



УДК 336.236.063.94 : 663.253.1/2

**Гниломедова Нонна Владимировна**, к.т.н., доцент, с.н.с. отдела химии и биохимии вина, 231462@mail.ru;**Рябинина Ольга Викторовна**, инженер-исследователь отдела химии и биохимии вина;**Ермихина Марианна Вадимовна**, н.с. отдела химии и биохимии вина*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31*

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОФИЛЯ САХАРОВ И КИСЛОТ ПРИ КОНЦЕНТРИРОВАНИИ ВИНОГРАДНОГО СУСЛА

*Проведено исследование опытных и коммерческих образцов концентрированного сусла. Дана технологическая интерпретация профиля органических кислот и сахаров как критериев виноградного происхождения. Установлено, что в системе «виноград → концентрированное сусло» значение глюкозо-фруктозного индекса неизменно; отмечается незначительное увеличение доли дисахаридов в сумме сахаров; происходит сокращение на 15–20 % доли винной кислоты в сумме кислот при возрастании доли лимонной и яблочной кислот на 2–7 % и 13–17 % соответственно.*

**Ключевые слова:** виноград; сусло виноградное концентрированное; глюкоза; фруктоза; сахароза; винная кислота; лимонная кислота.

**Gnilomedova Nonna Vladimirovna**, Cand. Techn. Sci, Associate Professor, Senior Staff Scientist of the Department of Chemistry and Biochemistry of Wine;**Ryabinina Olga Victorovna**, Engineer-investigator of the Department of Chemistry and Biochemistry of Wine;**Ermikhina Marianna Vadimovna**, Staff Scientist of the Department of Chemistry and Biochemistry of Wine*Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of RAS», Russia, Republic of Crimea, 298600, Yalta, 31, Kirova Str.*

## TRANSFORMATION OF SUGAR-ACID PROFILE IN THE PROCESS OF GRAPE MUST CONCENTRATION

*We have studied experimental and commercial samples of concentrated musts. Given below is the technological interpretation of the organic acids and sugars profile as the criteria to determine their grape origin. It was established that in the «grape → concentrated grape must» system the glucose-fructose index value stays unchanged; a slight increase of disaccharide fraction in the sum of sugars was registered; while with the increase of citric and malic acids share by 2–7 % and 13–17 %, respectively, we observed a 15–20% reduction of the tartaric acid fraction in the sum of acids.*

**Keywords:** grapes; concentrated grape must; glucose; fructose; sucrose; tartaric acid; citric acid.

Оценка качества и подлинности виноградного концентрированного сусла, применяемого в винодельческой промышленности, является актуальным моментом в проблеме идентификации пищевых продуктов и защиты потребителей от фальсифицированной продукции. Ранее проведенные нами работы позволили обосновать наиболее значимые физико-химические показатели, характеризующие подлинность виноградных продуктов, в том числе концентрированного сусла – профиль органических кислот, сахаров, а также такие расчетные показатели как глюкозо-фруктозный индекс (ГФИ), соотношение глюкоза/фруктоза, доля дисахаридов в общем содержании сахаров и доля органических кислот (винной, лимонной) в сумме кислот [1, 2]. В литературе представлена информация о динамике критериальных показателей подлинности в системе «виноград-виноматериал» [3, 4], однако не освещен аспект их трансформации для такого объекта, как сусло виноградное концентрированное (СВК), являющегося допустимым компонентом при производстве столовых полусухих и полусладких вин [5].

Целью данной работы было изучение динамики показателей подлинности в системе «виноград → концентрированное сусло».

Объектами исследования являлись образцы СВК из винограда белых сортов, полученные путем концентрирования в ла-

бораторных и производственных условиях.

В сезон виноделия 2016 г. были выработаны образцы СВК из винограда, выращенного на территории полуострова Крым (табл. 1). Приготовление образца № 1 проводили в соответствии с рекомендациями, изложенными в «Технологической инструкции на производство виноградного концентрированного сусла из свежего и сульфитированного соков» [6]; при получении образцов № 2 и 3 были использованы вспомогательные материалы, разрешенные к применению в винодельческой и соковой промышленности [7, 8]. Схема обработки и дозы препаратов для образцов № 2 и 3 одинаковы.

Сульфитацию сусла проводили дважды: сразу после его отделения и перед концентрированием. Упаривание осуществлялось на ротационном испарителе Laborota 4003 control, производство фирмы Heidolf (Germany); концентрирование – при температуре вакуума 40°C.

В качестве образцов сравнения были выбраны коммерческие образцы СВК. Предварительно в соответствии с разработанными нами ранее требованиями [9]

по физико-химическим показателям было подтверждено (образцы № 4 и 5) или опровергнуто (образец № 6) их виноградное происхождение.

В исследуемых образцах определяли массовую долю сахаров и титруемых кислот (в пересчете на винную) [10]; pH [11]. Дифференцирование осадка проводили в соответствии с методикой, изложенной в сборнике методов ТХК [11, с. 263].

Массовую концентрацию органических кислот (винной, лимонной, яблочной), сахаров (глюкозы, фруктозы, дисахаридов) определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно СТО [12, 13]. Разделение пробы на индивидуальные вещества проводили на колонке Supelcogel C610H, хроматограф Shimadzu LC Prominence (Япония). Массовую концентрацию глюкозы, фруктозы и дисахаридов в пересчете на сахарозу определяли согласно предварительной градуировке прибора по стандартным растворам чистых веществ на рефрактометрическом детекторе системы с учетом времени выхода каждого из индивидуальных веществ. Содержание органических кислот в пробе определя-

Таблица 1

Варианты образцов концентрированного сусла

№ образца	Партия винограда	Схема обработки сусла
1	I	Отстаивание → фильтрация до прозрачности
2		Тепловая обработка → ферментный препарат пектолитического действия, желатин, бентонит → отстаивание с охлаждением → фильтрация
3	II	Отстаивание с охлаждением → фильтрация



лось аналогичным способом, на спектрофотометрическом детекторе, в УФ-режиме работы (210 нм).

Для сравнительной характеристики исходного и концентрированного суслу пользовались не абсолютными величинами, а расчетными показателями, такими как «соотношение веществ» или «доля вещества», что связано с разными единицами измерения: «г/л» – в свежем сусле, «г/кг» – после концентрирования.

Глюкозо-фруктозный индекс (ГФИ) рассчитывали делением массовой концентрации глюкозы на массовую концентрацию фруктозы. Долю каждой кислоты определяли в их сумме (лимонная, винная и яблочная), долю дисахаридов в пересчете на сахарозу – в сумме сахаров (глюкоза, фруктоза, дисахариды) и выражали в процентах.

Содержание сахаров и кислот в свежем сусле отражено в таблице 2. Из представленных данных видно, что партии винограда близки по содержанию сахаров и титруемых кислот. Принципиальное отличие – высокий уровень винной кислоты (6,3 г/л) в винограде первой партии, содержание яблочной кислоты ниже на 0,8 г/л, что отражается на значении pH (на 0,2 меньше, чем в винограде второй партии).

Результаты исследования опытных образцов СВК, полученных в лабораторных условиях, свидетельствуют о том, что при концентрировании образца № 1 прозрачность суслу снижается, что обусловлено отсутствием технологических обработок, направленных на удаление высокомолекулярных соединений. Через сутки во всей толще образца сформировались микроскопические кристаллы битартрата калия, седиментация которых была затруднена. Количество осадка в образце № 1 значительно меньше, чем в образце № 2, приготовленном из этой же партии винограда. Наблюдение за образцом на протяжении 2 недель показало, что размер кристаллов, находящихся в толще продукта, практически не увеличивался в силу их медленного роста, отмечено также появление новых центров кристаллообразования.

Образцы № 2 и № 3 после концентрирования не теряют прозрачности. Следует отметить, что через сутки после концентрирования на дне бутылок, в которые были перенесены образцы из выпаривательной колбы ротационного испарителя, образовался незначительный слой кристаллического осадка. Быстрое его формирование в виде крупных правильных кристаллов типичной формы связано с отсутствием защитного действия коллоидов, содержание которых значительно снижается в процессе обработки исходного суслу. Микроскопирование осадков образцов показало, что кристаллы представляют собой битартрат калия.

После концентрирования суслу отмечено изменение цвета от светло-соломенного до светло-янтарного. Во всех случаях аромат исходного суслу, характер-

ный для свежего винограда, трансформируется в типичный для СВК, что проявляется в тонах легкой уваренности с сухофруктовой составляющей. Кисло-сладкий вкус проявляется более интенсивно, с тонами сухофруктов в послевкусии. Посторонних оттенков в аромате и вкусе не обнаружено.

Одним из важнейших показателей подлинности виноградных продуктов, как нами было показано ранее, является профиль органических кислот (винная, лимонная) и сахаров (глюкоза, фруктоза, дисахариды) [1, 2]. Трансформация этих показателей в опытных образцах суслу приведена на рисунках 1 и 2.

Исследование компонентов углеводного комплекса показало, что при концентрировании соотношение глюкоза/фруктоза сохраняется (рис. 1). Доля дисахаридов в образцах № 1 и № 2 изменяется незначительно (на 0,02-0,03 %), несколько больше возрастает в образце № 3 (до 0,4 %). Это можно объяснить особенностями качественного состава высокомолекулярных углеводов и обработкой суслу ферментным препаратом пектолитического действия, который приводит к деструкции полисахаридов с образованием олигомеров, в том числе дисахаридных осколков.

Установлено, что при концентрировании доля винной кислоты, представленной в наибольшем количестве в свежем сусле, сокращается на 15-20 % (рис. 2), что обусловлено ее выпадением в виде кристаллического осадка битартрата калия. При этом логично возрастает относительное содержание лимонной кислоты – на 2-7 % и яблочной кислоты – на 13-17 %.

Для сравнения полученных опытных (№ 1-3) и коммерческих образцов (№ 4, 5) концентрированного суслу был проведен их анализ по физико-химическим показателям, характеризующим их подлинность и происхождение (табл. 3).

Массовая доля сахаров соответствовала требованиям, изложенным в «Технических условиях на суслу виноградное концентрированное» [10], при этом содержание титруемых кислот было ниже установленного уровня (1,0 %). Следует отметить, что данные показатели не могут являться критерием подлинности, что подтверждается на примере образца № 6, в котором массовая доля сахаров и титруемых кислот наиболее высо-

Таблица 2  
Физико-химические показатели свежего суслу

Партия винограда	Массовая концентрация, г/л					pH
	сахаров	титруемых кислот	лимонной кислоты	винной кислоты	яблочной кислоты	
I	231	6,6	0,1	6,3	1,4	3,2
II	234	5,9	0,2	3,8	2,2	3,4

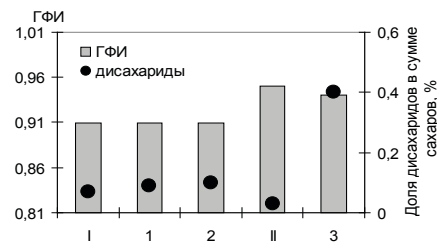


Рис. 1. Глюкозо-фруктозный индекс (ГФИ) и доля дисахаридов в сусле до и после концентрирования: I и II – партия винограда, из которой выработано суслу (до концентрирования); 1, 2, 3 – образцы СВК

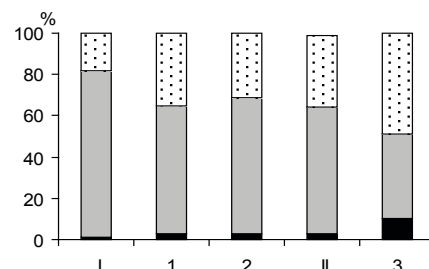


Рис. 2. Доля органических кислот в сусле до и после концентрирования: I и II – партия винограда, из которой выработано суслу (до концентрирования); 1, 2, 3 – образцы СВК: ■ яблочная кислота, ▨ винная кислота, ▩ лимонная кислота

ки среди исследуемых образцов.

Значения физико-химических показателей в опытных образцах СВК составляли: ГФИ – 0,91-0,94; доля дисахаридов – 0,1-

Таблица 3  
Физико-химическая характеристика образцов концентрированного суслу

Показатель	Вариант					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Массовая доля сахаров, %	66,2	63,0	63,7	65,0	64,2	65,5
Массовая доля титруемых кислот, в пересчете на винную, %	0,87	0,8	0,93	0,80	1,3	0,95
pH	3,0	3,0	3,5	3,8	3,5	2,2
Содержание компонентов, г/кг						
общих сахаров	673	643	647	633	639	646
дисахаридов в пересчете на сахарозу	0,6	0,8	2,6	1,4	2,5	71
глюкозы	319	306	312	301	311	296
фруктозы	353	336	332	331	325	270
винной кислоты	7,2	6,4	6,8	5,7	2,5	0,5
яблочной кислоты	4,0	3,0	8,2	6,0	4,9	0
лимонной кислоты	0,4	0,3	1,7	0,6	0,4	3,1
Расчетные показатели						
глюкозо-фруктозный индекс	0,91	0,91	0,94	0,91	0,96	1,1
доля дисахаридов в сумме сахаров, %	0,1	0,1	0,4	0,2	0,4	11
доля винной кислоты, %	62	66	41	46	63	14
доля лимонной кислоты, %	3	3	10	5	5	86



0,4 %; доля лимонной и винной в сумме кислот – 3-10 % и 41-66 % соответственно; рН – 3,0-3,5. Значения критерияльных показателей исследуемых опытных и коммерческих образцов № 4 и 5 находились в диапазоне подлинных СВК, установленных нами ранее [1, 2]. Принципиальное отличие образца № 6 заключается в нехарактерной для винограда высокой массовой доле дисахаридов – 11 %, лимонной кислоты – 86 % и низкой массовой доле винной кислоты – 14 %. Глюкозо-фруктозный индекс также превышает уровень, свойственный суслу, полученному из зрелого винограда (не более 1,01), рН (2,2) более низкий, чем в подлинных образцах (2,4-3,8).

Полученные аналитические данные показали, что при концентрировании виноградного суслу происходит изменение содержания органических кислот и дисахаридов, однако эти изменения незначительны и не сопоставимы с профилем указанных компонентов в фальсификатах.

Проведенные исследования позволили установить, что в системе «виноград → концентрированное суслу» значение глюкозо-фруктозного индекса неизменно; отмечается незначительное увеличение доли дисахаридов в сумме сахаров; происходит сокращение на 15-20 % доли винной кислоты в сумме кислот при возраста-

нии доли лимонной и яблочной кислот на 2-7 % и 13-17 % соответственно. Установленные тенденции позволили дать технологическую интерпретацию углеводного и кислотного профилей концентрированного суслу как критериев его виноградного происхождения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Критерии оценки подлинности суслу виноградного концентрированного / Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Погорелов Д.Ю., Рябинина О.В., Ермихина М.В. // *Виноделие и виноградарство*, 2015. № 6. С. 21-24.
2. Профиль органических кислот как критерий идентификации продуктов виноградного происхождения / Н.В. Гниломедова, Н.С. Аникина, В.Г. Гержилова, Д.Ю. Погорелов, О.В. Рябинина, М.В. Ермихина // *Пиво и напитки*, 2016. № 5. 40-43.
3. Аникина Н.С. Методические основы идентификации аутентичности виноградных виноматериалов и вин // *Виноградарство и виноделие*. Сб. науч. тр., 2016. Т.42. № 2. С. 86-89.
4. Динамика физико-химических показателей в системе «виноград-виноматериал» / Аникина Н.С., Погорелов Д.Ю., Зенина М.А. // *Магарац. Виноградарство и виноделие*, 2016. № 2. С. 22-24.
5. ГОСТ Р 32030-2013 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 15 с.
6. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции (утв. Минсельхозпродом РФ 05.05.1998). [Под общ. ред. Сарисвили Н.Г.]. М.: Пищепромиздат, 1998. 242 с.
7. Технический регламент на соковую продук-

цию из фруктов и овощей. ТР ТС 023/2011: принят 09.11.2011 [Электронный ресурс]. URL: [http://gost.ru/wps/portal/pages/directions/techreg?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/gost/gostru/directions/technicalregulation/technicalregulations/teh%20reg%20tc%20sok%20prod%20iz%20fruit%20i%20ovozhey](http://gost.ru/wps/portal/pages/directions/techreg?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/gostru/directions/technicalregulation/technicalregulations/teh%20reg%20tc%20sok%20prod%20iz%20fruit%20i%20ovozhey) (дата обращения: 15.01.2017).

8. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств: ТР ТС 029/2012: принят 20.06 2012 [Электронный ресурс]. 308 с. URL : [http://www.tsouz.ru/eek/rseek/rseek/seek8/documents/p\\_58.pdf](http://www.tsouz.ru/eek/rseek/rseek/seek8/documents/p_58.pdf). (дата обращения: 15.01.2017).

9. Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Гержилова В.Г. Обоснование показателей для подтверждения виноградного происхождения концентрированного суслу // *Виноградарство и виноделие*. Сб. науч. тр., 2016. Т. 46. С. 62-65.

10. Суслу виноградное концентрированное. Технические условия. ТУ 9176-476-00008064-2002. Москва, 2002. 17 с.

11. Методы теххимического контроля в виноделии. [Под ред. В.Г. Гержиловой]. Симферополь: Таврида, 2009. (Серия науч.-техн. лит. по виноделию). 304 с.

12. СТО 01580301.001-2016 Соки, суслу, вина виноградные и плодовые, напитки слабоалкогольные. Определение массовой концентрации органических кислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Ялта, 2016. 15 с.

13. СТО 01580301.002-2016 Соки, суслу, вина виноградные и плодовые, напитки слабоалкогольные. Определение массовой концентрации глюкозы, фруктозы и сахарозы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Ялта, 2016. 14 с.

Поступила 06.02.2017  
©Н.В. Гниломедова, 2017  
©О.В.Рябинина, 2017  
©М.В.Ермихина, 2017