УДК 634.8:581.19

ГЛЮКОЗО-ФРУКТОЗНЫЙ ИНДЕКС В ВИНОГРАДЕ

Гниломедова Н.В. *– к.т.н., с.н.с. отдела химии и биохимии вина, доцент*
Аникина Н.С. *– д.т.н., начальник отдела химии и биохимии вина, с.н.с.*
Погорелов Д.Ю. *– научный сотрудник отдела химии и биохимии вина*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач»

298600, Россия, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, д. 31
E-mail: hv26@mail.ru, 231462@mail.ru

Представлены результаты обобщения литературных и экспериментальных данных по содержанию глюкозы и фруктозы в винограде различных сортов, принадлежащим к разным ботаническим видам Vitis. Такой показатель, как соотношение содержания глюкозы и фруктозы может использоваться для контроля брожения и предотвращения недобродов при производстве сухих вин, а также как идентификационный показатель при установлении подлинности виноградного сока и концентрированного сусла. Объектом исследования являлся виноград красных и белых технических европейских и автохтонных сортов, принадлежащих к Vitis, а также сортов новой селекции (Алиготе, Альбильо, Верделъо, Серсиаль, Ркацители, Мускат белый, Каберне-Совиньон, Бастардо магарачский, Кефесия, Эким кара, Голубок). Содержание сахаров в пробах винограда находилось в диапазоне 180-260 г/л. Массовую концентрацию гексоз определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по модифицированной методике, разработанной в отделе химии и биохимии вина «ННИИВиВ «Магарач». Установлено, что диапазон значений глюкозо-фруктозного индекса в винограде, произрастающем в различных виноградарско-винодельческих регионах мира, составляет 0,74-1,19. Показано, что глюкозо-фруктозный индекс снижается при созревании ягод. Низкие значения показателя характерны для винограда, созревшего при высокой температуре, а также выращенного в регионах с жарким климатом. Высокие значения показателя характерны для винограда столовых сортов, а также винограда технических сортов вида Vitis labrusca, Vitis amurensis и межвидовых гибридов. В пределах ботанического вида можно выделить сорта, склонные к большему накоплению глюкозы либо фруктозы. Данные закономерности в равной степени характерны для винограда белых и красных сортов. В результате аналитических исследований винограда технических сортов Крыма нами впервые установлены значения глюкозо-фруктозного индекса, варьирующие в пределах 0,9-1,06.

Ключевые слова: *глюкоза, фруктоза, сахара, Крым, технические сорта винограда, сусло.*

Виноград – одно из первых растений, которое начал культивировать человек для употребления ягод в свежем и сушеном виде, а также для приготовления вина. Получение вина основано на сбраживании сахаров сока дрожжевыми клетками, в результате чего в среде накапливается этиловый спирт, глицерин и ряд других компонентов.

В процессе созревания виноградной ягоды сахаронакопление достигает 150-350 г/л и зависит от сортовых особенностей, как самого винограда, так и от агротехники его возделывания, климатических условий места произрастания и прочих факторов.

Преобладающей формой сахаров являются гексозы – моносахариды глюкоза и фруктоза, а также их димер – сахароза. В виноградном соке и вине обнаружено также незначительное количество несбраживаемых сахаров, к которым относятся пентозы – арабиноза, ксилоза, манноза [2]. Немаловажным моментом является различная сладость фруктозы и глюкозы, 1,7 и 0,7 соответственно (относительно сахарозы), т.е. при равном содержании общих сахаров более сладким будет казаться продукт (виноград, вино) с большей доли фруктозы [4].

Основным физиологическим процессом, определяющим содержание сахаров в винограде, является фотосинтез, при этом в ягоде сахара образуются до стадии созревания, пока в её кожице содержится хлорофилл. В процессе метаболизма может наблюдаться взаимный переход глюкозы и фруктозы через синтез пятиатомного спирта сорбита. В винограде на стадии технической зрелости, как правило, соотношение глюкоза/фруктоза приближается к 1,0 [2].

Преобладание содержания фруктозы над глюкозой в момент сбора урожая может стать причиной остановки брожения при производстве сухих вин, что приводит к отклонению дегустационных характеристик от заданного типа вина. Для столовых полусухих и полусладких, а также ликерные вин, напротив, целесообразно использовать виноград с преобладанием фруктозы. Соотношение глюкоза/фруктоза также используется как идентификационный

показатель при установлении подлинности виноградного сока и концентрированного сусла [1].

Целью данной работы являлось обобщение информации, представленной в литературе и исследование соотношения гексоз в винограде, произрастающем в Крыму. Объектами исследования являлись виноград красных и белых технических европейских и автохтонных сортов, принадлежащих к *Vitis vinifera*, а также сортов новой селекции. Содержание сахаров в пробах винограда находилось в диапазоне 180-260 г/л.

Материалы и методы

Массовую концентрацию гексоз определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (Shimadzu LC20AD, Япония) по модифицированной методике, разработанной в отделе химии и биохимии вина ФГБУН «ННИИВиВ «Магарач» РАН. Среднюю пробу виноградных ягод, предварительно отделенных от гребней, массой 20-50 г измельчали в гомогенизаторе. Полученную однородную массу фильтровали через стеклянный фильтр, для отделения грубых примесей. Определение содержания сахаров проводили в фугате (скорость вращения ротора центрифуги 7000 об/мин, время отделения 5-10 минут).

Для оценки соотношения гексоз нами предложен «глюкозо-фруктозный индекс» (ГФИ), расчет которого проводили по формуле:

$$ГФИ = \frac{C_{Гл}}{C_{Фр}}$$

где: ГФИ – глюкозо-фруктозный индекс, у.е.

$C_{Гл}$ – массовая концентрация глюкозы, г/л;

$C_{Фр}$ – массовая концентрация фруктозы, г/л.

В период 2012-2015 годов проанализировано 60 образцов винограда.

Результаты и обсуждение

Обобщение литературных данных показало, что в винограде, произрастающем в различных виноградо-винодельческих регионах мира, значения ГФИ находятся в пределах 0,74-1,19 [5-8]. В регионах с холодным климатом значения показателя более высокие, чем в регионах с жарким климатом, аналогичным образом влияет температура в период созревания ягод [7, 8]. Преобладание глюкозы над фруктозой характерно для винограда столовых сортов, а также винограда, принадлежащего к видам *Vitis labrusca, Vitis amurensis* и межвидовых гибридов [3, цит. по 5]. В пределах ботанического вида также выделяются сорта, склонные к большему накоплению глюкозы либо фруктозы [6, 7].

Исследование содержание гексоз и расчет глюкозо-фруктозного индекса в винограде различных сортов Крыма демонстрирует, что при равной массовой концентрации редуцирующих сахаров, могут наблюдаться различные значения индекса. Например, в образцах № 4 (Верделью) и № 5 (Серсиаль) ГФИ составляет 0,95 и 0,98 соответственно (таблица).

Также отмечено, что одинаковый индекс может соответствовать разному содержанию сахаров. Так, ГФИ равный 0,96, отмечен в образцах № 3 (Верделью) и № 11 (Бастардо магарачский), при массовой концентрации сахаров 216 и 249 г/л. Установлено, что ГФИ не зависит от принадлежности винограда к красным (№ 12 – Кефесия) или белым (№ 2 – Альбильо) сортам – в

Глюкозо-фруктозный индекс в винограде технических сортов (Крым)

№	Сорт	Массовая концентрация, г/л сусла			ГФИ
		Сахаров	Глюкозы	Фруктозы	
Европейские сорта					
Белые					
1	Алиготе	251	121	130	0,93
2	Альбильо	**242**	120	122	**0,98**
3	Верделью	**216**	106	110	**0,96**
4	Верделью	**243**	119	125	**0,95**
5	Серсиаль	**243**	120	123	**0,98**
6	Ркацители	235	115	120	0,95
7	Мускат белый	229	111	118	0,94
Красные					
8	Каберне-Совиньон	181	91	90	1,01
9	Каберне-Совиньон	230	115	115	1,0
10	Бастардо магарачский	212	106	106	1,0
11	Бастардо магарачский	**249**	122	127	**0,96**
Автохтонные красные сорта					
12	Кефесия	**238**	118	120	**0,98**
13	Эким кара	218	109	109	1,0
Красный сорт новой селекции					
14	Голубок	190	97	93	**1,04**
15	Голубок	208	105	103	**1,02**

GLUCOSE-FRUCTOSE INDEX IN THE GRAPES

Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Pogorelov D.Y.

"Russian Nationwide Viticulture and Enology Research Institute "Magarach"
31 Kirova Str., 298600 Yalta, Russia
E-mail: hv26@mail.ru, 231462@mail.ru

Summary
Results summarize literature and experimental data on the content of glucose and fructose of different varieties in grapes belonging to different botanical species of Vitis. The ratio of glucose and fructose indicator can be used for fermentation control and prevention of under fermentation in the production of dry wines, as well as an identification parameter to assess the authenticity of grape juice and concentrated must. The object of the study were grapes of red and white winemaking European and autochthonous varieties, belonging to Vitis, as well as varieties of new selection (Aligote, Albilio, Verdelho, Sersial, Rkatsiteli, White Muscat, Cabernet-Sauvignon, Bastardo of Magarach, Kephesiya, Ekim kara, Golubok). Sugar content in grape samples was in the range of 180-260 g/l. Total hexoses were determined by HPLC method according to a modified methodology developed by the Department of Chemistry and Biochemistry of Wine of "FSBSI "Magarach ". It was established that the value range of the glucose-fructose index in the grapes cultivated in different viniviticultural regions of the world makes 0.74-1.19. It has been revealed that the glucose-fructose index decreases with the ripening of berries. Low index values are characteristic for the grape that ripens at high temperatures and was cultivated in regions with hot climate. High index values are characteristic of table grapes and winemaking grape varieties of the species Vitis labrusca, Vitis amurensis and interspecific hybrids. Within the botanical species we can identify varieties that tend to accumulate higher volumes of either glucose or fructose. These patterns are equally characteristic of white and red grape varieties. The analytical analyzes of the Crimean winemaking grape varieties resulted in the establishment of the glucose-fructose index for the first time, varying within the range of 0.9-1.06.

Keywords: *glucose, fructose, sugar, Crimea, winemaking grape varieties, must.*

обоих случаях значение равняется 0,98. Сорт Голубок, являющийся сортом новой селекции, имеет более высокий индекс – 1,02-1,04. Полученные нами результаты согласуются с данными, представленными в литературе [2, 3, 5-8].

В результате обобщения экспериментальных данных нами впервые установлено, что значения индекса в винограде технических сортов, произрастающем в Крыму, составляет 0,9-1,06.

В целом, зависимость значений ГФИ от содержания сахаров в винограде носит обратный характер (рис.). Данный факт обусловлен потреблением глюкозы в процессе клеточного дыхания в процессе созревании виноградной ягоды. Значение менее 1,0, как правило, характерно для винограда, содержание сахаров в котором превышает 230 г/л.

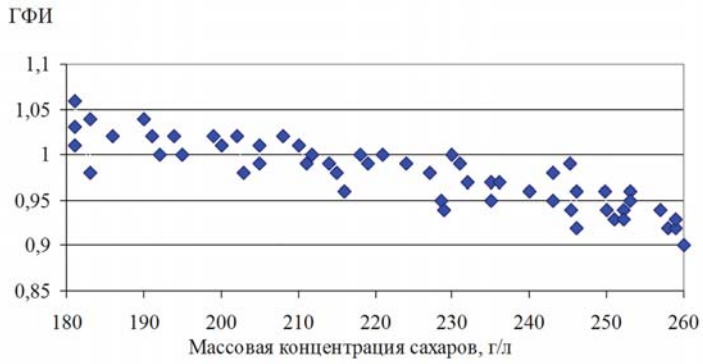

Рис. Зависимость значений глюкозо-фруктозного индекса (ГФИ) от содержания сахаров в винограде

Таким образом, основными факторами, влияющими на значение ГФИ, являются климатические особенности местности, температурный режим в период созревания ягод, видовая и сортовая принадлежность винограда, степень зрелости виноградной ягоды. Диапазон значений глюкозо-фруктозного индекса для винограда, произрастающего в различных виноградо-винодельческих регионах мира, составляет 0,74-1,19, а для технических сортов Крыма – 0,90-1,06.

Результаты исследований позволят совершенствовать технохимический контроль в виноделии на всех стадиях технологической цепочки "виноград-виноматериал-вино». В дальнейшем предполагается уточнение диапазонов для отдельных сортов с учетом климатических условий года и зоны выращивания винограда.

Литература

1. Критерии оценки подлинности сусла виноградного концентрированного / Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Гержикова В.Г. и др. // Виноделие и виноградарство, 2015. – № 6. – С. 21-24.
2. Нилов В.И., Скурихин И.М. Химия виноделия. М.: Пищевая промышленность, 1967. – 442 с.
3. Рамазанов О.Р., Рамазанов Ш.Р., Магомедов Р.Г. Химический состав столового винограда в условиях горно-долинной зоны Дагестана // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета 2015. – № 3. – С. 35-40.
4. Справочник химика [Электронный ресурс]. URL: http://chem21.info/info/1307902/. (дата обращения: 11.03.2016).
5. Ben-Hong Wu, Huai-Feng Liu, Le Guan et all. Carbohydrate metabolism in grape cultivars that differ in sucrose accumulation // Vitis, 2011. № 50(2). P. 51-57.
6. Distribution of major sugars, acids and total phenols in juice of five grapevine (Vitis spp.) cultivars at different stages of berry development / A. Sabir, E. Kafkas, S. Tangolar // Spanish Journal of Agricultural Research, 2010. № 8(2). P. 425-433.
7. Kliewer W.M. The Glucose-Fructose Ratio of Vitis Vinifer Grapes. URL: http://www.ajevonline.org/content/18/1/33.abstract (дата обращения: 8.04.15).
8. Pavloušek P., Kumšta M. Profiling of Primar y Metabolites in Grapes of Interspecific Grapevine Varieties: Sugars and Organic Acids // Czech J. Food Sci. Vol. 29, 2011. № 4. P. 361-372.