

УДК 664
ББК 36-1
И-88

Корнен Николай Николаевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела специализированных, функциональных пищевых продуктов и кормовых добавок ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»; e-mail: kornen@inbox.ru;

Трошин Андрей Николаевич, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории фармакологии ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт»; e-mail: krasnodarnivi@mail.ru;

Семененко Марина Петровна, доктор ветеринарных наук, заведующая лабораторией фармакологии ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт»; e-mail: krasnodarnivi@mail.ru;

Кузьминова Елена Васильевна, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории фармакологии ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт»; e-mail: krasnodarnivi@mail.ru;

Шахрай Татьяна Анатольевна, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»; e-mail: sakrai@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ВТОРИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ, В ОПЫТАХ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ
(рецензирована)

Приведены данные, характеризующие состав антиоксидантов, содержащихся в пищевых добавках, полученных по инновационным технологиям из вторичных растительных ресурсов, образующихся при переработке фруктов и овощей. Установлено, что исследуемые пищевые добавки обеспечивают достоверное снижение массовой доли малонового диальдегида и диеновых конъюгатов в сыворотке крови животных опытных групп по сравнению с контрольной группой животных. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что исследуемые пищевые добавки проявляют антиоксидантные свойства. Выявлено, что, наряду с антиоксидантными свойствами, пищевые добавки проявляют гепатопротекторные свойства, характеризующиеся достоверным снижением уровня активности ферментов печени. По степени проявления указанных свойств исследуемые пищевые добавки можно расположить в ряд (по убыванию): «Порошок из семян винограда» → «Порошок яблочный» → «Порошок тыквенный».

Ключевые слова: пищевые добавки, антиоксиданты, малоновый диальдегид, диеновые конъюгаты, сыворотка крови, антиоксидантные свойства.

Kornen Nikolay Nikolayevich, Candidate of Technical Sciences, a leading researcher of the Department of specialized, functional food products and feed additives of FSBSI "Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products", e-mail: kornen@inbox.ru;

Troshin Andrey Nikolayevich, Doctor of Veterinary Sciences, a chief scientific researcher of the Laboratory of Pharmacology of FSBSI "Krasnodar Research Veterinary Institute"; e-mail: krasnodarnivi@mail.ru;

Semenenko Marina Petrovna, Doctor of Veterinary Sciences, head of the Pharmacology Laboratory of FSBSI "Krasnodar Scientific Research Veterinary Institute"; e-mail: krasnodarnivi@mail.ru;

Kuzminova Elena Vasilievna, Doctor of Veterinary Sciences, a leading researcher of the Laboratory of Pharmacology of FSBSI "Krasnodar Research Veterinary Institute"; e-mail: krasnodarnivi@mail.ru;

Shakhrai Tatyana Anatolievna, Candidate of Technical Sciences, an associate professor, a leading researcher of the Department of Storage and Complex Processing of Agricultural Raw Material of FSBSI "Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products", e-mail: sakrai@yandex.ru.

STUDY OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF FOOD ADDITIVES OBTAINED FROM SECONDARY VEGETABLE RESOURCES IN TESTING LABORATORY ANIMALS

(Reviewed)

The data describing the composition of antioxidants contained in food additives obtained using innovative technologies from secondary plant resources formed at fruits and vegetables processing are given. It has been established that the researched food additives provide a reliable decrease in the mass fraction of malonic dialdehyde and diene conjugates in the blood serum of animals of the experimental groups as compared to the control group of animals. The obtained data allow drawing a conclusion that the researched food additives exhibit antioxidant properties. It's been revealed that food additives exhibit hepatoprotective properties, along with antioxidant properties, characterized by a significant decrease in the level of activity of liver enzymes. By the degree of manifestation of these properties, the researched food additives can be arranged in a row (in descending order): "Grape seeds powder" → "Apple powder" → "Pumpkin powder".

Keywords: *food additives, antioxidants, malonic dialdehyde, diene conjugates, blood serum, antioxidant properties.*

В настоящее время особое внимание уделяется продуктам питания, проявляющим антиоксидантные свойства, так как отечественные и зарубежные ученые одной из основных причин патологических процессов в организме человека, вызывающей заболеваемость населения социально значимыми заболеваниями и преждевременное старение, считают избыточное накопление в организме свободных радикалов [1-3].

Исследования последних десятилетий показали, что свободные радикалы способны обратимо и необратимо разрушать вещества всех биохимических классов, включая липиды и липопротеины, нуклеокислоты, протеины и свободные аминокислоты, углеводы и молекулы соединительных тканей, а также оказывать негативное влияние на такие виды деятельности клетки, как функция мембраны, метаболизм и генная экспрессия [1, 4].

Учитывая это, важным в питании человека является регулярное поступление с пищей антиоксидантов – веществ, замедляющих или предотвращающих окисление органических соединений, и тем самым защищающих организм от негативного воздействия свободных радикалов.

Решить задачу антиоксидантной защиты организма возможно путем обогащения продуктов питания, особенно повседневного спроса, добавками, содержащими комплекс природных антиоксидантов таких, как фенольные соединения, витамины С и Е, провитамин А (β-каротин).

Учеными ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» разработаны технологии производства пищевых добавок из вторичных ресурсов, образующихся при переработке винограда, яблок и тыквы [5-9], а именно, пищевая добавка «Порошок яблочный» (ТУ 10.39.25-423-

04801346-2016), пищевая добавка «Порошок тыквенный» (ТУ 10.89.19-426-04801346-2016) и пищевая добавка «Порошок тыквенный» (ТУ 10.89.19-426-04801346-2016).

В связи с этим, исследование антиоксидантных свойств пищевых добавок, применяемых для обогащения продуктов питания, является актуальным.

Целью настоящего исследования является изучение антиоксидантной активности пищевых добавок, полученных из вторичных растительных ресурсов, в опытах на лабораторных животных.

В таблице 1 приведены данные, характеризующие состав и содержание антиоксидантов в пищевых добавках, полученных из вторичных растительных ресурсов по инновационным технологиям, обеспечивающим максимальное сохранение в добавках комплекса антиоксидантов.

Из данных, приведенных в таблице 1, видно, что все исследуемые пищевые добавки содержат комплекс антиоксидантов: фенольные соединения, в том числе катехины, лейкоантоцианы и фенолкарбоновые кислоты, а также витамин С и β -каротин, при этом в пищевой добавке «Порошок из семян винограда», наряду с указанными антиоксидантами, присутствует и витамин Е.

Кроме этого, из данных таблицы 1 видно, что наибольшее количество фенольных соединений содержится в пищевой добавке «Порошок из семян винограда», витамина С – в пищевой добавке «Порошок яблочный», а β -каротин – в пищевой добавке «Порошок тыквенный».

Таблица 1 - Состав и содержание антиоксидантов в пищевых добавках, полученных из вторичных растительных ресурсов

Наименование антиоксиданта	Массовая доля антиоксиданта, мг/100 г, в пищевой добавке		
	«Порошок из семян винограда»	«Порошок яблочный»	«Порошок тыквенный»
Витамин С	3,90	12,91	4,51
Витамин Е	22,84	отсутствие	отсутствие
Полифенольные соединения	1147,0	474,7	302,6
Катехины	514,7	103,1	79,8
Лейкоантоцианы	361,3	160,3	41,1
Фенолкарбоновые кислоты, в том числе:	70,86	54,96	36,74
хлорогеновая	15,33	52,46	12,80
протокатехиновая	0,61	1,33	7,56
оротовая	2,76	1,08	3,94
никотиновая	2,03	0,04	11,67
галловая	18,83	0,03	0,01
кофейная	31,30	0,02	0,76
Бета-каротин	0,12	0,25	3,84

Таким образом, можно сделать вывод, что исследуемые пищевые добавки являются источниками комплекса антиоксидантов.

На следующем этапе исследования изучали антиоксидантные свойства пищевых добавок в опытах на лабораторных животных.

Исследования проводили в соответствии с установленными требованиями по подбору аналогов, постановке контроля, соблюдению одинаковых условий контроля и содержания животных в период проведения опытов.

Эффективность действия пищевых добавок определяли на белых нелинейных крысах обоего пола, для чего были сформированы группы по 15 животных: контрольная и опытные, подобранные по принципу парных аналогов (вес, возраст, физиологическое состояние).

Подопытных животных помещали в специальные отдельные клетки за четверо суток до начала эксперимента для адаптации. Животные содержались в условиях вивария ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт» в стандартных условиях в соответствии с правилами группового содержания. В период опытов животным было обеспечено полноценное двухразовое питание и неограниченный доступ к воде. Животные контрольной группы получали обычный рацион, а животные опытной группы к обычному рациону получали дополнительно индивидуально (1 раз в сутки) пищевые добавки в виде болюсов. Опыты проводили в течение 30 суток.

Влияние пищевых добавок оценивали по изменению биохимических показателей сыворотки крови с помощью наборов фирмы «ELITech Clinical Systems» на биохимическом анализаторе Vitalab Flexor. Оценку показателей системы перекисного окисления липидов проводили в соответствии с методическими рекомендациями по изучению процессов перекисного окисления липидов и системы антиоксидантной защиты организма животных, приведенными в работе [10]. В соответствии с указанными рекомендациями определяли содержание малонового диальдегида и диеновых конъюгатов, характеризующих влияние добавок на интенсивность перекисного окисления липидов, при этом снижение содержания в сыворотке крови малонового диальдегида и диеновых конъюгатов позволяло оценить антиоксидантные свойства пищевых добавок.

В сыворотке крови животных также определяли уровень активности ферментов печени аспаргатаминотрансферазы (АсАТ) и аланинаминотрансферазы (АлАТ), характеризующих влияние добавок на защитные функции печени. При этом, снижение уровня активности указанных ферментов позволяло оценить гепатопротекторные (антитоксические) свойства исследуемых пищевых добавок.

В таблице 2 и на рисунке 1 приведены данные, характеризующие влияние пищевых добавок на изменение массовой доли малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови животных в процессе опыта.

Таблица 2 - Влияние пищевых добавок на массовую долю малонового диальдегида в сыворотке крови животных

Группа животных	Массовая доля МДА в сыворотке крови животных, мкМ/л	
	через 15 суток опыта	через 30 суток опыта
Контрольная	2,71±0,06	2,54±0,07
Опытная, получавшая пищевую добавку «Порошок из семян винограда»	2,02±0,05	1,75±0,03
Опытная, получавшая пищевую добавку «Порошок яблочный»	2,17±0,07	1,94±0,03
Опытная, получавшая пищевую добавку «Порошок тыквенный»	2,33±0,06	2,13±0,05

На основании анализа данных таблицы 2 и диаграмм, представленных на рисунке 1, установлено, что исследуемые пищевые добавки обеспечивают достоверное снижение массовой доли МДА в сыворотке крови опытных животных по сравнению с контрольной группой животных, при этом наибольшая степень снижения массовой доли МДА отмечена в сыворотке крови опытной группы животных, получавших дополнительно к обычному

рациону пищевую добавку «Порошок из семян винограда», а наименьшая – в сыворотке крови опытной группы животных, получавших дополнительно к обычному рациону пищевую добавку «Порошок тыквенный».

Этот факт объясняется тем, что в пищевой добавке «Порошок из семян винограда» содержатся в максимальном количестве фенольные соединения и, прежде всего, фенолкарбоновые кислоты, проявляющие более высокую антиоксидантную активность, а в пищевой добавке «Порошок тыквенный» содержание указанных антиоксидантов более низкое, чем в пищевых добавках «Порошок из семян винограда» и «Порошок яблочный».

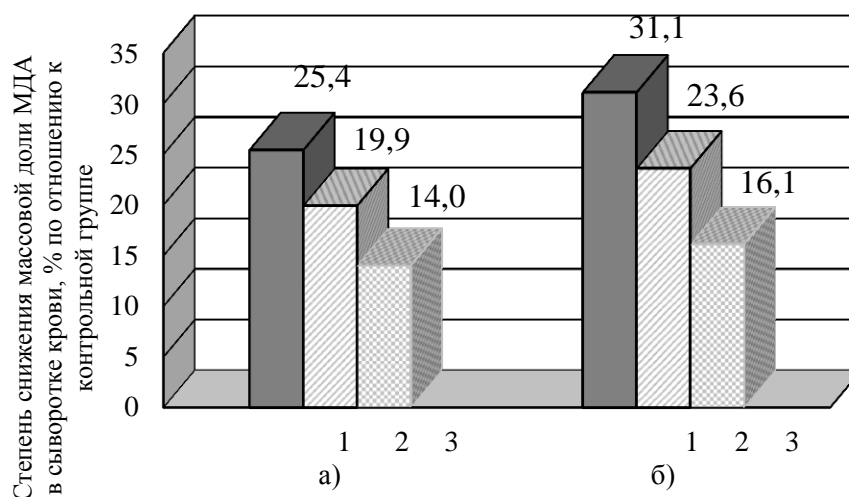


Рис. 1. Влияние пищевых добавок на степень снижения массовой доли малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови животных, получавших:
1 - «Порошок из семян винограда»; 2 - «Порошок яблочный»; 3 - «Порошок тыквенный»;
а) – через 15 суток опыта; б) – через 30 суток опыта

В таблице 3 и на рисунке 2 приведены результаты, характеризующие влияние пищевых добавок на изменение массовой доли диеновых конъюгатов в сыворотке крови животных в процессе опыта.

Таблица 3 - Влияние пищевых добавок на массовую долю диеновых конъюгатов в сыворотке крови животных

Группа животных	Массовая доля ДК в сыворотке крови животных, ед/мг	
	через 15 суток опыта	через 30 суток опыта
Контрольная	336,5±7,30	331,9±5,81
Опытная, получавшая пищевую добавку «Порошок из семян винограда»	253,6±7,00	232,7±5,30
Опытная, получавшая пищевую добавку «Порошок яблочный»	268,8±5,41	247,9±5,31
Опытная, получавшая пищевую добавку «Порошок тыквенный»	282,6±5,76	261,3±7,30

Данные, приведенные в таблице 3 и на рисунке 2, позволяют сделать такой же вывод, как и в случае влияния пищевых добавок на снижение массовой доли МДА в сыворотке крови опытных групп животных по сравнению с контрольной группой животных, а, именно, максимальная степень снижения массовой доли диеновых

конъюгатов отмечена в сыворотке крови опытной группы животных, получавших дополнительно пищевую добавку «Порошок из семян винограда».

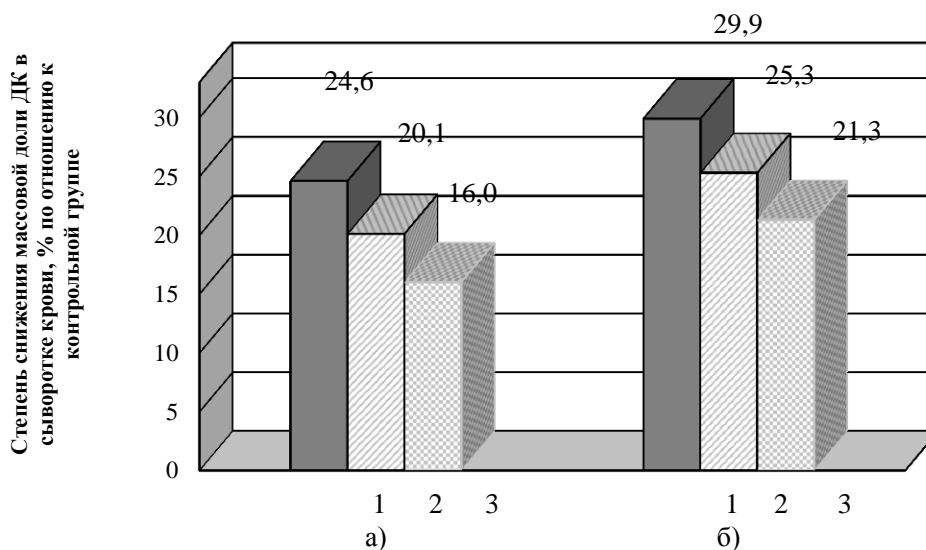


Рис. 2. Влияние пищевых добавок на степень снижения массовой доли диеновых конъюгатов (ДК) в сыворотке крови животных, получавших:

1 - «Порошок из семян винограда»; 2 - «Порошок яблочный»; 3 - «Порошок тыквенный»; а) – через 15 суток опыта; б) – через 30 суток опыта

На основании выполненных исследований можно сделать вывод, что исследуемые пищевые добавки проявляют антиоксидантные свойства, при этом по степени проявления указанных свойств их можно расположить в ряд (по убыванию): «Порошок из семян винограда» → «Порошок яблочный» → «Порошок тыквенный».

Наряду со снижением значений указанных показателей в сыворотке крови животных опытных групп, в процессе проведения опыта было также установлено влияние пищевых добавок на уровень активности ферментов печени аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в сыворотке крови животных (таблица 4 и рисунок 3).

Таблица 4 - Влияние пищевых добавок на уровень активности ферментов печени аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в сыворотке крови животных

Группа животных	Уровень активности ферментов, ЕД/л, в конце опыта	
	Аспартатамино- трансферазы	Аланинамино- трансферазы
Контрольная	90,3±2,70	96,3±2,15
Опытная, получавшая пищевую добавку «Порошок из семян винограда»	70,3±3,01	70,7±2,66
Опытная, получавшая пищевую добавку «Порошок яблочный»	74,3±1,84	76,2±1,70
Опытная, получавшая пищевую добавку «Порошок тыквенный»	76,7±1,70	77,3±2,70

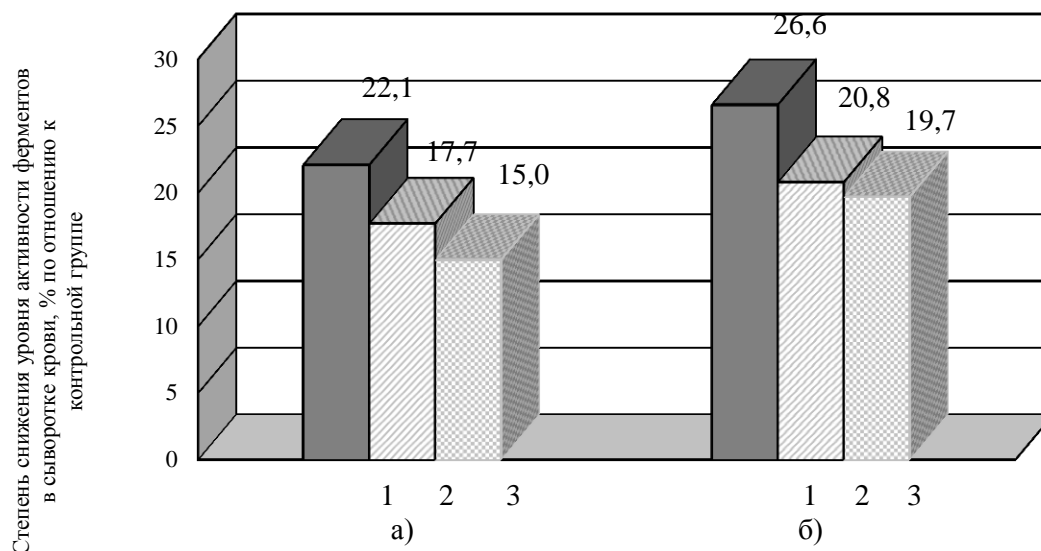


Рис. 3.

Влияние пищевых добавок на уровень активности ферментов печени аспартата-минотрансферазы (а) и аланинаминотрансферазы (б) опытных животных, получавших: 1 - «Порошок из семян винограда»; 2 - «Порошок яблочный»; 3 - «Порошок тыквенный»

Анализ данных таблицы 4 и диаграмм, приведенных на рисунке 3, позволяют сделать вывод, что пищевые добавки, наряду с антиоксидантными свойствами, проявляют и гепатопротекторные свойства, характеризующиеся достоверным снижением уровня активности ферментов печени.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что пищевые добавки, полученные по инновационным технологиям из вторичных растительных ресурсов, благодаря содержанию в них комплекса природных антиоксидантов, проявляют антиоксидантные свойства, обеспечивающие антиоксидантную защиту организма животных, а также гепатопротекторные свойства.

Литература:

1. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека. М.: ТрансЛит, 2009. 212 с.
2. Барабой В.А., Запрометов М.Н. Растительные фенолы и здоровье человека. М.: Наука, 1984. 160 с.
3. Каликинская Е. Антиоксиданты – защита от старения и болезней // Наука и жизнь. 2000. №8. С. 90-94.
4. Кулинский В.И. Активные формы кислорода и оксидативная модификация макромолекул: польза, вред и защита // Соросовский образовательный журнал. 1999. №1. С. 2-8.
5. Разработка технологии производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки яблок / Н.Н. Корнен [и др.] // Пищевая промышленность. 2015. №11. С. 36-38.
6. Биологически активная добавка к пище: патент 2562517 Рос. Федерация МПК А23L1/30, А23L 1/025, А23L 1/212 / В.В. Лисовой [и др.], №2014120106; заявл. 19.05.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. №25.
7. Инновационная технология производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки тыквы / Г.А. Купин [и др.] // Политематический сетевой

электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2016. №7(121). С. 929-940.

8. Биологически активная добавка к пище: патент 2554991 Рос. Федерация МПК A23L 1/30, A23L 1/212 / Лисовой В.В. [и др.]; №2014120105/13; заявл. 19.05.2014; опубл. 10.07.2015.

9. Корнен Н.Н. Технология получения биологически активной добавки из семян винограда // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2012. №6. С. 40-54.

10. Методическое пособие по изучению процессов перекисного окисления липидов и системы антиоксидантной защиты организма у животных / М.И. Рецкий [и др.], ГНУ ВНИВИПФиТ. Воронеж, 1997. 35 с.

Literature:

1. Yashin Y. I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya. *Natural antioxidants. Content in food products and their effect on human health and aging*. M.: TransLit, 2009. 212 p.

2. Baraboy V.A., Zaprometov M.N. *Plant phenols and human health*. M.: Nauka, 1984. 160 p.

3. Kalikinskaya E. *Antioxidants - protection against aging and diseases // Science and life*. 2000. № 8. P. 90-94.

4. Kulinsky V.I. *Active forms of oxygen and oxidative modification of macromolecules: benefit, harm and protection // Soros Educational Journal*. 1999. № 1. P. 2-8.

5. *Development of technology for the production of food additives from secondary resources of apple processing / N.N. Kornen [and others] // Food industry*. No. 11. P. 36-38.

6. *Biologically active food additive: patent 2562517 the Russian Federation IPC A23L1 / 30, A23L 1/025, A23L 1/212 / B.V. Lisovoy [et al.]*, No. 2014120106; claimed 05/19/2014; publ. 10.09.2015, Bul. No. 25.

7. *Innovative technology of food additives production from secondary resources of pumpkin processing / G.A. Kupin [et al.] // Polytechnic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (KubSAU Scientific Journal)*. 2016. No. 7 (121). P. 929-940.

8. *Biologically active food additive: patent 2554991 the Russian Federation IPC A23L 1/30, A23L 1/212 / Lisovoy V.V. [and oth.]*; No. 2014120105/13; claimed 05/19/2014; publ. 07/10/2015.

9. Kornen N.N. *Technology of obtaining biologically active additives from grape seeds // Technology and Commodity Research of Innovative Food Products*. 2012. № 6. P. 40-54.