

## КАРОТИНОИДЫ, ХЛОРОГЕНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ДРУГИЕ ПРИРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПЛОДОВ РЯБИНЫ

**И.А. Гостищев,  
В.И. Дейнека,  
И.П. Анисимович,  
М.Ю. Третьяков,  
П.А. Мясникова,  
Л.А. Дейнека,  
В.Н. Сорокопудов**

Белгородский  
государственный  
университет  
Россия, 308015, г. Белгород,  
ул. Победы, 85

E-mail: [deineka@bsu.edu.ru](mailto:deineka@bsu.edu.ru)

В работе представлен краткий обзор биологически активных веществ плодов растений рода рябина и собственные исследования содержания некоторых из них в плодах, выращенных в условиях города Белгорода. Установлено, что основными каротиноидами плодов являются  $\beta$ -каротин и эфиры  $\beta$ -криптоксантина, а среди хлорогеновых кислот обычно преобладает 5-кофеилхинная кислота.

Ключевые слова: природные соединения, каротиноиды, хлорогеновые кислоты, плоды, рябина.

### Введение

Рябина (*Sorbus L.*) – род листопадных морозостойких кустарников и деревьев из семейства Розоцветных (*Rosaceae*). В Европе род Рябина подразделяется на пять видов: *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *S. torminalis*, *S. chamaemespilus* и *S. domestica* [1].

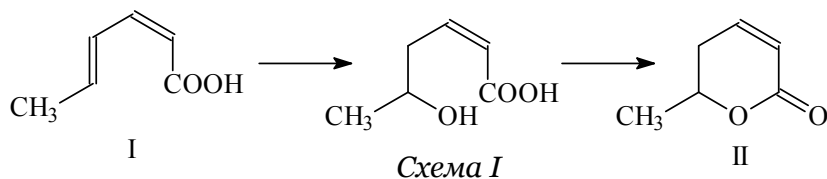
Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia L.*) является не только обычным и привычным растением нашего региона, но и входит в число лекарственных растений, признанных официальной медициной [2, 3]; на высушенные зрелые плоды распространяется ГОСТ 6714-74 «Плоды рябины обыкновенной» с назначением – поливитаминное средство [4]. Плоды рябины обыкновенной оказывают противогрибковое, диуретическое и желчегонное действие; их используют для профилактики и лечения авитаминозов. Плоды рябины имеют большое значение для зимнего питания птиц: отмечено [5], что снегири зимой мигрируют из Финляндии и Норвегии в сезоны с низкой урожайностью плодов этого растения.

На Интернет-сайте «Загородная жизнь» (<http://www.countrysideliving.net/>) в статье, посвященной рябине, отмечается, что с языческих времен она была частью жизни и культуры кельтских, скандинавских и славянских племен. В их поверьях рябина наделялась магической силой, способной покровительствовать воинам во время войны, защищать от мира мертвых, а также предохранять от колдовства. С целью защиты от сглаза делали кресты из прутьев рябины, которые перевязывали красной ниткой и пришивали к одежде. Но это относится к фольклорной значимости рябины, а научная ценность растения и его плодов, очевидно, связана с накоплением комплекса биологически активных веществ [6].

**Аскорбиновая кислота.** Анализ механизмов биологической активности различных соединений чаще всего приводит к выводу о том, что основное свойство, обеспечивающее эту активность, связано с антиоксидантным действием соответствующих соединений. В этом отношении роль аскорбиновой кислоты (витамина С) трудно переоценить. По ее содержанию плоды рябины уступают плодам и шиповника и черной смородины, накапливая 80 – 120 мг этого витамина на 100 г свежих плодов [7], но при высокой суммарной урожайности (до 15 тонн с гектара насаждений при расстоянии между деревьями 5 м), плоды могут считаться существенным природным источником витамина С.

**Сорбиновая кислота** (2*E*,4*E*-гексадиеновая кислота, **I**, схема I) была впервые выделена А.И. Ван Гоффманом из плодов рябины красной в 1859 году. Её антимикробные свойства были обнаружены в 1940 году, а в 1959 во Франции и в 1971 году в Германии сорбиновая кислота и ее калиевая соль получили разрешение на использование в качестве пищевых консервантов (E200). [8, 9]. Вследствие физиологической безопасности и органолептической нейтральности сорбиновую кислоту всё чаще предпочитают другим консервантам.

Однако, при гидратации сорбиновой кислоты по одной из двойных связей образуется гидроксикислота, – продукт, легко циклизирующийся в так называемую парасорбиновую кислоту (**II**, схема I).



**Парасорбиновая** (*Parasorbic acid*, D-лактон 5-гидрокси-2-гексеновой кислоты, **II**, схема II) кислота обладает канцерогенными свойствами [10, 11], поэтому контроль содержания этого вещества в промышленных образцах сорбиновой кислоты (консерванта для пищевой промышленности) представляет не только научный интерес [12]. Однако метаболизм сорбиновой кислоты в организме человека проходит через гидратацию другой двойной связи на первой стадии с образованием 3-гидроксипроизводного [13].

Сорбит (сорбитол, **III**, схема II) синтезируется в плодах многих растений, накапливаясь в плодах рябины вплоть до 5.3 мг на 1 г свежих плодов [14]. Это вещество часто используют в качестве пищевого подсластителя; при использовании в сиропах от кашля на этикетках его обычно указывают как неактивный ингредиент. Экспериментально подтверждена эффективность сорбита как заменителя сахара в жевательной резинке для предотвращения развития кариеса [15], но в работе М.С. Бадига и др. [16] было установлено, что употребление 10 г сорбитола, рекомендуемого в качестве заменителя сахара для диабетиков, приводит к заболеванию диареей порядка 80% пациентов, и примерно такой же эффект он оказывает на здоровых людей, что может привести к значительной потере веса тела [17].

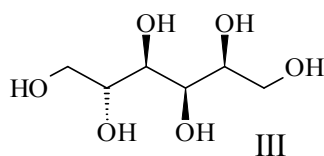


Схема II

Интенсивные исследования с применением самых современных аналитических технологий были выполнены недавно греческими учеными по определению химического состава плодов рябины садовой, *S. domestica*, вида данного рода особенно связанного с Грецией (англоязычное название вида – «Greek Service tree» в отличие от «Rowanberry tree» – для *S. aucuparia*) [18 – 20]. Они установили, что антиоксидантная активность экстрактов плодов этого растения коррелирует с содержанием полифенольных соединений. При этом основными полифенольными компонентами являются бензойные, фенолпропановые и коричные кислоты; доля флавоноидов снижается при созревании плодов.

**Флавоноиды.** Наличие в плодах различных видов рябин [19–21] производных кемпферола (**IV**, схема III), кверцетина (**V**) и изорамнетина (**VI**) свидетельствует о проявлении активности 3'-гидроксилазы и метилтрансферазы в цепи метаболизма флавоноидов, что довольно обычно для целого ряда растений, но вот биосинтез сексангуля-

ретина (VII) довольно необычен и подчеркивает биохимическую особенность рябин. Впрочем, в работе испанских исследователей [22] в соке плодов *S. aucuparia* было обнаружено лишь шесть производных кверцетина и два – кемпферола при суммарном содержании флавонолов 291 мг/л, из которых более 78% приходилось на 3-дигликозиды кверцетина. Но при этом содержание изомеров кофейилхинных кислот примерно втрое (817 мг/л) выше, чем флавонолов.

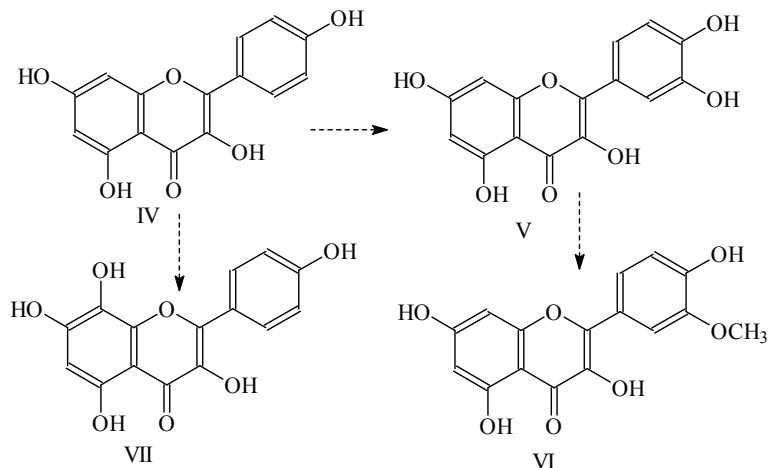


Схема III

**Кофейилхинные кислоты.** В одной из наших предыдущих работ [23] отмечалось довольно вольное употребление термина хлорогеновая кислота при описании содержания фенолокислот в растительных объектах. Известно сообщение [22] о наличии неохлорогеновой кислоты (более слабо удерживаемый в условиях обращено-фазовой ВЭЖХ изомер), которой примерно вдвое меньше по сравнению с сильнее удерживаемым изомером, названным авторами хлорогеновой кислотой. Эти соединения в соответствии с фундаментальной работой [24] должны быть идентифицированы как 3-кофейилхинная (VIII, неохлорогеновая, схема IV) и 5-кофейилхинная (IX, хлорогеновая) кислоты.

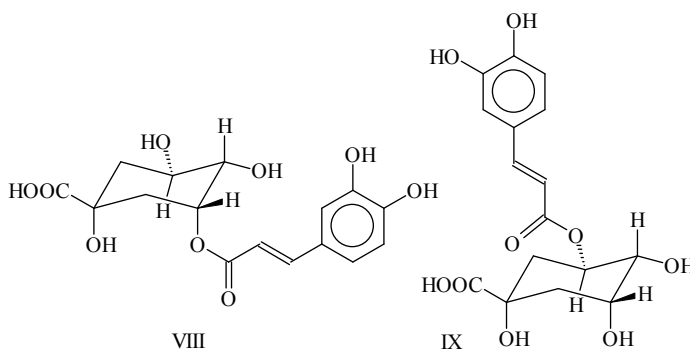


Схема IV

Впрочем, из плодов *S. tianshanica* (рябина тяньшаньская, «Tien-Shan mountain ash») [25] удалось выделить только один изомер, определенный авторами как 5-кофейилхинная кислота.

Красная окраска плодов рябины может быть связана с наличием двух важнейших биологические активных соединений – антоцианов и/или каротиноидов.

**Антоцианы.** По содержанию антоцианов плоды рябин (13.6 мг на 100 г свежих плодов) примерно вдвое уступают даже таким небогатым источникам этих соединений, как красная смородина [26], причем основными компонентами являются производные цианидина [26, 27]: цианидина-3-галактозид, цианидина-3-глюкозид и цианидина-3-арабинозид, как и для всех остальных представителей трибы яблоневые



семейства розоцветные. Но биосинтез антоцианов существенно усиливается у гибридов видов *Sorbus* с растениями других родов трибы, например, гибрид *S. aucuparia* × [*S. aria* (L.) Crantz × *Aronia arbutifolia* (L.) Pers.] накапливает более 180 мг антоцианов на 100 г свежих плодов.

**Каротиноиды.** Классик биохимических исследований Тревор Гудвин в 1956 году сообщил, что биосинтез каротиноидов в плодах *S. aucuparia* достигает 120 мкг на 1 г свежего материала, из которых 38% приходится на каротины [28]. Но при исследовании плодов этого же вида, выращенных в окрестностях Рязани [29], было установлено, что основные компоненты каротиноидного комплекса – 6.2 мг%  $\alpha$ -каротина, 3.3 мг% изомера (по-видимому 9-цис)  $\beta$ -каротина, 3.8 мг%  $\beta$ -каротина, 1.4 мг% проликопина (9-цис, 9'цис-ликопина) и 1.6 мг%  $\zeta$ -каротина на абсолютно сухую массу. Но в еще одной публикации [30] докладывается об обнаружении фитофлуина,  $\alpha$ -каротина и  $\beta$ -каротина, криптоксантина и ряд других веществ, включающих продукты эпокси-дирования.

В настоящей работе в рамках выполнения Госконтракта П-174 исследовали каротиноидный состав и уровень накопления хлорогеновых кислот в плодах рябин, выращенных в условиях города Белгорода с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии. Отметим, что в цитированных работах по определению каротиноидов использовались более простые и менее информативные хроматографические методы.

### Экспериментальная часть

Для обращено-фазовой ВЭЖХ использовали хроматографическую систему, составленную из насоса Beckman 110B, крана дозатора Rheodyne 7125 с петлей объемом 20 мкл, детектора LC/9563 Nicolet, длина волны детектирования 445 нм. Для регистрации и обработки хроматограмм использовали ПП Мультихром 1.5 (Ampersand Ltd. 2005). Хроматографические условия: колонка 250×4.6 мм, Кромасил-100-С18, 5 мкм; подвижные фазы системы «ацетонитрил – ацетон», скорость подачи элюента 1 мл/мин. Спектрофотометрические исследования выполняли в кварцевых кюветках с использованием спектрофотометра СФ-56.

Тонкослойную хроматографию проводили с использованием силикагелевых пластин «Сорбфил» на алюминиевой фольге в элюентах на основе петролейного эфира или *n*-гексан с добавками ацетона.

Каротиноиды экстрагировали из измельченных с кварцевым песком плодов ацетоном (тримя последовательными порциями) до обесцвечивания исходного материала. Плоды собирали с растений, свободно произрастающих в г. Белгороде и в ботаническом саду БелГУ.

Хлорогеновые кислоты из растертой с песком навески плодов массой около 1 г экстрагировали 10 мл смеси, состоящей из ацетонитрила и ледяной уксусной кислоты (10:1), центрифугировали, после отгонки растворителя из центрифугата сухой остаток растворяли в 5 мл элюента (10% ацетонитрил, 0.5% уксусная кислота), отфильтровывали и вводили в хроматографическую систему.

Аскорбиновую кислоту определяли иодид-тиосульфатным методом.

### Результаты и их обсуждение

Спектрофотометрические исследования ацетонового экстракта плодов рябины свидетельствовали о том, что основными компонентами каротиноидного комплекса являются вещества, которые можно отнести к ряду  $\beta$ -каротина, схема V.

В этом ряду последовательное гидроксирование 3- (и 3'-) положений циклогексеновых концевых фрагментов под действием бета-каротин-гидроксилазы при переходе от  $\beta$ -каротина через  $\beta$ -криптоксантин до зеаксантина не изменяет степени сопряжения двойных связей и вследствие ослабленной метиленовой группой индуктивного эффекта не может серьезно сказаться на положении максимумов в электронном спектре соединений.

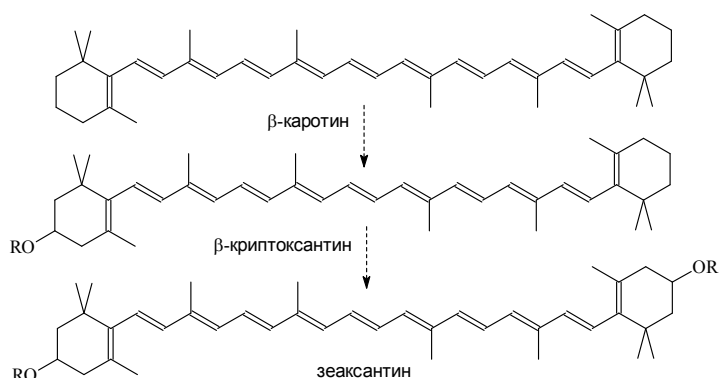


Схема V

Действительно, в спектре экстракта плодов рябины, полученного в настоящей работе (спектр 1 на рис. 1), максимальная абсорбция наблюдается при 450 нм, что соответствует литературным данным по спектру  $\beta$ -каротина [31], и максимуму в спектрах  $\beta$ -криптоксантина пальмитата (спектр 2, рис. 1) и зеаксантина дипальмитата (спектр 3, рис. 1), выделенных из экстракта чашечек *Physalis alkekengi* [32]. В спектре диэфиров лютеина (спектр 4, рис. 1), выделенных из цветков *Tagetes* sp. [33], максимум заметно смещен в коротковолновую область (445 нм), что, во-первых, свидетельствует о выходе одной двойной связи из цепи сопряжения, и, во-вторых, о том, что сопряжение этой конечной двойной связи в исходной молекуле  $\beta$ -каротина с остальной полиеновой цепью не полное из-за нарушения копланарности двойных связей вследствие стерических напряжений между метильной группой у атома углерода № 5 и атома водорода у атома углерода № 8, рис. 2.

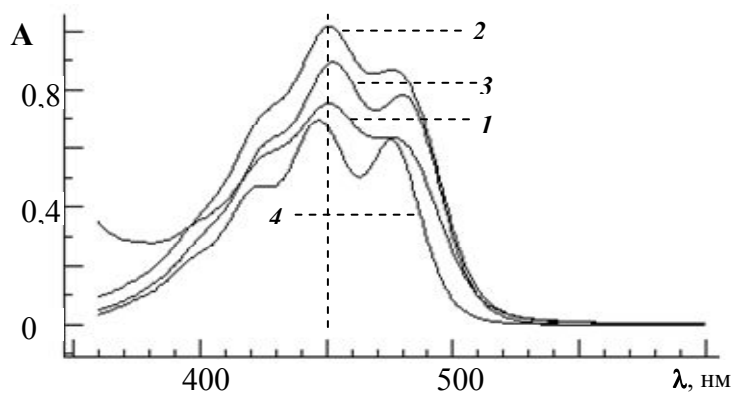


Рис. 1. Электронные спектры каротиноидов  
1 – экстракт рябины, 2 –  $\beta$ -криптоксантин, 3 – зеаксантин, 4 – лютеин

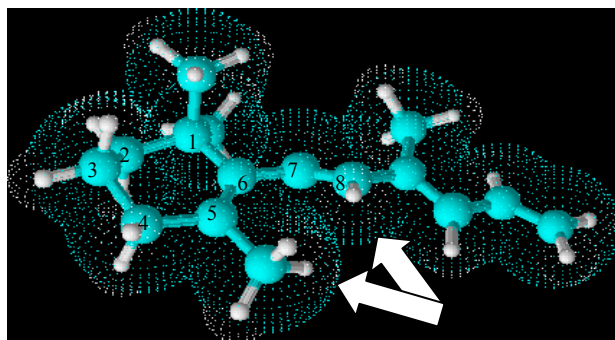


Рис. 2. Стерические напряжения в  $\beta$ -каротине и родственных соединениях



По литературным данным суммарное содержание каротиноидов в плодах рябины сибирской (г. Томск, [34]) составляет  $8.8 \pm 2.2$  мг на 100 г, 16.3 мг на 100 г сухих плодов для рябины обыкновенной, выращенной в Рязани [29].

В настоящей работе при пересчете на  $\beta$ -каротин найдено  $9.6 \div 12.9$  мг на 100 г свежих плодов, собранных в августе, причем содержание немного возросло в указанном диапазоне при изменении внешней окраски плодов от светло-оранжевой до красной. При определении каротиноидов в плодах некоторых видов рябины, собранных в Ботаническом саду БелГУ в середине ноября, получены близкие результаты, хотя расчет приведен на свежие плоды без семян, табл. 1.

При сушке плодов рябины обыкновенной на воздухе вне доступа прямого солнечного света содержание каротиноидов составляло  $26 \div 32$  мг на 100 г плодов, в то время как в плодах, приобретенных в аптеке, было найдено почти в полтора раза меньше:  $17.2 \div 18.2$  мг на 100 г плодов

Для уточнения качественного состава каротиноидов мы использовали обращенно-фазовую ВЭЖХ и частично омыленные экстракты плодов физалиса и цветков бархатцев. На хроматограмме, рис. 3, основным компонентом является пик, соответствующий не разделяющимся в этих условиях каротинам, и пики эфиров  $\beta$ -криптоксантина, среди которых преобладает лаурат, как это может быть определено по инкрементному подходу [35].

Таблица 1

**Общее содержание каротиноидов (в пересчете на  $\beta$ -каротин) в плодах некоторых видов рябин из коллекции Ботанического сада БелГУ**

Вид рябины	с*, мг на 100 г
Р. приземистая (мушмуловая) – <i>Sorbus chamaemespilus</i>	7.45
Р. промежуточная (шведская) – <i>S. intermedia</i> (Ehrh.) Pers	9.25
Р. сибирская – <i>S. sibirica</i> Hedl. – <i>S. aucuparia</i> subsp. <i>sibirica</i> (Hedl.) Kryl.	10.9
Р. обыкновенная – <i>S. aucuparia</i>	$17.8 \div 21.5$
Гибрид приземистой и промежуточной – <i>Sorbus</i> × <i>hostii</i> = <i>S. chamaemespilus</i> × <i>S. mougotii</i>	18.2
Рябинокизильник Позднякова - <i>Sorbocotoneaster Pozdnjakovii</i> Pojark	33.7

с\* – содержание каротиноидов.

Кроме того, видна большая группа минорных компонент различного строения – от диэфиров ксантофиллов, их изомеров до моноэфиров и неэтерифицированных соединений. В сумме на производные  $\beta$ -криптоксантина приходится порядка 20% по площадям пиков. Для выяснения состава каротинов использовали сравнение с экстрактом корнеплодов моркови, рис. 4.

Каротиноидный комплекс по хроматографической подвижности в условиях нормально-фазовой тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинах Сорбфил разделяется на несколько фракций. Спектр наиболее подвижной из них имеет  $\lambda_{\max} = 449$  нм, что ближе (по литературным данным) к спектру  $\beta$ -каротина, а не к  $\alpha$ -изомеру. Спектр второй фракции соответствует  $\beta$ -криптоксантину, точнее, как это следует из хроматографической подвижности и результатам омыления – моноэфирам  $\beta$ -криптоксантина. Меньшей хроматографической подвижностью обладают фракции более окисленных ксантофиллов. В относительно медленных элюентах существует возможность дифференциации изомеров каротинов; это позволило установить, что доля  $\alpha$ -каротина (пик № 1, рис. 4) в сумме каротинов плодов *S. aucuparia* не превышает 10% и немногим больше содержание изомера  $\beta$ -каротина, что не соответствует результатам, приведенным в работе [29].

Содержание хлорогеновых кислот определяли в плодах различных видов рябин, собранных после наступления заморозков, и различия оказались значительными, рис. 5, табл. 2.

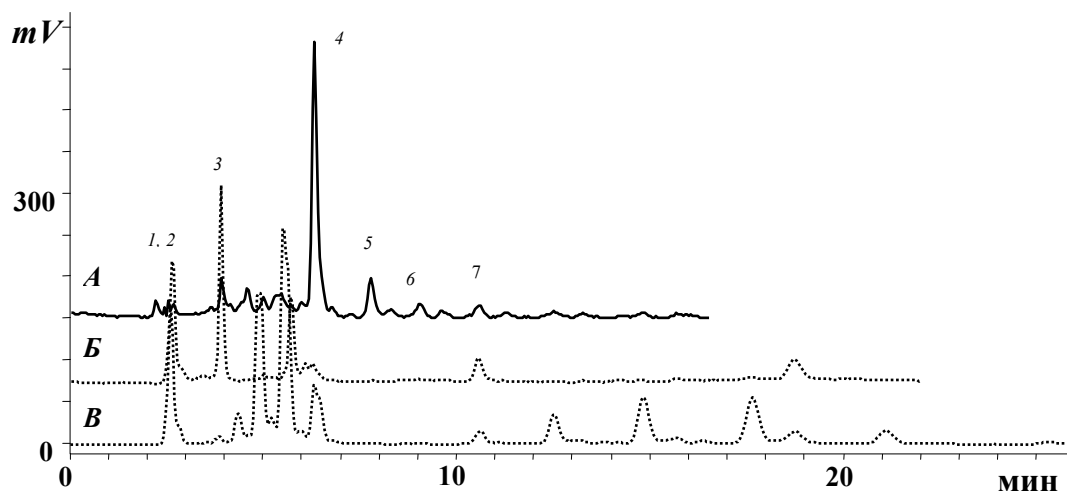


Рис. 3. Разделение каротиноидов условиях обращено-фазовой ВЭЖХ  
**A** – экстракт рябины; **Б** – частично омыленный экстракт физалиса; **В** – частично омыленный экстракт бархатцев; колонка: 250×4.6 мм, Кромасил-100-С18, 5 мкм, подвижная фаза: 15 об. %  $CH_3CN$  в ацетоне; 1 мл/мин; детектор - 445 нм. 1, 2 – лютеин и зеаксантин; 3 –  $\beta$ -криптоксантин; 4 –  $\beta$ -каротин, 5, 6 и 7 – эфиры  $\beta$ -криптоксантина

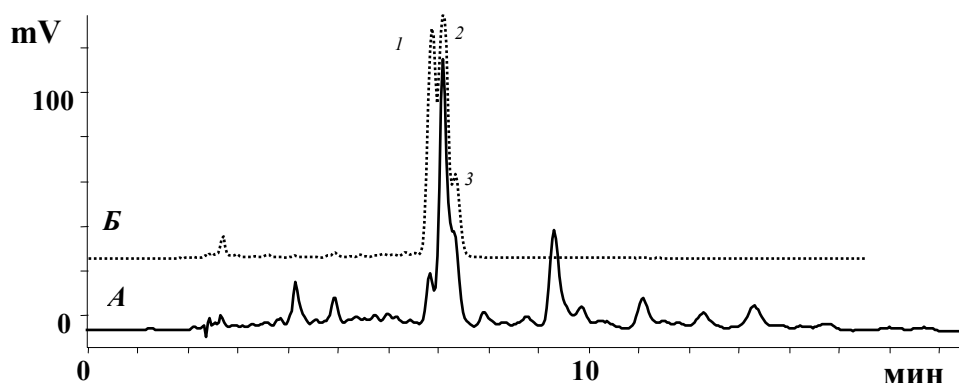


Рис. 4. Разделение каротинов в условиях обращено-фазовой ВЭЖХ  
**A** – экстракт плодов рябины, **Б** – экстракт корнеплодов моркови. 1 –  $\alpha$ -каротин, 2 –  $\beta$ -каротин; 3 – изомер  $\beta$ -каротина

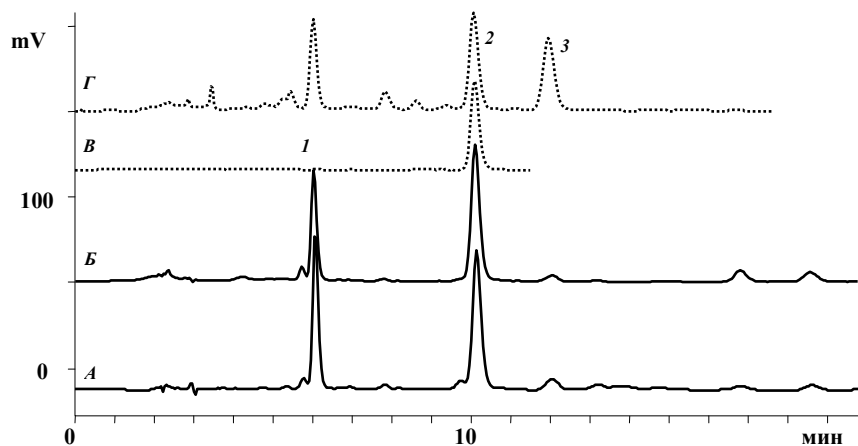


Рис. 5. Разделение кофеилхинных кислот  
**A** – экстракт плодов рябины *S. aucuparia f. pendula*; **Б** - *S. aucuparia*; **В** – стандартный раствор хлорогеновой (5-кофеилхинной) кислоты; **Г** – экстракт кофе Chibo exclusive. 1 – 3-кофеилхинная, 2 – 5-кофеилхинная и 3 – 4-кофеилхинная кислоты



На хроматограмме видны два основных компонента (3- и 5-кофеоилхинные кислоты) ряд других веществ, среди которых можно выделить предположительно (по сопоставлению с хроматограммой экстракта кофе как источника всех этих трех изомеров) 4-кофеоилхинную кислоту. Во всех исследованных образцах (кроме плодов рябинокизильника Позднякова) основным изомером была 5-кофеоилхинная кислота – 50-65% от суммы хлорогеновых кислот и лишь в случае рябинокизильника доля 3-кофеоилхинной кислоты немного выше остальных – 47.5% (на 5-кофеоилхинную кислоту приходится 46%). При этом на долю 4-кофеоилхинной кислоты приходится лишь от четырех до семи процентов от суммы изомеров.

Таблица 2

**Общее содержание хлорогеновых кислот в плодах некоторых видов рябин из коллекции Ботанического сада БелГУ\***

Вид рябины	с, мг на 100 г
Р. приземистая (мушмуловая) – <i>Sorbus chamaemespilus</i>	следы
Р. повислая – <i>S. aucuparia f. pendula</i>	26.1
Р. сибирская – <i>S. sibirica</i> Hedl. – <i>S. aucuparia subsp. sibirica</i> (Hedl.) Kryn.	72.8
Р. обыкновенная – <i>S. aucuparia</i>	26.1
Гибрид приземистой и промежуточной – <i>Sorbus × hostii = S. chamaemespilus × S. mougotii</i>	2.8
Рябинокизильник Позднякова – <i>Sorbocotoneaster Pozdnjakovii</i> Pojark	16.7

\* – Плоды собраны в декабре 2009 года.

В целом же относительно небольшое количество хлорогеновых кислот в сравнении с литературными данными [27] может быть связано с их разрушением в плодах в условиях нестабильных погодных условий (чередование сильных холодов и оттепелей), что подтверждается и относительно небольшим содержанием аскорбиновой кислоты – не более 30 мг на 100 г для лучших из исследованных образцов.

### Заключение

Таким образом, плоды рябин, выращенных в условиях Белгорода, являются хорошим источником каротиноидов, представленных в основном  $\beta$ -каротином и эфирами  $\beta$ -криптоксантина, хлорогеновых кислот, состоящих в основном из двух изомеров (3- и 5-кофеоилхинных кислот), содержание которых различно в различных видах рода *Sorbus*. Поэтому для выбора видов рябин и оптимальных сортов и сроков сбора плодов необходимы дальнейшие исследования динамики и уровня их накопления в процессе созревания.

### Список литературы

1. Nelson-Jones E.B., Briggs D., Smith A.G. The origin of intermediate species of the genus *Sorbus* // Theor. Appl. Genet. – 2002. – Vol. 105. – P. 953–963.
2. Носовская Т.Д. Лечебные свойства рябины обыкновенной // Провизор. – 2000. – № 6. <http://www.provisor.com.ua/archive/2000/N6/ryabina.php>.
3. Журба О.В., Дмитриев М.Я. Лекарственные ядовитые и вредные растения. – М.: КолосС, 2005. – 512 с.
4. Государственная фармакопея Союза Советских Социалистических Республик. Одиннадцатое издание. Выпуск 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – М.: Медицина, 1990. – 385 с.
5. Fox A.D., Kobro S., Lehtikoinen A., Lyngs P., Väisänen R.A. Northern Bullfinch *Pyrrhula p. pyrrhula* irruptive behavior linked to rowanberry *Sorbus aucuparia* abundance // Ornis Fennica. – 2009. – Vol. 86. – P. 51–60.
6. Чукуриды С.С. Практическая ценность интродуцентов семейства Rosaceae // Научный электронный журнал КубГАУ. – 2004. – № 2 (4). <http://ej.kubagro.ru/2004/02/16/p16.asp>



7. The Encyclopedia of fruit and nuts / Ed. By Jules Janic and Robert E. Paull. CAB International. – Cambridge University Press, Cambridge, 2008. – P. 757-758.
8. Stopforth J.D., Sofos J.N., Busta F.F. Sorbic acid and Sorbates / In “Antimicrobials in food. Ed. By P. Michael Davidson, John N. Sofos, A.L. Branen. CRC. Taylor & Francis Group, 2005. – P. 49-90.
9. Winkler C., Frick B., Schroecksadel K., Schennach H., Fuchs D. Food preservatives sodium sulfite and sorbic acid suppress mitogen-stimulated peripheral blood mononuclear cells // Food and Chemical Toxicology. – 2006. – Vol. 44. – P. 2003–2007.
10. Stevenson R., Weber J.V. Synthesis of (±)-Parasorbic Acid and (±)-Massoilactone from Meldrum's Acid // J. Nat. Prod. – 1988. – Vol. 51 (6). – P. 1215–1219.
11. Ciegler A., Detroy R.W., Lillehoj E.B. Chapter 6. Patulin, penicillinic acid and other carcinogenic lactones. // Microbial toxins. – 1971. – Vol. 6. – P. 409-434.
12. Murphy J.M., Wardleworth D.F. Improved method for the estimation of parasorbic acid in sorbic acid // J. Sci. Food Agric. – 1972. – Vol. 24 (2). – P. 253-255.
13. Luck E., Jager M. Antimicrobial food additives. Characteristics, uses, effects. Ed. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1980. – 159 p.
14. Mäkinen K.K., Söderling E. A quantitative study of mannitol, sorbitol, xylitol, xylose in berries and commercial fruits // J. Food Sci. – 1979. – Vol. 45 (2). – P. 367-371.
15. Burt B.A. The use of sorbitol- and xylitol-sweetened chewing gum in caries control // J. Amer. Dental Assoc. – 2006. – Vol. 137. – P. 190-196.
16. Badiga M.S., Jain N.K., Casanova C., Pitchumoni C.S. Diarrhea in diabetics: the role of sorbitol // J. Amer. College Nutr. – 1990. – Vol. 9, № 6. – P. 578-582.
17. Bauditz J., Norman K., Biering H., Lochs H., Pirlich M. Severe weight loss caused by chewing gum // Brit. Med. J. – 2008. – Vol. 336. – P. 96-97.
18. Termentzi A., Kefalas P., Kokkalou E. Antioxidant activities of various extracts and fractions of *Sorbus domestica* fruits at different maturity stages // Food Chem. – 2006. – Vol. 98. – P. 599-608.
19. Termentzi A., Kefalas P., Kokkalou E. LC-DAD-MS (ESI+) analysis of the phenolic content of *Sorbus domestica* fruits in relation to their maturity stage // Food Chem. – 2008. – Vol. 106. – P. 1234-1245.
20. Termentzi A., Zervou M., Kokkalou E. Isolation and structure elucidation of novel phenolic constituents from *Sorbus domestica* fruits // Food Chem. – 2009. – Vol. 116. – P. 371-381.
21. Olszewska M. Separation of quercetin, sexangularetin, kaempferol and isorhamnetin for simultaneous HPLC determination of flavonoid aglycones in inflorescences, leaves and fruits of three *Sorbus* species // J. Pharm. Biomed. Anal. – 2008. – Vol. 48. – P. 629-635.
22. Gil-Izquierdo A., Mellenthin A. Identification and quantitation of flavonols in rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) juice // Eur. Food Res. Technol. – 2001. – Vol. 213. – P. 12–17.
23. Дейнека В.И., Хлебников В.А., Сорокопудов В.Н., Анисимович И.П. Хлорогеновая кислота плодов и листьев некоторых растений семейства Berberidaceae // Химия растительного сырья. – 2008. – № 1. – С. 57-61.
24. Clifford M.N., Johnston K.L., Knight S., Kuhnert N. Hierarchical Scheme for LC-MS/MS Identification of Chlorogenic Acids // J. Agric. Food Chem. – 2003. – Vol. 51. – P. 2900-2911.
25. Запесочная Г.Г., Айтбаева Р.Х., Банокровский А.И., Флавоноиды и хлорогеновая кислота из *Sorbus tianschanica*. II. // Химия природн. соедин. – 1973. – № 1. – С.118.
26. Koronen J.M., Harpponen A.M., Mattila P.H., Törrönen A.R. Contents of Anthocyanins and Ellagitannins in Selected Foods Consumed in Finland // J. Agric. Food Chem. – 2007. – Vol. 55. – P. 1612–1619.
27. Hukkanen A.T., Pölönen S.S., Kärenlampi S.O., Kokko H.I. Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Sweet Rowanberries // J. Agric. Food Chem. – 2006. – Vol. 54. – P. 112-119.
28. Goodwin T.W. Studies in Carotenogenesis 19. A Survey of the polyenes in a number of ripe berries // Biochem. J. – 1956. – Vol. 62. – P. 346-352.
29. Деренько С.А. Каротиноиды фруктов *Sorbus aucuparia* // Химия природных соединений. – 1978. – №4. – С. 528-529.
30. Valadon L.R.G., Mummery R.S. Carotenoids of Rowan Berries // Ann. Botany. – 1972. – Vol. 36. – P. 471-474.
31. Rodriguez-Amaya D.B., Kimura M. HarvestPlus Handbook for carotenoid analysis. Technical monograph series 2. Washington. DC and Cali. – 2004. – 58 p.



32. Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Дейнека Л.А., Третьяков М.Ю., Фесенко В.В. Исследование плодов *Physalis alkekengi* L. как источника ксантофиллов // Хим.-фарм. ж. – 2008. – Т. 42, № 2. – С. 36-37.

33. Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Дейнека Л.А., Третьяков М.Ю. Исследование цветков *Tagetes* sp. как источника лютеина // Хим.-фарм. ж. – 2007. – Т. 41, №10. – С.30-32.

34. Рыжова Г.Л., Матасова С.А., Башуров С.Г. Получение сухого экстракта плодов рябины сибирской и изучение его химического состава // Химия растительного сырья. – 1997. – № 2. – С. 37-41.

35. Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Шаркунова Н.А. Инкрементные соотношения при анализе удерживания каротиноидов: Использование ортогонального разделения // Сорбц. хром. процесс. – 2009. – Т. 9, вып. 3. – С. 374-382.

### **CAROTENOIDS, CHLOROGENIC ACIDS AND OTHER NATURAL COMPOUNDS OF SORBUS FRUIT**

**I.A. Gostyshchev,**

**V.I. Deineka,**

**I.P. Anisimovich,**

**M.Yu. Treťakov,**

**P.A. M'asnikova,**

**L.A. Deineka,**

**V.N. Sorokopudov**

A short review of biologically active substances of Sorbus fruit and our experimental data of their proportion in fruit grown in Belgorod are presented in the paper. It has been found that the main carotenoids of the fruits are  $\beta$ -carotene and esters of  $\beta$ -cryptoxanthin while 5-caffeoylchinnic acid is the main chlorogenic acids isomer.

Key words: natural compounds, carotenoids, chlorogenic acids, fruit, Sorbus.

*Belgorod State University*

*Pobedy Str., 85, Belgorod, 308015,  
Russia*

*E-mail: deineka@bsu.edu.ru*