

УДК 663.3

DOI 10.30679/2219-5335-2023-5-83-176-187

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ОСВЕТЛЕНИЯ ЯБЛОЧНОГО СУСЛА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВ ЯБЛОНИ ***

Агеева Наталья Михайловна
д-р техн. наук, профессор
главный научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: ageyeva@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>

Ширшова Анастасия Александровна
канд. техн. наук
старший научный сотрудник
научного центра «Виноделие»
e-mail: anastasiya_1987@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1428-5935>

Ульяновская Елена Владимировна
д-р с.-х. наук
заведующая лабораторией сортоизучения
и селекции садовых культур
e-mail: ulyanovskaya_e@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3987-7363>

Храпов Антон Александрович
младший научный сотрудник
селекционно-биотехнологической
лаборатории
e-mail: hrapov-anton@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6436-1970>

Чернуцкая Евгения Анатольевна
аспирант, младший научный сотрудник
лаборатории сортоизучения
и селекции садовых культур
<https://orcid.org/0000-0001-5140-9891>

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

UDC 663.3

DOI 10.30679/2219-5335-2023-5-83-176-187

**STUDY OF THE CLARIFICATION
OF APPLE MUST DEPENDING
ON THE APPLE VARIETIES ***

Ageyeva Natalia Mikhailovna
Dr. Sci. Tech., Professor
Chief Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: ageyeva@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>

Shirshova Anastasia Aleksandrovna
Cand. Tech. Sci.
Senior Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: anastasiya_1987@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1428-5935>

Ulyanovskaya Elena Vladimirovna
Dr. Sci. Agr.
Head of Laboratory of Variety study
and Breeding of Garden crops
e-mail: ulyanovskaya_e@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3987-7363>

Khrapov Anton Aleksandrovich
Junior Research Associate
of Selection and Biotechnological
Laboratory
e-mail: hrapov-anton@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6436-1970>

Chernutskaya Evgenia Anatolyevna
Postgraduate, Junior Research Associate
of Laboratory of Variety study
and Breeding of Garden crops
<https://orcid.org/0000-0001-5140-9891>

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

* Исследование проводилось при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/100.

* The research was carried out with the financial support of the Kuban science Foundation in the framework of the scientific project № MFI-20.1/100.

Исследована трансформация внешнего вида яблочного сусла в зависимости от сорта плодов яблони. В качестве объектов исследований использовали яблочное сусло, полученное при переработке 30 сортов и элитных форм отечественной и зарубежной селекции, и яблочные сидры. Показано, что при переработке хорошее сокоотделение было у сортов Флорина, Золотое летнее, Орфей, Экзотика, Прикубанское, Джин, Чемпион, Ренет Платона, Либерти, Марго. Все исследованные элитные формы яблони характеризовались как волокнистые с трудным сокоотделением. Осветление сусла, которое проводили отстаиванием, протекало медленно, особенно в образцах с «пюреобразной» и «волокнистой» консистенцией. В результате процесса брожения отмечалось изменение консистенции, интенсивности и оттенка цвета. В большинстве образцов отмечено частичное самоосветление. Образцы сидров, произведенные из сортов яблок Орфей, Марго, Прикубанское, Вирджиния Интерпрайс, Имрус, Экзотика, Кармен, Василиса, Флорина, Джин по окончании брожения имели соломенную с зеленоватым оттенком окраску и хорошо осветлились. Сидры из сортов Союз, Амулет, Либерти, Лигол, Персиковое, Кетни, Золотое летнее, Багрянец Кубани, всех форм оставались мутными. Различались цвет и его интенсивность: образцы сидров из сортов яблок Союз, Персиковое, Лигол, всех элитных форм имели янтарную окраску, что связано с особенностями фенольного комплекса, в частности, с содержанием антоцианов. Оттенок цвета изменялся в широком диапазоне: от зеленоватого до светло-желтого, желтого, светло-коричневого, розового и темно-розового. Полученные данные необходимо учитывать при составлении купажей сидров с целью регулирования их цвета.

Ключевые слова: ЯБЛОЧНОЕ СУСЛО, КОНСИСТЕНЦИЯ, ВНЕШНИЙ ВИД, ОСВЕЩЕНИЕ, СИДР, ИНТЕНСИВНОСТЬ, ОТТЕНОК ЦВЕТА

The transformation of the appearance of apple must depending on the variety of apples is investigated. Apple must obtained during the processing of 30 varieties and elite forms of domestic and foreign breeding, and apple ciders were used as objects of research. It was shown that during processing, good juice separation was in the varieties Florina, Zolotoye letnee, Orfey, Ekzotika, Prikubanskoe, Dzhin, Chempion, Renet Platona, Liberti, Margo. All studied elite forms were characterized as fibrous with difficult sap secretion. Clarification of must, which was carried out by settling, proceeded slowly, especially in specimens whose consistency was characterized as «puree» and «fibrous». As a result of fermentation, there was a change in the consistency, intensity and shade of color. In most samples, partial self-clarification was noted. Samples of ciders produced from apple varieties Orfey, Margo, Prikubanskoe, Virginia, Enterprise, Imrus, Ekzotika, Karmen, Vasilisa, Florina, Dzhin at the end of fermentation straw with a greenish tinge color and well lightened. Ciders from the varieties Soyuz, Amulet, Liberti, Ligol, Persikovoe, Ketni, Zolotoye letnee, Bagryanets Kubani, of all forms remained cloudy. The color and its intensity differed: samples of ciders from the varieties of apples Soyuz, Persikovoe, Ligol, of all elite forms had an amber color, which is associated with the peculiarities of the phenolic complex, in particular, with the content of anthocyanins. The shade of color varied in a wide range: from greenish to light yellow, yellow, light brown, pink and dark pink. The obtained data must be taken into account when compiling blends of ciders in order to regulate their color.

Key words: APPLE MUST, CONSISTENCY, APPEARANCE, CLARIFICATION, CIDER, INTENSITY, COLOR SHADE

Введение. В технологии производства алкогольных напитков, включая пиво, вино, сидры, важнейшее значение имеет брожение сусла, в процессе которого получается собственно алкогольный напиток [1, 2, 3]. Многочисленные исследования специалистов свидетельствуют о необходимости и целесообразности проведения осветления сусла одним из следующих способов: отстаиванием, центрифугированием, фильтрацией, флотацией, обработкой сорбентами перед его сбраживанием [4]. Это необходимо для снижения количества взвесей, удаления механических включений, микроорганизмов, присутствующих на поверхности перерабатываемых плодов и ягод, инактивации окислительных ферментов. Также для осветления сусла могут применять ферментные препараты, обработку холодом или теплом (осветление при пониженной или повышенной температуре) [5]. Эффективность процессов осветления зависит от химического состава сусла, наличия и концентрации взвешенных частиц и высокомолекулярных соединений, которые, в свою очередь, обуславливаются способом переработки сырья, его сортовыми особенностями [6, 7].

В Краснодарском крае выращивают большое количество сортов яблони, различающихся по технологическим и биохимическим показателям, в том числе по концентрации полисахаридов, оказывающих большое влияние на протекание процессов осветления и последующего брожения яблочного сусла [8]. По данным С.В. Жуковской и соавторов [9], в осветленном сусле процесс брожения проходит интенсивнее, что способствует улучшению органолептических показателей готовых напитков.

Цель работы – исследовать осветление яблочного сусла, произведенного из плодов различных сортов яблони, путем отстаивания и его влияние на внешний вид сидров.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использованы плоды яблони отечественной и зарубежной селекции, в

том числе сорта и формы селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ (различных сроков созревания, урожая 2022 г.), произрастающие в ЦКП «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур», расположенном в АО ОПХ «Центральное», г. Краснодар. Пloidность большинства сортов составляет $2n=2x$; для сортов Союз, Экзотика и Джин – $2n=3x$. Отбор плодов яблони, типичных по форме, окраске и степени зрелости, с 3-5 деревьев каждого сорта проводили согласно общепринятой методике сортоизучения [10] в оптимальной зрелости с разных сторон кроны дерева по отношению к сторонам света. Для получения яблочного сусла образцы плодов по отдельности измельчали на гомогенизаторе при одинаковом режиме переработки. Осветление сусла проводили отстаиванием с целью установления вида и объема естественных осадков. Продолжительность осветления отстаиванием составляла 24 часа. Соки (яблочное сусло) сбрасывали в лабораторных условиях расой дрожжей *Fruit* (род *Saccharomyces cerevisiae*, Германия, «Ербсле Гайзенхайм») при температуре 18 ± 1 °C. Цветовые характеристики сидров определяли по методике [11] по следующим показателям: интенсивность и оттенок цвета, показатель углового оттенка цвета.

Обсуждение результатов. Проведенные исследования показали, что выход сусла варьировал в широком диапазоне в зависимости от сорта яблони. Наибольший выход сусла был у зимних сортов. При переработке хорошее сокоотделение отмечали у сортов Флорина, Золотое летнее, Орфей, Экзотика, Прикубанское, Джин, Чемпион, Ренет Платона, Либерти, Марго. Все исследованные элитные формы характеризовались как волокнистые, с трудным сокоотделением.

Опытные образцы свежего сусла осветлялись при температуре 6-10 °C. Через сутки визуально оценивали внешний вид сусла, его консистенцию, осадок. Внешний вид сусла разделили на следующие категории:

- очень мутное – осветление практически не происходило; взвешенные частицы оставались по всему объему жидкости;
- мутное – наблюдалось некоторое расслоение суспензии и образование небольшого (до 10 %) осветленного слоя сусла;
- с сильной опалесценцией – сусло оставалось мутным по всему объему жидкости, однако часть взвешенных частиц выпадала в осадок;
- с опалесценцией – большая часть взвешенных частиц осаждалась, но сусло оставалось мутным;
- прозрачное – большая часть взвешенных частиц осаждалась, сформировался осадок.

Консистенцию – совокупность реологических характеристик – определяли визуально по зрительному восприятию. Выбрана следующая терминология: пюреобразная, густая, плотная, волокнистая, пенообразная, мучнисто-волокнистая [12, 13].

Проведенные исследования (табл. 1, рис. 1) показали, что образцы яблочного сусла представляли собой сложную поликомпонентную, полидисперсную коллоидную систему и существенно различались по консистенции и качеству осветления. При этом следует отметить, что количество и внешний вид взвешенных частиц свежееотжатого сока существенно различались (рис. 1). Из-за относительно высокой вязкости сока практически не оседают даже сравнительно крупные по размеру частицы. Самоосветление протекало медленно, особенно в образцах, консистенция которых характеризовалась как «пюреобразная» и «волокнистая». Возможно, это связано с высокими концентрациями пектиновых веществ и клетчатки, играющих роль «защитных коллоидов» и препятствующих седиментации крупных частиц сусла. Существование ионно-сольватных слоев вокруг поверхности коллоидных частиц свежееотжатого сока создает электростатическое отталкивание, то есть потенциальный барьер, препятствующий сближению частиц, их взаимодействию, агрегации и седиментации. Согласно основным теоретическим взглядам коллоидной химии, для ликвидации такого барьера

необходимо создание условий, при которых силы вандерваальсова взаимодействия преобладают над силами отталкивания [14, 15]. К числу таких условий относится применение сорбентов, в том числе дисперсных минералов, что свидетельствует о необходимости их поиска [16, 17].

Полученные результаты показали, что при свободном (спонтанном) освещении не наблюдается четкой границы между осветленной жидкостью и суспензией. Так как в составе суспензии обычно находятся очень мелкие частицы, осветляемая жидкость долгое время оставалась мутной и разделение суспензии практически отсутствовало (рис. 2). Только в ряде сортов (Василиса, Либерти, Флорина, Багрянец Кубани) отмечено появление небольшого объема осветленной фракции (не более 20 %).

Таблица 1 – Характеристика консистенции и качества осветления свежеежатых яблочных соков из различных сортов яблони

№ п/п	Сорт яблок	Выход сока, %	Консистенция	Качество осветления через 24 ч
1	Золотое летнее	46,7	рыхлая	Сильная опалесценция
2	Василиса, СВ	52,4	рыхлая	- « -
3	Амулет	53,2	пенообразная, рыхлая	- « -
4	Кармен	54,5	густая	Очень мутное
5	Вирджиния	44,3	густая	- « -
6	Форма 12/3-21-28	48,7	пюреобразная	- « -
7	Форма 12/1-20-4	45,2	пюреобразная	- « -
8	Форма 12/1-20-8	53,5	пюреобразная	- « -
9	Форма 12/1-21-6	43,8	пюреобразная	- « -
10	Экзотика	54,4	мучнисто волокнистая	Сильная опалесценция
11	Багрянец Кубани	55,6	пенообразная, рыхлая	Очень мутное
12	Форма 12/1-21-36	48,8	мучнисто волокнистая	- « -
13	Форма 12/1-20-70	52,4	волокнистая	- « -
14	Форма 12/1-20-16	48,2	волокнистая	- « -
15	Форма 12/2-20-23	50,8	волокнистая	- « -
16	Форма 12/1-21-19	54,3	мучнисто волокнистая	- « -
17	Флорина	57,5	плотная	Мутное
18	Орфей	56,3	густая	Опалесценция
19	Прикубанское	57,8	плотная	Мутное
20	Чемпион	56,3	пюреобразная	- « -
21	Джин	57,5	густая	- « -
22	Персиковое	58,6	пюреобразная	Опалесценция
23	Кетни	56,8	пюреобразная	Очень мутное
24	Ренет Платона	56,8	пенообразная, рыхлая	Опалесценция
25	Либерти	57,4	пенообразная, рыхлая	- « -
26	Марго	58,7	пенообразная, рыхлая	- « -
27	Союз	52,2	плотная	Сильная опалесценция
28	Лигол	58,8	плотная	Сильная опалесценция
29	Имрус	56,7	пюреобразная	Мутное
30	Интерпрайс	57,4	плотная	Мутное



Рис. 1. Внешний вид образцов сусла (свежеотжатых соков)

Измерить качественные показатели осветленного яблочного сусла не представлялось возможным (значение коэффициента пропускания более диапазона измерений). Концентрация взвешенных частиц, определенных путем центрифугирования сусла при 1500 об./мин, варьировала от 26-30 (Либерти, Багрянец Кубани) до 38-40 г/дм³ (Джин, Василиса).

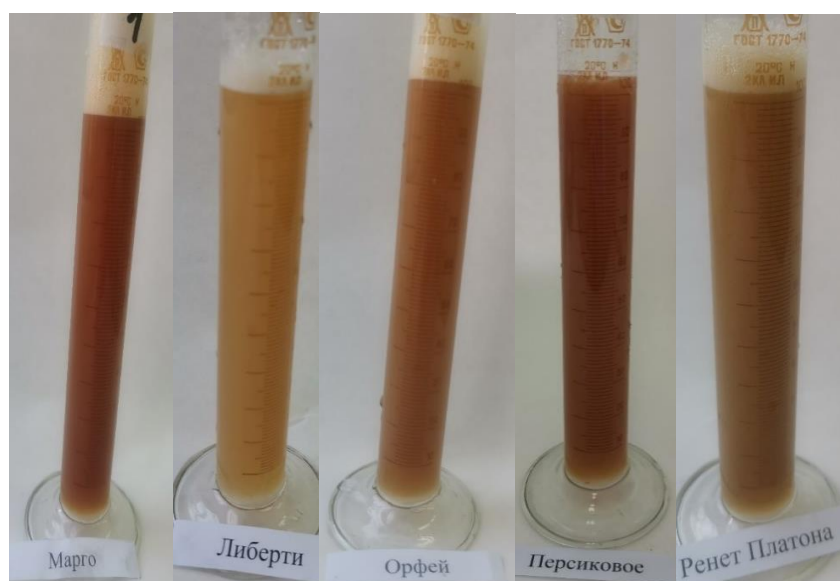


Рис. 2. Внешний вид образцов свежеотжатых соков в процессе осветления

Известно, что для проведения качественного брожения необходимо отделение взвесей от сусла. С учетом полученных данных, через сутки после отстаивания яблочное сусло дополнительно фильтровали через

тканевый фильтр (несколько слоев марли). Это позволило лишь незначительно снизить количество взвесей – в среднем на 10-12 %.

В процессе брожения под действием микроорганизмов и их ферментных систем происходило существенное изменение внешнего вида сусла (рис. 3). В большинстве образцов отмечено частичное самоосветление.

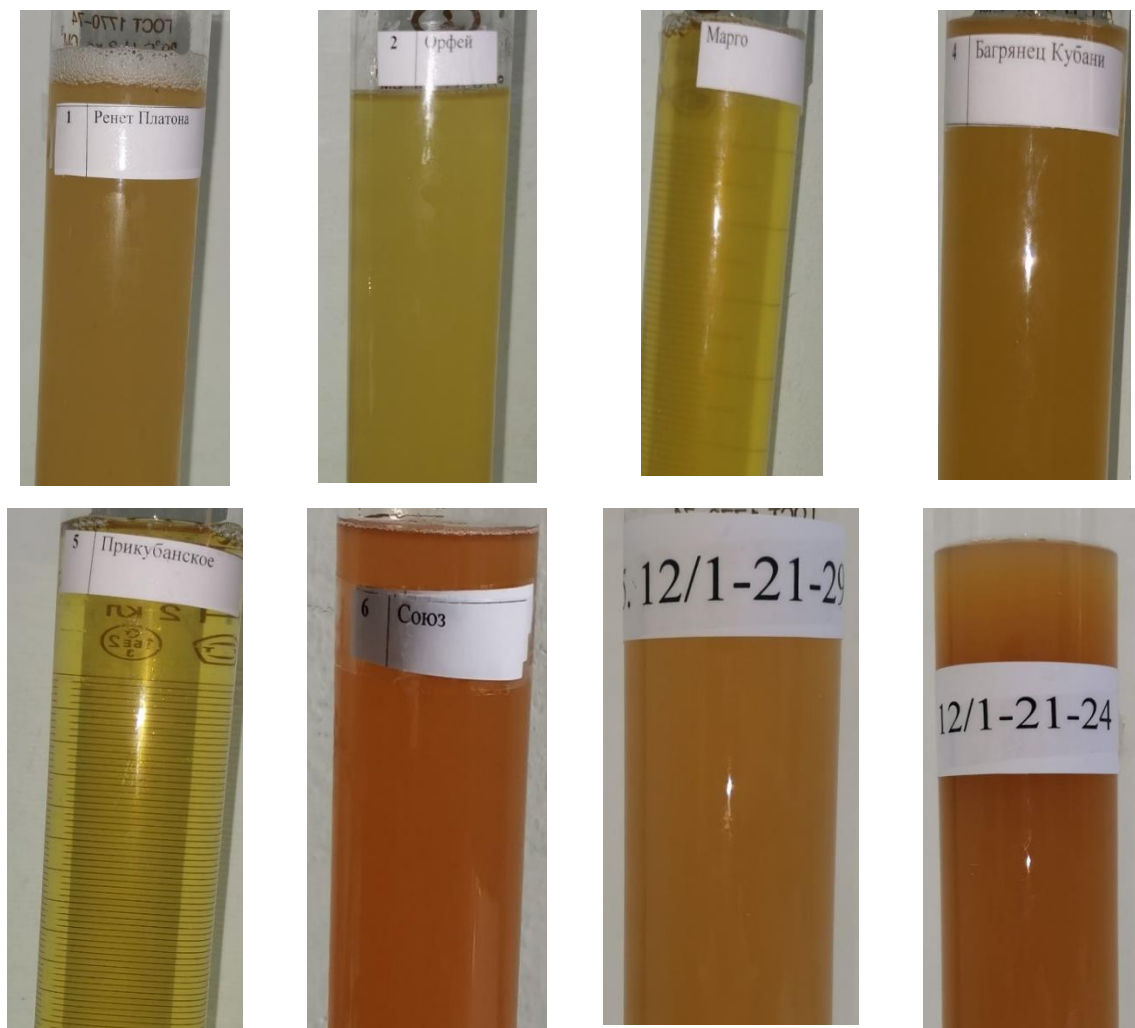


Рис. 3. Внешний вид сброженного сусла (неосветленных сидров)

Полученные сидры различались по цвету, консистенции и качеству осветления. Так, образцы сидров, изготовленные из плодов яблони сортов Орфей, Марго, Прикубанское, Вирджиния, Интерпрайс, Имрус, Экзотика, Кармен, Василиса, Флорина, Джин по окончании брожения имели соломенную с зеленоватым оттенком окраску и хорошо осветлились. Сидры из

сортов Союз, Амулет, Либерти, Лигол, Персиковое, Кетни, Золотое летнее, Багрянец Кубани, всех форм (см. рис. 3) остались мутными. В остальных образцах сидров прозрачность была идентична образцу, произведенному из сорта Ренет Платона (см. рис. 3). Различались цвет и его интенсивность: сидры из плодов сортов яблони Союз, Персиковое, Лигол, всех элитных форм имели янтарную окраску, что связано с особенностями фенольного комплекса, в частности, с содержанием антоцианов [18, 19]. В связи с этим в образцах сидров определяли цветовые характеристики (табл. 2).

Таблица 2 – Цветовые характеристики сидров

№ п/п	Сортовые сидры*	Интенсивность цвета	Оттенок цвета	Показатель углового оттенка цвета
		I=D ₄₂₀ +D ₅₂₀ +D ₆₂₀	N= D ₄₂₀ /D ₅₂₀	tg α= D ₅₂₀ - D ₄₂₀
Сорта				
1	Золотое летнее	0,386	6,233	-0,186
2	Василиса	0,587	0,514	0,153
3	Амулет	2,465	1,816	-0,717
4	Кармен	0,362	7,412	-0,243
5	Вирджиния	0,449	5,478	-0,309
6	Экзотика	0,160	5,565	-0,105
7	Багрянец Кубани	1,455	0,605	0,261
8	Флорина	1,077	2,379	-0,371
9	Орфей	0,225	5,250	-0,209
10	Прикубанское	0,382	7,477	-0,285
11	Чемпион	0,554	0,512	0,148
12	Джин	0,562	0,500	0,165
13	Персиковое	5,581	1,009	-0,018
14	Кетни	5,216	1,035	-0,068
15	Ренет Платона	0,562	0,500	0,165
16	Либерти	2,545	1,951	-0,677
17	Марго	0,440	9,585	-0,352
18	Союз	2,078	2,146	-0,642
19	Лигол	3,597	2,025	-1,012
20	Имрус	0,160	5,565	-0,105
21	Интерпрайс	0,701	3,338	-0,332
Формы				
22	12/1-20-4	3,418	1,566	-0,412
23	12/1-20-8	3,490	2,112	-1,008
24	12/1-20-16	2,553	1,954	-0,687
25	12/1-20-70	2,853	1,734	-0,523
26	12/1-21-6	3,597	2,025	-1,012
27	12/1-21-19	3,418	1,566	-0,412
28	12/1-21-36	2,553	1,954	-0,687
29	12/2-20-23	4,181	1,490	-0,657
30	12/3-21-28	4,280	1,123	-0,467

Примечание. * – сортовой сидр, изготовленный на 100 % из плодов яблони одного помологического сорта

Проведенные расчёты показали существенное различие в интенсивности цвета: наиболее окрашенными были сидры из сортов яблони Персиковое, Кетни, Лигол, Союз, Либерти, Форм 12/3-21-28, 12/2-20-23, 12/1-21-6, 12/3-21-28, 12/1-20-8, 12/1-21-19. Полученные данные необходимо учитывать и использовать при составлении купажей сидров с целью получения желаемого внешнего вида и цвета напитка.

Существенное варьирование отмечено и по другим изученным цветовым характеристикам. Так, оттенок цвета изменялся в широком диапазоне: от зеленоватого до светло-желтого, желтого, светло-коричневого, розового и темно-розового. Это свидетельствует о существенном различии в составе фенольного комплекса сидров, в первую очередь, в составе антоцианов.

Выводы. Установлено существенное различие по консистенции, внешнему виду, цвету и качеству осветления яблочного сусла в зависимости от сорта плодов яблони. Показано, что самоосветление сусел протекало медленно, особенно в образцах, консистенция которых характеризовалась как «пюреобразная» и «волокнистая». В процессе брожения отмечалось изменение внешнего вида образцов: происходило их частичное осветление, изменялись интенсивность и оттенок цвета в зависимости от сортовых особенностей исследуемых яблок.

Литература

1. Tsoupras A., Moran D., Lordan R., Zabetakis I. Functional properties of the fermented alcoholic beverages: Apple cider and beer // Functional foods and their implications for health promotion. 2023. Vol. 12. P. 319-339. DOI: 10.1016/B978-0-12-823811-0.00013-4
2. Miller K.V., Block D.E. A review of wine fermentation process modeling // Journal of Food Engineering. 2020. Vol. 273. 109783. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2019.109783
3. A review on fruit and vegetable fermented beverage-benefits of microbes and beneficial effects / Z. Tang, et al. // Food Reviews International. 2022. Vol. 12. P. 1-38. DOI: 10.1080/87559129.2021.2024222
4. Войцеховский В.И., Токарь А.Е., Ребезов М.Б. Качество сидровых виноматериалов в зависимости от сорта яблок и расы дрожжей // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые биотехнологии». 2014. Т. 2. №4. С.42-46. EDN: SZHZZJ
5. Liu Z., Xu L., Wang J. Research progress of protein haze in white wines // Food Science and Human Wellness. 2023. Vol. 12. P. 1427-1438. DOI: 10.1016/j.fshw.2023.02.004

6. Бурнерия П.И. Методы производства сидра. Технологии для улучшения качества продукта // Индустрия напитков. 2020. № 3. С. 36-45. https://ioc.eu.com/wp-content/uploads/2021/02/CIDER_n03-20_f3.pdf
7. Бурак Л.Ч., Яблонская В.В. Влияние химического состава и микрофлоры сырья на процесс брожения яблочного сока // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2021. № 3. 3. DOI: 10.24412/2658-3569-2021-10056
8. Бойко И.Е., Мариненко О.В., Гишева С.А., Сиюхов Х.Р. Обоснование выбора оптимальных рас дрожжей для производства игристого сидра. // Новые технологии. 2022. № 18(4). С. 26-34. DOI: 10.47370/2072-0920-2022-18-4-26-34
9. Жуковская С.В., Бабаева М.В., Казарцев Д.А., Громова Е.А. Исследование влияния рас дрожжей на процесс брожения при производстве безалкогольного сидра // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. № 84(4). С. 17-23. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-4-17-23>
10. Седов Е.Н. Помология: в 5-ти томах. Т. 1. Яблоня / под общей редакцией академика РАН Е.Н. Седова. М.: РАН, 2020. 634 с.
11. Аникина Н.С., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В. Методы оценки цвета вин. Обзор // Аналитика и контроль. 2019. Т. 23. № 2. С. 158-167. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003
12. Вытовтов А. А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания : учеб, пособие. СПб.: ГИОРД, 2010. 232 с.
13. Чугунова О.В. Научный обзор: сенсорный анализ и его значение в оценке качества и безопасности пищевых продуктов [Электронный ресурс] // Научное обозрение. Технические науки. 2016. № 3. С. 118-129. Режим доступа: <https://science-engineering.ru/ru/article/view?id=1096> (дата обращения: 10.05.2023)
14. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. М.: Лань, 2010. 416 с.
15. Зимон А.Д. Коллоидная химия. М.: Лань, 2022. 480 с.
16. Ташланов Ю.И., Сайдалиев И.Н. Осветление плодово-ягодных соков обработкой ультразвуком // Вестник КГУ. 2014. Т. 9. №2. С.93-95. EDN: TXHTLF
17. Супрун Н.П., Гусакова Г.С., Раченко М.А. Ферментативный катализ яблочной мякоти // Химия растительного сырья. 2023. № 1. С. 307-312. DOI: 10.14258/jcprm.20230111067
18. Gao Q., Chen J., Zhou G., Xu X. Different protein-anthocyanin complexes engineered by ultrasound and alkali treatment: Structural characterization and color stability // Food Chemistry. 2023. Vol. 427. 136693. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.136693
19. Якименко Е.Н., Антоненко М.В., Антоненко О.П., Гугучкина Т.И. Исследование цветовых характеристик белых вин с географическим статусом на территории Кубани [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 76(4). С. 244-256. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/04/20.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-4-76-244-256 (дата обращения: 31.07.2023)

References

1. Tsoupras A., Moran D., Lordan R., Zabetakis I. Functional properties of the fermented alcoholic beverages: Apple cider and beer // Functional foods and their implications for health promotion. 2023. Vol. 12. P. 319-339. DOI: 10.1016/B978-0-12-823811-0.00013-4
2. Miller K.V., Block D.E. A review of wine fermentation process modeling // Journal of Food Engineering. 2020. Vol. 273. 109783. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2019.109783
3. A review on fruit and vegetable fermented beverage-benefits of microbes and beneficial effects / Z. Tang, et al. // Food Reviews International. 2022. Vol. 12. P. 1-38. DOI: 10.1080/87559129.2021.2024222

4. Vojcekhovskij V.I., Tokar' A.E., Rebezov M.B. Cider wine materials quality depending on the variety of apple and yeast race // Bulletin of SUSU. Series «Food biotechnologies». 2014. Vol. 2. №. 4. P. 42-46. EDN: SZHZZJ ([in Russian](#))
5. Liu Z., Xu L., Wang J. Research progress of protein haze in white wines // Food Science and Human Wellness. 2023. Vol. 12. P. 1427-1438. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2023.02.004>
6. Burneria P.I. Cider production methods. Technologies to improve product quality // Beverage industry. 2020. №. 3. P. 36-45. https://ioc.eu.com/wp-content/uploads/2021/02/CIDER_n03-20_f3.pdf7 ([in Russian](#))
7. Burak L.Ch., Yablonskaya V.V. Influence of chemical composition and microflora of raw materials on the process of apple juice fermentation // International journal of applied sciences and technologies Integral. 2021. №. 3. 3. DOI: 10.24412/2658-3569-2021-10056. ([in Russian](#))
8. Boiko I.E., Marinenko O.V., Gisheva S.A., Siyukhov Kh.R. Rationale for choosing optimal yeast races for the production of sparkling cider // New technologies. 2022. №. 18(4). P. 26-34. DOI: 10.47370/2072-0920-2022-18-4-26-34. ([in Russian](#))
9. Zhukovskaya S.V., Babaeva M.V., Kazartsev D.A., Gromova E.A. Study of the influence of yeast races on the fermentation process in the production of non-alcoholic cider // Proceedings of VSUET. 2022. №. 84(4). P. 17-23. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-4-17-23> ([in Russian](#))
10. Sedov E.N. Pomology: in 5 volumes. T. 1. Yablonya / under the general editorship of Academician of the Russian Academy of Sciences E.N. Sedov. Moscow: RAN, 2020. 634 p. ([in Russian](#))
11. Anikina N.S., Chervyak S.N., Gnilomedova N.V. Methods for evaluating the color of wines. The review // Analytics and control. 2019. Vol. 23. №. 2. P. 158-167. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003 ([in Russian](#))
12. Vytovtov A.A. Theoretical and practical foundations of organoleptic analysis of food products: textbook, manual. St. Petersburg: GIOR, 2010. 232 p. ([in Russian](#))
13. Chugunova O.V. Scientific review: sensory analysis and its importance in assessing the quality and safety of food products // Scientific review. Technical science. 2016. №. 3. P. 118-129. Available at: <https://science-engineering.ru/ru/article/view?id=1096> (accessed date: 10.05.2023). ([in Russian](#))
14. Friedrichsberg D.A. Course of colloid chemistry. M.: Publishing house Lan', 2010. 416 p. ([in Russian](#))
15. Zimon A.D. Colloidal chemistry. M.: Lan', 2022. 480 p. ([in Russian](#))
16. Tashlanov Yu.I., Saidaliev I.N. Ultrasound clarification of fruit juice // Bulletin of KSU. 2014. Vol. 9. №. 2. P. 93-95. EDN: TXHTLF ([in Russian](#))
17. Suprun N.P., Gusakova G.S., Rachenko M.A. The apple pulp enzymatic catalysis // Chemistry of plant raw materials. 2023. № 1. P. 307-312. DOI: 10.14258/jcprm.20230111067. ([in Russian](#))
18. Gao Q., Chen J., Zhou G., Xu X. Different protein-anthocyanin complexes engineered by ultrasound and alkali treatment: Structural characterization and color stability // Food Chemistry. 2023. Vol. 427. 136693. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.136693
19. Yakimenko E.N., Antonenko M.V., Antonenko O.P., Guguchkina T.I. Study of color characteristics of white wines with geographical status on the territory of Kuban [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2022. №. 76(4). P. 244-256. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/04/20.pdf>. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2022-4-76-244-256> (accessed date: 31.07.2023). ([in Russian](#))