

УДК 543.544.5:634.11:663.316

И. М. ПОЧИЦКАЯ, В. П. СУБАЧ, В. Л. РОСЛИК

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЯБЛОК И ЯБЛОЧНОГО СОКА МЕТОДАМИ ХРОМАТОМАСС СПЕКТРОМЕТРИИ

*Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию,
Минск, Республика Беларусь, e-mail: irynapt@yandex.ru*

(Поступила в редакцию 01.10.2012)

Введение. Яблоки являются наиболее распространенными фруктами, которые употребляются как в сыром виде, так и в виде продуктов их переработки – соков, нектаров, варенья, сидра и кальвадоса. Климатические условия в Республике Беларусь позволяют в достаточном количестве выращивать этот вид фруктов. Однако, по данным ФАО, Республика Беларусь в 2009 г. импортировала яблоки из других стран в количестве 62186 т на общую сумму 24237 тыс. долларов, в то же время экспортировала только 2537 т на общую сумму 1286 тыс. долларов. Аналогично, импорт яблочного сока составил 5099 тыс. т на 5735000 долларов, а экспорт – только 150 т на 115000 долларов. Таким образом, общие потери в валюте составили более 28 млн долларов. В 2010 г. импорт яблок составил 60324 т на сумму 25282 тыс. долларов, а экспорт – 2030 т на 1059 тыс. долларов [1], что свидетельствует об увеличении доли экспорта. Такое положение в некоторой степени является следствием недооценки роли этого вида продукта в нашем питании и отсутствия знаний по компонентному составу этой продукции и его влиянию на здоровье, также низкий спрос на отечественные яблоки влияет недооценка их качества. Для контроля качества яблочной продукции существует ряд национальных государственных стандартов и методик испытания, которые гармонизированы с методами, предлагаемыми комиссией ФАО–ВОЗ (CODEX STAN 247–2005). Рекомендуемые методы основаны не только на определении интегральных свойств соковой продукции, но и на определении содержания отдельных компонентов, имеющих большое значение для качества продукции (нарингенина, гесперидина, антоцианинов, пролина и др.). Т. А. Айсель и С. Р. Дрейк [2], обобщив исследования компонентного состава 175 сортов яблок, предлагают также использовать для контроля качества и подлинности яблочного сока содержание таких компонентов, как катехин, эпикатехин, рутин, флоридзин, а также хинной, хлорогеновой, шикимовой, *n*-кумаровой, кофейной и феруловой кислот, ответственных за вкусовые качества продукции и ее целебно-профилактические свойства. Для оценки аромата яблок и степени их созревания предлагается также использовать содержание летучих ароматообразующих компонентов [3–5].

В данной статье представлены результаты исследования компонентного состава некоторых яблок и яблочного сока, выполненные в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания современными инструментальными методами с целью выбора наиболее характеристических компонентов, ответственных за органолептические свойства яблок соковой продукции из отечественного сырья, и критериев подлинности продукции.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» в 2012 г.

Объектами исследований служили образцы яблок урожая 2011 г., произрастающих в Республике Беларусь, следующих сортов – Антоновка, Спартан, Ананасное, Медовое и образцы сока, приготовленного из данных яблок.

Исследование состава яблок и сока на содержание ароматообразующих компонентов осуществляли методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием с использованием системы Agilent Technologies 6850 Series II (Network GC System /5975B (VL MSD). Разделение компонентов проводили на капиллярной колонке HP-5MS длиной 30 м с внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки неподвижной фазы 0,25 мкм. Условия хроматографического анализа: начальная температура колонки – 40 °С (2 мин); нагревание колонки со скоростью 10 °С/мин до температуры 240 °С; выдержка 8 мин; температура инжектора – 250 °С; температура детектора – 280 °С; скорость потока газа-носителя (гелия) – 0,5 мл/мин.

Пробоподготовку образца к газохроматографическому анализу выполняли с помощью твердофазного микроэкстрактора фирмы Supelco™. Для экстракции использовали волокно, покрытое фазой DVB/Carboxen/PDMS StableFlesh™ фирмы Supelco.

Исследование водорастворимых нелетучих компонентов осуществляли с применением хроматомасс спектрометра LCQ Fleet компании THERMO SCIENTIFIC, состоящего из кватернарного насоса, автосамплера и диодно-матричного детектора ACCELA, а также масс селективного детектора с ионной ловушкой. Аналитическое разделение компонентов выполняли на колонке Hypersil GOLD C8 малого диаметра (100 мм × 3 мм, 3 μм) с применением двух видов смеси: *элюент А*: вода + 0,1 % муравьиной кислоты; *элюент В*: метанол. Градиентная программа:

- 0 мин: элюент А – 100 %, элюент В – 0 %;
- 30 мин: элюент А – 60 %, элюент В – 40 %;
- 40 мин: элюент А – 60%, элюент В – 40 %,
- 45 мин: элюент А – 50 %, элюент В – 50 %;
- 50 мин: элюент А – 50 %, элюент В – 50 %;
- 58 мин: элюент А – 100 %, элюент В – 0 %,
- 60 мин: элюент А – 100 %, элюент В – 0 %.

Скорость потока 0,2 мл/мин. Режим ионизации – электроспрейный. Масс спектры регистрировали и записывали в диапазоне 100–1000 m/z в режиме полного сканирования. Идентификацию компонентов осуществляли по УФ спектрам, молекулярным ионам в спектре MS, фрагментным ионам в спектрах MS2.

Для экстракции компонентов нарезанные кусочки яблок (20 г) заливали метанолом и оставляли на несколько дней в холодильнике. 0,2 мл метанольного экстракта пропускали через колонку, заполненную 200 мг обращенно-фазного сорбента C18, затем колонку промывали 0,8 мл дистиллированной воды. Элюат фильтровали через 0,45 μм фильтр и помещали во флакон для ВЭЖХ анализа.

1. Результаты исследования состава летучих компонентов. Были исследованы образцы яблок сорта Антоновка: яблоки незрелые, собранные в июле с молодой яблони; яблоки зрелые, собранные с этого же дерева в конце сентября; яблоки зрелые с другой старой яблони; и сок, приготовленный из зрелых яблок после его стерилизации нагреванием до кипения, а также яблоки сортов Спартан и Ананасное. Состав летучих компонентов определяли с использованием метода газовой хроматомасс спектрометрии и микротвердофазной экстракции. Результаты определения относительного содержания (%) каждого из идентифицированных компонентов представлены в табл. 1.

Как следует из табл. 1, идентифицировать оказалось возможным 28 соединений, в том числе спирты – 4 (гексенол, гексанол, 2-гептанол и фарнезен), альдегиды – 3, летучие кислоты – 1, одну кислоту и 20 сложных эфиров. Оказалось, что хотя все образцы имеют характерный яблочный аромат, компонентный состав его для разных образцов значительно различается. Так, ароматические качества зеленой антоновки обусловлены почти на 89 % ненасыщенным эфиром – 2-гексенилацетатом (табл. 1, ст. 1), который придает аромату характерный запах «зеленого яблока». В аромате зрелого яблока этого же вида (табл. 1, ст. 2) в составе летучей фракции присутствуют в основном 2-гексеналь (21 %), гексанол (43 %), гексилбутират (10 %) и только 16 % ненасыщенного

Таблица 1. Состав летучих (ароматообразующих) компонентов, выделяющихся из образцов яблок (1–3, 5, 6) и яблочного сока (4), %

Название соединения	Относительное содержание					
	1	2	3	4	5	6
Гексаналь	0,01	0,00	0,00	6,07	4,66	1,55
Бутилацетат	0,01	0,00	75,42	49,17	3,52	0,00
Этилбутират	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,11
2-гексеналь	0,03	21,41	0,06	3,10	71,68	44,23
3-гексенол	0,02	0,01	0,00	0,00	0,22	0,00
Гексанол	0,03	43,06	0,00	36,81	15,07	1,72
2-метилбутил-ацетат	8,11	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00
2-гептанол	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Амилацетат	0,74	0,00	2,74	0,00	0,00	0,00
Бутилбутират	0,17	5,13	3,67	1,20	0,32	15,71
Этилкапроат	0,00	0,00	0,01	0,10	0,09	0,00
Гексилацетат	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	0,00
2-гексенил-ацетат	88,51	16,28	10,57	0,00	0,00	0,00
3-гексенил-пропионат	0,03	0,00	0,01	0,16	0,01	0,03
Гептилацетат	0,01	0,03	0,01	0,91	0,06	0,01
3-гексенилбутират	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Гексилбутират	0,48	10,51	5,85	1,28	0,38	35,20
Этилкаприат	0,01	0,13	0,01	0,01	0,01	0,06
Деканаль	0,41	0,00	0,06	0,19	0,04	0,07
Октилацетат	0,03	0,40	0,33	0,05	0,00	0,01
3-гексенил-валерат	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Гексилвалерат	0,07	0,00	0,04	0,01	0,00	0,04
Этил-4-децеаноат	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
3-гексенилкапрат	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Метил-2,4-декадиеноат	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Этил-2,4-декадиеноат	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Фарнезен	0,28	3,01	1,16	0,92	0,01	0,35
Пальмитиновая к-та	0,06	0,00	0,01	0,00	0,21	0,86

Примечание: 1 – яблоки сорта Антоновка с молодой яблони, незрелые; 2 – яблоки сорта Антоновка, с этой же яблони после созревания; 3 – яблоки сорта Антоновка с другого старого дерева после созревания; 4 – сок из яблок сорта Антоновка, стерилизованный; 5 – яблоки сорта Спартан; 6 – яблоки сорта Ананасное.

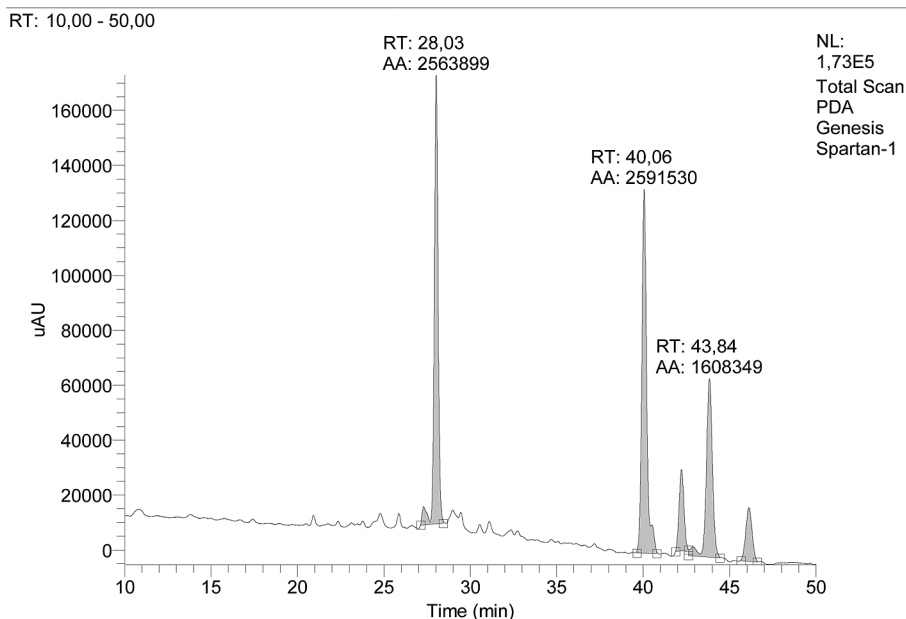
эфира 2-гексенилацетата. Зрелые плоды старой Антоновки (табл. 1, ст. 3) отличаются по компонентному составу тем, что в их летучей фракции преобладают бутилацетат (75 %), 2-гексенилацетат и гексилбутират (6%). Яблоки сортов Спартан и Ананасное содержат в составе своей летучей фракции относительно большее количество альдегидов – гексаналь и 2-гексеналь (табл. 1, ст. 5, 6). Кроме того, яблоки сорта Ананасное содержат также в значительных количествах сложные эфиры бутилбутират (16 %) и гексилбутират (35 %), а сорта Спартан – гексанол (15 %).

Исследованный образец яблочного сока был получен из разных сортов яблок, затем стерилизован нагреванием до кипения. Состав летучей фракции сока (табл. 1, ст. 4), характеризующийся наличием бутилацетата (49 %), гексаналь (6 %) и гексанола (37 %), отличался от состава летучих фракций исходного сырья для получения этого сока (табл. 1, ст. 1–3, 5, 6).

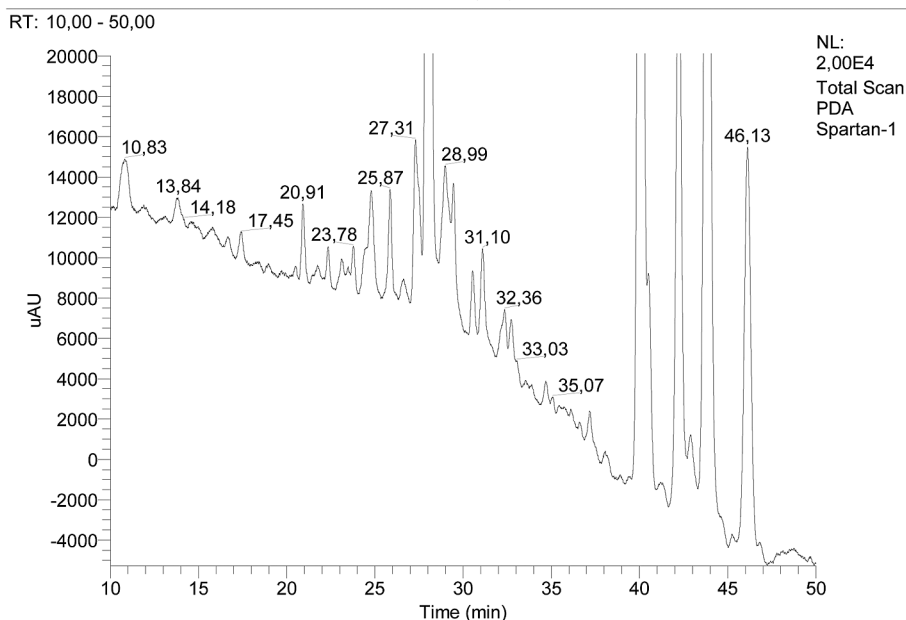
Таким образом, аромат яблок и яблочного сока обусловлен сложной смесью разных компонентов и их количественным содержанием, в основном сложных эфиров органических кислот, поэтому летучие компоненты не могут быть выбраны в качестве критериев для оценки качества яблок и яблочного сока.

2. Результаты исследования состава нелетучих водорастворимых компонентов. К нелетучим водорастворимым соединениям относится большинство соединений, входящих в состав продуктов питания, в данном случае яблок и яблочного сока. Это те соединения, которые формируют вкусовые и лечебно-профилактические свойства продуктов. В данной работе проводилось

a



b



УФ-хроматограмма экстракта яблока сорта Спартан: *a* – полная; *b* – частичная

исследование характерного для яблок компонентного состава методом ВЭЖХ с применением УФ и МС детекторов с целью идентификации и количественной оценки содержания. Поскольку определяемые соединения заранее не известны или малодоступны, то для идентификации их и оценки количественного содержания традиционный метод с использованием стандартных веществ не мог быть применен. Поэтому идентификацию осуществляли логически на базе определения молекулярных ионов M^{+} соединений методом МС1 в режиме полного сканирования, определения фрагментных ионов F^{+} методом МС2 в режиме полного сканирования, УФ спектров, регистрируемых с использованием диодно-матричного детектора, а также последовательности элюирования компонентов с аналитической колонки. В качестве аналогов использовали данные, приведенные в работе [2]. Количественную оценку содержания компонентов осуществляли по площадям пиков в УФ-хроматограммах, за исключением органических кислот, которые в УФ-хроматограммах не имели характерных пиков и плохо разделялись на колонке. Содержание органических кислот оценивали по площадям пиков в молекулярно-ионных хроматограммах.

Поскольку для большинства определяемых соединений стандартные растворы были недоступны, идентифицированные соединения были разделены на группы по их спектральным свойствам: органические кислоты, флаванолы (катехины и проантоцианины), хлорогенные кислоты и флавонолы. В качестве стандартов для количественной оценки содержания были подобраны следующие соединения: лимонная кислота, $M^{(-)} = 191$ mz, – для оценки содержания органических кислот; эпикатехин, $\lambda_{\max} = 278$ нм, – для флаванолов; *n*-кумаровая кислота, $\lambda_{\max} = 309$ нм, – для хлорогенных кислот; рутин, $\lambda_{\max} = 355$ нм, – для флавонолов. На основе площадей пиков в хроматограммах растворов этих соединений известной концентрации были получены коэффициенты пересчета площадей пиков в концентрации обнаруживаемых в хроматограммах экстрактов яблок соединений. Эти данные были использованы для оценки содержания идентифицированных соединений.

Каждый экстракт яблок представляет собой многокомпонентную смесь соединений с разной концентрацией, которые могут детектироваться в УФ и/или МС хроматограммах. В качестве примера на рисунке представлена ДМД-хроматограмма экстракта яблока сорта Спартан (полная – вверху, частичная – внизу). Наиболее интенсивным во всех хроматограммах экстрактов является пик с временем удерживания примерно 28 мин (табл. 2). Данные УФ спектра ($\lambda_{\max} = 323$ нм), масс спектра ($M^{(-)} = 353$ mz) и МС2 спектра ($F^{(-)} = 191$ mz, $F^0 = 162$ mz) однозначно свидетельствуют, что данное соединение является кофеилхинной кислотой, наиболее распространенным представителем группы хлорогеновых кислот. К группе хлорогенных кислот также относится кумароилхинная кислота ($RT = 37,7$) и ее изомер ($RT = 32,8$), что следует из их УФ спектров, имеющих максимум при $\lambda = 314$ нм, молекулярных ионов в спектре МС1 и фрагментных ионов в спектре МС2. В целом суммарное содержание хлорогеновых кислот, оцененное относительно *n*-кумаровой кислоты, составляет от 352 (Спартан) до 781 (Медовое) мг на 100 г сырых яблок.

Т а б л и ц а 2. Результаты идентификации компонентов по их МС и УФ спектрам в экстрактах 4 образцов яблок

RT	$M^{(-)}$	Содержание, мг/100 г				$F^{(-)}$	λ_{\max}	Предполагаемые соединения
		1	2	3	4			
6,9	455	Неизм	Неизм	Неизм	Неизм			Урсоловая кислота
7,1	191	37,3	272	13,9	21,6	85,173	–	Хинная кислота
7,7	133	122	204	289	360	115	–	Яблочная кислота
7,8	115	9,2	6,9		7,4	85	–	Фумаровая кислота
10,0	191	2,1	7,1	4,3	11,2	111	–	Лимонная кислота
22,4	577	3,8	2,8	2,9	2,6	425	281	Проантоцианидин В1
24,4	289	2,5	2,6	1,6	2,3	245	280	Катехин
25,9	577	12,3	10,3	10,6	8,3	425	279	Проантоцианидин В2
28,0	353	29	24,4	55	32,4	191	323	Кофеилхинная кислота
29,0	289	7,1	8,6	8,6	8,7	289	279	Эпикатехин
31,7	337		0,4	2,4	6,1	191	313	Кумароилхинная кислота
32,8	337	1,1	0,2	1,9	1,5	173	314	Изомер кумароилхинной кислоты
40,1	463	1,9	9,9	5,6	0,8	301	354	Кверцетин-3-глюкозид
40,2	567	Неизм	Неизм	Неизм	Неизм	273		Флоретин-глюкоарабинозид
42,3	433	0,6	6,2	1,2	0,3	301	355	Кверцетин-3-арабинозид
43,3	435	Неизм	Неизм	Неизм	Неизм	303		Не идентифицировано
44,1	433	1,0	6,2	3,8	0,8	301	353	Кверцетин-3-арабинозид
46,2	447	0,9	4,9	2,2	0,5	301	349	Кверцетин-3-рамнозид

П р и м е ч а н и е: **RT** – время удерживания, мин; $M^{(-)}$ – молекулярный ион в МС спектре, mz; $F^{(-)}$ – фрагментный ион в МС2 спектре, mz; λ_{\max} – максимум полосы поглощения в УФ спектре, нм; 1 – экстракт светло-красного яблока сорта Пепинка; 2 – экстракт темно-красного яблока сорта Спартан; 3 – экстракт яблока сорта Медовое; 4 – экстракт яблока сорта Антоновка.

Другим по интенсивности пиком в УФ-хроматограмме экстракта яблока сорта Спартан является пик при RT 40 мин. УФ спектр ($\lambda_{\max} = 354$ нм), молекулярный ($M^{(-)} = 463$ mz) и фрагментный ($F^{(-)} = 301$ mz) ионы в масс спектрах МС1 и МС2 однозначно дают основание считать,

что данное соединение является кверцетин-гектозид, предположительно кверцетин-3-глюкозид. Наибольшее его количество содержится в красном яблоке сорта Спартан (9,9 мг экв. рутина на 100 г яблок), наименьшее – сорта Антоновка (0,8 мг экв. рутина на 100 г). В небольших количествах также идентифицированы два изомера кверцетин-3-арабинозида (RT = 42,3 и 44,1 мин) и кверцетин-3-рамнозида (RT = 46,2 мин). Сравнение разных сортов яблок по суммарному содержанию производных кверцетина показывает, что по этому критерию яблоки сорта Спартан (27,3 мг) значительно превосходят другие сорта, в том числе и сорт Пепинка (3,4 мг.экв). Сорт Антоновка имеет наименьшее содержание производных кверцетина (2,4 мг экв.).

Яблоки содержат негидролизуемые танины – полимерные флаванолы. Простейшими флаванолами являются катехин и его стереомер эпикатехин. В работе [2] содержание этих компонентов предлагается использовать для оценки качества яблок. В МС-хроматограммах экстрактов исследованных яблок наблюдаются два пика по псевдомолекулярному иону $M\Gamma = 289\text{ m/z}$, соответствующих катехину и эпикатехину. Отнесение пиков к этим компонентам подтверждено по совпадению времени удерживания этих пиков с временем удерживания пиков в хроматограмме стандартных растворов катехина и эпикатехина. Содержание этих компонентов определено по площадям пиков в УФ-хроматограммах относительно эпикатехина и подтверждено по калибровочным кривым, построенным предварительно по МС2 пикам, полученным в режиме SRM по распаду $289\text{ m/z} \rightarrow 245\text{ m/z}$.

В ионных хроматограммах по $M\Gamma = 577\text{ m/z}$ обнаружены также два пика с временем удерживания при 22,4 и 25,9 мин. МС2 спектры по иону 577 содержат только один фрагментный ион 425 m/z , об этом свидетельствует отщепление от молекулярных ионов 577 m/z нейтральных фрагментов с массой 152 m/z , характерных для производных галловой кислоты. УФ спектры в максимумах хроматографических пиков в УФ-хроматограммах имеют максимумы поглощения при $\lambda_{\text{max}} = 279\text{--}281\text{ nm}$, характерные также и для катехина и эпикатехина. С другой стороны, псевдомолекулярный ион 577 m/z соответствует молекулярной массе 578 данного соединения, которая может быть представлена как две молекулярные массы катехина или эпикатехина ($290 \cdot 2 = 580$) минус 2 ае за счет образования одиночной связи между двумя молекулами катехина или эпикатехина, образуя соединение с молекулярной формулой $C_{30}H_{26}O_{12}$ (проантоцианидины). Пики компонентов при RT 22,4 и 25,9 мин можно отнести к протоантоцианидину В1 и В2 соответственно. Протоантоцианидины являются простейшими представителями олигомерных негидролизуемых танинов, природных соединений, придающий фруктам вяжущий вкус. Наряду с катехином и эпикатехином проантоцианидины могут быть использованы в качестве критериев для оценки качества яблок и их органолептических показателей (вкуса).

Одним из характеристических признаков яблок и продуктов их переработки считается наличие в них флоридзина – 2-глюкозидфлорентина, молекулярная масса которого 436. Такое соединение должно давать в отрицательно ионной МС хроматограмме псевдомолекулярный ион $M\Gamma = 435\text{ m/z}$, а в МС2 спектре фрагментный ион флорентина с массой 273 m/z в результате расщепления глюкозидной связи и потери глюкозного остатка с массой 162 m/z . В МС хроматограммах по иону 435 m/z всех исследованных экстрактов яблок наблюдался пик со временем удерживания 43,3 мин, однако в спектре МС2 ожидаемого иона с $m/z 273$ не наблюдалось (вместо ожидаемых в МС2 спектре был пик фрагментный ион 303 m/z с отщеплением массы 132 m/z , соответствующей потере остатка пентозы, а не глюкозы с массой 162 m/z). Следовательно, отнесение иона с 435 m/z флоридзину является сомнительным, и этот компонент не может быть использован как критерий при оценке качества яблок.

Интересный пик с временем удерживания при 40,2 мин наблюдается в МС хроматограмме по фрагментному иону 567 m/z , который в МС2 спектре распадается до иона 273 m/z с потерей нейтрального фрагмента с массой 294 m/z . Ион 273 m/z , по-видимому, соответствует молекулярной массе флорентина 274 m/z , а нейтральный фрагмент с массой 294 m/z представляет собой биозид, состоящий из глюкозида (масса 162 m/z) и пентозида с массой 132 m/z (арабинозида или ксилозида).

Важными компонентами, обеспечивающими вкусовые качества яблок, являются органические кислоты. В работе [2] для оценки качества яблок использовали содержания яблочной, хин-

ной, лимонной, изолимонной, шикимовой и фумаровой кислот. В данной работе также наблюдались пики яблочной, хинной и лимонной кислот, их содержания в мг/экв лимонной кислоты приведены в табл. 2. Содержание фумаровой и изолимонной кислот были незначительными, шикимовая кислота не обнаружена. В МС хроматограммах по иону 455 m/z всех экстрактов яблок обнаружен пик, который принадлежит, по-видимому, урсоловой кислоте – соединению, которое присутствует в кожце яблок, клюквы и других фруктов. Это соединение оказывает благоприятное влияние на здоровье, поэтому количественное определение его содержания имеет большое значение для качества яблок и продукции на его основе.

Заключение. Таким образом, исследование экстрактов яблок методами хроматомасс спектрометрии позволило обнаружить, идентифицировать и оценить относительное содержание более 40 химических соединений, в том числе 27 летучих и 16 водорастворимых не летучих, влияющих на органолептические показатели качества и лечебно-профилактические свойства этих фруктов, имеющие значение для идентификации подлинности продукции. Установлено, что состав летучей фракции, влияющий на ароматические свойства фруктов, является не постоянным, отличающимся для образцов разного срока созревания и сортовой принадлежности. Среди летучих компонентов трудно выбрать такой компонент, который можно использовать для идентификации продукции из-за непостоянства состава.

В спиртовых экстрактах яблок, без предварительной химической обработки проб, также обнаружено большое разнообразие соединений в их натуральном состоянии, при этом идентифицированы соединения, не описанные в литературе и не используемые для оценки качества и подлинности продукции. Наряду с катехином и эпикатехином обнаружены их димерные формы – проантоцианидины, косвенно характеризующие содержание более сложных образований – танинов. Из хлорогеновых кислот кроме кофеилхинной идентифицированы также кумарилхинная кислота и ее изомер. Из флавонолов обнаружено 4 гликозида кверцетина, причем пик рутина не обнаружен.

По общему содержанию катехинов, хлорогеновых кислот и флавонолов, которые характеризуют лечебно-профилактические свойства яблок, сорт Спартан значительно превосходит другие исследованные сорта яблок.

Литература

1. Официальный сайт ФАО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.faostat.org/>. – Дата доступа: 01.03.2012.
2. Eisele, T. A. The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties / T. A. Eisele, S. R. Drake // Journal of Food Composition and Analysis. – 2005. – Vol. 18. – 213–221.
3. Komthong, P. Effect of ascorbic acid on the odours of cloudy apple juice / P. Komthong, N. Igura, M. Shimoda // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 100. – P. 1342–1349.
4. The emission of flavour-contributing volatile esters by ‘Golden Reinders’ apples is improved after mid-term storage by postharvest calcium treatment / A. Ortiza [et al.] // Postharvest Biology and Technology. – 2010. – Vol. 32.
5. Mpelasoka, B. S. Production of aroma volatiles in response to deficit irrigation and to crop load in relation to fruit maturity for ‘Braeburn’ apple / B. S. Mpelasoka, M. H. Behboudian // Postharvest Biology and Technology. – 2002. – Vol. 24. – P. 1–11.

I. M. POCHITSKAYA, V. P. SUBACH, V. L. ROSLIK

INVESTIGATION OF APPLE AND APPLE JUICE CONTENT BY MEANS OF CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY

Summary

The content of volatile and non-volatile components of apples and apple juice are investigated by means of gas chromatography-mass spectrometry (GCMS) and liquid chromatography-mass spectrometry (LCMS). A number of apple components are identified.