

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-35-41>

УДК 663.222:663.252.4

© 2023

Поступила 14.02.2023

Received 14.02.2023



Принята в печать 06.03.2023

Accepted 06.03.2023

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ БРОЖЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ФЕНОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В МОЛОДЫХ КРАСНЫХ ВИНАХ

Людмила В. Гнетько, Лилия П. Неровных\*,  
Хазрет Р. Сиюхов, Гаянэ Ю. Арутюнова

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;  
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье приводятся данные по исследованию влияния условий брожения на содержание биологически активных веществ фенольного комплекса в молодых красных винах.

Красные вина благодаря высокому содержанию в них веществ фенольной природы обладают Р-витаминной активностью, антигликемическим, антигепатоксическим и антимуtagenным действием, а также антимикробным и другими видами биологической активности. Многие из фенольных веществ выполняют роль природных антиоксидантов, обладают радикалоочищающей способностью, способствуют снижению уровня холестерина в крови. Благодаря данным свойствам красные вина способствуют профилактике многих заболеваний и корректируют антиоксидантный статус человека.

Объектами исследований служили виноматериалы, полученные из винограда сорта Молдова способом углекислотной мацерации, при длительности процесса 4 суток или 7 суток. Во втором случае с дополнительным введением углекислого газа экзогенного происхождения. В качестве контрольного использовали виноматериал, полученный по традиционной технологии в результате брожения суслу на мезге с плавающей шапкой.

Исследовано влияние условий брожения на общее содержание мономерных и полимерных фенольных соединений, а также на массовую концентрацию отдельных фенолокислот и флавоноидов.

Установлено, что увеличение продолжительности мацерации виноградной грозди до 7 суток, а также дополнительное введение CO<sub>2</sub> экзогенного происхождения способствовало интенсификации экстракционных процессов и привело к закономерному увеличению концентрации веществ фенольного комплекса.

Таким образом, установлена возможность использования углекислотной мацерации, обеспечивающей оптимальное накопление веществ фенольного комплекса, для производства молодых красных столовых вин, особенно при переработке высококислотных сортов винограда

с большим содержанием антоцианов и танина. Проведение углекислотной мацерации целых гроздей винограда в условиях анаэробно-биоза способствовало сохранению в вине биологически активных веществ, в том числе витаминов, стильбенов, фенолкарбоновых кислот.

**Ключевые слова:** углекислотная мацерация, красные вина, экстракция, фенольные вещества, фенолокси кислоты, флавоноиды, биологическая активность

*Для цитирования:* Исследование влияния условий брожения на содержание биологически активных веществ фенольного комплекса в молодых красных винах / Гнетко Л.В. [и др.] // Новые технологии / New technologies. 2023. Т. 19, № 1. С. 35-41. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-35-41>

## INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF FERMENTATION CONDITIONS ON THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF THE PHENOLIC COMPLEX IN YOUNG RED WINES

**Lyudmila V. Gnetko, Liliya P. Nerovnykh\*,  
Khazret R. Siyukhov, Gayane Y. Arutyunova**

*FSBEI HE «Maikop State Technological University»,  
191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation*

**Abstract.** The article presents data on the study of the influence of fermentation conditions on the content of biologically active substances of the phenolic complex in young red wines.

Red wines, due to the high content of phenolic substances in them, have P-vitamin activity, antiglycemic, antihepatotoxic and antimutagenic effects, as well as antimicrobial and other types of biological activity. Many of the phenolic substances act as natural antioxidants, have a radical-cleansing ability, and help reduce blood cholesterol levels. Thanks to these properties, red wines contribute to the prevention of many diseases and correct the antioxidant status of a person.

The objects of the research are wine materials obtained from grapes of the Moldova variety by the method of carbon dioxide maceration, with a process duration of 4 days or 7 days. In the second case, additional introduction of carbon dioxide of exogenous origin has been used. As a control one, wine material obtained by traditional technology has been used, as a result of must fermentation on pulp with a floating cap.

The influence of fermentation conditions on the total content of monomeric and polymeric phenolic compounds, as well as on the mass concentration of individual phenolic acids and flavonoids, has been studied.

It has been established that an increase in the duration of maceration of a bunch of grapes up to 7 days, as well as the additional introduction of CO<sub>2</sub> of exogenous origin, have contributed to the intensification of extraction processes and led to a natural increase in the concentration of substances of the phenolic complex.

Thus, the possibility of using carbon dioxide maceration, which ensures the optimal accumulation of substances of the phenolic complex, has been established for the production of young red table wines, especially when processing high-acid grape varieties with a high content of anthocyanins and tannin. Carrying out carbon dioxide maceration of whole bunches of grapes under conditions of anaerobiosis has contributed to the preservation of biologically active substances in wine, including vitamins, stilbenes, phenolcarboxylic acids.

**Keywords:** carbonic acid maceration, red wines, extraction, phenolic substances, phenolic acids, flavonoids, biological activity

*For citation: Investigation of the influence of fermentation conditions on the content of biologically active substances of the phenolic complex in young red wines / Gnetko L.V. [et al.] // New technologies. 2023. V. 19, No. 1. P. 35-41. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-35-41>*

Возросший в мире интерес к красным столовым винам объясняется не только их органолептическими свойствами, но и высокой биологической ценностью вина как пищевого продукта.

Анализ литературных данных по данной теме показал, что красные вина благодаря высокому содержанию в них веществ фенольной природы обладают Р-витаминной активностью, антигликемическим, антигепатоксическим и антимуtagenным действием, а также антимикробным и другими видами биологической активности [1]. Причем разным группам фенольных веществ соответствуют разные виды биологической активности. Так, например, антоцианы проявляют антигликемическую активность. Катехины и процианидины обладают сосудоукрепляющим, антимуtagenным действием и антисептическими свойствами. Фенолкарбоновые кислоты оказывают антихолестеринное действие. Многие из фенольных веществ выполняют роль природных антиоксидантов, химически связывают свободные радикалы, активизируют процессы этерификации жирных кислот и холестерина, снижая его уровень в крови.

Благодаря данным свойствам красные вина способствуют профилактике многих заболеваний и корректируют антиоксидантный статус человека [2; 3].

В связи с этим, исследования, направленные на изучение современных технологий производства красных вин, предусматривающих технологические приемы, интенсифицирующие накопление и сохранность веществ фенольного комплекса, являются актуальными.

Целью работы стало исследование влияния технологических приемов производства молодых красных вин на качественный и количественный состав

фенольных соединений, в том числе фенолкарбоновых кислот.

Был проведен эксперимент для установления и сопоставления качественного и количественного состава веществ фенольного комплекса красных вино-материалов. Объектами исследований служили вино-материалы, полученные из винограда сорта Молдова. Первые два варианта опытных образцов были получены способом углекислотной мацерации, т.е. сбраживанием целых гроздей винограда в условиях естественно образующегося углекислого газа в результате внутриклеточного забраживания при длительности процесса 4 суток (вариант № 1) или 7 суток (вариант № 2). Второй опытный образец был получен с интенсификацией процесса углекислотной мацерации путем не только увеличения ее продолжительности, но и в результате дополнительного введения углекислого газа экзогенного происхождения (из расчета 15 мг/дм<sup>3</sup>). В качестве контрольного использовали вино-материал, полученный по традиционной технологии в результате брожения суслу на мезге с плавающей шапкой.

После завершения процесса спиртового брожения в полученных вино-материалах был определен качественный и количественный состав различных компонентов фенольного комплекса.

Полученные данные представлены в таблице 1.

Согласно представленным данным максимальным накоплением фенольных соединений мономерной фракции отличался контрольный образец, полученный брожением суслу на мезге. Минимальное количество веществ этой группы отмечено в опыте № 1, что свидетельствует о недостаточной экстракции мономерных соединений из кожицы винограда в ходе углекислотной

Таблица 1

**Влияние технологии производства красного столового вина на содержание фенольных веществ**

Table 1

**Influence of red table wine production technology on the content of phenolic substances**

Вариант	Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>				
	Мономерная фракция			Полимерная фракция	Общая сумма фенольных веществ
	Всего	Антоцианы	Катехины		
Контроль	1410	450	368	2230	3640
№ 1	1080	230	226	1810	2890
№ 2	1260	360	326	2890	3250

мацерации. Вместе с тем, в контрольном образце выявлено меньшее содержание полимерных фенолов в сравнении со вторым вариантом опыта, что вызвано частичной адсорбцией полимерных фенолов на твердых частях мезги. Известно, что мономерные фенольные соединения играют важную роль в окраске молодых вин, по мере их выдержки фенольные вещества полимеризуются и конденсируются, часть конденсированных форм выпадает в осадок, поэтому в формировании окраски выдержанных вин главная роль принадлежит полифенолам. Увеличение продолжительности мацерации виноградной грозди до 7 суток, а также дополнительное введение CO<sub>2</sub> экзогенного происхождения (опыт № 2) способствовало интенсификации экстракционных процессов и привело к закономерному увеличению концентрации веществ фенольного комплекса. Так, сумма полифенолов, обеспечивающих антиоксидантные свойства вина, возросла на 360 мг/дм<sup>3</sup>, концентрация антоцианов на 130 мг/дм<sup>3</sup>, катехина на 100 мг/дм<sup>3</sup>, массовая концентрация мономерной фракции на 180 мг/дм<sup>3</sup>, полимерной фракции на 1080 мг/дм<sup>3</sup>.

Важной задачей при производстве биологически ценного вина является извлечение и сохранение фенолкарбоновых кислот, часть из которых является витаминами, а другая витаминоподобными веществами. В ходе исследований в полученных виноматериалах были

идентифицированы представители мономерных форм фенольных веществ – фенолкарбоновые кислот бензойного (C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>) и коричневого ряда (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>): протокатеховая, галловая, кофейная, хлорогеновая, никотиновая (вит. PP) и оротовая кислоты (таблица 2).

Анализируя опытные данные, можно отметить, что при идентичности качественного состава концентрации фенолокислот в контрольном и опытных образцах существенно отличались. Учитывая, что данные кислоты в винограде обнаруживаются в следах и только в связанном состоянии с антоцианами и другими соединениями, можно предположить, что увеличение их содержания в виноматериалах объясняется высвобождением из связанного состояния в результате гидролитического действия ферментов [4; 5].

В наиболее заметных количествах во всех образцах была обнаружена галловая кислота, входящая в состав дубильных веществ твердых частей виноградной грозди (гребни, семена, кожица), на втором месте оказалась кофейная кислота, что возможно явилось следствием гидролитического распада галлокатехинов и катехингаллатов. При этом повышенное содержание кофейной кислоты во всех образцах коррелировало с невысокой концентрацией хлорогеновой кислоты, что может быть результатом ее частичной деградации с образованием кофейной кислоты [4].

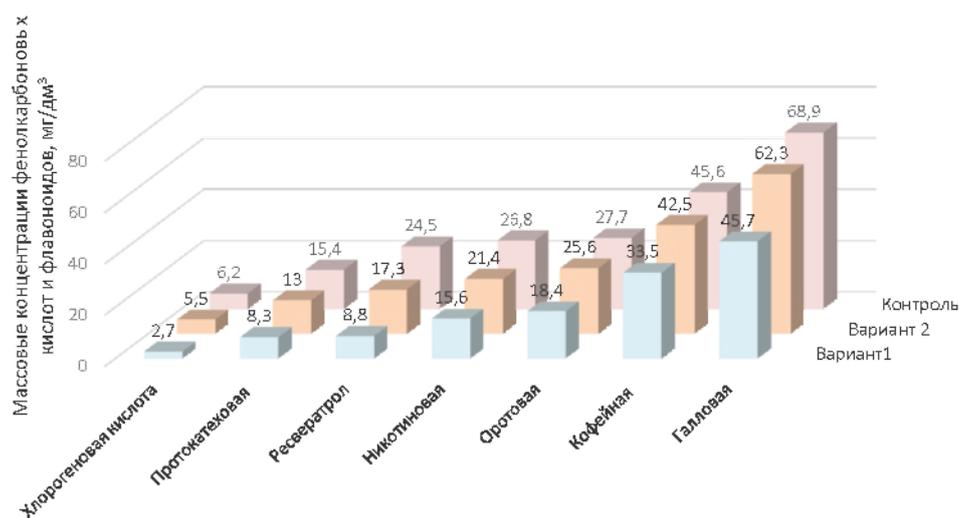


Рис. 1. Массовые концентрации фенолкарбоновых кислот и флавоноидов, мг/дм<sup>3</sup>

Fig. 1. Mass concentrations of phenolcarboxylic acids and flavonoids, mg/dm<sup>3</sup>

Установлено, что брожение суслу на мезге (контроль) способствовало наибольшему накоплению всех обнаруженных фенолкарбоновых кислот, что, возможно, стало следствием более интенсивно протекающих экстракционных процессов, а также более высокой ферментативной активности гидролаз в условиях брожения суслу на мезге.

Сравнительный анализ опытных образцов также выявил линейную зависимость между изменением концентрации фенолкарбоновых кислот, продолжительностью мацерации и дополнительным внесением минеральной углекислоты. Увеличение продолжительности мацерации виноградной грозди до 7 суток, а также дополнительное введение CO<sub>2</sub> экзогенного происхождения (опыт № 2) привело к закономерному увеличению концентраций всех без исключения идентифицированных фенолокислот. Так, в два раза увеличилось содержание хлорогеновой кислоты, обладающей антибактериальными, противовирусными и противовоспалительными свойствами; характеризующейся антимуtagenной активностью и антиоксидантным действием. Содержание мономерных полифенолов – нефлавоноида (галловая

кислота) и оксикарбоновой кофейной кислоты, обладающих также сильной антиоксидантной активностью, возросло на 16,6 мг/дм<sup>3</sup> и 9,0 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Содержание оротовой и никотиновой кислот, принадлежащих группе соединений, защищающих организм человека от вредного воздействия ультрафиолета и способствующих формированию устойчивого иммунитета, увеличились на 7,2 мг/дм<sup>3</sup> и 5,8 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Содержание ароматической протокатеховой кислоты увеличилось на 4,7 мг/дм<sup>3</sup>.

Многочисленными исследованиями [1; 3; 6] установлено, что антиоксидантная активность вина обусловлена всем комплексом полифенолов виноградного растения. Однако доказано, что из всех флавоноидов винограда и вина выделяются ресвератрол, кверцетин и ди-гидрокверцетин, обладающие множеством биологических эффектов, включая антиоксидантные и противораковые. Они ингибируют процессы перекисного окисления липидов клеточных мембран, препятствуют повреждающему действию свободных радикалов, замедляют преждевременное старение клеток [7], что положительно сказывается на качестве и биологической ценности вина.

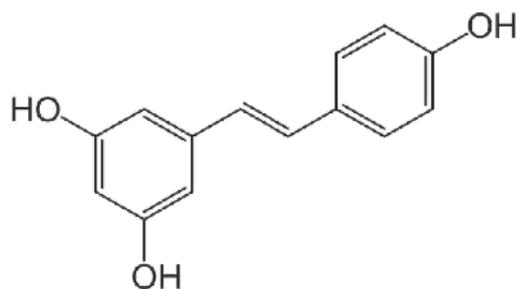


Рис. 2. Структура ресвератрола

Fig. 2. The structure of resveratrol

В исследуемых образцах был обнаружен ресвератрол, относящийся к группе стилибенов. Ресвератрол-3,5,4-тригидроксистиблибен-полифенол состоит из двух колец фенола, соединенных двойной связью (рис. 1).

Ресвератрол проявляется в обеих транс- и цисизомерных формах. Наиболее высокой биологической активностью обладает транс-ресвератрол [1]. Его способность предупреждать окисление жиров намного выше, чем у таких антиоксидантов, как  $\beta$ -каротин и витамин Е.

Ресвератрол сосредоточен преимущественно в кожице и семенах винограда, этим объясняется его высокое содержание в контрольном варианте и в опыте № 2 с более длительным контактом суслу с твердыми частями виноградной грозди и более активно протекающими ферментативными процессами,

что согласуется с данными Н.М. Агеевой по распределению доли влияния различных факторов на количество ресвератрола в столовых винах: продолжительность контакта – 42%; ферментация – 26%; перемешивание – 18%; прочие факторы – 14%.

Таким образом, установлена возможность использования углекислотной мацерации, обеспечивающей оптимальное накопление веществ фенольного комплекса, для производства молодых красных столовых вин, особенно при переработке высококислотных сортов винограда с большим содержанием антоцианов и танина. Проведение углекислотной мацерации целых гроздей винограда в условиях анаэробно-биологического способствовало сохранению в вине биологически активных веществ, в том числе витаминов, стилибенов, фенолкарбоновых кислот.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Маркосов В.А., Агеева Н.М. Биохимия, технология и медико-биологические особенности красных вин. Краснодар, 2008. 223 с.
2. Арпентин Г.Н. Основы технологии столовых вин с повышенной пищевой ценностью и их медико-биологическая оценка: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Ялта, 1994. 50 с.
3. Белякова Е.А., Гугучкина Т.И., Якуба Ю.Ф. Биологически активные вещества и антиоксидантная активность новых красных сортов винограда // Виноделие и виноградарство. 2006. № 6. С. 6–17.
4. Нилов В.И., Скурихин И.М. Химия виноделия. 2-е изд. М.: Пищ. пром-сть, 1967. 442 с.
5. Неборский Р.А. Научное обоснование и разработка технологии молодых столовых вин: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Краснодар, 2009. 157 с.
6. Гергиев В.Н., Дурнев А.Д., Середенин С.Б. Применение красных вин в медицине // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1994. № 9. С. 270–273.
7. Биологически ценные компоненты виноградных вин / Н.М. Агеева [и др.] // Индустрия напитков. 2009. № 2. С. 38–44.

## REFERENCES:

1. Markosov V.A., Ageeva N.M. Biochemistry, technology and biomedical features of red wines. Krasnodar; 2008. (In Russ.)
2. Arpentin G.N. Fundamentals of the technology of table wines with high nutritional value and their medical and biological assessment: abstract of dis. ... Dr. of Tech. Sciences. Yalta; 1994. (In Russ.)
3. Belyakova E.A., Guguchkina T.I., Yakuba Yu.F. Biologically active substances and antioxidant activity of new red grape varieties. Winemaking and viticulture. 2006; 6: 6-17. (In Russ.)
4. Nilov V.I., Skurikhin I.M. Chemistry of winemaking. 2nd ed. Moscow: Food industry; 1967. (In Russ.)
5. Neborsky R.A. Scientific substantiation and development of technology for young table wines: dis. ... cand. of tech. sciences: 05.18.01. Krasnodar; 2009. (In Russ.)
6. Gergiey V.N., Durnev A.D., Seredenin S.B. The use of red wines in medicine. Bulletin of experimental biology and medicine. 1994; 9: 270–273. (In Russ.)
7. Ageeva N.M. [et al.] Biologically valuable components of grape wines. Beverage industry. 2009; 2: 38-44. (In Russ.)

## *Информация об авторах / Information about the authors*

**Людмила Васильевна Гнетко**, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доцент, кандидат технических наук  
тел.: +7 (8772) 57 12 84

**Лилия Петровна Неровных**, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук  
тел.: +7 (8772) 57 12 84

**Хазрет Русланович Сиюхов**, профессор кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доцент, доктор технических наук  
тел.: +7 (8772) 57 12 84

**Гаянэ Юрьевна Арутюнова**, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук  
тел.: +7 (8772) 57 12 84

**Lyudmila Vasylievna Gnetko**, an associate professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production of FSBEI HE «Maikop State Technological University»; an associate professor, Candidate of Technical sciences  
tel.: +7 (8772) 57 12 84

**Liliya Petrovna Nerovnykh**, an associate Professor of the Department of Technology, Machines and Equipment for Food Production of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Technical Sciences  
tel.: +7 (8772) 57 12 84

**Khazret Ruslanovich Siyukhov**, a professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production of FSBEI HE «Maikop State Technological University», an associate professor, Doctor of Technical Sciences  
tel.: +7 (8772) 57 12 84

**Gayane Yurievna Arutyunova**, an associate professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Technical Sciences  
tel.: +7 (8772) 57 12 84