

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ НАКОПЛЕНИЯ КАРОТИНОИДОВ В ПЛОДАХ ОБЛЕПИХИ

STUDYING THE DYNAMICS OF CAROTENOID ACCUMULATION IN SEA-BUCKTHORN FRUITS

Ключевые слова: облепиха крушиновая, сорта, гибриды, содержание каротиноидов, динамика накопления, срок созревания.

Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.) является ценнейшим растением садов Сибири. Большое влияние на содержание биологически активных соединений в плодах облепихи оказывают климатические условия, а также условия, в которых осуществляется возделывание растений. Изучение факторов, определяющих концентрацию основных биологически активных соединений в плодах облепихи, является актуальной задачей. Цель представленных исследований заключалась в определении сроков созревания сортообразцов облепихи крушиновой с учетом динамики накопления в плодах каротиноидов. Проведена оценка содержания каротиноидов в плодах 12 сортов и 14 отборных форм облепихи алтайской селекции. Содержание каротиноидов в плодах облепихи не одинаково и зависит от многих факторов. Однократный анализ на содержание каротиноидов в плодах не позволяет объективно провести оценку сортообразцов облепихи. Изучение данного показателя в динамике позволяет установить максимальные значения содержания каротиноидов по фазам вегетации и определить оптимальные сроки сбора плодов для сортообразов различных сроков созревания. По результатам исследований все сортообразцы облепихи относятся к высококаротиноидным. Выявлены гибридные формы облепихи ультраранних и поздних сроков созревания, перспективные для дальнейшей селекции на ранний и поздний срок созревания плодов. Оценка динамики содержания каротиноидов в плодах облепихи позволяет установить оптимальные сроки сбора плодов для сортообразов различных сроков созревания.

Keywords: sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.), varieties, hybrids, carotenoid content, accumulation dynamics, ripening period.

Sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) is the most valuable plant in Siberian gardens. The climatic conditions and the conditions of plant cultivation have a great influence on the content of biologically active compounds in sea-buckthorn fruits. The study of the factors that determine the concentration of the main biologically active compounds in sea-buckthorn fruits is an urgent task. The research goal was to determine the ripening time of sea-buckthorn cultivars taking into account the dynamics of carotenoid accumulation in fruits. The content levels of carotenoids in fruits of 12 varieties and 14 selected forms of sea-buckthorn of Altai selection were evaluated. The carotenoid content in sea-buckthorn fruits is not the same and depends on many factors. A single test of carotenoid content in fruits is not enough for objective evaluation of sea-buckthorn varieties. The study of this index in its dynamics makes it possible to reveal the maximum values of carotenoid content by the stages of the growing season and to determine the optimal dates for harvesting fruits for varieties of different ripening periods. According to the research findings, all sea-buckthorn cultivars are high in carotenoids. Hybrid forms of ultra-early and late ripening sea-buckthorn forms were revealed; they were promising for further selection for early and late ripening of fruits. The evaluation of the carotenoid content dynamics in sea-buckthorn fruits makes it possible to determine the optimal dates for harvesting fruits for varieties of different ripening periods.

Косачев Иван Алексеевич, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: ivankosachov@mail.ru.

Ершова Инесса Васильевна, к.б.н., вед. н.с., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробiotехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: inessers@yandex.ru.

Пантелеева Елизавета Ивановна, д.с.-х.н., гл. н.с., ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробiotехнологий», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: ivankosachov@mail.ru.

Kosachev Ivan Alekseyevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ivankosachov@mail.ru.

Yershova Inessa Vasilyevna, Cand. Bio. Sci., Leading Staff Scientist, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: inessers@yandex.ru.

Panteleyeva Yelizaveta Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Chief Staff Scientist, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ivankosachov@mail.ru.

Введение

Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.) является ценнейшим растением садов Сибири. Она ценится за скороплодность и высо-

кую зимостойкость, стабильную урожайность, возможность возделывания на бедных, эродированных почвах и исключительные лечебно-диетические и пищевые качества ягод. Благода-

ря высокому содержанию каротиноидов, токоферолов, аскорбиновой кислоты, фенольных соединений облепихи относится к поливитаминным растениям.

Плоды облепихи богаты белками, состав которых представлен 18 аминокислотами. Облепиха является чемпионом среди культурных растений по содержанию витамина Е. В больших количествах и в оптимальном соотношении в плодах этой культуры содержатся витамины С, Р, А, обладающие антиоксидантным воздействием на организм человека. Использование в пищу плодов облепихи, богатых биологически активными соединениями, позволяет повышать устойчивость организма к комплексу неблагоприятных факторов.

С давних времен человек использовал облепиху для лечения различных заболеваний. Об использовании этого растения в медицине говорится в древнегреческих трудах Теофраста и Диоскорида, а также в прописях классической Тибетской медицины [1].

На сегодняшний день основное направление использования плодов облепихи – производство облепихового масла и лечебных препаратов на его основе. В связи с этим создаются сорта, обладающие целым рядом полезных признаков и свойств, в том числе ведется селекция на повышенное содержание в плодах каротиноидов.

Большое влияние на содержание биологически активных соединений в плодах облепихи оказывают климатические условия, а также условия, в которых осуществляется возделывание растений [2]. Особенности климатических условий обуславливают специфику обменных процессов, протекающих в растениях, способствуют синтезу и накоплению в них биологически активных веществ, определяющих лекарственные свойства конкретного растения, поэтому содержание каротиноидов в плодах облепихи, выращенной в разных климатических зонах, различно [3].

Содержание каротиноидов в плодах растений различных эколого-географических групп облепихи также неодинаково. По результатам исследований, проведенных Т.С. Ширко и И.В. Ярошевич, калининградские формы облепихи накапливают в плодах от 4,3 до 8,1 мг/100 г каротиноидов, среднеазиатские горные – от 19,6 до 29,6, саянские горные – от 10,8 до 29,5 мг/100 г. Сортовая облепиха, выращенная в ЦБС АН Белоруссии, содержит от 3,3 до

5,8 мг/100 г каротиноидов [4]. По данным Е.Е. Шишкиной, сорта облепихи с содержанием каротиноидов в плодах свыше 8 мг/100 г характеризуются как высоковитаминные по данному признаку [7].

Изучение факторов, определяющих концентрацию основных биологически активных соединений в плодах облепихи, является актуальной задачей.

Цель исследований заключалась в определении сроков созревания сортообразцов облепихи крушиновой с учетом динамики накопления в плодах каротиноидов.

Задачи исследований:

1) определить содержание каротиноидов в плодах сортообразцов облепихи в разные фазы развития;

2) установить оптимальные сроки сбора урожая плодов сортообразцов облепихи в зависимости от содержания каротиноидов;

3) распределить сорта и отборные формы облепихи по срокам созревания плодов с учетом динамики накопления каротиноидов.

Объекты и методы проведения исследований

Наблюдения проведены на полях экспериментально-производственного отделения № 4 НИИСС им. М.А. Лисавенко ФГБНУ ФАНЦА (далее НИИСС) в окрестностях г. Барнаула. Результаты получены по многолетним исследованиям. Зона – лесостепная, почва – выщелоченный чернозем. Схема размещения растений на участках сортоизучения 4,0×2,0 м.

Объектами исследований являлись 12 сортов и 14 гибридных форм облепихи селекции НИИСС.

Работу проводили по утвержденным методикам селекции и сортоизучения облепихи крушиновой [6, 7]. Биохимический анализ плодов проведен в лаборатории биохимии НИИСС.

Результаты исследований их обсуждение

Н.А. Ховалыг и Е.Ю. Торопова отмечают, что максимальное количество каротиноидов накапливается в фазу их созревания [8]. По результатам исследований Т.П. Яковлевой и др. накопление β-каротина в зрелых плодах облепихи происходит в сухую и теплую погоду во второй половине лета [3]. Авторы отмечают, что с усилением фотосинтетической активности растений идет повышение содержания каротиноидов, а

после достижения зрелости происходит перерезание плодов и начинается спад содержания каротиноидов.

По результатам наших многолетних наблюдений установлено, что все сортообразцы облепихи, за исключением сорта Чечек, в первый срок отбора проб (9 августа) превосходили контрольный сорт Чуйская по содержанию каротиноидов в плодах. Значения показателя варьировали от 7,07 мг/100 г у сорта Чечек до 45,99 мг/100 г у гибридной формы 779-81-5. По результатам оценки все исследуемые сортообразцы относятся к высококаротиноидным.

Однократный анализ на содержание каротиноидов в плодах не всегда позволяет объектив-

но провести оценку сортообразцов облепихи. Это хорошо видно по результатам исследований, в которых приведена динамика накопления и разрушения каротиноидов по сравнению с первым сроком анализа.

Сорта Чечек, Чуйская, Лучезарная, Чулышманка могли быть забракованы по результатам первого анализа за низкое содержание каротиноидов, однако повторные отборы показали, что у них до 10 сентября шло активное накопление каротиноидов, с незначительным снижением к 30 сентября (табл.). Сорт Чечек, имевший минимальные значения содержания каротиноидов в первый срок отбора проб, в 4,5 раза увеличил их к 10 сентября.

Таблица

Динамика накопления каротиноидов в плодах облепихи, мг%

Сортообразец	Содержание каротиноидов на 9.08, мг%	Процентное отношение к 1-му сроку анализа			
		19.08	31.08	15.09	30.09
Чуйская (к)	7,69	204,9	226,6	256,9	240,6
Живко	32,49	134,6	150,7	94,7	64,9
Лучезарная	5,40	167,8	220,6	245,6	245,6
Августина	8,80	147,3	169,7	123,7	120,7
Джемовая	22,18	178,4	214,9	123,1	99,8
Огниво	21,40	102,8	111,7	112,1	-
Иня	13,19	133,7	175,4	130,4	171,6
Чулышманка	20,18	145,1	151,9	166,1	121,2
Теньга	12,35	152,4	186,0	158,8	140,2
Чечек	7,07	334,4	391,1	454,7	334,8
Улала	16,52	158,9	173,7	178,9	140,5
Руэт	10,38	121,1	221,5	165,4	229,4
266-74-1	18,55	116,9	166,0	107,8	72,0
535-73-2	29,22	127,8	139,8	144,4	99,5
779-81-5	45,99	108,9	121,0	105,8	99,0
165-81-1	28,86	134,8	170,3	202,6	135,4
1431-85-1	22,13	126,1	132,4	76,9	57,3
347-85-1	30,73	107,4	83,1	77,6	59,3
1130-85-1	24,19	123,2	132,0	105,7	93,5
1320-86-9	14,49	119,0	196,4	158,9	121,5
586-86-2	26,56	129,0	124,5	92,9	78,5
1471-86-1	16,74	159,6	166,4	123,8	103,7
873-86-1	31,03	100,1	113,1	45,7	45,3
1186-87-1	27,13	109,7	103,7	85,9	75,6
1130-85-1	24,19	123,2	132,0	105,7	93,5

Сорта Живко, Августина, Джемоя и отборные формы 266-74-1, 779-81-5, 1431-85-1, 1130-85-1, 1320-86-9, 1471-86-1, 873-86-1, 1130-85-1 максимальные значения содержания каротиноидов имели к 31 августа. В следующие даты учета 10 и 30 сентября у данных сортообразцов отмечается снижение содержания каротиноидов. Динамика содержания каротиноидов у этих отборных форм показывает, что в случае переработки плодов на масло, уборку урожая необходимо завершить в 1-й декаде сентября.

Отборные формы 347-85-1, 586-86-2, 1186-87-1 можно отнести по срокам созревания к ультраранним, т.к. уже к 19 августа они имели наибольшие значения содержания каротиноидов в плодах, и в последующие даты отбора проб показывали значительное снижение данного показателя. Уборку урожая плодов данных гибридов необходимо завершить в 3-й декаде августа.

Сорта Лучезарная и Руэт накапливали каротиноиды до конца сентября. Данные сорта пригодны для поздних сроков уборки плодов, их можно отнести к сортам поздних сроков созревания. Анализируя динамику накопления каротиноидов, сорта Чечек, Чуйская, Лучезарная, Чулышманка, гибриды 535-73-2, 779-81-5, 1431-85-1, 1320-86-9, 1471-86-1, 873-86-1, 1130-85-1 можно отнести к сортообразцам средних сроков созревания.

Выводы

1. Все исследуемые сортообразцы облепихи относятся к высококаротиноидным.
2. Оценка динамики содержания каротиноидов в плодах облепихи позволяет установить оптимальные сроки сбора плодов для сортообразцов различных сроков созревания.
3. В результате проведенных исследований выявлены гибридные формы облепихи 347-85-1, 586-86-2, 1186-87-1 ультраранних сроков созревания, перспективные для дальнейшей селекции на ранний срок созревания плодов.
4. Сорта Лучезарная и Руэт перспективны для дальнейшей селекции на поздний срок созревания плодов.

Библиографический список

1. Zeb, A. (2004). Important Therapeutic Uses of Sea Buckthorn (*Hippophae*): A Review. *Journal of Biological Sciences*. 4: 687-693. DOI: 10.3923/jbs.2004.687.693.

2. Потапов, Ф. Ф. Отбор перспективных форм облепихи на Алтае / Ф. Ф. Потапов, З. Г. Гребцова, Л. Д. Агеева. – Текст: непосредственный // Витаминные растительные ресурсы и их использование. – Москва: Изд-во МГУ, 1977. – С. 267-271.

3. Яковлева, Т. П. Влияние метеорологических условий на биохимические процессы в плодах облепихи в период созревания / Т. П. Яковлева, А. А. Фролкова, Е. Ю. Филимонова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1 (75) – С. 28-31.

4. Ширко, Т. С. Биохимия и качество плодов / Т. С. Ширко, И. В. Ярошевич. – Минск: Наука ітэхніка, 1991. – 294 с.

5. Шишкина, Е. Е. Биохимический состав плодов облепихи / Е. Е. Шишкина. – Текст: непосредственный // Облепиха. – Москва: Лесная промышленность, 1978. – С. 173-177.

6. Пантелеева, Е. И. Селекция облепихи / Е. И. Пантелеева. – Текст: непосредственный // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1995. – С. 417-424.

7. Облепиха / В. Т. Кондрашов, Е. И. Пантелеева, И. П. Калинина, Л. А. Грюнер. – Текст: непосредственный // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1999. – С. 404-416.

8. Ховалы, Н. А. Динамика накопления нутриентов в плодах облепихи Республики Тыва / Н. А. Ховалыг, Е. Ю. Торопова. – Текст: непосредственный // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1380.

References

1. Zeb, A. (2004). Important Therapeutic Uses of Sea Buckthorn (*Hippophae*): A Review. *Journal of Biological Sciences*. 4: 687-693. DOI: 10.3923/jbs.2004.687.693.
2. Potapov F.F. Otbor perspektivnykh form oblepikhi na Altae / F.F. Potapov, Z.G. Grebtsova, L.D. Ageeva // Vitaminnye rastitelnye resursy i ikh ispolzovanie. – Moskva: Izd-vo MGU, 1977. – S. 267-271.
3. Iakovleva T.P. Vliianie meteorologicheskikh uslovii na biokhimicheskie protsessy v plodakh oblepikhi v period sozrevaniia / T.P. Iakovleva, A.A. Frolkova, E.Iu. Filimonova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – No. 1 (75). – S. 28-31.

4. Shirko T.S., Iaroshevich I.V. Biokhimiia i kachestvo plodov. – Minsk: Navuka i tekhnika, 1991. – 294 s.

5. Shishkina E.E. Biokhimicheskii sostav plodov oblepikhi / E.E. Shishkina // Oblepikha. – Moskva: Lesnaia promyshlennost, – 1978. – S. 173-177.

6. Panteleeva E.I. Seleksiia oblepikhi // Programma i metodika seleksii plodovykh, iagodnykh i orekhoplodnykh kultur. – Orel, 1995. – S. 417-424.

7. Kondrashov V.T., Panteleeva E.I., Kalina I.P., Griuner L.A., Oblepikha // Programma i metodika sortoizucheniia plodovykh, iagodnykh i orekhoplodnykh kultur. – Orel, 1999. – S. 404-416.

8. Khovalyg N.A., Toropova E.I. Dinamika nakopleniia nutrientov v plodakh oblepikhi Respubliki Tyva // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia. – 2014. – No. 6.



УДК 633.854.78:631.527.5.(574.42)

Н.В. Романова, С.В. Жаркова
N.V. Romanova, S.V. Zharkova

СОДЕРЖАНИЕ МАСЛА В СЕМЕНАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

OIL CONTENT IN SUNFLOWER SEEDS IN THE FOOTHILL ZONE OF THE EAST KAZAKHSTAN REGION

Ключевые слова: подсолнечник, гибрид, селекция, семена, масличность, содержание масла, выход масла, урожайность, среда испытания.

Представлены результаты изучения гибридов подсолнечника масличного в условиях предгорной зоны Восточно-Казахстанской области. Цель исследований – оценить гибриды по содержанию масла в семенах и выделить наиболее ценные по данному показателю. Исследования были проведены на базе ТОО «Опытное хозяйство масличных культур» в 2018-2020 гг. Объекты исследования – гибриды подсолнечника масличного иностранной селекции в сравнении с 2 гибридами казахской селекции Агробизнес-2050 и Астана-109. Нами было определено содержание масла в семенах образцов, а также сделан расчет сбора масла с единицы площади. Лучшей масличностью отличались гибриды среднеранней группы по всем годам исследования. В среднем содержание масла в группе среднеранних гибридов (51,5%) на 2,4% превысило показатель группы раннеспелых гибридов (49,1%). Вариабельность показателей содержания масла в группе раннеспелых гибридов сложилась достаточно широкой – от 40,0% (NS Gricko, 2020 г.) до 57,6% (Oliva, 2019 г.). В среднем за 3 года исследования наибольшая масличность семян в группе раннеспелых гибридов была у гибрида Oliva – 53,5%. По общему выходу масла с единицы площади стандарт Агробизнес-2050 (1,48 т/га) в группе раннеспелых гибридов превысили: Серко (1,57 т/га), Oliva (1,73 т/га), NS Romeo (1,76 т/га), NS Horizont (1,9 т/га). Выход масла является одним из главных показателей эффективности выращивания подсолнечника. Лучшие показатели по данному признаку имели гибрид из раннеспелой группы спелости NS Horizont (1,90 т/га) и ги-

брид из среднеранней группы NS Konstantin (1,87 т/га). Прибавка по выходу масла с единицы площади в сравнении с контролем у гибрида NS Horizont составила 0,42 т/га, у гибрида NS Konstantin – 0,19 т/га.

Keywords: sunflower, hybrid, selective plant breeding, seeds, oil content, oil yield, yielding capacity, test environment.

The research findings on oil-bearing common sunflower hybrids under the conditions of the foothill zone of the East Kazakhstan Region are discussed. The research goal is to evaluate the hybrids according to the oil content in the seeds and to identify the most valuable ones according to this index. The studies were carried out on the Experimental Farm for Oil-Bearing Crops from 2018 through 2020. The research targets were the hybrids of oil-bearing common sunflower of foreign selective breeding compared to 2 hybrids of Kazakhstan breeding - Agrobiznes-2050 and Astana-109. We determined the oil content in the seeds of the hybrids, and also calculated the oil yield per unit area. The hybrids of the middle early group had the best oil content on all years of the study. On average, the oil content in the group of medium early hybrids (51.5%) was by 2.4% higher than that in the group of early maturing hybrids (49.1%). The variability of oil content indices in the group of early maturing hybrids was quite wide, from 40.0% (NS Gricko, 2020) to 57.6% (Oliva, 2019). On average, over the three years of the study, the highest oil content of seeds in the group of early maturing hybrids was revealed in the Oliva hybrid and amounted to 53.5%. In terms of the total oil yield per unit area, the Agrobiznes-2050 standard variety (1.48 t ha) in the group of early-maturing hybrids was exceeded by the following hybrids: Serko (1.57 t ha), Oliva (1.73 t ha), NS Romeo (1.76 t ha), NS Horizont (1.9 t