

УДК 663.05

UDC 663.05

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-278-291

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-278-291

**ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ  
ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ  
ВТОРИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ  
РЕСУРСОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ  
СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМОЙ  
ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ**

**INFLUENCE OF FEATURES  
OF SECONDARY PLANT  
RESOURCES PROCESSING  
ON THE FUNCTIONAL  
PROPERTIES OF THE OBTAINED  
FOOD SUPPLEMENT**

Викторова Елена Павловна  
д-р техн. наук, профессор  
главный научный сотрудник  
отдела пищевых технологий,  
контроля качества и стандартизации  
e-mail: kornena@bk.ru

Viktorova Elena Pavlovna  
Dr. Sci. Tech., professor  
Chief Research Associate  
of Food Technologies, Quality Control  
and Standardization Department  
e-mail: kornena@bk.ru

Лисовая Екатерина Валериевна  
канд. техн. наук  
старший научный сотрудник  
отдела пищевых технологий,  
контроля качества и стандартизации  
e-mail: e.kabalina@mail.ru

Lisovaya Ekaterina Valerievna  
Cand. Tech. Sciences  
Senior Research Associate  
of Food Technologies, Quality Control  
and Standardization Department  
e-mail: e.kabalina@mail.ru

Великанова Елена Васильевна  
научный сотрудник  
отдела пищевых технологий,  
контроля качества и стандартизации  
e-mail: kisp@kubannet.ru

Velikanova Elena Vasilievna  
Research Associate  
of Food Technologies, Quality Control  
and Standardization Department  
e-mail: kisp@kubannet.ru

Корнен Николай Николаевич  
канд. техн. наук  
старший научный сотрудник  
отдела пищевых технологий,  
контроля качества и стандартизации  
e-mail: kisp@kubannet.ru

Kornen Nikolay Nikolaevich  
Cand. Tech. Sciences  
Senior Research Associate  
of Food Technologies, Quality Control  
and Standardization Department  
e-mail: kisp@kubannet.ru

*Краснодарский научно-исследовательский  
институт хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции –  
филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский  
федеральный научный центр садоводства,  
виноградарства, виноделия»,  
Краснодар, Россия*

*Krasnodar Research Institute  
of Storage and Processing of Agricultural  
Products – branch of the Federal State  
Budgetary Scientific Institution  
«North Caucasian Federal Research Center  
for Horticulture, Viticulture, Winemaking»,  
Krasnodar, Russia*

Кузьминова Елена Васильевна  
д-р вет. наук  
ведущий научный сотрудник  
отдела фармакологии  
e-mail: skniig@yandex.ru

Kuzminova Elena Vasilievna  
Dr. Sci. Vet.  
Leading Research Associate  
of Pharmacology Department  
e-mail: skniig@yandex.ru

Семененко Марина Петровна  
д-р вет. наук  
зав. отделом фармакологии  
e-mail: skniig@yandex.ru

*Федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение  
«Краснодарский научный центр  
по зоотехнии и ветеринарии»,  
Краснодар, Россия*

Приведены результаты, полученные в опытах на лабораторных животных, влияния особенностей технологии переработки вторичных растительных ресурсов – выжимок томатов на функциональные свойства получаемой пищевой добавки. Специальная предварительная обработка выжимок при получении образца №2 добавки позволяет значительно сократить потери термолабильных биологически активных веществ, проявляющих антиоксидантные свойства, по сравнению с образцом №1. Показано, что образец №2 добавки в большей степени оказывает влияние на среднесуточный прирост массы тела животных по сравнению с образцом №1, что подтверждает более высокую эффективность его биологического действия. Кроме того, установлено, что образец №2 добавки по сравнению с образцом №1 оказывает в организме животных более эффективное влияние на обмен белков (на 10,3 %) и обмен углеводов (на 12,0 %). Полученные данные изменения уровня концентрации ферментов печени в крови животных опытных групп по сравнению с контрольной, свидетельствуют о более высокой эффективности проявления гепатопротекторных свойств образца № 2 добавки по сравнению с образцом №1. Установлено влияние образцов добавки на изменение содержания продуктов перекисного окисления в крови животных. Показано, что в крови животных, получавших образец № 2 добавки, степень снижения содержания продуктов перекисного окисления липидов на 30 сутки эксперимента значительно

Semenenko Marina Petrovna  
Dr. Sci. Vet  
Head of Pharmacology Department  
e-mail: skniig@yandex.ru

*Federal State Budgetary  
Scientific Institution «Krasnodar  
Scientific Center for Animal Science  
and Veterinary Medicine»,  
Krasnodar, Russia*

The results of the influence of the features of the processing technology of secondary plant resources obtained in experiments on laboratory animals are presented – tomato pomace on the functional properties of the obtained food supplement. Special pretreatment of pomace when obtaining sample No. 2 of the supplement can significantly reduce the loss of thermolabile biologically active substances exhibiting antioxidant properties, in comparison with sample No. 1. It is shown that the sample No. 2 of the supplement has a greater effect on the average daily weight gain of animals in comparison with the sample No. 1, which confirms the higher efficiency of its biological action. In addition, it was found that the sample No. 2 of the supplement in comparison with the sample No. 1 has a more effective influence on the metabolism of proteins (by 10.3%) and the metabolism of carbohydrates (by 12.0%) in the body of animals. The obtained data of changes in the level of liver enzymes in the blood of animals of the experimental groups in comparison with the control indicate a higher efficiency of the manifestation of the hepatoprotective properties of the sample No. 2 of the supplement in comparison with the sample No. 1. The influence of the supplement samples on the change in the content of peroxidation products in the blood of animals was established. It has been shown that in the blood of animals that received sample No. 2 of the supplement, the degree of decrease in the content of lipid peroxidation products on the 30th day of the experiment was significantly

выше по сравнению с этими показателями крови животных, получавших образец №1 добавки, а именно, содержание малонового диальдегида снизилось на 12,7 %, диеновых конъюгатов – на 22,1 %, кетодиенов – на 10,1 %. Полученные данные свидетельствуют, о том, что образец №2 добавки в большей степени проявляет антиоксидантные свойства по сравнению с образцом №1. Таким образом, установлено положительное влияние особенностей технологии переработки вторичных ресурсов на функциональные свойства получаемой пищевой добавки.

*Ключевые слова:* ВТОРИЧНЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, ВЫЖИМКИ ТОМАТОВ, ТЕХНОЛОГИЯ, ЛАБОРАТОРНЫЕ ЖИВОТНЫЕ, БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ, АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА, ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА

higher compared to these indicators of the blood of animals that received sample No. 1 of the supplement, namely, the content of malondialdehyde decreased by 12, 7 %, diene conjugates – by 22.1%, ketodienes – by 10.1%. The obtained data indicate that sample No. 2 of the supplement exhibits antioxidant properties to a greater extent in comparison with sample No. 1. Thus, a positive influence of the peculiarities of the technology for processing secondary resources on the functional properties of the obtained food supplement has been established.

*Key words:* SECONDARY PLANT RESOURCES, TOMATO EXTRACT, TECHNOLOGY, LABORATORY ANIMALS, BIOLOGICAL EFFECT, ANTIOXIDANT PROPERTIES, HEPATOPROTECTIVE PROPERTIES

**Введение.** Известно, что регулярное потребление функциональных продуктов питания позволяет обеспечить требуемый пищевой статус человека, а, следовательно, предупредить риск возникновения заболеваний алиментарной природы.

Особое значение в пищевых технологиях уделяется созданию функциональных продуктов питания, содержащих комплекс антиоксидантов, препятствующих накоплению в организме продуктов перекисного окисления липидов, оказывающих негативное разрушающее влияние на мембраны клеток [1-7]. Следует отметить, что перспективным и эффективным направлением в области создания таких продуктов является применение обогащающих добавок, содержащих, как комплекс антиоксидантов, так и комплекс, например, пищевых волокон [8-13].

Наиболее ценными вторичными растительными ресурсами являются выжимки томатов [14], объемы которых в Краснодарском крае составляют более 1,5 тыс. т в сезон [15].

Известно, что микронутриентный состав выжимок томатов представлен комплексом антиоксидантов, а именно, ликопином,  $\beta$ -каротином, витаминами С и Е [16-20].

Однако, для максимального сохранения в составе получаемой из выжимок томатов пищевой добавки количества указанных термолабильных микронутриентов, процесс сушки выжимок с целью удаления влаги (в добавке массовая доля влаги должна быть не более 8 %) необходимо осуществлять при «мягких» режимах: при температуре не более 50 °С.

Следует отметить, что эффективность проявления пищевой добавкой функциональных свойств будет зависеть, в первую очередь, от уровня содержания термолабильных биологически активных микронутриентов, а, следовательно, и особенностей технологии получения добавки.

Целью работы является выявление влияния особенностей технологии переработки вторичных растительных ресурсов – выжимок томатов на функциональные свойства получаемой из них пищевой добавки.

**Объекты и методы исследований.** Для исследования использовали образцы добавки (№ 1 и № 2), полученные из выжимок томатов по различным технологическим режимам.

Образец № 1 добавки получали путем ИК-сушки выжимок (температура 50 °С), охлаждения (температура 20 °С) и измельчения.

Отличительной особенностью технологии получения образца № 2 добавки являлась специальная предварительная обработка выжимок в электромагнитном поле СВЧ путем их нагрева до температуры 50 °С. Такая обработка выжимок обеспечивает переход связанной влаги в свободную влагу, что доказано импульсным методом ЯМР. Это, в свою очередь, значительно (практически в 2 раза) сокращает продолжительность ИК-сушки, а, следовательно, сокращает потери термолабильных биологически активных веществ (БАВ), проявляющих антиоксидантные свойства.

Содержание БАВ в образцах добавки, полученных по различным технологиям, представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Содержание БАВ, проявляющих антиоксидантные свойства, в образцах добавки

Наименование БАВ	Содержание БАВ в добавке, мг/100 г	
	Образец № 1	Образец № 2
Витамины:		
С	9,88±0,21	14,30±0,28
Е	7,17±0,16	10,25±0,20
Бета-каротин (провитамин А)	2,78±0,05	4,49±0,08
Ликопин	8,19±0,18	12,56±0,25

Как видно из данных (см. табл. 1), уровень содержания БАВ, проявляющих антиоксидантные свойства, в образце № 2 добавки значительно выше, чем в образце № 1, что обусловлено специальной подготовкой выжимок перед ИК-сушкой, обеспечивающей значительное сокращение продолжительности температурного воздействия на высушиваемый материал в процессе последующей сушки.

Эффективность проявления функциональных свойств образцами добавки, полученную по различным технологиям, изучали в опытах *in vivo* на нелинейных белых крысах. Были сформированы 3 группы по 10 крыс в каждой группе. Первая группа – контрольная – получала обычный рацион (ОР); вторая группа – первая опытная, в которой животным дополнительно индивидуально скармливали 1 раз в день в виде болюсов 2 г образца № 1 добавки; третья группа – вторая опытная, в которой животным дополнительно индивидуально скармливали 2 г образца № 2 добавки. Эксперимент проводили в течение 30 суток.

Оценку эффективности биологического действия образцов добавки осуществляли по среднесуточному приросту массы тела, при этом массу тела животных определяли до начала эксперимента, а также на 30 сутки эксперимента.

Эффективность влияния образцов добавки на процессы обмена в организме животных определяли путем лабораторных исследований биохимических показателей крови животных в процессе эксперимента на анализаторе Vitalab Flexor Junior.

Оценку эффективности антиоксидантных свойств добавки определяли на основании данных по изменению содержания продуктов перекисного окисления липидов в крови животных в процессе эксперимента.

**Обсуждение результатов.** Данные по влиянию образцов добавки на уровень среднесуточного прироста массы тела животных, характеризующий эффективность биологического действия, приведены в виде диаграммы на рис. 1.

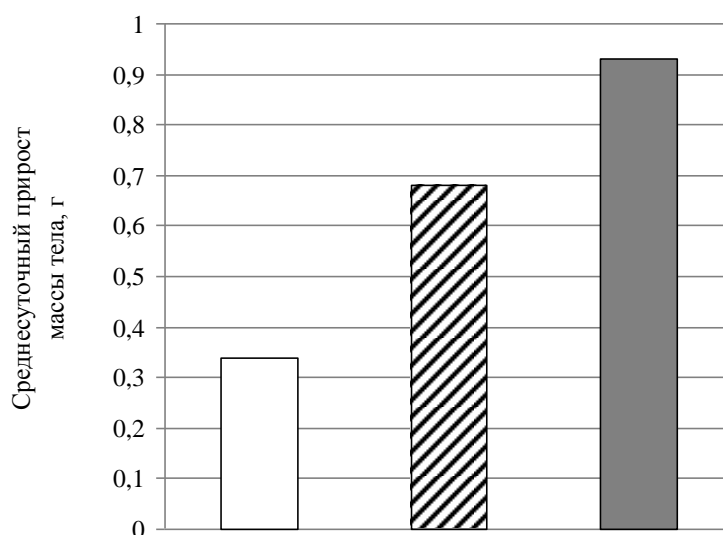


Рис.1. Влияние образцов добавки на уровень среднесуточного прироста массы тела животных: □ – контрольная группа; ▨ – первая опытная группа; ■ – вторая опытная группа

Из приведенной диаграммы (см. рис.1) видно, что среднесуточный прирост массы тела животных первой опытной группы в 2 раза выше, а среднесуточный прирост массы тела животных второй опытной группы в 2,7 раза выше по сравнению со среднесуточным приростом массы тела животных контрольной группы, то есть образец № 2 добавки в большей сте-



пени оказывает влияние на среднесуточный прирост массы тела животных по сравнению с образцом № 1.

На основании приведенных данных можно сделать заключение о том, что эффективность биологического действия образца № 2 добавки выше, чем образца № 1.

В табл. 2 приведены результаты по влиянию образцов добавки на основные биохимические показатели крови животных, характеризующие эффективность обменных процессов в их организме.

Таблица 2 – Влияние образцов добавки на основные биохимические показатели крови животных

Показатель	Содержание для группы животных		
	контрольной	опытной	
		первой	второй
Общий белок, г/л:			
на 15 сутки	65,0±0,90	71,8±1,39*	75,1±0,99*
на 30 сутки	71,5±1,18	78,3±0,94*	85,7±1,14*
Глюкоза, мМ/л:			
на 15 сутки	7,7±0,13	8,4±0,15**	8,8±0,16**
на 30 сутки	8,3±0,74	10,1±0,28**	11,1±0,18**
Триглицериды, мМ/л:			
на 15 сутки	0,84±0,03	0,82±0,04	0,83±0,05
на 30 сутки	0,91±0,08	0,86±0,02	0,87±0,02
Аспаратаминотрансфераза, Ед/л:			
на 15 сутки	89,3±3,75	89,0±2,38	85,8±1,48
на 30 сутки	89,0±0,85	76,5±0,78*	70,1±0,62*
Аланинаминотрансфераза, Ед/л:			
на 15 сутки	87,5±2,16	82,5±2,77	75,0±1,74
на 30 сутки	90,3±2,87	77,2±2,62*	70,5±1,65*

Примечание: Степень достоверности по отношению к контролю: \* –  $p \leq 0,001$ ,  
\*\* –  $p \leq 0,05$

Анализ приведенных данных показывает, что в крови животных опытных групп, получавших добавки, содержание общего белка и содержание глюкозы выше по сравнению с этими показателями для контрольной группы, при этом такая закономерность отмечена как на 15 сутки, так и на 30 сутки эксперимента.

Следует отметить, что содержание белка и содержание глюкозы в крови животных второй опытной группы достоверно выше по сравнению с этими показателями крови животных первой опытной группы.

На рис. 2 представлены данные, характеризующие влияние образцов добавки на степень повышения содержания белка и глюкозы в крови животных опытных групп по сравнению с этими показателями животных контрольной группы (на 30 сутки эксперимента).

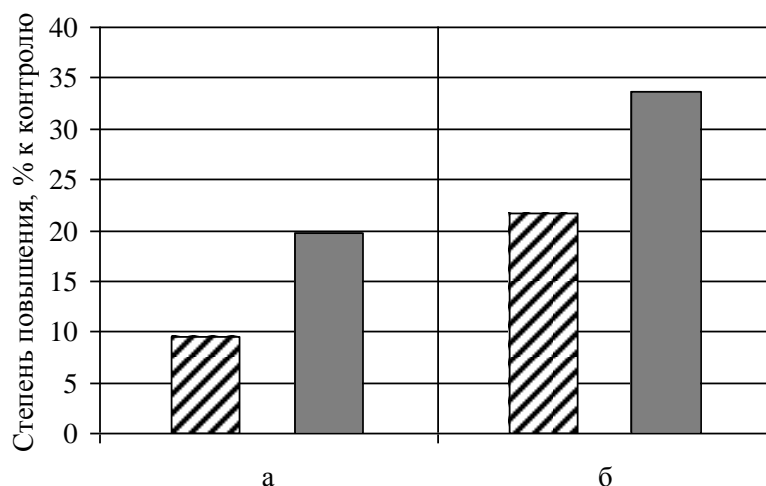


Рис. 2. Влияние образцов добавки на степень повышения содержания белка (а) и глюкозы (б) в крови животных опытных групп по сравнению с контрольной группой: ▨ – первая опытная группа; ■ – вторая опытная группа

Установлено, что образец № 2 добавки по сравнению с образцом № 1 оказывает в организме животных более эффективное влияние на обмен белков (на 10,3 %) и обмен углеводов (на 12,0 %).

Особое внимание (см. табл. 2) необходимо обратить на изменение уровня концентрации в крови животных аспартатаминотрансферазы (АсАт) и аланинаминотрансферазы (АлАт) – ферментов печени.



Установлено, что на 30 сутки эксперимента уровень концентрации ферментов печени в крови животных опытных групп достоверно ниже уровня концентрации указанных ферментов в крови животных контрольной группы.

На рис. 3 приведены данные по влиянию образцов добавки на степень снижения уровня концентрации АсАт и АлАт по сравнению с контрольной группой.

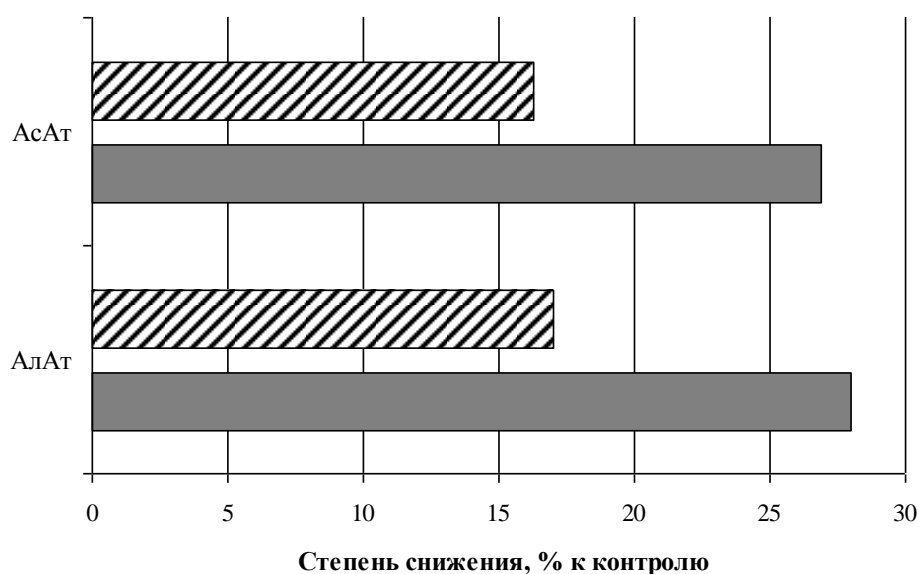


Рис. 3. Влияние образцов добавки на степень снижения уровня концентрации ферментов печени в крови животных опытных групп по сравнению с контрольной группой: ▨ – первая опытная группа; ▩ – вторая опытная группа

Из приведенной диаграммы (см. рис. 3.) видно, что степень снижения уровня концентрации ферментов печени в крови животных второй опытной группы значительно выше по сравнению с этими показателями крови животных первой опытной группы: для АсАт – на 10,6 %, а для АлАт – на 11 %.

Учитывая тот факт, что снижение уровня концентрации ферментов печени характеризует гепатопротекторные свойства добавки, можно сделать заключение о более высокой эффективности проявления гепатопротекторных свойств образца № 2 добавки по сравнению с образцом № 1.

В табл. 3 приведены данные по влиянию образцов добавки на изменение содержания продуктов перекисного окисления липидов – малонового диальдегида (МДА), диеновых конъюгатов (ДК) и кетодиенов (КД) в крови животных.

Таблица 3 – Влияние образцов добавки на изменение содержания МДА, ДК и КД в крови животных

Показатель	Содержание для группы животных		
	контрольной	опытной	
		первой	второй
Малоновый диальдегид (МДА), мкмоль/л:			
на 15 сутки	1,76±0,12	1,67±0,11*	1,75±0,12*
на 30 сутки	1,89±0,11	1,63±0,10*	1,47±0,11*
Диеновые конъюгаты (ДК), ед.опт.пл./мг:			
на 15 сутки	0,122±0,04	0,114±0,03*	0,102±0,02*
на 30 сутки	0,124±0,04	0,110±0,02*	0,092±0,03*
Кетодиены (КД), ед.опт.пл./мг:			
на 15 сутки	0,142±0,05	0,128±0,05*	0,120±0,02*
на 30 сутки	0,148±0,06	0,126±0,04*	0,116±0,02*

Примечание: Степень достоверности по отношению к контролю: \* –  $p \leq 0,05$

Анализ приведенных данных (см. табл. 3) показывает, что в крови животных опытных групп содержание продуктов перекисного окисления липидов (МДА, ДК и КД) на 15 и 30 сутки эксперимента ниже, чем эти показатели для контрольной группы.

Подученные данные свидетельствуют о проявлении образцами добавки антиоксидантных свойств, причем эффективность проявления антиоксидантных свойств образцом № 2 добавки значительно выше, чем образцом № 1, что обусловлено более высоким содержанием антиоксидантов в образце № 2 добавки по сравнению с образцом № 1 (см. табл. 1).

На рис. 4 представлены в виде диаграммы результаты влияния образцов добавки на степень снижения содержания продуктов перекисного окисления липидов (МДА, ДК и КД) на 30 сутки эксперимента в крови животных опытных групп в сравнении с контрольной.

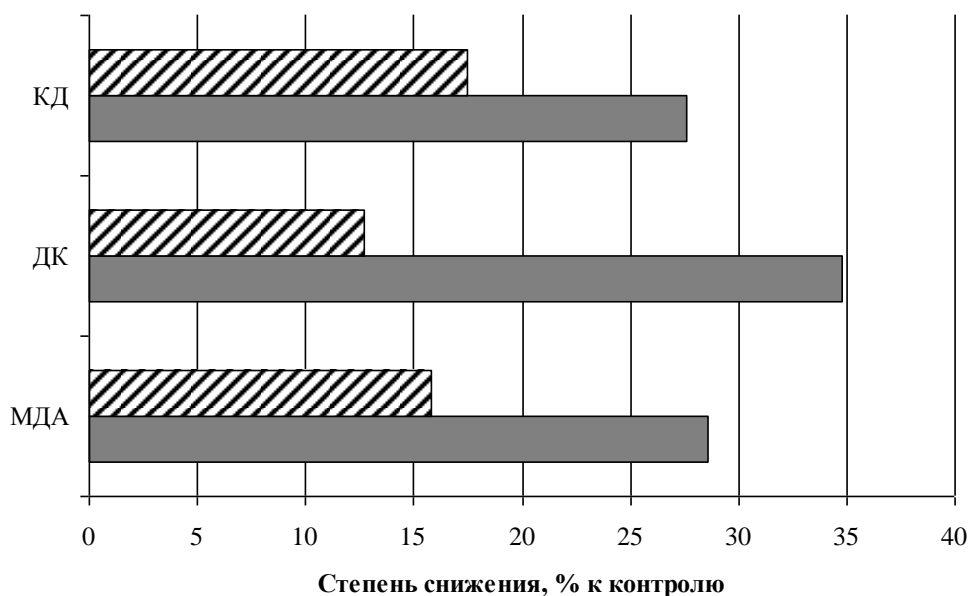


Рис. 4. Влияние образцов добавки на степень снижения содержания продуктов перекисного окисления липидов в крови животных опытных групп по сравнению с контрольной группой: ▨ – первая опытная группа; ■ – вторая опытная группа

Из представленной диаграммы (см. рис. 4) видно, что в крови животных второй опытной группы степень снижения содержания продуктов перекисного окисления липидов значительно выше по сравнению с этими показателями крови животных первой опытной группы, а именно, МДА – на 12,7 %, ДК – на 22,1 % и КД – на 10,1%.

Таким образом, образец № 2 добавки в большей степени проявляет антиоксидантные свойства по сравнению с образцом № 1.

**Выводы.** Установлено положительное влияние особенностей технологии переработки вторичных растительных ресурсов на функциональные свойства получаемой пищевой добавки, а именно, специальная подготовка

выжимок томатов перед ИК-сушкой позволяет в максимальной степени сократить потери термолабильных биологически активных веществ, что обеспечивает эффективность ее биологического действия, а также обуславливает высокую степень проявления гепатопротекторных и антиоксидантных свойств.

### Литература

1. The role of oxidative stress and antioxidants in liver diseases / S. Li, H.-Y. Tan, N. Wang [et al.] // *International Journal of Molecular Sciences*. 2015. Vol. 16. P. 26087-26124.
2. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease / M. Valko, D. Leibfritz, J. Moncol [et al.] // *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. 2007. Vol. 39. P 44–84.
3. Effects of triple antioxidant combination (vitamin E, vitamin C and  $\alpha$ -lipoic acid) with insulin on lipid and cholesterol levels and fatty acid composition of brain tissue in experimental diabetic and non-diabetic rats / Y. Ozkan, O.K. Yilmaz, A.O. Ihsan, E. Yasemin // *Cell Biology International*. 2005. Vol. 29. P.754–60.
4. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health / V. Lobo, A. Patil, A. Phatak, N. Chandra // *Pharmacognosy Reviews*. 2010. Vol. 4(8). P.118–126. DOI: 10.4103/0973-7847.70902.
5. Wichansawakun S., Buttar H.S. Antioxidant diets and functional foods promote healthy aging and longevity through diverse mechanisms of action [Электронный ресурс] // *The role of functional food security in global health*. 2019. P. 541-563. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128131480000323>. DOI:10.1016/B978-0-12-813148-0.00032-3 (дата обращения 15.06.2021).
6. El-Sohaimy S.A. Functional foods and nutraceuticals - modern approach to food science // *World Applied Sciences Journal*. 2012. Vol. 20 (5). P. 691-708.
7. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety / D. Granato, F.J. Barba [et al.] // *Annual Review of Food Science and Technology*. 2020. Vol. 11. P. 93-118.
8. Carrot flour from minimally processed residue as substitute of  $\beta$ - carotene commercial in dry pasta prepared with common wheat (*Triticum aestivum*) / A.P. Dalla Costa, R.C.S. Thys, A.D.O. Rios, S.H. Flores// *Journal of food quality*. 2016. Vol. 39, I.6. P. 590-598.
9. Apple pomace as food fortification ingredient: A systematic review and meta-analysis / B. Antonic, S. Jancikova, D. Dordevic, B. Tremlova // *Journal of food science*. 2020. Vol. 85, I.10. P. 2977-2985. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15449>.
10. Wheat bread fortification by grape pomace powder: Nutritional, technological, antioxidant, and sensory properties [Электронный ресурс] / R. Tolve, B. Simonato, G. Rainero [et al.] // *Foods*. 2021. Vol. 10(1). P. 75. URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/1/75>. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10010075> (дата обращения 15.06.2021).
11. O'Shea N., Arendt E.K., Gallagher E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products/ *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2012. Vol. 16. P.1-10.

12. Antioxidant contents and antioxidative properties of traditional rye breads / A. Michalska, A. Ceglinska, R. Amarowicz, M. K. Piskula [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007. Vol.7, I. 55(3). P. 734-740.

13. Khojah E.Y., Hafez D.A. Fortification of macaroni with pomegranate peels as dietary fiber and natural antioxidant for the treatment of obesity and high cholesterol in rats [Электронный ресурс] // *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2018 February. Vol. 12(2). P. 31-35. URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3172978](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3172978) (дата обращения 15.06.2021).

14. Бендерская О.В., Бессараб А.С. Исследование возможности использования вторичного томатного сырья // *Техника и технология пищевых производств: материалы XII Международной научно-технической конференции (Могилев, 19-20 апреля 2018 г.)*. Т. 1. Могилёв: МГУП, 2018. С. 185-186.

15. Лисовая Е.В., Викторова Е.П., Свердличенко А.В., Корнен Н.Н. Вторичные ресурсы переработки томатов – ценное сырье для получения пищевых ингредиентов // *Новые технологии*. 2021. № 2. С. 40-47.

16. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes / C.H. Chang, H.Y. Lin, C.Y. Chang, Y.C. Liu // *Journal of Food Engineering*. 2006. Vol. 77, I. 3. P.478-485.

17. Knoblich M., Anderson B., Latshaw D. Analyses of tomato peel and seed byproducts and their use as a source of carotenoids // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2005. Vol. 85, I.7. P. 1166-1170.

18. Elbadrawy E., Sello A. Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts // *Arabian Journal of Chemistry*. 2016. Vol.9. P. 1010-1018.

19. Shi J., Maguer M.L. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing // *Critical reviews in food science and nutrition*. 2000. Vol. 20. P. 1-42.

20. Isik F., Topkaya C. Effects of tomato pomace supplementation on chemical and nutritional properties of crackers // *Italian Journal of Food Science*. 2016. Vol. 28 (3). P. 525-535.

### References

1. The role of oxidative stress and antioxidants in liver diseases / S. Li, H.-Y. Tan, N. Wang [et al.] // *International Journal of Molecular Sciences*. 2015. Vol. 16. P. 26087-26124.

2. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease / M. Valko, D. Leibfritz, J. Moncol [et al.] // *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. 2007. Vol. 39. P 44–84.

3. Effects of triple antioxidant combination (vitamin E, vitamin C and a-lipoic acid) with insulin on lipid and cholesterol levels and fatty acid composition of brain tissue in experimental diabetic and non-diabetic rats / Y. Ozkan, O.K. Yilmaz, A.O. Ihsan, E. Yasemin // *Cell Biology International*. 2005. Vol. 29. P.754–60.

4. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health / V. Lobo, A. Patil, A. Phatak, N. Chandra // *Pharmacognosy Reviews*. 2010. Vol. 4(8). P.118–126. DOI: 10.4103/0973-7847.70902.

5. Wichansawakun S., Buttar H.S. Antioxidant diets and functional foods promote healthy aging and longevity through diverse mechanisms of action [Elektronnyj resurs] // *The role of functional food security in global health*. 2019. P. 541-563. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128131480000323>. DOI:10.1016/B978-0-12-813148-0.00032-3 (data obrashcheniya 15.06.2021).

6. El-Sohaimy S.A. Functional foods and nutraceuticals - modern approach to food science // *World Applied Sciences Journal*. 2012. Vol. 20 (5). P. 691-708.

7. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety / D. Granato, F.J. Barba [et al.] // *Annual Review of Food Science and Technology*. 2020. Vol. 11. P. 93-118.

8. Carrot flour from minimally processed residue as substitute of  $\beta$ - carotene commercial in dry pasta prepared with common wheat (*Triticum aestivum*) / A.P. Dalla Costa, R.C.S. Thys, A.D.O. Rios, S.H. Flores// *Journal of food quality*. 2016. Vol. 39, I.6. P. 590-598.

9. Apple pomace as food fortification ingredient: A systematic review and meta-analysis / B. Antonic, S. Jancikova, D. Dordevic, B. Tremlova // *Journal of food science*. 2020. Vol. 85, I.10. P. 2977-2985. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15449>.

10. Wheat bread fortification by grape pomace powder: Nutritional, technological, antioxidant, and sensory properties [Elektronnyj resurs] / R. Tolve, B. Simonato, G. Rainero [et al.] // *Foods*. 2021. Vol. 10(1). P. 75. URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/1/75>. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10010075> (data obrashcheniya 15.06.2021).

11. O'Shea N., Arendt E.K., Gallagher E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products/ *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2012. Vol. 16. P. 1-10.

12. Antioxidant contents and antioxidative properties of traditional rye breads / A. Michalska, A. Ceglinska, R. Amarowicz, M. K. Piskula [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007. Vol.7, I. 55(3). P. 734-740.

13. Khojah E.Y., Hafez D.A. Fortification of macaroni with pomegranate peels as dietary fiber and natural antioxidant for the treatment of obesity and high cholesterol in rats [Elektronnyj resurs] // *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2018 February. Vol. 12(2). P. 31-35. URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3172978](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3172978) (data obrashcheniya 15.06.2021).

14. Benderskaya O.V., Bessarab A.S. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya vtorichnogo tomatnogo syr'ya // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv: materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii (Mogilev, 19-20 aprelya 2018 g.)*. T. 1. Mogilyov: MGUP, 2018. S. 185-186.

15. Lisovaya E.V., Viktorova E.P., Sverdlichenko A.V., Kornen N.N. Vtorichnye resursy pererabotki tomatov – cennoe syr'e dlya polucheniya pishchevyh ingredientov // *Novye tekhnologii*. 2021. № 2. S. 40-47.

16. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes / C.H. Chang, H.Y. Lin, C.Y. Chang, Y.C. Liu // *Journal of Food Engineering*. 2006. Vol. 77, I. 3. P.478-485.

17. Knoblich M., Anderson B., Latshaw D. Analyses of tomato peel and seed by-products and their use as a source of carotenoids // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2005. Vol. 85, I.7. P. 1166-1170.

18. Elbadrawy E., Sello A. Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts // *Arabian Journal of Chemistry*. 2016. Vol.9. P. 1010-1018.

19. Shi J., Maguer M.L. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing // *Critical reviews in food science and nutrition*. 2000. Vol. 20. P. 1-42.

20. Isik F., Topkaya C. Effects of tomato pomace supplementation on chemical and nutritional properties of crackers // *Italian Journal of Food Science*. 2016. Vol. 28 (3). P. 525-535.