

Содержание каротиноидов в плодах облепихи крушиновидной в условиях лесостепной зоны Алтайского края

The content of carotenoids in the fruits of sea buckthorn in the forest-steppe zone of Altai Krai

Кондратьева И. А.,¹ Бородулина И. Д.,¹ Зубарев Ю. А.²

Kondrateva I. A.,¹ Borodulina I. D.,¹ Zubarev Y. A.²

¹ Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия.
E-mail: ira_kondrateva_1997@mail.ru, borodulina.irina@gmail.com

² Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, г. Барнаул, Россия. E-mail: niilisavenko@yandex.ru

¹ Altai State University, Barnaul, Russia

² Federal Altai scientific center of agrobiotechnology, Barnaul, Russia

Реферат. В работе представлены результаты количественного исследования каротиноидов в плодах облепихи крушиновидной в 2018 г. Выявлен диапазон изменчивости признака с его степенью варьирования. Выделены гибриды с высоким содержанием каротиноидов. Проведен корреляционный анализ, позволивший установить силу сопряжения количества каротиноидов и гидротермического коэффициента вегетационного периода.

Ключевые слова. Гидротермический коэффициент, каротиноиды, корреляция, облепихи плоды

Summary. The paper presents the results of a quantitative study of carotenoids in the fruits of sea buckthorn in 2018. The range of variability of feature with its degree of variation is revealed. Hybrids with high carotenoid content were identified. A correlation analysis was performed to determine the value of connection between the number of carotenoids and the hydrothermal coefficient of the growing season.

Key words. Carotenoids, correlation, hydrothermal coefficient, the fruits of sea buckthorn

Количественный и качественный состав биологически активных веществ плодов облепихи, а также их влияние на организм человека позволяет вывести данную культуру на первые позиции относительно других плодово-ягодных растений. Облепиха является одним из важнейших источников аскорбиновой кислоты, токоферолов, различных дубильных и красящих веществ, а также природного масла и каротиноидов. Биохимический состав плодов облепихи определяется влиянием факторов внешней среды, а также генетическими особенностями растений (Короткая, Короткий, 2008).

Каротиноиды содержатся в мякоти плодов облепихи, в кожуре и даже в семенах, но в значительно меньших количествах. Основной составляющей каротиноидного комплекса плодов облепихи является β-каротин, но также обнаружены и другие группы каротинов и разнообразных ксантофиллов (около 40). Благодаря высокому содержанию каротиноидов плоды облепихи обладают высокой антиоксидантной активностью, уменьшают риск развития рака и ишемической болезни сердца (Мамедова, Новрузов, 2016; Земцова, Зубарев, 2018).

Целью работы явилось изучение накопления каротиноидов в плодах облепихи в условиях лесостепной зоны Алтайского края. В качестве материалов исследования были взяты плоды 28 сортов образцов облепихи из коллекции Научно-исследовательского института садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко (НИИИС им. М. А. Лисавенко). В качестве контроля выступал сорт 'Чуйская'. Содержание каротиноидов определяли по методу И. К. Мурри (Программа и методика сортоизучения..., 1999). Статистическая обработка данных проводилась при помощи пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

Характеристика погодных условиях вегетационного периода 2018 г. предоставлена по данным метеопоста НИИСС.

И. В. Ершова (2012), Е. И. Пантелеева с соавторами (2018) отмечают, что в условиях Алтайского края плоды облепихи способны накапливать 13,2–46,1 мг/100 г каротиноидов. Полученные нами результаты по суммарному количеству каротиноидов в плодах облепихи показали, что данный параметр изменялся от 8,74 (гибрид 131-02-2) до 39,90 мг/100 г (гибрид 57-01-1) с коэффициентом вариации 48 %, что свидетельствует о значительном варьировании признака. Среднее значение по признаку составило $15,26 \pm 1,38$ мг/100 г (рис. 1). У контрольного сорта 'Чуйская' содержание каротиноидов было 10,69 мг/100 г. Накопление каротиноидов выше контрольного значения на 0,72–29,21 мг/100 г отмечено у 16-ти гибридов и сорта 'Афина'; выше среднего значения на 2,39–24,64 мг/100 г – у 9-ти гибридов: 6-95-4, 125-02-1, 131-02-1, 218-00-1, 93-08-6, 79-01-1, 143-02-1, 625-08-1 и 57-01-1. Низким содержанием каротиноидов (8,74–10, 54 мг/100 г) характеризовались 9 гибридов.

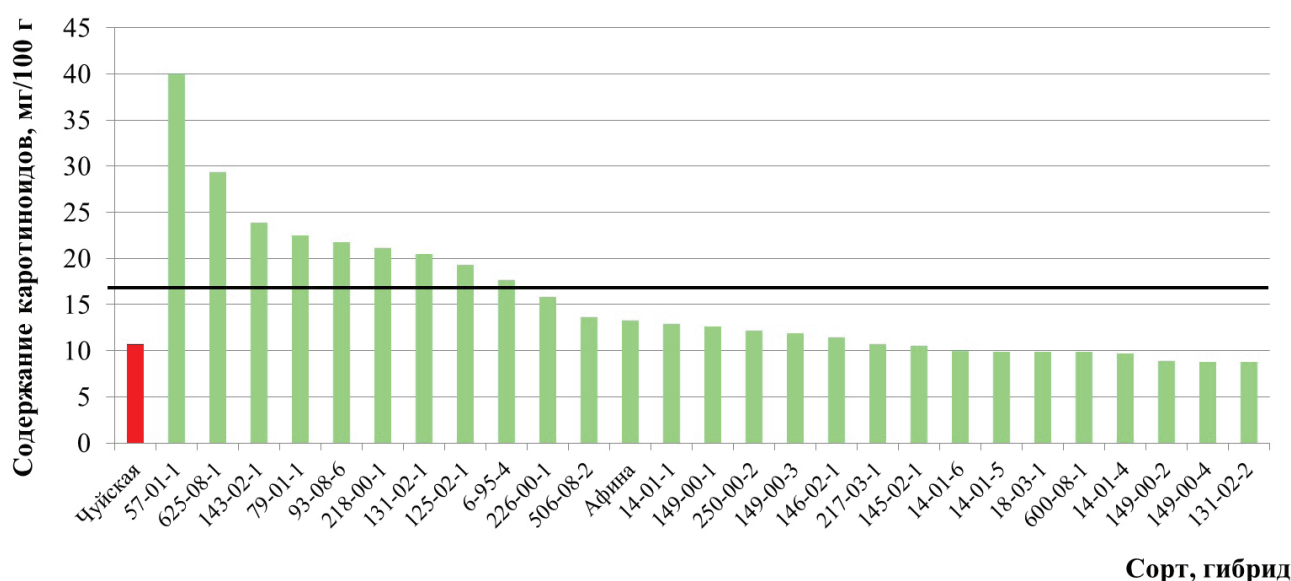


Рис. 1. Содержание каротиноидов в плодах облепихи, 2018 г.
Условные обозначения: — — среднее содержание каротиноидов, мг/100 г.

Согласно литературным данным, сухая и теплая погода во второй половине лета способствует накоплению каротиноидов в плодах облепихи. Это связано с усилением их фотосинтетической активности (Яковлева, Фролова, Филимонова, 2011). Анализ погодных условий вегетационного периода 2018 г. показал, что весенние месяцы были наиболее увлажненные – гидротермический коэффициент (ГТК) апреля и мая был равен, соответственно, 2,6 и 7,1. Летний период созревания плодов оказался недостаточно увлажненным в июне (ГТК = 1,1), слабо увлажненным в июле (ГТК = 0,8) и сухим в августе (ГТК = 0,3). Сумма осадков в это время почти не превышала среднемноголетние значения, а температура воздуха, наоборот, была выше среднемноголетней нормы. В целом, гидротермический коэффициент всего вегетационного периода составил 1,2, что свидетельствует о недостаточном увлажнении. Температура воздуха в летний период только в июле была ниже нормы на 0,9 °С. Такими образом, сложившиеся погодные условия периода вегетации были благоприятными для накопления каротиноидов в плодах облепихи.

Проведенный корреляционный анализ количества каротиноидов и ГТК позволил выявить разную степень сопряжения признаков (табл.). Так, средняя взаимосвязь признаков ($r = 0,56–0,69$) наблюдалась у контрольного сорта 'Чуйская' и пяти гибридов (18-03-1, 218-00-1, 131-02-1, 14-01-6 и 226-00-1) с количеством каротиноидов в плодах от 9,88 до 21,13 мг/100 г. Слабая ($r = 0,22–0,48$) и очень слабая ($r = 0,05–0,2$) сопряженность выявлена, соответственно, у 11-ти и четырех гибридов. У семи гибридов

наблюдалась очень слабая отрицательная зависимость. Высокий и очень высокий коэффициент корреляции в данной выборке отсутствовал. Необходимо отметить, что в группу со слабой корреляционной связью между признаками вошли гибриды, имеющие красно-оранжевую и красную окраску плодов, а среднюю взаимосвязь имели гибриды с оранжевой и ярко-оранжевой окраской плодов.

Таблица

Корреляция накопления каротиноидов в плодах облепихи с ГТК вегетационного периода 2018 г.

Сорт/гибрид	Содержание каротиноидов, мг/100 г	Коэффициент корреляции, r	Цвет плодов
$\pm 0,5 \leq r < \pm 0,75$			
'Чуйская' (к)	10,69	0,69	Оранжевый
18-03-1	9,88	0,56	Ярко-оранжевый
218-00-1	21,13	0,63	Оранжевый
131-02-1	20,49	0,63	Оранжевый
14-01-6	9,99	0,63	Оранжевый
226-00-1	15,85	0,64	Ярко-оранжевый
$\pm 0,2 \leq r < \pm 0,5$			
625-08-1	29,38	0,48	Оранжевый
57-01-1	39,90	0,48	Красный
149-00-3	11,87	0,46	Оранжевый
14-01-5	9,92	0,42	Оранжевый
250-00-2	12,20	0,41	Оранжевый
146-02-1	11,41	0,37	Оранжевый
14-01-4	9,71	0,31	Оранжевый
93-08-6	21,74	0,31	Оранжевый
14-01-1	12,89	0,23	Оранжевый
131-02-2	8,74	0,22	Оранжевый
145-02-1	10,54	0,22	Оранжевый
$\pm 0 \leq r < \pm 0,2$			
149-00-2	8,86	0,20	Оранжевый
'Афина'	13,28	0,16	Красно-оранжевый
6-95-4	17,65	0,10	Красно-оранжевый
600-08-1	9,85	0,05	Оранжевый
217-03-1	10,69	-0,03	Оранжевый
149-00-1	12,58	-0,04	Оранжевый
506-08-2	13,61	-0,08	Красно-оранжевый
143-02-1	23,82	-0,08	Красный
149-00-4	8,81	-0,14	Оранжевый
125-02-1	19,31	-0,14	Красный
79-01-1	22,46	-0,14	Красный

Таким образом, изучение количественного содержания каротиноидов в плодах облепихи позволило выделить 9 гибридов (6-95-4, 125-02-1, 131-02-1, 218-00-1, 93-08-6, 79-01-1, 143-02-1, 625-08-1 и 57-01-1) с высоким уровнем накопления фотосинтетических пигментов (17,65–39,9 мг/100 г). Средняя степень сопряжения между данным биохимическим показателем и гидротермическим коэффициентом вегетационного периода прослеживалась у контрольного сорта 'Чуйская' ($r = 0,69$) и 5-ти гибридов (18-03-1, 218-00-1, 131-02-1, 14-01-6, 226-00-1; $r = 0,56-0,64$) с содержанием каротиноидов 9,88–21,13 мг/100 г. Установлено значительное варьирование (48%) данного признака в погодных условиях 2018 г.

ЛИТЕРАТУРА

Ершова И. В. Сортовое разнообразие алтайской облепихи по биохимическому составу плодов // Плодоводство и ягодоводство России, 2012. – Т. 31. – № 1. – С. 163–170.

Земцова А. Я., Зубарев Ю. А. Каротиноидный комплекс плодов облепихи различного эколого-географического происхождения // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Материалы XIX международ. науч.-практич. конф. «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (22–23 марта 2018 г., Барнаул). – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. – С. 58–60.

Короткая Е. В., Короткий И. А. Исследование физико-химических показателей свежих и замороженных плодов облепихи // Известия вузов. Пищевая технология, 2008. – № 1. – С. 116–117.

Мамедова Ш. М., Новрузов Э. Н. Содержание и качественный состав каротиноидов плодов некоторых форм облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.), произрастающих в Северном Азербайджане // Вестник МГОУ. Серия Естественные науки, 2016. – № 3. – С. 33–41.

Пантелеева Е. И., Зубарев Ю. А., Гунин А. В. Оценка показателей качества плодов сортов и гибридов облепихи алтайской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2018. – № 4(162). – С. 62–68.

Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

Яковлева Т. П., Фролкова А. А., Филимонова Е. Ю. Влияние метеорологических условий на биохимические процессы в плодах облепихи в период созревания // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2011. – № 11. – С. 28–31.