



УДК 581.9:582.734.3

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПЛОДОВ ВИДОВ РОДА *CRATAEGUS* L. В УСЛОВИЯХ БЕЛОГОРЬЯ

С.А. Бакшуттов
В.Н. Сорокопудов
И.А. Навальнева

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия,
г. Белгород, ул. Победы, 85.

e-mail: baksg22@rambler.ru, sorokopu-
dov@bsu.edu.ru, iri-
na.navalneva@mail.ru

Статья посвящена изучению содержания аскорбиновой кислоты, каротиноидов, антоцианов и сахаров в плодах растений рода *Crataegus* L., выращенных в Ботаническом саду БелГУ. Выявлены среди видов источники по повышенному содержанию БАВ, которые могут использоваться в пищевой промышленности и для селекционных целей.

Ключевые слова: боярышник, биологически активные вещества, витамин С, аскорбиновая кислота, каротиноиды, антоцианы, сахара, сухие вещества.

Введение

В современных условиях жизнедеятельности человека с нервно-эмоциональным перенапряжением, недостаточной физической нагрузкой возникает особое состояние организма – гипокенизия, характеризующая определенный характер обмена веществ. В этой связи особое значение приобретает ценность продуктов питания по содержанию биологически-активных соединений.

Особое значение в полноценном питании человека принадлежит витамину С (аскорбиновая кислота). Он играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах в организме, способствует устойчивости организма, повышает работоспособность, повышает устойчивость к инфекциям, интоксикации и др.

Хотя плоды и овощи являются основными источниками аскорбиновой кислоты, однако не все они характеризуются высокой С-витаминной активностью. Различия между отдельными видами достигают огромных размахов – от 3 мг% в винограде до 1000 мг% в ациролле.

Каротиноиды высших растений представлены двумя группами пигментов: α -каротинами и β -ксантофиллами. Основные функции каротиноидов фотозащитная, светособирающая, структурная, а также участие в фотохимических процессах. Каротиноиды играют также важную роль в репродукции растений: наряду с флавоноидами они создают яркую окраску у цветков, плодов и семян, что способствует опылению цветков и распространению семян. К наиболее распространенным пигментам плодов и цветков относятся β -каротин и ликопин [1].

Глюкоза – составная единица, из которой построены все важнейшие полисахариды – гликоген, крахмал, целлюлоза. Она входит в состав сахарозы, лактозы, мальтозы. Глюкоза быстро всасывается в кровь из желудочно-кишечного тракта, затем поступает в клетки органов, где вовлекается в процессы биологического окисления. Во время бодрствования организма энергия глюкозы восполняет почти половину его энергетических затрат [2, 3].

Антоцианы – красящие вещества (пигменты) растений красного, синего и фиолетового цвета. Антоцианы растворены в клеточном соке; вместе с другими пигментами определяют окраску плодов, цветков, листьев. В настоящее время антоцианы рассматривают как вторичные метаболиты. Они разрешены в качестве пищевых добавок (Е163). Наиболее распространенными являются цианидины [4].

Среди новых нетрадиционных культур средней полосы России особое место занимает боярышник, плоды которого уникальны по лечебно-диетическим достоинствам.



Боярышник – это пищевое, витаминное, лекарственное, декоративное растение, имеет крупные привлекательные цветки, высокую урожайность и может занять достойное место в садах Центрального Черноземья.

Многие виды боярышника — ценные пищевые и лекарственные растения. Зрелые плоды в свежем виде мягкие, мучнистые и вкусные, по лечебной ценности мало уступают шиповнику. Содержат от 4 до 11 % сахара, в основном фруктозы, так что их можно употреблять и при диабете, а также комплекс биологически активных веществ — три-терпеновых кислот (олеановой, урсоловой и кратеговой), холина и ацетилхолина, кверцетина, дубильных веществ, фитостероинов, винной и лимонной кислоты, витаминов А, С, Р. Содержание кислот невелико и колеблется от 0,26 до 0,93 %. В более сочных плодах оно выше, мучнистые суховатые плоды почти лишены кислот. Содержание витаминов достигает: витамина С — 31-108 мг% (у американских видов до 257,3), витамина Р — 330-680 мг%, каротина 2-4 мг% (у американских видов до 75). Довольно много пектина, который не только образует при переработке желе, но и выводит из организма соли тяжелых металлов и другие вредные вещества [5, 6].

Плоды крупноплодных видов вкусны, их можно есть свежими, перерабатывать на повидло, вино, компот и заваривать как чай. Однако боярышником не стоит злоупотреблять. Более 200 гр. ягод съесть за один раз не рекомендуется, так как это может вызвать резкое падение кровяного давления и нарушение ритма сердечных сокращений. Одна же розетка повидла из боярышника заменяет двукратный прием такого сильного сердечного средства, как адонизид. Плоды боярышников, имеющие сухую мучнистую мякоть, используют в основном сушеными. Их размалывают в муку, которую добавляют при выпечке хлеба и кондитерских изделий [6].

Цель нашей работы состояла в том, чтобы определить содержание биологически активных веществ в плодах боярышника.

Объекты и методы исследования

В ботаническом саду НИУ БелГУ интродуцировано 20 видов боярышника *Crataegus* L.: *C. arnoldiana* (Sarg.), *C. canadensis* (Sarg.), *C. chlorosarea* (Maxim.), *C. crus-galli* (L.), *C. douglasii* (Lindl.), *C. flabellata* ((Spach) Kirchn.), *C. holmesiana* (Ashe), *C. lumaria* (Ashe), *C. maximowiczii* (C.K.Schneid.), *C. monogyna* (Jacq.), *C. pentagyna* (Waldst. & Kit. ex Willd.), *C. persimilis* (Sarg.), *C. pringlei* (Sarg.), *C. punctata* (Jacq.), *C. rotundifolia* (Moench), *C. sanguinea* (Pall.), *C. turkestanica* (Pojark.), *C. ellwangeriana* (Sarg.), *C. submollis* (Sarg.), *C. macracantha* (Lodd). В настоящее время на 7-8 годах жизни генеративного возраста достигли 18 видов (90%), на которых проведены биохимические исследования. В 2009 г. количество плодоносивших видов было ниже - 13. Анализ содержания аскорбиновой кислоты в образцах, собранных в 2009 году, проводился после кратковременного их хранения в морозильной камере (-18°C). В 2010 г. количественный уровень витамина С проводился на свежесобранных плодах.

Биохимический анализ ягод проводили следующими методами:

1. Содержание аскорбиновой кислоты определяли спектрофотометрически с использованием 2,6-дихлорфенолиндофенола. Метод основан на редуцирующих свойствах аскорбиновой кислоты. Раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола синего цвета (краска Тильманса) восстанавливается в бесцветное соединение экстрактами растений, содержащими аскорбиновую кислоту, при избытке краски в кислой среде кислотные вытяжки из плодов и ягод приобретают слабо-розовое окрашивание [7, 8].

2. Химизм ряда методов состоит в восстановлении альдозой виннокислого комплекса меди (II) до оксида меди (I) с последующим определением степени восстановления медных соединений. Восстановление инвертным сахаром окисной формы меди (раствор Фелинга) в закисную. В ходе реакции уменьшается концентрация комплексных ионов, содержащих Cu^{2+} , но изменение оптической плотности по неизвестным для нас причинам при этом никогда не используется в аналитических целях [2, 9].

3. Количественное определение ксантофиллов (в пересчете на доминирующий компонент) производили спектрофотометрическим методом (спектрофотометр



СФ-102) по поглощению света при длине волны максимума абсорбции ацетонового экстракта или реэкстракта каротиноидов в *n*-гексан с использованием соответствующих литературных значений удельной абсорбции ксантофиллов или каротинов [1].

4. Суммарное определение содержания антоцианов проводили спектрофотометрически на спектрофотометре типа СФ-102. Метод основан на реакции 0,1*n* соляной кислоты с антоцианами ягод и плодов [4].

5. Определение сухих веществ. Метод основан на высушивании плодов при 105°C в сушильном шкафу до постоянной массы навески (ГОСТ 28561-90) [10].

Результаты и обсуждение

В результате определения содержания аскорбиновой кислоты в плодах рода *Crataegus* собранных в 2009 г. было установлено, что среднее количество витамина С сохранившееся после хранения в морозильной камере составило 72,05±2,65 мг%, которое зафиксировано у следующих видов: *C. deksiflora*, *C. crus-galli*. Наименьшее содержание отмечено у видов: *C. maximowiczii* (64,93±1,75 мг%) и *C. arnoldiana* (65,93±1,78 мг%). Лидером по содержанию аскорбиновой кислоты является вид *C. macracantha* (80,96±2,19 мг%).

Наблюдения проведенные в плодах, собранных в 2010 году, показали резкое повышение содержания аскорбиновой кислоты, что связано с аномально жарким и сухим летом, например у *C. arnoldiana* содержание витамина С повысилось в 3,5 раза и составило (231,47±7,35 мг%). Также резкие изменения зафиксированы у *C. flabellate* (233,16±7,4 мг%), *C. crus-galli* (217,4±6,9 мг%), *C. submollis* (231,79±7,36 мг%). Все остальные виды не сильно изменили этот показатель и приблизились к литературным данным (табл. 1).

Полученные данные за 2009 год, что касается видов имеющих американское происхождение, отличаются от литературных, причиной чему могут быть особенности погодных условий в период формирования и созревания плодов боярышника.

Среднее количественное содержание сахаров в плодах боярышника составило 4,65±1,15 %. Виды, имеющие схожее содержание: *C. flabellate*, *C. deksiflora*, *C. canadensis*, *C. sanguinea*. Наименьшее количество сахаров отмечено у видов: *C. rotundifolia* (2,81±0,46 %), *C. ellwangeriana* (2,37±0,39 %). Максимальное – у *C. chlorosarea* 10,49±1,73%. Полученные нами результаты близки к литературным [3, 6].

Таблица 1

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах *Crataegus*

Виды боярышника	Содержание аскорбиновой кислоты, мг%	
	2009	2010
<i>C. arnoldiana</i>	65,93 ± 1,78	231,47 ± 7,35
<i>C. flabellata</i>	70,42 ± 1,90	233,16 ± 7,40
<i>C. deksiflora</i>	72,27 ± 1,95	107,97 ± 3,63
<i>C. chlorosarea</i>	70,59 ± 1,91	116,00 ± 3,90
<i>C. canadensis</i>	73,32 ± 1,98	105,92 ± 3,56
<i>C. rotundifolia</i>	-*	113,39 ± 3,81
<i>C. macracantha</i>	80,96 ± 2,19	112,41 ± 3,78
<i>C. maximowiczii</i>	64,93 ± 1,75	101,87 ± 3,42
<i>C. monogyna</i>	70,29 ± 1,90	110,29 ± 3,71
<i>C. sanguinea</i>	-	119,95 ± 4,03
<i>C. turkestanica</i>	75,58 ± 2,04	91,26 ± 3,07
<i>C. crus-galli</i>	72,86 ± 1,97	217,40 ± 6,90
<i>C. ellwangeriana</i>	75,35 ± 2,04	111,91 ± 3,76
<i>C. pentagyna</i>	-	116,00 ± 3,90
<i>C. persimilis</i>	-	112,06 ± 3,77
<i>C. submollis</i>	-	231,79 ± 7,36
<i>C. holmesiana</i>	-	108,78 ± 3,66
<i>C. pringlei</i>	-	113,64 ± 3,82

* - образец не плодоносил



Плоды боярышника богаты каротиноидами. Максимальная оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции составляет 447 нм, что соответствует каротиноиду – лютеину. Его среднее содержание составило 4,98±1,75 мг/100г. Минимальное значение отмечено у: *C. sanguinea*, *C. ellwangeriana*, *C. maximowiczii*, *C. rotundifolia*, которое находится в пределах (2,13 – 2,89 мг/100г). Максимальное значение принадлежит виду *C. monogyna* и составляет 13,43±3,40 мг/100г (табл. 2).

Таблица 2

Содержание сахаров и каротиноидов в плодах *Crataegus*

Виды боярышника	Содержание БАВ	
	сахара, %	каротиноиды, мг/100г
<i>C. arnoldiana</i>	3,39 ± 0,56	4,40 ± 1,11
<i>C. flabellata</i>	4,44 ± 0,73	3,57 ± 0,90
<i>C. deksiflora</i>	4,24 ± 0,70	5,10 ± 1,29
<i>C. chlorosarea</i>	10,49 ± 1,73	6,31 ± 1,60
<i>C. canadensis</i>	4,42 ± 0,73	5,49 ± 1,39
<i>C. rotundifolia</i>	2,81 ± 0,46	2,89 ± 0,73
<i>C. macracantha</i>	5,22 ± 0,86	3,07 ± 0,78
<i>C. maximowiczii</i>	3,17 ± 0,52	2,50 ± 0,63
<i>C. monogyna</i>	6,29 ± 1,04	13,43 ± 3,40
<i>C. sanguinea</i>	4,39 ± 0,73	2,13 ± 0,54
<i>C. turkestanica</i>	6,09 ± 1,01	9,39 ± 2,38
<i>C. crus-galli</i>	3,13 ± 0,52	3,99 ± 1,01
<i>C. ellwangeriana</i>	2,37 ± 0,39	2,47 ± 0,62

Из изученных видов боярышника, источниками антоцианов могут служить два: пятипестичный и зеленомясый. Содержание антоцианов в них – 276,76±7,83 и 163,33±6,93 мг/100г, соответственно.

Содержание сухих веществ в плодах боярышника в среднем составляет 39,55%. Минимальное значение отмечено для *C. pringlei* – 30,53%, максимальное – *C. sanguinea* – 49,60%. Содержание сухих веществ отмечается ниже среднего уровня для большинства представленных видов (табл. 3).

Таблица 3

Содержание сухих веществ в плодах *Crataegus*

№	Виды боярышника	Сухие вещества, %
1	<i>C. holmesiana</i>	37,68
2	<i>C. canadensis</i>	46,19
3	<i>C. flabellata</i>	35,65
4	<i>C. pentagyna</i>	44,17
5	<i>C. crus-galli</i>	48,10
6	<i>C. deksiflora</i>	35,84
7	<i>C. persimilis</i>	45,82
8	<i>C. rotundifolia</i>	36,06
9	<i>C. turkestanica</i>	37,39
10	<i>C. monogyna</i>	42,31
11	<i>C. maximowiczii</i>	32,86
12	<i>C. sanguinea</i>	49,60
13	<i>C. submollis</i>	36,34
14	<i>C. chlorosarea</i>	45,00
15	<i>C. arnoldiana</i>	33,43
16	<i>C. macracantha</i>	43,39
17	<i>C. pringlei</i>	30,53
18	<i>C. ellwangeriana</i>	31,62

Выводы

Исследование химического состава плодов рода *Crataegus* по содержанию биологически активных веществ позволяют выделить их для пищевой и фармацевтической промышленности как источники биологически активных веществ:



- сахаров: *C. flabellate*, *C. deksiflora*, *C. canadensis*, *C. sanguinea*;
- аскорбиновой кислоты: *C. flabellata* *C. arnoldiana*
- каротиноидов: *C. monogyna*
- сухих растворимых веществ: *C. sanguinea*

Список литературы

1. Третьяков М.Ю. Каротиноиды Белгородской флоры – для профилактики ретинопатии // «Современный наукоемкие лечебные и фармацевтические технологии для офтальмологии» для молодых ученых / Сборник материалов Всероссийской школы-семинара (Белгород, 28 сентября – 1 октября 2009 года) – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2009. – С. 126-140.
2. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И. и др. Методы биохимических исследований растений / 2-е изд. испр. и доп. Л., 1972. 283 с.
3. Петрова В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. Киев, 1986. 287 с.
4. Саенко И.И. Антоцианы Белгородской флоры – для профилактики ретинопатии // «Современный наукоемкие лечебные и фармацевтические технологии для офтальмологии» для молодых ученых / Сборник материалов Всероссийской школы-семинара (Белгород, 28 сентября – 1 октября 2009 года) – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2009. – С. 114-126.
5. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР/ ВНИИ лекарств. растений и др. М., 1983. 340 с.
6. Петрова В.П. Дикорастущие плоды и ягоды. М., 1987. 248 с.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Г.А.Лобанова. – Мичуринск, 1973. - С. 251-279.
8. ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.
9. ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.
10. ГОСТ 28561-90 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги.

CONTENTS BAS FRUITS SOME SPECIES OF REPRESENTATIVES *CRATAEGUS*L. IN THE CONDITIONS OF THE BELGOROD AREA

S.A. Bakshutov
V.N. Sorokopudov
I.A. Navalneva

Belgorod National Research
University,
Russia, Belgorod, Victory st., 85.

e-mail: baksg22@rambler.ru, sorokopu-
dov@bsu.edu.ru, iri-
na.navalneva@mail.ru

Article is devoted in the ascorbic acid, carotenoids, anthocyanins and sugars in the fruit of the genus *Crataegus* L., grown in the Botanical Garden of Belgorod State University.

Key words: hawthorn, biologically active substances, vitamin C, ascorbic acid, carotenoids, anthocyanins, sugar, dry matter.