

УДК 664.8.03

UDC 664.8.03

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

**АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ  
ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ  
ВТОРИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ****ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FOOD  
ADDITIVES DERIVED FROM SECONDARY  
PLANT RESOURCES**

Корнен Николай Николаевич  
к.т.н., РИНЦ SPIN-код: 4937-0163

Kornen Nikolai Nikolaevich  
Cand.Tech.Sci., RSCI SPIN-code: 4937-0163

Лукьяненко Мария Викторовна  
к.т.н., РИНЦ SPIN-код: 5215-4078

Lukyanenko Maria Viktorovna  
Cand.Tech.Sci., RSCI SPIN-code: 5215-4078

Шахрай Татьяна Анатольевна  
к.т.н., доцент, РИНЦ SPIN-код: 8248-0012  
*ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д.2 kisp@kubannet.ru*

Shahray Tatiana Anatolyevna  
Cand.Tech.Sci., associate professor,  
RSCI SPIN-code: 8248-0012  
*FSBSI «Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing», Russia 350072, Krasnodar, st.Topolinaya alleya, 2 kisp@kubannet.ru*

Накопление в организме человека свободных радикалов в избыточном количестве является одной из причин, вызывающих возникновение многих опасных заболеваний и старение организма. Снизить негативное воздействие свободных радикалов на организм возможно путем регулярного употребления в пищу продуктов питания, обогащенных пищевыми и биологически активными добавками, содержащими природные антиоксиданты такие, как фенольные соединения, витамин С, витамин Е и  $\beta$  – каротин. Учеными ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» разработаны технологии производства пищевых добавок из вторичных ресурсов, образующихся при переработке яблок и тыквы. В статье приведены данные, характеризующие антиоксидантную и антирадикальную активность пищевых добавок, полученных из вторичных растительных ресурсов по разработанным и известным технологиям. Установлено, что антиоксидантная активность, определенная амперометрическим методом, и антиоксидантная (антирадикальная) активность, определенная по методу DPPH, пищевых добавок «Порошок яблочный» и «Порошок тыквенный», полученных по разработанным технологиям, практически в 1,5 раза выше по сравнению с антиоксидантной и антирадикальной активностью пищевых добавок, полученных по известным технологиям, что объясняется более высоким содержанием в разработанных добавках антиоксидантов. Установлено, что по степени проявления антиоксидантной и антирадикальной активности пищевые добавки, полученные из вторичных ресурсов по разработанным технологиям, можно расположить в ряд (по убыванию): «Порошок из

The accumulation of free radicals in the human body in excessive quantities is one of the reasons that are known to cause many dangerous diseases and aging. To reduce the negative impact of free radicals to the body is possible through regular consumption of food products enriched with nutritional and dietary supplements containing natural antioxidants such as phenolic compounds, vitamin C, vitamin E and  $\beta$  – carotene. Scientists of federal state budgetary scientific institution "Krasnodar research Institute of storage and processing of agricultural products" have developed a technology for production of food additives from secondary materials generated during the processing of apples and pumpkins. The article presents data characterizing the antioxidant and antiradical activity of food additives derived from secondary plant resources developed and known technology. It is established that the antioxidant activity determined by the amperometric method, and the antioxidant (antiradical) activity, determined by DPPH method, supplements, "Powder apple" and " Powder pumpkin" obtained by the developed technology, is almost 1.5 times higher in comparison with antioxidant and antiradical activity of food additives, obtained by known technologies, because of higher content of antioxidants in the developed supplements. It has been established that the expression of antioxidants and anti-radical activity of food supplements obtained from secondary resources on the developed technologies, can be positioned in a number of (descending): "Powder from the seeds of grapes" → "Apple powder" → " Pumpkin powder"

семян винограда» → «Порошок яблочный» →  
«Порошок тыквенный»

Ключевые слова: ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ, ВТОРИЧНЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, АНТИОКСИДАНТЫ, ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ФЕНОЛКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ, ВИТАМИН С, БЕТА-КАРОТИН, ВИТАМИН Е, АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ, АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

Keywords: NUTRITIONAL SUPPLEMENTS, SECONDARY PLANT RESOURCES, ANTIOXIDANTS, PHENOLIC COMPOUNDS, PHENOL CARBONIC ACIDS, VITAMIN C, BETA-CAROTENE, VITAMIN E, ANTIOXIDANT ACTIVITY, ANTIRADICAL ACTIVITY

**Doi: 10.21515/1990-4665-126-007**

Известно, что накопление в организме человека свободных радикалов в избыточном количестве является одной из причин, вызывающих возникновение многих опасных заболеваний и старение организма [1,2].

Снизить негативное воздействие свободных радикалов на организм возможно путем регулярного употребления в пищу продуктов питания, обогащенных пищевыми и биологически активными добавками, содержащими природные антиоксиданты такие, как фенольные соединения, витамин С, витамин Е и  $\beta$  – каротин [1,2].

Учитывая это, в настоящее время актуальным является разработка технологий производства пищевых добавок, в том числе и из вторичных растительных ресурсов, содержащих комплекс природных антиоксидантов, для создания продуктов питания, обладающих антиоксидантной активностью.

Учеными ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» разработаны технологии производства пищевых добавок из вторичных ресурсов, образующихся при переработке яблок и тыквы [3 - 6], а именно, пищевая добавка «Порошок яблочный» (ТУ 10.39.25-423-04801346-2016) и пищевая добавка «Порошок тыквенный» (ТУ 10.89.19-426-04801346-2016).

Целью настоящей работы является исследование антиоксидантной активности пищевых добавок, полученных из вторичных растительных ресурсов по известным и разработанным нами технологиям.

В таблице 1 приведены данные по составу и содержанию антиоксидантов в пищевой добавке «Порошок яблочный», полученной по известной технологии, включающей сушку вторичных растительных ресурсов в ИК-сушилке при температуре 60°C и последующее измельчение высушенного продукта, и в пищевой добавке «Порошок яблочный», полученной по разработанной технологии, включающей предварительную обработку вторичных ресурсов в ЭМП СВЧ при определенных режимах перед ИК-сушкой, позволяющую значительно сократить время сушки за счет частичного перехода связанной влаги в свободную [4].

Таблица 1 – Состав и содержание антиоксидантов в пищевой добавке «Порошок яблочный», полученной по известной и разработанной технологиям

Наименование антиоксиданта	Массовая доля антиоксиданта, мг/100 г, в добавке, полученной по технологии	
	известной	разработанной
Витамин С	8,81	12,91
Полифенольные соединения	365,5	474,7
Катехины	73,3	103,1
Лейкоантоцианы	135,8	160,3
Фенолкарбоновые кислоты, в том числе:	41,39	54,96
Хлорогеновая	39,44	52,46
Протокатехиновая	1,06	1,33
Оротовая	0,80	1,08
Никотиновая	0,03	0,04
Галловая	0,02	0,03
Кофейная	0,01	0,02

Анализ данных таблицы 1 показывает, что пищевая добавка «Порошок яблочный», полученная по разработанной технологии,

содержит значительно большее количество антиоксидантов – витамина С и фенольных соединений, в том числе фенолкарбоновых кислот, катехинов и лейкоантоцианов, по сравнению с пищевой добавкой, полученной по известной технологии.

В таблице 2 приведен состав и содержание антиоксидантов в пищевой добавке «Порошок тыквенный», полученной по известной технологии, включающей сушку вторичных ресурсов в ИК-сушилке при температуре 60°C и последующее измельчение высушенного продукта, и в пищевой добавке «Порошок тыквенный», полученной по разработанной технологии, включающей предварительную обработку вторичных ресурсов в ЭМП СВЧ при определенных режимах перед ИК-сушкой, которая также обеспечивает сокращение времени сушки за счет частичного перехода связанной влаги в свободную [6].

Таблица 2 – Состав и содержание антиоксидантов в пищевой добавке «Порошок тыквенный», полученной по известной и разработанной технологиям

Наименование антиоксиданта	Массовая доля антиоксиданта, мг/100 г, в добавке, полученной по технологии	
	известной	разработанной
Витамин С	3,18	4,51
Полифенольные соединения	224,6	302,6
Катехины	59,8	79,8
Лейкоантоцианы	30,8	41,1
Фенолкарбоновые кислоты, в том числе:	27,55	36,74
Хлорогеновая	9,60	12,80
Протокатехиновая	5,67	7,56
Оротовая	2,96	3,94
Никотиновая	8,77	11,67
Галловая	отсутствие	0,01
Кофейная	0,55	0,76
Бета-каротин	2,38	3,84

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что содержание антиоксидантов в пищевой добавке «Порошок тыквенный», полученной по

разработанной технологии, значительно выше, по сравнению с пищевой добавкой, полученной по известной технологии.

Следует отметить, что содержание таких антиоксидантов, как витамин С и фенольные соединения, в пищевой добавке «Порошок яблочный» значительно выше, чем содержание указанных антиоксидантов в пищевой добавке «Порошок тыквенный». Однако, в пищевой добавке «Порошок тыквенный», наряду с витамином С и фенольными соединениями, присутствует также и бета-каротин, являющийся антиоксидантом.

Для сравнения антиоксидантной активности исследуемых пищевых добавок была выбрана пищевая добавка «Порошок из семян винограда», полученная по разработанной технологии, приведенной в работе [7], и обладающая высокой антиоксидантной активностью.

В таблице 3 приведен состав и содержание антиоксидантов в пищевой добавке «Порошок из семян винограда» (объект сравнения).

Таблица 3 – Состав и содержание антиоксидантов в пищевой добавке «Порошок из семян винограда»

Наименование антиоксиданта	Массовая доля антиоксиданта, мг/100 г
Витамин С	3,90
Витамин Е	22,84
Полифенольные соединения	1147,0
Катехины	514,7
Лейкоантоцианы	361,3
Фенолкарбоновые кислоты, в том числе:	70,86
Хлорогеновая	15,33
Протокатехиновая	0,61
Оротовая	2,76
Никотиновая	2,03
Галловая	18,83
Кофейная	31,30

Анализ данных, приведенных в таблице 3, показывает, что пищевая добавка «Порошок из семян винограда» содержит значительно большее

количество фенольных соединений по сравнению с изучаемыми добавками и, прежде всего, фенолкарбоновых кислот, обладающих ярко выраженными антиоксидантными свойствами, а также, в отличие от изучаемых добавок, содержит витамин Е, являющийся антиоксидантом. Указанное позволяет говорить о ее более высокой антиоксидантной активности.

Учитывая это, на следующем этапе исследования осуществляли оценку антиоксидантной активности пищевых добавок «Порошок яблочный» и «Порошок тыквенный» в сравнении с пищевой добавкой «Порошок из семян винограда».

Изучение антиоксидантных свойств пищевых добавок осуществляли путем определения антиоксидантной активности (АОА) – амперометрическим методом и антиоксидантной (антирадикальной) активности - по методу DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) [8,9].

Определение антиоксидантной активности амперометрическим методом осуществляли на приборе «Цвет Яуза-01-АА» [8]. Для проведения анализа из исследуемых пищевых добавок получали экстракты. В качестве растворителя использовали 50%-ный водный раствор этилового спирта, при этом соотношение добавка - растворитель соответствовало 1:10, а экстрагирование осуществляли в течение 2 ч при температуре 37°C, затем экстракт отделяли центрифугированием в течение 5 минут при 25 с<sup>-1</sup>.

Антиоксидантную (антирадикальную) активность определяли и по методу DPPH, основой которого является реакция стабильного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразида (DPPH<sup>•</sup>), растворенного в этаноле, с антиоксидантами (АН), содержащимися в экстракте, полученном из пищевой добавки [9]. Реакция протекает в течение 30 минут в темноте при комнатной температуре и контролируется по изменению оптической плотности при длине волны 517 нм. Антиоксидантная активность по методу DPPH характеризуется концентрацией исследуемого экстракта

(мг/см<sup>3</sup>), при которой обеспечивается 50 %-ное ингибирование радикала DPPH• (E<sub>C50</sub>, мг/см<sup>3</sup>), при этом, чем ниже указанная концентрация, тем выше антиоксидантная (антирадикальная) активность исследуемых образцов.

В таблице 4 приведена сравнительная оценка антиоксидантной активности пищевых добавок.

Таблица 4 – Сравнительная оценка антиоксидантной активности пищевых добавок

Наименование пищевой добавки	Антиоксидантная активность пищевой добавки	
	амперометрический метод, мг/см <sup>3</sup>	метод DPPH, E <sub>C50</sub> , мг/см <sup>3</sup>
Пищевая добавка «Порошок яблочный», полученная по технологии: Разработанной известной	3,68	1,18
	2,43	1,77
Пищевая добавка «Порошок тыквенный», полученная по технологии: Разработанной известной	2,89	1,51
	1,96	2,70
Пищевая добавка «Порошок из семян винограда» (объект сравнения)	4,17	0,98

Анализ полученных данных показывает, что антиоксидантная активность, определенная амперометрическим методом, пищевых добавок «Порошок яблочный» и «Порошок тыквенный», полученных по разработанным технологиям, практически в 1,5 раза выше по сравнению с антиоксидантной активностью пищевых добавок, полученных по известным технологиям, что объясняется более высоким содержанием в разработанных добавках антиоксидантов.

При этом следует отметить, что антиоксидантная активность разработанной пищевой добавки «Порошок яблочный» выше, чем антиоксидантная активность разработанной пищевой добавки «Порошок тыквенный», что также объясняется более высоким содержанием

антиоксидантов в пищевой добавке «Порошок яблочный» по сравнению с пищевой добавкой «Порошок тыквенный».

Учитывая, что антиоксидантная (антирадикальная) активность по методу DPPH характеризуется концентрацией исследуемого экстракта, которая обеспечивает 50 %-ное ингибирование радикала DPPH<sup>•</sup>, и, чем ниже указанная концентрация, тем выше его антиоксидантная (антирадикальная) активность, по изучаемым пищевым добавкам можно сделать аналогичные выводы, как и при определении их антиоксидантной активности амперометрическим методом.

Следует отметить, что пищевая добавка «Порошок из семян винограда» проявляет максимальную антиоксидантную и антирадикальную активность, что обусловлено более высоким содержанием в ней антиоксидантов и, в первую очередь, фенольных соединений, в том числе фенолкарбоновых кислот, степень антиоксидантной активности которых усиливают витамины С и Е.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы, во-первых, пищевые добавки, полученные по разработанным технологиям из вторичных ресурсов, образующихся при переработке яблок и тыквы, проявляют более высокую антиоксидантную и антирадикальную активность по сравнению с добавками, полученными по известным технологиям, во-вторых, по степени проявления антиоксидантной и антирадикальной активности пищевые добавки, полученные из вторичных ресурсов по разработанным технологиям, можно расположить в ряд (по убыванию): «Порошок из семян винограда» → «Порошок яблочный» → «Порошок тыквенный».

## Литература

1. Барабой В. А. Растительные фенолы и здоровье человека [Текст] / В.А. Барабой, М.Н. Запрометов. - М.: Наука, 1984. - 160 с.
2. Каликинская Е. Антиоксиданты - защита от старения и болезней [Текст]/ Е. Каликинская //Наука и жизнь.- 2000.- № 8.- С.90-94.
3. Разработка технологии производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки яблок [Текст] / Н.Н. Корнен [и др.] // Пищевая промышленность. – 2015. – № 11. – С.36-38.
4. Пат. 2562517 Российская Федерация. МПК А23L1/30, А23L 1/025, А23L 1/212. Биологически активная добавка к пище [Текст] / В.В. Лисовой, Н.Н. Корнен, Г.А. Купин и др., заявка № 2014120106.заявл. 19.05.2014; опубл. 10.09.2015. Бюл. № 25.
5. Инновационная технология производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки тыквы [Текст] / Г.А. Купин [и др.]. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №07(121). –С. 929-940
6. Пат. 2554991 Российская Федерация. МПК А23L 1/30, А23L 1/212, А23L 1/025 Биологически активная добавка к пище [Текст] / Лисовой В. В., Корнен Н. Н. и др., заявка №2014120105/13; заявл. 19.05.2014; опубл. 10.07.2015
7. Корнен Н.Н. Технология получения биологически активной добавки из семян винограда [Текст] //Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов.- 2012.- № 6.-С.40-54.
8. Яшин А.Я. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах [Текст] / А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова. – 2007. – №5. – С. 28–30.
9. Roginsky V, Lissi E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food // Food Chem. - 2005. -Vol. 92. -№92. -P. 235-254.

## References

1. Baraboj V. A. Rastitel'nye fenoly i zdorov'e cheloveka () [Tekst] / V.A. Baraboj, M.N. Zaprometov. - M.: Nauka, 1984. - 160 p.
2. Kalikinskaya E. Antioksidanty - zashchita ot stareniya i boleznej [Tekst]/ E. Kalikinskaya //Nauka i zhizn'.- 2000.- № 8.- P.90-94.
3. Razrabotka tekhnologii proizvodstva pishchevoj dobavki iz vtorichnyh resursov pererabotki yablok [Tekst] / N.N. Kornen [i dr.] // Pishchevaya promyshlennost'. – 2015. – № 11. – P.36-38.
4. Pat. 2562517 Rossijskaya Federaciya. MPK A23L1/30, A23L 1/025, A23L 1/212. Biologicheski aktivnaya dobavka k pishche [Tekst] / V.V. Lisovoj, N.N. Kornen, G.A. Kupin i dr., zayavka № 2014120106.zayavl. 19.05.2014; opubl. 10.09.2015. Byul. № 25.
5. Innovacionnaya tekhnologiya proizvodstva pishchevoj dobavki iz vtorichnyh resursov pererabotki tykvy [Tekst] / G.A. Kupin [i dr.]. // Politematicheskij setevoj ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №07(121). –P. 929-940
6. Pat. 2554991 Rossijskaya Federaciya. MPK A23L 1/30, A23L 1/212, A23L 1/025 Biologicheski aktivnaya dobavka k pishche [Tekst] / Lisovoj V. V., Kornen N. N. i dr., zayavka №2014120105/13; zayavl. 19.05.2014; opubl. 10.07.2015

7. Kornen N.N. Tekhnologiya polucheniya biologicheski aktivnoj dobavki iz semyan vinograda [Tekst] //Tekhnologiya i tovarovedenie innovacionnyh pishchevyh produktov.- 2012.- № 6.-P.40-54.

8.YAshin A.Y. Opredelenie sodержaniya prirodnyh antioksidantov v pishchevyh produktah i BADah [Tekst] / A.YA. YAshin, N.I. CHernousova . – 2007. – №5. –P. 28–30.

9. Roginsky V, Lissi E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food // Food Chem. - 2005. -Vol. 92. -№92. -P. 235-254.