

## СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ЖЕЛТЫХ ПИГМЕНТОВ В ПЛОДАХ МОРОШКИ И ЧЕРНИКИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

© 2011 Т.К. Головки, О.В. Дымова, Е.А. Лашманова, О.А. Кузиванова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Поступила в редакцию 22.04.2011

Приведены данные о содержании и составе каротиноидов в плодах растений морошки (*Rubus chamaemorus* L.) и черники (*Vaccinium myrtillus* L.), произрастающих в подзоне средней тайги Республики Коми. С использованием метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) установлено, что концентрация каротиноидов в зрелых ягодах морошки и черники составляла 2800 и 2140 мкг/100 г сухой массы соответственно. В ягодах морошки на долю β-каротина приходилось 80% от суммы всех каротиноидов, в чашелистиках наибольшую долю составлял лютеин. В ягодах черники преобладали лютеин (70%) и β-каротин (17%). Результаты могут быть использованы для создания региональной базы ресурсов повышенной пищевой ценности.

Ключевые слова: *плоды, морошка, черника, каротиноиды, ВЭЖХ*

В последнее время появляется все больше научной информации о полезных для здоровья человека свойствах дикорастущих ягод [5]. Показано, что регулярное их употребление способствует предотвращению развития множества болезней. Протекторные свойства ягод обусловлены содержанием в них значительных количеств веществ, обладающих антиоксидантными свойствами. Наряду с соединениями фенольной природы, антиоксидантную функцию выполняют каротиноиды – вещества терпеноидной природы. Они являются наиболее эффективными тушителями синглетного кислорода, защищают мембраны, ДНК и другие клеточные структуры от окислительного повреждения, являются эффективными протекторами зрения, препятствуют развитию рака и сердечно-сосудистых заболеваний [9, 11, 13, 14]. В природе встречается свыше 100 различных каротиноидов [8]. В организм человека и животных каротиноиды поступают преимущественно с растительной пищей [7]. В биологических жидкостях человека обнаружено около 50 каротиноидов, но больше всего β-каротина.

Биологическое действие каротиноидов зависит от их химической структуры. Например, лютеин, относящийся к группе ксантофиллов (оксигенированные производные каротинов), более активен по сравнению с β-каротином. Каротины являются предшественниками витамина А, дефицит которого вызывает множество нарушений, включая подавление иммунных реакций. Рекомендованное для человека потребление каротиноидов составляет примерно 700-900 мкг/сутки. Однако несмотря на важность включения в диету человека растительной продукции, обеспечивающей поступление необходимого количества каротиноидов, их состав и содержание во многих продуктах и, особенно в дикорастущих ягодах, остаются мало исследованными.

**Цель работы:** изучить содержание и состав каротиноидов в ягодах двух дикорастущих видов – морошки и черники, чтобы дополнить их ресурсную характеристику данными о пищевой ценности.

Морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) – многолетнее травянистое длиннокорневищное растение сем. Розоцветные (Rosaceae). Ее ареал охватывает северную часть Евразии и Северной Америки. На территории Республики Коми находится центральная часть ареала [3]. Здесь морошка произрастает в основном на сфагновых верховых болотах. В подзоне средней тайги рост надземных побегов начинается в первой половине мая, цветение – в середине июня, плодоношение – в середине июля. Плод морошки – костянка. По

Головки Тамара Константиновна, доктор биологических наук, заведующая лабораторией. E-mail: [golovko@ib.komisc.ru](mailto:golovko@ib.komisc.ru)

Дымова Ольга Ваильевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: [dymovao@ib.komisc.ru](mailto:dymovao@ib.komisc.ru)

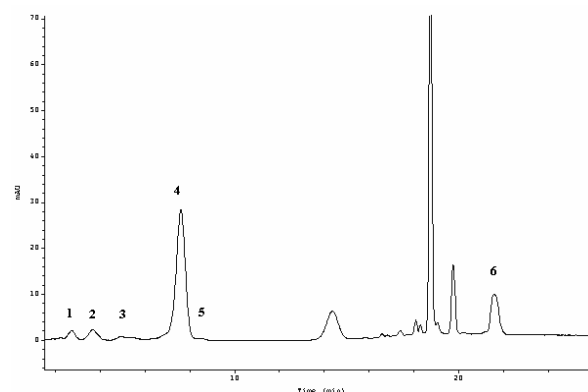
Лашманова Екатерина Александровна, студентка  
Кузиванова Ольга Александровна, инженер. E-mail: [kuzivanova@yandex.ru](mailto:kuzivanova@yandex.ru)

имеющимся в литературе данным [4] биологические запасы ягод морошки в таежной зоне Республики Коми составляют около 27,5 тыс. т. Ягоды и листья морошки широко используются в народной медицине [5]. Они обладают жаропонижающим, мочегонным, витаминным и общеукрепляющим действием. Ягоды употребляют в пищу свежими, готовят из них соки, настойки, джемы. Большим плюсом является то, что морошка долго хранится в моченом виде.

Черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) – листопадный кустарничек из семейства Вересковые (Ericaceae). Черника – бореальный, арктический циркумполярный вид. Произрастает в темнохвойных и светлых хвойных лесах. Предпочитает освещенные места, но может расти и в затененных. Цветет в конце мая – июне, период плодоношения растянут, ягоды созревают в конце июля – августе. Плод черники – круглая многосемянная синкарпная ягода с сизоватым налетом [1, 2]. По данным [4] биологические запасы ягод черники в таежной зоне Республики Коми составляют около 112,9 тыс. т. Региональные ресурсы черники используются в меньшей степени по сравнению с ресурсами других дикорастущих ягод, так как они не хранятся и требуют быстрой переработки.

Зрелые ягоды морошки и черники собирали в августе. До анализа образцы хранили при  $-76^{\circ}\text{C}$ . Для выделения и последующего ВЭЖХ анализа пигментов из ягод морошки и черники нами была модифицирована методика, разработанная [6] для определения каротиноидов в соке облепихи. Плоды высушивали лиофильно. Образцы массой 0,5 г заливали ацетоном и сутки выдерживали в темноте для прохождения экстракции, затем растирали в ступке и центрифугировали 10 мин. при 4500 rpm. Надсадочную жидкость переносили в чистую пробирку и высушивали, пропуская через нее газообразный азот. Высушенную пробу снова растворяли в ацетоне и центрифугировали 5 мин. Разделение каротиноидов проводили методом ВЭЖХ с обращенной фазой («KNAUER», Германия) при длине волны 440 нм (рис. 1). Отфильтрованный экстракт пигментов (100 мкл) с помощью микрошприца наносили на колонку 4,0×250 мм Диасфер-110-С<sub>18</sub>NT с размером частиц 5 мкм. Пигменты элюировали при градиентном режиме в течение 34 мин в системе растворителей А (ацетонитрил : метанол : вода в соотношении 75:12:4) и В (метанол : этилацетат в соотношении 68:32) со скоростью потока элюента 2 см<sup>3</sup>/мин. Температура хроматографирования составляла 25°C. Каротиноиды идентифицировали,

используя стандарты и времена удержания. Анализ содержания каротиноидов в чашелистиках морошки осуществляли по упрощенной схеме. Пигменты извлекали ацетоном из сухих образцов, и отфильтрованный экстракт анализировали на хроматографе. Обработку хроматографических данных выполняли с помощью компьютерной программы «EuroChrom for Windows».



**Рис. 1.** ВЭЖХ профиль каротиноидов плодов черники: 1 – неоксантин, 2 – виолаксантин, 3 – антраксантин, 4 – лютеин, 5 – зеаксантин, 6 – β-каротин

При анализе хроматограмм пигментов, извлеченных из плодов морошки, были идентифицированы β-каротин и ксантофиллы: неоксантин, виолаксантин, антраксантин, лютеин и зеаксантин (рис. 2, таблица). Основная часть пигментов зрелых плодов была представлена β-каротином и зеаксантином. Содержание других каротиноидов было на 1-2 порядка ниже. β-каротин и ксантофиллы были идентифицированы и в чашелистиках морошки. В отличие от плодов, в чашелистиках морошки было больше ксантофиллов, а именно лютеина (60%), чем β-каротина.

В плодах черники преобладали ксантофиллы. На их долю приходилось около 80% от суммы каротиноидов. Среди ксантофиллов доминировал лютеин, его доля составляла свыше 70%. В заметных количествах были представлены неоксантин (3,5%) и виолаксантин (4,5%). По сравнению с другими каротиноидами, относительное содержание зеаксантина (1%) было значительно меньше.

Как видно из таблицы, плоды морошки накапливали β-каротина около 2300 мкг/100 г сухой массы, зеаксантина – в 5 раз меньше. Концентрация остальных каротиноидов в сумме составляла примерно 100 мкг/100 г. В чашелистиках суммарное содержание каротиноидов немногим превышало 500 мкг/100 г. Ягоды черники существенно отличались от

ягод морошки по накоплению  $\beta$ -каротина, но содержали гораздо больше лютеина. В сумме концентрация каротиноидов в ягодах черники была несколько ниже, чем у морошки, и составляла около 2140 мкг/100 г сухой массы. По имеющимся в литературе данным [12] среди плодово-ягодных растений повышенным содержанием каротиноидов, преимущественно  $\beta$ -каротина, характеризуются плоды облепихи. Наши результаты показывают, что плоды морошки ненамного уступают облепихе по концентрации каротиноидов. По нашим подсчетам рекомендуемое для населения суточное потребление каротиноидов содержится в 200 г сырых ягод морошки. Как уже отмечалось ксантофиллы, и в частности лютеин, проявляют более высокую биологическую активность. По содержанию лютеина черника в 30 раз превосходит морошку.

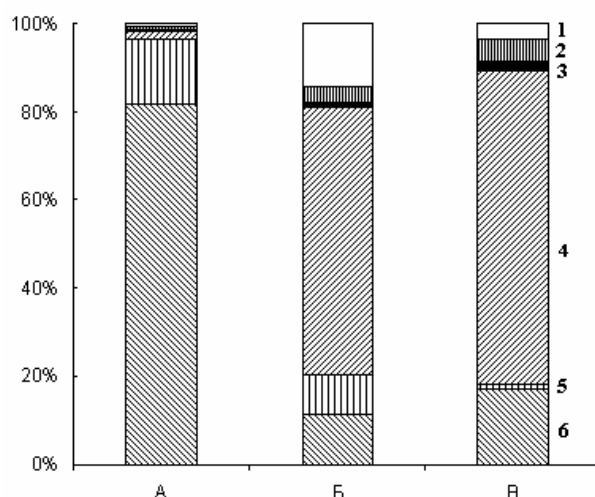


Рис. 2. Относительное содержание желтых пигментов в плодах (А) и чашелистиках морошки (Б), плодах черники (В). Обозначения как на рис. 1.

Таблица. Накопление каротина и ксантофиллов в плодах морошки и черники

Пигмент	Морошка		Черника
	плоды	чашелистики	
Неоксантин	20,14±1,06	76,85±7,02	79,65±12,50
Виолаксантин	12,89±2,66	17,07±2,01	100,81±20,24
Антраксантин	21,11±2,94	7,18±2,55	49,23±7,47
Лютеин	50,03±15,25	316,28±15,23	1522,11±200,50
Зеаксантин	411,09±45,94	49,89±6,30	20,44±2,90
$\beta$ -каротин	2319,51±203,48	58,41±2,37	365,00±40,41

**Выводы:** нами установлены содержание и состав каротиноидов в дикорастущих ягодах морошки и черники. В плодах и чашелистиках морошки обнаружены  $\beta$ -каротин и ксантофиллы. Среди каротиноидов в плодах превалировал  $\beta$ -каротин, в чашелистиках – лютеин. Ягоды черники содержали существенно меньше  $\beta$ -каротина, но накапливали гораздо больше лютеина, чем ягоды морошки. Полученные результаты могут быть использованы для создания региональной базы данных по биологической оценке пищевых ресурсов.

Исследования поддержаны грантом УрО РАН (№ 09-Т-4-1002) по проекту "Состояние ресурсов полезных растений европейского северо-востока России, мониторинг и разработка биотехнологических подходов по рациональному использованию и воспроизводству" (научный руководитель – д.б.н., проф. В.В. Володин).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ареалы лекарственных и родственных им растений. – Л.: ЛГУ, 1990. 222 с.
2. Баландина, Т.П. Черника обыкновенная / Т.П. Баландина, М.Г. Вахрамеева // Биологическая флора Московской области, 1980. Вып.5. С. 132-147.
3. Валуйских, О.Е. Особенности структуры ценопопуляций *Rubus chamaemorus* L. в зонах тайги и тундры европейского северо-востока России / О.Е. Валуйских, Л.В. Тетерюк // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12, № 1(3). С. 652-656.
4. Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми / Под ред. Г.М. Козубова, А.И. Таскаева. – М.: Издательско-продюсерский центр «Дизайн. Информация. Картография», 2000. С. 369-418.
5. Лечебные свойства пищевых растений / Под общ. ред. проф. Т.Л. Киселевой М.: Изд-во ФНКЭЦ ТМДЛ Росздрава, 2007. С. 312-314.
6. Рудаков, О.Б. Хроматографическое определение натуральных и искусственных каротиноидов в пищевых продуктах / О.Б. Рудаков, Л.И. Перикова, В.М. Болотов, Г.А. Сташина // Вестник ВГУ: Серия «Химия. Биология. Фармация». 2004. №1. С. 78-84.
7. Al-Delaimy, W.K. Plasma carotenoids as biomarkers of intake of fruits and vegetables: individual-level correlation in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) / W.K. Al-Delaimy, P. Ferrari, N. Slimani // European Journal of Clinical Nutrition. 2005. V.59. P. 1387-1396.
8. Cuttriss, A. Carotenoids / A. Cuttriss, B. Pogson // Plant pigments and their manipulation. Ann. Plant Rev. / Ed. Davies K. CRC Press LLC, 2004. P.57-91.

9. *Haldelman, G.J.* The evolving role of carotenoids in human biochemistry // *Nutrition*. 2001. V. 17. P. 818-822.
10. *Johnson, E.A.* The role of carotenoids in human health // *Nutr. Clin. Care*. 2002. V. 5 P. 56-65.
11. *Lila, M.A.* Plant pigments and human health // *Plant pigments and their manipulation*. Ann. Plant Rev./ Ed. Davies K. CRC Press LLC, 2004. P. 248-274.
12. *Marinova, D.* HPLC determination of carotenoids in Bulgarian berries / *D. Marinova, F. Ribarova* // *J. Food Composition and Analysis*. 2007. V. 20. P. 370-374.
13. *Schmidt, R.* Deactivation of singlet oxygen by carotenoids: internal conversion of excited encounter complex // *J. Phys.Chem.* 2004. V. 108. P. 5509-5513.
14. *Stahl, W.* Bioactivity and protective effects of natural carotenoids / *W. Stahl, H. Sies* // *Biochim. Biophys. Acta*. 2005. V. 1740. P. 101-107.

## CONTENT AND COMPOSITION OF YELLOW PIGMENTS IN CLOUDBERRY AND BILBERRY FRUITS IN THE CONDITIONS OF MIDDLE TAIGA ZONE IN EUROPEAN PART OF RUSSIA

© 2011 T.K. Golovko, O.V. Dymova, E.A. Lashmanova, O.A. Kuzivanova

Institute of Biology Komi SC UrB RAS, Syktyvkar

Data about the maintenance and structure of carotinoids in fruits of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L is cited.) and bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.), growing in subzone of middle taiga in Komi Republic. With use of high performance liquid chromatography (HPLC) method it is established that concentration of carotinoids in ripe fruits of cloudberry and bilberry made 2800 and 2140 mkg/100 r dry weight accordingly. In cloudberry fruits on a share of  $\beta$ -carotin was had 80% from the sum of all carotinoids, in calux lobes the greatest share had lutein. In bilberry fruits was prevailed lutein (70%) and  $\beta$ -carotin (17%). Results can be used for creation the regional base of raised food value resources.

Key words: *fruits, cloudberry, bilberry, carotinoids, HPLC*

---

*Tamara Golovko, Doctor of Biology, Chief of the Laboratory.*

*E-mail: golovko@ib.komisc.ru*

*Olga Dymova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow.*

*E-mail: dymovao@ib.komisc.ru*

*Ekaterina Lashmanova, Student*

*Olga Kuzivanova, Engineer. E-mail: kuzivanova@yandex.ru*