

Изучение влияния спиртового брожения на формирование кристаллической стабильности виноматериалов

Гержикова В.Г.¹, Аникина Н.С.¹✉, Весютова А.В.¹, Ермихина М.В.¹, Рябинина О.В.¹, Толстенко Д.П.²

¹ Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31;

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», 295007, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, просп. Академика Вернадского, 4

✉ hv26@mail.ru

Аннотация. Изменение химического состава суслу и мезги в ходе спиртового брожения приводит к нарушению равновесия, отражающегося на значениях интегральных показателей. Цель – изучение превращений компонентов суслу и мезги в ходе спиртового брожения с точки зрения кристаллической стабильности вин. Динамику показателей исследовали в условиях сбраживания мезги и суслу из винограда сорта Каберне-Совиньон. Определяли содержания сахаров, этилового спирта, титруемых и органических кислот (лимонной, яблочной, винной), ионов калия, интегральные показатели (рН, электропроводность, буферная емкость). Склонность к кристаллообразованию определяли по температуре насыщения битартратом калия. Содержание молекулярной и диссоциированных форм яблочной и винной кислот рассчитывали в зависимости от значений рН. Установлен двухфазный характер процесса брожения суслу и мезги. На I фазе сбраживания сахаров происходит повышение содержания титруемых кислот, обусловленное диссоциацией органических кислот по I ступени как следствие обогащения среды ионами водорода. Массовая концентрация винной и яблочной кислот, катиона калия при сбраживании суслу снижается более значительно, чем при брожении мезги, что сопровождается уменьшением значения температуры насыщения среды битартратом калия. II фаза брожения характеризуется меньшими изменениями физико-химических показателей, чем I: уменьшилась скорость сбраживания и накопления этанола, снижается содержание титруемых кислот, в том числе органических, а также катиона калия. Значения некоторых компонентов изменяются независимо от фазы брожения: величина рН повышается; электропроводности, катиона калия – снижается. Температура насыщения битартратом калия бродящих сред (мезги и суслу) проявляет тенденцию к снижению, что позволяет сделать вывод о стабилизирующем характере процесса брожения.

Ключевые слова: титруемые кислоты; буферная емкость; электропроводность; рН; температура насыщения; винная кислота; катион калия.

Для цитирования: Гержикова В.Г., Аникина Н.С., Весютова А.В., Ермихина М.В., Рябинина О.В., Толстенко Д.П. Изучение влияния спиртового брожения на формирование кристаллической стабильности виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021; 23(1): 91-96. DOI 10.35547/IM.2021.66.70.015

Study of the effect of alcoholic fermentation on the formation of crystal stability of base wines

Gerzhikova V.G.¹, Anikina N.S.¹✉, Vesjutova A.V.¹, Ermikhina M.V.¹, Ryabinina O.V.¹, Tolstenko D.P.²

¹ All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

² Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky, 4 Academician Vernadsky ave., 295007 Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation

✉ hv26@mail.ru

Abstract. Changes in the chemical composition of the must and pomace in the process of alcoholic fermentation lead to an imbalance, reflected in the values of integral indicators. The aim is to study the transformations of components of the must and pomace in the process of alcoholic fermentation from the point of view of the crystal stability of wines. The dynamics of indicators was investigated in conditions of fermentation of the pomace and must made of 'Cabernet-Sauvignon' grape variety. The contents of sugars, ethyl alcohol, titratable and organic acids (citric, malic and tartaric), potassium ions, integral indicators (pH, electrical conductivity, buffer capacity) were determined. The tendency to crystal formation was determined by the temperature of saturation with potassium bitartrate. The content of molecular and dissociated forms of malic and tartaric acids was calculated depending on the pH values. The two-phase character of the must and pomace fermentation process was established. On the 1st phase of sugar fermentation an increase in the content of titratable acids results due to the dissociation of organic acids along the 1st stage on the back of the enrichment of the medium with hydrogen ions. Mass concentration of tartaric and malic acids and potassium cation during the must fermentation decreases more significantly than during the pomace fermentation, accompanied by a decrease in the temperature of saturation of the medium with potassium bitartrate. The 2nd phase of fermentation is characterized by less change in physicochemical parameters than the 1st: the rate of fermentation and accumulation of ethanol has decreased as well as the content of titratable, including organic, acids and the potassium cation. Ranges of some components change regardless the phase of fermentation: the pH value rises; values of electrical conductivity and potassium cation - decrease. Saturation temperature of fermenting media (pomace and must) with potassium bitartrate tends to decrease, allowing to make a conclusion about the stabilizing character of fermentation process.

Key words: titratable acids; buffer capacity; electrical conductivity; pH; saturation temperature; tartaric acid; potassium cation.

For citation: Gerzhikova V.G., Anikina N.S., Vesjutova A.V., Ermikhina M.V., Ryabinina O.V., Tolstenko D.P. Study of the effect of alcoholic fermentation on the formation of crystal stability of base wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(1): 91-96 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.66.70.015

Введение

Из биологических процессов, проходящих в сусле и мезге при участии микроорганизмов, важнейшим является спиртовое брожение.

Благодаря многолетним исследованиям обоснованы режимы и параметры обменных процессов винных дрожжей [1], разработаны способы и оборудование для периодического и непрерывного брожения сусла [2] и технология производства столовых белых и розовых вин способом углекислотной мацерации [3], обоснованы технологии полусухих, полусладких и кахетинских столовых вин [4-6]. В процессе спиртового брожения исследованы превращения белковых, фенольных и ароматобразующих веществ винограда, полисахаридов и их комплексов. Выделены и изучены свойства внутри- и внеклеточных протеиназ дрожжей, установлены закономерности трансформации компонентов коллоидной системы под их воздействием [7, 8]. На основе микробиологических исследований создана коллекция «Магарач», состоящая из 937 штаммов дрожжей, 724 из которых используется в промышленности и научных исследованиях [9, 10].

Современные исследователи развивают тему алкогольного брожения в следующих направлениях: предбродильной подготовки сусла и мезги [11, 12], прогнозирования и оптимизации производства на основе моделирования процессов [13], подтверждения географического статуса вин путем выявления региональных различий ассоциаций микроорганизмов и их метаболитов в процессе ферментации [14], определения роли сухих дрожжей в ускорении биохимических процессов брожения [15], использования штаммов дрожжей для получения малоокисленных игристых вин из мускатных сортов винограда [16, 17]. Однако недостаточно внимания уделяется роли основополагающего процесса производства вин в формировании стабильности готовой продукции к помутнениям физико-химической природы.

По нашему мнению, изменение химического состава сусла и мезги в ходе спиртового брожения приводит к нарушению равновесия, отражающегося на значениях интегральных показателей (рН, буферной емкости, электропроводности, степени диссоциации органических кислот, склонности к кристаллообразованию).

В свете сказанного целью нашей работы было изучение превращений компонентов сусла и мезги в ходе спиртового брожения с точки зрения кристаллической стабильности вин.

Материалы и методы

Динамику значений показателей проводили в условиях сбраживания мезги и сусла, полученных из винограда сорта Каберне-Совиньон.

Схема приготовления объектов исследования предусматривала дробление ягод винограда с гребнеотделением, сульфитацию из расчета 80 мг/л, отделение части мезги. Другая часть мезги подвергалась прессованию, отстаиванию в течение 16-18 ч. Осветленное сусло и мезга сбраживались на расе дрожжей 47К из коллекции микроорганизмов виноделия (КМВ «Магарач») при температуре 20–22 °С. В ходе брожения отбирали пробы сусла и мезги для определения содержания сахаров, этилового спирта, титруемых и органических кислот (лимонной, яблочной, винной), катионов калия, а также значений интегральных показателей (рН, электропроводности, буферной емкости) [18]. Склонность к кристаллообразованию определяли по температуре насыщения битартратом калия ($T_{\text{нас}} \text{ КНТар, } ^\circ\text{C}$). Содержание молекулярной и диссоциированных форм яблочной и винной кислот устанавливали расчетным путем в зависимости от значений рН [19].

Результаты и их обсуждение

Анализ значений физико-химических показателей спиртового сусла и мезги позволил выделить 2 фазы в зависимости от длительности процесса: I – с 0 по 5 день брожения, II – с 7 по 13 дни (табл.).

Таблица. Динамика показателей брожения сусла и мезги из винограда сорта Каберне-Совиньон

Table. Dynamics of fermentation indicators of the must and pomace made of 'Cabernet-Sauvignon' grape variety

Сутки	Массовая концентрация, г/л						Спирт, % об.	рН	ЭЛ*	БЕ**	$T_{\text{нас}} \text{ КНТар, } ^\circ\text{C}$
	сахаров	кислот			калия						
		титруемых	лимонной	винной	яблочной						
Брожение сусла											
0	239	8,3	0,31	4,9	5,2	1,23	0	3,27	2,37	56	24,5
1	230	8,4	0,32	4,6	5,2	1,15	0,5	3,36	2,20	54	25,1
4	175	8,9	0,32	3,0	5,1	0,73	3,8	3,38	1,98	56	17,4
5	130	9,1	0,33	2,7	4,6	0,65	6,4	3,38	2,02	57	15,5
7	82	8,3	0,35	2,6	3,9	0,63	9,3	3,39	1,84	45	14,6
8	66	7,5	0,35	2,5	3,7	0,60	10,2	3,39	1,83	43	16,0
11	33	7,2	0,34	2,4	3,5	0,58	12,2	3,40	1,75	42	17,2
12	31	7,1	0,35	2,3	3,4	0,55	12,3	3,41	1,74	41	16,1
13	22	7,0	0,37	2,2	3,3	0,46	12,9	3,42	1,73	40	18,9
Брожение мезги											
0	239	8,2	0,31	4,9	5,2	1,37	0	3,27	2,37	56	24,5
1	234	8,3	0,25	4,5	4,9	1,24	3,0	3,37	2,25	58	23,4
4	137	8,4	0,20	4,4	4,4	1,27	6,1	3,40	2,19	60	23,9
5	101	8,5	0,19	3,8	3,7	1,08	8,1	3,39	2,20	61	20,9
7	62	7,6	0,17	3,1	3,5	0,90	10,5	3,50	2,11	57	20,0
8	53	7,1	0,17	3,0	3,3	0,87	11,0	3,53	2,08	46	17,8
11	17	6,4	0,16	2,9	3,1	0,85	13,1	3,56	2,02	41	17,4
12	10	6,3	0,15	2,8	2,8	0,82	13,3	3,55	2,01	40	17,2
13	5	3,2	0,14	2,7	2,5	0,79	13,4	3,62	2,00	40	19,2

Примечание. *ЭЛ – электропроводность, См/см; **БЕ – буферная емкость, ммоль-экв/л

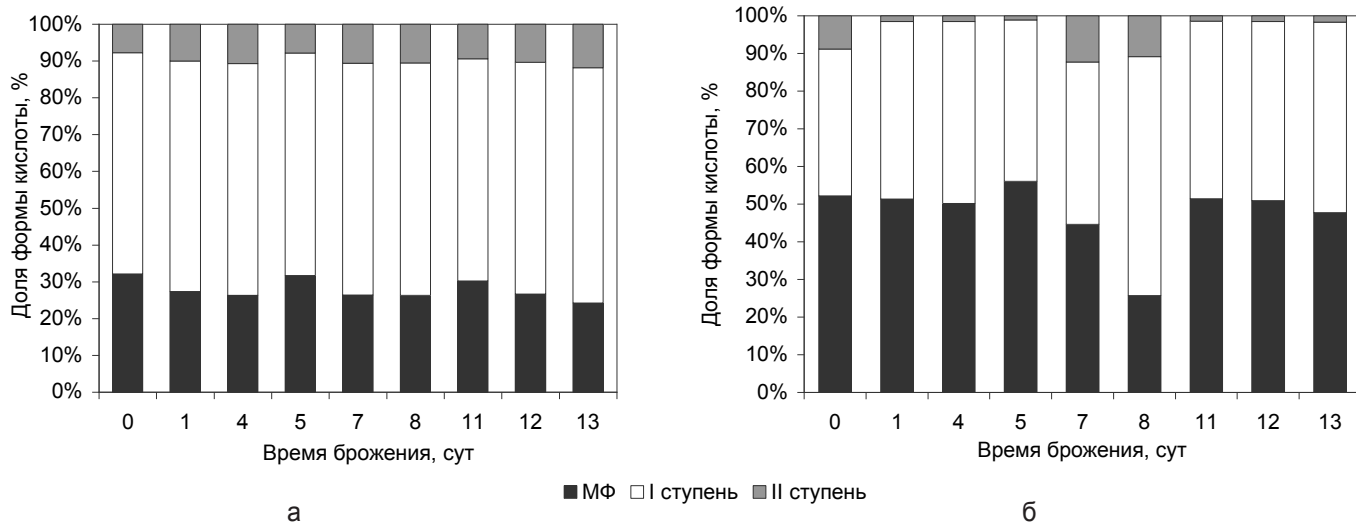


Рисунок 1. Влияние процесса брожения сула на диссоциацию винной (а) и яблочной кислот (б): МФ – молекулярная форма; I степень, II степень – степени диссоциации

Figure 1. The effect of the must fermentation on dissociation of tartaric (a) and malic (b) acids: MF – molecular form; I stage, II stage – stages of dissociation

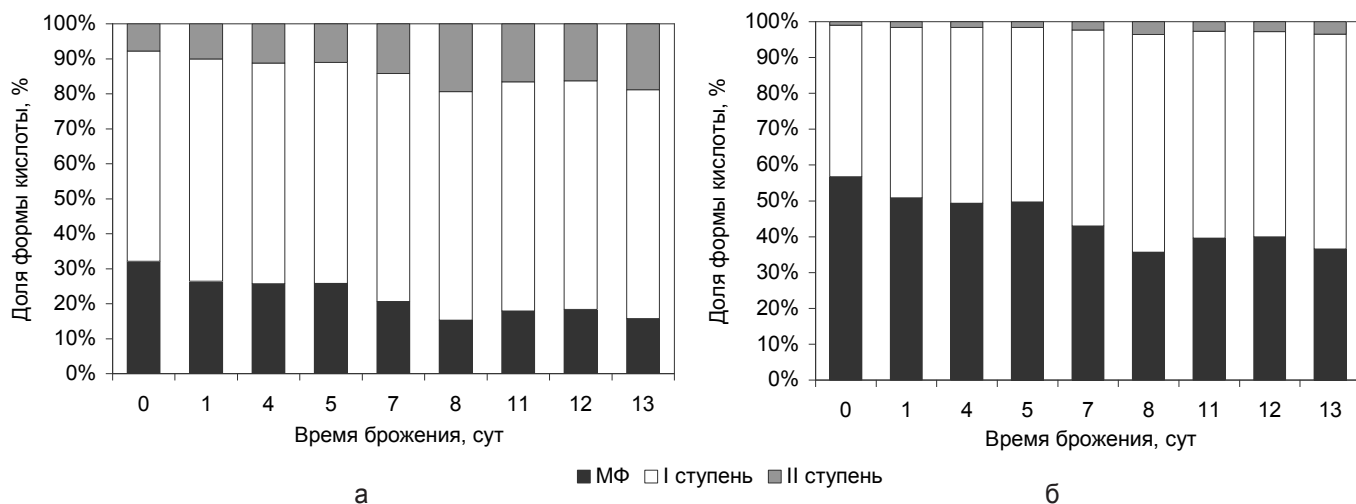


Рисунок 2. Влияние процесса брожения мезги на диссоциацию винной (а) и яблочной кислот (б): МФ – молекулярная форма; I степень, II степень – степени диссоциации

Figure 2. The effect of the pomace fermentation on dissociation of tartaric (a) and malic (b) acids: MF – molecular form; I stage, II stage – stages of dissociation

В I фазу сбраживается 138 г/л редуцирующих сахаров при брожении по красному способу и 109 г/л – по белому. При этом при брожении мезги накапливается 8,1 % об. этилового спирта, при брожении сула – 6,4 % об. В этот же период происходит повышение значений показателя титруемых кислот: на 0,22 г/л при брожении мезги и 0,83 г/л – при брожении сула. Анализ процесса диссоциации винной кислоты (рис. 1 и 2) свидетельствует о преобладании битартратной формы, уменьшение которой составляет при брожении мезги 0,54 г/л, сула – 1,32 г/л. Аналогичные изменения яблочной кислоты, диссоциированной по I ступени, составляют 0,4 г/л и 0,23 г/л. Увеличение в системе количества ионов водорода повышает содержание титруемых кислот.

Массовая концентрация органических кислот снизилась в I фазу брожения мезги: винной – на

1,1 г/л, яблочной – на 1,5 г/л. При брожении сула в I фазу брожения изменение содержания данных кислот составило соответственно 2,2 и 0,6 г/л соответственно. Показатель буферной емкости увеличивает свои значения на 3-5 ммоль-экв/л.

II фаза характеризуется изменениями величин физико-химических показателей: редуцирующих сахаров сбраживается на мезге 96 г/л, на суле – 108 г/л, этилового спирта накапливается 5,3 % об. и 6,5 % об. соответственно, что согласуется с данными других авторов [20, 21]. Содержание титруемых кислот плавно снижается, составляя 2,27 г/л при брожении мезги и 2,09 г/л при сбраживании сула. Количество органических кислот уменьшается: винной – на 1,1 г/л, яблочной – на 1,2 г/л в случае брожения по красному способу и на 0,5 г/л винной и на 0,6 г/л яблочной – при брожении по-белому. Содержание лимонной кислоты

изменялось незначительно. Массовая концентрация калия при брожении мезги уменьшилась на 0,58 г/л, сусла – на 0,77 г/л. Полученные нами результаты согласуются с литературными данными [22-25].

В процессе брожения происходят превращения компонентов, ответственных за кристаллические калиевые помутнения: сахаров в этанол, винной кислоты, ее битартратной формы, ионов калия – в битартрат калия, что обуславливает изменение значений интегральных показателей – рН, электропроводности, температуры насыщения.

Показатель электропроводности плавно снижался на всех этапах брожения с исходной величины 2,37 См/см до 2,0 См/см (мезга) и 2,37 до 1,73 См/см (сусло), на 16 % и 27 % соответственно.

Величина рН повышалась во всех случаях брожения: на мезге – на 0,35 ед., на сусле – на 0,15 ед. Повышение значений рН связано с образованием битартрата калия и его осаждением при повышении спиртуозности среды, что приводит к уменьшению содержания органических кислот, перераспределению их молекулярной и диссоциированных форм. В случае брожения сусла содержание битартратной формы винной кислоты (I ступень диссоциации) изменяется более заметно, чем при брожении мезги (рис. 1, 2). $T_{нас}$ КНТар варьировала в диапазоне 17,4–24,5 °С (среднее значение 20,5 °С) для мезги и 14,6–24,5 °С (среднее значение 18,4 °С) для сусла. В ходе брожения склонность к образованию калиевых солей снизилась на 22-23 %, что, однако, не обеспечило розливостойкость виноматериалов.

Выводы

Анализ величин физико-химических показателей при спиртовом брожении сусла и мезги свидетельствует о наличии двух фаз процесса: на первом этапе происходят активные превращения редуцирующих сахаров в этиловый спирт, повышение содержания титруемой кислотности вследствие диссоциации винной и яблочной кислот, снижение массовой концентрации ионов калия. Вторая фаза брожения отличается более плавным характером изменений показателей: меньшей интенсивностью сбраживания сахаров, падением содержания органических и титруемых кислот, катионов калия. В ходе брожения происходит снижение значений показателя температуры насыщения битартратом калия, характеризующего склонность виноматериалов к образованию калиевых солей, что указывает на стабилизирующую роль процесса сбраживания сусла и мезги. Результаты работы будут использованы для совершенствования системы диагностики кристаллических помутнений вин.

Источник финансирования

Работа выполняется в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 0833-2019-0024.

Financing source

The study was conducted under public assignment No. 0833-2019-0024.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

No declared.

Список литературы

1. Бурьян Н.И. Микробиология виноделия. Симферополь: Таврида, 1997. – 431 с.
2. Виноградов В.А. Оборудование винодельческих заводов. В 2-х т. Симферополь: Таврида, 2002-2003. 410+350 с.
3. Ribéreau-Gayon, P. Handbook of Enology. Vol. 2. The Chemistry of Wine Stabilisation and Treatments [Text] / P. Ribéreau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdieu. John Wiley & Sons Ltd: Chichester, UK. 2006. 404 p.
4. Шольц Е.П., Пономарев В.Ф. Технология переработки винограда. М.: Агропромиздат, 1990. 447 с.
5. Валуйко Г.Г. Технология виноградных вин. Симферополь: Таврида, 2001. 624 с.
6. Соболев Э.М. Технология натуральных и специальных вин. Майкоп: ГУРИПП Адыгея, 2004. 400 с.
7. Датунашвили Е.Н., Гержилова В.Г., Бойко В.А., Сониная Е.Г. Деградация биополимеров под действием ферментных систем дрожжей. В сб.: Биотехнологические основы совершенствования производства и переработки винограда, 1991. С. 6-16.
8. Гержилова В.Г., Билько М.В., Курочкин А.Д., Бабакина Э.Л. Зависимость аромата столовых виноматериалов от условий проведения спиртового брожения виноградного сусла. Виноград и вино России, 2000;1:26-27.
9. Кишковская С.А., Танащук Т.Н., Иванова Е.В., Скорикова Т.К. Коллекция микроорганизмов виноделия института «Магарач» и ее роль в микробиологическом обеспечении отрасли. Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. 2016. Т. XLVI:46-50.
10. Танащук Т.Н., Кишковская С.А., Иванова Е.В., Скорикова Т.К. Национальная коллекция микроорганизмов виноделия. Каталог культур. – Ялта: ФГБУН "ВНИИВиВ "Магарач" РАН". 2017. Т. 1. 174 с.
11. Ермолин Д.В., Шольц-Куликов Е.П. Современный подход к охлаждению виноградного сусла перед отстаиванием и во время брожения. Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2015. № 8:40-42.
12. Investigating the Effect of Cold Soak Duration on Phenolic Extraction during Cabernet Sauvignon Fermentation. Siriwan Panprivech, Larry A. Lerno, Charles A. Brenneman, David E. Block, Anita Oberholster. Molecules. 2015 May; 20(5): 7974-7989. Published online 2015 May 4. doi: 10.3390/molecules20057974.
13. A Mechanistic Model for the Extraction of Phenolics from Grapes During Red Wine Fermentation. Konrad V. Miller, Roberto Noguera, Jordan Beaver, Cristina Medina-Plaza, Anita Oberholster, David E. Block. Molecules. 2019 Apr; 24(7): 1275. Published online 2019 Apr 2. doi: 10.3390/molecules24071275.
14. Characterization of Microbial Dynamics and Volatile Metabolome Changes During Fermentation of Chambourcin Hybrid Grapes From Two Pennsylvania Regions. Hung Li Wang, Helene Hopfer, Darrell W. Cockburn, Josephine Wee. Front Microbiol. 2020; 11: 614278. Published online 2021 Jan 11. doi: 10.3389/fmicb.2020.614278
15. Гонtareва Е.Н., Агеева Н.М. Исследование закономерности изменения углеводов в процессе брожения виноградного сусла красных сортов. Виноделие и виноградарство. 2016;6:22-25.
16. Шаламитский М.Ю., Танащук Т.Н., Загоруйко В.А. Коллекция дрожжей для производства сортовых малоокисленных вин. Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. 2013. Т. XLIII:56-58.
17. Макаров А.С., Лутков И.П., Луткова Н.Ю. Влияние сахаросодержащих компонентов, используемых при произ-

- водстве мускатных игристых вин, на содержание в них терпеновых спиртов. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;67(1):358-374.
18. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.
 19. Гержилова В.Г., Аникина Н.С., Весютова А.В., Ермихина М.В., Рябинина О.В., Слатья Е.А., Толстенко Д.П. Влияние технологической обработки виноматериалов на температуру их насыщения битартратом калия и тартратом кальция // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020; 22(4); С. 368-372.
 20. Виноградов В.А., Макагонов А.Ю. Изменение физико-химических показателей виноматериалов, приготовленных различными способами из винограда сорта Каберне-Совиньон. Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. 2013. Т. 43:81-82. Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vino_2013_43_25.
 21. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Виноградов В.А. Влияние рас дрожжей на формирование ароматобразующего комплекса и профиля аромата красных столовых виноматериалов из винограда сорта Эким кара. Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. 2013. Т. XLIII:51-55.
 22. Waterhouse A.L., Sacks G.L., Jeffery D.W. Understanding Wine Chemistry. 1st Edition. NY: John Wiley & Sons, 2016. 470 p. <https://doi.org/10.1002/anie.201700489>
 23. Lasanta C., Gómez J. Tartrate stabilization of wines. Trends in Food Science & Technology. 2012, Vol.28 (1). P. 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.06.005>.
 24. Chidi B.S., Rossouw D., Buica A.S., Bauer F.F. Determining the Impact of industrial wine yeast strains on organic acid production under white and red wine-like Fermentation conditions. S. Afr. J. Enol. Vitic. 2015;36(3):316-327. <https://doi.org/10.21548/36-3-965>.
 25. Chidi B.S., Rossouw D. Organic acid metabolism and the impact of fermentation practices on wine acidity – A review. S. Afr. J. Enol. Vitic. 2018. Vol. 39;2. pp. 315-329. <https://doi.org/10.21548/39-2-3172>.
- ### References
1. Buryan N.I. Microbiology of winemaking. Simferopol: Tavrida: 1997. 431 p. (in Russian).
 2. Vinogradov V.A. Winery equipment. In 2 Vs. Simferopol: Tavrida, 2002-2003. 410+350 pp. (in Russian).
 3. Ribéreau-Gayon, P. Handbook of Enology. Vol. 2. The Chemistry of Wine Stabilisation and Treatments [Text] / P. Ribéreau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdieu. John Wiley & Sons Ltd: Chichester, UK. 2006. 404 p.
 4. Sholts E.P., Ponomarev V.F. Grape processing technology. Moscow: Agropromizdat, 1990. 447 p. (in Russian).
 5. Valuiko G.G. Technology of grape wines. Simferopol: Tavrida, 2001. 624 p. (in Russian).
 6. Sobolev E.M. Technology of grape and special wines. Maikop: GURIPP Adygea, 2004. 400 p. (in Russian).
 7. Datunashvili E.N., Gerzhikova V.G., Boyko V.A., Sonina E.G. Degradation of biopolymers under the action of yeast enzyme systems. In collection: Biotechnological foundations of improving the production and processing of grapes, 1991. pp. 6-16 (in Russian).
 8. Gerzhikova V.G., Bilko M.V., Kurochkin A.D., Babakina E.L. Dependence of the aroma of table wine materials on the conditions for carrying out alcoholic fermentation of grape must. Grapes and Wine of Russia, 2000;1. P. 26-27 (in Russian).
 9. Kishkovskaya S.A., Tanashchouk T.N., Ivanova E.V., Skorikova T.K. Collection of microorganisms of winemaking of institute "Magarach" and role in microbiological supply industry. Viticulture and winemaking. Collection of scientific works. 2016. Vol. XLVI. P. 46-50 (in Russian).
 10. Tanashchouk T.N., Kishkovskaya S.A., Ivanova E.V., Skorikova T. K. The national collection of microorganisms of winemaking. Catalog of cultures. Yalta: FSBSI "ARNRIW&V" Magarach" RAS". 2017. Vol. 1. 174 p. (in Russian).
 11. Ermolin D.V., Sholts-Kulikov E.P. A modern approach to cooling wine grape must before settling and during fermentation. Electronic network poly-thematic journal "Scientific works of KubGTU". 2015. No. 8. P. 40-42 (in Russian).
 12. Investigating the Effect of Cold Soak Duration on Phenolic Extraction during Cabernet Sauvignon Fermentation. Siriwan Panprivech, Larry A. Lerno, Charles A. Breneman, David E. Block, Anita Oberholster. Molecules. 2015 May; 20(5): 7974-7989. Published online 2015 May 4. doi: 10.3390/molecules20057974.
 13. A Mechanistic Model for the Extraction of Phenolics from Grapes During Red Wine Fermentation. Konrad V. Miller, Roberto Noguera, Jordan Beaver, Cristina Medina-Plaza, Anita Oberholster, David E. Block. Molecules. 2019 Apr; 24(7): 1275. Published online 2019 Apr 2. doi: 10.3390/molecules24071275.
 14. Characterization of Microbial Dynamics and Volatile Metabolome Changes During Fermentation of Chambourcin Hybrid Grapes From Two Pennsylvania Regions. Hung Li Wang, Helene Hopfer, Darrell W. Cockburn, Josephine Wee. Front Microbiol. 2020; 11: 614278. Published online 2021 Jan 11. doi: 10.3389/fmicb.2020.614278
 15. Gontareva E.N., Ageeva N.M. Investigation of the regularity of changes in carbohydrates during the fermentation of red grape must. Winemaking and viticulture. 2016. No. 6. pp. 22-25 (in Russian).
 16. Shalamitsky M.Yu., Tanashchuk T.N., Zagoruiko V.A. Yeast breeding for the production of varietal low-oxidized wines. Viticulture and winemaking: Collection of scientific works. 2013. Vol. XLIII. pp. 56-58 (in Russian).
 17. Makarov A.S., Lutkov I.P., Lutkova N. Yu. The influence of sugar-containing components using in the production muscat sparkling wines, the content of terpene alcohols. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2021. No. 67(1). pp.358-374. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-358-374. <http://journal.kubansad.ru/pdf/21/01/25.pdf>
 18. Methods of technical chemistry control in winemaking / Ed. by V.G. Gerzhikova. Simferopol: Tavrida, 2009. 304 p. (in Russian).
 19. Gerzhikova V.G., Anikina N.S., Vesjutova A.V., Ermikhina M.V., Ryabinina O.V., Slastya E.A., Tolstenko D.P. Influence of base wine technological processing on the temperature of saturation with potassium bitartrate and calcium tartrate. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020; 22(4): 368-372 (in Russian).
 20. Vinogradov V.A. Viticulture and winemaking. Changes in the physical and chemical parameters of wine materials prepared in various ways from Cabernet Sauvignon grapes. Collection of scientific works. 2013. Vol. XLIII. pp. 81-82. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vino_2013_43_25.
 21. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Vinogradov V.A. The effect of yeast races on the formation of the aroma-producing complex and the aroma profile of Ekim kara red table wine materials. Viticulture and winemaking. Collection of scientific works. 2013. Vol. XLIII. pp. 51-55 (in Russian).

22. Waterhouse A.L., Sacks G.L., Jeffery D.W. Understanding Wine Chemistry. 1st Edition. NY: John Wiley & Sons, 2016. 470 p. <https://doi.org/10.1002/anie.201700489>
23. Lasanta C., Gómez J. Tartrate stabilization of wines. Trends in Food Science & Technology. 2012, Vol.28 (1). P. 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.06.005>.
24. Chidi B.S., Rossouw D., Buica A.S., Bauer F.F. Determining the Impact of industrial wine yeast strains on organic acid production under white and red wine-like Fermentation conditions. S. Afr. J. Enol. Vitic. 2015;36(3):316-327. <https://doi.org/10.21548/36-3-965>.
25. Chidi B.S., Rossouw D. Organic acid metabolism and the impact of fermentation practices on wine acidity – A review. S. Afr. J. Enol. Vitic. 2018. Vol. 39;2. pp. 315-329. <https://doi.org/10.21548/39-2-3172>.

Информация об авторах

Виктория Григорьевна Гержилова, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3211-4507>;

Надежда Станиславовна Аникина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией химии и биохимии вина, hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5282-3426>;

Антонина Валерьевна Весютова, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, foxt.80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3815-5756>;

Марианна Вадимовна Ермихина, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, mariannaermikhina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6457-2129>;

Ольга Викторовна Рябинина, мл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, olgar@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5078-4515>;

Дмитрий Павлович Толстенко, канд. техн. наук, доц. кафедры органической и биологической химии факультета биологии и химии Таврической академии, tol-dim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8108-6819>

Information about authors

Victoria G. Gerzhikova, Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Scientific Researcher of the laboratory of chemistry and biochemistry of wine, hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3211-4507>;

Nadezhda S. Anikina, Dr. Techn. Sci., Senior Researcher, head of the laboratory of chemistry and biochemistry of wine, hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5282-3426>;

Antonina V. Vesytova, Cand. Techn. Sci., Researcher of the laboratory of chemistry and biochemistry of wine, foxt.80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3815-5756>;

Marianna V. Ermikhina, scientific assistant of the laboratory of chemistry and biochemistry of wine mariannaermikhina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6457-2129>;

Olga V. Ryabinina, junior research assistant of the laboratory of chemistry and biochemistry of wine, olgar@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5078-4515>;

Dmitriy P. Tolstenko, Cand. Techn. Sci., Associate Professor of the Department of Organic and Biological Chemistry, Faculty of Biology and Chemistry, Taurida Academy, tol-dim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8108-6819>

Статья поступила в редакцию 15.02.2021, одобрена после рецензии 17.02.2021, принята к публикации 20.02.2021