



Трибуна молодых ученых

Научная статья/Research Article

УДК 663.253

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-266-272

Наталья Петровна Супрун

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

suprun_np@mail.ru

ВЛИЯНИЕ СОРБЕНТА ИЗ СКОРЛУПЫ КЕДРОВОГО ОРЕХА НА СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И ЛЕТУЧИХ КОМПОНЕНТОВ ЯБЛОЧНЫХ ВИН

Цель исследования – изучение состава органических кислот и летучих примесей яблочного вина. В качестве объекта исследования использовали яблочные вина, полученные сбраживанием свежего выжатого и осветленного сока из плодов мелкоплодной яблони сорта Красная гроздь. Полученное яблочное сусло сбраживали с использованием насадки из скорлупы кедрового ореха (образец 2). В качестве контрольного образца (образец 1) использовали виноматериал, полученный брожением того же яблочного сусла без применения насадки. В работе представлены экспериментальные данные об изменении содержания органических кислот и летучих компонентов вина при брожении с использованием насадки из скорлупы кедрового ореха. Показано снижение продолжительности процесса брожения на 96 часов. В изученных образцах яблочных вин газохроматографическим методом идентифицированы метанол, ацетальдегид, эфиры (этилацетат, метилацетат) и высшие спирты (пропанол-1, бутанол-1, изобутанол и изоамиловый спирт), концентрации которых не превышают нормируемые значения. В яблочном вине, полученном с применением насадки, отмечается снижение общего содержания эфиров с 49,5 до 47,0 мг/дм³ и высших спиртов с 368,4 до 270,1 мг/дм³. Среди высших спиртов максимальное содержание изоамилового спирта (179,6 мг/дм³) и минимальное количество пропанола-1 (44,6 мг/дм³). Отмечено изменение содержания таких органических кислот, как лимонная, винная, яблочная, янтарная и молочная. При брожении сусла с использованием насадки в готовом вине установлено возрастание концентрации биологически активной янтарной кислоты на 13,7 %. Полученные результаты исследования позволяют рекомендовать использование насадки из скорлупы кедрового ореха в производстве белых малоокисленных вин.

Ключевые слова: яблочный сок, сусло, сорбент, кедровый орех, органические кислоты, летучие компоненты вин.

Для цитирования: Супрун Н.П. Влияние сорбента из скорлупы кедрового ореха на состав органических кислот и летучих компонентов яблочных вин // Вестник КрасГАУ. 2023. № 8. С. 266–272. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-266-272.

Natalia Petrovna Suprun

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia
suprun_np@mail.ru

PINE NUTS SHELL SORBENT INFLUENCE ON THE ORGANIC ACIDS COMPOSITION AND APPLE WINES VOLATILE COMPONENTS

The purpose of research is to study the composition of organic acids and volatile impurities in apple wine. As an object of study, we used apple wines obtained by fermentation of fresh squeezed and clarified juice from the fruits of a small-fruited apple tree of the Krasnaya grozd' variety. The resulting apple must was fermented using a pine nut shell nozzle (sample 2). As a control sample (sample 1), wine material obtained by fermentation of the same apple must without the use of a nozzle was used. The paper presents experimental data on changes in the content of organic acids and volatile components of wine during fermentation using pine nut shell packing. A decrease in the duration of the fermentation process by 96 hours is shown. In the studied samples of apple wines, methanol, acetaldehyde, esters (ethyl acetate, methyl acetate) and higher alcohols (propanol-1, butanol-1, isobutanol and isoamyl alcohol) were identified by gas chromatography, the concentrations of which do not exceed the normalized values. In apple wine obtained using a nozzle, there is a decrease in the total content of esters from 49.5 to 47.0 mg/dm³ and higher alcohols from 368.4 to 270.1 mg/dm³. Among higher alcohols, the maximum content of isoamyl alcohol is (179.6 mg/dm³) and the minimum amount of propanol-1 is (44.6 mg/dm³). A change in the content of such organic acids as citric, tartaric, malic, succinic and lactic acids was noted. During the fermentation of the must using a nozzle in the finished wine, an increase in the concentration of biologically active succinic acid by 13.7% was found. The results of the study allow us to recommend the use of pine nut shell packing in the production of low-oxidized white wines.

Keywords: apple juice, must, sorbent, pine nuts, organic acids, volatile components of wines.

For citation: Suprun N.P. Pine nuts shell sorbent influence on the organic acids composition and apple wines volatile components // Bulliten KrasSAU. 2023;(8):266–272. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-266-272.

Введение. При получении яблочных малоокисленных высококачественных вин наиболее ответственным технологическим процессом является процесс брожения сусла. Благодаря жизнедеятельности дрожжей формируются ароматические и вкусовые достоинства вина. В процессе спиртового брожения из глюкозы идет накопление главного продукта этилового спирта [1–4]. Химически он достаточно устойчив, но может окисляться под действием уксуснокислых бактерий и пленчатых дрожжей. При выдержке вин его концентрация снижается вследствие технологических потерь, а также при участии в реакциях окисления и этерификации [3–5]. В процессе получения вина в результате гидролиза метоксильных групп пектиновых веществ идет образование метанола. В больших дозах он токсичен, но в концентрациях, встречающихся в винах (до 0,35 г/дм³), не оказывает влияния на здоровье человека. Гораздо большую проблему представляют сивушные спирты. Значи-

тельно ухудшают вкус и аромат вин. Обладают сильным опьяняющим действием. В белых винах концентрация колеблется в пределах 0,15–0,4 г/дм³, более высокое содержание не желательно [4–5]. На образование вторичных продуктов, кроме исходного состава сусла и температуры брожения, могут оказывать влияние и другие технологические параметры. Например, известен способ сбраживания сусла в аппаратах с насадкой в условиях сверхвысокой концентрации дрожжей. В итоге виноматериалы лучше сохраняют сортовой аромат, в них выше содержание остаточного экстракта, увеличивается коэффициент выхода спирта. В качестве насадки используют разные материалы, такие как пластиковые кольца Рашига [6] (производятся из полимеров, устойчивых к различным температурам и агрессивным средам, разрешенных к применению в пищевой промышленности), древесные стружки [7, 8] и некоторые другие материалы [9]. В эксперименте применили спе-

циально подготовленную скорлупу кедрового ореха [10].

Цель исследования – изучение изменения состава органических кислот и летучих компонентов яблочного вина при брожении сока с использованием насадки из скорлупы кедрового ореха.

Задачи: оценить влияние насадок из скорлупы кедрового ореха на динамику изменения концентрации целевых компонентов (этанола и сахаров) бродящего сусла; изучить состав органических кислот сусла и готовых яблочных вин; оценить изменение содержания летучих компонентов вина, полученного при брожении с использованием насадки из скорлупы кедрового ореха.

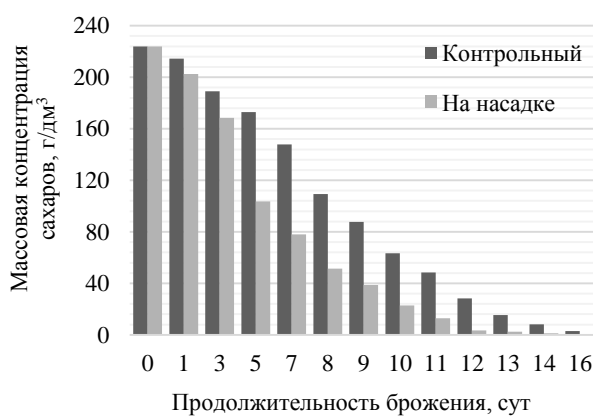
Объекты и методы. Объектом исследования служили виноматериалы, которые получали сбраживанием свежего выжатого сока из мелкоплодных яблок сорта Красная гроздь. Яблочное сусло перед постановкой на брожение подвергали корректировке кондиций по сахару до 20 %. Массовая концентрация титруемых кислот в сусле составила 8,1 г/дм³. Брожение сусла осуществляли на чистой культуре винных дрожжей расы *Salvio Champagne* французского производства. Перед внесением в сусло проводили процесс восстановления гидратной оболочки сухих дрожжевых клеток. Затем, бродильную смесь подавали в емкость с насадкой в несколько приемов с целью достижения требуемой концентрации дрожжей. Температурный режим

брожения сусла поддерживали на уровне 18–20 °С [11].

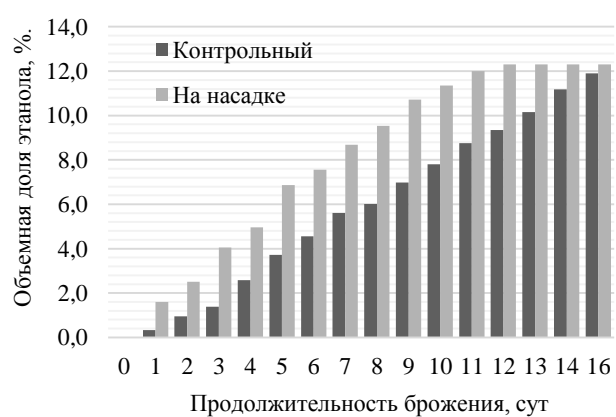
Подготовку насадки из скорлупы кедрового ореха осуществляли согласно схеме [10], включающей следующие стадии обработки: сортировку, пропитку водой, замораживание и щелочной гидролиз, который проводили путем многократного кипячения в растворе гидрокарбоната натрия.

Определение физико-химических показателей проводили по стандартным методикам [12]: массовую долю редуцирующих сахаров – фотокolorиметрическим методом по ГОСТ 8756.13-87 [13]; массовую концентрацию титруемых кислот – потенциометрическим методом титрования по ГОСТ ISO 750-2013 [14]; летучие компоненты вина определяли в дистилляте газохроматографическим методом определения по ГОСТ 32039-2013 [15]; массовую концентрацию органических кислот определяли методом ВЭЖХ [16] с помощью спектрофотометрического детектора в ультрафиолетовой области спектра при длине волны 210 нм. Относительная погрешность метода составляет $\delta \leq 10\%$ при доверительной вероятности $P = 0,95$.

Результаты и их обсуждение. В ходе эксперимента отслеживали изменение окислительно-восстановительного потенциала, накопление этилового спирта и снижение концентрации сбраживаемых сахаров в бродящем сусле (рис.).



а



б

Динамика изменения содержания компонентов бродящего сусла:

а – концентрации сахаров; б – объемной доли этанола

Из представленных диаграмм видно, что снижение концентрации сбраживаемых саха-

ров в сусле и накопление этанола в образце № 2 (при брожении на насадке из скорлупы

кедрового ореха) протекало активнее, чем в образце №1 (контрольном). На поверхности насадки-сорбента создаются более благоприятные условия для активизации жизнедеятельности дрожжевых клеток вследствие увеличения поверхности контакта иммобилизованных клеток с субстратом и беспрепятственного протекания процесса массопередачи. В результате концентрации питательных веществ (продуктов автолиза дрожжей) на поверхности насадки, а также сорбции биологически активных веществ (ферментов, витаминов, аминокислот и других стимуляторов роста, микроорганизмов) наблюдалось сокращение продолжительности брожения до 12 суток (на 96 часов быстрее, чем в контроле).

Активная кислотность (pH) колебалась от 3,0 до 3,8 ед. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) суслу (345 мВ) после постановки на брожение с применением насадки резко снижался до 150 мВ (на 1-й день), а в конце брожения составил 160 мВ. В контрольном образце наблюдалось снижение до 175 мВ (на 3-й день), по окончании процесса брожения увеличение до 220 мВ. Очевидно, снижение величины Eh связано с уменьшением активности окислительных ферментов, что благотворно влияет на сохранение ароматобразующих и красящих соединений готового вина.

Физико-химические показатели полученных вин представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели готовых вин

Показатель	Норма по ГОСТ 33806-2016 [17] (для сухих вин)	Образец №1(контроль)	Образец №2(брожение на насадке)
Объемная доля этилового спирта, %	6,0–15,0	11,8	11,9
Массовая концентрация сахаров, в пересчете на инвертный, г/дм ³	Не более 4,0	0,5	0,5
Массовая концентрация титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/дм ³	Не менее 4,0	7,9	7,5
Массовая концентрация летучих кислот, в пересчете на уксусную, г/дм ³	Не более 1,2	0,4	0,2

Примечание: Расхождение между значениями показателей (средние данные трех параллельных измерений) не превышало 7 %.

Объемная доля этилового спирта в образцах вин составила 11,8 и 11,9 %, при концентрации остаточного сахара 0,5 г/100 см³. По мере накопления этанола наблюдали незначи-

тельное понижение массовой концентрации титруемых кислот (с 8,1 до 7,5 г/дм³), очевидно, связанное с изменением их состава (табл. 2).

Таблица 2

Массовые концентрации органических кислот суслу и вин, г/дм³

Показатель	Сок	Образец №1	Образец №2
Массовая концентрация лимонной кислоты	0,96	1,49	0,94
Массовая концентрация винной кислоты	0,00	0,02	0,04
Массовая концентрация яблочной кислоты	9,63	7,79	6,31
Массовая концентрация янтарной кислоты	0,18	1,19	1,38
Массовая концентрация молочной кислоты	0,86	1,61	1,66

Примечание: Расхождение между значениями показателей (средние данные двух параллельных измерений) не превышало 5 %.

При брожении на насадках содержание лимонной кислоты на 36,3 % ниже, чем в контрольном, причиной может быть использование молочнокислых бактерий в качестве источника углерода или сорбция на насадке, что требует дополнительных исследований. Концентрация янтарной кислоты на 13,8 % выше. Известно, что янтарная кислота – это вторичный продукт спиртового брожения, имеет солоноватый вкус, является биологически активной [5], в организме человека при стрессе нормализует обмен веществ. Таким образом повышает физиологическую ценность виноматериала. Молочная кислота образуется при спиртовом и яблочно-молочном брожении. Увеличение ее содержа-

ния на 3 % в образце, бродившем на насадке, свидетельствует о более благоприятных условиях для прохождения яблочно-молочного брожения. Молочная кислота по отношению к яблочной имеет более мягкий вкус, соответственно органолептическая оценка виноматериала возрастает. Из полученных данных видно, что винная кислота в соке отсутствует, в контроле ее концентрация в 2 раза ниже, одной из причин может быть активность молочнокислых бактерий. Концентрация летучих кислот в образцах не превышала 0,4 г/дм³.

Качественный и количественный состав летучих компонентов в образцах вин приведен в таблице 3.

Таблица 3

Состав летучих компонентов в образцах яблочных вин

Компонент	Массовая концентрация, мг/дм ³	
	Образец №1	Образец №2
Метанол	0,02	0,02
Ацетальдегид	20,00	20,10
Высшие спирты:	368,40	270,10
пропанол-1	14,70	44,60
пропанол-2	Не обнаружено	Не обнаружено
бутанол-1	4,10	0,70
изобутанол	95,60	45,20
изоамиловый	254,00	179,60
Эфиры:	49,50	47,00
этилацетат	48,70	44,50
метилацетат	0,80	2,50

Из представленных в таблице 3 данных видно, что применение насадки из скорлупы кедрового ореха в процессе брожения сусла не оказывает значительного влияния на концентрацию метанола и ацетальдегида в готовом вине. При брожении на насадке уменьшается содержание эфиров с 49,5 до 47,0 мг/дм³ и высших спиртов с 368,4 до 270,1 мг/дм³, концентрация которых не должна превышать рекомендованную норму (400 мг/дм³). Среди высших спиртов в большем количестве обнаружен изоамиловый спирт, а в меньшем – пропанол-1. Источником образования высших спиртов в винах являются аминокислоты и сахара. Поэтому меньшее содержание высших спиртов в образце, полученном с применением насадки, можно объяснить сокращением продолжительности брожения и соот-

ветственно контакта с дрожжевыми клетками, являющимися дополнительным источником аминокислот [3–5].

Готовые яблочные вина по нормируемым показателям соответствовали требованиям ГОСТ 33806-2016. «Вина фруктовые столовые и виноматериалы фруктовые столовые. Общие технические условия» [17].

Заключение. Полученные результаты исследования показали, что продолжительность процесса брожения виноматериала с использованием насадки из скорлупы кедрового ореха сократилась на 96 часов относительно контрольного образца. В готовом продукте наблюдали уменьшение накопления высших спиртов (на 98,3 мг/дм³), которые при высокой концентрации придают вину неприятный сивушный

тон. Отметим снижение концентрации эфиров на 5 % и увеличение концентрации биологически активной янтарной кислоты на 16 % по сравнению с контролем.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют рекомендовать применение насадки из скорлупы кедрового ореха в производстве малоокисленных яблочных вин.

Список источников

1. Изменение содержания некоторых веществ при брожении яблочных соков / А.С. Вечер [и др.]. // Виноделие и виноградарство СССР. 1974. № 4. С. 26–28.
2. Оганесянц Л. А., Панасюк А.Л., Рейтблат Б.Б. Теория и практика плодового виноделия. М.: ПКГ «Развитие», 2011. 396 с.
3. Химия вина: учебник / Е.П. Шольц-Куликов [и др.]. Ростов н/Д.: Изд. центр ДГТУ, 2016. 359 с.
4. Юрченко А.М. Биохимия яблочного виноделия. Минск: Наука и техника, 1983. 167 с.
5. Гусакова Г.С., Евстафьев С.Н. Компонентный состав плодовых спиртов из уссурийской груши // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2010. № 6 (46). С. 188–191.
6. Тихонова А.Н., Агеева Н.М., Бирюков А.П. Способы интенсификации алкогольного брожения // Инновационные технологии в производстве продуктов виноградовинодельческой отрасли и других алкогольных напитков: сб. мат-лов I Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2015. С. 111–113.
7. Исследование биохимического состава плодов яблони Южного Прибайкалья и продуктов виноделия, сброженных на древесной щепе / Г.С. Гусакова [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9. № 4. С. 722–736. DOI: 10.21285/ 2227-2925-2019-9-4-722-736.
8. Пат. 2648165 Рос. Федерация. № 2017133204. Способ производства яблочного столового вина; заявл. 22.09.2017; опубл. 22.03.2018, Бюл. № 9. 14 с.
9. Пат. 2539753 Рос. Федерация. № 2013146735/10. Способ производства виноматериала. Заявл. 18.10.2013; опубл. 27.01.2015, Бюл. № 3. 7 с.
10. Пат. 2783427 Рос. Федерация. № 2021124193. Способ производства белого яблочного вина. Заявл. 16.08.2021; опубл. 14.11.2022, Бюл. № 32. 9 с.
11. Супрун Н.П., Уткина Т.А., Гусакова Г.С. Состав летучих компонентов яблочных вин // Актуальные вопросы развития современной науки и технологий. Петрозаводск, 2022. С. 158–162.
12. Аникина Н.С. Методология идентификации подлинности вин. Симферополь: Дайпи. 2017. С. 152.
13. ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. М.: Стандартинформ, 2010. 11 с.
14. ГОСТ ISO 750-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности. М.:Стандартинформ, 2018. 5 с.
15. ГОСТ 32039-2013. Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический метод определения подлинности. М.: Стандартинформ, 2014. 14 с.
16. СТО 01580301.001-2016. Соки, суспо, вина виноградные и плодовые, напитки слабоалкогольные. Определение массовой концентрации органических кислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Ялта, 2016.
17. ГОСТ 33806-2016. Вина фруктовые столовые и виноматериалы фруктовые столовые. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 7 с.

References

1. Izmenenie soderzhaniya nekotoryh veshchestv pri brozhenii yablochnyh sokov / A.S. Vecher [i dr.]. // Vinodelie i vinogradarstvo SSSR. 1974. № 4. S. 26–28.

2. *Oganesyanc L. A., Panasyuk A.L., Rejtlat B.B.* Teoriya i praktika plodovogo vino-deliya. M.: PKG «Razvitie», 2011. 396 s.
3. *Himiya vina: uchebnik / E.P. Shol'c-Kulikov [i dr.]*. Rostov n/D.: Izd. centr DGTU, 2016. 359 s.
4. *Yurchenko A.M.* Biohimiya yablochnogo vinodeliya. Minsk: Nauka i tekhnika, 1983. 167 s.
5. *Gusakova G.S., Evstaf'ev S.N.* Komponentnyj sostav plodovyh spirtov iz ussu-rijskoj grushi // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2010. № 6 (46). S. 188–191.
6. *Tihonova A.N., Ageeva N.M., Biryukov A.P.* Sposoby intensivizatsii alkohol'nogo brozheniya // Innovacionnye tekhnologii v proizvodstve produktov vinogradovinodel'cheskoj otrasli i drugih alkohol'nyh napitkov: sb. mat-lov I Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Krasnodar: Izd-vo KubGTU, 2015. S. 111–113.
7. *Issledovanie biohimicheskogo sostava plodov yabloni YUzhnogo Pribajkal'ya i produktov vinodeliya, sbrozhenykh na drevesnoj shchepe / G.S. Gusakova [i dr.]* // Izve-stiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya. 2019. T. 9. № 4. S. 722–736. DOI: 10.21285/ 2227-2925-2019-9-4-722-736.
8. Pat. 2648165 Ros. Federaciya. № 2017133204. Sposob proizvodstva yablochnogo stolovogo vina. Zayavl. 22.09.2017; opubl. 22.03.2018, Byul. № 9. 14 s.
9. Pat. 2539753 Ros. Federaciya. № 2013146735/10. Sposob proizvodstva vinomateriala. Zayavl. 18.10.2013; opubl. 27.01.2015, Byul. № 3. 7 s.
10. Pat. 2783427 Ros. Federaciya. № 2021124193. Sposob proizvodstva belogo yablochnogo vina. Zayavl. 16.08.2021; opubl. 14.11.2022, Byul. № 32. 9 s.
11. *Suprun N.P., Utkina T.A., Gusakova G.S.* Sostav letuchih komponentov yablochnykh vin // Aktual'nye voprosy razvitiya sovremennoj nauki i tekhnologij. Petrazavodsk, 2022. S. 158–162.
12. *Anikina N.S.* Metodologiya identifikatsii podlinnosti vin. Simferopol': Dajpi. 2017. S. 152.
13. GOST 8756.13-87. Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya saharov. M.: Standartinform, 2010. 11 s.
14. GOST ISO 750-2013. Produkty pererabotki fruktov i ovoshchej. Opredelenie titruemoj kislotnosti. M.: Standartinform, 2018. 5 s.
15. GOST 32039-2013. Vodka i spirt etilovyy iz pishchevogo syr'ya. Gazohromatogra-ficheskij metod opredeleniya podlinnosti. M.: Standartinform, 2014. 14 s.
16. STO 01580301.001-2016. Soki, suslo, vina vinogradnye i plodovye, napitki slaboalkogol'nye. Opredelenie massovoj koncentracii organicheskikh kislot metodom vysokoeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii. YAlta, 2016.
17. GOST 33806-2016. Vina fruktovye stolovye i vinomaterialy fruktovye stolovye. Obshchie tekhnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2019. 7 s.

Статья принята к публикации 26.04.2023 / The article accepted for publication 26.04.2023.

Информация об авторах:

Наталья Петровна Супрун, аспирант кафедры химии и биотехнологии им. В.В. Тутуриной

Information about the authors:

Natalya Petrovna Suprun, Postgraduate Student at the Department of Chemistry and Biotechnology named after V.V. Tuturina

