

Влияние сорта винограда, места его произрастания и технологии переработки на физико-химические показатели виноградной выжимки

А. Н. Тихонова*^{ORCID}, Н. М. Агеева^{ORCID}, С. А. Бирюкова^{ORCID},
Е. В. Глоба^{ORCID}, А. А. Абакумова^{ORCID}



Дата поступления в редакцию: 17.07.2020
Дата принятия в печать: 25.09.2020

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный
центр садоводства, виноградарства, виноделия,
350901, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39

*e-mail: anastasia.he@yandex.ru



© А. Н. Тихонова, Н. М. Агеева, С. А. Бирюкова, Е. В. Глоба, А. А. Абакумова, 2020

Аннотация.

Введение. Любые отходы – это вещества, которые могут и должны стать сырьем для получения различных продуктов. Поэтому отходы следует рассматривать как вторичные материальные ресурсы. В свете этих задач важное значение приобретает полное и комплексное использование отходов винодельческой промышленности, особенно виноградных выжимок, в связи с чем актуальной задачей является исследование их химического состава.

Объекты и методы исследования. Сладкие и сброженные выжимки белых и красных сортов винограда, полученные при производстве красных и белых вин на винодельческих предприятиях Краснодарского края. Определение массовых концентраций органических кислот и катионов щелочных и щелочно-земельных элементов проводили методом капиллярного электрофореза в экстрактах с последующим пересчетом на сухое вещество. Влажность вычисляли в процентах по изменению массы виноградных выжимок путем взвешивания навески до и после высушивания с последующим пересчетом.

Результаты и их обсуждение. Влажность сладких выжимок варьировала от $49,33 \pm 2,04$ до $70,35 \pm 0,60$ %, сброженных – от $47,49 \pm 0,02$ % до $64,24 \pm 0,60$ %. В исследуемых вариантах определены массовые концентрации винной, яблочной, янтарной, лимонной и молочной кислот, основное количество которых представлено винной и яблочной кислотами. Наибольшее количество винной кислоты выявлено в выжимках из винограда сорта «Рислинг» ($104,47 \pm 4,16$ г/кг), яблочной – «Шардоне» ($19,40 \pm 2,67$ г/кг), лимонной ($12,61 \pm 1,12$) и янтарной ($11,72 \pm 1,23$) а в выжимках сорта «Морава». Суммарная концентрация органических кислот в сладких выжимках была выше, чем в сброженных. Исследованы концентрации щелочных и щелочно-земельных элементов виноградных выжимок. Установлено, что основным катионом выжимки является калий, доля которого в общей минерализации выжимки составляла до 94 %. Наибольшая массовая концентрация калия выявлена в выжимке винограда сорта «Рислинг» ($36,46 \pm 4,65$ г/кг). В сброженной выжимке красных сортов винограда массовая концентрация калия была значительно меньше, чем в сладкой выжимке белых сортов винограда. Показаны значительные корреляции между содержанием винной кислоты и калия в выжимках винограда.

Выводы. Установлено существенное варьирование концентрации исследованных органических кислот и катионов щелочных и щелочно-земельных металлов в зависимости от сорта винограда, места его произрастания и переработки. Выжимки винограда имели различную влажность, которая зависела от объема жидкой фракции – суслу или виноматериала, отобранных при прессовании для производства вина.

Ключевые слова. Ягоды, влажность, органические кислоты, винная кислота, яблочная кислота, катионы

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и администрации Краснодарского края (АКК) в рамках научного проекта № 19-416-233027 и частично в рамках выполнения госзадания ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (ФГБНУ СКФНЦСВВ).

Для цитирования: Влияние сорта винограда, места его произрастания и технологии переработки на физико-химические показатели виноградной выжимки / А. Н. Тихонова, Н. М. Агеева, С. А. Бирюкова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 3. – С. 493–502. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-493-502>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Effect of grape variety, place of growth, and processing technology on the physical and chemical indicators of grape pomace

Anastasia N. Tikhonova*^{ORCID}, Natalia M. Ageyeva^{ORCID}, Svetlana A. Biryukova^{ORCID},
Ekaterina V. Globa^{ORCID}, Alla A. Abakumova^{ORCID}

Received: July 17, 2020

Accepted: September 25, 2020

*e-mail: anastasia.he@yandex.ru



© A.N. Tikhonova, N.M. Ageyeva, S.A. Biryukova, E.V. Globa, A.A. Abakumova, 2020

Abstract.

Introduction. Any waste can become a raw material for new products. Therefore, waste should be considered as secondary material resources. Grape pomace is the basic waste of wine industry, and research in its chemical composition may allow for a more effective recycling of food industry waste.

Study objects and methods. The research featured sweet and fermented pomace of white and red grapes, namely “Chardonnay”, “Sauvignon Blanc”, “Riesling”, “Pinot Blanc”, “Traminer Pink”, “Viognier”, “Morava” “Pinot Noir”, “Roesler”, “Cabernet Sauvignon”, “Merlot”, “Saperavi”, and “Rebo”. They were obtained in the production of wines at wineries in the Krasnodar region. Mass concentrations of organic acids and cations of alkaline and alkaline-earth elements were determined in extracts by capillary electrophoresis. The data was converted to dry matter. Moisture content was calculated as a percentage of the change in the mass of grape pomace.

Results and discussion. The moisture content of sweet pomace varied from 49.33 ± 2.04 to $70.35 \pm 0.60\%$, and in fermented pomace – from 47.49 ± 0.02 to $64.24 \pm 0.60\%$. The varieties were studied for mass concentrations of tartaric, malic, succinic, citric, and lactic acids. Tartaric and malic acids proved to be the most abundant ones. The pomace of Riesling grapes had the greatest amount of tartaric acid (104.47 ± 4.16 g/kg). The “Chardonnay” variety proved rich in malic acid (19.40 ± 2.67 g/kg), while the “Morava” pomace had the biggest amount of citric acid (12.61 ± 1.12) and succinic acid (11.72 ± 1.23). The research also defined concentrations of alkaline and alkaline-earth elements. Their content ranged from 41.04 to 3.29 g/kg. Potassium appeared to be the main cation in the pomace samples. The share of potassium in the total mineralization of pomace was up to 94%. The “Riesling” variety grown near Novorossiysk had the largest amount of potassium (36.46 ± 4.65 g/kg). The samples demonstrated a significant correlation between the content of tartaric acid and potassium.

Conclusion. The research revealed a significant variation in the concentration of the organic acids and cations of alkaline and alkaline-earth metals, depending on the grape variety, the place of its growth, and processing. The grape pomace samples differed moisture content. It depended on the volume of the liquid fraction, i.e. wort or wine material selected during pressing.

Keywords. Berries, moisture, organic acids, tartaric acid, malic acid, cations

Funding. The study was financially supported the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) and the Administration of the Krasnodar Region as part of research project No. 19-416-233027 and state task of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, and Wine-Making (NCFSCHVW).

For citation: Tikhonova AN, Ageyeva NM, Biryukova SA, Globa EV, Abakumova AA. Effect of grape variety, place of growth, and processing technology on the physical and chemical indicators of grape pomace. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(3):493–502. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-493-502>.

Введение

Современный динамичный рост народного хозяйства приводит к ускоренному потреблению природных ресурсов. В условиях их ограниченности все большую остроту приобретает проблема их экономного использования.

Виноград в своем составе, кроме основного компонента виноградного сусла, обычно содержит примеси: выжимки, гребни и косточки. Их может колебаться в зависимости от множества факторов. В первую очередь – от сорта винограда и технологии его переработки. К числу наиболее ценного вторичного сырья относятся виноградные выжимки белых и красных сортов винограда. Они содержат органические кислоты, микроэлементы, витамины, виноградное масло, выделяемое из семян выжимки. Особенно ценны выжимки красных сортов винограда, в состав которых входят фенольные соединения, обладающие высокой антиоксидантной активностью. Именно эти вторичные продукты

могут стать отличным сырьем для производства полуфабрикатов (экстрактов, концентратов, танинов, пищевых волокон, виноградного масла и пр.), содержащих большое количество биологически ценных компонентов [1–4].

В связи с этим основными направлениями в решении проблемы экономии сырья являются разработка и применение комплексных технологий его переработки. Любые отходы – это вещества, которые могут и должны стать сырьем для получения различных продуктов. Поэтому отходы следует рассматривать как вторичные материальные ресурсы. В развитых винодельческих регионах мира построены специальные предприятия по переработке отходов с целью получения винной кислоты, виноградного масла, природных сорбентов, виноградной муки, а также биологических активных добавок, в том числе для медицины и косметологии.

В свете этих задач важное значение приобретает полное и комплексное использование отходов

винодельческой промышленности, особенно виноградных выжимок. Поэтому актуальной задачей является исследование их химического состава. В связи с внедрением в винодельческую промышленность нового технологического оборудования, в том числе линий по первичной переработке винограда, пневматических прессов непрерывного действия, обеспечивающих разделение качественного виноградного сусла и выжимки, многие литературные данные (полученные еще в 70–80-е годы прошлого столетия) о составе выжимок и их физико-химических характеристиках устарели. В зависимости от технологии переработки винограда выжимки подразделяют на сладкие и сброженные. Сладкие выжимки винограда получают в результате отделения виноградного сусла и содержащие до 8–10 % природных сахаров. Сброженные образуются при сбраживании мезги. Их химический состав различается не только по концентрации сахаров, но и по многим показателям из-за протекания процесса спиртового брожения.

Между тем, этот вопрос по-прежнему нуждается в дальнейших исследованиях. Имеется лишь небольшое количество работ, в которых выжимки рассматривают только с позиции конкретного вида производимой из них продукции. Также не уделяется должного внимания другим физико-химическим компонентам состава виноградной выжимки [5–8].

К числу наиболее значимых компонентов виноградных выжимок относятся органические кислоты. В связи с этим для получения новой информации нами изучены физико-химические показатели выжимок различных сортов винограда, переработанных винодельческими предприятиями Краснодарского края.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований были сладкие и сброженные выжимки белых и красных сортов винограда «Шардоне», «Совиньон блан», «Рислинг», «Пино блан», «Траминер розовый», «Вионье», «Морава», «Пино нуар», «Розлер», «Каберне Совиньон», «Мерло», «Саперави» и «Ребо». Виноград был переработан различными винодельческими предприятиями Краснодарского края по общепринятым технологическим схемам производства сухих столовых вин [9]. Массовую долю сухого вещества определяли путем высушивания навески виноградных выжимок до постоянной массы при температуре 100 °С с последующим пересчетом. За окончательный результат определения принимали среднеарифметическое значение трех параллельных определений массовой доли сухого вещества, полученных в условиях повторяемости. Массовые концентрации органических кислот и катионов щелочных и щелочно-земельных элементов в экстрактах выжимок, полученных по [10], определяли методом капиллярного электрофореза (система капиллярного электрофореза «Капель-104 Т», Россия, ООО НПФ «ЛЮМЭКС») с последующим пересчетом данных на сухое вещество [11]. Стандартные отклонения совокупности данных и коэффициенты корреляции Пирсона для различных переменных были рассчитаны в Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

В зависимости от объема жидкой фракции – сусла или виноматериала, отобранных при прессовании для производства вина, – выжимки винограда имели различную влажность (табл. 1). В исследуемых сладких выжимках она варьировала от $49,33 \pm 2,04$ %

Таблица 1. Влажность исследуемых виноградных выжимок

Table 1. Moisture content in the grape pomace

| № | Сорт винограда | Район произрастания | Тип выжимки | Влажность, % |
|----|--------------------|---------------------|-------------|------------------|
| 1 | «Шардоне» | Темрюкский | сладкая | $53,03 \pm 3,53$ |
| 2 | «Шардоне» | Темрюкский | сладкая | $67,53 \pm 0,14$ |
| 3 | «Шардоне» | Славянский | сладкая | $60,26 \pm 0,12$ |
| 4 | «Совиньон блан» | Новороссийский | сладкая | $57,34 \pm 1,85$ |
| 5 | «Совиньон блан» | Крымский | сладкая | $64,59 \pm 1,55$ |
| 6 | «Рислинг» | Крымский | сладкая | $63,35 \pm 2,56$ |
| 7 | «Рислинг» | Новороссийский | сладкая | $70,35 \pm 0,60$ |
| 8 | «Пино блан» | Славянский | сладкая | $62,87 \pm 0,13$ |
| 9 | «Траминер розовый» | Славянский | сладкая | $61,66 \pm 1,18$ |
| 10 | «Морава» | Темрюкский | сладкая | $49,33 \pm 2,04$ |
| 11 | «Вионье» | Новороссийский | сладкая | $67,78 \pm 0,30$ |
| 12 | «Пино нуар» | Темрюкский | сладкая | $55,12 \pm 0,93$ |
| 13 | «Розлер» | Темрюкский | сброженная | $50,67 \pm 0,85$ |
| 14 | «Саперави» | Темрюкский | сброженная | $47,49 \pm 0,02$ |
| 15 | «Каберне Совиньон» | Славянский | сброженная | $51,79 \pm 0,20$ |
| 16 | «Мерло» | Геленджикский | сброженная | $64,46 \pm 0,37$ |
| 17 | «Ребо» | Геленджикский | сброженная | $64,24 \pm 0,60$ |

Таблица 2. Массовая концентрация органических кислот в экстракте виноградных выжимок в пересчете на сухое вещество, г/кг

Table 2. Mass concentration of organic acids in the extract of grape pomace in terms of dry matter, g/kg

| № | Сорт винограда | Район произрастания | Тип выжимок | Кислота | | | | | |
|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | | | винная | яблочная | янтарная | лимонная | молочная | сумма |
| Белые сорта винограда | | | | | | | | | |
| 1 | «Шардоне» | Темрюкский | сладкие | 29,18 ± 3,95 | 10,25 ± 1,17 | 0,28 ± 0,06 | 2,51 ± 0,51 | 0,21 ± 0,01 | 42,43 |
| 2 | «Шардоне» | Темрюкский | сладкие | 30,95 ± 3,01 | 19,40 ± 2,67 | 2,46 ± 0,49 | 1,42 ± 0,28 | 3,23 ± 0,65 | 57,46 |
| 3 | «Шардоне» | Славянский | сладкие | 40,95 ± 3,20 | 8,06 ± 1,14 | 1,39 ± 0,04 | 2,39 ± 0,47 | 2,10 ± 0,25 | 54,89 |
| 4 | «Совиньон блан» | Новороссийский | сладкие | 58,27 ± 2,30 | 6,32 ± 0,40 | 2,93 ± 0,15 | 3,74 ± 0,01 | 1,29 ± 0,05 | 72,55 |
| 5 | «Совиньон блан» | Крымский | сладкие | 64,30 ± 1,80 | 5,36 ± 0,01 | 2,26 ± 0,10 | 2,90 ± 0,35 | 0,42 ± 0,15 | 74,74 |
| 6 | «Рислинг» | Крымский | сладкие | 54,19 ± 3,68 | 7,78 ± 0,02 | 0,68 ± 0,02 | 1,37 ± 0,13 | 2,87 ± 0,40 | 66,89 |
| 7 | «Рислинг» | Новороссийский | сладкие | 104,47 ± 4,16 | 10,11 ± 0,95 | 4,55 ± 0,23 | 1,69 ± 0,31 | 0,84 ± 0,01 | 121,66 |
| 8 | «Пино блан» | Славянский | сладкие | 32,41 ± 2,31 | 9,15 ± 0,71 | 2,02 ± 0,35 | 2,56 ± 0,01 | 0,27 ± 0,12 | 46,41 |
| 9 | «Траминер розовый» | Славянский | сладкие | 32,89 ± 2,19 | 14,88 ± 0,66 | 1,31 ± 0,26 | 1,83 ± 0,36 | 1,31 ± 0,24 | 52,22 |
| 10 | «Морава» | Темрюкский | сладкие | 22,46 ± 1,16 | 15,96 ± 1,01 | 11,72 ± 1,23 | 12,61 ± 1,12 | 11,92 ± 0,54 | 74,67 |
| 11 | «Вионье» | Новороссийский | сладкие | 70,99 ± 3,72 | 7,91 ± 0,78 | 3,72 ± 0,10 | 0,78 ± 0,16 | 2,79 ± 0,01 | 86,19 |
| <i>Максимум</i> | | | <i>сладкие</i> | <i>104,47</i> | <i>19,40</i> | <i>11,72</i> | <i>12,61</i> | <i>0,21</i> | <i>121,66</i> |
| <i>Минимум</i> | | | <i>сладкие</i> | <i>22,46</i> | <i>5,36</i> | <i>0,28</i> | <i>0,78</i> | <i>11,92</i> | <i>42,43</i> |
| Красные сорта винограда | | | | | | | | | |
| 12 | «Пино нуар» | Темрюкский | сладкие | 27,65 ± 1,14 | 4,46 ± 0,42 | 1,78 ± 0,30 | 0,89 ± 0,15 | 1,56 ± 0,22 | 36,34 |
| 13 | «Розлер» | Темрюкский | сброженные | 20,30 ± 0,61 | 1,32 ± 0,10 | 1,62 ± 0,32 | 0,61 ± 0,12 | 0,81 ± 0,16 | 24,66 |
| 14 | «Саперави» | Темрюкский | сброженные | 27,17 ± 2,12 | 4,75 ± 0,57 | 0,19 ± 0,03 | 0,67 ± 0,13 | 0,57 ± 0,11 | 33,35 |
| 15 | «Каберне Совиньон» | Славянский | сброженные | 45,54 ± 3,06 | 1,97 ± 0,20 | 1,76 ± 0,05 | 0,72 ± 0,05 | 0 | 49,99 |
| 16 | «Мерло» | Геленджикский | сброженные | 86,41 ± 3,86 | 2,81 ± 0,02 | 3,09 ± 0,03 | 1,26 ± 0,02 | 3,93 ± 0,22 | 97,5 |
| 17 | «Ребо» | Геленджикский | сброженные | 100,24 ± 4,35 | 2,94 ± 0,36 | 2,52 ± 0,06 | 0,98 ± 0,12 | 2,24 ± 0,014 | 108,92 |
| <i>Максимум</i> | | | <i>сброженные</i> | <i>100,24</i> | <i>4,75</i> | <i>3,09</i> | <i>1,26</i> | <i>3,93</i> | <i>108,92</i> |
| <i>Минимум</i> | | | <i>сброженные</i> | <i>20,30</i> | <i>1,32</i> | <i>0,19</i> | <i>0,61</i> | <i>0</i> | <i>24,66</i> |

до $70,35 \pm 0,60$ %, в сброженных – от $47,49 \pm 0,02$ % до $64,24 \pm 0,60$ %. Существенное влияние на влажность выжимок оказывал тип вина, на производство которого использовали виноград. При изготовлении игристых, высококачественных столовых вин отбирается лучшая фракция (75–80 % от общего выхода виноградного сусла). Для производства столовых виноматериалов используют все 100 % виноградного сусла. Этим объясняется различие величины влажности для одного и того же сорта винограда. Например, 2 вариант сорта винограда «Шардоне» (табл. 1) получили при производстве игристого вина, варианты 1 и 3 – столового.

В процессе хранения влажность выжимок может изменяться. Поэтому для анализа их химического состава, а также объективного сравнения показателей между собой концентрации всех исследованных компонентов в дальнейших исследованиях пересчитывали на сухое вещество.

В таблице 2 представлены результаты анализа органических кислот в выжимках различных сортов винограда. Органические кислоты образуются в процессе дыхания растений за счет неполного окисления углеводов, а также по пути синтеза аминокислот в листьях, откуда они транспортируются в ягоды винограда. Накопление в винограде той или иной кислоты тесно связано со всем комплексом превращений органических кислот во время развития растения, с типом обмена веществ и его зависимостью от внешней среды.

Важнейшими органическими кислотами винограда и продуктов его переработки являются:

- винная, образующая из глюкозы по схеме: глюкоза – кето-5-глюконовая кислота – альдегид винной кислоты – гликолевый альдегид – винная кислота;
- яблочная, синтез которой протекает несколькими путями, в частности, путем декарбоксилирования пировиноградной кислоты;
- янтарная (мощный антиоксидант, наличие которого способствует инактивации окислительных процессов в винограде и продуктах его переработки) образуется в процессе дыхания. Янтарная кислота является продуктом пятой и субстратом шестой реакции цикла трикарбоновых кислот;
- лимонная кислота синтезируется в цикле Кребса ферментативным путем из ацетилкофермента А. Синтез лимонной кислоты происходит в результате конденсации какой-либо кислоты, содержащей четыре атома углерода и две карбоксильные группы, с кислотой, содержащей два атома углерода и одну карбоксильную группу [12–14].

В виноградной ягоде суммарное содержание винной и яблочной кислот может составлять более 90 % от суммы всех органических кислот [13]. В выжимках винограда, за исключением полученных из сорта винограда «Морава», процентное содержание суммы винной и яблочной кислот к общей сумме органических кислот составляет от 87,6 («Шардоне» Темрюкского района) до 96 % («Саперави») (рис. 1).

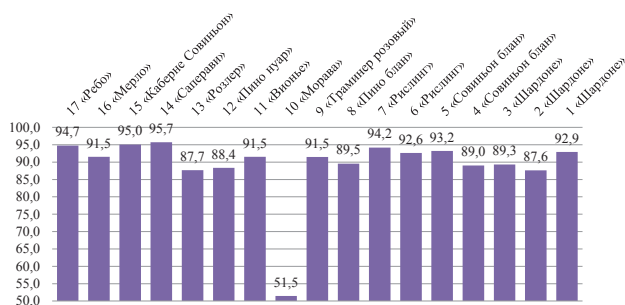


Рисунок 1. Процентное содержание суммы винной и яблочной кислот к общей сумме органических кислот в выжимке винограда, %

Figure 1. Percentage content of tartaric and malic acids to the total amount of organic acids in the grape pomace, %

В выжимке винограда из сербского белого технического сорта «Морава» (сложного межвидового гибрида) – 51,5 %, что связано с особенностями сорта.

Различие в содержании отдельных кислот – следствие различий в соотношении ферментативных реакций, лежащих в основе образования и превращения комплекса органических кислот в цикле Кребса [13].

Определены массовые концентрации винной, яблочной, янтарной, лимонной и молочной кислот. Выбор этих кислот обусловлен их значимым влиянием на качество винодельческой продукции и ее вторичного сырья [15]. Суммарные концентрации органических кислот варьировались в диапазоне от 20,30 до 121,46 г/кг.

Установлено существенное варьирование концентрации всех исследованных кислот как в зависимости от сорта винограда, так и от места его произрастания и технологии переработки. Наибольшее количество винной кислоты выявлено в выжимках из винограда сорта «Рислинг», обладающий высокой устойчивостью к окислительному распаду органических кислот, – $104,47 \pm 4,16$ г/кг. Далее следует «Вионье» – $70,99 \pm 3,72$ г/кг. Наименьшее количество винной кислоты выявлено в выжимках винограда из сорта «Морава» – $22,46 \pm 1,16$ г/кг. При этом в выжимках сорта «Морава» наблюдается наибольшее количество лимонной кислоты – $12,61 \pm 1,12$ г/кг. Высокая концентрация яблочной кислоты выявлена в выжимках сортов «Шардоне» Темрюкского района ($19,40 \pm 2,67$ г/кг), «Траминер розовый» ($14,88 \pm 0,66$ г/кг) и «Морава» ($15,96 \pm 1,01$ г/кг). К числу ценных компонентов виноградной выжимки относится янтарная кислота, которая, как и ее соли, обладает антиоксидантным действием. Ее наибольшее количество обнаружено в выжимках сорта «Морава» Темрюкского района – $11,72 \pm 1,23$ г/кг. Это свидетельствует о возможности переработки

выжимок винограда с целью производства экстрактов, концентратов и другой продукции с высокой биологической ценностью.

Молочная кислота в винограде содержится в малых концентрациях и определяется генетическими особенностями сорта. Ее образование связывают с анаэробным дыханием растений, которое активно протекает в ранних сортах винограда [14]. Высокая концентрация этой кислоты отмечена в выжимках из сорта «Морава» ($11,92 \pm 0,54$ г/кг), наименьшее – «Шардоне» ($0,21 \pm 0,01$ г/кг) и «Пино блан» ($0,27 \pm 0,12$ г/кг).

В процессе спиртового брожения сахаров виноградного сула органические кислоты претерпевают ряд изменений [15]. Например, под действием ферментных систем винных дрожжей из аминокислот синтезируются янтарная, молочная, яблочная, глиоксалева и другие кислоты. Часть яблочной кислоты превращается в молочную, лимонная кислота активно реагирует с катионами металлов, образуя соли и связанные формы [16]. В связи с этим в сброженных выжимках, в сравнении со сладкими, возможно снижение концентраций органических кислот. В результате проведенных исследований установлено, что массовые концентрации органических кислот в сброженных выжимках варьировались в достаточно широком интервале значений в зависимости от сорта винограда и места его произрастания. Наибольшее количество винной кислоты выявлено в выжимках винограда сорта «Ребо» Геленджикского района – $100,24 \pm 4,35$ г/кг.

Наибольшее количество яблочной кислоты было в сброженных выжимках «Саперави» ($4,75 \pm 0,57$ г/кг) и «Пино нуар» ($4,46 \pm 0,42$ г/кг); янтарной и лимонной – «Мерло» ($3,09 \pm 0,03$ и $1,26 \pm 0,02$ г/кг соответственно) и «Ребо» ($2,52 \pm 0,06$ и $0,98 \pm 0,12$ г/кг соответственно).

Концентрация молочной кислоты изменялась от 0 («Каберне Совиньон») до $3,93$ г/кг («Мерло»). Это объясняется тем, что при спиртовом брожении в стационарной стадии развития дрожжей в бродящую среду с целью кислотопонижения вносят бактерии яблочно-молочного брожения. Кроме того, спонтанное яблочно-молочное брожение может протекать одновременно со спиртовым за счет наличия на поверхности ягод яблочно-молочных бактерий. Поэтому концентрация молочной кислоты в виноградных выжимках обуславливается не сортовыми особенностями винограда, а технологией брожения.

Кислоты в винограде и продуктах его переработки могут находиться в свободном (по разным данным от 2,8 до 10 %) и связанном (преимущественно) состоянии [17]. При этом основными компонентами винограда, с которыми связаны кислоты, являются катионы щелочных и щелочно-земельных элементов,

прежде всего калия и кальция. Они образуют смесь виннокислого калия и виннокислого кальция – винный камень. В 70–80-е годы прошлого столетия винодельческие заводы, имевшие цеха утилизации, выделяли винный камень и передавали на предприятия по выработке винной кислоты. В связи с этим представляет интерес исследование концентрации щелочных и щелочно-земельных элементов виноградных выжимках.

В исследуемых вариантах определены катионы щелочных и щелочноземельных элементов – калия, натрия, магния и кальция. Установлено, что суммарные концентрации перечисленных катионов варьируются от 3,29 до 41,04 г/кг (табл. 3). Выявлено, что основным катионом выжимки является калий, доля которого в общей минерализации выжимки составляла до 94 %. Наибольшее количество калия выявлено в выжимке винограда сорта «Рислинг» ($36,46 \pm 4,65$ г/кг), произраставшем в районе г. Новороссийска, что коррелирует с высокой концентрацией винной кислоты. Высокая концентрация катиона калия выявлена также в выжимке из винограда «Рислинг» ($22,95 \pm 3,62$ г/кг) и «Совиньон блан» ($23,07 \pm 3,36$ г/кг) Крымского района. В этих же образцах выжимки отмечено наиболее высокое содержание катионов натрия и кальция.

В сброженной выжимке красных сортов винограда массовая концентрация катиона калия была меньше, чем в сладкой выжимке белых сортов винограда. Это связано с большей экстракцией катиона калия виноматериалом при сбраживании мезги. Наибольшее количество катионов калия выявлено в выжимке сортов винограда «Мерло» ($17,67 \pm 2,82$ г/кг) и «Ребо» ($18,45 \pm 2,96$), выращенных в районе г. Геленджик.

Концентрация катиона магния в сладких выжимках варьировалась в широком диапазоне концентраций – от 0,08 («Совиньон блан», Новороссийск) до 0,63 г/кг («Морава»); в сброженных выжимках – от 0,21 до 0,34 г/кг. Наличие магния в растении связывают с повышением содержания лимонной кислоты, что прослеживается на примере сортов винограда «Морава» и «Совиньон блан». Ион магния является активатором ферментной системы, катализирующей превращение яблочной кислоты в лимонную. Уменьшение концентрации катиона магния в сброженных выжимках, в сравнении со сладкими, можно объяснить его активным связыванием фосфат- и сульфатонами с образованием труднорастворимых соединений.

Результаты корреляционного анализа Пирсона между массовыми концентрациями органических кислот, катионов металлов, типом выжимки и

Таблица 3. Массовая концентрация щелочных и щелочно-земельных элементов в экстракте виноградных выжимок, г/кг сухого вещества

Table 3. Mass concentration of alkaline and alkaline-earth elements in the extract of grape pomace, g/kg dry matter

| № | Сорт винограда | Район произрастания | Тип выжимок | Концентрация, г/кг (в пересчете на сухое вещество) | | | | |
|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| | | | | калий | натрий | магний | кальций | сумма |
| Белые сорта винограда | | | | | | | | |
| 1 | «Шардоне» | Темрюкский | сладкие | $7,23 \pm 0,86$ | $0,76 \pm 0,12$ | $0,25 \pm 0,04$ | $0,38 \pm 0,06$ | 8,62 |
| 2 | «Шардоне» | Темрюкский | сладкие | $13,41 \pm 2,27$ | $1,31 \pm 0,19$ | $0,20 \pm 0,03$ | $0,14 \pm 0,02$ | 15,06 |
| 3 | «Шардоне» | Славянский | сладкие | $8,49 \pm 1,18$ | $0,97 \pm 0,15$ | $0,23 \pm 0,03$ | $0,26 \pm 0,03$ | 9,96 |
| 4 | «Совиньон блан» | Новороссийский | сладкие | $9,45 \pm 1,29$ | $0,43 \pm 0,06$ | $0,08 \pm 0,01$ | $0,10 \pm 0,01$ | 10,05 |
| 5 | «Совиньон блан» | Крымский | сладкие | $23,07 \pm 3,36$ | $4,44 \pm 0,69$ | $0,71 \pm 0,10$ | $0,81 \pm 0,11$ | 29,03 |
| 6 | «Рислинг» | Крымский | сладкие | $22,95 \pm 3,62$ | $3,98 \pm 0,63$ | $0,50 \pm 0,07$ | $0,61 \pm 0,09$ | 28,04 |
| 7 | «Рислинг» | Новороссийский | сладкие | $36,46 \pm 4,65$ | $3,43 \pm 0,54$ | $0,57 \pm 0,09$ | $0,57 \pm 0,08$ | 41,04 |
| 8 | «Пино блан» | Славянский | сладкие | $7,42 \pm 0,87$ | $1,21 \pm 0,18$ | $0,21 \pm 0,03$ | $0,29 \pm 0,03$ | 9,13 |
| 9 | «Траминер розовый» | Славянский | сладкие | $8,45 \pm 1,11$ | $0,99 \pm 0,13$ | $0,19 \pm 0,02$ | $0,22 \pm 0,03$ | 9,84 |
| 10 | «Морава» | Темрюкский | сладкие | $9,23 \pm 1,23$ | $2,33 \pm 0,32$ | $0,63 \pm 0,09$ | $0,84 \pm 0,11$ | 13,03 |
| 11 | «Вионье» | Новороссийский | сладкие | $10,78 \pm 1,72$ | $1,21 \pm 0,18$ | $0,18 \pm 0,02$ | $0,31 \pm 0,04$ | 12,48 |
| | <i>Максимум</i> | | <i>сладкие</i> | 36,46 | 4,44 | 0,71 | 0,84 | 41,04 |
| | <i>Минимум</i> | | <i>сладкие</i> | 7,23 | 0,43 | 0,08 | 0,10 | 8,62 |
| Красные сорта винограда | | | | | | | | |
| 12 | «Пино нуар» | Темрюкский | сладкие | $5,15 \pm 0,76$ | $0,84 \pm 0,12$ | $0,34 \pm 0,05$ | $0,60 \pm 0,09$ | 6,93 |
| 13 | «Розлер» | Темрюкский | сброженные | $2,00 \pm 0,29$ | $1,05 \pm 0,12$ | $0,21 \pm 0,03$ | $0,39 \pm 0,05$ | 3,65 |
| 14 | «Саперави» | Темрюкский | сброженные | $1,91 \pm 0,25$ | $0,82 \pm 0,11$ | $0,21 \pm 0,04$ | $0,34 \pm 0,04$ | 3,29 |
| 15 | «Каберне Совиньон» | Славянский | сброженные | $8,71 \pm 1,25$ | $1,30 \pm 0,21$ | $0,25 \pm 0,03$ | $0,69 \pm 0,07$ | 10,94 |
| 16 | «Мерло» | Геленджикский | сброженные | $17,67 \pm 2,82$ | $2,17 \pm 0,16$ | $0,34 \pm 0,05$ | $0,70 \pm 0,11$ | 20,89 |
| 17 | «Ребо» | Геленджикский | сброженные | $18,45 \pm 2,96$ | $2,11 \pm 0,35$ | 0,26 | $0,65 \pm 0,08$ | 21,47 |
| | <i>Максимум</i> | | <i>сброженные</i> | 18,45 | 2,17 | 0,34 | 0,70 | 21,47 |
| | <i>Минимум</i> | | <i>сброженные</i> | 1,91 | 0,82 | 0,21 | 0,34 | 3,29 |

Таблица 4. Результаты корреляционного анализа Пирсона

Table 4. Results of Pearson correlation analysis

| Показатель | Винная кислота | Яблочная кислота | Янтарная кислота | Лимонная кислота | Молочная кислота | Суммарное содержание органических кислот | K | Na | Mg | Ca | Суммарное содержание катионов металлов |
|--|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|-------|-------|-------|-------|--|
| Регион произрастания винограда (сладкие выжимки винограда) | 0,75 | -0,51 | -0,24 | -0,33 | -0,37 | 0,54 | 0,58 | 0,56 | 0,21 | 0,08 | 0,58 |
| Регион произрастания винограда | 0,53 | -0,10 | -0,10 | -0,15 | -0,25 | 0,51 | 0,59 | 0,56 | 0,28 | 0,07 | 0,59 |
| Тип выжимки | 0,13 | -0,66 | -0,20 | -0,33 | -0,15 | -0,26 | -0,20 | -0,13 | -0,23 | 0,25 | -0,19 |
| Винная кислота | | -0,28 | 0,06 | -0,25 | -0,09 | 0,73 | 0,81 | 0,53 | 0,26 | 0,32 | 0,79 |
| Винная кислота (сладкие выжимки) | | -0,36 | -0,04 | -0,34 | -0,31 | 0,86 | 0,84 | 0,55 | 0,31 | 0,15 | 0,81 |
| Яблочная кислота | | | 0,38 | 0,48 | 0,44 | 0,18 | 0,08 | -0,01 | 0,10 | -0,32 | 0,07 |
| Янтарная кислота | | | | 0,86 | 0,87 | 0,39 | 0,17 | 0,22 | 0,47 | 0,41 | 0,19 |
| Лимонная кислота | | | | | 0,84 | 0,16 | -0,06 | 0,11 | 0,42 | 0,28 | -0,02 |
| Молочная кислота | | | | | | 0,17 | 0,01 | 0,17 | 0,39 | 0,36 | 0,05 |
| Суммарное содержание органических кислот | | | | | | | 0,76 | 0,55 | 0,40 | 0,25 | 0,75 |
| K | | | | | | | | 0,82 | 0,63 | 0,41 | 1,00 |
| Na | | | | | | | | | 0,87 | 0,67 | 0,87 |
| Mg | | | | | | | | | | 0,79 | 0,69 |
| Mg (сладкие выжимки винограда) | | | | | | | | | | 0,94 | 0,69 |
| Ca | | | | | | | | | | | 0,47 |

регионом произрастания винограда представлен в таблице 4.

Выявлено, что на суммарное содержание исследуемых катионов металлов оказывает влияние массовая концентрация калия. Линейный коэффициент корреляции составил $r = 1,00$, границы 95 % доверительного интервала (далее ДИ) – от 0,99 до 1,0. Немного меньше взаимосвязь с натрием: $r = 0,75$, ДИ – от 0,67 до 0,95.

Суммарное содержание органических кислот коррелирует с массовой концентрацией винной кислоты $r = 0,73$, но ДИ – от 0,38 до 0,90, т. е. большой разброс. Взаимосвязь стала значимой при изменении выборки на результаты только сладких выжимок – $r = 0,86$, ДИ – от 0,65 до 0,95. Это объясняется тем, что винная кислота является основной в свежей виноградной кожице, а следовательно, и в сладких выжимках винограда. Виноградные выжимки после отделения виноматериалов (сброженные выжимки) дополнительно обогащаются кислотами, образовавшимися при брожении.

При рассмотрении корреляции между содержанием винной кислоты и катиона калия при анализе всех выжимок винограда $r = 0,81$, ДИ – от 0,56 до 0,93, а при анализе сладких выжимок винограда взаимосвязь также стала значима ($r = 0,84$, ДИ – от 0,61 до 0,93). Прослеживается также взаимосвязь между сладкими выжимками и регионом произрастания винограда ($r = 0,75$, ДИ – от 0,53 до 0,91).

Выявлена взаимосвязь суммарного содержания органических кислот в сладких выжимках и

катиона калия ($r = 0,83$, ДИ – от 0,57 до 0,94) и суммарного содержания катионов металлов ($r = 0,81$, ДИ – от 0,54 до 0,93). Взаимосвязь сумм компонентов связана с взаимосвязью компонентов, оказывающих влияние на них, т. е. калия и винной кислоты. Во время созревания винограда калий накапливается в виноградной кожице и образует растворимые и нерастворимые соли с органическими кислотами [18]. В выжимках винограда виннокислые соединения представлены в форме битартрата калия $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, которые легко растворяется в горячей воде.

Выводы

Установлено, что влажность сладких выжимок варьировалась от $49,33 \pm 2,04$ % до $70,35 \pm 0,60$ %, сброженных – от $47,49 \pm 0,02$ % до $64,24 \pm 0,60$ %. Показано существенное варьирование концентрации винной, яблочной, лимонной, янтарной и молочной кислот в зависимости от сорта винограда и места его произрастания. Наибольшее количество винной кислоты выявлено в выжимках из винограда сортов «Рислинг» и «Вионье», наименьшее – из сорта «Морава». В выжимках сорта «Морава» выявлено наибольшее количество лимонной кислоты. Высокая концентрация яблочной кислоты выявлена в выжимках сортов «Шардоне» Темрюкского района, «Траминер розовый» и «Морава». Суммарная концентрация органических кислот в сладких выжимках была выше, чем в сброженных. Установлено, что основным катионом выжимки является калий, доля которого в общей

минерализации выжимки составляла до 94 %. Наибольшее количество калия выявлено в выжимке винограда сорта «Рислинг», произраставшем в районе г. Новороссийска и Крымской районе, а также «Совиньон блан». В этих же образцах выжимки отмечено наиболее высокое содержание катионов натрия и кальция. В сброженной выжимке красных сортов винограда массовая концентрация калия была значительно меньше, чем в сладкой выжимке белых сортов винограда. Наибольшее количество катионов калия выявлено в выжимке сортов винограда «Мерло» и «Ребо», выращенных в районе г. Геленджик.

Критерии авторства

А. Н. Тихонова – 35 %, Н. М. Агеева – 35 %, С. А. Бирюкова – 10 %, Е. В. Глоба – 10 %, А. А. Абакумова – 10 %.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарности

Авторы выражают особую благодарность Ю.

Ф. Якуба, руководителю Центра коллективного пользования СКФНЦСВВ за оказанную помощь при проведении анализов, а также предприятиям ОАО «АПФ «Фанагория», ЗАО «Славпром», МПБК «Очаково», ООО «Раевское», АО «Дивно-морье», ООО «Олимп» за представленные образцы виноградных выжимок для исследования.

Contribution

A.N. Tikhonova – 35%, N.M. Ageyeva – 35%, S.A. Biryukova – 10%, E.V. Globa – 10%, A.A. Abakumova – 10%.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Acknowledgements

The authors express their sincere gratitude to Yu.F. Yakuba, head of the Shared Access Center, of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, and Wine-making for the assistance in the analysis, as well as the enterprises of PC APF Fanagoria, CJSC Slavprom, MPBK Ochakovo, LLC Raevskoye, JSC Divnomorye, and LLC Olymp for the samples of grape pomace.

Список литературы

1. Bordiga, M. Valorisation of grape pomace: an approach that is increasingly reaching its maturity – a review / M. Bordiga, F. Travaglia, M. Locatelli // International Journal of Food Science and Technology. – 2019. – Vol. 54, № 4. – P. 933–942 DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14118>.
2. From winery waste to bioactive compounds and new polymeric biocomposites: A contribution to the circular economy concept / M. Ferri, M. Vannin, M. Ehrnell [et al.] // Journal of Advanced Research. – 2020. – Vol. 24. – P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.02.015>.
3. Technology of production grape food fibers from grape surface / A. N. Tikhonova, N. M. Ageeva, A. P. Biryukov [et al.] // 8th International Conference «Social Science and Humanity». – London, 2018. – P. 19–25.
4. Tsali, A. Valorization of grape pomace: Encapsulation and storage stability of its phenolic extract / A. Tsali, A. M. Goula // Powder Technology. – 2018. – Vol. 340. – P. 194–207. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.09.011>.
5. Тихонова, А. Н. Исследование химического состава виноградных выжимок с целью получения пищевых волокон / А. Н. Тихонова, Н. М. Агеева, А. П. Бирюков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–3. – С. 52.
6. Phenolic compounds recovery from grape skin using conventional and non-conventional extraction methods / T. W. Caldas, K. E. L. Mazza, A. S. C. Teles [et al.] // Industrial Crops and Products. – 2018. – Vol. 111. – P. 86–91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.012>.
7. Макарова, Н. В. Сравнительные исследования методов извлечения биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами из косточек винограда (*Vitis vinifera* L.) / Н. В. Макарова, Д. Ф. Валиулина, Н. Б. Еремеева // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2020. – Т. 10, № 1 (32). – С. 140–148. DOI: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-1-140-148>.
8. Optimization of acid-extraction of pectic fraction from grape (*Vitis vinifera* cv. Chardonnay) pomace, a Winery Waste / C. Colodel, L. C. Vriesmann, R. F. Teófilo [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2020. – Vol. 161. – P. 204–213. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.05.272>.
9. Валуйко, Г. Г. Технология виноградных вин / Г. Г. Валуйко. – Симферополь : Таврида, 2001. – 624 с.
10. Органические кислоты выжимок винограда / А. Н. Тихонова, Н. М. Агеева, А. А. Абакумова [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – Т. 62, № 2. – С. 176–188. DOI: <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-62-2-176-188>.
11. Использование газовой хроматографии и капиллярного электрофореза для анализа винодельческой продукции / М. В. Кузилов, М. С. Ложникова, М. В. Захарова [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2012. – Т. 14, № 2. – С. 116–128.

12. Coulter, A. D. Succinic acid-how is it formed, what is its effect on titratable acidity, and what factors influence its concentration in wine? / A. D. Coulter, P. W. Godden, I. S. Pretorius // Wine Industrial Journal. – 2004. – Vol. 19. – P. 16–24.
13. Ford, C. M. The biochemistry of organic acids in the grape / C. M. Ford // The biochemistry of the grape berry / H. Gerós, M. M. Chaves, S. Delrot. – Bentham Books, 2012. – P. 67–88. DOI: <https://doi.org/10.2174/978160805360511201010067>.
14. Vasudevan, D. M. Citric acid cycle / D. M. Vasudevan, S. Sreekumari, V. Kannan // Textbook of biochemistry for medical students / D. M. Vasudevan, S. Sreekumari, V. Kannan. – New Delh : Jaypee Brothers Medical, 2016. – P. 303–311. DOI: https://doi.org/10.5005/jp/books/13014_21.
15. Volschenk, H. Malic acid in wine: origin, function and metabolism during vinification / H. Volschenk, H. J. J. van Vuuren, M. Viljoen-Bloom // South African Journal of Enology and Viticulture. – 2006. – Vol. 27, № 2. – P. 123–136. DOI: <https://doi.org/10.21548/27-2-1613>.
16. Bayraktar, V. N. Organic acids concentration in wine stocks after *Saccharomyces cerevisiiae* fermentation / V. N. Bayraktar // Biotechnologia Acta. – 2013. – Vol. 6, № 2. – P. 97–106. DOI: <https://doi.org/10.15407/biotech6.02.097>.
17. Handbook of enology: the chemistry of wine stabilization and treatments. Volume 2 / P. Ribéreau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean [et al.]. – John Wiley and Sons. – 2006. – 441 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/0470010398>.
18. Nunes, M. A. Grape processing by-products as active ingredients for cosmetic proposes / M. A. Nunes, F. Rodrigues, M. B. P. P. Oliveira // Handbook of grape processing by-products. Sustainable Solutions / C. M. Galanakis. – Academic Press, 2017. – P. 267–292. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809870-7.00011-9>.


References

1. Bordiga M, Travaglia F, Locatelli M. Valorisation of grape pomace: an approach that is increasingly reaching its maturity – a review. International Journal of Food Science and Technology. 2019;54(4):933–942 DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14118>.
2. Ferri M, Vannin M, Ehrnell M, Eliasson L, Xanthakis E, Monari S, et al. From winery waste to bioactive compounds and new polymeric biocomposites: A contribution to the circular economy concept. Journal of Advanced Research. 2020;24:1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.02.015>.
3. Tikhonova AN, Ageeva NM, Biryukov AP, Markovsky MG. Technology of production grape food fibers from grape surface. 8th International Conference «Social Science and Humanity»; 2018; London. London: SCIEURO; 2018. p. 19–25.
4. Tsali A, Goula AM. Valorization of grape pomace: Encapsulation and storage stability of its phenolic extract. Powder Technology. 2018;340:194–207. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.09.011>.
5. Tikhonova AN, Ageeva NM, Biryukov AP. Investigation of the chemical composition of husks of grapes to produce dietary fiber. Modern problems of science and education. 2015;(2–3):52. (In Russ.).
6. Caldas TW, Mazza KEL, Teles ASC, Mattos GN, Brígida AIS, Conte-Junior CA, et al. Phenolic compounds recovery from grape skin using conventional and non-conventional extraction methods. Industrial Crops and Products. 201;111:86–91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.012>.
7. Makarova NV, Valiulina DF, Eremeeva NB. Comparative studies of extraction methods of biologically-active substances with antioxidant properties from grape seed (*Vitis vinifera* L.). Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. 2020;10(1)(32):140–148. DOI: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-1-140-148>.
8. Colodel C, Vriesmann LC, Teófilo RF, de Oliveira Petkowicz CL. Optimization of acid-extraction of pectic fraction from grape (*Vitis vinifera* cv. Chardonnay) pomace, a Winery Waste. International Journal of Biological Macromolecules. 2020;161: 204–213. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.05.272>.
9. Valuyko GG. Tekhnologiya vinogradnykh vin [Grape wine technology]. Simferopol: Tavrida; 2001. 624 p. (In Russ.).
10. Tikhonova AN, Ageyeva NM, Abakumova AA, Biryukova SA, Globa EV. Organic acids of grape pomace. Fruit growing and viticulture of South Russia. 2020;62(2):176–188. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-2-62-176-188>.
11. Kuzilov MV, Lozhnikova MS, Zaharova MV, Yakuba YuF. Use of gas chromatography and capillary electrophoresis for analysis of wine production. Fruit growing and viticulture of South Russia. 2012;14(2):116–128. (In Russ.).
12. Coulter AD, Godden PW, Pretorius IS. Succinic acid-how is it formed, what is its effect on titratable acidity, and what factors influence its concentration in wine? Wine Industrial Journal. 2004;19:16–24.
13. Ford CM. The biochemistry of organic acids in the grape. In: Gerós H, Chaves MM, Delrot S. The biochemistry of the grape berry. Bentham Books; 2012. pp. 67–88. DOI: <https://doi.org/10.2174/978160805360511201010067>.
14. Vasudevan DM, Sreekumari S, Kannan V. Citric acid cycle. In: Vasudevan DM, Sreekumari S, Kannan V, editors. Textbook of biochemistry for medical students. New Delh: Jaypee Brothers Medical; 2016. pp. 303–311. DOI: https://doi.org/10.5005/jp/books/13014_21.
15. Volschenk H, van Vuuren HJJ, Viljoen-Bloom M. Malic acid in wine: origin, function and metabolism during vinification. South African Journal of Enology and Viticulture. 2006;27(2):123–136. DOI: <https://doi.org/10.21548/27-2-1613>.
16. Bayraktar VN. Organic acids concentration in wine stocks after *Saccharomyces cerevisiiae* fermentation. Biotechnologia Acta. 2013;6(2):97–106. DOI: <https://doi.org/10.15407/biotech6.02.097>.
17. Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D. Handbook of enology: the chemistry of wine stabilization and treatments. Volume 2. John Wiley and Sons; 2006. 441 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/0470010398>.


18. Nunes MA, Rodrigues F, Oliveira MBPP. Grape processing by-products as active ingredients for cosmetic proposes. In: Galanakis CM, editor. Handbook of grape processing by-products. Sustainable Solutions. Academic Press; 2017. pp. 267–292. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809870-7.00011-9>.

Сведения об авторах


Тихонова Анастасия Николаевна

канд. техн. наук, научный сотрудник научного центра «Виноделие», ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350901, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39, тел.: +7 (861) 252-58-77, e-mail: anastasia.he@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3509-3345>


Агеева Наталья Михайловна

д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник научного центра «Виноделие», ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350901, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39, тел.: +7 (861) 252-58-77, e-mail: ageyeva@inbox.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>


Бирюкова Светлана Александровна

аспирант, младший научный сотрудник научного центра «Виноделие», ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350901, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39, тел.: +7 (861) 252-58-77, e-mail: b.svetlana777@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-8182-7429>

Глоба Екатерина Владимировна


младший научный сотрудник научного центра «Виноделие», ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350901, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39, тел.: +7 (861) 252-58-77, e-mail: balandina119@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6890-3076>

Абакумова Алла Андреевна


аспирант, младший научный сотрудник научного центра «Виноделие», ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350901, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39, тел.: +7 (861) 252-58-77, e-mail: kgau.0701@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3182-0197>

Information about the authors


Anastasia N. Tikhonova

Cand.Sci.(Eng.), Research of the Scientific Center «Wine-making», North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40 years of Victory Str., Krasnodar, 350901, Russia, phone: +7 (861) 252-58-77, e-mail: anastasia.he@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3509-3345>


Natalia M. Ageyeva

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Chief Researcher of the Scientific Center «Wine-making», North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40 years of Victory Str., Krasnodar, 350901, Russia, phone: +7 (861) 252-58-77, e-mail: ageyeva@inbox.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>


Svetlana A. Biryukova

Postgraduate Student, Junior Researcher of the Scientific Center «Wine-making», North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40 years of Victory Str., Krasnodar, 350901, Russia, phone: +7 (861) 252-58-77, e-mail: b.svetlana777@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-8182-7429>

Ekaterina V. Globa

Junior Researcher of the Scientific Center «Wine-making», North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40 years of Victory Str., Krasnodar, 350901, Russia, phone: +7 (861) 252-58-77, e-mail: balandina119@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6890-3076>

Alla A. Abakumova

Postgraduate Student, Junior Researcher of the Scientific Center «Wine-making», North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40 years of Victory Str., Krasnodar, 350901, Russia, phone: +7 (861) 252-58-77, e-mail: kgau.0701@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3182-0197>