

*В.В. Садовой, С.Н. Шлыков, Т.В. Вобликова, М.А. Селимов*  
*Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь,*  
*Российская Федерация*

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНТИОКСИДАНТНОЙ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ ИЗ ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК**

«Более 70% людей умирает преждевременно от заболеваний, связанных с недостаточной компенсацией свободных радикалов антиоксидантами».

Основатель теории антиоксидантов,  
доктор Лестер Пакер

*В статье предлагается решение вопроса использования антиоксидантных свойств вторичного растительного сырья, в виде полученной пищевой добавки, в технологии мясопродуктов.*

*С помощью приложений компьютерной химии подтверждены антиоксидантные свойства ряда флавоноидов, в том числе и флавоноидов виноградных выжимок и разработана технология получения пищевой антиоксидантной добавки из виноградных выжимок.*

*Исследованы функциональные свойства пищевой добавки (водопоглощающая, жиропоглощающая, влагоудерживающая способность), набухаемость с целью рекомендации использования ее как пищевой антиоксидантной добавки в производстве мясопродуктов.*

**Введение.** В последние десятилетия ученые смогли выявить факторы и механизмы множества губительных процессов, происходящих в человеческом организме. Причина различных заболеваний – повреждение клеток свободными радикалами. По этой же причине происходит старение всех органов и тканей человеческого тела. Как выяснилось на основании многочисленных исследований, значительно замедлить разрушающее действие атома кислорода свободных радикалов могут антиоксиданты, содержащиеся в различных продуктах питания естественного происхождения [1].

Ученые давно определили, что наиболее сильными антиоксидантными свойствами обладают вещества, которые определяют окраску растений. Поэтому больше всего антиоксидантов в овощах и фруктах красного, оранжевого, синего и черного цветов, причем

особенно в кисло-сладких и кислых. В желтых, ярко-зеленых и темно-зеленых растениях антиоксидантов тоже много, но не настолько.

После переработки винограда на вино остаются выжимки, которые долгое время считались отходами. Однако они являются отличным источником антиоксидантов.

В качестве объекта исследования использовались выжимки из винограда сорта «Левокумский».

Выход выжимок из исследуемого сорта винограда составляет 27,4 %. Выжимки состоят из 25 % семян, 50 % ягодной кожуры и 25 % стеблей кисти (гребней).

Проведенный исследования химического состава (табл. 1) ягодной кожуры винограда сорта «Левокумский» свидетельствовали, что кожаца является богатым источником белка (12,7), жира (9,0) и флавоноидов (5,2% на сухой остаток). Активная кислотность (рН) виноградных выжимок составила 3,7 – 3,9.

Таблица 1 – Химический состав ягодной кожуры винограда сорта «Левокумский»\* ( $q \leq 0,05$ )

Показатели	Содержание	
	%	% на сухой остаток
Белок	5,8	12,7
Жир	4,1	9,0
Клетчатка	13,3	29,0
Зола	4,1	9,0
Вода	54,2	-
Массовая доля сахарозы	9,2	20,1
Массовая концентрация титруемых кислот (в пересчете на уксусную кислоту)	0,75	1,6
Содержание флаваноидов	2,4	5,2

\* Общее содержание пектиновых веществ в виноградных выжимках не определяли.

С помощью приложений компьютерной химии, основанной на применении компьютерных методов и дискретной математики, были изучены молекулярные свойства следующих флавоноидов: ресвератрола, кверцетина, рутина, катехина, эпикатехина и эпикатехина галлата. На рисунке 1 в качестве примера приведена плотность распределения заряда ресвератрола.

Исследование структуры и молекулярных свойств ресвератрола (рис. 1 а, б) выявили низкие значения величины заряда в районе 7, 8 и 17 атомов кислорода (-0,239, -0,221, -0,231 эВ соответственно), эти данные

позволяют сделать вывод о возможности использования этого химического соединения в качестве донора протона.

Изучение поверхности распределения плотности заряда в целом показало гидрофобные свойства исследуемой молекулы (рис. 1 б) с наличием незначительных участков гидрофильных зон, о чем свидетельствует величина итоговой плотности заряда, равная 0,05 эВ. Аналогичные результаты были получены при исследовании других флавоноидов: кверцетина, рутина, катехина, эпикатехина и эпикатехин галлата (табл. 2). При исследовании молекулярных орбиталей во всех случаях подтверждены антиоксидантные свойства этих соединений.

Таблица 2 – Основные квант химические характеристики молекул флавоноидов ягодной кожуры винограда

Характеристики	Флавоноиды					
	ресвератрол	рутин	катехин	кверцетин	Эпикатехин галлат	эпикатехин
Потенциальная энергия, ккал/моль	12,908	43,610	2,014	20,370	5,521	2,135
Дипольный момент, Дебай	1,565	2,526	1,495	4,321	3,997	2,018
Среднеквадратичный градиент, ккал/(Å×моль)	0,042	0,093	0,078	0,095	0,098	0,094
Итоговая плотность заряда, эВ	0,050	0,095	0,010	0,010	0,010	0,010
Энергия ионизации, эВ	8,807	9,181	8,856	8,906	8,879	9,040

Достаточно малая величина плотности заряда (0,010 – 0,095 эВ) свидетельствует о преобладании гидрофобных свойств у исследуемых молекул, следовательно, экстракция флавоноидов полярными растворителями мало осуществима, что позволяет сделать вывод об использовании полярных растворителей при извлечении сахарозы и кислот.

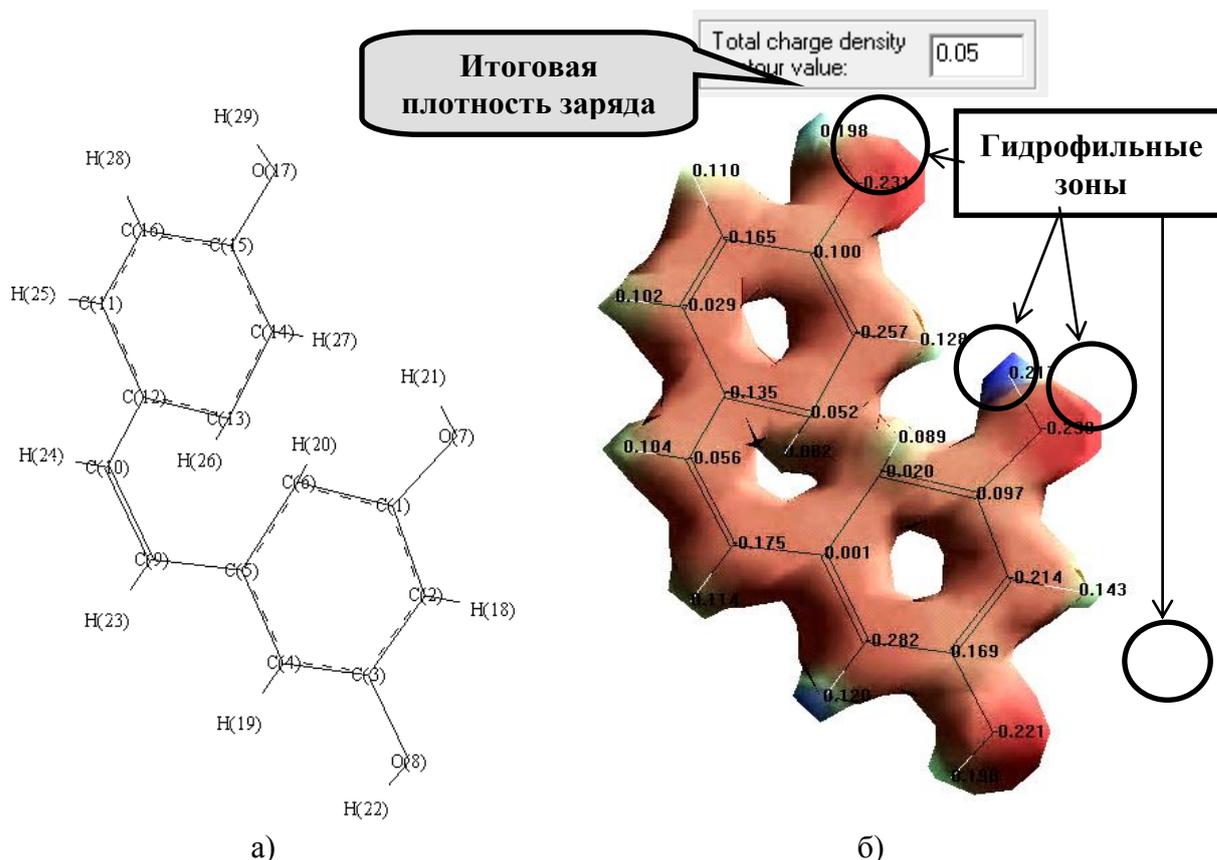


Рисунок 1 – Исследование поверхности распределения плотности заряда молекулы ресвератрола  
 а) – структурная формула; б) – поверхность распределения плотности заряда

Режимы экстракции виноградных выжимок определялись в лабораторном реакторе, соединенном с термостатом. Изучались следующие параметры: температура обработки, время экстрагирования, активная кислотность (рН) и концентрация поваренной соли (NaCl) в растворе. В качестве регулятора активной кислотности использовался гидроксид натрия (NaOH). По окончании процесса экстракции в растворе определялось содержание сухих веществ и степень экстракции флавоноидов (табл. 3).

По результатам исследований была разработана нейронная сеть в виде многослойного персептрона и на алгоритмическом языке Pascal создан массив входных переменных ( $t$ ,  $\tau$ , рН,  $C_{\text{NaCl}}$ ), в котором значения функциональных показателей были рассчитаны с помощью нейронной сети [2]. В результате оптимизации с использованием метода многомерного шкалирования выполнен анализ контурной поверхности. По полученным данным установлены оптимальные режимы (табл. 4) экстракции в полярных растворителях (9,9-11,2% от массы выжимок), причем степень экстракции флавоноидов при установленных параметрах

обработки минимальна и составляла 0,5-2,3 % от общего их количества в исходном сырье.

Таблица 3 – Исследование процесса экстракции виноградных выжимок ( $q \leq 0,05$ )

№ опыта	Температура (t), °С	Время (τ), мин.	Активная кислотность (рН)	Концентрация NaCl в растворе (С <sub>NaCl</sub> ), %	Сухие вещества, % от массы выжимок	Степень экстракции флавоноидов, % от общего количества
1	50	5	7,6	0	6,3	0,8
2	50	20	8,1	2	6,0	20,8
3	50	35	8,6	4	7,2	41,5
4	70	5	8,6	4	6,3	27,5
5	70	20	7,6	0	7,2	10,5
6	70	35	8,1	2	6,9	34,2
7	90	5	8,1	2	6,6	17,8
8	90	20	8,6	4	7,5	43,0
9	90	35	7,6	0	7,8	22,5

Таблица 4 – Результаты оптимизации параметров экстракции виноградных выжимок

Температура (t), °С	Время (τ), мин.	Активная кислотность (рН)	Концентрация NaCl в растворе (С <sub>NaCl</sub> ), %
85 – 90	20 – 25	7,2 – 7,4	0,3 – 0,5

По окончании экстракции виноградные выжимки отфильтровывались от раствора, измельчались до размеров частиц не более 50 мкм и сушились при температуре 75-80 °С до содержания влаги не более 8 %. Готовый продукт представлял собой порошкообразную добавку без выраженного запаха, темно-вишневого цвета.

В высушенных и измельченных образцах исследовались сенсорные характеристики (табл. 5) и химический состав.

Таблица 5 – Органолептические показатели пищевой антиоксидантной добавки

Наименование	Показатели
Цвет	Темно-вишневый с фиолетовым оттенком.
Запах, вкус	Вкус нейтральный, слабый запах винограда, без посторонних привкусов и запахов.
Внешний вид	Сухой мелко распыленный порошок, допускается незначительное количество плотных комочков, легко рассыпающихся при механическом воздействии.
Структура	ассыпчатая

Анализ химического состава пищевой антиоксидантной добавки выявил, что предложенные технологические параметры позволяют извлечь 74,1 % сахаров, 80,0 % липидов и 3,3 % минеральных веществ от общего количества в исходном сырье. Титруемые кислоты в пищевой добавке не обнаружены, очевидно это обусловлено использованием экстрагента с щелочным значением активной кислотности (рН 7,0). Вероятно, происходит извлечение и растворимых пектиновых веществ, однако их количественное содержание не контролировалось. Увеличение содержания флавоноидов (5,3 % на сухой остаток) обусловлено снижением доли белка, липидов, сахаров и титруемых кислот в высушенной пищевой добавке [3, 4].

Антиоксидантная активность определялась путем изучения скорости окисления липидов по изменению перекисного числа, характеризующего накопление первичных продуктов распада липидов. Показатель количества продуктов окисления обратно пропорционален показателю активности антиоксиданта. В качестве модельной липидной системы использовалось масло сливочное (несоленое с массовой долей жира 72,5 %). Результаты опытного образца с антиоксидантной добавкой имели более низкое значение перекисного числа, чем контрольного (0,033 против 0,055 ммоль активного кислорода / кг).

Для определения возможности использования антиоксидантной добавкой в технологии мясopодуkтов проведены исследования ее функционально-технологических свойств (табл. 6).

Таблица 6 – Показатели функционально-технологических характеристик антиоксидантной пищевой добавки (Е.Р.С. < 0,05)

Наименование	Показатели
Активная кислотность, рН (10% суспензия)	7,3
Водопоглощающая способность, %	147
Жиропоглощающая способность, г жира/г	7,2
Водоудерживающая способность, г воды/г	13,8
Набухаемость, %	182

Данные результатов исследований (табл. 6) свидетельствуют о том, что пищевая добавка имеет довольно высокие значения водопоглощающей (147 %), жиропоглощающей (7,2 г жира /г пищевой добавки), водоудерживающей (13,8 г воды/г пищевой добавки) способностей и набухаемости (182 %), что позволяет рекомендовать ее использование в технологии мясопродуктов.

### Литература

1. Молочников, В.В. Использование фитопрепаратов в рецептурных композициях мясных продуктов / В.В. Молочников, И.А. Трубина, В.В. Садовой, С.Н. Шлыков // Пищевая промышленность. – 2008. – № 6. – С. 64.
2. Храмцов, А.Г. Использование искусственного интеллекта для оптимизации состава и совершенствования технологии многокомпонентных пищевых продуктов / А.Г. Храмцов, Е.А. Шепило, В.В. Садовой, С.Н. Шлыков, И.А. Трубина // Хранение и переработка сельхозсырья – 2008. – № 9. – С. 72-75.
3. Вобликова, Т.В. Применение фитокомпонентов в производстве термокислотных сыров / Т.В. Вобликова, Д.Ю. Буеракова // Сборник науч. статей Современные технологии в производстве и переработке с.-х. продукции по материалам 77-й региональной научно-практической конференции «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 122-125.
4. Вобликова, Т.В. Исследование качественных показателей сыров с фитокомпонентами в процессе хранения / Т.В. Вобликова, Д.Ю. Буеракова // Сборник науч. статей Современные технологии в производстве и переработке с.-х. продукции по материалам 77-й региональной научно-практической конференции «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». – 2013. – С. 125-129.

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF AN ANTIOXIDANT FOOD  
ADDITIVE FROM A GRAPE RESIDUE**

**Summary**

In article the solution of a question of use of antioxidant properties of secondary vegetable raw materials, in the form of the received food additive, in technology of meat products is proposed. By means of appendices of computer chemistry antioxidant properties of a number of flavonoids including flavonoids of a grape residue and the technology of receiving a food antioxidant additive from a grape residue is developed are confirmed.

Functional properties of a food additive (water-absorbing, zhiropogloshchayushchy, moisture-holding ability), swelling capacity for the purpose of the recommendation of its use as food antioxidant additive in production of meat products are investigated.