

УДК 663.8

*Н. И. ИВАЩЕНКО, А. Н. ЛИЛИШЕНЦЕВА, О. В. ШРАМЧЕНКО*

## **УГЛЕВОДНЫЙ И КИСЛОТНЫЙ СОСТАВ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ЯБЛОЧНЫХ СОКОВ**

*Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию*

*(Поступила в редакцию 28.11.2007)*

Анализ структуры питания населения Беларуси свидетельствует о существенно более низком потреблении фруктов и овощей по сравнению с практикой питания в развитых странах и рекомендациями науки о питании. Одно из возможных решений этой проблемы состоит в развитии рынка соков и сокосодержащих напитков, компонентами которых являются биологически активные вещества, играющие важную роль в укреплении здоровья человека [1].

При производстве различных видов консервированной соковой продукции широко используются концентрированные фруктовые соки. Так, ежегодно в республике производится около 6,5 тыс. т и ввозится из-за рубежа 16 тыс. т концентрированных соков [2]. Особое место среди них занимает яблочный сок, поскольку яблоки представляют собой основной вид фруктов Центральной и Восточной Европы.

Органолептические свойства и химический состав концентрированного сока должны обеспечить возможность получения из него соковой продукции, обладающей характеристиками, эквивалентными продукции, произведенной из свежих фруктов, поэтому существует необходимость разработки методологии комплексного контроля показателей, характеризующих пищевую адекватность фруктовых соков и позволяющих выявлять их фальсификацию [3].

Биохимические свойства плодов и овощей зависят от целого ряда природных факторов: сортовых особенностей, зоны произрастания, климатических условий, почвы, погоды, степени спелости и др., соответственно, физико-химические показатели одноименных соков подвержены определенному варьированию [4].

Цель настоящей работы – изучение химического состава концентрированных яблочных соков, произведенных из фруктов, выращенных в различных географических регионах.

**Объекты и методы исследования.** Исследования состава соков выполнены испытательной лабораторией отдела технологий консервирования Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию в 2006–2007 гг.

Объектами исследования служили образцы концентрированных яблочных соков из Беларуси (ЧУП «Пищевой комбинат Белкоопсоюза»), Украины (СУАП «Подолье ОБСТ»), России (ЗАО «Азов», Краснодарский край), Молдовы (АО «Орхей-Вит»), Польши (фирма «Gomar») и Китая (Sdic Zhonglu Fruit Juice Co. LTD). Испытания концентрированных соков проводили после разбавления их дистиллированной водой до 11,2% растворимых сухих веществ – минимально допустимого уровня для восстановленных яблочных соков.

Определение содержания углеводов и органических кислот осуществляли методами ферментативного анализа, позволяющими проводить раздельное количественное определение оптических изомеров [5]. При выполнении анализа использовали наборы биохимических реактивов (Test-Combination, UV-Test) фирмы R-Biopharm GmbH (Германия). Измерения экстинкции выполняли на спектрофотометре СФ 56.

**Результаты и их обсуждение.** Основную часть растворимых сухих веществ фруктовых соков составляют сахара. К ним относятся гексозы – глюкоза и фруктоза, которые называют редуцирующими сахарами, или инвертными сахарами, а также сахароза – дисахарид, состоящий из молекул глюкозы и фруктозы, соединенных за счет гликозидных гидроксиллов. Глюкоза и фруктоза представлены в виде своих *D*-изомеров. Соотношение этих основных сахаров меняется в зависимости от вида и сорта фруктов. В яблоках преобладает фруктоза, содержание которой превышает содержание глюкозы в 2–3 раза. Концентрация сахарозы может достигать 30% от общего содержания сахаров, но обычно она значительно меньше.

Среднее содержание *D*-глюкозы, *D*-фруктозы и сахарозы в натуральном яблочном соке составляет 15–35, 45–85 и 5–30 г/дм<sup>3</sup> соответственно. Количественное определение сахаров и их соотношения имеет решающее значение при идентификации яблочного сока [6, 7].

Результаты, приведенные в табл. 1, показывают, что величины массовых концентраций природных сахаров, содержащихся в образцах, полученных восстановлением концентрированного яблочного сока, произведенного из местного сырья (образец № 1), попадают в регламентированные пределы отклонений исследованных качественных показателей. Относительно невысокие их абсолютные значения могут быть следствием использования при производстве сока яблок «кислых» сортов или недостаточной степени зрелости.

Т а б л и ц а 1. Содержание природных сахаров в образцах восстановленного яблочного сока

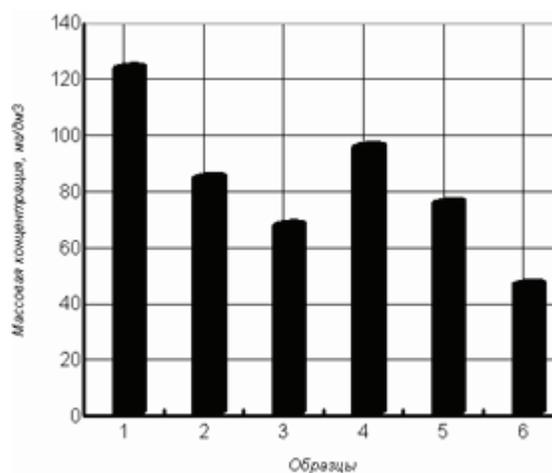
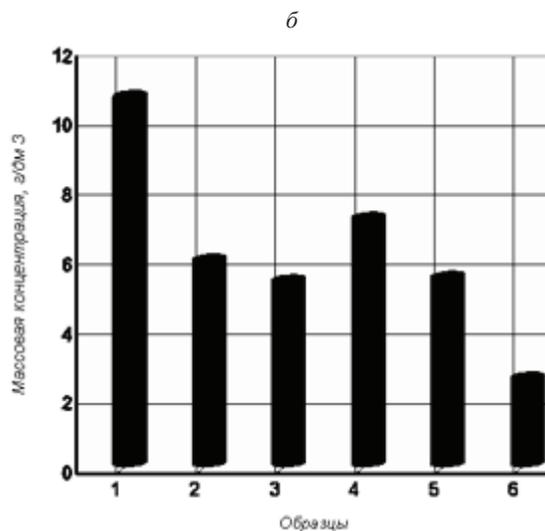
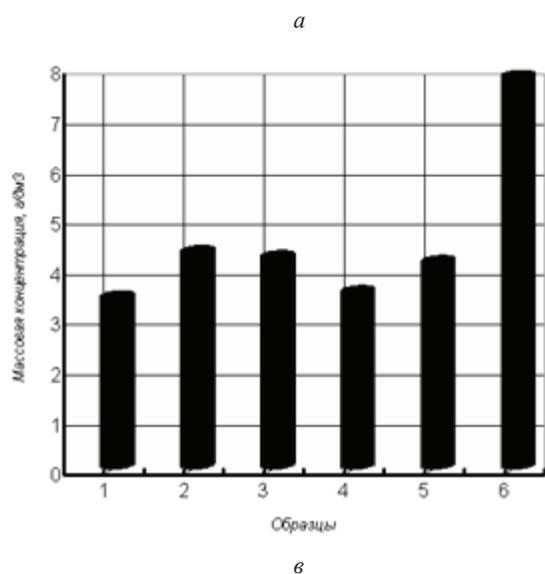
Вариант опыта	Массовая концентрация, г/дм <sup>3</sup>				Глюкоза: фруктоза
	<i>D</i> -глюкоза	<i>D</i> -фруктоза	Сахароза	Экстракт без сахаров	
Образец № 1 (Беларусь)	16,5	50,7	9,0	40,6	0,33
Образец № 2 (Украина)	24,8	59,1	12,3	20,6	0,42
Образец № 3 (Россия)	19,6	59,5	14,4	23,3	0,33
Образец № 4 (Молдова)	19,1	56,7	15,3	25,7	0,34
Образец № 5 (Польша)	23,9	56,8	12,0	24,1	0,42
Образец № 6 (Китай)	26,9	57,6	13,5	13,5	0,47

Содержание сахаров в образцах восстановленных соков, полученных из импортированных концентрированных продуктов, несколько выше. Массовая концентрация *D*-глюкозы составляет 19,1–26,9, *D*-фруктозы – 56,7–59,1, сахарозы – 12,0–15,3 г/дм<sup>3</sup> (образцы № 2–6, табл. 1). Сумма определенных ферментативным методом концентраций глюкозы, фруктозы и сахарозы представляет собой общий сахар. Этот показатель используют для расчета экстракта без сахаров, вычитая его значение из общей суммы растворимых сухих веществ (в г/дм<sup>3</sup>) сока. Экстракт без сахаров характеризует общую концентрацию всех соединений сока, которые не относятся к сахарам [6]. Наиболее экстрактивным оказался сок белорусского производства: величина его экстракта без сахаров составила 40,6 г/дм<sup>3</sup>.

Из представленных данных следует, что значения расчетного показателя, выражающего соотношение глюкозы и фруктозы, для исследованных образцов варьируют от 0,33 до 0,47. Это соотношение относится к наиболее важным идентифицирующим показателям яблочного сока. Для сока, полученного из натурального сырья, интервал его изменений составляет 0,3–0,5 [6].

Наряду с природными сахарами важным соединением, входящим в состав соков из семечковых и косточковых фруктов, является сорбит. Яблочные чистосортные соки содержат 1,52–7,32 г/дм<sup>3</sup> сорбита [4]. Проведенные исследования некоторых сортов яблок, районированных в Беларуси, показали, что наиболее высокое содержание сорбита у Серинки (4,62 г/дм<sup>3</sup>), несколько ниже у Пепина шафранного (3,87 г/дм<sup>3</sup>) и почти вдвое меньше у Коричного полосатого (2,7 г/дм<sup>3</sup>), Уэлси (2,4 г/дм<sup>3</sup>) и Антоновки (2,0 г/дм<sup>3</sup>) [8].

По химической природе сорбит – это шестиатомный спирт, хорошо растворимый в воде. В плодах и ягодах встречается в виде *D*-изомера. Сорбит обладает приятным сладким вкусом без горького послевкусия, является термостабильным веществом (выдерживает стерилизацию в растворе при температуре 120 °С). Сорбит регулирует выделение желудочного сока, способ-



Содержание *D*-сорбита (*a*), *L*-яблочной кислоты (*б*), лимонной кислоты (*в*) в образцах восстановленных яблочных соков. Регион происхождения: образец № 1 – Беларусь, образец № 2 – Украина, образец № 3 – Россия, образец № 4 – Молдова, образец № 5 – Польша, образец № 6 – Китай

ствует жизнедеятельности кишечной микрофлоры, синтезирующей некоторые необходимые организму человека витамины – тиамин ( $B_1$ ), пиридоксин ( $B_6$ ) и пантотеновую кислоту.

На рисунке (*a*) представлены результаты определения содержания *D*-сорбита в образцах яблочных соков, полученных восстановлением концентрированных продуктов. Содержание *D*-сорбита в образцах № 1–5 находится в пределах 3,5–4,5 г/дм<sup>3</sup>, что соответствует значениям, приведенным в Своде правил АИИ (2,5–7,0 г/дм<sup>3</sup>) для натурального яблочного сока [6]. Среднее значение концентрации *D*-сорбита, как правило, составляет примерно 4,0 г/дм<sup>3</sup>. Соки из сладких сортов яблок содержат небольшие количества *D*-сорбита, лишь в редких случаях значения этого показателя оказываются за пределами нижней границы. В кислых соках, богатых экстрактивными веществами, концентрация *D*-сорбита может превышать указанное максимальное значение.

По содержанию этого компонента существенно выделяется яблочный сок китайского производства (образец № 6): массовая концентрация *D*-сорбита в нем составляет 7,8 г/дм<sup>3</sup>, что, вероятно, является сортовой особенностью сырья. Однако такое высокое содержание *D*-сорбита в низкокислотном соке может свидетельствовать и о незаявленном добавлении грушевого сока, в котором его содержание достигает 10–25 г/дм<sup>3</sup> [6].

Вкусовые свойства плодов и ягод и, соответственно, фруктовых соков обусловлены также наличием органических кислот. Фруктовые кислоты положительно влияют на пищеварение человека, улучшают перистальтику кишечника и не повышают кислотную нагрузку на организм человека, поскольку в процессе обмена веществ быстро окисляются [4]. Общее содержание кислот, их соотношение в значительной степени определяют требования к технологии переработки плодов и ягод, например уровень температур при стерилизации консервов [9].

Доминирующей нелетучей органической кислотой в семечковых фруктах является *L*-яблочная кислота, содержание которой в яблоках составляет 90% от общего содержания кислот. В соках, произведенных из яблок европейских сортов, содержание яблочной кислоты обычно больше 3,0 г/дм<sup>3</sup> [6].

На рисунке (б) приведены данные о массовой концентрации *L*-яблочной кислоты в восстановленных соках (РСВ – 11,2%). Наибольшее ее количество (10,7 г/дм<sup>3</sup>) содержит сок белорусского производства (образец № 1). Образцы соков № 2–5 характеризуются примерно равным содержанием этой основной кислоты – 6,0, 5,3, 7,1 и 5,4 г/дм<sup>3</sup> соответственно. В китайском соке (образец № 6) концентрация *L*-яблочной кислоты ниже установленного минимального предела – 2,5 г/дм<sup>3</sup>.

Доля лимонной кислоты в общей кислотности яблочного сока, как правило, невелика: ее концентрация составляет 50–200 мг/дм<sup>3</sup> [6]. Тем не менее анализ ее содержания имеет большое значение при идентификации соков, поскольку лимонная кислота наиболее часто используется как компонент «блендов» – искусственных смесей химических веществ, имитирующих натуральные соки.

Из данных рисунка (в) следует, что концентрация лимонной кислоты в исследованных образцах восстановленных соков не превышает 200 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание ее в образце № 1 составляет 123,0 мг/дм<sup>3</sup>. Восстановленные яблочные соки зарубежного производства также характеризуются невысоким содержанием лимонной кислоты. Для образцов № 2–5 массовая концентрация лимонной кислоты находится в интервале 67,0–95,0 мг/дм<sup>3</sup>. Китайский яблочный сок содержит всего 46,0 мг/дм<sup>3</sup> лимонной кислоты. Сопоставление данных рисунка (б и в) показывает, что имеет место определенная корреляция между массовыми концентрациями природных органических кислот: чем больше в соке *L*-яблочной кислоты, тем выше в нем содержание и лимонной кислоты.

Т а б л и ц а 2. Углеводно-кислотный состав концентрированных яблочных соков

Вариант опыта	РСВ, %	Массовая доля, %						Сахаро-кислотный индекс
		<i>D</i> -глюкоза	<i>D</i> -фруктоза	Сахароза	<i>D</i> -сорбит	<i>L</i> -яблочная кислота	Лимонная кислота	
Образец № 1 (Беларусь)	70,9	9,9	30,2	5,4	2,0	6,4	0,07	7,0
Образец № 2 (Украина)	71,6	16,5	36,5	7,4	2,6	3,6	0,05	16,5
Образец № 3 (Россия)	71,4	12,0	36,4	8,8	2,6	3,3	0,04	17,2
Образец № 4 (Молдова)	71,3	11,7	34,6	9,3	2,1	4,3	0,06	12,8
Образец № 5 (Польша)	66,5	13,7	32,5	6,9	2,6	3,1	0,05	16,9
Образец № 6 (Китай)	70,8	16,5	35,1	8,3	4,5	1,5	0,03	39,2

В табл. 2 приведены массовые концентрации основных соединений, характеризующих углеводный и кислотный состав исследованных образцов концентрированных яблочных соков. Необходимо отметить, что по сравнению с белорусскими соками, полученные восстановлением до тех же растворимых сухих веществ импортных концентрированных продуктов, имеют более сладкий вкус. Это объясняется не столько большим содержанием в них сахаров, сколько существенно более низкой концентрацией органических кислот и, соответственно, более высоким сахарокислотным индексом (отношением сахар: кислота). Так, образцы № 2–5 по своим вкусовым свойствам относятся к среднестатистическим сокам, поскольку считается, то для таковых сахарокислотный индекс находится в интервале 12–18. Соки с высокими дегустационными оценками имеют сахарокислотные индексы близкие к 16 [10]. Образцы № 1 и № 6 обладают выраженными кислым и сладким вкусами, соответственно, могут быть успешно использованы при составлении купажей яблочных или мультифруктовых соков.

### Выводы

Анализ химического состава яблочных соков, полученных восстановлением концентрированных соков, произведенных в различных географических регионах – Беларуси, Украине, России, Молдове, Польше, Китае, показал, что содержание и соотношение их основных компонен-

тов не зависят от района выращивания сырья и соответствуют критериям идентичности и подлинности для натурального яблочного сока.

Информация об углеводном и кислотном составе концентрированных яблочных соков может быть востребована при разработке рецептур восстановленных соков, нектаров, фруктовых напитков без добавления сахара и пищевых кислот.

### Литература

1. Филиппова Р. Л., Володина Е. М., Колеснов А. Ю. Роль фруктовых и овощных соков в профилактике заболеваний // Пищевая промышленность. 1999. № 6. С. 64–65.
2. Павловская Л. М., Лавриненко Н. И., Сафронова Д. А. Концепция развития нормативной базы в области стандартизации соков и сокосодержащей продукции // Новости. Стандартизация и сертификация. 2006. № 4. С. 12–19.
3. Кочеткова А. А., Колеснов А. Ю. Соки и напитки в российской научной программе «Технологии живых систем» // Пищевая промышленность. 2004. № 5. С. 8–11.
4. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии. СПб.: Профессия, 2004.
5. Колеснов А. Ю. Биохимические системы в оценке качества продуктов питания (ферментативный анализ). М.: Пищевая промышленность, 2000.
6. Свод правил для оценки качества фруктовых и овощных соков (Свод правил АИЖН). М.: Нововита, 2004.
7. Колеснов А. Ю. Идентификация и анализ качества соков и напитков с применением ферментативных методов // Пищевая промышленность. 1996. № 10. С. 62–65.
8. Юрченко Л. А. Биохимия яблочного виноделия. Минск: Наука и техника, 1983.
9. Бабарин В. П. Стерилизация консервов: Справ. СПб.: ГИОРД, 2006.
10. Причко Т. Г., Скорикова Ю. Г. Сортоотбор яблок для сокового производства // Хранение и переработка сельхозсырья. 1995. № 1. С. 22–24.

*N. I. IVASCHENKO, A. N. LILISHENTSEVA, O. V. SHRAMCHENKO*

### CARBOHYDRATE AND ACID COMPOSITION OF CONCENTRATED APPLE JUICES

#### Summary

The article presents the results on studying the maintenance of natural components (D-glucose, D-fructose, saccharose, L-malic, citric acids and D-sorbite) in the concentrated apple juices made in different geographical regions.