

УДК 663.256

UDC 663.256

DOI 10.30679/2219-5335-2021-1-67-319-331

DOI 10.30679/2219-5335-2021-1-67-319-331

**ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО  
КИСЛОТОПОНИЖЕНИЯ  
НА КОНЦЕНТРАЦИЮ  
ЯБЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ  
В ВИНМАТЕРИАЛАХ**

**INFLUENCE OF COMBINED  
ACID REDUCTION  
THE CONCENTRATION  
OF MALIC ACID  
IN THE WINE MATERIALS**

Агеева Наталья Михайловна  
д-р техн. наук, профессор  
главный научный сотрудник  
научного центра «Виноделие»  
e-mail: [ageyeva@inbox.ru](mailto:ageyeva@inbox.ru)

Ageyeva Natalia Mikhailovna  
Dr. Sci. Tech., Professor  
Chief Research Associate  
of SC «Wine-making»  
e-mail: [ageyeva@inbox.ru](mailto:ageyeva@inbox.ru)

Якименко Елена Николаевна  
канд. с.-х. наук  
старший научный сотрудник  
научного центра «Виноделие»  
e-mail: [yakimenko\\_elena@list.ru](mailto:yakimenko_elena@list.ru)

Yakimenko Elena Nikolaevna  
Cand. Agr. Sci.  
Senior Research Associate  
of SC «Wine-making»  
e-mail: [yakimenko\\_elena@list.ru](mailto:yakimenko_elena@list.ru)

Чемисова Лариса Эдуардовна  
канд. техн. наук  
старший научный сотрудник  
научного центра «Виноделие»  
e-mail: [nognichenko@mail.ru](mailto:nognichenko@mail.ru)

Chemisova Larisa Eduardovna  
Cand. Tech. Sci.  
Senior Research Associate  
of SC «Wine-making»  
e-mail: [nognichenko@mail.ru](mailto:nognichenko@mail.ru)

Прах Антон Владимирович  
канд. с.-х. наук  
старший научный сотрудник  
научного центра «Виноделие»  
e-mail: [aprakh@yandex.ru](mailto:aprakh@yandex.ru)

Prakh Anton Vladimirovich  
Cand. Agr. Sci.  
Senior Research Associate  
of SC «Wine-making»  
e-mail: [aprakh@yandex.ru](mailto:aprakh@yandex.ru)

*Федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение  
«Северо-Кавказский федеральный  
научный центр садоводства,  
виноградарства, виноделия»,  
Краснодар, Россия*

*Federal State Scientific  
Budget Institution  
«North Caucasian Federal  
Scientific Center of Horticulture,  
Viticulture, Wine-making»,  
Krasnodar, Russia*

Яблочная кислота играет важную роль в сложении вкуса и аромата виноградных вин. Ее высокие концентрации приводят к появлению травянистых тонов и тонов «зеленой кислотности», резкости и разлаженности вкуса. Для снижения концентрации яблочной кислоты в винах применяют различные способы кислотопонижения. В работе приведены данные о влиянии комбинированного способа кислотопонижения на концентрацию органических кислот, катионов калия

Malic acid plays an important role in the addition of the taste and aroma of grape wines. Its high concentrations lead to the appearance of herbaceous tones and tones of "green acidity", sharpness and softening of taste. To reduce the concentration of malic acid it used the different methods of acid acidification. The work provides data on the effect of the combined acidization method the concentration of organic acids, potassium cations and calcium.

и кальция. Комбинированный способ предусматривает снижение концентрации винной кислоты с использованием химических реагентов с последующим биологическим кислотопонижением с помощью различных штаммов бактерий яблочно-молочного (малолактического) брожения. Установлено, что химические реагенты способствуют уменьшению концентрации органических кислот в винах преимущественно за счет винной кислоты. При этом наибольшую эффективность проявили неоантицид и малицид. Показано обогащение виноматериалов катионами калия и кальция при химическом кислотопонижении. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о медленном протекании процесса биологического снижения концентрации яблочной кислоты в виноматериалах. При этом более активно кислотопонижение проходило в белом вине в сравнении с красным. Среди бактерий по скорости снижения концентрации яблочной кислоты в белом виноматериале выделились штаммы Витилактик и Инобактер, обеспечившие снижение концентрации яблочной кислоты до 1 г/дм<sup>3</sup>. Совместное применение химического и биологического кислотопонижения способствует ускорению снижения концентрации яблочной кислоты как в белом, так и в красном столовом виноматериале за счет большего накопления биомассы бактерий яблочно-молочного брожения. Отмечено улучшение органолептических свойств виноматериалов, а также отсутствие их обогащения катионами калия и кальция.

*Ключевые слова:* ЯБЛОЧНАЯ КИСЛОТА, БИОЛОГИЧЕСКОЕ И КОМБИНИРОВАННОЕ КИСЛОТОПОНИЖЕНИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ, БАКТЕРИИ ЯБЛОЧНО-МОЛОЧНОГО БРОЖЕНИЯ

The combined method involves reducing the concentration of wine acid with chemical reagents followed by biological acid-acidization with different strains of bacteria of apple (malolactic) fermentation.

It has been established that chemical reagents help to reduce the concentration of organic acids mainly due to wine acid.

At the same time, neo-antiticide and malicide were the most effective.

The ensuring of wine materials with potassium and calcium cations is shown in the process of chemical acid reducing. Analysis of experimental data indicates the slow flow of the process of biological decline of apple acid in the wine materials. At the same time, more active acid-lowering took place in white wine in comparison with red wine. Among the bacteria in terms of the decrease rate in the concentration of apple acid in the white wine material stood out the strains of Vitilactic and Inobacter, which reduced the concentration of malic acid to 1 g/dm<sup>3</sup>.

The joint use of chemical and biological acid acidization helps to accelerate the reduction of the malic acid concentration in both white and red table wine material's due to the greater accumulation of biomass of malic-milk fermentation bacteria. There was an improvement in the organoleptic properties of wine materials, and the absence of their enrichment with potassium and calcium cations.

*Key words:* MALIC ACID, BIOLOGICAL AND COMBINED ACID REDUCTION, CHEMICAL REAGENTS, MALIC FERMENTATION BACTERIA

**Введение.** Органические кислоты вина, в том числе яблочная, оказывают существенное влияние на формирование органолептических достоинств вина [1, 2]. Специфика яблочной кислоты в сравнении с винной заключается в том, что при ее высоких концентрациях формируются травя-

нистые тона, являющиеся пороком вина, и тона «зеленой кислотности». Кроме того, яблочная кислота дает наиболее кислый вкус, затем следуют винная, лимонная и молочная [3, 4], поэтому одной из важных технологических операций при производстве вина является кислотопонижение. Исходя из этих соображений, при выборе способа кислотопонижения сусел и вин предпочтительнее будет иметь те способы, при которых в первую очередь снижается концентрация яблочной кислоты. Необходимо также учитывать, что в формировании органолептических качеств вина принимают участие не только сами органические кислоты, но и соли, а также продукты их взаимодействия, включая эфиры.

Современное виноделие располагает большим арсеналом средств для снижения кислотности. Это различные химические реагенты – неоантицид, малицид, бикарбонат калия, двойная соль и т.п. [5, 6], микроорганизмы – бактерии яблочно-молочного брожения (малолактическая ферментация) и дрожжи рода *Schizosaccharomyces* [7, 8], физико-химические способы, например электродиализ [9, 10].

К недостатку химических технологий кислотопонижения следует отнести тот факт, что при обработке виноматериалов химическими реагентами снижается концентрация винной кислоты, при этом содержание яблочной кислоты уменьшается незначительно. Биохимический (биологический) способ кислотопонижения является наиболее результативным, однако такой способ раскисления в условиях производства встречает целый ряд трудностей [11, 12, 13].

Известно, что для начала малолактической ферментации концентрация бактерий в вине должна достичь определённого уровня. Для бактерий *Oenococcus oeni* этот уровень составляет миллион микроорганизмов на миллилитр вина. При меньшем количестве процесс не начинается. Этот феномен называют «бактериальное чувство кворума». Молочнокислые бактерии трудно развиваются в сусле и молодом вине, нуждаются для

начала своего развития в повышенной температуре, они не устойчивы к сернистому ангидриду и чувствительны к рН среды.

Как правило, яблочно-молочное (малолактическое) брожение начинается спонтанно и, в первую очередь, в винах с невысокой кислотностью; отсутствие должного технологического и микробиологического контроля процесса может привести к их порче. В винах с высокой титруемой кислотностью (низким показателем рН) процесс яблочно-молочного брожения проходит очень редко. Поэтому на практике применяют частичное раскисление виноматериалов мелом (для увеличения рН), чтобы вызвать начало процесса брожения [3, 8]. В связи с этим ученые многих винодельческих стран по-прежнему активно работают над вопросом бактериального кислотопонижения с помощью яблочно-молочного (малолактического) брожения, для того чтобы дать практические рекомендации виноделам по управлению этим процессом.

Цель данной работы – совершенствование технологии кислотопонижения виноградных вин за счет совместного применения химического и биохимического способов.

**Объекты и методы исследований.** В качестве объектов исследований использовали белые и красные столовые виноматериалы с высоким содержанием яблочной кислоты. Для проведения химического кислотопонижения использовали различные реагенты, способные образовывать нерастворимые соли с органическими кислотами вина: карбонат или бикарбонат калия, дозировка  $2 \text{ г/дм}^3$ ; неоантицид – специально подобранная смесь для нейтрализации двойной солью химически чистого карбоната кальция ( $6,7 \text{ г/дал}$ ); калинат, представляющий собой гидрокарбонат калия, его отличие от бикарбоната заключается в наличии специфических примесей, усиливающих основное действие, а также в степени дисперсности препарата, его дозировка для снижения кислотности: на  $1 \text{ г/дм}^3$  препарат

вносили в количестве 6,7 г /дал; малицид – однородная смесь, состоящая из L-винной кислоты и известковой двойной соли кальция с высокой химической активностью, при этом снижение кислотности происходит за счет интенсификации процесса образования центров кристаллизации и, частично, вследствие взаимодействия винной кислоты с катионами калия; дозировку малицида рассчитывали по формуле после определения концентрации винной кислоты.

Для проведения биологического кислотопонижения использовали различные штаммы бактерий яблочномолочного (малолактического) брожения рода *Oenococcus*: МалоСтар Фрут, Инобактер, Инофлор Р и Витилактик. Все бактерии вносили в белый и красный столовый виноматериал без предварительной реактивации. Массовую концентрацию органических кислот определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель 105Р» (Люмэкс, Россия) [14].

**Обсуждение результатов.** На рисунках 1 и 2 представлены экспериментальные данные исследования влияния химических препаратов-кислотопонижателей на изменение концентрации органических кислот в белом и красном столовых виноматериалах.

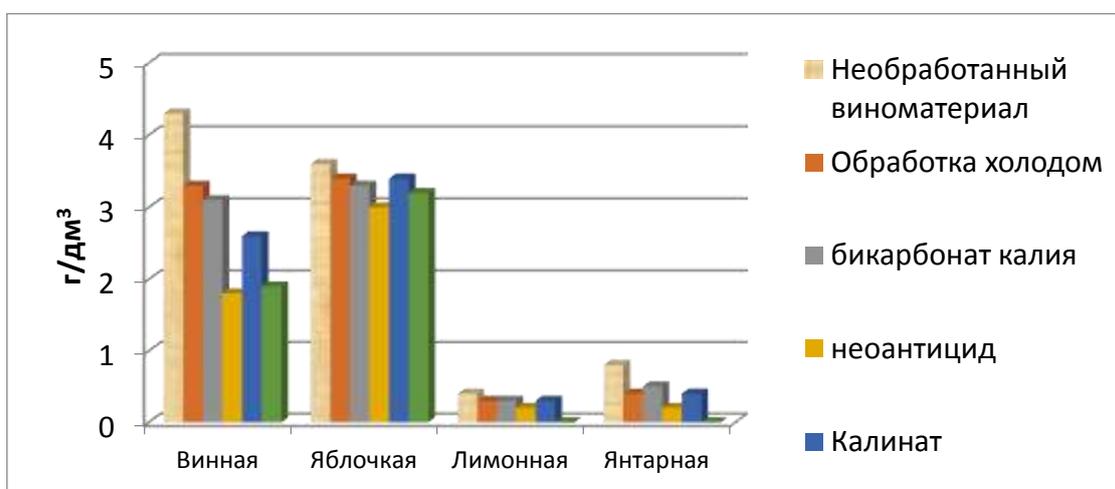


Рис. 1. Влияние химических реагентов на концентрацию органических кислот в виноматериале из винограда сорта Шардоне

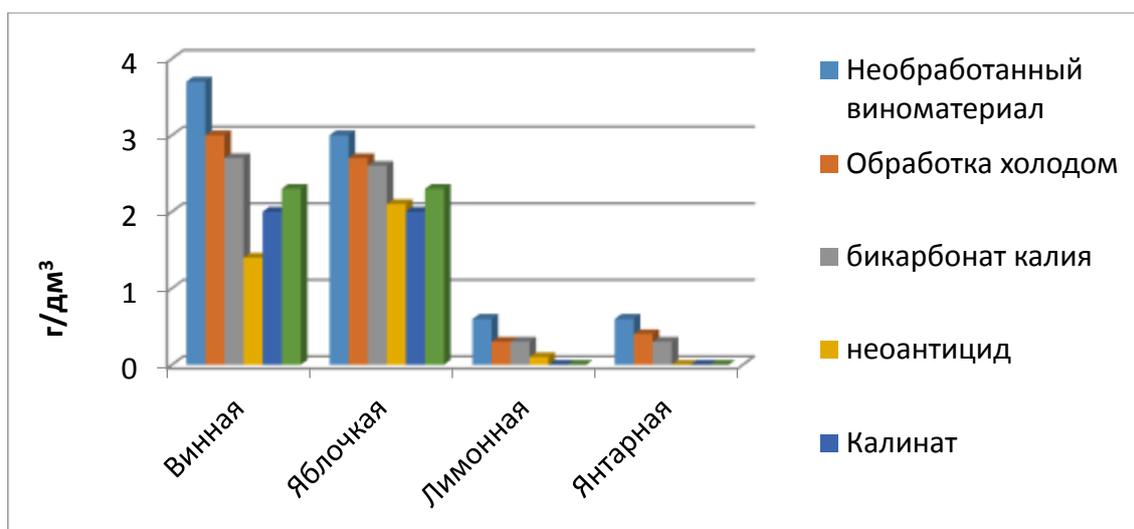


Рис. 2. Влияние химических реагентов на концентрацию органических кислот в виноматериале из винограда сорта Мерло

Проведенные исследования показали, что примененные в экспериментах химические реагенты способствуют уменьшению концентрации органических кислот преимущественно за счет винной кислоты. При этом наибольшую эффективность проявили неоантицид и малицид, способствовавшие уменьшению концентрации винной кислоты в белом столовом виноматериале на 2,5-2,6 г/дм<sup>3</sup> соответственно, в красном – на 2,3 г/дм<sup>3</sup>. Следует отметить, что применение химических реагентов привело к небольшому снижению концентрации яблочной кислоты на 0,6-0,9 г/дм<sup>3</sup>. Уменьшение концентрации яблочной кислоты в красных столовых виноматериалах было более существенным при использовании неоантицида и калината.

В целом, можно отметить, что при обработке красных вин снижение кислотности происходило несколько активнее. Возможно, это связано с более высокими концентрациями в красных винах танинов, которые способны реагировать с катионами кальция с образованием танатов кальция, которые сами могут стать центрами зародышеобразования. В сравнении с обработкой холодом, принятой нами в качестве контроля, относительно винной кислоты более эффективными были химические реагенты.

Учитывая, что все химические реагенты являются производными калия и кальция, по окончании обработок в виноматериале определяли не

только концентрации винной и яблочной кислоты, но и катионов калия и кальция. Установлено, что применение химических реагентов самостоятельно (без холода) приводило к заметному повышению концентрации катионов калия и кальция (таб.).

Влияние химических реагентов на концентрации калия и кальция в виноматериалах из винограда сорта Шардоне

Вариант	Массовая концентрация катионов металлов, мг/дм <sup>3</sup>	
	калия	кальция
Исходный необработанный виноматериал	650	64
Обработка холодом при температуре близкой к точке замерзания (контроль)	580	60
Бикарбонат калия, обработка холодом в течение 7 суток	530	63
Неоантицид, обработка холодом в течение 7 суток	540	78
Малицид, обработка холодом в течение 7 суток	520	84
Калинат, обработка холодом в течение 7 суток	540	65
Бикарбонат калия и неоантицид, выдержка до образования плотного осадка	710	80
Бикарбонат калия и малицид, выдержка до образования плотного осадка	680	76
Бикарбонат калия, выдержка до образования плотного осадка	820	60
Малицид и неоантицид, выдержка до образования плотного осадка	630	86
Калинат и неоантицид, выдержка до образования плотного осадка	710	76

В вариантах с совместным применением химических реагентов и обработки холодом отмечалось снижение концентрации катионов калия на 70-130 мг/дм<sup>3</sup>, концентрация калия в ряде вариантов возрастала. Наибольшее увеличение количества катионов калия отмечено при обработке виноматериалов бикарбонатом калия, кальция – при обработке виноматериала смесью малицида и неоантицида. Этот факт необходимо предвидеть и учитывать при проведении обработок, так как увеличение концентрации калия и кальция может стать причиной кристаллических помутнений.

На рисунках 3 и 4 представлена динамика изменения концентрации яблочной кислоты в процессе биологического кислотопонижения различными штаммами бактерий яблочно-молочного брожения.

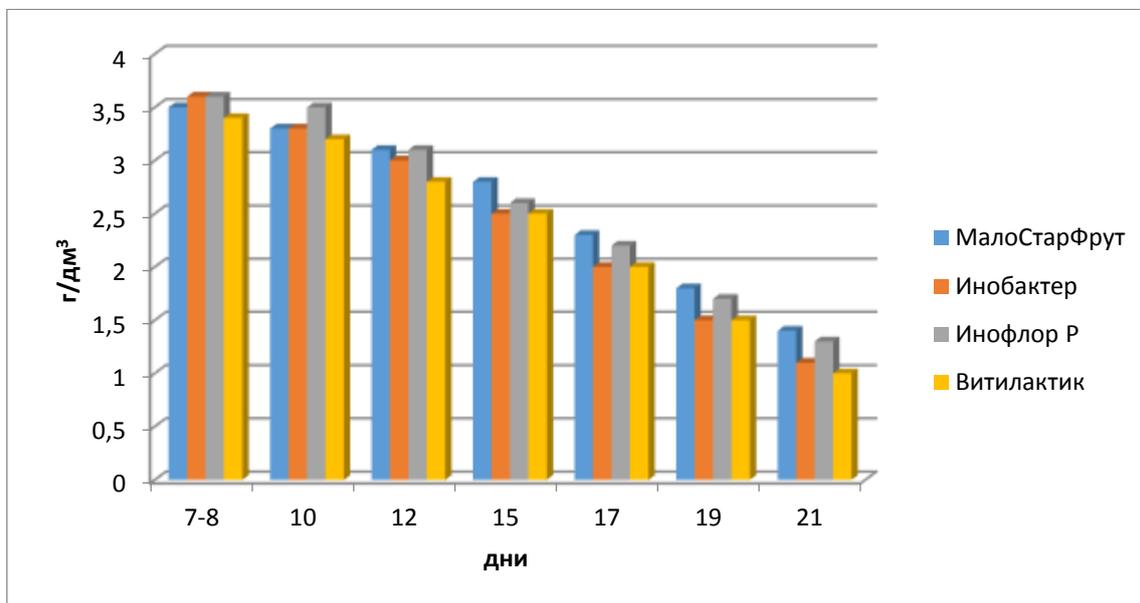


Рис. 3. Изменение концентрации яблочной кислоты в процессе кислотопонижения с применением различных штаммов бактерий в виноматериале из винограда сорта Совиньон блан

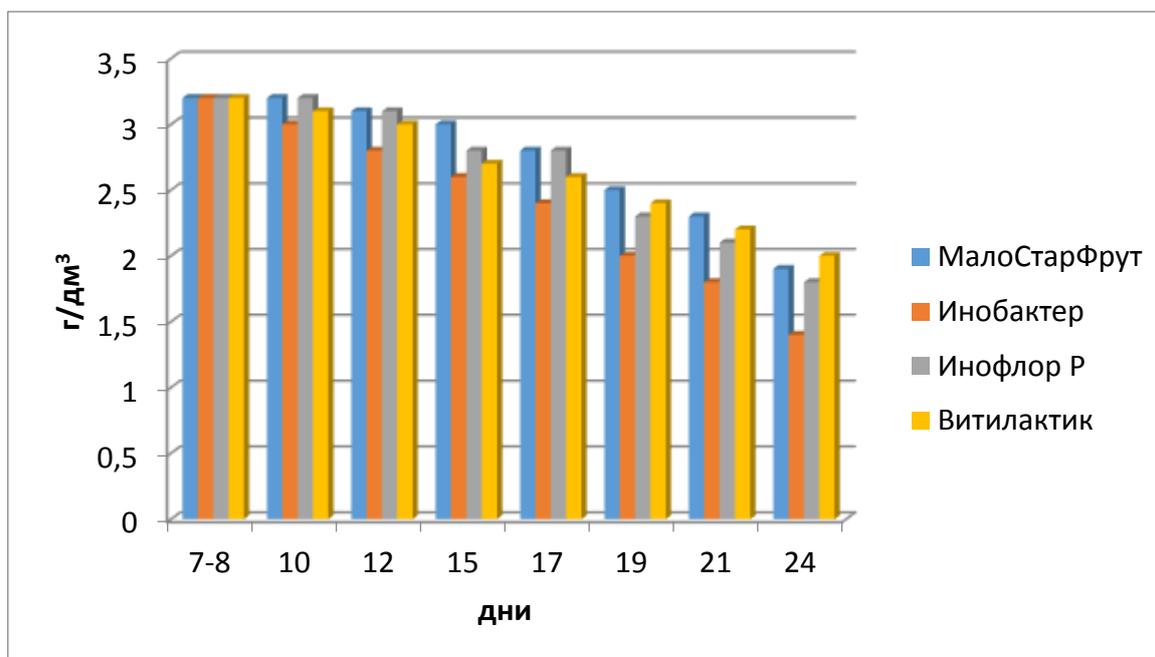


Рис. 4. Изменение концентрации яблочной кислоты в процессе кислотопонижения с применением различных штаммов бактерий в виноматериале из винограда сорта Каберне-Совиньон

Анализ данных на рисунках 3 и 4 свидетельствует о медленном протекании процесса снижения концентрации яблочной кислоты. При этом более активно кислотопонижение проходило в белом вине, что согласуется с известными данными [9].

Среди бактерий по скорости снижения концентрации яблочной кислоты в белом вино материале выделились штаммы Витилактик и Инобактер, обеспечившие уменьшение количества яблочной кислоты до 1 г/дм<sup>3</sup>. Однако даже на 22-23-е сутки наблюдений снижение концентрации яблочной кислоты продолжалось, а вино материал оставался мутным.

При обработке красного столового вино материала наиболее эффективным был штамм бактерий Инобактер. Следует отметить, что только на 24-е сутки инокуляции красного столового вино материала яблочно-молочное брожение практически завершилось, вино материал начал осветляться.

Исследования Ж. Рибера-Гайона и других ученых, проведенные еще в 60-70-е годы прошлого столетия, показали существенное влияние кислотности вино материала на активность бактерий яблочно-молочного брожения [15, 16]. Высокая концентрация винной кислоты (более 3,5 г/дм<sup>3</sup>) затормаживает начало малолактической ферментации и останавливает ее незавершенной [11, 17-19]. В связи с этим считается целесообразным комбинирование химического и биологического кислотопонижения для снижения концентрации винной кислот до 2,8-3,0 г/дм<sup>3</sup>.

В экспериментах на белом (Рислинг) и красном (Каберне-Совиньон) столовом вино материале применяли штамм бактерий яблочно-молочного брожения Витилактик. За сутки до внесения бактерий в вино материал вводили неоантицид. По окончании обработки проводили грубую фильтрацию вино материалов в целях отделения осадков, после чего вносили реактивированные клетки бактерий. В контрольных вариантах вино материалы обрабатывали только неоантицидом или только биологическим способом. Ход процесса кислотопонижения проводили путем определения концентраций винной и яблочной кислот.

Проведенные исследования показали, что совместное применение химического и биологического кислотопонижения способствует ускорению снижения концентрации яблочной кислоты как в белом, так и в красном столовом виноматериале (рис. 5). Это позволяет считать, что небольшое раскиление виноматериалов за счет снижения концентрации винной кислоты вызвало лучшую адаптацию бактерий яблочно-молочного брожения, ускорение накопления требуемого объема биомассы клеток бактерий [20, 21] и, как следствие, ускорение превращения яблочной кислоты в молочную.

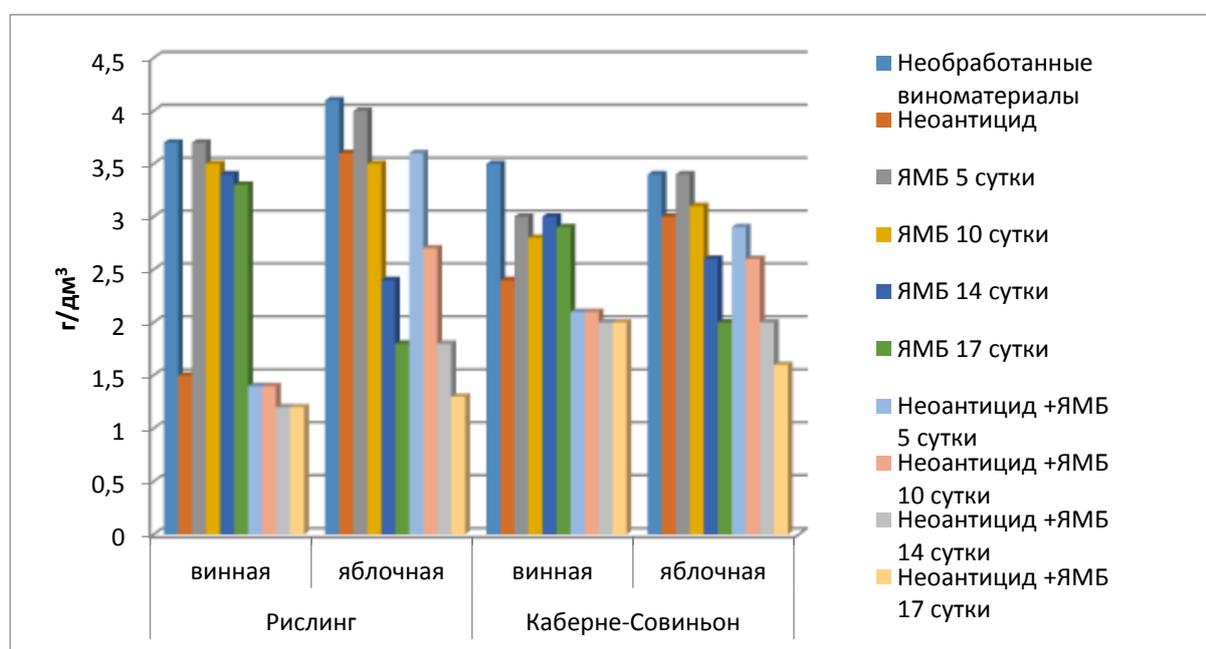


Рис. 5. Изменение концентрации яблочной и винной кислот при технологических обработках виноматериалов

Совместное применение неоантицида и яблочно-молочного брожения обеспечило большее снижение концентрации как винной, так и яблочной кислот. Это позволяет считать, что при комбинированном применении химического и биологического способов кислотопонижения проявляется синергетический эффект, сущность которого заключается в том, что эффективность действия каждого из препаратов в отдельности ниже, чем от их совместного использования. При этом отмечено улучшение органолепти-

ческих достоинств белого и красного столового вина, появление мягкости во вкусе, сырно-сливочных и ярких цветочных тонов в аромате.

На основании проведенных исследований производству рекомендовано совместное применение химического и биологического способов кислотопонижения при работе с высококислотными белыми и красными винами.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что химическое кислотопонижение с помощью химических реагентов (карбонат или бикарбонат калия, малицид, неоантицид) обеспечивает раскисление вина. Показано снижение концентрации органических кислот, преимущественно за счет винной, но при этом вино обогащается катионами калия или кальция.

В результате проведенного скрининга штаммов бактерий яблочно-молочного брожения производству рекомендованы:

- для белых столовых вин – с внесением штаммов Инофлор и Витилактик;
- для красных столовых вин – Инобактер и Витилактик.

Доказана эффективность комбинированного кислотопонижения с использованием химических реагентов и биологического кислотопонижения, при этом обеспечивается снижение концентрации как винной, так и яблочной кислот.

#### Литература

1. Soyer Y. Organic acid profile of Turkish white grapes and grape juices/ Y. Soyer, N. Koca, F. Karadeniz// Journal of Food Composition and Analysis. – 2013. – № 16. – P. 629–636
2. Tita, O. 2006. The role of the organic acids in the evolution of the wine/ O. Tita, M. Bulancea, D. Pavelescu et al // CHISA 2006 – 17th Int. Congr. Chem. Proc. Engineering. – 2006. – № 5. – P. 27–31.
3. Валуйко, Г.Г. Технология виноградных вин. Симферополь: Таврида, 2001. 624 с.
4. Шелудько О.Н. Инновационные методы оценки и прогнозирования качества винодельческой продукции. Краснодар: ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2017. 291 с.
5. Dharmadhikari, M.R. 2001. Chemical deacidification of must and wines. Proceedings of the Ohio Grape Wine Short Course. The Ohio State University. Horticulture and Crop Science Department Series 712:1-12.
6. Прайс-лист. Эрбслё Гайзенхайм для винодельческой промышленности. М, 2013. 108 с.

7. Liu S. Q. Malolactic fermentation in wine - Beyond deacidification. *J. Appl. Microbiol.* 2015, 92, 589–601.
8. Кушнерева Е.В., Агеева Н.М. Сравнительный анализ современных способов кислотопонижения / Альманах современной науки и образования, № 8 (39) 2010, ISSN 1993-5552 <http://www.gramota.net/materials/1/2010/8/26.html>
9. Tools for acidification in musts and wines [Электронный ресурс]. URL: [https://laffort.com/wp-content/uploads/Protocols/PCOL\\_EN\\_Acidification.pdf](https://laffort.com/wp-content/uploads/Protocols/PCOL_EN_Acidification.pdf) (дата обращения 26.11.2019)
10. Романов А.М., Зеленцов В.И. Применение электродиализа в технологии производства безалкогольных и спиртосодержащих напитков на виноградной основе // Электронная обработка материалов. Кишинэу, 2007. Т. № 4. С. 57-65.
11. The application of malolactic fermentation process to create good-quality grape wine produced in cool-climate countries: a review Małgorzata Lasik *European Food Research and Technology*. Volume 237, pages 843–850 (2013)
12. Malolactic fermentation importance of wine lactic acid bacteria in winemaking / Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2015 Library and Archives Canada 2015 ISBN 978-2-9815255-0-5.
13. Abrahamse CE, Bartowsky EJ (2012) Timing of malolactic fermentation inoculation in Shiraz grape must and wine: influence on chemical composition. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 28:255-265.
14. ГОСТ Р 52841-2007. Продукция винодельческая. Определение органических кислот методом капиллярного электрофореза. М: Стандартинформ. 2007. 8 с.
15. Теория и практика виноделия / Ж. Рибера-Гайон, Э. Пейно, П. Рибера-Гайон, П. Сюдро; Под ред. Г. Г. Валушко. М.: Пищевая пром-сть, 1979-1981. Т. 2-4.
16. Davis CR, Wibowo DJ, Lee TH, Fleet GH (1986) Growth and metabolism of lactic acid bacteria during and after malolactic fermentation of wines at different pH. *Appl Environ Microbiol* 51:539–545.
17. de Narda MCM, Farias ME, Moreno-Arribas V, Pueyo E, Polo MC (1999) Proteolytic effect of *Oenococcus oeni* on the nitrogenous macromolecular fraction of red wine. *FEMS Microbiol Lett* 174:41–47.
18. Kučerová J. Study of changes organic acids in red wines during malolactic fermentation/ J. Kučerová, J. Široky // *Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun.* 2014. - № 59(5). - P. 145-150.
19. Chidi B.S. Organic Acid Metabolism and the Impact of Fermentation Practices on Wine Acidity: A Review/ B.S. Chidi, F.F. Bauer, D. Rossouw // *S. Afr. J. Enol. Vitic.* – 2018. – Vol. 39, № 2. – P. 315–329. doi: <http://dx.doi.org/10.21548/39-2-3172>
20. Defilippi B.G. Aroma volatiles: Biosynthesis and mechanisms of modulation during fruit ripening/ B.G. Defilippi, D. Manriquez, K. Luengwilai et al. // *Adv. Bot. Res.* – 2009. – №50. – P. 1–37.
21. Галкина Г.И. Влияние pH суслу и температуры брожения на биосинтез молочной кислоты винными дрожжами и содержание ее в винах; исследование в связи с порчей вин при хранении // *Пищевая и перерабатывающая промышленность*. 2003. № 4. С. 1507.

### References

1. Soyer Y. Organic acid profile of Turkish white grapes and grape juices/ Y. Soyer, N. Koca, F. Karadeniz// *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2013. – № 16. – P. 629–636
2. Tita, O. 2006. The role of the organic acids in the evolution of the wine/ O. Tita, M. Bulancea, D. Pavelescu et al // *CHISA 2006 – 17th Int. Congr. Chem. Proc. Engineering*. – 2006. – № 5. – P. 27–31.
3. Valujko, G.G. *Tekhnologiya vinogradnyh vin. Simferopol': Tavrida*, 2001. 624 s.

4. Shelud'ko O.N. Innovacionnye metody ocenki i prognozirovaniya kachestva vinodel'cheskoj produkcii. Krasnodar: FGBNU SKZ-NIISiV, 2017. 291 s.
5. Dharmadhikari, M.R. 2001. Chemical deacidification of must and wines. Proceedings of the Ohio Grape Wine Short Course. The Ohio State University. Horticulture and Crop Science Department Series 712:1-12.
6. Prajs-list. Erbslyo Gajzenhajm dlya vinodel'cheskoj promyshlennosti. M, 2013. 108 s.
7. Liu S. Q. Malolactic fermentation in wine - Beyond deacidification. J. Appl. Microbiol. 2015, 92, 589–601.
8. Kushnereva E.V., Ageeva N.M. Sravnitel'nyj analiz sovremennyh sposobov kislotoponizheniya / Al'manah sovremennoj nauki i obrazovaniya, № 8 (39) 2010, ISSN 1993-5552 <http://www.gramota.net/materials/1/2010/8/26.html>
9. Tools for acidification in musts and wines [Elektronnyj resurs]. URL: [https://laffort.com/wp-content/uploads/Protocols/PCOL\\_EN\\_Acidification.pdf](https://laffort.com/wp-content/uploads/Protocols/PCOL_EN_Acidification.pdf) (data obrashcheniya 26.11.2019)
10. Romanov A.M., Zelencov V.I. Primenenie elektrodializa v tekhnologii proizvodstva bezalkogol'nyh i spirtosoderzhashchih napitkov na vinogradnoj osnove // Elektronnyaya obrabotka materialov. Kishineu, 2007. T. № 4. S. 57-65.
11. The application of malolactic fermentation process to create good-quality grape wine produced in coolclimate countries: a review Małgorzata Lasik European Food Research and Technology. Volume 237, pages 843–850 (2013).
12. Malolactic fermentation importance of wine lactic acid bacteria in winemaking / Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2015 Library and Archives Canada 2015 ISBN 978-2-9815255-0-5.
13. Abrahamse CE, Bartowsky EJ (2012) Timing of malolactic fermentation inoculation in Shiraz grape must and wine: influence on chemical composition. World J. MicrobiolBiotechnol. 28:255-265.
14. GOST R 52841-2007. Produkcija vinodel'cheskaya. Opredelenie organicheskikh kislot metodom kapillyarnogo elektroforeza. M: Standartinform. 2007. 8 s.
15. Teoriya i praktika vinodeliya / Zh. Ribero-Gajon, E. Pejno, P. Ribero-Gajon, P. Syudro; Pod red. G. G. Valujko. M.: Pishchevaya prom-st', 1979-1981. T. 2-4.
16. Davis CR, Wibowo DJ, Lee TH, Fleet GH (1986) Growth and metabolism of lactic acid bacteria during and after malolactic fermentation of wines at different pH. Appl Environ Microbiol 51:539–545.
17. de Narda MCM, Farias ME, Moreno-Arribas V, Pueyo E, Polo MC (1999) Proteolytic effect of *Oenococcus oeni* on the nitrogenous macromolecular fraction of red wine. FEMSMicrobiolLett 174:41–47.
18. Kučerová J. Study of changes organic acids in red wines during malolactic fermentation/ J. Kučerová, J. Široky // Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun. 2014. - № 59(5). - P. 145-150.
19. Chidi B.S. Organic Acid Metabolism and the Impact of Fermentation Practices on Wine Acidity: A Review/ B.S. Chidi, F.F. Bauer, D. Rossouw // S. Afr. J. Enol. Vitic.– 2018. – Vol. 39, № 2. – R. 315–329. doi: <http://dx.doi.org/10.21548/39-2-3172>
20. Defilippi B.G. Aroma volatiles: Biosynthesis and mechanisms of modulation during fruit ripening/ B.G. Defilippi, D. Manriquez, K. Lu-engwilai et al. // Adv. Bot. Res. – 2009. – №50. – R. 1–37.
21. Galkina G.I. Vliyanie rN susla i temperatury brozheniya na biosintez molochnoj kisloty vinnymi drozhzhami i sodержanie ee v vinah; issledovanie v svyazi s porchej vin pri hranenii // Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. 2003. № 4. S. 1507.