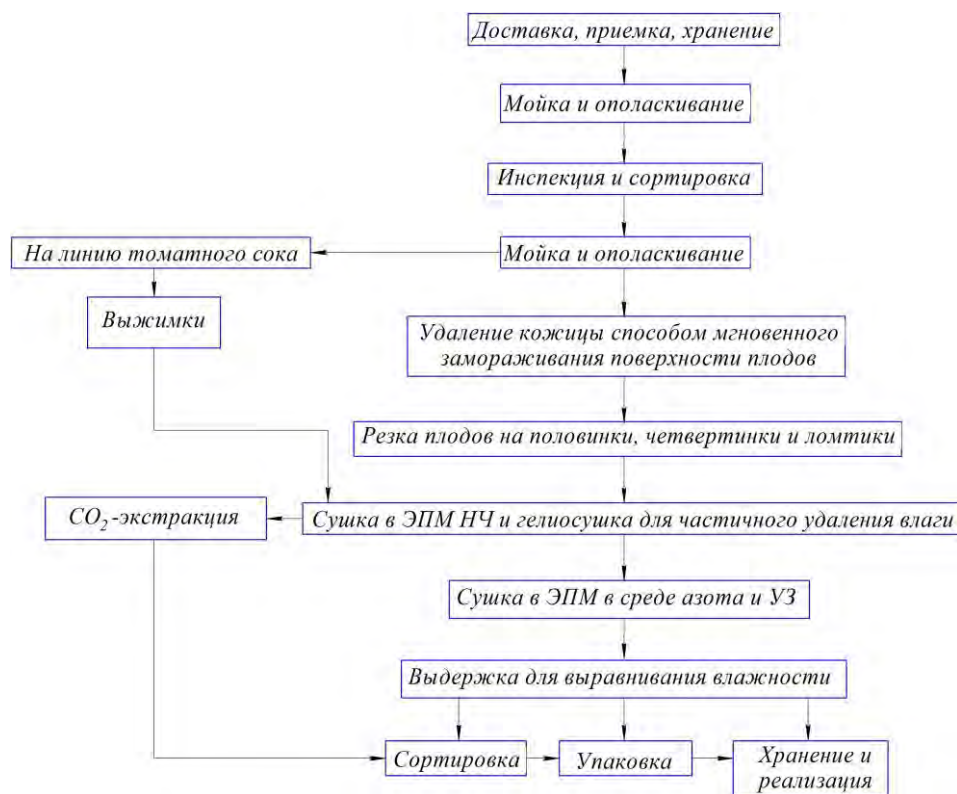


Рисунок 1. Структурная схема переработки томатного сырья

Отличительной особенностью этой схемы является использование для интенсификации процесса сушки электромагнитного поля низкой и сверхвысокой частоты, ультразвуковую обработку сырья. Для извлечения ценных компонентов из высушенных томатных выжимок применили способ CO_2 -экстракции. Несмотря на большую популярность у населения томат-

ной продукции, сроки ее хранения в натуральном виде весьма ограничены. Однако выращивание и переработка томатов трудоемкий процесс. Рациональней и дешевле использовать томатный порошок. Если от плода томата на протирочной машине отделить семена и кожицу, то получают сок с мякотью, из которого производят томатный порошок.

После доставки на завод томаты моются, измельчаются, протираются и увариваются до 26-30 % сухих веществ в вакуум-выпарной установке. Уваренная пульпа под давлением распыляется в распылительной сушилке. Одновременно на факел пульпы наносится 2 % порошка крахмала. Этот технологический прием позволяет улучшить адгезионные свойства агломератов порошка на выходе из сушилки.

С целью совершенствования технологии переработки томатов мы проанализировали возможность сушки томатов при щадящих технологических режимах, позволяющих максимально сохранить ценные компоненты сырья. Установлено, что организация процесса СВЧ-сушки в среде инертного газа позволяет получать продукты высокого качества.

Выполнены исследования по кинетике процесса сушки томатов, в задачу которых входила отработка технологии щадящей сушки томатного сырья с максимальным сохранением исходных полезных свойств. Как видно из данных рисунка 1, усовершенствованная технология позволяет сушить нарезанные томаты и томатные выжимки с максимальным сохранением БАВ.

На рисунке 2 показана схема установки для осуществления процесса ступенчатой сушки томатных продуктов.

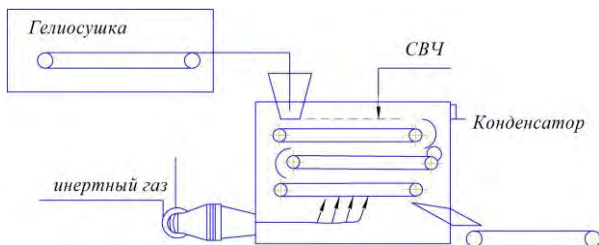


Рисунок 2. Экспериментальная сушильная установка

Впервые в технологической практике для интенсификации процесса массопереноса влаги из внутренних слоев материала использована обработка ЭМП НЧ [4]. СВЧ-сушка также является весьма перспективным способом сушки. При СВЧ-нагреве полуфабриката томатов происходит поглощение материалом электромагнитной энергии с длиной волны 12,2 с переходом ее в тепловую энергию.

Комбинированный способ сушки томатных выжимок заключается в одновременном использовании электромагнитного поля низкой и сверхвысокой частоты и обдува поверхности продукта горячим азотом. Проведение процесса сушки в среде инертного газа азота позволило интенсифицировать процесс удаления влаги из томатного сырья.

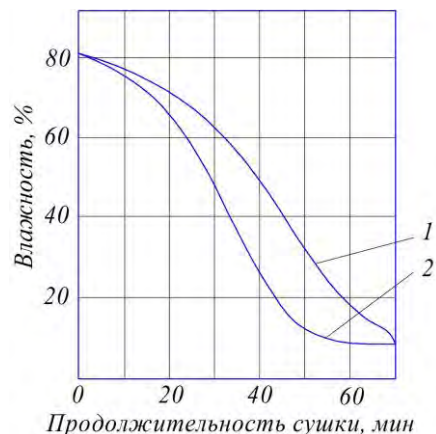


Рисунок 3. Кривые сушки томатных выжимок: 1 – в среде инертного газа, 2 – в среде инертного газа в ЭМП НЧ

Способ позволяет снизить потери биологически активных веществ исходного сырья. Представляет интерес изучение изменения влагосодержания нарезанных томатов в процессе СВЧ-сушки (рисунок 4).

Полученный порошок охлаждается на конвейере с помощью охлажденного воздуха и упаковывается в соответствующую тару. В томатном порошке в значительных количествах содержатся такие биологически важные компоненты, как пищевые волокна, представленные пектином, клетчаткой и гемицеллюлозой, и каротиноиды.

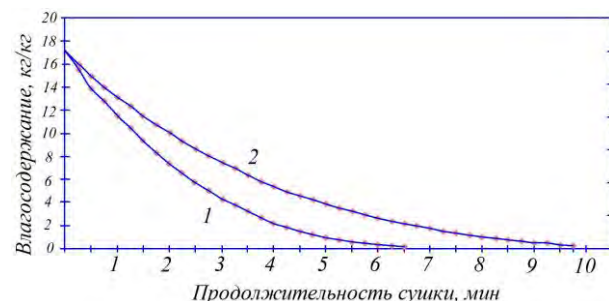


Рисунок 4. Изменение влагосодержания нарезанных томатов в процессе СВЧ-сушки: 1 – без кожицы, 2 – с кожицей

Доказано, что томатный порошок, содержащий пищевые волокна, может выводить из организма человека ионы тяжелых металлов. А каротиноиды, β -каротин и ликопин являются антиоксидантами.

Были определены задачи по обоснованию возможности использования томатного порошка как обогащающей добавки, по изучению химического состава томатного порошка, из выращиваемых в Дагестане сортов томатов, проведению органолептической оценки и физико-химических исследований готовой продукции, по выяснению наилучшей степени

восстанавливаемости томатного порошка для использования в производстве восстановленных соков и томатных напитков.

Структурная схема получения томатного порошка приведена на рисунке 5.



Рисунок 5. Структурная схема производства томатного порошка

Общий химический состав томатного порошка представлен в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Общий химический состав томатного порошка, %

Наименование	Влага	Жир	Белок	Зола	Углеводы всего	В том числе	
						пектин	клетчатка
Порошок томатный (результаты исследований)	3,1	0,43	12,9	8,9	58,2	1,2	16,5
Порошок томатный (контроль)	4-7	0,1-0,4	10-12	7-10	40-57	0,8	8,7

В 100 г томатного порошка содержится также 80 мкг каротиноидов, в том числе 35 мкг β -каротина и 42 мкг ликопина и 352 мкг аскорбиновой кислоты.

Одной из наиболее важных характеристик томатного порошка является его восстанавливаемость, т. е. способность впитывать влагу и приближаться по свойствам к натуральному овощному сырью. В экспериментах определяли степень

восстанавливаемости томатного порошка при различных дозировках воды (от 1:1 до 1:8), наилучшим образом подходящую для использования в производстве различных продуктов. Продолжительность набухания порошка составляла 30 мин. Исходя из химического состава томатного порошка, при внесении его в продукт в количестве 10 % в гидратированном виде в 100 г продукта будет содержаться 0,22 г пищевых волокон. Это не удовлетворяет полностью суточную потребность человека, но свидетельствует о повышении функциональности продукта. Дополнительными функциональными компонентами при этом являются каротиноиды, макро- и микроэлементы, витамины. Томатный порошок может найти применение для производства сухих приправ, соусов, соков, сухих супов и чипсов.

Полученный по модернизированной нами технологии томатный порошок мы использовали для приготовления томатного кетчупа (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Рецептура томатного кетчупа «Дагестанский»

Ингредиенты	Состав, %
Томатный порошок	35
Крахмал кукурузный	5
Перец сладкий красный	15
Топинамбур	10
Лук репчатый	10
Масло подсолнечное	5
Смесь CO ₂ -экстрактов: перца черного, перца красного и имбиря	0,08
Сахар-песок	1,5
Соль поваренная	2,5
Яблочный уксус	3
Вода	до 100 %

Применение томатного порошка в производстве соусов, кетчупов целесообразно с точки зрения доступности сырья, а также отсутствия воздействий аллергического характера для подавляющего числа потребителей.

Выполненные авторами исследования подтвердили целесообразность щадящей сушки плодов томатов, выращенных в предгорной части Дагестана, которые обладают высокой питательной, вкусовой и диетической ценностью. В них содержится повышенное содержание сахаров, в основном, глюкоза и фруктоза, а также пектиновые вещества, витамины, каротин, органические кислоты, минеральные вещества.

Разработаны технологические режимы для комплексной переработки свежих томатов.

Предлагаемые технологии комплексной переработки томатов для получения сухих и вяленых томатов, сухих томатных порошков рекомендуются для внедрения в производство.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ахмедова П.М., Сорта томата для безрассадной культуры в Дагестане // Картофель и овощи. 2010. № 1. С. 10-11.
- 2 Шлягун Г.В. Кинетика нагрева томатов в процессе конвективной сушки в плотном слое // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 9. С. 11-14.
- 3 Гаджиева А.М., Касьянов Г.И. Эффективная технология комплексной переработки томатов // Известия вузов. Пищевая технология. 2013. № 1. С. 76.
- 4 Барышев М.Г., Касьянов Г.И. Электромагнитная обработка сырья растительного и животного происхождения. Краснодар: КубГТУ, 2002. 217 с.

REFERENCES

- 1 Ahmedova P.M. Sort of a tomato for nonseedlings cultures in Dagestan. *Kartofel' i ovoshchi*. [Potato and vegetables], 2010, no. 1, pp. 10-11. (In Russ.).
- 2 Shlyagun G. V. Kinetics tomato heating convection drying process in the dense layer. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. [Storage and processing of agricultural raw materials], 2010, no. 9, pp. 11-14. (In Russ.).
- 3 Gadzhieva A.M., Kasyanov G. I. Effective technology of complex processing of tomatoes. *Izvestiya vuzov*. [News of high schools. Food technology], 2013, no. 1, pp. 76. (In Russ.).
- 4 Baryshev M.G., Kas'yanov G.I. Elektromagnitnaya obrabotka syr'ya rastitel'nogo i zhivotnogo proiskhozhdeniya [Electromagnetic processing of raw materials of a vegetative and animal origin]. Krasnodar, KubGTU, 2002. 217 p. (In Russ.).