

## Поликомпонентный экструдат на основе семян томатов

*Курочкин А.А., Долгов М.В.*

**Аннотация.** В работе представлен материал, свидетельствующий об актуальности вовлечения в хозяйственный оборот растительных сырьевых ресурсов их вторичных компонентов. Показано, что отходы от переработки томатов имеют значительный потенциал использования в хлебопекарном производстве как источник пищевых добавок, позволяющих обогащать хлеб и хлебобулочные изделия белком, пищевыми волокнами и биологически активными веществами. На основе анализа ранее выполненных работ, приведены аргументы в пользу технологического решения, в котором полезные ингредиенты семян томатов используются в составе поликомпонентного экструдата, получаемого путем обработки смеси этих семян с зерном пшеницы. Предложены технологические режимы работы экструдера для получения этого полуфабриката.

**Ключевые слова:** семена, томаты, выжимки, пшеница, зерно, экструдат, технология, поликомпонентный.

**Для цитирования:** Курочкин А.А., Долгов М.В. Поликомпонентный экструдат на основе семян томатов // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 22–26.

## Multicomponent extrudate based on tomato seeds

*Kurochkin A.A., Dolgov M.V.*

**Abstract.** The paper presents the material testifying to the relevance of the involvement of their secondary components in the economic turnover of plant raw materials. It is shown that waste from tomato processing has a significant potential for use in bakery production as a source of food additives, which allows enriching bread and bakery products with protein, dietary fibers and biologically active substances. Based on the analysis of previously performed works, arguments are given in favor of a technological solution in which the useful ingredients of tomato seeds are used as part of a multicomponent extrudate obtained by processing a mixture of these seeds with wheat grain. Technological modes of operation of the extruder for obtaining this semi-finished product are proposed.

**Keywords:** seeds, tomatoes, pomace, wheat, grain, extrudate, technology, multicomponent.

**For citation:** Kurochkin A.A., Dolgov M.V. Multicomponent extrudate based on tomato seeds. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 22–26. (In Russ.).

### Введение

Современный подход к разработке рецептур хлебобулочных изделий путем расширения вовлекаемых в хозяйственный оборот растительных сырьевых ресурсов характеризуется весьма широким диапазоном – от откровенно экзотических для России растений до использования вторичного сырья, которое в реальных условиях пока еще утилизируется или в лучшем случае – идет на корм животным. Между тем не следует забывать, что под вторичным сырьем понимается часть вторичных материальных ресурсов (ВМР), в отношении которых имеется техническая возможность и экономическая целесообразность повторного применения в пищевых и

иных технологиях в первоначальном виде или после дополнительной обработки.

При этом очевидно, что второй вариант более актуален, так как наряду с решением основной цели – расширением номенклатуры выпускаемых хлебобулочных изделий, предполагает внедрение малотходных или безотходных технологий, а также способствует сокращению затрат на вынужденную в ряде случаев утилизацию этих ресурсов [1, 5].

Например, в пищевой отрасли существует целый ряд технологий, реализация которых приводит к появлению значимых объемов вторичного сырья, содержащего весьма ценные ингредиенты, из которых экономически выгодно и технологически целесообразно вырабатывать различные пищевые

добавки. К такому сырью можно отнести продукты переработки овощей, фруктов, семян масличных культур и т.д.

Так, в процессе переработки томатов образуются побочные продукты, включающие кожуру, семена и мякоть перерабатываемого сырья. Эти продукты, известные как томатная выжимка, являются источником белка, липидов, каротиноидов и минералов. Выжимка также содержит биологически активные соединения и ценные антиоксиданты, такие как токоферолы, полифенолы, терпены и стерины [2, 3, 6].

Учитывая, что наиболее освоенными, с точки зрения технологии и техники переработки томатов, являются технологии производства томатного сока, томатной пасты и кетчупов, целесообразно рассмотреть материальные потоки, в которых образуются выжимки.

Выработка томатного сока предусматривает следующие технологические операции: мойку в сагурированной воде, инспекцию, сортировку, ополаскивание, дробление, семяотделение, подогрев пульпы, отжатие сока, фасовку и стерилизацию. Семена томатов по этой технологии получают после обработки сырья в дробилках-семяотделителях, а кожура образуется за счет работы протирочной машины. В некоторых технологических линиях семяотделительная машина не применяется, а рабочий процесс комплекта оборудования реализуется при участии 2-3 протирочных машин [2, 6].

Томатное пюре и томатная паста относятся к концентрированным продуктам в связи с чем их производство начинается с изготовления протертой томатной массы (пульпы), которую затем уваривают до требуемого содержания сухих веществ в выпарных аппаратах [3, 6].

Дальнейшее использование томатной выжимки, состоящей из семян томатов или смеси семян с кожицей, предполагает несколько вариантов.

В первом случае предлагается обработка семян, томатных выжимок и кожицы томатов жидким диоксидом углерода, в результате чего получают натуральные пищевые добавки с высокими органолептическими, физико-химическими и медико-биологическими свойствами [2, 3, 6]. Широкого применения в условиях промышленного производства эта технология пока не получила.

По второму варианту из томатных выжимок можно получить томатно-масляный экстракт (ТМЭ) или белково-томатно-масляную пасту (БТМП).

Установлено, что добавление ТМЭ и БТМП в оптимальных дозировках способствует улучшению органолептических показателей качества хлеба: пористость становится более развитой, равномерной, тонкостенной, мякиш – более нежный и эластичный с приятным томатным привкусом, он дольше сохраняет свою свежесть в процессе хранения. Удельный объем хлеба увеличивается на 8,6-18,0 %, пористость – на 1,2-4%, формоустойчивость по-

довых изделий – на 8,1-23%, сжимаемость мякиша – на 9,1-20% [1].

Одновременно с этим внесение БТМП и ТМЭ при производстве хлеба пшеничного из муки первого сорта повышает его пищевую ценность:

– увеличивается содержание белка в хлебе с добавлением БТМП на 13%, а незаменимых аминокислот на 12,6% по сравнению с контролем. При этом в хлебе, содержащем БТМП, соотношение трех незаменимых аминокислот – триптофан : лизин : метионин близко к оптимальному и составляет 1:2,5:2,2;

– при добавлении в тесто БТМП, которая является богатым источником минеральных веществ, и в частности кальция, соотношение кальция и фосфора в хлебе изменяется в сторону оптимального. При внесении ТМЭ и БТМП хлеб также обогащается ценными витаминами [1].

Технология выработки и применения ТМЭ и БТМП опирается на ряд патентов [1, 9] и технологических инструкций, однако, за рамки диссертационного исследования и научных публикаций она так и не вышла.

Третий вариант связан с получением масла из семян томатов и, в отличие от первых двух, получил некоторое распространение в условиях малотоннажных производств. Однако отсутствие высокоэффективного и сравнительно недорогого комплекта оборудования для реализации этого проекта обусловило низкую конкурентоспособность вырабатываемого продукта вследствие его высокой стоимости.

Цель работы – обоснование технологии получения поликомпонентного экструдата на основе семян томатов.

### Объекты и методы исследований

Изучали химический состав и пищевую ценность семян томатов, а также ряд других показателей, оказывающих влияние на параметры их экструзионной обработки. Исследования выполнялись с помощью одношнекового пресс-экструдера ЭК-40 производства ВЦПО «Фавор» (г. Волгоград), дополнительно оснащенного вакуумной камерой [13].

### Результаты и их обсуждение

Анализ литературных источников показывает, что количество данного вторичного сырья зависит от реализуемых пищевых технологий и свойств перерабатываемых томатов, и обычно составляет от 10 до 20% массы перерабатываемого сырья.

Например, при производстве томатного сока получают влажные выжимки, которые прессуют с целью предварительного обезвоживания, а затем сушат. В высушенном виде семена составляют примерно 50-55% сухих выжимок и при необходимости относительно просто отделяются от общей массы сырья.

Таблица 1 – Состав томатной выжимки, кожуры и семян

Компоненты (% по массе)	Томатная выжимка	Кожура	Семена
Вода	6,6-8,5	7,0-10,1	6,1-11,9
Белок	15,1-22,7	5,7-20,0	16,6-39,3
Масло	8,4-16,2	1,7-3,8	6,4-36,9
Волокна	11,3-64,7	29,9-65,6	14,8-33,8
Углеводы	2,9-5,1	1,1-8,2	2,3-26,0
Зола	3,2-3,4	2,7-25,6	2,0-3,6
Ликопин (мг/кг)	413,7	734	130
β-каротин (мг / кг)	149,8	29,3	14,4

Таблица 2 – Химический состав и пищевая отдельных ингредиентов и их смеси, на 100 г

Показатели	Зерно твердой пшеницы	Семена томатов*	Экструдированная смесь	
			соотношение зерно:семена	
			2:01	3:01
Калорийность, ккал	304	556	388	367
Белки, г	13	26,5	17,5	16,4
Жиры, г	2,5	20,2	8,4	6,9
Углеводы, г	57,5	13,2	42,7	46,4
Пищевые волокна, г	11,3	23,3	15,3	14,3
Вода, г	14	14	14	14
Зола, г	1,7	2,8		

\* – [10];

\*\* – средние данные, взятые из источника [11] и пересчитанные на 14% влажности сырья.

Следует особо отметить, что сушка выжимок или семян перед их более глубокой переработкой является обязательной технологической операцией, так как предварительно обезвоженное сырье содержит не менее 45-48 % воды и не подлежит даже кратковременному хранению. При этом практически во всех работах, посвященных этому аспекту использования данного сырья, отмечается, что применение технологии и оборудования для традиционных способов сушки сельскохозяйственного сырья приводят к потере значительной части наиболее ценных ингредиентов, в том числе – биологически активных веществ [11].

Химические составы кожуры и семян томатов заметно отличаются друг от друга в связи, с чем имеет смысл рассматривать их отдельно. Состав томатной выжимки, кожуры и семян по питательным и биологически активным компонентам приведен в табл. 1[11].

Анализ приведенных данных убедительно свидетельствует о том, что семена томатов могут рассматриваться в качестве потенциального источника белка. Томатные белки содержат все незаменимые аминокислоты, которые составляют 39,5% от об-

щего содержания белка. К тому же качество белка превышает рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в части содержания в них аминокислот [12].

В специальной литературе отмечается, что высокие концентрации глутаминовой и аспарагиновой кислот и особенно лизина по сравнению с другими растительными белками делают использование белков из семян томатов благоприятным для обогащения пищевых продуктов (например, муки лизином) [11].

Семена томатов содержат значительное количество масла, поэтому они могут считаться источником, пригодным для обогащения пищевых продуктов этим компонентом. О высоком качестве масла из семян томатов свидетельствует тот факт, что его жирнокислотный состав очень близок к составу хлопкового масла.

Масло из семян томатов также содержит фенольные кислоты, полифенолы и флавоноиды, которые придают ему антиоксидантные и антибактериальные свойства. Биологически активные соединения представлены токоферолом (282 мг/кг), ликопином (95 мг/кг), поликозанолом (70 мг/кг), фитостерином (11 мг/кг), β-каротином (4,5 мг/кг), а также и фенольными соединениями (20 мкг галловой кислоты/100г). В случае мягкой тепловой обработки все эти соединения могут быть хорошим дополнением любого пищевого продукта.

Учитывая опыт применения экструдатов на основе семян тыквы, расторопши, льна и кунжута, можно сделать предположение, что разработка пищевого композита функционального назначения на основе семян томатов представляется весьма актуальной и реальной в технологическом плане. При этом за основу алгоритма выработки такого композита можно принять технологию поликомпонентных экструдатов, основанную на совместной экструзионной обработке основного ингредиента с наполнителем [5, 7, 8].

В этом случае наполнитель необходим для обогащения экструдированной смеси углеводами, а также существенного снижения влаги в обрабатываемом сырье. В свою очередь это позволит исключить предварительное подсушивание семян томатов до влажности, позволяющей добиться стабильного рабочего процесса экструдера и получить экструдат с низким содержанием воды с целью его хранения без потери качественных характеристик.

Учитывая, что влажность семян томатов на выходе из семяотделительной машины обычно составляет не больше 50%, целесообразно в качестве наполнителя использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14%, соответствующей требованиям ГОСТ Р 52554-2006.

Таким образом, для получения экструдата необходимого качества к одной части семян томатов для снижения влажности экструдированной смеси можно добавить 2-3 части зерна пшеницы. С уче-

том этого в табл. 2 прогнозируются некоторые характеристики поликомпонентного экструдата на основе семян томатов.

Предлагаемая авторами технология переработки семян томатов заключается в следующем. Смесь предварительно обезвоженных семян томатов влажностью 46-50% и семян пшеницы влажностью 14% в соотношении 1:2-1:3 обрабатывают с помощью одношнекового экструдера, оснащенного вакуумной камерой.

На выходе из фильеры матрицы экструдера сырье имеет температуру 100-110°C и поступает в вакуумную камеру, в которой поддерживается пониженное давление (вакуум), равное 0,06-0,08 МПа. Содержание влаги в экструдированном продукте регулируют величиной давления воздуха в вакуумной камере экструдера на уровне не более 8-10%.

### Литература

- [1] Вершинина, О.Л. Разработка технологии получения белковых и липидных продуктов отходов переработки томатов и применение их в хлебопечении: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.18.06, 05.18.01 / Вершинина Ольга Львовна. Краснодар, 1999. 23 с.
- [2] Гаджиева, А. М., Особенности высокотехнологичной переработки томатов /А.М. Гаджиева, Г.И. Касьянов // «Живые и биокосные системы». 2016. № 15; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-15/article-6>.
- [3] Гаджиева, А.М. Технология получения жирного масла из семян томата и изучение его биохимических характеристик /А.М. Гаджиева, Ю.М. Султанов, Г.А. Рабаданов и др. //Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 3. С. 30-37. DOI: 10.31161/1995-0675-2018-12-3-30-37.
- [4] Рациональные технологические параметры при производстве поликомпонентного композита на основе семян льна / В. М. Зимняков, О. Н. Кухарев, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Нива Поволжья. – 2017. – № 4(45). – С. 157-163. – EDN ZTIERL.
- [5] Инновации в экструзии /А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, А.А. Блинохватов. [и др.]. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 247 с.
- [6] Касьянов, Г.И. Теоретические разработки и практическая реализация способов переработки томатов /Г.И. Касьянов, В.С. Гринченко, Е.А. Мазуренко // <http://id-yug.com/images/id-yug/SET/2014/4/Kasyanov-Grinchenko-Mazurenko-4-2014-183-193.pdf>.
- [7] Курочкин, А.А. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятнистой /А.А. Курочкин, Д.И. Фролов //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 76-81.

### Выводы

Для получения поликомпонентного экструдата на основе семян томатов в качестве наполнителя следует использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14%, соответствующей требованиям ГОСТ Р 52554-2006 к базисным кондициям для этой культуры. При этом условии экструдат требуемого качества можно получить при обработке смеси семян томатов и зерна пшеницы в соотношении 1:2 -1:3.

Рекомендуемые технологические параметры экструзионной обработки семян томатов обеспечивают необходимые структурно-механические и частично химические изменения в них и не приводят к деградационным изменениям белков и липидов сырья.

### References

- [1] Vershina, O.L. Development of technology for obtaining protein and lipid products of tomato processing waste and their use in baking: abstract. dis. ...Candidate of Technical Sciences: 05.18.06, 05.18.01 / Vershina Olga Lvovna. Krasnodar, 1999. 23 p.
- [2] Gadzhieva, A.M., Features of high-tech processing of tomatoes /A.M. Gadzhieva, G.I. Kasyanov // «Living and biocostic systems». 2016. № 15; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-15/article-6>.
- [3] Gadzhieva, A.M. Technology of obtaining fatty oil from tomato seeds and the study of its biochemical characteristics /A.M. Gadzhieva, Y.M. Sultanov, G.A. Rabadanov, etc. //Izvestiya Dagestan State Pedagogical University. Natural and exact sciences. 2018. Vol. 12. No. 3. P. 30-37. DOI: 10.31161/1995-0675-2018-12-3-30-37.
- [4] Zimnyakov, V. M. Rational technological parameters in the production of a polycomponent composite based on flax seeds / V. M. Zimnyakov, O. N. Kukharev, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov //Niva Of The Volga Region. 2017. No. 4. (45). P. 157-163. EDN ZTIERL.
- [5] Innovations in extrusion /A. A. Kurochkin, P. K. Garkina, A. A. Blinokhvatov [et al.] Penza: RIO PGU, 2018. 247 p.
- [6] Kasyanov, G.I. Theoretical developments and practical implementation of tomato processing methods /G.I. Kasyanov, V.S. Grinchenko, E.A. Mazurenko // <http://id-yug.com/images/id-yug/SET/2014/4/Kasyanov-Grinchenko-Mazurenko-4-2014-183-193.pdf>.
- [7] Kurochkin, A. A. Poly-Component extrudate based on wheat grain and milk Thistle seeds /A. A. Kurochkin, D. I. Frolov //Proceedings of the Samara state agricultural Academy, 2015. No. 4. P. 76-81.
- [8] Kurochkin, A.A. The extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids and dietary fibers /A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov //Equipment and technologies for food production. 2016. Vol. 42. No. 3. P. 104-111.

- [8] Курочкин, А.А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон /А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов //Техника и технологии пищевых производств. 2016. Т. 42. № 3. С. 104-111.
- [9] Пат. № 2130049 Российская Федерация МПК С 11 В 1/10. Способ переработки семян томатов и томатных выжимок /заявители: С.А Калманович, В.И. Мартовщук, О.Л. Вершинина и др.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – № 97108301/13; заявл. 20.05.1997; опубл. 10.05.1999, бюл. № 25.
- [10] Мой здоровый рацион. Калорийность. Пшеница твердая, зерно. Химический состав и пищевая ценность. [https://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/291.php](https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/291.php).
- [11] Томатная выжимка – обзор. ScienceDirect Topics. [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.9877309b-63624051-d305557f-74722d776562/](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.9877309b-63624051-d305557f-74722d776562/) <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tomato-pomace>.
- [12] FAO and WHO. 2020 Устойчивое здоровое питание – Руководящие принципы. Рим. <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>.
- [13] Повышение эффективности обезвоживания экструдата в вакуумной камере модернизированного экструдера / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, П. К. Гарькина [и др.] // Нива Поволжья. – 2019. – № 2(51). – С. 134-143. – EDN BIRIFZ.
- [9] Pat. No. 2130049 Russian Federation IPC C 11 B 1/10. Method of processing tomato seeds and tomato pomace /applicants: S.A. Kalmanovich, V.I. Martovshchuk, O.L. Vershinina, etc.; applicant and patent holder of the Penza State Technical University. – No. 97108301/13; application. 05/20/1997; publ. 10.05.1999, bul. No. 25.
- [10] My healthy diet. Caloric content. Hard wheat, grain. Chemical composition and nutritional value. [https://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/291.php](https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/291.php).
- [11] Tomato squeeze – review. ScienceDirect Topics. [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.9877309b-63624051-d305557f-74722d776562/](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.9877309b-63624051-d305557f-74722d776562/) <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tomato-pomace>.
- [12] FAO and WHO. 2020 Sustainable healthy nutrition – Guidelines. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>.
- [13] Increasing the efficiency of extrudate dehydration in the vacuum chamber of a modernized extruder / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, P. K. Garkina [et al.] // Niva Povolzhya. - 2019. - No. 2 (51). - S. 134-143. – EDN BIRIFZ.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

<p><b>Курочкин Анатолий Алексеевич</b>                      доктор технических наук                      профессор кафедры «Пищевые производства»                      ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                      технологический университет»                      440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11  <b>Тел.:</b> +7(927) 382-85-03  <b>E-mail:</b> anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p><b>Kurochkin Anatoly Alekseevich</b>                      D.Sc. in Technical Sciences                      professor at the department of «Food productions»                      Penza State Technological University  <b>Phone:</b> +7(927) 382-85-03  <b>E-mail:</b> anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p><b>Долгов Максим Викторович</b>                      магистрант кафедры «Пищевые производства»                      ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                      технологический университет»                      440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p><b>Dolgov Maxim Viktorovich</b>                      undergraduate of the department «Food productions»                      Penza State Technological University</p>