

Литература

1. Природные антиоксиданты – надежная защита человека от опасных болезней и старения / Я.И. Яшин, В.Ю. Рыжнев, А.Я. Яшин [и др.]. – М.: Транслит, 2009. – 124 с.
2. Хасанова С.Р. Сравнительное изучение антиоксидантной активности растительных сборов // Вестн. ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация. – 2007. – № 1. – С. 163–166.
3. Pomelo [Электронный ресурс] // <http://en.wikipedia.org/wiki/Pomelo>.
4. Количественный химический анализ растительного сырья / В.И. Шарков, Н.И. Куйбина, Ю.П. Соловьева [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 76 с.
5. Сравнение методов определения редуцирующих веществ / А.В. Вешняков, Ю.Г. Хабаров, Н.Д. Камакина [и др.] // Химия раст. сырья. – 2008. – № 6. – С. 47–50.
6. Сирота Т.В. Использование нитросинего тетразолия в реакции автоокисления адреналина для определения активности супероксиддисмутазы // Биомедицинская химия. – 2013. – Т. 59. – Вып. 4. – С. 399–410.



УДК 630*161

О.М. Евтухова, Т.Н. Сафронова

МЕЖПОПУЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПЛОДОВ КАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VIBURNUM OPULUS* L.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

В статье представлен межпопуляционный анализ химических признаков плодов калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.), произрастающей в Красноярском крае. Выявлено увеличение изменчивости химических признаков в зависимости от зоны произрастания (с севера на юг). Данная особенность, по мнению авторов, связана с условиями теплообеспеченности и увлажнения воздуха пунктов сбора материалов, а также с характерными почвенными условиями.

Ключевые слова: калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), природные популяции, химический состав, почвенные условия, Красноярский край.

О.М. Evtukhova, T.N. Safronova

THE INTER-POPULATION ANALYSIS OF THE FRUIT CHEMICAL INDICATORS OF THE GUELDER-ROSE ORDINARY (*VIBURNUM OPULUS* L.) GROWING IN THE KRASNOYARSK TERRITORY

The inter-population analysis of the fruit chemical indicators of the guelder-rose ordinary (*Viburnum opulus* L. in article.) growing in the Krasnoyarsk Territory is presented in the article. The increase in variability of the chemical indicators depending on the growth zone (from the north to the south) is revealed. This peculiarity, according to authors' opinion, is connected with the conditions of heat availability and air moistening in the points of collecting materials, as well as with characteristic soil conditions.

Key words: guelder-rose ordinary (*Viburnum opulus* L.), natural populations, chemical composition, soil conditions, Krasnoyarsk Territory.

Введение. Калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.) распространена почти по всей территории Восточно-Европейской равнины. Выполняя важные природные функции, она находит самое широкое применение в хозяйственной деятельности. Калина является объектом повышенной эксплуатации, испытывая на себе последствия хозяйственного воздействия на экосистемы. Кроме того, калина обыкновенная выполняет важнейшие почвозащитные функции, широко применяется в народной и официальной медицине, а также пищевой и перерабатывающей промышленности [1, 2, 3, 4, 10].

Однако рациональное использование плодов калины невозможно без ясных знаний их эколого-биологических особенностей, в частности, без тщательного изучения внутривидового биоразнообразия, основанного, прежде всего, на оценке эколого-географической изменчивости химического состава ягод, представляющих наибольший практический интерес. Литературные исследования свидетельствуют о том, что плоды калины имеют повышенную пищевую ценность [3–7, 10]. Анализ литературных данных показал, что химический состав плодов калины обыкновенной, собранных на территории Красноярского края, недостаточно изучен.

Цель исследований. Анализ межпопуляционной изменчивости химического состава плодов калины обыкновенной, произрастающей в Красноярском крае.

Задачи исследований. Изучение химического состава плодов калины, произрастающих в разных природных зонах Средней Сибири; установление зависимости между значениями изменчивости этих признаков.

Материалы и методы исследований. В работе использовался свежий материал, собранный в фазу полного созревания плодов (конец сентября и начало октября 2011–2013 гг.). Сбор плодов калины был проведен в популяциях вида, произрастающих в разных природных зонах Средней Сибири. Первая из популяций находится на юго-восточной окраине ареала калины обыкновенной в регионе – в окрестностях пос. Танзыбей (северный макросклон Саянских гор, черневая тайга) Ермаковского района Красноярского края; вторая популяция расположена вблизи с. Притубинское (южная лесостепь) Минусинского района Красноярского края, третья – в окрестностях г. Красноярска (северная лесостепь), четвертая – в окрестностях г. Лесосибирска (северная граница распространения вида в Средней Сибири, южная тайга). В каждой популяции калины обыкновенной выбирался примерно одновозрастной (5–6 лет) участок древостоя, в котором с каждой из 30 особей собирались плоды. Исключение составила популяция калины из окрестностей г. Красноярска, в которой сборы проведены с 14 особей. От каждой особи брали по одной ветке для гербария и пробу зрелых плодов (150–200 г) для химического анализа.

Содержание сахаров, фруктозу, пектиновые вещества, витамин С, β -каротин, витамин К₁, проводили по общепринятым методикам. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0», применялись непараметрические критерии. При множественном сравнении средних разница считалась достоверной при 95 %-м уровне значимости ($p < 0,05$).

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты анализов витаминного состава плодов калины представлены в табл. 1–2.

Таблица 1

Содержание витаминов С, К₁ и β -каротина, мг/100 г свежих плодов, ($M \pm m$) (n=30; n=14)

Место сбора плодов	Витамин С	Витамин К ₁	β -каротин
Танзыбей	163,1 \pm 14,2 ^b	0,13 \pm 0,01 ^b	1,25 \pm 0,2 ^b
Минусинск	76,7 \pm 5,6 ^c	0,09 \pm 0,02 ^c	1,31 \pm 0,3 ^a
Красноярск	171,3 \pm 11,0 ^b	0,10 \pm 0,01 ^c	0,55 \pm 0,02 ^c
Лесосибирск	192,1 \pm 16,2 ^a	0,17 \pm 0,03 ^a	0,46 \pm 0,01 ^d

Примечание. Здесь и далее различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, $p < 0,05$.

Было выявлено, что химический состав плодов калины неодинаков. Самое высокое содержание витамина С наблюдается у плодов из лесосибирской популяции – 192,1 мг/100 г, наиболее низ-

кое – минусинской – 76,7 мг/100 г. При сравнении плодов на содержание β -каротина видно, что наибольшим средним значением характеризуются плоды из минусинской популяции (1,31 мг/100 г), наименьшим – лесосибирской (0,46 мг/100 г). То есть между содержанием витамина С и β -каротина наблюдается прямая зависимость: увеличение содержания в плодах витамина С приводит к уменьшению содержания β -каротина. И, наоборот, что можно объяснить различными условиями местопроизрастания. Сопоставление содержания витамина К₁ плодов калины обыкновенной показывает, что существенного различия по его содержанию в разных природных зонах не обнаружено. Средние значения витамина К₁ во всех природных популяциях калины обыкновенной колеблются в пределах 0,09–0,17 мг/100 г.

Таблица 2

Содержание полифенольных соединений, мг/100 г свежих плодов, ($M \pm m$) (n=30; n=14)

Место сбора плодов	Катехины	Флавоны
Танзыбей	115,47 \pm 12,3 ^c	95,21 \pm 6,7 ^b
Минусинск	451,09 \pm 16,2 ^a	114,26 \pm 9,1 ^a
Красноярск	210,58 \pm 11,3 ^b	55,25 \pm 4,7 ^c
Лесосибирск	94,73 \pm 5,7 ^d	88,11 \pm 8,1 ^b

Из Р-активных (полифенольных) веществ в плодах калины были изучены катехины и флавоны. Как показывают опытные данные (табл. 2), наибольшее значение катехинов зафиксировано в плодах калины из минусинской популяции (451,09 мг/100 г); минимальное – из лесосибирской популяции (94,73 мг/100 г). Максимальным содержанием флавонов характеризуются плоды калины из минусинской популяции (114,3 мг/100 г), минимальным – из красноярской популяции (55,25 мг/100 г), то есть происходит увеличение содержания флавонов с юга на север. Результаты анализов по содержанию пектиновых веществ и сахаров плодов калины представлены в табл. 3–4.

Таблица 3

Содержание пектиновых веществ, %, ($M \pm m$) (n=30; n=14)

Место сбора плодов	Пектиновые вещества	В т.ч. пектин	В т.ч. протопектин
Танзыбей	0,50 \pm 0,03 ^b	0,21 \pm 0,01 ^d	0,22 \pm 0,02 ^b
Минусинск	1,21 \pm 0,09 ^a	0,76 \pm 0,05 ^a	0,46 \pm 0,03 ^a
Красноярск	0,55 \pm 0,03 ^b	0,26 \pm 0,01 ^c	0,25 \pm 0,02 ^b
Лесосибирск	0,58 \pm 0,04 ^b	0,35 \pm 0,03 ^b	0,23 \pm 0,01 ^b

Плоды калины обыкновенной относительно богаты пектиновыми веществами. В плодах всех исследуемых популяций присутствуют две основные формы пектиновых веществ: растворимый пектин и протопектин, при этом наблюдается преобладание растворимой формы пектина. Так, плоды из танзыбейской, красноярской и лесосибирской популяций содержат практически одинаковое количество растворимого пектина – соответственно 0,21; 0,26; 0,35 % на сырую массу, протопектина – 0,22; 0,25; 0,23 % на сырую массу, общего пектина – 0,5; 0,55; 0,58 % на сырую массу, а также сахаров, – 2,91; 3,11; 2,73 % на сырую массу.

Содержание сахаров, %, ($M \pm m$) ($n=30$; $n=14$)

Место сбора плодов	Сумма сахаров	В т.ч. фруктоза
Танзыбей	$2,91 \pm 0,02^c$	$0,74 \pm 0,06^b$
Минусинск	$5,38 \pm 0,04^a$	$0,91 \pm 0,07^a$
Красноярск	$3,11 \pm 0,02^b$	$0,6 \pm 0,05^c$
Лесосибирск	$2,73 \pm 0,01^d$	$0,59 \pm 0,05^c$

Наибольшее количество сахаров и пектиновых веществ содержат плоды из Минусинской популяции – соответственно 1,21 и 5,38 % на сырую массу. Причина этого состоит в том, что в Минусинской популяции в среднем за год выпало наименьшее количество осадков по сравнению с другими популяциями [8].

Заключение. В работе проведен межпопуляционный анализ химических признаков плодов калины обыкновенной, произрастающей в Красноярском крае. Был исследован химический состав плодов калины обыкновенной природных популяций южной части Средней Сибири на содержание витаминов С, К₁, β-каротина, Р-активных веществ (флавоны, катехины), сахаров и пектиновых веществ. Выявлено увеличение изменчивости химических признаков в зависимости от зоны произрастания (с севера на юг). Наибольшее количество сахаров, β-каротина, пектиновых веществ, катехинов и флавонов содержат плоды из минусинской популяции. Полученные результаты исследования согласуются с результатами других авторов, проведенных в разных природных популяциях [3–7, 9–11].

Литература

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР / ВНИИ лекарственных и ароматических растений. – М.: ГУГК, 1983. – 340 с.
2. Вигоров Л.И., Новоселова Г.Н. Витамин К₁ в плодах и ягодах Среднего Урала // Тр. IV Всесоюз. семинара по биологически активным веществам плодов и ягод. – Мичуринск, 1972. – С. 138–143.
3. Иванов В.А. Разработка технологии получения продуктов из калины обыкновенной: авторефер. дис. ... канд. техн. наук. – Красноярск, 2011. – 25 с.
4. Иванов В.А., Борисова Т.В. Комплексное использование калины обыкновенной // Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы: сб. ст. по мат-лам Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2005. – С. 109–111.
5. Иванов В.Д., Ладьгина Е.Я. Химический состав различных видов калины (*Viburnum* L.) // Фармация. – 1983. – Т. 32. – № 1. – С. 65–70.
6. Ильясова С.М. Сравнительное исследование сырья и фитопрепаратов калины обыкновенной и калины гордовины: дис. ... канд. фармацевт. наук. – М., 2006. – 131 с.
7. Липиды и липофильные компоненты плодов калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) в процессе созревания / А.Р. Каримова, С.Г. Юнусова, Е.Г. Галкин [и др.] // Изв. АН. Сер. Химия. – 2004. – № 1. – С. 235–240.
8. Красноярск. Россия. Погода. Архив. Weather Underground [Электронный ресурс] // <http://www.wunderground.com/cgiin/findweather/getForecast?query=56.018398,92.867203&sp=UNKL&MR=1>.

9. Химический состав калины обыкновенной / Т.Ю. Литовченко, В.А. Иванов, Т.В. Борисова [и др.] // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: сб. ст. по мат-лам Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2006. – Т. 2. – С. 98–100.
10. Маковская И.С., Новоселов С.В. Анализ и перспективы использования калины в производстве плодово-ягодных сиропов функционального назначения // Ползуновский альманах. – 2011. – № 4. – С. 137–145.
11. Биологически активные вещества надземной части калины обыкновенной / М.В. Момотова, В.А. Иванов, Т.В. Борисова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 5. – С. 37–38.
12. Изменение биологически активных компонентов при хранении семян *Viburnum opulus* / С.Г. Юнусова, А.Р. Каримова, Е.М. Цырлина [и др.] // Химия природ, соединений. – 2004. – № 5. – С. 349–351.

