

Влияние замораживания на содержание суммы каротиноидов в сортообразцах плодов облепихи различного эколого-географического происхождения

А.Я. Земцова¹, Ю.А. Зубарев¹, А.В. Гунин¹, Дж. Томас Морсель²

¹НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко

²UBF GmbH, Германия

anna-krysova@mail.ru, niilisavenko@yandex.ru, thomas.moersel@ubf-research.com

Аннотация. Определено содержание суммы каротиноидов в плодах сортообразцов облепихи различного эколого-географического происхождения. Выявлена закономерность накопления каротиноидов в плодах облепихи в зависимости от сроков сбора плодов. Исследовано изменение количества каротиноидов в процессе заморозки после 6 месяцев хранения. После хранения произошло снижение суммы каротиноидов у всех сортообразцов.

Ключевые слова: облепиха, сорта, экотипы, плоды, сумма каротиноидов, заморозка, хранение.

Облепиха – поливитаминное растение. В ее плодах в больших количествах содержатся каротиноиды, токоферолы (витамин Е), аскорбиновая кислота (витамин С), фенольные соединения (витамин Р). 100 г свежих плодов облепихи обеспечивают до полутора – двух суточных норм витаминов С и Р и более половины суточной потребности человека в витамине Е [1].

Многие из перечисленных веществ обладают защитными свойствами, то есть являются биологически активными. Каротиноиды облепихи, представленные в основном β-каротином, также обладают свойствами антиоксиданта, блокируют атомарный кислород, участвующий в образовании свободных радикалов. Прием β-каротина в больших дозах уменьшает риск развития рака и ишемической болезни сердца.

Большое влияние на содержание витаминов в плодах, в частности, облепихи оказывают условия выращивания и климатические условия [2]. Поэтому содержание каротиноидов в плодах облепихи различных эколого-географических групп неодинаково.

Плоды облепихи практически не используются для круглогодичного производства продуктов питания вследствие сезонности сырья. Замораживание является наиболее прогрессивным и надежным способом консервирования скоропортящейся растительной продукции, позволяющим обеспечить хранение плодово-ягодного сырья в течение всего года с максимальным сохранением его качества, непрерывную работу предприятий пищевой промышленности и общественного питания, сбалансировать питание населения в течение года [3]. Замораживание блокирует ряд окислительно-восстановительных процессов, убивает патогенную микрофлору, снижает активность свободной воды, находящейся в продуктах, что позволяет с большей эффективностью, чем при тепловом консервировании, сохранить органолептические свойства, биологически активные вещества, обуславливающие пищевую ценность [4].

В настоящее время интенсивно ведется селекционная работа по выведению новых сортов, характеризующихся улучшенными хозяйственно-биологическими признаками и химическим составом. Признанным мировым центром по селекции облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) является НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (г. Барнаул). В настоящее время селекционерами института на основе подвида *Hippophae rhamnoides ssp. mongolica* создано 48 сортов облепихи. Коллекция насчитывает более 700 сортообразцов, в геноме которых присутствуют источники из различных экологических групп (внутри подвида *mongolica*), в том числе с берегов рек Катунь, Чулышман, Чуя, из Бурятии и Красноярского края, а также имеются образцы, полученные с помощью химического мутагенеза. Наряду с сортообразцами местной селекции, коллекция представлена целым рядом инорайонных форм, принадлежащим к различным подвидам. Разнообразие генетического материала позволяет провести сравнительное изучение накопления биологически активных веществ в плодах различных подвидов и экологических групп, произрастающих в одинаковых почвенно-климатических условиях.

На основании этого целью настоящей работы являлось изучение влияния замораживания на содержание суммы каротиноидов в сортообразцах плодов облепихи различного эколого-географического происхождения.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в лаборатории технологии переработки плодов и ягод ФГБНУ «НИИСС» и в лаборатории UBF GmbH, Германия. Сбор материала для исследования осуществлялся на территории экспериментально-производственного отделения ФГБНУ «НИИСС».

В качестве объектов исследования выбраны плоды сортообразцов облепихи различного эколого-географического происхождения.

В пределах подвида *H. rhamnoides ssp. mongolica*:

42-68-2, Живко	Красноярская-22×саянский экотип;
Великан, Янтарная	Щербинки-1×катунский экотип;
Дар Катуня, Новость Алтая	катунский экотип;
Чуйская	чуйский экотип;
Чулышманка, Любимая	Щербинки-1×чулышманский экотип;
Заря Дабат	бурятский экотип;
Елизавета, Иня	сорта, полученные с помощью химического мутагенеза.

Из подвидов, отличных от *H. rhamnoides ssp. mongolica*:

Ютландская	ютландский экотип (<i>ssp. carpatica</i>);
Дунайская	дунайский экотип (<i>ssp. carpatica</i>);
КП-686	киргизский экотип (<i>ssp. turkestanica</i>).

Для определения суммы каротиноидов использовали мякоть плодов облепихи. Плоды отбирали в три срока (14 августа, 28 августа, 9 сентября). Определение суммы каротиноидов проводили колориметрическим методом при длине волны 450 нм [5, 6, 7].

Свежие плоды подвергали быстрому замораживанию в стационарной морозильной камере при температуре ниже криоскопической с последующим хранением в течение 6 месяцев при температуре – 18 °С и относительной влажности воздуха 90–95 % в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53956-2010 «Фрукты быстрозамороженные. Общие технические условия» [8].

Результаты и их обсуждение

При изучении пищевой ценности свежих и замороженных плодов облепихи установлено, что показатели химического состава варьируют в зависимости от сортовых особенностей сырья. В среднем содержание каротиноидов в свежих плодах изменялось от 4,81 (Дунайская) до 42,69 мг/100 г (Ютландская), со средним значением 19,67±2,41 мг/100 г и большим коэффициентом вариации 47,53%.

Максимальное содержание каротиноидов отмечено у ютландского экотипа – 42,69±0,55 мг/100 г. В группах киргизского и дунайского экотипов содержание каротиноидов было минимальным и составило 6,88±0,63 и 4,81±0,00 мг/100 г. Высокое значение суммы каротиноидов также отмечено в группе Красноярская-22×саянский экотип и составило 29,79±6,10 мг/100 г.

Динамика накопления количества каротиноидов во время созревания плодов была рассмотрена в три срока. В первый срок сбора плодов содержание суммы каротиноидов изменялось от 17,16 до 36,82 мг/100 г со средним значением по сортам 23,03±2,12 мг/100 г и коэффициентом вариации 29,13%, что характеризует высокую сортовую изменчивость данного признака. Максимальное накопление каротиноидов отмечено у сортообразца 42-68-2. Значения по этому признаку выше среднего отмечено у четырех сортообразцов: 42-68-2, Живко, Новость Алтая, Чулышманка.

Среднее содержание суммы каротиноидов в плодах всех изученных сортообразцов облепихи во второй срок отбора проб составило 20,35±2,48 мг/100 г, с размахом варьирования от 6,25 до 43,23 мг/100 г, коэффициент вариации 45,65%. У большинства сортов содержание каротиноидов было ниже среднего значения. Сортообразцы 42-68-2, Живко, Любимая, Чулышманка, Ютландская находились выше уровня среднего содержания суммы каротиноидов (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание суммы каротиноидов в свежих плодах облепихи в процессе созревания

Экотипы	Сорт, гибрид	Сумма каротиноидов, мг/100 г		
		I срок	II срок	III срок
Чуйский	Чуйская	18,90	15,68	16,62
Красноярская-22 х саянский	42-68-2	36,82	32,73	29,14
	Живко	28,89	28,56	22,59
Щербинка-1 х катунский	Великан	-	12,49	18,35
	Янтарная	-	16,66	16,01
Катунский	Дар Катуня	18,39	17,18	18,41
	Новость Алтая	26,53	15,86	17,30
Мутанты	Елизавета	19,52	19,24	15,39
	Иня	18,53	15,69	15,07
Щербинка-1 х чулышманский	Любимая	17,17	22,29	19,61
	Чулышманка	28,34	22,96	21,34
Ютландский	Ютландская	-	43,23	42,14
Бурятский	Заря Дабат	17,16	16,09	14,86
Киргизский	КП-686	-	6,25	7,51
Дунайский	Дунайская	-	-	4,81
X±m		23,032,12	20,35±2,48	18,61±2,24
min-max		17,16-36,82	6,25-43,23	4,81-42,14
V, %		29,13	45,65	46,58

В третий срок сбора плодов среднее содержание суммы каротиноидов в плодах составило 18,61±2,24 мг/100 г, что на 4,42 мг/100 г меньше по сравнению с первым сроком и на 1,74 мг/100 г со вторым сроком. Содержание суммы каротиноидов варьировало от 2,70 до 28,01 мг/100 г. Содержание каротиноидов выше среднего значения отмечено у четырех сортообразцов: 42-68-2, Живко, Чулышманка, Ютландская. В первый срок отбора плодов содержание каротиноидов у большинства сортов было выше, чем в последующие.

Содержание суммы каротиноидов в мякоти плодов облепихи после 6 месяцев хранения в замороженном виде варьировало по сортам от 2,70±0,00 до 28,01±0,70 мг/100 г. Высокое содержание наблюдалось в мякоти плодов облепихи сортообразцов 42-68-2 (28,01±0,70 мг/100 г), Ютландская (23,97±1,44 мг/100 г) и Живко (20,59±3,93 мг/100 г). Минимальное в сортах Дунайская (2,70 мг/100 г) и КП-686 (4,51±0,89 мг/100 г). Большинство сортообразцов по этому значению находились на уровне ниже среднего значения (<13,09±1,82 мг/100 г) (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание суммы каротиноидов в свежих плодах и после 6 месяцев хранения

Экотипы	Сорт, гибрид	Сумма каротиноидов, мг/100 г			
		В свежих плодах		После 6 месяцев хранения	
Чуйский	Чуйская	17,07±0,96	17,07±0,96	11,26±0,43	11,26±0,43
Красноярская-22 х Саянский	42-68-2	32,90±2,22	29,79±6,10	28,01±0,70	24,30±3,71
	Живко	26,68±2,05		20,59±3,93	
Щербинка-1 х Катунский	Великан	15,42±2,93	15,88±0,90	9,02±0,81	9,67±0,66
	Янтарная	16,34±0,33		10,33±1,37	
Катунский	Дар Катуня	18,00±0,41	18,95±1,86	7,88±3,99	11,50±3,62
	Новость Алтая	19,90±3,34		15,11±1,09	
Мутанты	Елизавета	18,05±1,33	17,24±1,59	10,12±0,43	11,47±1,35
	Иня	16,43±1,07		12,82±1,24	
Щербинка-1 х Чулышманский	Любимая	19,69±1,48	21,95±4,43	14,01±0,35	16,04±2,03
	Чулышманка	24,21±2,12		18,06±1,36	
Ютландский	Ютландская	42,69±0,55	42,69±0,55	23,97±1,44	23,97±1,44
Бурятский	Заря Дабат	16,04±0,66	16,04±0,66	8,01±0,89	8,01±0,89
Киргизский	КП-686	6,88±0,63	6,88±0,63	4,51±0,89	4,51±0,89
Дунайский	Дунайская	4,81	4,81	2,7	2,7
X±m		19,67±2,41	19,13±3,43	13,09±1,82	13,65±2,58
min-max		4,81-42,69	4,81-42,69	2,70-28,01	2,70-24,30
V, %		47,53	56,72	53,92	59,80

Анализ каротиноидного состава в разрезе экотипов после хранения, показал значительные отличия в мякоти плодов облепихи ютландского и Красноярская 22×саянский экотипов, которые выражались в высоком содержании суммы каротиноидов. Для дунайского и киргизского экотипов значение суммы каротиноидов было низким.

Содержание суммы каротиноидов в бурятском, катунском, чуйском, Щербинка-1×катунский, Щербинка-1×чулышманский экотипах, а также в сортах, полученных с помощью химического мутагенеза варьировало от $8,01 \pm 0,89$ до $16,04 \pm 2,03$ мг/100 г и незначительно отличались от среднего значения по этому признаку.

Заключение

После 6 месяцев хранения произошло снижение содержания суммы каротиноидов по всем сортообразцам в среднем на 36,5%. Минимальное снижение (на 18,9%) этого вещества наблюдалось среди высококаротиноидных сортообразцов 42-68-2 и Живко (Красноярская 22×саянский экотип). В плодах сорта Заря Дабат количество каротиноидов уменьшилось в два раза. В первый срок отбора плодов содержание каротиноидов у большинства сортов было выше, чем в последующие.

Список литературы

1. Шишкина Е.Е. Биохимический состав плодов облепихи / Облепиха. – М.: Изд-во Лесная промышленность, 1978. – С. 173–177.
2. Потапов Ф.Ф. Отбор перспективных форм облепихи на Алтае / Ф.Ф. Потапов, З.Г. Гребцова, Л.Д. Агеева // Витаминные растительные ресурсы и их использование. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – С. 267–271.
3. Филимонова Е.Ю. Применение общих принципов предохранения сырья от порчи при консервировании плодов облепихи / Ползуновский вестник, 2013. – № 4–4. – С. 104–108.
4. Берестова А.В., Зинюхин Г.Б., Манеева Э.Ш. Особенности криообработки растительного сырья / Вестник Оренбургского государственного университета, 2015. – № 9. – С. 130–136.
5. ГОСТ 8756.22 – 80 (СТ СЭВ 6519 – 88). Методика определения каротина.
6. Isolierung des Unverseifbaren DGF-Einheitsmethoden F-II 1 (75).
7. Gewinnung und quantitative Bestimmung des Gesamtcarotins DGF-Einheitsmethoden F-II 2a (75).
8. ГОСТ Р 53956-2010. Фрукты быстрозамороженные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2011. – 20 с.

Influence of freezing on the amount of carotenoids in fruits of sea buckthorn varieties of different ecological and geographical origin

A.J. Zemtsova, Y.A. Zubarev, A.V. Gunin, Jörg-Thomas Mörsel.

Abstract. The content of the amount of carotenoids in fruits of seabuckthorn accessions of different ecological and geographical origin have been determined. The regularity of accumulation of carotenoids in fruits of sea buckthorn, depending on the timing of collection of fruits have been found out. The change in the amount of carotenoids in the freezer after 6 months of storage was noted. The amount of carotenoids in all samples after storage have been decreased.

Key words: seabuckthorn, varieties, ecotypes, fruits, carotenoids, freezing, storage.