

# Пищевые ингредиенты, сырье и материалы Food ingredients, raw materials and materials

Научная статья  
УДК 632.9  
DOI: 10.14529/food230302

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИКОПИНСОДЕРЖАЩЕГО ТОМАТНО-МАСЛЯНОГО ЭКСТРАКТА ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ЦЕЛЕЙ

Л.А. Курасова, *l.kurasova@inbox.ru*

А.Ж. Сарсенова✉, *aidana-09.01@mail.ru*

ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности»,  
Алматы, Казахстан

**Аннотация.** В промышленных условиях переработка томатов по доступной технологии с сохранением ценных биологически активных соединений очень актуальна. В Казахстане не налажена эффективная глубокая технология переработки овощной продукции, в том числе и томатов, а имеющиеся технологии не совершенны. Следовательно, разрабатываемая научная работа, связанная с технологией переработки томата и с получением из его выжимок сухого порошка, содержащего биологически активные вещества, а также с более глубокой ее переработкой для обогащения пищевых продуктов, является перспективной. Разработка оптимальной технологии ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта из сухого томатного порошка с целью обогащения пищевых продуктов, обладающих естественно-оздоровительным эффектом и экологической чистотой, для Казахстана является новой, а внедрение ее имеет большую социальную и экономическую значимость. Целью работы является разработка технологии получения ликопинсодержащего сухого порошка из выжимок районированных сортов томата, получение из него ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта (ЛТМЭ) для пищевых целей, обладающего естественно-оздоровительным эффектом и изучение его качественных показателей. В ходе работы определены оптимальные технологические режимы экстракции, в частности, температурный режим 50 °С, время воздействия 30 минут, соотношение сырья и подсолнечного масла 1:4 для получения ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта из высушенного томатного порошка. В полученном ликопинсодержащем томатно-масляном экстракте определены физико-химические показатели: кислотное число – 0,30 мг КОН/г, перекисное число – 3,18 ммоль/кг  $\frac{1}{2}$ O, содержание  $\beta$ -каротина – 5,28/100 г, ликопина – 6,48 мг/100 г; витаминный состав: витамин А – (14,959 ± 1,49) мкг/100 г; D<sub>3</sub> – (21,073 ± 2,10) мкг/100 г и Е – (81,343 ± 8,13) мкг/100 г. На основании полученных результатов разработана оптимальная технология получения ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта из сухого томатного порошка для применения в пищевой промышленности.

**Ключевые слова:** томат, выжимка, каротин, ликопин, томатно-масляный экстракт, экстракция, сухой порошок, биологически активное вещество

**Благодарности.** Материалы подготовлены в рамках выполнения проекта: «Разработка технологии глубокой переработки томата, для получения из выжимок сухого порошка, содержащего биологически активные вещества, с целью обогащения пищевых продуктов», по научно-технической программе: BR10764977 «Разработка современных технологий производства БАДов, ферментов, заквасок, крахмала, масел и др. в целях обеспечения развития пищевой промышленности» бюджетной программы 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» подпрограммы: 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» МСХ РК на 2021–2023 годы.

**Для цитирования:** Курасова Л.А., Сарсенова А.Ж. Разработка технологии получения ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта для пищевых целей // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2023. Т. 11, № 3. С. 15–22. DOI: 10.14529/food230302

Original article  
DOI: 10.14529/food230302

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING LYCOPENE-CONTAINING TOMATO-OIL EXTRACT FOR FOOD PURPOSES

L.A. Kurasova, l.kurasova@inbox.ru  
A.Zh. Sarsenova✉ aidana-09.01@mail.ru

Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** In industrial conditions, the processing of tomatoes using affordable technology with the preservation of valuable biologically active compounds is very relevant. Kazakhstan does not have an effective deep processing technology for vegetable products, including tomatoes, and the available technologies are not perfect. Consequently, the scientific work being developed, connected with the technology of processing tomatoes, and with the production of its pomace – a dry powder containing biologically active substances, as well as with its deeper processing for food enrichment, is promising. The development of an optimal technology of lycopene-containing tomato-oil extract from dry tomato powder for the purpose of enriching food products with a natural health effect and ecological purity is new for Kazakhstan, and its introduction has great social and economic significance. The aim of the work is to develop a technology for obtaining lycopene-containing dry powder from the pomace of zoned tomato varieties, obtaining lycopene-containing tomato oil extract (LTME) from it for food purposes, which has a natural health effect and studying its qualitative indicators. In the course of the work, the optimal technological mode of extraction was determined, in particular, the temperature regime of 50 °C, the exposure time (30 minutes), the ratio of raw materials and sunflower oil (1:4) to obtain a lycopene-containing tomato-oil extract from dried tomato juice. In the obtained lycopene-containing tomato-oil extract, the acid number was determined, which was at the level of: 0.30 mg KOH/g, peroxide number – 3.18 mmol  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub>/kg, the content of  $\beta$ -carotene – 5.28/100 g, lycopene – 6.48 mg/100 g vitamin composition: vitamins A – (14.959  $\pm$  1.49) mcg/100g; D3 – (21.073  $\pm$  2.10) mcg/100 g and E – (81.343  $\pm$  8.13) mcg/100 g. Based on the results obtained, an optimal technology for obtaining lycopene-containing tomato – oil extract of dry tomato powder for use in the food industry has been developed.

**Keywords:** tomato, pomace, carotene, lycopene, tomato oil extract, extraction, dry powder, biologically active substance

**Acknowledgment.** The materials were prepared within the framework of the project: “Development of technology for deep processing of tomatoes, for obtaining dry powder containing biologically active substances from pomace, for the purpose of enriching food products”, according to the scientific and technical program: BR10764977 “Development of modern technologies for the production of dietary supplements, enzymes, starter cultures, starch, oils, etc. in order to ensure the development of the food industry” budget program 267 “Increasing the availability of knowledge and scientific research” subprogram: 101 “Program-targeted financing of scientific research and activities” of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2021–2023.

**For citation:** Kurasova L.A., Sarsenova A.Zh. Development of technology for obtaining lycopene-containing tomato-oil extract for food purposes. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2023, vol. 11, no. 3, pp. 15–22. (In Russ.) DOI: 10.14529/food230302

### Введение

Большое количество биологических отходов, которые производятся в аграрном комплексе, создают экологические, экономические проблемы, поэтому на фоне этих проблем утилизация пищевых отходов становится все более актуальной задачей. При переработке сельскохозяйственного сырья выход основного продукта томатного сока составля-

ет в среднем не более 40–50 % от массы первичного сырья. Остальное сырье переходит в отходы и является источником загрязнения окружающей среды [1–3]. В связи с этим проблемы, связанные с переработкой пищевых отходов, должны решаться конструктивным способом, путем более эффективного использования отходов в качестве возобновляемых источников сырья. В настоящее время пред-

приятия пищевой промышленности, занятые переработкой томатов, являются источником отходов органического происхождения для агропромышленного комплекса [4–8]. Эти отходы являются ценными кормовыми продуктами [9–11]. Кроме того, они содержат в себе биологически активные вещества, которые представляют большой интерес для последующего использования при производстве функциональных продуктов питания в пищевой промышленности, косметических целей, получения лекарственных препаратов и др. [12]. В промышленных условиях при переработке томатов (получения соков прямого отжима и др.) также выделяются большие объемы отходов, которые богаты ценными компонентами с определёнными экономическими возможностями. В современных условиях актуальными являются аспекты изучения и разработки процессов и технологий глубокой переработки и эффективного использования вторичных ресурсов в пищевой промышленности, переработка данного овощного сырья, которая позволяет максимально сохранить функциональные свойства и получить с естественно-оздоровительными свойствами функциональные средства с использованием их в качестве БАДов. Проведенные комплексные исследования позволяют обосновать применение ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта в качестве высокоэффективной липидной добавки в пищевые продукты [13–15].

Разработка эффективной технологии глубокой переработки биологически ценного продукта, ликопинсодержащего томатного сухого порошка, на основе переработки выжимок томатов для пищевых целей, без сомнения, окажет положительное влияние на отрасли пищевой промышленности. Внедрение разработанной технологии способствует выпуску новых продуктов питания и имеет большую социальную и экономическую значимость, так как безопасные, с естественно-оздоровительным эффектом продукты оказывают благотворное влияние на здоровье людей, производительность труда и обеспечивают эффективную базу для развития и повышения экономики государства.

В данной статье представлены результаты исследований по разработке оптимальной технологии получения из сухого томатного порошка ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта для пищевых целей.

### Объекты и методы исследований

Научно-экспериментальные работы проводились на базе исследовательских лабораторий ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», испытательной лаборатории ТОО «НУТРИТЕСТ» и др.

При проведении работы использованы общепринятые химико-аналитические, биохимические и физические методы исследований. В данном случае определение кислотного числа масляного экстракта проводили по ГОСТ 31933-2012, определение перекисного числа по ГОСТ 26593-85. Определение  $\beta$ -каротина и ликопина проводили на ВЭЖХ – ГОСТ 33277-2015. Витамины: А – по ГОСТ ЕН 12823-1-2014; D<sub>3</sub> – ГОСТ ЕН 12821-1-2014; Е – ГОСТ ЕН 12822-1-2014. Токсичные элементы определяли по ГОСТ 33824-2016, ГОСТ 31628-2012, ГОСТ 26927-86, ГОСТ 30178-96, пестициды – СТ РК 2011-2010, а жирнокислотный состав жировой фазы ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта из сухого томатного порошка – ГОСТ 30418-96.

В данном случае опыты по получению ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта проводились не менее 3-х раз. Полученные результаты подвергнуты математической обработке [16].

### Результаты и их обсуждение

При разработке оптимальной технологии получения ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта прежде всего важно изучить оптимальные условия термического воздействия и параметры экстракции из томатного сухого порошка. Для обеспечения рационального экстрагирования из томатного сухого порошка рекомендуется короткое время экстрагирования при отработанном температурном режиме, чтобы уменьшить разрушение каротиноидов, включая и ликопин. Трансфотомеризация и фотодеструкция являются известными механизмами, которые могут приводить к деградации каротиноидов под воздействием света. Следовательно, защита экстракта от прямого воздействия ультрафиолетового излучения во время экстракции может быть полезной для сохранения качества экстракта [14].

Устойчивость масел, включая масляный экстракт томатов, к окислению можно оценить путем измерения физико-химических параметров, таких как кислотное число и пе-

рекисное число. Кислотное число – это показатель кислотности масла, а перекисное число – показатель окислительной стабильности или присутствия пероксидов в масле. Более низкие значения кислотного числа и перекисного числа обычно указывают на более высокую окислительную стабильность масла или экстракта. Мониторинг и контроль этих параметров в процессе экстракции может помочь обеспечить качество и стабильность экстракта томатного масла, содержащего ликопин. В опытах для экстракции сухого ликопинсодержащего томатного порошка взято в качестве экстрагента подсолнечное масло.

Отработаны соотношения «сырьё : масло» – при соотношении 1:2 выход экстракта составляет 20 %, масса получается очень густой консистенции и замедляется выход экстракта, а при соотношении 1:3 выход составляет 40 %, соотношение 1:4 – 50 %, поэтому нами выбран оптимальный вариант – соотношение 1:4. Экспериментально установлено влияние параметров процесса экстракции от температуры и времени при экспозиции от 20 до 40 минут на содержание  $\beta$ -каротина и ликопина (табл. 1).

Оптимальным вариантом является время экстракции 30 минут, содержание  $\beta$ -каротина 4,89 мг/100 г, ликопина 4,88 мг/100 г, так как при увеличении времени экстракции происходит снижение содержания  $\beta$ -каротина и ли-

копина, а при экстракции 20 минут недостаточно для полноты экстракции томатного порошка.

В последующем необходимо установить устойчивость к окислению томатно-масляного экстракта при термическом воздействии по кислотному и перекисному числу. Результаты анализа показателей кислотного и перекисного числа представлены в табл. 2.

Из полученных данных (см. табл. 2) видно, что как кислотное, так и перекисное числа масляного экстракта увеличиваются с повышением температуры. Это говорит о том, что более высокие температуры экстракции приводят к более высокому уровню кислотности и перекисного окисления в масляном экстракте. В данном случае нужно учитывать, что кислотное и перекисное числа имеют допустимые значения в маслах и не должны превышать эту норму 0,4 мг КОН/г – ГОСТ 1129-2013 «Масло подсолнечное ТУ». Так, в ТР ТС 024/2011 кислотное число для нерафинированного растительного подсолнечного масла составляет до 6,0 мг КОН/г, для оливкового – от 1,6 мг КОН/г до 4 мг КОН. Перекисное число для оливкового масла первого отжима, являющегося по общему признанию одним из лучших видов пищевых растительных масел, составляет до 20 ммоль активного кислорода/кг, а для других масел – до 10 ммоль активного кислорода/кг.

**Таблица 1**  
**Результаты анализа томатно-масляного экстракта на содержание  $\beta$ -каротина и ликопина при температуре 50 °С**

Время экстракции, минута	20	30	40
$\beta$ -каротин, мг/100 г	3,80 ± 0,35	4,89 ± 0,34	3,05 ± 0,28
Ликопин, мг/100 г	4,05 ± 0,39	4,88 ± 0,38	2,99 ± 0,29

**Таблица 2**  
**Результаты анализа показателей кислотного и перекисного числа**

Температура, °С	Контроль	40	50	60	70	80
Сырьё: масло		1:4				
Время экстракции, мин		30				
Кислотное число, мг КОН/г	0,24 ± 0,02	0,28 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,35 ± 0,02	0,58 ± 0,02	0,65 ± 0,02
Перекисное число, ммоль/кг $\frac{1}{2}$ O	2,98 ± 0,22	3,05 ± 0,24	3,18 ± 0,29	4,20 ± 0,30	5,02 ± 0,32	5,77 ± 0,32

По полученным данным видно, что в образце томатно-масляного экстракта из сухого ликопинсодержащего томатного порошка, полученного при температуре 70 °С, по показателям кислотного числа идет превышение – 0,58 мг КОН/г, а перекисное число 5,02 ммоль/кг  $\frac{1}{2}$  O является оптимальным. В то время как в образце указанного экстракта, полученного при температуре 80 °С, кислотное число превышает допустимую норму, т. е. составляет  $(0,65 \pm 0,02)$  мг КОН/г, следовательно, эта температура не приемлема для экстракции. При этом значения перекисного числа во всех образцах масляных экстрактов не превышают допустимого нормативного значения [17].

Кроме того, в образцах масляных ликопинсодержащих экстрактов, полученных при разных температурных режимах, определили содержание ликопина и  $\beta$ -каротина (табл. 3).

По данным табл. 3 видно, что содержание  $\beta$ -каротина и ликопина увеличивается в образцах масляных экстрактов, полученных при более высоких температурах (от 40 до 80 °С) по сравнению с контрольным образцом. Это говорит о том, что более высокие температуры могут усилить экстракцию этих каротиноидов из томатного порошка в масляный экстракт.

Из полученных данных (см. табл. 3) можно заметить следующую закономерность: в указанных опытных образцах содержание  $\beta$ -каротина и ликопина достигает максимума при температуре 50 °С, а при повышении температуры содержание  $\beta$ -каротина и ликопина уменьшается. В образце масляного экстракта, полученном при температуре 80 °С, содержание  $\beta$ -каротина выше, чем в образце

масляного экстракта, полученном при температуре 50 °С. Однако результаты, представленные в табл. 2, указывают на превышение кислотного числа в образце масляного экстракта, полученного при температуре 80 °С, хотя значения  $\beta$ -каротина выше оптимального варианта, но он не может быть использован для дальнейшего применения.

В последующем в образце масляного экстракта, полученном при температуре 50 °С, определили витаминный состав, в частности витамины: А –  $(14,959 \pm 1,496)$  мкг/100 г; D<sub>3</sub> –  $(21,073 \pm 2,107)$  мкг/100 г; Е –  $(81,343 \pm 8,134)$  мкг/100 г. При изучении его токсикологических показателей безопасности анализы показали отсутствие токсичных элементов – свинца, кадмия, мышьяка, ртути, меди и пестицидов. Микробиологические показатели и радионуклеиды, отвечающие санитарным нормам, подтверждают безопасное использование данного продукта. Наличие витаминов А, Е, D<sub>3</sub>,  $\beta$ -каротина и ликопина говорит о возможности использования масляного томатного экстракта как витаминизированной биологически активной добавки. Также в полученном ликопинсодержащем томатно-масляном экстракте определяли жирнокислотный состав жировой фазы, который может влиять на потребительские свойства кулинарных жиров [18]. Результаты представлены в табл. 4.

По данным табл. 4 видно, что масляный экстракт содержит разнообразие жирных кислот, в том числе наиболее распространенные и важные для организма, такие как линолевая и олеиновая кислоты. Наибольшее количество приходится на линолевую кислоту (68,19 %), наименьшее количество – на докозановую кислоту (0,3 %).

Таблица 3  
Результаты анализа содержания  $\beta$ -каротина и ликопина при различных температурных режимах

Температура, °С	Контроль-масло под-солнечное	40	50	60	70	80
Сырье : масло	–	1:4				
Время экстракции, мин	–	30				
$\beta$ -каротин, мг/100 г	$1,17 \pm 0,11$	$4,79 \pm 0,47$	$5,28 \pm 0,52$	$5,09 \pm 0,21$	$4,98 \pm 0,49$	$5,49 \pm 0,54$
Ликопин, мг/100 г	$0,84 \pm 0,08$	$5,86 \pm 0,58$	$6,48 \pm 0,64$	$6,18 \pm 0,61$	$5,95 \pm 0,59$	$6,29 \pm 0,62$

Результаты анализа жирно-кислотного состава жировой фазы в ликопинсодержащем томатно-масляном экстракте

Жирно-кислотный состав жировой фазы, %	Допустимые нормы по НД ГОСТ 30623-2018	Фактический результат-масло под-солнечное	Фактический результат в образцах ликопинсодержащего томатно-масляном экстракта из сухого томатного порошка
C <sub>16:0</sub> пальмитиновая кислота	5,0–7,6	7,01	6,52
C <sub>18:0</sub> стеариновая кислота	2,7–6,5	4,32	4,61
C <sub>18:1n9c</sub> олеиновая кислота	14,0–39,4	19,17	19,48
C <sub>18:2n6r</sub> линолеидиновая кислота	–	0,93	0,23
C <sub>18:2n6c</sub> линолевая кислота	48,3–74,0	68,19	68,67
C <sub>18:3n6c</sub> гамма-линоленовая кислота	до 0,3	–	–
C <sub>20:3n3</sub> докозановая кислота	–	0,3	0,46

В результате разработана оптимальная технология получения ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта из сухого томатного порошка, пригодная для получения продуктов с функциональными свойствами для использования в пищевой промышленности.

#### Заключение

Нами была разработана оптимальная технология получения ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта из сухого томатного порошка. Определен оптимальный температурный режим: 50 °С при соотношении сырья и масло 1:4 и времени экстракции 30 мин. Проведенный анализ показал, что полученный экстракт содержит значительное количество β-каротина (5,28 мг/100 г) и ликопина (6,48 мг/100 г), а также витаминов А, D<sub>3</sub> и Е. Токсикологические, микробиологические и радиологические показатели экстракта соответствуют санитарным нормативным требованиям, подтверждая его безопасность для получения продуктов с функциональными

свойствами в пищевой промышленности. Сравнительный анализ жирно-кислотного состава жировой фазы ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта по сравнению с контролем (подсолнечное масло) показал увеличение содержания стеариновой, олеиновой и линолевой кислоты, что может влиять на потребительские свойства продукта. Использование ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта в кулинарных жирах может обогатить их жирорастворимыми витаминами и ненасыщенными жирными кислотами, а также улучшить их потребительские свойства. На основании приведенных исследований можно сделать вывод о возможности использования ликопинсодержащего томатно-масляного экстракта для получения продуктов с функциональными свойствами в пищевой промышленности и косметологии, а разработанная технология может быть использована для внедрения в производство.

#### Список литературы

1. Кусаинова А.Б. Текущее состояние и дальнейшие перспективы развития отраслей переработки сельхозпродукции // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. 2015. № 1. С. 2.
2. Гаджиева А.М., Саидолиева С.З. Способ получения ликопина из томатных выжимок: лекарственный препарат ликопин и ликопиновый краситель // Вестник Дагестанского государственного технического университета народного хозяйства, 2020. Т. 82, № 4. С. 219–223.
3. Сушка термолабильных материалов низкопотенциальным теплоносителем пониженной влажности / Ю.Ф. Снежкин, А.А. Хавин, С.Е. Наумов, Д.М. Чалаев // Промышленная теплотехника. 2002. Т. 4. С. 63–65.

4. Чернышев С.В. Разработка и научное обоснование технологии сушеных томатов: автореферат дис. ... д-ра техн. наук. Кишинев, 2011. 29 с.
5. Шлягун Г.В., Чернышев С.В. Кинетика нагрева томатов в процессе конвективной сушки в плотном слое // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2010. № 9. С. 11–14.
6. Алтухов И.В., Быкова С.М., Очиров В.Д. Перспективы применения томатного порошка в рецептуре песочного печенья // *Сборник научных трудов «Вестник КрасГАУ»*. Красноярск, 2021. С. 254–259.
7. Русина И.М., Колесник И.М. Порошок томатов как перспективная добавка для активации хлебопекарных дрожжей при производстве крекеров // *Сборник научных трудов «Вестник Гродзенского университета имени Янки Купалы»*. 2020. Т. 10, № 1. С. 75–85.
8. Алтухов И.В. Технология получения концентрированных сахаросодержащих продуктов с использованием импульсной инфракрасной обработки и сушки корнеклубнеплодов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01. Иркутск, 2016. 440 с.
9. Пат. 2494624 С1 РФ: МПК А21D 13/00, А21D 2/00. Способы приготовления заварных пряников с томатным порошком из мелкоплодных томатов / Потапова А.А., Акишин Д.В., Перфилова О.В., Елисеева Л.Г.; заявитель и патентообладатель Мичуринский государственный аграрный университет. № 2012103424/13, заявл. 01.02.2012; опублик. 10.10.2013, Бюл. № 8. С. 15–18.
10. Steinberg D., Parthasarathy S., Care T.E., Khoo J.C., Witztum J.L. Beyond cholesterol: Modifications of low-density lipoprotein that increase its atherogenicity. // *N Engl J Med*. 2019. P. 915–924.
11. Биологически активные соединения овощей / Н.А. Голубкина, С.М. Сирота, В.Ф. Пивоваров и др. // *ВНИИССОК*, 2010. С. 125–129.
12. Карнаухов В.Н. Биологические функции каротиноидов. М.: Наука, 2018. 240 с.
13. Влияние томатного концентрата на потребительские свойства сливочного масла / Е.В. Нежинец, С.А. Ильинова, Е.П. Колманович, М.Л. Корнева // *Известия вузов пищевая технология*, 2014. № 1. С. 75–85.
14. Бондаренко Ж.В., Эмелло Г.Г., Хаванская О.И. Влияние термообработки на устойчивость к окислению и жирнокислотный состав растительных смесей // *Труды БГТУ Биотехнология*. 2016. № 4. С. 112–115.
15. Elaine W-T Chong. Dietary antioxidants and primary prevention of age-related macular degeneration: systematic review and meta-analysis // *BMJ*. 2009 October 13; 335(7623). P. 75.
16. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Сельхозиздат, 1990. 286 с.
17. Szydłowska-Czerniak, A., & Trokowski, K. Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications: Volume 1: Understanding Mechanisms of Oxidation and Antioxidant Activity. CRC Press. 2019.
18. Hui Y.H., Özgül Evranuz E., & Nollet L.M.L. Handbook of vegetable oils. CRC Press. 2018.

### References

1. Kusainova A.B. Current state and further prospects of agricultural product processing industries. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost Kazakhstana*, 2015, no. 1, p. 2. (In Russ.)
2. Gadzhieva A.M., Saidolieva S.Z. Method for obtaining lycopene from tomato extracts: medicinal preparation lycopene and lycopene dye. *Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta narodnogo khozyaystva*, 2020, vol. 82, no. 4, pp. 219–223. (In Russ.)
3. Snezhkin Yu.F., Khavin A.A., Naumov S.E., Chalaev D.M. Drying of thermolabile materials with low-humidity heat carrier. *Promyshlennaya teplotekhnika*, 2002, vol. 4, pp. 63–65. (In Russ.)
4. Chernyshev S.V. *Razrabotka i nauchnoe obosnovanie tekhnologii sushenykh tomatov* [Development and scientific substantiation of dried tomatoes technology. Author's abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences]. Kishinev, 2011. 29 p.
5. Shlyagun G.V., Chernyshev S.V. Heating kinetics of tomatoes in the process of convective drying in a dense layer. *Khranenie i pererabotka sel'kokhozyaystvennogo syrya*, 2010, no. 9, pp. 11–14. (In Russ.)
6. Altukhov I.V., Bykova S.M., Ochirov V.D. Prospects for the use of tomato powder in the recipe of shortbread cookies. *Collection of scientific works "Vestnik KrasGAU"*. Krasnoyarsk, 2021, pp. 254–259. (In Russ.)

7. Rusina I.M., Kolesnik I.M. Tomato powder as a prospective additive for activating bread yeast in the production of crackers. *Collection of scientific works "Vestnik Grodno State University named after Yanka Kupala"*, 2020, vol. 10, no. 1, pp. 75–85.
8. Altukhov I.V. *Tekhnologiya polucheniya kontsentrirrovannykh sakharosoderzhashchikh produktov s ispol'zovaniem impul'snoy infrakrasnoy obrabotki i sushki korneklubneplodov* [Technology for obtaining concentrated sugar-containing products using pulse infrared treatment and drying of root tuber fruits. Doctoral dissertation in technical sciences]. Irkutsk, 2016. 440 p.
9. Potapova A.A., Akishin D.V., Perfilova O.V., Eliseeva L.G. Patent 2494624 C1 RU: International Classification A21D 13/00, A21D 2/00. *Sposoby prigotovleniya zavarnykh pryanykh s tomatnym poroshkom iz melkoplodnykh tomatov* [Methods for preparing gingerbread cookies with tomato powder from small-fruited tomatoes]. Applicant and patent owner: Michurin State Agrarian University. No. 2012103424/13, filed on 01.02.2012; published on 10.10.2013, Bulletin No. 8. P. 15–18.
10. Steinberg D., Parthasarathy S., Care T.E., Koo J.C., Witztum J.L. Beyond cholesterol: Modifications of low-density lipoprotein that increase its atherogenicity. *N Engl J Med.*, 2019, pp. 915–924.
11. Golubkina N.A., Sirota S.M., Pivovarov V.F., Yasin A.Ya., Yasin Y.I. Biologically active compounds of vegetables. *ВНИИССОК*, 2010, pp. 125–129. (In Russ.)
12. Karnaukhov V.N. *Biologicheskie funktsii karotinoidov* [Biological functions of carotenoids]. Moscow, 2018. 240 p.
13. Nezhinets E.V., Ilinova S.A., Kolmanovich E.P., Korneva M.L. Influence of tomato concentrate on consumer properties of butter. *Izvestiya Vuzov Pishchevaya Tekhnologiya*, 2014, no. 1, pp. 75–85. (In Russ.)
14. Bondarenko Zh.V., E mello G.G., Khovanskaya O.I. Influence of heat treatment on oxidation stability and fatty acid composition of vegetable mixtures. *Proceedings of BSTU. "Biotechnology"*, 2016, no. 4, pp. 112–115. (In Russ.)
15. Elaine W-T Chong. Dietary antioxidants and primary prevention of age-related macular degeneration: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 2009 October 13; 335(7623), p. 75.
16. Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, 1990. 286 p.
17. Szydłowska-Czerniak A., & Trokowski K. *Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications: Volume 1: Understanding Mechanisms of Oxidation and Antioxidant Activity*. CRC Press. 2019.
18. Hui Y.H., Özgül Evranuz E., & Nollet L.M.L. *Handbook of vegetable oils*. CRC Press. 2018.

#### ***Информация об авторах***

**Курасова Людмила Александровна**, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии, качества и пищевой безопасности, ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности», Алматы, Казахстан, l.kurasova@inbox.ru

**Сарсенова Айдана Жалгасовна**, магистр, научный сотрудник лаборатории биотехнологии, качества и пищевой безопасности, ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности», Алматы, Казахстан, aidana-09.01@mail.ru

#### ***Information about the authors***

**Lyudmila A. Kurasova**, Senior Researcher at the Laboratory of Biotechnology, Quality and Food Safety, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Almaty, Kazakhstan, l.kurasova@inbox.ru

**Aidana Zh. Sarsenova**, Master's degree, Researcher at the Laboratory of Biotechnology, Quality and Food Safety, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Almaty, Kazakhstan, aidana-09.01@mail.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declares no conflicts of interests.

***Статья поступила в редакцию 14.05.2023***

***The article was submitted 14.05.2023***