

**УДК 663.253.2: 547.477**

## **ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЯГОД ВИНОГРАДА В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ**

*Овсиенко Н.А.<sup>1</sup>, Аристова Н.И.<sup>2</sup>, Панов Д.А.<sup>1</sup>, Зайцев Г.П.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина*

*<sup>2</sup>Национальный Институт Винограда и Вина “Магарач”, Ялта, Украина*

*E-mail: mendes@inbox.ru*

Исследовано изменение концентрации органических кислот и сахаров в ходе созревания винограда Изабелла и Молдова, произрастающих в Северной зоне Крыма. Наблюдается значительное снижение массовой концентрации титруемых кислот и увеличение содержания сахаров. Установлено, что концентрация яблочной кислоты в 2,5 раза больше чем винной для одного и другого сорта, что способствует улучшению качества вина.

**Ключевые слова:** титруемая кислотность, сахара, винная и яблочная кислоты, рефрактометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В процессе созревании ягод винограда различают 3 фазы в росте и развитии ягод: от завязывания до начала созревания (формирование и рост), от начала созревания до полной зрелости. Созревание ягод характеризуется изменением величины, окраски ягод, физических и химических их свойств. Из всех органических веществ, входящих в химический состав ягод, наиболее важное значение для определения вкусовых и питательных свойств имеют сахара и органические кислоты, в связи с чем качество винограда чаще всего определяют по этим показателям. При вступлении ягод в фазу начала созревания происходит интенсивное сахаронакопление. Изменение общего количества кислот имеет противоположный характер: до начала созревания содержание кислот увеличивается, после чего наблюдается резкое снижение, переходящее по мере дальнейшего созревания ягод в более плавное [1].

Изучение динамики созревания ягод можно использовать в практических (для определения начала сбора винограда) и научных целях (для определения поведения отдельных сортов в определенных экологических условиях, влияния агротехнических приемов на процессы сахаронакопления и изменения кислотности ягод). Показатели содержания сахара и титруемых кислот предыдущего и последующего отборов суслу являются основой прогнозирования начала сбора урожая.

Накопление многолетних данных о динамике созревания различных сортов винограда позволяют прогнозировать начала сбора урожая не только в пределах отдельных участков, но и в более широких масштабах, а также выявить наиболее

оптимальные условия выращивания винограда отдельных сортов с учетом направленности использования продукции.

Исследованием органических кислот в ходе созревания винограда занимались многие ученые: Рибери-Гайон Ж., Рибери-Гайон П., Родопуло А., Кондо Г.Ф. и др. [2-8]. Большое значение на склонность к накоплению кислот и сахаров имеет сорт винограда. У сортов Мускат белый, Плавай, Баян Ширей склонность к накоплению и сохранению кислот слабо выражена.

Динамика некоторых органических кислот аналогична динамике титруемой кислотности. Джонсон и Нагель [8] показали, что виноград сорта Шардоне является кислотоустойчивым, уменьшение яблочной кислоты происходит менее интенсивно. Определяя скорость уменьшения количества яблочной и винной кислот, а также изменение концентрации титруемых кислот, можно определять хозяйственную пригодность данного сорта винограда для выбора типа, приготавливаемого из него вина или другого вида продукции.

Рядом исследователей [4, 5, 7] установлено, что органические кислоты виноградной ягоды относятся к одним из самых изменчивых компонентов, претерпевающих резкие колебания в зависимости от сорта, особенностей метеорологических и природных условий, степени зрелости, года урожая.

Целью данной работы явилось изучение изменения химического состава ягод винограда в процессе созревания.

Исследование проводилось совместно с испытательно-аналитической лабораторией отдела химии и биохимии вина НИВиВ «Магарач», г. Ялта.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Объектами исследования являлись 2 сорта винограда, произрастающих в Северном районе Крыма: Изабелла и Молдова. Были отобраны по 6 проб данных сортов винограда с 20 августа по 30 сентября 2009 года.

Исследование физико-химических показателей объектов проводили с использованием титриметрического, рефрактометрического и метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Среднюю пробу винограда отбирали по методу прямоугольной сети, предусматривающей сбор 4-6 ягод с каждого седьмого куста в каждом десятом ряду, вдоль шпалер. Общая масса пробы около 1 кг. Сусло (сок) винограда извлекала путем отжатия гроздей вручную в мешочке из плотной ткани. Перед анализом сусло фильтровала через складчатый бумажный фильтр.

Массовую концентрацию сахаров определяли по показателю преломления с использованием лабораторного рефрактометра (УРЛ) со шкалой, градуированной в массовых процентах сухих веществ по сахарозе, класса точности 0,2 [9].

Массовую концентрацию титруемых кислот определяли титриметрическим методом, основанном на прямом титровании сусла раствором щелочи до нейтральной среды.

В коническую колбу отбирала 10 мл сусла, добавляла 25 мл дистиллированной воды и нагревали до начала кипения, чтобы удалить углекислый газ. К пробе добавляли 1 мл 0,4% раствора бромтимолового синего и титровали 0,1М раствором

## ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЯГОД ВИНОГРАДА

гидроксида натрия до появления зелено-синей окраски, после чего сразу приливали 5 мл буферного раствора (107,3 г дигидрофосфата калия растворяли в 500 мл 1М раствора гидроксида натрия и доводили водой до объема 1 л). Полученный раствор служил раствором сравнения. Затем в другую коническую колбу отмеряли 10 мл сула, 30 мл воды, нагревали до кипения, добавляли 1 мл индикатора и титровали 0,1М раствором NaOH до появления окраски, идентичной окраске раствора сравнения. Концентрацию титруемых кислот г/л в пересчете на винную кислоту рассчитывали по формуле:

$$T = (K \cdot V_1 \cdot 1000) / V,$$

где T – титруемая кислотность, г/л,

$V_1$  – объем 0,1М раствора NaOH, израсходованный на титрование, мл,

V – объем пробы, мл,

1000 – множитель для пересчета на 1 л.

Величина K выражает количество граммов кислоты, соответствующее 1 мл раствора NaOH. Для 1 мл 0,1М раствора K равно 0,0075 г винной кислоты [9]. Результаты титриметрических и рефрактометрических измерений представлены на Рис.1.

Массовую концентрацию отдельных органических кислот (винной, яблочной, молочной, лимонной, янтарной, щавелевой, уксусной) определяли методом жидкостного хроматографического разделения органических кислот пробы на хроматографической микроколоне размером 2,0x100,0 мм, наполненной обращенно-фазовым сорбентом «Нуклеосил С-18» зернением 5мкм и размером пор 100А, с использованием высокоэффективного жидкостного микроколоночного хроматографа «Милихром-4» со спектрофотометрическим детектированием в ультрафиолетовой области при длине волны 210 нм в режиме изократического элюирования (табл. 1 и 2).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На примере изменения содержания титруемых кислот и сахаров (рис. 1) в ягодах сорта Изабелла видно, что концентрация кислот уменьшается в 3,5 раза, вначале изменение концентрации происходит достаточно резко, затем постепенно переходя в плавное. Для винограда сорта Молдова содержание титруемых кислот уменьшается в 2,5 раза. Общее же содержание сахаров увеличивается приблизительно одинаково, в 1,8 раза.

Состав органических кислот является важной информацией о происходящих в ягоде процессах. В винограде содержится 6 основных органических кислот, среди них: винная, яблочная, янтарная, лимонная и др. Массовая концентрация всех остальных кислот незначительна. Однако две органических кислоты являются преобладающими – винная и яблочная, которые образуются в винограде в процессе дыхания растения. Согласно табличным данным в вине сорта Изабелла (табл. 1) видно, что содержание винной кислоты уменьшается в 1,8 раза, яблочной — 1,6

раза, а содержание сахаров увеличивается в 1,4 раза. На содержание винной и яблочной кислот влияют сортовые особенности винограда и климатические условия года. Поэтому соотношение яблочной и винной кислот может быть больше или меньше единицы. Согласно табличным данным (табл. 1 и 2) содержание яблочной кислоты больше, чем винной и к концу созревания это отношение становится практически одинаковым для сорта Изабелла и Молдова равным 2,5. По мнению Родопуло А.К. оно должно составлять 2-3 и выше, при этом вино получается с лучшим вкусом и букетом, что подтверждается и литературными данными [6].

В Северных районах Крыма яблочная кислота окисляется в меньшей степени, чем в Южнобережной зоне.

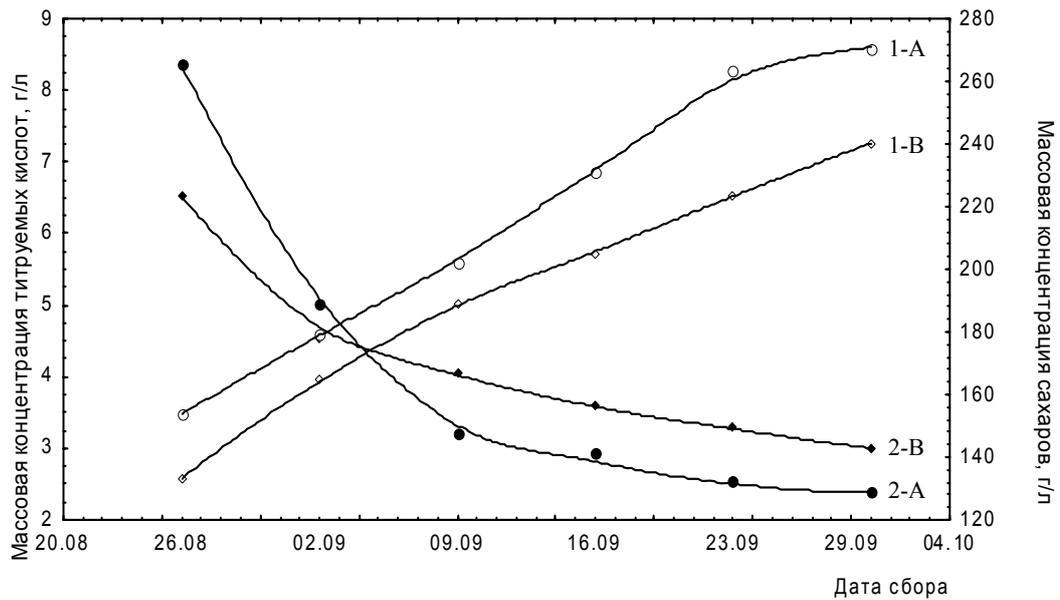


Рис. 1. Изменение массовых концентраций титруемых кислот и сахаров в ходе созревания винограда сортов Изабелла (А) и Молдова (В).

- 1 – Сахара;
- 2 – Титруемые кислоты.

Янтарная кислота содержится в винограде в меньшем количестве, больше в незрелых ягодах. Она обладает энергетической ценностью для организма, нормализует кислотно-щелочное равновесие, предупреждает сердечнососудистые заболевания и преждевременное старение организма [10]. Что касается содержания янтарной кислоты (табл.1 и 2), то в винограде Изабелла ее в 5 раз меньше чем в Молдове, а к концу созревания ее концентрация уменьшается почти в 1,5 раза для обоих сортов.

**ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЯГОД ВИНОГРАДА**

**Таблица 1.  
Хроматографическое определение содержания кислот и сахаров в виноградном сусле сорта Изабелла**

Кислоты и сахара	Даты сбора ягод винограда					
	26.08.09	02.09.09	09.09.09	16.09.09	23.09.09	30.09.09
	Содержание кислот и сахаров, мг/л					
Малеиновая	0.57	0.28	0.19	0.29	0.33	0.18
Лимонная	561.20	407.46	392.47	354.96	319.65	265.86
Винная	6339.52	6349.78	5834.45	5330.27	4739.23	3533.58
Яблочная	13944.03	10996.73	10093.21	9702.49	9093.33	8800.27
Янтарная	917.76	1165.27	971.02	845.91	822.16	614.65
Фумаровая	1.00	0.45	0.29	0.53	0.66	0.86
Глюкоза	65499.65	78479.76	79635.02	80747.03	82986.81	91038.52
Фруктоза	73422.57	87595.15	92104.77	92758.49	99107.57	104712.47

**Таблица 2.  
Хроматографическое определение содержания кислот и сахаров в виноградном сусле сорта Молдова**

Кислоты и сахара	Даты сбора ягод винограда					
	26.08.09	02.09.09	09.09.09	16.09.09	23.09.09	30.09.09
	Содержание кислот и сахаров, мг/л					
Малеиновая	0.00	0.00	0.00	0.50	0.69	0.46
Лимонная	270.72	205.86	211.24	312.65	352.03	323.53
Винная	8285.94	7664.20	6076.69	3932.04	3475.61	3095.37
Яблочная	10381.64	8992.62	8304.19	8006.73	8206.62	7594.38
Янтарная	5000.40	4173.04	3936.14	3762.42	3501.33	3191.09
Фумаровая	0.70	0.32	0.43	0.81	2.65	1.94
Глюкоза	53726.88	68965.05	68180.36	71133.20	79300.11	85915.40
Фруктоза	53648.82	67123.70	68014.85	72930.51	80845.05	86623.89

## ВЫВОД

Исследовано изменение концентраций органических кислот и сахаров в ходе созревания винограда сортов Изабелла и Молдова в условиях Северной зоны Крыма. Установлено, что в ходе созревания винограда происходит увеличение массовой концентрации сахаров и снижение содержания органических кислот: винной, яблочной, янтарной, причем снижение массовой концентрации винной кислоты — в 1,8-2,7 раза, яблочной — в 1,4-1,6 раза, а янтарной — в 1,5 раза. Концентрация сахаров, напротив, увеличивается в 1,8 раза. Найдено, что к концу созревания ягод винограда яблочной кислоты остается в 2,5 раза больше чем винной.

## Список литературы

1. Кравченко Н.А. Изменчивость сахаров и кислот виноградной ягоды в различных экологических условиях / Н.А. Кравченко // Труды по прикладной ботанике, генетике селекции. – 1972. – Т. 47. – Вып. 2. – С. 87–88.
2. Peynaud E. The Biochemistry of fruit and their products / E. Peynaud, P. Ribereau-Gayon Ed. By Huime A.C. – Paris, Acad. Press. – 1971. – P. 200–201.
3. Гаприндашвили Г.В. Содержание сахара и кислот в ягодах винограда в зависимости от освещения / Г.В. Гаприндашвили // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1981. – № 6. – С. 52–53.
4. Энциклопедия виноградарства: в 3-х Т. гл. ред. Тимуш А.И., ред. коллегия Субботович А.С. и др. – Кишинев: Гл. ред. Молд. Сов. Энциклопедии, 1987. – Т.3. Пыльца-Ярус. – 552 с.
5. Кондо Г.Ф. Винная и яблочная кислоты в винограде Узбекистана / Г.Ф. Кондо, А.В. Короткевич // Виноделие и виноградарство СССР. – 1959. – № 6. – С. 11–14.
6. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия / А.К. Родопуло – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 239 с.
7. Критович В.Л. Основы биохимии растений / В.Л. Критович – М.: Высшая школа. – 1971. – 464 с.
8. Johnson T. Composition of central Washington grapes during naturation / T. Johnson, C. Nagel // Am. J. Enol. Vitic. – 1976. – V. 21, № 1. – P. 15–20.
9. Методы технологического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.
10. Повышение биологической ценности соков, вин, напитков с помощью янтарной кислоты / Ю.Ф. Якуба, Н.М. Агеева, Г.Ф. Музыченко [и др] // Сб. науч. тр. МГУПП и ИВиВ "Магарач". Научно-технический прогресс в агроиндустрии. Москва – Ялта. – 1997. – С. 9

**Овсиенко Н.А. Зміна хімічного складу ягід винограду в процесі дозрівання / Н.А. Овсиенко, Н.І. Арістова, Д.О. Панов [та ін] // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2010. – Т. 23 (62). – № 1. – С. 201-207.**

Досліджена зміна концентрації органічних кислот і цукрів в ході дозрівання винограду Ізабелла й Молдова, що виростають у Північній зоні Криму. Спостерігається значне зниження масової концентрації тітруємих кислот і збільшення змісту цукрів. Установлено, що концентрація яблучної кислоти в 2,5 рази більше ніж винної для одного й іншого сорту, що сприяє поліпшенню якості вина.

**Ключові слова:** тітруєма кислотність, цукрі, винна та яблучна кислоти, рефрактометрія, високоефективна рідинна хроматографія.

**Ovsienko N.A. The changes of grapes chemical composition in the process of ripening / N.A. Ovsienko, N.I. Aristova, D.A. Panov [et al] // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2010. – V.23 (62). – № 1. – P. 201-207.**

A change the concentration of organic acids and sugars during ripening of grade vine Isabel and Moldova, sprouting in the North area of Crimea have been explored. There is a considerable decline of mass concentration of titrating acids and multiplying maintenance of sugars. It is set that concentration of malic acid in 2,5 time more than by tartaric acid for one and other grade, that is promote in the improvement of quality of wine.

**Keywords:** titrating acidity, sugars, tartaric and malic acids, refractometric method, high-yield liquid chromatography.

*Поступила в редакцию 18.03.2010 г.*