

УДК 633.88: 582.973: 581.6

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ *LONICERA CAERULEA* L. И ЕЕ ПОДВИДОВ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

© Р.Г. Абдуллина^{1*}, К.А. Путькина², Р.Г. Баламетова²

¹ Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН, ул. Менделеева 195/3, Уфа, 450080 (Россия), e-mail: rimmaabdullina@yandex.ru

² Башкирский государственный медицинский университет, ул. Ленина 3, Уфа, 450000 (Россия)

Lonicera caerulea L. и ее подвиды *Lonicera caerulea* subsp. *edulis* (Turcz. ex Freyn) Hulten и *Lonicera caerulea* subsp. *altaica* Pall. относятся к роду *Lonicera* L. семейства *Caprifoliaceae* Juss., являются ценными плодовыми растениями, которые используются в медицине, пищевой промышленности, сельском хозяйстве. Ценность этих видов заключается в раннем созревании плодов и высоком содержании витамина С и других биологически активных соединений.

Цель исследования – качественное и количественное определение некоторых групп биологически активных веществ в плодах трех таксонов рода *Lonicera* коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института и выделение наиболее перспективных видов. Для анализов плоды жимолостей собирали в фазу полного созревания и высушивали до воздушно-сухого состояния. Фитохимические исследования проводились по общепринятым методикам.

В результате исследования установлено, что во всех исследуемых образцах жимолости содержатся аскорбиновая, лимонная, яблочная, янтарная, шавелевая кислоты, а винная кислота обнаружена в *Lonicera caerulea* subsp. *edulis*. По количественному содержанию аскорбиновой кислоты и суммы органических кислот выделяется *Lonicera caerulea* subsp. *edulis*, в плодах которой содержится 174.8 мг/100 г и 1723 мг/100 г соответственно, а в *Lonicera caerulea* subsp. *altaica* и *Lonicera caerulea* их содержание ниже. Анализ плодов на содержание дубильных веществ показал, что в них преобладают вещества конденсированной природы, в основе которых лежат катехины, и в большем количестве они накапливаются в *Lonicera caerulea* – 426 мг/100 г, в меньшем – в *Lonicera caerulea* subsp. *edulis* – 171 мг/100 г. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности их дальнейшего более детального изучения на содержание других групп биологически активных веществ в исследуемых образцах жимолостей.

Ключевые слова: жимолость, *Lonicera*, плоды, аскорбиновая кислота, органические кислоты, дубильные вещества, химический состав.

Введение

Главным достоинством видов рода *Lonicera* L. подсекции *Caerulea* является их раннее созревание по сравнению со всеми остальными плодово-ягодными растениями и богатый разнообразный состав биологически активных веществ, таких как органические кислоты, терпеноиды, витамины С и Р, дубильные вещества, катехины, флавоноиды, антоцианы, фенолкарбоновые и оксикоричные кислоты, макро- и микроэлементы [1–4].

Абдуллина Римма Галимзяновна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории дендрологии и интродукции древесных растений, e-mail: rimmaabdullina@yandex.ru

Путькина Кира Александровна – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии, e-mail: rimmaabdullina@yandex.ru

Баламетова Регина Геннадьевна – студентка кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии, e-mail: rbalametova@yandex.ru

Это очень важно для пополнения рациона людей витаминами в период весенне-летнего авитаминоза. Большое внимание к жимолости обращено в последние десятилетия в России, как новой культуре, отличающейся высокой зимостойкостью и устойчивостью к неблагоприятным условиям среды ввиду их исторического произрастания в Северном полушарии [5]. Активно проводились исследовательские работы с *Lonicera caerulea* L.

* Автор, с которым следует вести переписку.

в США (штат Орегон), изучались адаптация и нутрицевтическая ценность образцов *Lonicera caerulea*, полученных из Северо-Восточного Китая, Сибири, Хоккайдо и Японии. Была проведена оценка роста растений, периода цветения и созревания плодов, характеристика плодов и адаптации к относительно мягкому морскому климату [6].

В Национальном ботаническом саду им. М.М. Гришка (г. Киев) была проведена оценка морфологических параметров плодов 26 генотипов из популяции *Lonicera caerulea*. Генотипы были разделены на группы со сходными морфологическими параметрами [7].

В Сельскохозяйственном университете Польши (г. Краков) проводился эксперимент с двумя сортами *Lonicera caerulea* «Войтек» и «Бразова» местной селекции. Была дана оценка урожайности сортов, содержания в плодах антоцианов, витамина С, сухих растворимых веществ [8]. Там же, в период с 2005 по 2008 г., провели оценку других двух местных сортов жимолостей по тем же параметрам [9].

В Канаде в 2012–2013 гг. получены результаты гибридизации *Lonicera caerulea* японской и курильской форм, со средней и поздней фенологией соответственно, которые показывают, что подобные гибриды лучше адаптируются к южным широтам с более длинным периодом вегетации [10].

В Японии были проведены скрещивания сортов *Lonicera caerulea* с диплоидным и тетраплоидным набором хромосом с разных мест произрастания. После цветения сеянцев был проведен отбор [11]. Также в Японии была дана оценка биохимического состава (кверцетин, рутин, катехины и антоцианы) *Lonicera caerulea subsp. edulis* (Turcz. ex Freyn) Hulten и биологического эффекта содержащихся в ней соединений, включая рекомендуемые для использования защиты организма от ряда хронических заболеваний [12].

Вопрос о классификации секции *Caerulea* рода *Lonicera* до сих пор остается спорным. Некоторые авторы на основе морфологических, анатомических, биохимических признаков, хромосомных чисел, географического распространения признают описываемые *Lonicera caerulea*, *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn, *Lonicera altaica* Pall. секции *Isika* (Adans.) Rehr. подсекции *Caerulea* Rehr. как самостоятельные виды [13]. В другой работе А. И. Поярковой [14] в подсекции *Caerulea* описаны *Lonicera caerulea* и *Lonicera altaica*.

Мы в своей работе придерживались систематики, предложенной А. К. Скворцовым и А.Г. Куклиной, [15], которые при описании видов секции *Caerulea* разделяет их только на *Lonicera caerulea* и *Lonicera iliensis*, схожей с номенклатурным списком В.В. Шейко [16], а также деления на подвиды по М.Н. Плехановой [17].

Культура жимолости отличается высокой зимостойкостью и устойчивостью к неблагоприятным условиям среды ввиду их исторического произрастания в Северном полушарии [13, 15]. Общепринятой характеристикой при описании плодово-ягодных культур является масса ягоды, вкус и урожайность. Оценка химического состава используемых плодов может послужить дополнительной ценной информацией, которая будет иметь большое значение для потребителей с целью использования как в сыром виде, так и для переработки [18–20].

Плоды жимолости служат одним из перспективных источников растительного сырья, они содержат, по данным литературы, разнообразный состав биологически активных веществ: органические кислоты, терпеноиды, витамины С и Р, дубильные вещества, катехины, флавоноиды, антоцианы, фенолкарбоновые и оксикоричные кислоты, макро- и микроэлементы [8, 11, 21]. При этом в условиях интродукции в разных географических регионах у одних видов происходит снижение содержания биологически активных веществ, у других – наблюдается увеличение их синтеза [22]. Иногда отбор сеянцев жимолости по крупноплодности, дегустационной оценке, урожайности и зимостойкости может привести как к снижению суммы биологически активных веществ, так и к изменению их соотношений, которые необходимо учитывать при селекции [23].

Цель работы – изучение химического состава плодов некоторых таксонов рода *Lonicera* в условиях интродукции в Башкирском Предуралье и выявление наиболее перспективных по содержанию биологически активных веществ.

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования использовали 3 вида жимолости коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (далее – ЮУБСИ УФИЦ РАН): *Lonicera caerulea* L. (syn.: *L. kamtschatica* (Sevast.) Pojark., *L. pallasii* Ledeb., *L. turczaninowii* Pojark.); *Lonicera caerulea subsp. edulis* (Turcz. ex Freyn) Hulten (syn.: *L. caerulea* ssp. *edulis* (Turcz. ex Freyn), *Metalonicera edulis* (Turcz. ex Freyn) M. Wang & A.G. Gu); *Lonicera caerulea subsp.*

altaica Pall. (syn.: *L. caerulea* subsp. *altaica* (Pall.) Gladkova, *L. caerulea* var. *altaica* Fisch. ex Sweet., *L. altaica* subsp. *subarctica* (Pojark.) Worosch.) [16–18].

Жимолость синяя (*Lonicera caerulea*) получена семенами из ГБС (Москва) в 1982 г. под названием *Lonicera caerulea* L. Всходы появились в том же году, было высажено 5 экземпляров, сейчас в коллекции осталось два экземпляра. Дико произрастает в Средней Европе в подлеске горных лесов, на влажных местах по опушкам и склонам, на болотах. В условиях ботанического сада это раскидистый густоветвистый кустарник высотой до 1.7 м. Листья продолговато-ланцетные длиной до 8 см, сверху темно-зеленые, снизу сизые. Зацветает в мае бледно-желтыми парными колокольчиками, длиной до 1.2 см. Ягоды удлинённые, от темно-голубых до черновато-синих с сизым налетом, на вкус горьковатые, начинают созревать в первой половине июня [13].

Жимолость алтайская (*Lonicera caerulea* subsp. *altaica*) была получена семенами в 1982 году из ГБС (Москва) под названием *Lonicera altaica* Pall., в тот же год посеяны и получены всходы. В коллекции 3 экземпляра. В природе распространена в Западной и Восточной Сибири, Казахстане и Монголии. Растет единично или небольшими группами в подлеске хвойно-лиственничных смешанных лесов, встречается на каменистых россыпях [14]. В условиях Южно-Уральского ботанического сада – кустарник высотой до 1.7 м с густой кроной. Листья продолговатые, длиной 3–7 см. Цветки парные с шиловидными, сросшимися в основании прицветниками. Начинает цвести в первой половине мая. Соплодие шаровидное, состоит из двух темно-синих сочных горьких ягод. Зрелые плоды удлинённо-эллиптические, длиной около 1 см, начинают созревать во второй половине июня [13].

Жимолость съедобная (*Lonicera caerulea* subsp. *edulis*) получена семенами из ботанического сада г. Кировска (КФАН) в 1982 году под названием *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn. Дико растет в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, а также в Корее, Китае и Японии, во влажных темнохвойных лесах, торфяных болотах и влажных лугах. В условиях ботанического сада это кустарник высотой до 1 м с густой шаровидной кроной. Листья продолговато-эллиптические или овально-ланцетные. Цветки желтоватые, обоеполые, расположены попарно в пазухах нижних листьев. Плоды удлинённые, цилиндрические, покрыты восковым налетом, начинают созревать во второй половине июня [13, 24, 25].

Исследуемые образцы плодов жимолостей собирали выборочно по мере их созревания с одних и тех же опытных кустов. Сушили плоды сразу же после сбора воздушно-теньевым способом в сухом и хорошо проветриваемом помещении. Общая масса средней пробы с одного таксона составляла 300 г сухого вещества [26]. Изучение химического состава плодов жимолостей проводили на кафедре фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии Башкирского государственного медицинского университета. Определение влажности сырья осуществляли по фармакопейной методике, в соответствии с требованиями ОФС.1.5.3.0007.15 [27]. Качественное обнаружение некоторых групп биологических активных веществ проводили с использованием общепринятых методик. Органические кислоты и, в частности, аскорбиновую кислоту в плодах жимолости определяли методом тонкослойной хроматографии на пластинках марки «Sorbfil ПТСХ-II-A-УФ», применяя стандартные образцы веществ-свидетелей в различных системах растворителей: органические кислоты в системе «этилацетат-уксусная кислота-муравьиная кислота-вода» (100 : 11 : 11 : 25), для проявления применяли 0.4% спиртовой раствор бромкрезолового зеленого с последующим нагреванием в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 5 мин; аскорбиновую кислоту в системе «этилацетат – уксусная кислота (80 : 20)», для проявления использовали раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолят натрия [26]. Для обнаружения дубильных веществ использовали качественные реакции с 10% водным извлечением из плодов жимолости, позволяющие определить природу дубильных веществ – гидролизующие или конденсированные: с 1% раствором железоммониевых квасцов; с 1% раствором ванилина в концентрированной хлористоводородной кислоте; с 10% раствором среднего ацетата свинца и одновременным добавлением 10% раствора уксусной кислоты [26, 28].

Количественное содержание аскорбиновой кислоты в плодах жимолости определяли титриметрическим методом [28], используя в качестве титранта раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (0.001 моль/л), титрование вели до розового окрашивания, не исчезающего в течение 30–60 сек. Для количественного определения органических кислот применяли метод алкалометрии: индикатор – 1 мл 1% раствора фенолфталеина и 2 мл 0.1% раствора метиленового синего, титровали 0.1 М раствором натрия гидроксида до лилово-красной [27]. Количественное определение дубильных веществ в плодах жимолости проводили методом окислительно-восстановительного титрования, индикатор – раствор индигосульфокислоты, титрант – 0.02 М раствор калия перманганата, титрование вели до золотисто-желтого окрашивания [27].

Статистическую обработку полученных результатов проводили в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Российской Федерации с использованием критерия Стьюдента, вычислением доверительного интервала и определения средней арифметической ошибки [27].

Результаты и обсуждения

Данные хроматографического анализа позволяют провести разделение смеси веществ на отдельные компоненты, и по значениям R_f и окраске пятен судить об их присутствии в смеси. При хроматографировании водного извлечения и после обработки хроматограммы хромогенным реактивом удалось обнаружить зону адсорбции в виде белого пятна на розовом фоне со значением $R_f=0.68$, что соответствовало зоне аскорбиновой кислоты (рис. 1).

Для исследования органических кислот анализировали водные извлечения из плодов жимолости. Отмечали появление зон адсорбции в виде желтых пятен на синем фоне, которые по значениям R_f (рис. 2, табл. 1) совпадали с веществами-стандартами органических кислот [28, 29]. В результате исследования установлено, что в трех исследуемых образцах жимолости содержатся такие органические кислоты, как лимонная, янтарная, яблочная, щавелевая и аскорбиновая, а винная кислота содержится только в жимолости съедобной.

Качественные реакции на дубильные вещества с водным извлечением из плодов жимолости показали следующие результаты: с раствором железозамониевых квасцов наблюдали появление черно-зеленого окрашивания, переходящего в черное, свидетельствующее о присутствии дубильных веществ конденсированной природы; реакция с 1% раствором ванилина в концентрированной хлористоводородной кислоте показала появление оранжево-красного окрашивания, также характерного для веществ конденсированной группы, в основе которых лежат катехины, и при проведении реакции с раствором среднего ацетата наблюдали появление белого осадка, растворимого в уксусной кислоте.

Результаты количественного определения отдельных групп биологически активных веществ (БАВ) в исследуемых образцах плодов жимолости представлены в таблице 2.

Сравнение биохимических показателей плодов жимолостей выявило достоверные различия при 5% уровне значимости их биологически активных веществ (восьми кислот и дубильных веществ).

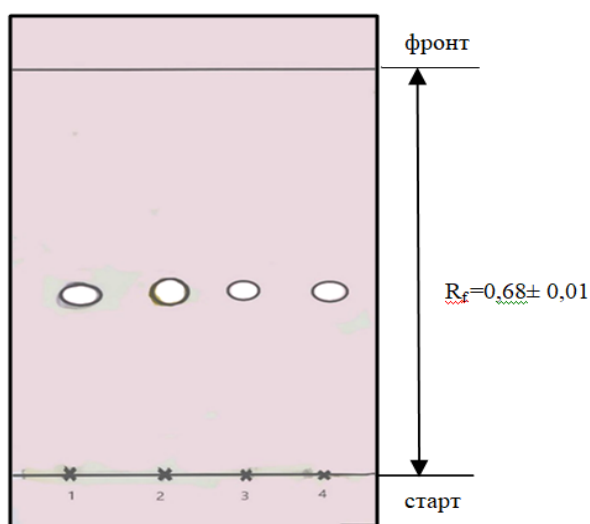


Рис. 1. Схема хроматограммы аскорбиновой кислоты в исследуемых образцах сырья: 1 – *Lonicera caerulea*; 2 – РСО аскорбиновой кислоты ($R_f=0.68$); 3 – *Lonicera caerulea* subsp. *altaica*; 4 – *Lonicera caerulea* subsp. *edulis*

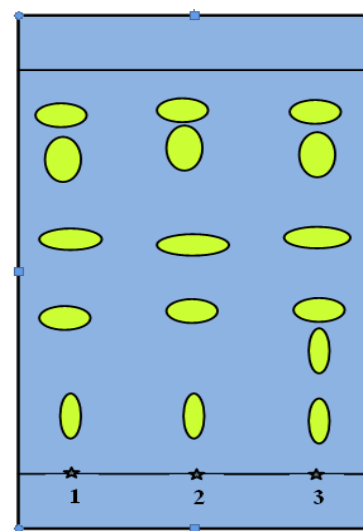


Рис. 2. Схема хроматограммы органических кислот в исследуемых образцах сырья: 1 – *Lonicera caerulea*; 2 – *Lonicera caerulea* subsp. *altaica*; 3 – *Lonicera caerulea* subsp. *edulis*

Таблица 1. Хроматографические показатели органических кислот в плодах жимолости

Наименование исследуемого образца	Значение Rf органических кислот					
	лимонная кислота	янтарная кислота	яблочная кислота	винная кислота	щавелевая кислота	аскорбиновая кислота
<i>Lonicera caerulea</i>	0.39	0.83	0.78	–	0.14	0.62
<i>Lonicera caerulea subsp. altaica</i>	0.40	0.84	0.80	–	0.14	0.61
<i>Lonicera caerulea subsp. edulis</i>	0.40	0.84	0.78	0.35	0.13	0.62

Таблица 2. Показатели содержания БАВ в плодах жимолостей

Наименование исследуемого образца	Содержание, мг/100 г		
	Аскорбиновой кислоты	Органических кислот	Дубильных веществ
<i>Lonicera caerulea</i>	114.5±0.04	1288.31±0.52	426.43±0.18
<i>Lonicera caerulea subsp. altaica</i>	165.2±0.05	1586.28±0.61	328.21±0.14
<i>Lonicera caerulea subsp. edulis</i>	174.8±0.06	1723.41±0.74	171.20±0.05

Примечание: показатели достоверны при $p=0.05$.

Анализируя полученные результаты (табл. 2), следует отметить, что показатели содержания аскорбиновой кислоты, как одного из важных компонентов плодов жимолости, и суммы органических кислот распределяются в исследуемых видах следующим образом: содержание аскорбиновой кислоты преобладает в плодах *Lonicera caerulea subsp. edulis*, немного ниже эти показатели – в плодах *Lonicera caerulea subsp. altaica* и в меньшем количестве они содержится в *Lonicera caerulea*. При количественном определении дубильных веществ в плодах жимолости (табл. 2) было установлено, что наибольшее количество дубильных веществ наблюдается в плодах *Lonicera caerulea* (426.43 мг/100 г), меньшее их содержание отмечается в плодах *Lonicera caerulea subsp. altaica* (328.21 мг/100 г) и минимальное количество – в плодах *Lonicera caerulea subsp. edulis* (171.20 мг/100 г).

Близкими к нашим показателям по содержанию в плодах аскорбиновой кислоты имели сорта и сортообразцы из ВНИИ им. И.В. Мичурина (61.60–113.52 мг/100 г) [30]. Также близкими к нашим данным по содержанию аскорбиновой кислоты оказались *Lonicera altaica* и *Lonicera edulis* в Центральной Якутии, значения которых находятся в пределах от 31.7 до 65.5 мг/100 г [31].

Проведенные исследования в Белоруссии 5 сортов жимолости съедобной [32] и 7 сортов в Самарской области [33] показывают, что содержание аскорбиновой кислоты в сортах превосходят результаты видовых жимолостей.

Выводы

Таким образом, проведено изучение качественного состава и количественного содержания некоторых групп биологически активных веществ в плодах жимолости из коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН – жимолости алтайской (*Lonicera caerulea subsp. altaica*), жимолости синей (*Lonicera caerulea*) и жимолости съедобной (*Lonicera caerulea subsp. edulis*): аскорбиновой кислоты, органических кислот и дубильных веществ. Выявлено, что наиболее перспективными по содержанию аскорбиновой кислоты и органических кислот являются плоды *Lonicera caerulea subsp. edulis*, а по содержанию дубильных веществ – *Lonicera caerulea*. Следует отметить, что дальнейшее более подробное изучение химического состава и биологической активности плодов жимолости является актуальной задачей исследований с целью создания на их основе пищевых добавок и натуральных продуктов растительного происхождения.

Список литературы

1. Плеханова М.Н. Жимолость синяя в саду и питомнике. Л., 1998. 66 с.
2. Хохрякова Л.А. Хозяйственно-биологическая оценка сортов и отборных форм жимолости в лесостепной зоне Алтайского края: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2004. 20 с.
3. Брыксин Д.М. Ягодководство в северном Китае // Сады России. 2013. №12. С. 45–48.
4. Чулков А.Н., Гостищев Д.А., Дейнека В.И., Писарев Д.И., Сорокопудов В.Н., Сазонов С.А. Плоды жимолости синеплодной как источник антоцианов // Химия растительного сырья. 2011. №4. С. 173–176.
5. Боярских И.Г., Юшкова Ю.В., Черняк Е.И., Морозов С.В. Содержание биологически активных фенольных соединений в плодах *Lonicera* L. различного происхождения в условиях Лесостепи Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. №3 (77). С. 39–45.

6. Thompson M.M., Chaovanalikit A. Preliminary observation on adaptation and nutraceutical values of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) in Oregon, USA // *Asta Hortic.* 2003. Vol. 626. Pp. 65–72. DOI: 10.17660/AstaHortic.2003.626.8.
7. Antalikova M., Matiskovis J. Continuance phenological phase and content of anthocyanins in fruits of edible honeysuckle (*Lonicera caerulea kamtschatica* Sevest. Pojark.) // *Proc. Int. Conf. "Perspectives in European Fruit Growing"*. Legnice, Czech Republic, 2006. Pp. 224–225.
8. Ochmian I., Skupien K., Grajkowski J., Smolic M., Ostrowska K. Chemical composition and physical characteristics of fruits of two cultivars of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) in relation to their degree of maturity and harvest date // *Not. Horti. Agrobi.* 2012. Vol. 40. Pp. 155–162.
9. Malodobry M., Bieniasz M., Dziedzic E. Evaluation of the yield and some components in the fruit of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *edulis* Turcz. Freyn.) // *Folia Horticulturae.* 2010. Vol. 22(1). Pp. 45–50. DOI: 10.2478/forth-2013-0150.
10. Bors B., Thomson J., Sawchuk E., Reimer P., Sawatzky R., Sander T. Haskap breeding and production final report. ADF 2008-0042, Saskatchewan Agriculture. Regina, 2012.
11. Miyashita T., Hoshino Y. Interploid and interloid hybridizations to produce polyploid Haskar (*Lonicera caerulea* var. *emphyllocalyx*) plants // *Euphytica.* 2015. Vol. 201(1). Pp. 15–27. DOI: 10.1007/s10681-014-1159-4.
12. Juricova T., Rop O., Mlcek J., Sochor J., Balla S., Szekeres L., Hegedusova A., Hubalek J., Adam V., Kizer R. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects // *Molecules.* 2012. Vol. 17. Pp. 61–79. DOI: 10.3390/molecules17010061.
13. Пояркова А.И. Род 1401. Жимолость – *Lonicera* L. // *Флора СССР.* М.-Л., 1958. Т. XXIII. С. 467–502.
14. Пояркова А.И. Род 5. Род жимолость – *Lonicera* L. // *Флора Европейской части СССР.* М.-Л., 1958. Т. III. С. 16–20.
15. Скворцов А.К., Куклина А.Г. Голубые жимолости: Ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России. М., 2002. 159 с.
16. Шейко В.В. Спектр современных взглядов на структуру рода *Lonicera* L. (*Caprifoliaceae*) // *Turczaninowia.* 2007. Т. 10 (1). С. 13–54.
17. Плеханова М.Н., Ростова Н.С. Анализ изменчивости морфологических, анатомических и биохимических признаков *Lonicera* из подсекции *Caerulea* (*Caprifoliaceae*) методом главных компонент // *Ботанический журнал.* 1994. Т. 79. №2. С. 45–64.
18. Чепелева Г.Г., Тимошин А.В. Потребительские и физико-химические характеристики различных видов жимолости // *Химия растительного сырья.* 2007. №4. С. 125–126.
19. Саякова Г.М. Фармакопейный анализ отечественного лекарственного растительного сырья – жимолости илийской (*Lonicera iliensis*) и жимолости алтайской (*Lonicera altaica*), семейства жимолостных (*Caprifoliaceae*) на определение биологически активных веществ // *Инновации в науке: сборник статей по материалам XXXII международной научно-практической конференции.* Новосибирск, 2014. №4(29). С. 101–114.
20. Абдуллина Р.Г., Пупыкина К.А., Денисова С.Г., Пупыкина В.В. Биохимический состав плодов некоторых представителей рода *Sorbus* L. коллекции Южно-Уральского Ботанического сада // *Химия растительного сырья.* 2021. №3. С. 235–243. DOI: 10.14258/jcrpm.2021037601.
21. Боярских И.Г., Васильев В.Г., Кукушкина Т.А. Содержание биологически активных полифенолов *Lonicera caerulea* subsp. *pallasii* в природе и культуре // *Химия растительного сырья.* 2018. №2. С. 89–96. DOI: 10.14258/jcrpm.2018023452.
22. Боярских И.Г., Сысо А.И., Худяев С.А. Изменчивость элементного состава *Lonicera caerulea* L. (*Caprifoliaceae*) в популяциях Горного Алтая // *Растительные ресурсы.* 2013. Вып. 4. С. 571–585.
23. Боярских И.Г., Сысо А.И., Сиromля Т.И. Изменчивость содержания химических элементов и биологически активных полифенолов в органах *Lonicera caerulea* subsp. *altaica* (*Caprifoliaceae*) в высотном градиенте // *Сибирский экологический журнал.* 2019. №6. С. 727–741. DOI: 10.15372/SEJ20190608.
24. Брежнев Д.Д., Коровина О.Н. Дикие сородичи культурных растений флоры СССР. Л., 1981. 375 с.
25. Сорокопудов В.Н., Куклина А.Г., Соловьева А.Е. Жимолость синяя: биология, сортимент и основы культивирования. М., 2016. 162 с.
26. Алексеева Г.М. Фармакогнозия. Лекарственное сырье растительного и животного происхождения: учеб. пособие. СПб., 2013. 847 с.
27. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. М., 2018. URL: <http://www.femb.ru/femb/pharmasorea.php>.
28. Тринеева О.В., Сафонова И.И., Сафонова Е.Ф., Сливкин А.И. Идентификация органических кислот методом ТСХ в извлечениях из растительных объектов // *Сорбционные и хроматографические процессы.* 2013. Т. 13, вып. 6. С. 896–901.
29. Сергунова Е.В., Марахова А.И. Изучение качественного и количественного состава биологически активных веществ в плодах малины // *Аналитика.* 2018. №1. С. 70–76.
30. Бочарова Т.Е., Брыскин Д.М. Биохимическая оценка качества перспективных сортообразцов жимолости селекции ГНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина // *Научные ведомости.* 2012. Вып. 21/1. С. 92–95.
31. 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.

32. Рупасова Ж.А., Василевская Т.И., Криницкая Н.Б., Задаля В.С., Павловский Н.Б., Гончарова Л.В. Генотипические особенности биохимического состава плодов жимолости съедобной (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn) в условиях Беларуси // Бюллетень Главного Ботанического сада. 2022. №1. С. 3–9.
33. Макарова Н.В., Мусифуллина Э.В., Дмитриева А.Н., Соболев Г.И., Азаров О.И. Исследование антиоксидантных свойств жимолости // Пищевая промышленность. Сырье и добавки. 2012. №12. С. 56–58.

Поступила в редакцию 13 января 2022 г.

После переработки 9 июня 2022 г.

Принята к публикации 8 июля 2022 г.

Для цитирования: Абдуллина Р.Г., Пупыкина К.А., Баламетова Р.Г. Биохимический состав плодов *Lonicera caerulea* L. и ее подвидов при интродукции в условиях Башкирского Предуралья // Химия растительного сырья. 2022. №3. С. 195–202. DOI: 10.14258/jcrpm.20220310885.

Abdullina R.G.^{1*}, Pupykina K.A.², Balametova R.G.² BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS OF *LONICERA CAERULEA* L. AND ITS SUBSPECIES DURING INTRODUCTION IN THE CONDITIONS OF THE BASHKIR URALS

¹ South-Ural Botanical Garden-Institute – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, ul. Mendeleyeva, 195/3, Ufa, 450080 (Russia), e-mail: rimmaabdullina@yandex.ru

² Bashkir State Medical University, ul. Lenina, 3, Ufa, 450080 (Russia)

Lonicera caerulea L. and its subspecies *Lonicera caerulea* subsp. *edulis* (Turcz. ex Freyn) Hulten and *Lonicera caerulea* subsp. *altaica* Pall. belong to the genus *Lonicera* L. family *Caprifoliaceae* Juss., they are valuable fruit plants that are used in medicine, food industry, agriculture. The value of these species lies in the early ripening of fruits and a high content of vitamin C and other biologically active compounds.

The aim of the study was the qualitative and quantitative determination of the main groups of biologically active substances – organic acids and tannins, in the fruits of three species of the genus *Lonicera* from the collection of the South Ural Botanical Garden-Institute and the selection of the most promising species. For analysis, honeysuckle fruits were collected in the full ripening phase and dried to an air-dry state. Phytochemical studies were carried out according to generally accepted methods.

As a result of the study, it was found that all the studied honeysuckle samples contain citric, malic, succinic, oxalic, ascorbic acids, and tartaric acid in *Lonicera caerulea* subsp. *edulis*. According to the quantitative content of ascorbic acid and the sum of organic acids, a species is distinguished in *Lonicera caerulea* subsp. *edulis*, whose fruits contain 174 and 1723 mg/100 g respectively, and in *Lonicera caerulea* subsp. *altaica* and *Lonicera caerulea* their content is below. The analysis of fruits for the content of tannins showed, that they are dominated by substances of condensed nature, which are based on catechism, and in a larger amount they accumulate in *Lonicera caerulea* – 426 mg/100 g in a smaller amount – in *Lonicera caerulea* subsp. *edulis* – 171 mg/100 g.

The obtained data allow us to recommend the studied species of the genus *Lonicera* as a promising source of raw materials for the creation of medicinal plant products based on them, enriched with vitamins and other valuable biologically active substances on their basis.

Keywords: honeysuckle, *Lonicera*, fruits, ascorbic acid, organic acids, tannins, chemical comp.

References

1. Plekhanova M.N. *Zhimolost' sinyaya v sadu i pitomnike*. [Honeysuckle blue in the garden and nursery]. Leningrad, 1998, 66 p. (in Russ.).
2. Khokhryakova L.A. *Khozyaystvenno-biologicheskaya otsenka sortov i otbornykh form zhimolosti v lesostepnoy zone Altayskogo kraya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk*. [Economic and biological assessment of varieties and selected forms of honeysuckle in the forest-steppe zone of the Altai Territory: author. dis. ... cand. agricultural sciences]. Barnaul, 2004, 20 p. (in Russ.).
3. Bryksin D.M. *Sady Rossii*, 2013, no. 12, pp. 45–48. (in Russ.).

* Corresponding author.

4. Chulkov A.N., Gostishchev D.A., Deyneka V.I., Pisarev D.I., Sorokopudov V.N., Sazonov S.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2011, no. 4, pp. 173–176. (in Russ.).
5. Boyarskikh I.G., Yushkova Yu.V., Chernyak Ye.I., Morozov S.V. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, no. 3 (77), pp. 39–45. (in Russ.).
6. Thompson M.M., Chaovanalikit A. *Asta Horti*, 2003, vol. 626, pp. 65–72. DOI: 10.17660/AstaHorti.2003.626.8.
7. Antalikova M., Matiskovis J. *Proc. Int. Conf. "Perspectives in European Fruit Growing"*. Legnice, Czech Republic, 2006, pp. 224–225.
8. Ochmian I., Skupien K., Grajkowski J., Smolic M., Ostrowska K. *Not. Horti. Agrobo*, 2012, vol. 40, pp. 155–162.
9. Malodobry M., Bieniasz M., Dziedzic E. *Folia Horticulturae*, 2010, vol. 22(1), pp. 45–50. DOI: 10.2478/fhort-2013-0150.
10. Bors B., Thomson J., Sawchuk E., Reimer P., Sawatzky R., Sander T. *Haskap breeding and production final report. ADF 2008-0042, Saskatchewan Agriculture*. Regina, 2012.
11. Miyashita T., Hoshino Y. *Euphytica*, 2015, vol. 201(1), pp. 15–27. DOI: 10.1007/s10681-014-1159-4.
12. Juricova T., Rop O., Mlcek J., Sochor J., Balla S., Szekeres L., Hegedusova A., Hubalek J., Adam V., Kizer R. *Molecules*, 2012, vol. 17, pp. 61–79. DOI: 10.3390/molecules17010061.
13. Poyarkova A.I. *Flora SSSR*. [Flora of the USSR]. Moscow-Leningrad, 1958, vol. XXIII, pp. 467–502. (in Russ.).
14. Poyarkova A.I. *Flora Yevropeyskoy chasti SSSR*. [Flora of the European part of the USSR]. Moscow-Leningrad, 1958, vol. III, pp. 16–20. (in Russ.).
15. Skvortsov A.K., Kuklina A.G. *Golubyye zhimolosti: Botanicheskoye izucheniye i perspektivy kul'tury v sredney polose Rossii*. [Blue honeysuckle: Botanical study and cultural perspectives in central Russia]. Moscow, 2002, 159 p. (in Russ.).
16. Sheyko V.V. *Turczaninowia*, 2007, vol. 10 (1), pp. 13–54. (in Russ.).
17. Plekhanova M.N., Rostova N.S. *Botanicheskij zhurnal*, 1994, vol. 79, no. 2, pp. 45–64. (in Russ.).
18. Chepeleva G.G., Timoshin A.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2007, no. 4, pp. 125–126. (in Russ.).
19. Sayakova G.M. *Innovatsii v nauke: sbornik statey po materialam XXXII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Innovations in science: collection of articles based on materials of the XXXII International Scientific and Practical Conference]. Novosibirsk, 2014, no. 4(29), pp. 101–114. (in Russ.).
20. Abdullina R.G., Pupykina K.A., Denisova S.G., Pupykina V.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, no. 3, pp. 235–243. DOI: 10.14258/jcprm.2021037601. (in Russ.).
21. Boyarskikh I.G., Vasil'yev V.G., Kukushkina T.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 2, pp. 89–96. DOI: 10.14258/jcprm.2018023452. (in Russ.).
22. Boyarskikh I.G., Syso A.I., Khudyayev S.A. *Rastitel'nyye resursy*, 2013, no. 4, pp. 571–585. (in Russ.).
23. Boyarskikh I.G., Syso A.I., Siromlya T.I. *Sibirskiy ekologicheskij zhurnal*, 2019, no. 6, pp. 727–741. DOI: 10.15372/SEJ20190608. (in Russ.).
24. Brezhnev D.D., Korovina O.N. *Dikiye sorodichi kul'turnykh rasteniy flory SSSR*. [Wild relatives of cultivated plants of the flora of the USSR]. Leningrad, 1981, 375 p. (in Russ.).
25. Sorokopudov V.N., Kuklina A.G., Solov'yeva A.Ye. *Zhimolost' sinyaya: biologiya, sortiment i osnovy kul'tivirovaniya*. [Blue honeysuckle: biology, assortment and basics of cultivation]. Moscow, 2016, 162 p. (in Russ.).
26. Alekseyeva G.M. *Farmakognosiya. Lekarstvennoye syr'ye rastitel'nogo i zhivotnogo proiskhozhdeniya: ucheb. posobiye*. [Pharmacognosy. Medicinal raw materials of plant and animal origin: textbook. allowance]. St. Petersburg, 2013, 847 p. (in Russ.).
27. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii, XIV izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation, XIV ed.]. Moscow, 2018. URL: <http://www.femb.ru/femb/pharmacopea.php>. (in Russ.).
28. Trineyeva O.V., Safonova I.I., Safonova Ye.F., Slivkin A.I. *Sorbtsionnyye i khromatograficheskiye protsessy*, 2013, vol. 13, no. 6, pp. 896–901. (in Russ.).
29. Sergunova Ye.V., Marakhova A.I. *Analitika*, 2018, no. 1, pp. 70–76. (in Russ.).
30. Bocharova T.E., Bryskin D.M. *Nauchnyye vedomosti*, 2012, vol. 21/1, pp. 92–95. (in Russ.).
31. Korobkova T.S., Sabaraykina S.M. *Prirodnyye resursy Arktiki i Subarktiki*, 2020, vol. 25, no. 4, pp. 92–99. (in Russ.).
32. Rupasova Zh.A., Vasilevskaya T.I., Krinitskaya N.B., Zadalya V.S., Pavlovskiy N.B., Goncharova L.V. *Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo sada*, 2022, no. 1, pp. 3–9. (in Russ.).
33. Makarova N.V., Musifullina E.V., Dmitriyeva A.N., Sobolev G.I., Azarov O.I. *Pishchevaya promyshlennost'. Syr'ye i dobavki*, 2012, no. 12, pp. 56–58. (in Russ.).

Received January 13, 2022

Revised June 9, 2022

Accepted July 8, 2022

For citing: Abdullina R.G., Pupykina K.A., Balametova R.G. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 3, pp. 203–210. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20220310885.