

Антиоксидантная активность плодов *Lonicera L.* в условиях центральной Якутии

Т.С. Коробкова, С.М. Сабарайкина

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

korobkova_t@list.ru

Аннотация. Изучена суммарная антиоксидантная активность (АОА) экстрактов, полученных последовательным экстрагированием листьев и плодов рода *Lonicera L.*, растворителями возрастающей полярности (этанол, дистиллированная вода). Использован спектрофотометрический метод определения АОА по ингибированию DPPH. Антиоксидантную активность экстрактов оценивали нейтрализацией свободных радикалов и определением общей антиоксидантной активности. Определение флавоноидных соединений осуществляли методом ВЭЖХ на микроколоночном хроматографе Милихром А-02 фирмы «ЭкоНова» (Россия) с последующей компьютерной обработкой результатов исследования, используя программу «МультиХром для «Windows». Для исследований взяты пробы *Lonicera edulis Turcz.* и *L. altaica* 6 популяций, а также 9 сортов жимолости различного происхождения, произрастающих в коллекциях Якутского ботанического сада. Результаты проведенных биохимических исследований показали, что содержание сухих веществ в плодах жимолости колеблется от 10,7 до 13,4 % и составляет в среднем 11,4 %, сумма сахаров 8,1 %, пределы варьируют от 6,0 (*Lonicera altaica*) до 13,2 (*Lonicera edulis* Горный р-н, уч. Май). Содержание растворимых и легкогидролизуемых углеводов в жимолости составило 5,3–15 мг/г сырой массы. Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах дикорастущей жимолости выше 51,7–71,2 мг %, чем у сортообразцов (31,7–65,5 мг %). Биохимический анализ плодов выявил 2 из 8 определяемых компонентов – лютеолин-гликозид и рутин. Наибольшее содержание обнаруженных флавоноидов отмечено в образцах свежесобранных спелых плодов *Lonicera altaica* (лютеолин-гликозид 51,3±2,6 мкг/г сырой ткани, рутин 96,3±4,8 мкг/г сырой ткани). Накопление флавоноидов в сортообразцах изменяется по годам. Сравнение АОА плодов жимолости различной спелости показало, что АОА выше в спелых плодах (до 50 %). Полученные результаты показывают, что жимолость является потенциальным источником как лиофильных, так и липофильных антиоксидантов.

Ключевые слова: жимолость, ягоды, Якутия, ботанический сад, интродукция, экстракция, антиоксиданты, флавоноиды, спектрофотометрия, хроматографический метод.

Благодарности. Работа выполнена в рамках госзадания ИБПК СО РАН на 2017–2020 гг. по теме «Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии» (рег. номер АААА-А17-117020110056-0). Авторы выражают особую признательность к.б.н. Шеину А.А. за оказанную помощь при проведении биохимических исследований.

Введение

Неферментные антиоксиданты, каротиноиды, токоферолы, катехины, аскорбиновая кислота относятся к низкомолекулярным антиоксидантным веществам, положительное действие которых на организм связано с тем, что они, соединяясь со свободными радикалами, препятствуют ускоренному окислению липидов и образованию продуктов окисления, способствуя тем самым поддержанию нормальной структуры компонентов клетки. В организм человека антиоксиданты поступают извне, с пищей, богатой биологически активными веществами [1–8]. В условиях Севера

доступным источником витаминов, других биологически активных веществ являются плоды ягодных растений.

Исследования последних лет свидетельствуют о постоянно растущем интересе к изучению высоковитаминной, скороспелой культуры жимолости [9–14]. Анализ данных литературы о химическом составе данной культуры свидетельствует о его богатом содержании. Так, известно о присутствии кумаринов, антоцианов, полисахаридов, эфирного масла [15–21]. Данный вид обладает широким спектром биологической активности, вызванной присутствием фенольных соедине-

ний [22, 23]. Противовоспалительная и спазмолитическая активность обусловлена преимущественно флавоноидами [24, 25].

Несмотря на довольно узкий экологический ареал, приуроченный к долинам рек, жимолость встречается достаточно широко, поселяясь во влажных условиях различных типов лесов. Однако, население мало собирало плоды и не занималось культивированием жимолости. Возможно, это связано с тем, что распространенная во флоре Якутии жимолость алтайская (*Lonicera altaica* Pall. Caprifoliaceae) имеет плоды горького вкуса, легко переопыляется с жимолостью съедобной (*L. edulis* Turcz.ex Freyn.), что придает ягодам последней горечь. В литературе [26] описывается еще один вид жимолости, жимолость Палласа (*L. pallasi* Ledeb.) как вид, очень близкий к *L. altaica*. В Якутском ботаническом саду (ЯБС) жимолость интродуцируется с конца 80-х годов, с 2005 г. проводится сортоиспытание жимолости.

Целью работы является изучение содержания биологически активных веществ, а также общей антиоксидантной активности водно-этанольных экстрактов *Lonicera edulis* и *L. altaica* 6 популяций, а также 9 сортов в условиях Якутского ботанического сада (ЯБС).

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на территории Якутского ботанического сада ИБПК СО РАН (далее ЯБС). Сад расположен в 7 км юго-западнее г. Якутск на второй надпойменной террасе долины р. Лена и на водораздельном пространстве Лено-Вилуйской равнины.

Объектом исследования являются дикорастущие виды жимолость *Lonicera altaica* и *L. edulis*. Виды были привезены саженцами из центрально-якутских (Горный, Кобяйский районы, окр. г. Якутск) и южно-якутских (Алданский, Олекминский) районов Якутии. Сорта жимолости приобретены саженцами из Новосибирска и Барнаула. В эксперименте участвовали сорта – Катюша, Селена, Волшебница, Берель, Морена, Славянка, Бакчарский великан, Гордость Бакчар, Бакчарский юбилейный.

Все образцы выращивались на коллекционных участках в равных агротехнологических условиях, на фоне искусственного орошения. Почва участков мерзлотная лугово-черноземная.

Для определения антиоксидантной активности брали среднюю пробу свежесобранных ягод.

Навески плодов измельчали, готовили экстракты дистиллированной водой и этанолом при непрерывном перемешивании на встряхивателе (12 ч). Полученные растворы фильтровали через обеззоленный фильтр.

Оценка антиоксидантной активности проводилась методом колориметрии свободных радикалов, основанной на реакции DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил ($C_{18}H_{12}N_5O_6$, $M = 394,33$)), растворенного в метаноле, с образцом антиоксиданта (АН) по схеме: $DPPH^* + AN \rightarrow DPPH-H + A^*$. В результате восстановления DPPH антиоксидантом снижается пурпурно-синяя окраска DPPH в метаноле, а реакция контролируется по изменению оптической плотности при 514 нм на спектрофотометре [27, 28].

Изучение содержания суммы флавоноидов, каротиноидов проводили спектрофотометрическими методами [29, 30], растворимых сухих веществ – рефрактометрическим методом, ГОСТ 28562-90 [31], аскорбиновой кислоты – общепринятым методом титрования с применением краски Тильманса [30].

Для определения флавоноидов воздушно-сухое сырье экстрагировали метанолом в соотношении 1:10, в течение 1 дня, при постоянном перемешивании, в комнатных условиях. Полученные экстракты пропускали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,20 мкм. Определение осуществляли методом ВЭЖХ на микроколоночном хроматографе Милихром А-02 фирмы «Эко-Нова» (Россия) с последующей компьютерной обработкой результатов исследования, используя программу «МультиХром для «Windows». В качестве стандартных образцов флавоноидов использовали рутин, кверцетин, апигенин, апигенин-7-О-глюкозид, лютеолин, лютеолин-7-О-гликозид, нарингенин и дигидрокверцетин производства Sigma-Aldrich. [32–34].

Обсуждение результатов

Вода является доминирующим химическим компонентом для большинства видов растительного сырья и составляет 80–90 % их свежей массы. Остальная часть представлена сухими веществами – углеводами, азотистыми веществами, витаминами, минеральными солями, ароматическими веществами.

Результаты проведенных биохимических исследований показали, что содержание сухих веществ в плодах жимолости колеблется от 10,7 (*Lonicera altaica*) до 13,4 % (*Lonicera edulis*) и

составляет в среднем 11,4 %. В анализируемый период содержание сухих веществ в плодах изменялось незначительно (коэффициент вариации составил 1,5–3,5 %). В листьях изучаемых видов и сортов среднее содержание сухих веществ колебалось от 12,5 (*Lonicera edulis*) до 13,8 % (сорт Бакчарский юбилейный) со средним значением 12,8 %. Полученные нами данные оказались несколько ниже по сравнению с аналогично проведенными опытами в других регионах – 12,9–16,5 % в Тамбовской области [35] и 14,6–15,0 % в Алтайском крае [19, 20, 36].

Большую часть сухих веществ в ягодах составляют сахара, содержащиеся во всех частях растения. Среднее содержание сахаров в плодах изученных нами видов и сортов составило 8,1 %, минимальное – 6,0 % у *Lonicera altaica*, максимальное – 10,8 % у *Lonicera edulis* – образца, привезенного с местности Май, Горный район, Республика Саха (Якутия). Во второй период отбора проб содержание сахаров в плодах повысилось, составив у *Lonicera altaica* – 7,6 %, у *Lonicera edulis* – 13,2 %. Сорта имели меньшую сахаристость (Гордость Бакчар – 9,5 %, Бакчарский великан – 8,74 %). По нашим данным, сумма сахаров жимолости съедобной превышает их содержания в плодах жимолости, отмеченные рядом авторов для других регионов

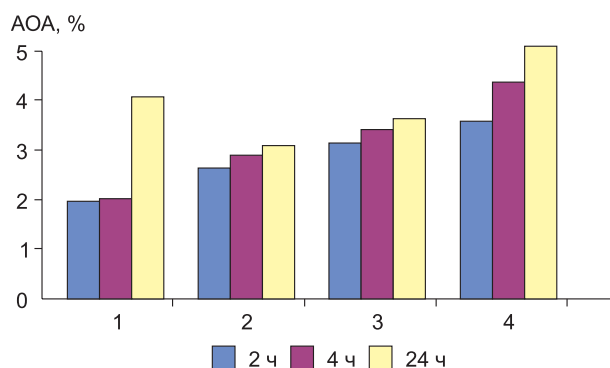


Рис. 1. Антиоксидантная активность экстрактов ягод *Lonicera* L., по степени созревания ягод.

1 – *L. altaica*, неполная спелость; 2 – *L. altaica*, полная спелость; 3 – *L. edulis*, Горный р-н, участок Май, неполная спелость; 4 – *L. edulis*, Горный р-н, участок Май, полная спелость.

Fig. 1. Antioxidant activities of berry extracts in respect of ripeness. Berry extracts were exposed in ethanol solution for 2, 4 and 24 hours

1 – *L. altaica*, unripe; 2 – *L. altaica*, ripe; 3 – *L. edulis* May locality, Gorny raion, the Republic of Sakha (Yakutia), unripe; 4 – *L. edulis* May locality, Gorny raion, the Republic of Sakha (Yakutia), ripe.

(Алтайский край – 4,7–9,8; Тамбовская область – 8,8–12,7 %). Возможно, это является косвенным свидетельством повышенной устойчивости местных видов растений к ранним заморозкам и перепадам температур [19, 20, 36].

Содержание растворимых и легкогидролизуемых углеводов в жимолости составило 5,3–15 мг/г сырой массы.

Аскорбиновая кислота в ягодах жимолости содержится в достаточных количествах, у дикорастущих видов 31,7–65,5 мг %, у сортообразцов 51,7–71,2 мг %.

Биохимический анализ плодов выявил два из восьми определяемых компонентов – лютеолин-гликозид и рутин. Наибольшее содержание обнаруженных флавоноидов отмечено в образцах свежесобранных спелых плодов *Lonicera altaica* (лютеолин-гликозид 51,3±2,6 мкг/г сырой ткани, рутин 96,3±4,8 мкг/г сырой ткани). Накопление флавоноидов в сортообразцах изменяется по годам. Так, в 2016 г. среднее содержание рутина составило 490 мг% (пределы варьирования 250–740 мг%), в 2017 г. – 340 мг% (пределы варьирования 229 – 609 мг%). Среди сортов больше всего рутина отмечено у сортов Катюша (609 мг%) и Селена (470 мг%), сеянцев от свободного опыления *Lonicera altaica* (оригинаторы – НЗПЯОС им И.В. Мичурина, НИИСС им. М.А. Лисавенко). Волшебница и Берель – сорта, производные от опыления жимолости алтайской пыльцой жимолости камчатской, имели меньше рутина в ягодах – 270 и 320 мг% соответственно.

Анализ результатов показал, что плоды жимолости обладают высокой антиоксидантной активностью. Наблюдение АОА в динамике показало, что антиоксидантная активность повышается по мере созревания ягод (рис. 1). Максимальным значением антиоксидантной активности отмечены пробы *Lonicera edulis*, привезенного с Горного района в фазе полной спелости ягод (до 50 %).

Максимальное извлечение биологически активных веществ отмечено при длительной выдержке экстрактов (30–50 %, 24 ч), причем спиртовое извлечение было выше, чем дистиллированной водой. Это находит подтверждение и в работах других ученых по другим культурам [36].

Анализ зависимости антиоксидантной активности экстрактов ягод жимолости, от места произрастания образцов, не выявил больших различий. Виды жимолости, отличающиеся плодами со сладким вкусом, содержат больше биологичес-

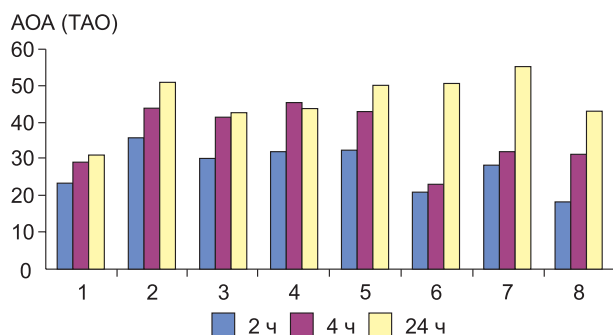


Рис. 2. Антиоксидантная активность экстрактов ягод видов и сортов жимолости.

1 – *L. altaica*, окрестности Якутска; 2 – *L. altaica*, участок Май, Горный р-н; 3 – *L. edulis*, участок Май, Горный р-н; 4 – *L. edulis*, Кобяйский р-н; 5 – *L. edulis*, Алданский р-н; 6 – *L. edulis*, Олекминский р-н; 7 – сорт Катюша; 8 – сорт Берель.

Fig. 2. Antioxidant activity of berries extracts of *Lonicera* L. species and varieties. Berry extracts were exposed in ethanol solution for 2, 4 and 24 hours.

1 – *L. altaica*, Yakutsk; 2 – *L. altaica*, (May locality, Gorny raion, the Republic of Sakha (Yakutia); 3 – *L. edulis* (May locality, Gorny raion, the Republic of Sakha (Yakutia); 4 – *L. edulis* (Kobyaysky raion, the Republic of Sakha (Yakutia); 5 – *L. edulis* Aldan raion, the Republic of Sakha (Yakutia); 6 – *L. edulis* Olekminsky raion, the Republic of Sakha (Yakutia); 7 – variete Katyusha; 8 – variete Berel.

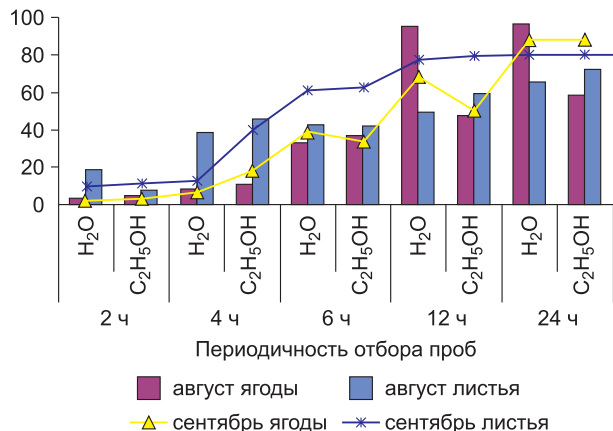


Рис.3. Динамика антиоксидантной активности в плодах и листьях шиповника иглистого различных фаз зрелости.

Fig.3. Antioxidant activity dynamics in fruits and leaves of *Rosa acicularis* Lindl. in respect of ripeness.

Fruits and leaves extracts were exposed in ethanol and water solution for 2, 4, 6, 12 and 24 hours (august – fruits; august – leaves; september – fruits; september – leaves).

ки активных веществ независимо от района их произрастания (рис. 2). Среди сортов выделились сорта Катюша (54 %) и Берель (42 %).

Характер извлечения веществ находился в динамике в зависимости от типа растворителя

(вода–спирт), а также изменялся в процессе вегетации. Так, например, антиоксидантная активность водных экстрактов плодов сортов Морена и Славянка в конце июня была выше на 2 %, чем в июле у созревших плодов. Аналогичные особенности выявлены и на других культурах, например у шиповника (рис. 3). В плодах неполной зрелости шиповника иглистого (август) по сравнению с плодами съемной зрелости (сентябрь) обнаружено повышенное содержание АОА. При этом максимальная АОА достигается через 12 ч выдержки и составляет 98,24 % в незрелых плодах и 83,4 % – в зрелых.

В этот же период происходит перераспределение аскорбиновой кислоты в листья. Если в августе АОА составляла 66 %, то в сентябре – 80 %. В обоих случаях максимального значения она достигает через 24 ч экспонирования листьев в спиртовом растворе.

В работах В.Б. Кулиева, В.А. Волкова выявлено, что этанольный и водный экстракты ягодных культур оказывали антирадикальное действие, связывая радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила. При этом этанольный экстракт проявляет себя как более антирадикальный агент, что согласуется с нашими данными [4, 36].

Заключение

Таким образом, наибольшее количество антиоксидантных веществ обнаружили у жимолости съедобной со сладкими плодами из популяций Горного района, среди сортов – у сорта Катюша (сеянцев от свободного опыления *Lonicera altaica*).

Результаты биохимических исследований плодов и листьев ягодных видов растений показали, что накапливается значительное количество низкомолекулярных антиоксидантов, таких как аскорбиновая кислота, а-токоферол, каротиноиды, флавоноиды. Выявлено два индивидуальных флавоноида – лютеолин-гликозид и рутин. Наибольшее содержание обнаруженных флавоноидов отмечено в образцах свежесобранных плодов жимолости алтайской. Повышенная антиоксидантная активность жимолости съедобной связана с накоплением аскорбиновой кислоты.

Проведенное исследование позволяет рекомендовать не только жимолость съедобную, но жимолость алтайскую (несмотря на плоды с выраженным горьким вкусом) как источник ценных антиоксидантных соединений.

Литература

1. Хасанов В.В., Рыжова Г.А., Мальцева Е.Р. Методы исследования антиоксидантов // Химия растительного сырья. 2004. № 3. С. 18–22.
2. Gutteridge V., Westekmarck T., Halliwell B. Oxygen damage in biological systems / Free radical, Aging and Degenerative Disease. – Ed. By Yohson Y. New York, 1986. 142 p.
3. Mullen W., Marks S.C., Crozier A. Evaluation of phenolic compounds in commercial fruit juices and fruit drinks // Agric and Food Chem. 2007. Vol. 5, No. 8. P. 3148–3157. DOI: 10.1021/jf062970x.
4. Волков В.А. Физико-химические закономерности взаимодействия 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила с антиоксидантами растительного происхождения: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Тверь, 2010. 20 с.
5. Зюзина А.В. Разработка и оценка потребительских свойств соков с повышенным антиоксидантным действием: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Орел, 2012. 21 с.
6. Базарнова Ю.Г. Исследование антиокислительных свойств экстрактов фенольных соединений некоторых растений // Ресурсосберегающие технологии пищевых производств: сб. науч. тр. СПб.: СПбГАХТП, 1998. С. 193.
7. *The Flavonoid* / Eds J.B. Harborne, T.J. Mabry, H. Mabry. Lond., 1981. 1204 p.
8. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1985. 254 с.
9. Елсакова С.Д. Перспективы выращивания жимолости в Заполярье // Состояние и перспективы развития редких садовых культур в СССР: сб. науч. тр. / ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина. Мичуринск, 1989. С. 48–50.
10. Скворцов А.К. Голубые жимолости: Ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России. М.: Наука, 2002. 159 с.
11. Жидехина Т.В. Интродукция и селекция жимолости в ЦЧР // Тр. Всероссийского научно-исследовательского института садоводства: сб. науч. трудов. Воронеж: Кварта, 2005. С. 415–437.
12. Швирст Е.П. Особенности селекции жимолости синей в условиях Крайнего Севера Дальнего Востока // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 51. С. 47–51.
13. Сорокопудов В.Н., Куклина А.Г. Хозяйственно-биологическая характеристика декоративных сортов и форм жимолости (*Lonicera L.*) в России // Экосистемы. 2017. № 6 (36). С. 100–106.
14. Козак Н.В., Имамкулова З.А., Куликов И.М., Медведев С.М. Источники хозяйственно-ценных признаков коллекционных образцов жимолости синей (*Lonicera caerulea L.*) // Садоводство и виноградарство. 2018. № 1. С. 16–23.
15. Плеханова М.Н. Актинидия, лимонник, жимолость. Л.: Агропромиздат, 1990. 87 с.
16. Лукиша В.В. Жимолость. М.: Лесная промышленность, 1990. 64 с.
17. Макарова Н.В., Мусифуллина Э.В., Дмитриева А.Н., Соболев Г.И. Контроль исследования химического состава различных сортов жимолости // Изв. вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2012. № 2(3). С. 171–172.
18. Чулков А.Н., Макаревич С.Л., Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Дейнека Л.А., Сазонова С.А. Жимолость голубая – сопоставление некоторых свойств плодов, выращенных в Белгороде и в Москве // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2011. № 9 (104), Вып. 15/2. С. 233–237.
19. Бочарова Т.Е., Трунов Ю.В. Биохимический состав плодов жимолости в условиях Тамбовской области // Университет им. В.И. Вернадского. 2007. Т. 2, № 4(10). С. 56–60.
20. Кильдиярова Р.Р. Биохимический состав плодов жимолости синеплодной на южных черноземах Оренбургской области // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ / ВСТИСП. М., 2002. Т. 9. С. 163–168.
21. Образцова П.А., Шмелева И.Ю., Рожнов Е.Д. Перспективы использования плодов жимолости в производстве винных напитков // Ломоносовские чтения на Алтае: Фундаментальные проблемы науки и образования. 2017. С. 1054–1055. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.01.003.
22. Боярских И.Г., Юшкова Ю.В., Черняк Е.И., Морозов С.В. Содержание биологически активных фенольных соединений в плодах *Lonicera caerulea L.* различного происхождения в условиях лесостепи Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 3(77). С. 39–46.
23. Саякова Г.М., Изатова А.Е., Токушева Д.С. Разработка лечебного спрея из густого экстракта жимолости татарской и жимолости Палласа для лечения экземы // Инновации в здоровье нации: Сбор. материалов III Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 385–388.
24. Саякова Г.М., Дроздова И.В. Количественный анализ флавоноидов в надземной части жимолости илийской и жимолости алтайской // Современная медицина: Актуальные вопросы. 2014. № 28. С. 98–107.
25. Сорокопуд А.Ф., Игушов Н.В. Особенности переработки замороженных плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой // Вестник Международной академии холода. 2017. № 3. С. 3–9. DOI: 10.21047/1606-4313-2017-16-3-3-9.
26. Конспект флоры Якутии: Сосудистые растения / сост. Л.В. Кузнецова, В.И. Захарова. Новосибирск: Наука, 2012. 272 с.
27. Sanches M., Larrauri C., Saura A., Calixto F. A procedure to measure the antioxidant efficiency of polyphenols // J. Sci. Food Agric. 1998. Vol. 76. P. 270–276.

28. *Программа* и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова. Орел, 1999. 119 с.
29. Бурова Т.Е. Влияние обработки на состав и свойства растительного сырья: учеб.-метод. пособие / Под ред. А.Л. Ишевского. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 85 с.
30. Беликов В.В. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. № 1. С. 68.
31. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ // Продукты переработки плодов и овощей. Методы анализа: ГОСТ 28562-90. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
32. Коренман И.М. Методы определения органических соединений. М.: Химия, 1970. 343 с.
33. Муравьева Д.А. Фармакогнозия. М.: Медицина, 1991. 465 с.
34. Полюдек-Фабини Р., Бейрих Т. Органический анализ. Л.: Химия, 1981. 624 с.
35. Кулиев В.Б. Антиоксидантная активность экстрактов из плодов *Crataegus Meyer* (Rosaceae) // Растительные ресурсы. 2013. Вып. 1. С. 279–286.
36. Крысова А.Я., Шелковская Н.К. Оценка сортообразцов жимолости по биохимическому составу плодов и листьев // Вестник Алтайской науки, 2015. № 1. С. 412–414.

Поступила в редакцию 28.08.2020

Принята к публикации 15.10.2020

Об авторах

КОРОБКОВА Татьяна Сергеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677007, Якутск, пр. Ленина, 41, Россия, Researcher ID J-7915-2018, korobkova_t@list.ru;

САБАРАЙКИНА Светлана Михайловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны, Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр СО РАН», 677007, Якутск, пр. Ленина, 41, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-8248-8326>, sabaraikina@mail.ru.

Информация для цитирования

Коробкова Т.С., Сабарайкина С.М. Антиоксидантная активность плодов *Lonicera L.* в условиях Центральной Якутии // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2020, Т. 25, № 4. С. 92–99. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-4-7>

DOI 10.31242/2618-9712-2020-25-4-7

Antioxidant activity of the berries of *Lonicera L.* under the conditions of Central Yakutia

T.S. Korobkova, S.M. Sabaraikina

Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, Yakutsk, Russia
korobkova_t@list.ru

Abstract. The total antioxidant activity (TOA) of ethanolic and water successive extracts of *Lonicera* leaves and berries was studied. A spectrophotometric determination of TOA by DPPH inhibition was used. The antioxidant activity was evaluated by free radical scavenging and by the estimation of total antioxidant activities. Flavonoid compounds were determined by means of high performance liquid chromatography with a microcolumn chromatograph Milichrom A-02 (EkoNova, Russia), followed by computer processing of the results using the MultiKhrom software for Windows. Antioxidants were extracted from leaves and berries of 6 populations of *Lonicera edulis* Turcz and *L. altaica*, as well as 9 varieties of *Lonicera* of various origins growing in the collections of the Yakut Botanical Garden (YBS). Results of biochemical investigation showed that the content of dry substances in the berries varies from 10,7 to 13,4%, with 11,4 % on

average; the sum of saccharides is 8,1 %, varying within the range from 6,0 (*Lonicera altaica*) to 13,2 (*Lonicera edulis*, Gorniy District, May). Total sugar content was found maximum in berries *Lonicera edulis* (13,2 mg/g) and minimum in *L. altaica* (6,0 mg/g). The content of soluble and easily hydrolyzable carbohydrates in *Lonicera* ranged from 5,3 to 15 mg/g of the raw mass. The content of ascorbic acid in wild-growing *Lonicera* berries (51,7 – 71,2 mg %) was higher than in the varieties (31,7 – 65,5 mg %). Biochemical analysis of the berries revealed 2 of 8 detectable components - luteolin glycoside and rutin. The highest content of detected flavonoids was revealed in samples of freshly picked ripe berries of *L. altaica* (luteolin glycoside $51.3 \pm 2.6 \mu\text{g/g}$ of raw tissue, rutin $96.3 \pm 4.8 \mu\text{g/g}$ of raw tissue). The accumulation of flavonoids in cultivars varied from year to year. Comparison of *Lonicera* berries TOA in respect of ripeness showed that it was higher in ripe fruits (up to 50 %). Accumulation of flavonoids in the varieties changes from one year to another. A comparison of the antioxidant activity (AOA) of the berries of different maturity showed that AOA is higher in mature berries (up to 50 %). The results show that *Lonicera* is a potential source of both lyophilic and lipophilic antioxidants.

Key words: *Lonicera*, berries, Yakutia, botanical garden, introduction, extraction, antioxidants, flavonoids, spectrophotometry, chromatography.

Acknowledgements. This work was carried out as part of the state task of the IBPC SB RAS for 2017-2020 "Fundamental and applied aspects of studying the diversity of the plant world of North and Central Yakutia", reg. Number AAAA-A17-117020110056-0).

References

1. Hasanov V.V., Ryzhova G.A., Mal'ceva E.R. Metody issledovaniya antioksidantov // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2004. No. 3. P. 18–22.
2. Gutteridge V., Westekmarck T., Halliwell B. Oxygen damage in biological systems / Free radical, Aging and Degenerative Disease. – Ed. By Yohson Y. New York, 1986. 142 p.
3. Mullen W., Marks S.C., Crozier A. Evaluation of phenolic compounds in commercial fruit juices and fruit drinks // Agric and Food Chem. 2007. Vol. 5, No. 8. P. 3148–3157. DOI: 10.1021/jf062970x.
4. Volkov V.A. Fiziko-himicheskie zakonomernosti vzaimodejstviya 2,2-difenil-1-pikrilgidrazila s antioksidantami rastitel'nogo proiskhozhdeniya: Avtoref. dis. ... kand. chim. nauk. Tver', 2010. 20 p.
5. Zyuzina A.V. Razrabotka i ocenka potrebitel'skih svoystv sokov s povyshennym antioksidantnym dejstviem: Avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Orel, 2012. 21 p.
6. Bazarnova Yu.G. Issledovanie antiokislitel'nyh svoystv ekstraktov fenol'nyh soedinenij nekotoryh rastenij: «Resursoberegayushchie tekhnologii pishchevyh proizvodstv». SPb.: SPbGAHTP, 1998. P. 193.
7. The Flavonoid / Eds J.B. Harborne, T.J. Mabry, H. Mabry. Lond., 1981. 1204 p.
8. Pleshkov B.P. Praktikum po biohimii rastenij. M.: Kolos, 1985. 254 p.
9. Elsakova S.D. Perspektivy vyrashchivaniya zhimolosti v Zapolyar'e // Sostoyanie i perspektivy razvitiya redkih sadovykh kul'tur v SSSR: sb. nauch. tr. / VNIi sadovodstva im. I.V. Michurina. Michurinsk, 1989. P. 48–50.
10. Skvorcov A.K. Golubye zhimolosti: Botanicheskoe izuchenie i perspektivy kul'tury v srednej polose Rossii. M.: Nauka, 2002. 159 p.
11. Zhidyohina T.V. Introdukciya i selekciya zhimolosti v CChR // Trudy Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva: Sb. nauch. trudov. Voronezh: Kvarta, 2005. P. 415–437.
12. Shvirst E.P. Osobennosti selekcii zhimolosti sinej v usloviyakh Krajnego Severa Dal'nego Vostoka // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2017. Vol. 51. P. 47–51.
13. Sorokopudov V.N., Kuklina A.G. Hozyajstvenno-biologicheskaya harakteristika dekorativnykh sortov i form zhimolosti (*Lonicera* L.) v Rossii // Ekosistemy. 2017. No. 6 (36). P. 100–106.
14. Kozak N.V., Imamkulova Z.A., Kulikov I.M., Medvedev S.M. Istochniki hozyajstvenno-cennykh priznakov kollekcionnykh obrazcov zhimolosti sinej (*Lonicera caerulea* L.) // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2018. No. 1. P. 16–23.
15. Plekhanova M.N. Aktinidiya, limonnik, zhimolost'. Leningrad: Agrompromizdat, 1990. 87 p.
16. Lukisha V.V. Zhimolost'. M.: Lesnaya Promyshlennost', 1990. 64 p.
17. Makarova N.V., Musifullina E.V., Dmitrieva A.N., Sobolev G.I. Kontrol' issledovaniya himicheskogo sostava razlichnykh sortov zhimolosti // Izv. vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya. 2012. No. 2(3). P. 171–172.
18. Chulkov A.N., Makarevich S.L., Dejneka V.I., Sorokopudov V.N., Dejneka L.A., Sazonova S.A. Zhimolost' golubaya – sopolavlenie nekotorykh svoystv plodov, vyrashchennykh v Belgorode i v Moskve // Nauchnye vedomosti BelGU. S. Estestvennye nauki. 2011. No. 9 (104). Vol. 15/2. P. 233–237.
19. Bocharova T.E., Trunov Yu.V. Biohimicheskij sostav plodov zhimolosti v usloviyakh Tambovskoj oblasti // Universitet im. V.I. Vernadskogo. Vol. 2, No. 4(10). 2007. P. 56–60.
20. Kil'diyarova P.P. Biohimicheskij sostav plodov zhimolosti sinep-lodnoj na yuzhnykh chernozyomakh

Orenburgskoj oblasti // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: sb. nauch. rabot / VSTISP. M., 2002. Vol. 9. P. 163–168.

21. *Obrazcova P.A., Shmeleva I.Yu., Rozhnov E.D.* Perspektivy ispol'zovaniya plodov zhimolosti v proizvodstve vinnykh napitkov // Lomonosovskie chteniya na Altae: fundamental'nye problemy nauki i obrazovaniya. 2017. P. 1054–1055. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.01.003.

22. *Boyarskih I.G., Yushkova Yu.V., Chernyak E.I., Morozov S.V.* Soderzhanie biologicheskii aktivnykh fenol'nykh soedinenij v plodah *Lonicera caerulea L.* Razlichnogo proiskhozhdeniya v usloviyakh lesostepi Priob'ya // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. No. 3(77). P. 39–46.

23. *Sayakova G.M., Izatova A.E., Tokusheva D.S.* Razrabotka lechebnogo spreya iz gustogo ekstrakta zhimolosti tatarskoj i zhimolosti Pallasa dlya lecheniya ekzemy // Innovacii v zdorov'e natsii. Sbornik materialov III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2015. P. 385–388.

24. *Sayakova G.M., Drozdova I.V.* Kolichestvennyj analiz flavonoidov v nadzemnoj chasti zhimolosti ilijskoj i zhimolosti altajskoj // Sovremennaya medicina: Aktual'nye voprosy. 2014. No. 28. P. 98–107.

25. *Sorokopud A.F., Igushov N.V.* Osobennosti pererabotki zamorozhennykh plodov zhimolosti v apparate s vibracionnoj tarelkoj // Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda. 2017. No. 3. P. 3–9. DOI: 10.21047/1606-4313-2017-16-3-3-9.

26. *Konspekt flory Yakutii: Sosudistye rasteniya / sost. L.V. Kuznecova, V.I. Zaharova.* Novosibirsk: Nauka, 2012. 272 p.

27. *Sanches M., Larrauri C., Saura A., Calixto F.* A procedure to measure the antioxidant efficiency of polyphenols // J. Sci. Food Agric. 1998. Vol. 76. P. 270–276.

28. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur.* Orel, 1999. 119 p.

29. *Burova T.E.* Vliyanie obrabotki na sostav i svoystva rastitel'nogo syr'ya: Ucheb.-metod. posobie / Pod red. A.L. Ishevskogo. SPb.: NIU ITMO; IHiBT, 2014. 85 p.

30. *Belikov V.V.* Metody analiza flavonoidnykh soedinenij // Farmaciya. 1970. No. 1. P. 68.

31. *Refraktometricheskij metod opredeleniya rastvorimyykh suhih veshchestv* // Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody analiza: GOST 28562-90. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2002.

32. *Korenman I.M.* Metody opredeleniya organicheskikh soedinenij. M.: Himiya, 1970. 343 p.

33. *Murav'eva D.A.* Farmakognosiya. M: Medicina, 1991. 465 p.

34. *Polyudek-Fabini R., Bejrih T.* Organicheskij analiz. L.: Himiya, 1981. 624 p.

35. *Kuliev V.B.* Antioksidantnaya aktivnost ekstraktov iz plodov Crataegus Meyeri_Rosaceae // Rastitelnie Resursy. 2013. Iss. 1. P. 279–286.

36. *Krisova A.Ya., Shelkovskaya N.K.* Ocenka sortoobrazcov jimolosti po biokhimicheskomu sostavu plodov i listev // Vestnik Altaiskoi nauki. 2015. No. 1. P. 412–414.

About the authors

KOROBKOVA Tatyana Sergeevna, candidate of biological sciences, leading researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenina pr., Yakutsk 677980, Russia, Researcher ID J-7915-2018, korobkova_t@list.ru;

SABARAİKINA Svetlana Michailovna, candidate of biological sciences, senior researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenina pr., Yakutsk 677980, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-8248-8326>, sabaraikina@mail.ru.

Citation

Korobkova T.S., Sabaraikina S.M. Antioxidant activity of the berries of *Lonicera L.* under the conditions of Central Yakutia // Arctic and Subarctic Natural Resources. 2020, Vol. 25, No. 4. pp. 92–99. (In Russ.) <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-4-7>