

ДИНАМИКА АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ПЛОДАХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

¹Сабарайкина С.М., ²Сорокопудов В.Н., ¹Коробкова Т.С., ²Сорокопудова О.А.

¹ УРАН ИБПК СО РАН (Учреждение Российской Академии Наук Институт Биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской Академии наук); 677013 Республика Саха (Якутия), г. Якутск, пр. Ленина 41), E-mail: sabaraikina@mail.ru

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет (308015 Россия г. Белгород. ул. Победы 85) E-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Аннотация: Установлено, что ягоды дикорастущей красной смородины на стадии биологической зрелости содержат $51,6 \pm 0,1$ мг/% витамина С, а ягоды инорайонного вида смородины темно-пурпуровой содержат меньше витамина С – $45 \pm 0,2$ мг/%. Количество витамина С в ягодах черной смородины составляет $93 \pm 0,3$ мг/%. В условиях Якутии максимальное количество витамина С выявлено на стадии неполной зрелости ягод. К моменту полного созревания ягод количество аскорбиновой кислоты резко снижается. Одной из причин резкого снижения может быть климат Якутии. Июнь и июль в Якутии характеризуются высокой температурой $+35^{\circ}\text{C}$ и отсутствием осадков. Лучшим способом хранения ягод и плодов оказался метод быстрого замораживания. В процессе хранения в замороженном состоянии сохранность витамина С составляет 66–88 % от исходного содержания в свежих плодах даже после 6 месяцев. В результате этого замороженные ягоды и плоды можно использовать как дополнительный источник биологически активных веществ. Из всех исследованных видов и сортов древесных растений только плоды шиповника оказались устойчивыми к воздействию окислительных ферментов и в ходе сушки не теряют витамин С.

Ключевые слова: смородина, шиповник, яблоня, рябина, плоды, аскорбиновая кислота, динамика, сохранность.

DYNAMICS OF ASCORBIC ACID IN FRUITS OF TREES AND SHRUBS IN THE CONDITIONS OF YAKUTIA

¹Sabaraikina S.M., ²Sorokopudov V.N., ¹Korobkova T.S., ²Sorokopudova O.A.

¹The Siberian Branch of the Russian Academy of Science (Establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of Biological problems the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences),; 677013 Republic Sakha (Yakutia), Yakutsk, Lenin's 41 avenue), E-mail: sabaraikina@mail.ru

²The Belgorod state national research university(308015 Russia Belgorod. Street of the Victory 85) E-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Abstract: It is established that wild red currant berries on the stage of biological maturity contain $51,6 \pm 0,1$ mg /% vitamin C, berries and currants inorayonnogo kind of dark purple, contain less vitamin C – $45 \pm 0,2$ mg /%. The amount of vitamin C in the berries of black currant was $93 \pm 0,3$ mg /%. In Yakutia, the maximum amount of vitamin C found in an incomplete stage of maturity. By the time of full maturity amount of ascorbic acid is significantly reduced. One reason for the sharp decline may be the climate of Yakutia. June and July in Yakutia is characterized by high temperatures and lack of 35°C rain. The best way to store fruits and berries found a method of rapid freezing. During storage in the frozen state preservation of vitamin C is 66–88 % of the initial content in fresh fruits, even after 6 months. As a result, frozen berries and fruits can be used as an additional source of biologically active substances. Of all the investigated species and cultivars of woody plants only hips were resistant to the effects of oxidative enzymes during drying and does not lose the vitamin C.

Keywords: ribes, rosa, malus, sorbus, fruit, ascorbic acid, dynamics and safety.

Плоды и ягоды древесно-кустарниковых растений характеризуются высоким уровнем содержания и сбалансированным соотношением сахаров, кислот, минеральных

соединений, аминокислот, витаминов. Многие витамины, содержащиеся в ягодах, обладают выраженными антиоксидантными свойствами, способны ингибировать и регулировать процессы окисления липидов, белков, нуклеиновых кислот. Поэтому в последнее время для борьбы со многими болезнями и восстановления функций организма в качестве диетических и лечебных продуктов питания стали предлагать употребление свежих и замороженных плодов и ягод.

Среди большого разнообразия кустарников, произрастающих на территории Якутии, шиповник и смородина занимают особое место.

Шиповник (*Rosa*) относится к дикорастущим растениям семейства Розоцветные (*Rosaceae*), стебли которого в большинстве случаев имеют острые шипы. Высота кустарника в условиях Якутии составляет 1–2 м. Листья непарноперистые, с прилистниками, часто приросшими к черешку. Цветки обоеполые, одиночные или собраны в зонтиковидные метельчатые соцветия. Венчик цветка пятилепестковый, имеет розовую окраску. Плоды по форме бывают шаровидные, овальные, грушевидные, бутылочные и плоско-округлые. Окраска плода в период полной зрелости – красная, оранжевая, черная. Плоды содержат много семян (до 100 штук и выше). Созревают плоды в августе-сентябре. Шиповник – скороплодный кустарник, вступающий в плодоношение на 3–4-й год. Наивысшие урожаи дает в возрасте 6–7 лет. Средний урожай – от 1 до 4 кг с куста. Плоды шиповника богаты большим содержанием биологически активных веществ, в частности, витамина С, или аскорбиновой кислоты, и витамина Р, по количеству которых шиповник занимает первое место, а также благодаря высокому содержанию каротиноидов, флавоноидов, витаминов К, В2, Е. Все виды шиповника светолюбивы, хорошо плодоносят лишь на открытых солнечных местах.

В Якутии естественно произрастают 4 вида шиповника – роза иглистая *Rosa acicularis* Lindl, роза тупоушковая *R. amblyotis* С.А. Mey, роза даурская *R. davurica* Pall, роза майская *R. majalis* Herrm., которые несмотря на широкий ареал, изучены все еще недостаточно [4,6]. В Якутском ботаническом саду с 1958 г. было испытано 84 вида роз, 12 сортов и 11 форм различного географического происхождения [3].

На данное время в коллекции Якутского ботанического сада произрастает 5 видов роз инорайонного происхождения: *Rosa amblyotis* С.А. Mey, *R. majalis* Herrm, *R. beggeriana* Schrenk, *R. glabrifolia* С.А.Мey.ex Rupr, *R. rugosa* Thunb.

Смородина относится к дикорастущим растениям семейства Крыжовниковые (*Grossulariaceae*), рода смородина (*Ribes*). Высота кустарника в условиях Якутии составляет 1–1,75 м. Листья простые, 5-лопастные, с длинными листовыми черешками. Цветки обоеполые, собраны в кисть. Венчик цветка пятилепестковый имеет светло-

зеленую, розовую или бордовую окраску. Плоды по форме бывают шаровидные и овальные. Окраска плода в период полной зрелости – черная и красная. Созревают плоды в июле. Смородина вступает в плодоношение на 4–5-й год. Наивысшие урожаи дает в возрасте 7 лет. Средний урожай – от 1 до 6 кг с куста. Установлено, что несколько ягод смородины содержат такое количество витаминов, сахаров, пектиновых и дубильных веществ, органических кислот, минеральных солей, которое восполняет суточную потребность организма.

В Якутии естественно произрастают 7 видов смородины – смородина малоцветковая *Ribes pauciflorum*, смородина моховка *Ribes procumbens* Pall, смородина дикуша *Ribes dikuscha* Fisch. Ex Turcz, смородина душистая *Ribes fragrans* Pall., смородина голенькая *Ribes glabellum* (Trautv.ex C.A.Mey) Hedl., смородина Пальчевского *R. palczewskii* Pojark и смородина печальная *R. triste* Pall. В Якутском ботаническом саду с 1960 г кроме дикорастущих видов было испытано 10 видов, 20 сортов инорайонного происхождения.

Кроме смородин и шиповника в якутском ботаническом саду интродукционное испытание прошли 222 вида растений. Из них для исследований нами были выбраны наиболее акклиматизировавшиеся виды инорайонных растений.

Рябина – листопадное дерево из семейства Розоцветные (*Rosaceae*), рода Рябина (*Sorbus*). Высота 4 м. Ствол прямой. Молодые ветки опушены, серого или красновато-коричневого цвета. Кора гладкая, серая. Почки войлочно-пушистые. Листья очередные, на черешках, с 11–23 продолговатыми листочками, покрыты у основания железками. Молодые листья снизу опушенные, поздние-голые. Плоды – ягодообразные шаровидные, терпкие, слегка горьковатые на вкус, но после первых заморозков они становятся более вкусными и сладкими. Цветет рябина в мае-июне, а плоды созревают к сентябрю. В плодах рябины найдено большое количество аскорбиновой кислоты, а также: каротин, эфирное масло, витамин Р, лимонная и яблочная кислоты, дубильные и горькие вещества, пигменты, сахар, антибактериальные вещества, спирт сорбит. Также аскорбиновая кислота содержится и в листьях рябины [2].

В Якутии естественно произрастает рябина сибирская *Sorbus sibirica* Hedl. Распространена рябина по всей территории, кроме Арктических районов. В якутском ботаническом саду проходили испытания 17 видов. Большинство вымерзло в первые годы, сейчас в коллекции растут 3 вида: *S. aucuparia* L., *S. sambucifolia* (Cham.& Schlecht.) M. Roem, *S. sibirica* Hedl..

Яблоня – листопадное дерево семейства Розоцветные (*Rosaceae*), рода Яблоня (*Malus*). Высота в условиях Якутии достигает 4 м, диаметр ствола 40 см. Крона раскидистая. Ствол с серой растрескивающейся корой. Старые ветви серые, более

молодые ветки бурые. Листья простые, очередные, длинночерешковые, широкояйцевидные или округлые, с пильчато-зубчатыми краями, молодые – с курчавым войлочным опушением. Зрелые листья голые, сверху темно-зеленые или ярко-зеленые, а снизу – бледно-зеленые, матовые. Цветки яблони довольно крупные, правильные, на длинных цветоножках, собраны в малоцветковые щитки, располагающиеся на укороченных плодовых побегах. Цветение яблони происходит одновременно с распусканием листьев в конце мая. Чашечка из пяти листочков, остающихся при плодах тычинок, лепестки белые или розовые. Пестик один, с нижней пятигнездной завязью. Чашечка, венчик и тычинки прикреплены к верхнему краю разросшегося цветоложа – гипантия [4]. Плоды яблони шаровидные, красного цвета. Вкус плодов кислый. Плоды яблони содержат безазотистые, экстрактивные вещества, белок, катехины, органические кислоты (винная, лимонная, яблочная, арабиновая, хлорогеновая, салициловая, борная, аскорбиновая), пектиновые, дубильные и красящие вещества, каротин, витамины группы В, клетчатку, сахара, органические соединения железа и фосфора, железо, калий, медь, марганец, жирные и эфирные масла, фитонциды, флавоноиды. В состав эфирного масла входят сложные эфиры амилового спирта, с каприловой, капроновой, муравьиной и уксусной кислотами. В семенах найдено жирное масло, гликозид амигдалин, в листьях - витамин С. Кожура яблок содержит [9] флавоноиды (гиперин, кверцетин, кверцитрин, изокверцитрин, рутин, нарингенин).

В Якутском ботаническом саду проходили испытания 28 видов и 2 гибрида. Сейчас в коллекции произрастают 4 вида яблони: *Malus baccata* (L.) Borkh, *M. zumi* (Mats.) Rehd., *M. mandschurica* (Maxim.) Kom., *M. sylvestris* Mill.

Барбарис кустарник рода Барбарис (*Berberis*) семейства Барбарисовые (*Berberidaceae*). Высота в условиях Якутии достигает 1–1,2 м. Ветви прямые, слабоветвистые, стоячие, ребристые, желтоватые, позднее серые. Почki красные или бурые, длиной до 1,5 мм, острые. Листья перепончатые, эллиптические или обратно-яйцевидные, длиной до 12 см, шириной 5 см, по краю мелко-колючезубчатые, матовые, летом светло-зелёные, осенью пурпуровые, тёмно-красные. Колючки желтоватые, обычно трёхраздельные, длиной до 3 см, на стерильных побегах длиннее; на однолетних порослевых побегах, особенно ближе к основанию, часто 4–5-, а иногда и 7-раздельные, цилиндрические или утолщённые и плоские; у порослевых побегов нижние колючки листовидно расширенные. Соцветия кистевидные, длиной до 10 см, 10–25-цветковые. Цветки повислые, на цветоножках длиной до 1 см, бледно-жёлтые. Чашелистики обратно-яйцевидные; лепестки на верхушке выемчатые. Ягоды эллипсоидальные, длиной около 1 см, ярко-красные [1].

В Якутском ботаническом саду проходили испытания 35 видов. Большинство вымерзло в первые годы, сейчас в коллекции растут 3 вида: *B. amurensis* Maxim, *B. sibirica* Pall., *B. koreana* Palib.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на базе якутского ботанического сада ИБПК СО РАН с 2002 по 2011 г. На содержание аскорбиновой кислоты нами были проанализированы отобранные формы дикорастущих видов *Ribes glabellum*, *R. pauciflorum*, *R. palczewskii*. Сорта черной смородины: Бирюсинка, Альго, Омская, Приморский чемпион, Сеянец Голубки. Шиповники *Rosa acicularis* Lindl, с черными, фиолетовыми, красными плодами и *R. davurica* Pall. Инорайонные виды: смородина темно-пурпуровая *Ribes atropurpureum* Hedl., яблоня ягодная (*Malus baccata*), яблоня сибирская (*Malus sibirica*), барбарис амурский (*Berberis amurensis*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*).

Исследования ягод и плодов проводились согласно общепринятым методикам [5]. Количественное содержание витамина С в плодах проводили до созревания ягод, в момент сбора урожая и после 6 месяцев хранения в морозильной камере согласно [5]. Содержание аскорбиновой кислоты определяли методом титрования с использованием 2,6-дихлорфенолиндофенола (краска Тильманса ГОСТ 24556-89). Замораживание плодов проводили согласно ГОСТ 29187-91. Плоды хранили при температуре ниже -18 °С [8].

Результат исследований и их обсуждение

Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах дикорастущей красной смородины на момент сбора урожая составило в среднем $51,6 \pm 0,1$ мг/%, в ягодах черной смородины выявлено $93 \pm 0,3$ мг/% витамина С (табл.). На основании литературных источников оказалось, что содержание витамина С в ягодах красной смородины соответствует средним значениям. Количество витамина С в ягодах черной смородины оказалось меньше в 3 раза [6]. Инорайонный вид смородина темно-пурпуровая содержала $45 \pm 0,2$ мг/%.

Плоды шиповника содержали в среднем $572 \pm 0,3$ мг%. Максимальное количество витамина С обнаружено у *Rosa acicularis* форма с красными плодами и *R. davurica* ($704 \pm 0,2$ мг%). Наименьшее количество витамина С содержалось у *Rosa acicularis* форма с фиолетовыми плодами. Полученные данные при сравнении с литературными источниками соответствовали среднему значению [10].

У инорайонных культур содержание витамина С оказалось намного ниже по сравнению с литературными данными [7,8]. У яблони выявлено 40 мг/% (в других регионах до 60 мг%) аскорбиновой кислоты, у барбариса 40 мг/% (в других регионах до 172 мг%) аскорбиновой кислоты, у рябины 48 мг/% аскорбиновой кислоты (в других регионах 76–100 мг%).

В свежем виде ягоды и плоды долго не хранятся. Существует много способов хранения ягод и плодов. Сушка, заморозка, хранение в виде компотов, сиропов, варенья и джемов.

Нами заложен опыт по определению наилучшего способа хранения ягод. Собранный урожай ягод было разделен на 4 части. Из одной части ягод сварили варенье, другую часть сохранили в виде сиропа, третью высушили. Для приготовления варенья ягоды засыпали в горячий сахарный сироп. Варенье готовилось на медленном огне 30 мин. Для приготовления сиропа ягоды заливались горячим сахарным сиропом, банки закупоривались и хранились в течение 2 недель при комнатной температуре. Сушку ягод проводили в духовке при температуре 80–90° С.

В виде варенья ягоды *Ribes palczewskii* сохранили 25±0,19 мг%, *Ribes glabellum* – 26 мг% витамина С. В сиропе из ягод *Ribes palczewskii* сохранилось 30±0,12 мг%, *Ribes glabellum*- 30±0,41 мг% витамина. В результате сушки ягоды *Ribes palczewskii* сохранили 18±0,33 мг%, *Ribes glabellum* – 16±0,91 мг%.

Четвертая часть ягод была помещена в морозильную камеру, сразу после сбора при температуре ниже -18 °С. Через полгода после замораживания было проведено измерение количественного содержания витамина С в ягодах и плодах. Нами было установлено, что среднее содержание аскорбиновой кислоты в ягодах красной смородины после хранения оказалось равным 30,26±0,16 мг%. Самая большая потеря витамина С отмечена для черной смородины – 85,46±0,29 мг/% от исходного (табл).

Вид	Содержание витамина С, мг%		
	стадия неполной зрелости ягод	после сбора урожая	через 6 месяцев после заморозки
<i>Ribes glabellum</i>	51,61±0,12	34,21±0,24	30,26±0,16
<i>R. palczewskii</i>	43,32±0,11	35,04±0,21	32,45±0,19
<i>R. atropurpureum</i>	50,87±0,14	45,75±0,22	40,05±0,28
<i>R. pauciflorum</i>	150±0,33	93,33±0,21	85,46±0,29

Бирюсинка	101,6±0,15	73,34±0,18	73,66±0,21
Альго	93±0,13	50,73±0,11	49,75±0,16
Омская	100±0,27	73,56±0,14	72,03±0,13
Приморский чемпион	106,03±0,24	86,05±0,17	85,02±0,38
Сеянец Голубки	83,05±0,11	65,97±0,34	63,72±0,14
<i>Rosa acicularis</i>			
Форма с красными плодами	860±0,1	704±0,1	698±0,1
Форма с фиолетовыми плодами	560±0,1	352±0,2	312±0,1
Форма с черными плодами	749±0,1	528±0,1	499±0,1
<i>R. davurica</i>	859±0,4	704±0,2	643±0,2
<i>Malus baccata</i>	45±0,2	35±0,2	30±0,1
<i>Malus sibirica</i>	53±0,2	45±0,2	43±0,2
<i>Berberis amurensis</i>	68±0,2	40±0,1	37±0,2
<i>Sorbus aucuparia</i>	51±0,2	48±0,2	45±0,1

ВЫВОДЫ

1. Ягоды дикорастущей красной смородины на стадии биологической зрелости содержат 51,6±0,1 мг/% витамина С. Ягоды инорайонного вида смородины темно-пурпуровой содержат меньше витамина С – 45±0,2 мг/%. Количество витамина С в ягодах черной смородины составляет 93±0,3 мг/%. В условиях Якутии максимальное количество витамина С выявлено на стадии неполной зрелости ягод. К моменту полного созревания ягод количество аскорбиновой кислоты резко снижается. Одной из причин резкого снижения может быть климат Якутии. Июнь и июль в Якутии характеризуются высокой температурой +35° С и отсутствием осадков.

2. Лучшим способом хранения ягод и плодов оказался метод быстрого замораживания. В процессе хранения в замороженном состоянии сохранность витамина С составляет 66–88 % от исходного содержания в свежих плодах даже после 6 месяцев. В результате этого замороженные ягоды и плоды можно использовать как дополнительный источник биологически активных веществ.

3. Из всех исследованных видов и сортов древесно-кустарниковых растений только плоды шиповника оказались устойчивыми к воздействию окислительных ферментов и в ходе сушки не теряют витамин С. Вследствие этого плоды шиповника можно сушить. Сбор плодов шиповника следует начинать, не дожидаясь полной их зрелости. Достаточно, чтобы они стали оранжево-красными. В этой стадии плоды не мнутся, не плесневеют и меньше теряют витаминов. Для хранения их нужно просушить в печах, овощесушилках или духовках при температуре 80–90 °С, тогда сохраняется до 80 % витамина. Сушить плоды следует не позднее, чем через 12–15 часов после сбора, иначе витамины начнут разрушаться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. М.;Л.: Изд-во Академии Наук СССР, 1954. Т. III. Покрытосеменные. Семейства Троходендроновые – Розоцветные. Род 3. Барбарис – *Berberis L.* С. 66-67.
2. Леснов П. А. Рябина // Химия и жизнь. 1979. № 10. С. 46-48.
3. Петрова А.Е, Романова А.Ю., Назарова Е.И. Интродукция деревьев и кустарников в Центральной Якутии. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2000. 269 с.
4. Определитель высших сосудистых растений Якутии. Новосибирск: Наука, Сиб.отд-ние, 1974. 544 с.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск, 1999. 496 с.
6. Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 328 с.
7. Романовский В.Е., Синькова Е.А., Витамины и витаминотерапия. Ростов на Дону: Феникс, 2000. 320 с.
8. Справочник технолога плодоовощного консервного производства. М., 1983. 408 с.
9. Турова А., Сапожникова Э. О пользе яблок // Наука и жизнь. 1988. №8. С. 64-67.
10. Флора СССР. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1945. Т.9. С. 226-270.

Рецензенты:

Ткаченко И.К., д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры анатомии и физиологии живых организмов Биолого-химического факультета Белгородского государственного университета Министерства образования и науки РФ, г. Белгород.

Лазарев А.В., д.б.н., доцент, профессор кафедры биоценологии и экологической генетики Биолого-химического факультета Белгородского государственного университета Министерства образования и науки РФ, г. Белгород.