

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЦВЕТКОВ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *SYRINGA* (OLEACEAE)

© 2023 г. К. А. Пупыкина¹, Н. В. Полякова² *, Н. В. Кудашкина¹, Е. В. Красюк¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования “Башкирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа, Россия

²Южно-Уральский ботанический сад-институт — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, Россия

*e-mail: bloomerang11@gmail.com

Поступила в редакцию 01.12.2022 г.

После доработки 09.01.2023 г.

Принята к публикации 03.04.2023 г.

В связи с малой изученностью компонентного состава цветков видов рода *Syringa* L. (Oleaceae) проведен сравнительный анализ 6 представителей этого рода из коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН: *S. emodi* Wall., *S. josikaea* Jacq., *S. komarowii* Schneid., *S. reticulata* (Blume) H. Hara ssp. *amurensis* (Rupr.) P. S. Green et M.C. Chang, *S. sweginzowii* Koehneet Lingelsh. и *S. vulgaris* L. Установлено содержание в составе их цветков флавоноидов, гидроксикоричных кислот, дубильных веществ и органических кислот. Максимальное содержание всех исследованных групп биологически активных веществ (БАВ) выявлено в цветках *S. komarowii*: флавоноидов — $4.25 \pm 0.21\%$, гидроксикоричных кислот — $6.13 \pm 0.29\%$, дубильных веществ — $9.3 \pm 0.5\%$, аскорбиновой кислоты — $0.468 \pm 0.022\%$, органических кислот — $10.7 \pm 0.5\%$. *S. emodi* и *S. sweginzowii* по содержанию исследованных групп БАВ в цветках немного уступают *S. komarowii*. Минимальное содержание БАВ отмечено в цветках *S. josikaea*. Сравнительный анализ качественного состава и количественного содержания основных групп биологически активных веществ в некоторых видах рода *Syringa*, культивируемых в Республике Башкортостан, показывает перспективность их дальнейшего изучения с целью возможного применения в научной медицине и разработки фитопрепаратов на их основе.

Ключевые слова: *Syringa*, цветки, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, дубильные вещества, аскорбиновая кислота, органические кислоты, Республика Башкортостан

DOI: 10.31857/S0033994623020103, **EDN:** ZNMJET

В настоящее время одной из актуальных задач фармации является поиск и внедрение импортозамещающих растительных препаратов, которые характеризуются эффективностью и малой токсичностью, что позволяет использовать их для профилактики и лечения многих заболеваний без риска возникновения побочных явлений [3, 6]. В первую очередь это относится к фитопрепаратам, компоненты которых по структуре близки к метаболитам человеческого организма; они относительно безопасны в применении. Растительные препараты можно рекомендовать для симптоматического, профилактического и длительного лечения гораздо шире, чем синтетические. Особенно это актуально при хронических и вялотекущих заболеваниях. Биологически активные вещества (БАВ) лекарственных растений встраиваются в структурные системы организма человека легче,

чем синтетические лекарственные средства, ассимилируются организмом и дают меньше побочных эффектов [10].

Перспективными для изучения в этом плане являются виды рода сирень *Syringa* L. (Oleaceae), которые применяются в традиционной и народной медицине. Сирень принадлежит к числу самых популярных декоративных кустарников, которые широко используются в озеленении садов, парков, скверов практически по всему миру. Сирень отличается высокой устойчивостью к загрязнениям и способностью аккумулировать большое количество пыли и газов без потери декоративности [11]. Наряду с декоративным значением, сирень как неприхотливое растение широко используется в почвозащитных целях на склонах гор и оврагов. Сирень является медоносным растением, хотя из-за большой длины трубки

венчика нектар мало доступен пчелам [17]. Растительное сырье сирени используется в народной медицине как противовоспалительное, мочегонное, потогонное, ветрогонное, противомаларийное, анксиолитическое, иммуномодулирующее средство, при заболеваниях почек, благодаря наличию в его составе таких БАВ, как фенилпропаноиды (сирингин), иридоиды, фенилэтаноиды, эфирные масла, смолы, витамин С, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты [9, 15, 24]. В научной медицине сирень практически не используется. Настои, отвары листьев сирени применяют при лечении туберкулеза легких. Свежие листья растения применяют наружно как ранозаживляющее средство. Листья, цветки сирени в виде настоев принимают внутрь и наружно при лечении заболеваний суставов [17]. В русской народной медицине применяют мазь цветков сирени на основе вазелина или сливочного масла для втираний при ревматизме. В нанайской народной медицине настойка коры сирени применяется как тонизирующее средство [16]. Современные научные исследования показали, что сирингин действует как сердечный гликозид, подтверждены его потогонные и мочегонные свойства. В эксперименте (*in vitro*) сирингин убивает плазмодии малярии. Кора, листья, цветки сирени обладают антиоксидантными свойствами [5, 16].

Традиционно в качестве лекарственного сырья используют различные части сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.), в литературе имеются данные по изучению компонентного состава коры, листьев и цветков этого вида [4, 7, 8, 18, 19, 21]. Фитохимические исследования проводили и по другим видам сирени, большей частью за рубежом [5, 9, 18, 20, 22, 25, 26]. Необходимо отметить, что чаще всего исследовалась кора сирени обыкновенной и других видов сирени, в меньшей степени исследован компонентный состав цветков.

Целью наших исследований являлся сравнительный фармакогностический анализ цветков 6 видов рода *Syringa*, относящимся к разным секциям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объекты исследований — растительное сырье из цветков 6 видов сирени коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН (ЮУБСИ УФИЦ РАН): сирень гималайская *S. emodi* Wall., сирень венгерская *S. josikaea* Jacq., сирень Комарова *S. komarowii* Schneid., сирень сетчатая разновидность амурская *S. reticulata* (Blume) H. Nara ssp. *amurensis* (Rupr.) P.S. Green et M.C. Chang, сирень Звегинцова *S. sweginzowii* Koehneet Lingelsh. и сирень обыкновенная *S. vulgaris* L. Все они выращены из семян, полученных в 60-х гг. прошлого века из ботанических садов

бывшего СССР (табл. 1). На базе коллекции проведено комплексное интродукционное изучение видов и сортов рода *Syringa* в климатических условиях Республики Башкортостан [12–14].

Сырье сирени заготавливали в период цветения в ботаническом саду в 2019–2021 гг. Образцы сырья хранили в соответствии с требованиями нормативной документации [2]. Отбор проб для анализа, изучение характеристик подлинности и показателей качества сырья осуществляли, руководствуясь статьями ГФ РФ XIV издания [2].

Обнаружение отдельных групп биологически активных веществ осуществляли с помощью качественных реакций, хроматографических (тонкослойная хроматография) и спектральных методов исследования. Качественное обнаружение флавоноидов в исследуемых образцах сырья проводили с помощью качественных реакций: цианидиновая проба, со спиртовым раствором хлорида алюминия, с раствором ацетата свинца, с реактивом Вильсона. Для хроматографического анализа флавоноидов и гидроксикоричных кислот готовили спиртовое извлечение из цветков сирени (70%-ный этиловый спирт, 1 : 30). В качестве растворов сравнения использовали 0.05%-ные растворы стандартных образцов. Проводили подбор систем растворителей и наилучшее разделение наблюдали в системе: бутанол—уксусная кислота—вода (4 : 1 : 1). Хроматограммы высушивали, просматривали в видимом и УФ-свете, обрабатывали спиртовым раствором хлорида алюминия. Спектральные исследования проводили для спиртовых растворов из цветков сирени, а также растворов с добавлением комплексообразующей добавки — спиртового раствора хлорида алюминия (III), чтобы исключить влияние сопутствующих веществ. Оптическую плотность комплексов флавоноидов с хлоридом алюминия измеряли на спектрофотометре Shimadzu UV-1800. Качественное определение суммарного содержания флавоноидов в пересчете на лютеолин-7-гликозид проводили методом дифференциальной спектрофотометрии с подбором оптимальных условий экстракции при длине волны 400 ± 2 нм [1].

Количественное определение суммарного содержания гидроксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту проводили методом прямой спектрофотометрии при длине волны 327 ± 2 нм [8].

Качественное обнаружение дубильных веществ в водных извлечениях из цветков сирени проводили с помощью качественных реакций: с 1%-ным раствором желатина в 10%-ной хлористоводородной кислоте; с 1%-ным раствором железосамонийных квасцов; с 10%-ным раствором среднего ацетата свинца в присутствии уксусной кислоты. Качественное определение суммарного содержания дубильных веществ в пересчете на танин проводили

Таблица 1. Происхождение видов рода *Syringa* L. коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института
Table 1. Origin of *Syringa* L. species in the the South Ural Botanical Garden-Institute

№	Таксон Taxon	Секция Section	Ареал распространения Distribution area	Место получения Origin	Год получения Year of acquisition
1	<i>Syringa emodi</i> Wall.	Подрод <i>Syringa</i> Секция <i>Villosae</i> Subg. <i>Syringa</i> Sect. <i>Villosae</i>	Сев.-Зап. Гималаи North-Western Himalayas	г. Ташкент Tashkent	1959
2	<i>Syringa josikaea</i> Jacq.	Подрод <i>Syringa</i> Секция <i>Villosae</i> Subg. <i>Syringa</i> Sect. <i>Villosae</i>	Карпаты, Трансильвания Carpathians, Transylvania	Местная репродукция Local reproduction	1960
3	<i>Syringa komarowii</i> Schneid.	Подрод <i>Syringa</i> Секция <i>Villosae</i> Subg. <i>Syringa</i> Sect. <i>Villosae</i>	Сев.-Зап. Китай North-Western China	г. Москва Moscow	1967
4	<i>Syringa reticulate</i> (Blume) H. Hara ssp. <i>amurensis</i> (Rupr.) P. S. Green et M. C. Chang	Подрод <i>Ligustrina</i> Subg. <i>Ligustrina</i>	Приамурье, Приморский край, Сев.-Вост. Китай Cis-Amur, Primorye Terri- tory,	г. Минск Minsk	1961
5	<i>Syringa sweginzowii</i> Koeh- neet Lingelsh.	Подрод <i>Syringa</i> Секция <i>Villosae</i> Subg. <i>Syringa</i> Sect. <i>Villosae</i>	Китай, Сев. Корея China, North Korea	г. Ленинград Leningrad	1960
6	<i>Syringa vulgaris</i> L.	Подрод <i>Syringa</i> Секция <i>Syringa</i> Subg. <i>Syringa</i> Sect. <i>Syringa</i>	Зап. и Юж. Румыния, Юго- славия, Болгария Western and Southern Romania, Yugoslavia, Bulgaria	г. Киев Kyiv	1941

методом окислительно-восстановительного титрования, используя в качестве индикатора раствор индигосульфокислоты, титрант — 0.02 М раствор перманганата калия, титрование вели до золотисто-желтого окрашивания [2].

Качественное обнаружение *аскорбиновой кислоты* в цветках различных видов сирени проводили методом тонкослойной хроматографии в водном извлечении, система растворителей: этилацетат—уксусная кислота (80 : 20), детектор — раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия. Количественное определение аскорбиновой кислоты проводили титриметрическим методом в кислой среде, используя в качестве титранта 0.001 М раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, титрование вели до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30–60 с [2].

Для обнаружения *органических кислот* использовали метод тонкослойной хроматографии в системе этилацетат—уксусная кислота—муравьиная кислота—вода (100 : 11 : 11 : 25), детектор — 0.4%-ный спиртовой раствор бромкрезолового зеленого с последующим нагреванием (105 °С, 5 мин). Ко-

личественное определение суммарного содержания органических кислот в пересчете на яблочную кислоту проводили методом алкалметрии: индикатор — смесь метиленового синего и фенолфталеина, титрант — 0.1 М раствор натрия гидроксида, титрование вели до появления лилово-красной окраски [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из немногочисленных литературных источников по фармакогностическому изучению и исследованию компонентного состава цветков различных видов сирени следует, что основными биологически активными соединениями в этом сырье являются фенилпропаноиды [8], а также фенилэтанойды (актеозид — 2.48%; эхинакозид — 0.75%) и олеуропеин (0.95%) [23]. По содержанию других биологически активных соединений литературных данных нет, однако такие БАВ, как, например, аскорбиновая кислота, дубильные вещества, органические кислоты, являются важными составляющими многих видов лекарственного растительного сырья, и определение этих групп БАВ

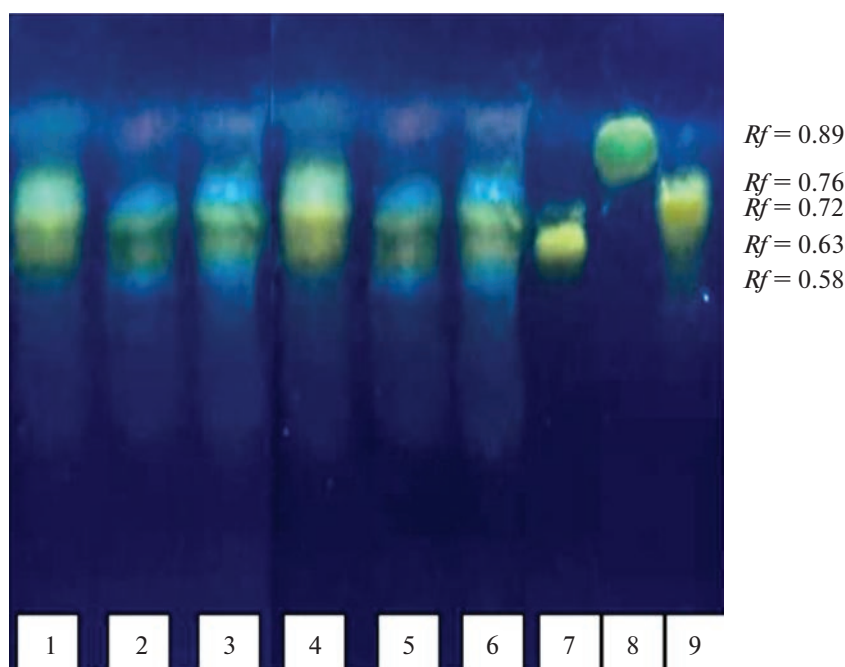


Рис. 1. Хроматограмма спиртовых извлечений из цветков видов рода *Syringa* L.:

1 – *S. sweginzowii*, 2 – *S. josikaea*, 3 – *S. emodi*, 4 – *S. komarowii*, 5 – *S. reticulata* ssp. *amurensis*, 6 – *S. vulgaris*; 7 – рутин, 8 – лютеолин, 9 – лютеолин-7-глюкозид.

Fig. 1. Chromatogram of aqueous-alcoholic extracts of flowers of *Syringa* L. species:

1 – *S. sweginzowii*, 2 – *S. josikaea*, 3 – *S. emodi*, 4 – *S. komarowii*, 5 – *S. reticulata* ssp. *amurensis*, 6 – *S. vulgaris*; 7 – rutin, 8 – luteolin, 9 – luteolin-7-glucoside.

в цветках различных видов сирени является весьма актуальным.

В исследуемых образцах сырья с помощью общепринятых качественных реакций установили присутствие флавоноидов групп флавона и флавонола. Хроматографический анализ цветков сирени показал присутствие на хроматограммах 5 зон адсорбции, из них две голубой флюоресценции, характерные для гидроксикоричных кислот, и три ярко-желтой флюоресценции, характерные для флавоноидов, окраска которых усиливалась после обработки проявляющим реактивом. Зоны адсорбции у всех исследуемых видов сирени по значениям R_f совпадали со стандартными образцами лютеолин-7-глюкозида ($R_f = 0.72$) и рутина ($R_f = 0.63$); с лютеолином ($R_f = 0.89$) совпадения были выборочные. Результаты тонкослойной хроматографии фенольных соединений представлены на рис. 1.

Спектральная характеристика спиртовых извлечений из цветков сирени позволила установить, что полученные спектры при сравнении со стандартными образцами свидетелей флавоноидов не совпадали с веществами-стандартами, что объясняется присутствием в извлечениях сопутствующих веществ. Однако при добавлении раствора хлорида алюминия (III) наблюдался bathochromный сдвиг полос поглощения с четко выра-

женными максимумами поглощения, так как с данным реактивом взаимодействуют флавоноиды, образуя устойчивые комплексы в кислой среде, и не взаимодействуют сопутствующие вещества. Спектры поглощения цветков сирени имели более близкие максимумы поглощения к спектру лютеолин-7-глюкозида ($\lambda_{\max} = 400 \pm 2$ нм) (рис. 2), поэтому этот флавоноид был выбран в качестве доминирующего в сумме, на который в дальнейшем вели пересчет. Полученные данные согласуются с результатами хроматографического анализа спиртовых извлечений из цветков различных видов сирени, на которых более интенсивные зоны адсорбции флавоноидов совпадали с зоной лютеолин-7-глюкозида, менее интенсивные по окраске с рутином.

Флавоноиды являются одной из важных групп БАВ лекарственного растительного сырья, так как обладают разнообразным спектром фармакологической активности, поэтому следующим этапом исследования было количественное определение суммарного содержания флавоноидов в цветках исследуемых видов сирени и изучение влияния различных факторов на выход флавоноидов. Экспериментально было установлено, что оптимальными параметрами экстракции флавоноидов из сырья сирени являлись: экстрагент – 70%-ный этиловый спирт, соотношение сырья и

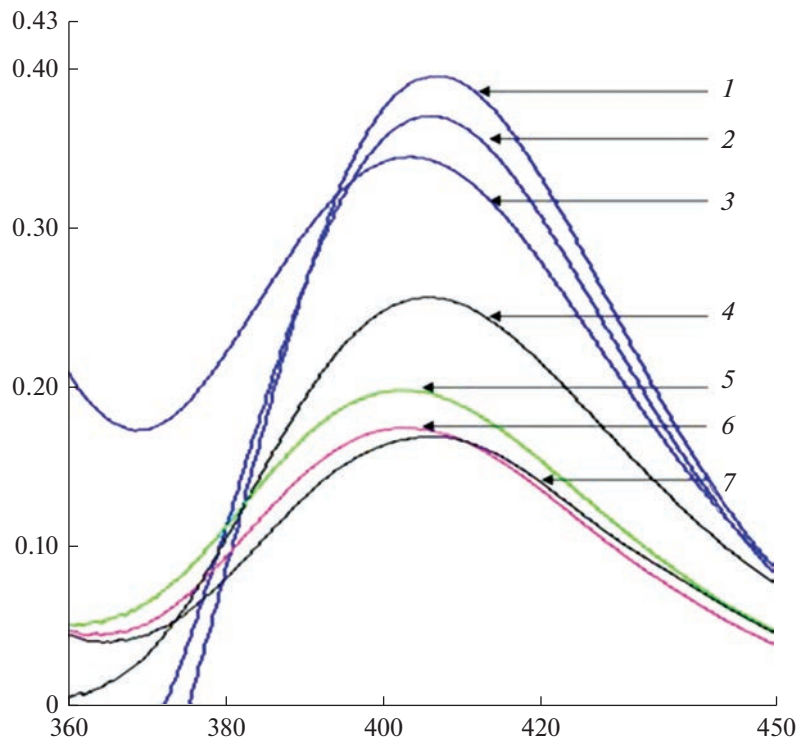


Рис. 2. Спектры поглощения спиртовых растворов цветков видов рода *Syringa* L. и СО лутеолина-7-глюкозида с алюминия хлоридом(III):
1 – СО лутеолин-7-глюкозид; 2 – *S. komarowii*, 3 – *S. emodi*, 4 – *S. reticulata* ssp. *amurensis*, 5 – *S. sweginzowii*, 6 – *S. vulgaris*, 7 – *S. josikaea*. По горизонтали – длина волны, нм; по вертикали – оптическая плотность.
Fig. 2. Absorption spectra of aqueous-alcoholic solutions of flowers of *Syringa* L. species and reference standard of luteolin-7-glucoside with aluminum chloride(III):
1 – RS luteolin-7-glucoside; 2 – *S. komarowii*, 3 – *S. emodi*, 4 – *S. reticulata* ssp. *amurensis*, 5 – *S. sweginzowii*, 6 – *S. vulgaris*, 7 – *S. josikaea*. X-axis – wavelength, nm; y-axis – optical density.

экстрагента 1 : 100, степень измельченности – 2 мм, время экстракции – 60 мин при 2-х кратной экстракции, концентрация раствора хлорида алюминия, с которым флавоноиды образуют комплекс, – 2%, количество добавляемого комплексообразователя – 1 мл. При оценке стабильности образующегося комплекса было установлено, что реакция протекает в течение 45 мин и комплекс остается стабильным в течение часа. Результаты количе-

ственного определения суммарного содержания флавоноидов в пересчете на лутеолин-7-глюкозид в цветках различных видов сирени представлены в табл. 2.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что максимальное содержание флавоноидов отмечалось в цветках сирени Комарова ($4.25 \pm 0.21\%$), несколько ниже оно было в цветках сирени гималайской и амурской ($3.91 \pm 0.17\%$

Таблица 2. Содержание флавоноидов в цветках видов рода *Syringa* L.
Table 2. The content of flavonoids in flowers of *Syringa* L. species

№	Вид Species	Суммарное содержание флавоноидов в пересчете на лутеолин-7-глюкозид, % The total flavonoids content expressed as luteolin-7-glucoside, %
1	<i>S. vulgaris</i>	2.78 ± 0.12
2	<i>S. reticulata</i> ssp. <i>amurensis</i>	3.67 ± 0.15
3	<i>S. komarowii</i>	4.25 ± 0.21
4	<i>S. sweginzowii</i>	3.35 ± 0.13
5	<i>S. josikaea</i>	2.56 ± 0.11
6	<i>S. emodi</i>	3.91 ± 0.17

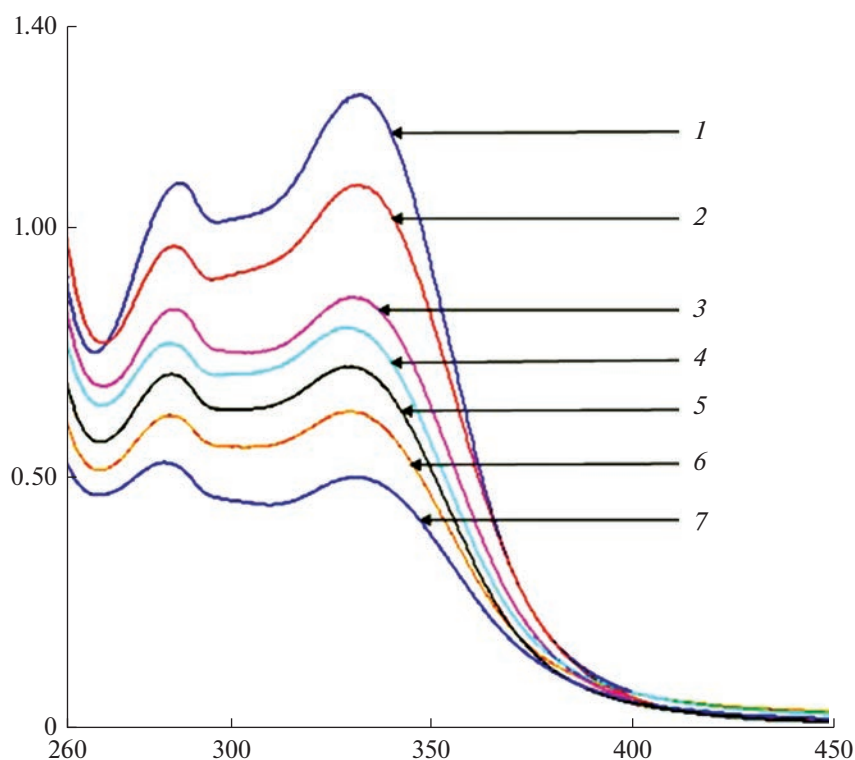


Рис. 3. Спектры поглощения спиртовых растворов цветков видов рода *Syringa* L. в сравнении с СО хлорогеновой кислоты: 1 – СО хлорогеновой кислоты; 2 – *S. komarowii*, 3 – *S. emodi*, 4 – *S. reticulata* ssp. *amurensis*, 5 – *S. sweginzowii*, 6 – *S. vulgaris*, 7 – *S. josikaea*.

По горизонтали – длина волны, нм; по вертикали – оптическая плотность.

Fig. 3. Absorption spectra of aqueous-alcoholic solutions of flowers of *Syringa* L. species against the reference standard of chlorogenic acid: 1 – SS of chlorogenic acid; 2 – *S. komarowii*, 3 – *S. emodi*, 4 – *S. reticulata* ssp. *amurensis*, 5 – *S. sweginzowii*, 6 – *S. vulgaris*, 7 – *S. josikaea*.

X-axis – wavelength, nm; y-axis – optical density.

и $3.67 \pm 0.15\%$) и минимальным – в цветках сирени обыкновенной и венгерской ($2.78 \pm 0.12\%$ и $2.56 \pm 0.11\%$).

Хроматографический анализ спиртовых извлечений из цветков сирени на содержание гидроксикоричных кислот показал, что на хроматограммах наблюдались зоны адсорбции, которые по значениям R_f и голубой флюоресценции в УФ-свете соответствовали хлорогеновой ($R_f = 0.58$) и кофейной ($R_f = 0.76$) кислотам (рис. 1). В результате исследования спектральных характеристик спиртовых экстрактов цветков разных видов сирени было установлено, что максимумы поглощения совпадали с максимумом поглощения стандартного образца хлорогеновой кислоты – 327 ± 2 нм (рис. 3).

Гидроксикоричные кислоты обладают противовоспалительным и протимикробным действиями, повышают устойчивость организма к вирусам и бактериям, поэтому присутствие их в растительном сырье улучшает его качество. Результаты количественного определения суммарного содержания гидроксикоричных кислот в пересчете на

хлорогеновую кислоту в цветках различных видов сирени представлены в табл. 3.

Максимальное суммарное содержание гидроксикоричных кислот обнаружено в цветках сирени Комарова ($6.13 \pm 0.29\%$), для цветков сирени гималайской и амурской этот показатель был немного меньше ($5.86 \pm 0.25\%$ и $5.64 \pm 0.23\%$ соответственно), минимальным суммарным содержанием гидроксикоричных кислот отличались цветки сирени обыкновенной и венгерской ($4.87 \pm 0.19\%$ и $4.56 \pm 0.15\%$ соответственно), как и в случае с флавоноидами.

Обнаружение дубильных веществ в цветках сирени проводили с помощью качественных реакций, при этом наблюдали появление мути с 1%-ным раствором желатина, исчезающей при добавлении избытка реактива; черно-зеленое окрашивание, переходящее в черное с 1%-ным раствором железосамонийных квасцов; образование осадка с 10%-ным раствором среднего ацетата свинца в присутствии уксусной кислоты, что позволило установить присутствие дубильных веществ конденсированной природы. Дубильные вещества

Таблица 3. Содержание гидроксикоричных кислот в цветках видов рода *Syringa* L.
Table 3. The content of hydroxycinnamic acids in flowers of *Syringa* L. species

№	Вид Species	Суммарное содержание гидроксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту, % The total hydroxycinnamic acids content expressed as chlorogenic acid, %
1	<i>S. vulgaris</i>	4.87 ± 0.19
2	<i>S. reticulata</i> ssp. <i>amurensis</i>	5.64 ± 0.23
3	<i>S. komarowii</i>	6.13 ± 0.29
4	<i>S. sweginzowii</i>	5.25 ± 0.21
5	<i>S. josikaea</i>	4.56 ± 0.15
6	<i>S. emodi</i>	5.86 ± 0.25

Таблица 4. Содержание дубильных веществ в цветках видов рода *Syringa* L.
Table 4. The content of tannins in flowers of *Syringa* L. species

№	Вид Species	Суммарное содержание дубильных веществ в пересчете на танин, % The total tannins content expressed as tannin, %
1	<i>S. vulgaris</i>	8.1 ± 0.4
2	<i>S. reticulata</i> ssp. <i>amurensis</i>	7.2 ± 0.3
3	<i>S. komarowii</i>	9.3 ± 0.5
4	<i>S. sweginzowii</i>	8.7 ± 0.4
5	<i>S. josikaea</i>	6.89 ± 0.28
6	<i>S. emodi</i>	7.6 ± 0.3

оказывают разностороннее действие на организм человека — вяжущее, кровоостанавливающее, противовоспалительное, антимикробное, дезинтоксикационное, поэтому представляло интерес определить суммарное содержание данной группы веществ в анализируемых объектах. Результаты исследования суммарного содержания дубильных веществ в пересчете на танин представлены в табл. 4. Максимальное содержание дубильных веществ обнаружено в цветках сирени Комарова ($9.3 \pm 0.8\%$) и сирени Звегинцова ($8.7 \pm 0.4\%$). У других исследуемых видов содержание дубильных веществ было несколько ниже. Минимальным содержанием дубильных веществ отличались цветки сирени венгерской ($6.89 \pm 0.28\%$).

При хроматографическом анализе водных извлечений из цветков сирени на присутствие аскорбиновой кислоты после проявления хроматограмм раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, наблюдалось появление белого пятна на розовом фоне со значением $R_f = 0.89$, что свидетельствовало об ее наличии в объектах исследования. Аскорбиновая кислота является одним из ценных витаминов в рационе человека, так как обладает выраженной антиоксидантной активно-

стью, необходима для нормального функционирования соединительной и костной ткани, выполняет биологические функции восстановителя и кофермента некоторых метаболических процессов. Результаты количественного определения аскорбиновой кислоты в цветках различных видов сирени представлены в табл. 5. В результате наших исследований в цветках различных видов сирени обнаружено небольшое количество аскорбиновой кислоты. Максимальный процент содержания аскорбиновой кислоты установлен в цветках сирени Комарова ($0.468 \pm 0.022\%$), немного ниже — в цветках сирени гималайской и Звегинцова ($0.351 \pm 0.018\%$ и $0.264 \pm 0.011\%$), у остальных видов количество аскорбиновой кислоты незначительно.

При хроматографическом анализе органических кислот отмечали появление на хроматограммах желтых пятен на синем фоне, которые при сравнении со стандартными образцами свидетелей совпадали с яблочной ($R_f = 0.80$), аскорбиновой ($R_f = 0.61$), лимонной ($R_f = 0.40$), винной ($R_f = 0.35$) кислотами, что свидетельствовало об их присутствии в сырье. Органические кислоты являются важной группой биологически актив-

Таблица 5. Содержание аскорбиновой кислоты в цветках видов рода *Syringa* L.**Table 5.** The content of ascorbic acid in flowers of *Syringa* L. species

№	Вид Species	Содержание аскорбиновой кислоты, % Ascorbic acid content, %
1	<i>S. vulgaris</i>	0.197 ± 0.005
2	<i>S. reticulata</i> ssp. <i>amurensis</i>	0.159 ± 0.002
3	<i>S. komarowii</i>	0.468 ± 0.022
4	<i>S. sweginzowii</i>	0.264 ± 0.011
5	<i>S. josikaea</i>	0.215 ± 0.008
6	<i>S. emodi</i>	0.351 ± 0.018

Таблица 6. Содержание органических кислот в цветках видов рода *Syringa* L.**Table 6.** The content of organic acids in flowers of *Syringa* L. species

№	Вид species	Содержание свободных органических кислот в пересчете на яблочную кислоту, % The content of free organic acids expressed as malic acid, %
1	<i>S. vulgaris</i>	7.78 ± 0.19
2	<i>S. reticulata</i> ssp. <i>amurensis</i>	7.12 ± 0.16
3	<i>S. komarowii</i>	10.7 ± 0.5
4	<i>S. sweginzowii</i>	9.38 ± 0.26
5	<i>S. josikaea</i>	8.86 ± 0.21
6	<i>S. emodi</i>	10.1 ± 0.4

ных веществ, так как поддерживают кислотно-щелочное равновесие в организме, снижают pH среды, тормозят процессы гниения в ЖКТ, активируют перистальтику кишечника, стимулируют сокоотделение в желудке, оказывают противовоспалительное, антимикробное действия. Результаты количественного определения суммарного содержания органических кислот в пересчете на яблочную кислоту представлены в табл. 6. В результате анализа полученных данных максимальное содержание органических кислот, как и других БАВ, отмечено в цветках сирени Комарова (10.7 ± 0.5%), довольно высокое их содержание обнаружено в цветках сирени гималайской и Звегинцова (10.1 ± 0.4% и 9.38 ± 0.26% соответственно), минимальное – в цветках сирени амурской (7.12 ± 0.16%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено исследование компонентного состава цветков 6 видов рода *Syringa* L. из коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН (ЮУБСИ УФИЦ РАН): сирени гималайской *S. emodi* Wall., сирени венгерской *S. josikaea* Jacq., сирени Комарова *S. komarowii* Schneid., сирени сетчатой разновидности амурской *S. reticulata* (Blume) H. Nara ssp. *amurensis* (Rupr.) P.S. Green et M.C. Chang, сирени Зве-

гинцова *S. sweginzowii* Koehneet Lingelsh. и сирени обыкновенной *S. vulgaris* L. В результате анализа цветков этих видов установлено присутствие в их составе таких групп биологически активных соединений, как флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, дубильные вещества и органические кислоты. Лидером по содержанию всех выявленных БАВ в цветках является сирень Комарова, затем следуют сирени гималайская и Звегинцова, минимальное количество БАВ отмечается в цветках сирени венгерской. Сравнительный анализ качественного состава и количественного содержания основных групп биологически активных веществ в изученных видах сирени, культивируемых в Республике Башкортостан, показывает перспективность их дальнейшего изучения с целью возможного применения в научной медицине и разработки фитопрепаратов на их основе.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН “Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования” в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме № 122033100041-9.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беликов В.В., Колесник Н.Т. 1989. Способ количественного определения флавоноидов в растительном сырье. — Авторское свидетельство № 1507394 СССР, МКИ А 61 К 35/78. Бюлл. № 34.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV изд. — Федеральная электронная медицинская библиотека, 2018. <https://femb.ru/record/pharmacopeia14>
3. Журихина Л.Н., Бондарук А.М., Капустин М.А., Свинтилова Т.Н., Цыганков В.Г., Головач Т.Н., Курченко В.П. 2017. Токсиколого-гигиеническая оценка спиртовых экстрактов коры сирени венгерской и сирени обыкновенной на *Tetrahymena pyriformis*. — Здоровье и окружающая среда. 27: 91–94. http://rspch.by/Docs/v27_sbornik.pdf
4. Климова И.Ю. 2005. Аналитические и технологические исследования по разработке новых препаратов на основе коры сирени обыкновенной: Автореф. дисс. ... канд. фарм. наук. Самара. 24 с.
5. Кравченко Е.С., Тарун Е.И., Курченко В.П. 2019. Антиоксидантная активность экстрактов коры различных видов сирени (*Syringa*). — В сб.: Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века. Мат. 19-й междунар. науч. конф. Минск. Т. 2. С. 92–95. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/230511>
6. Куркин В.А. 2013. Лекарственные растения как источник импортозамещающих препаратов. — Фармацевтические науки. 8: 139–142.
7. Куркин В.А. 2015. Фенилпропаноиды как важная группа биологически активных соединений лекарственных растений. — Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований. 12(7): 1338–1342. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=8148> (In Russian)
8. Куркин В.А., Рязанова Т.К., Серебрякова А.Д. 2021. Сравнительное исследование химического состава надземных органов сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.). — В сб.: 90 лет — от растения до лекарственного препарата: достижения и перспективы. Сб. мат. юбилейной междунар. науч. конфер. М. С. 237–244. https://doi.org/10.52101/9785870191003_2021_237
9. Курченко В.П., Ризевский С.В., Эсауленко М., Цыганков В.Г., Бондарук А.М., Филонюк В.А., Спиридович Е.В. 2017. Состав и содержание биологически активных веществ в коре различных видов сирени Центрального ботанического сада НАН Беларуси. — Мат. Междунар. науч. конф., посв. 85-летию Центр. бот. сада НАН Беларуси. Минск. С. 249–255. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29775622>
10. Пастушенков Л.В., Лесиовская Е.Е. 1994. Фармакотерапия с основами фитотерапии: Учебник для медицинских и фармацевтических ВУЗов. СПб. 159 с.
11. Полякова Н.В., Кучерова С.В. 2008. Пылеаккумулирующие свойства сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) в городских экосистемах. — Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: Мат. III Междунар. науч.-практ. конф. Ишим. 3: 139–140. <http://guconf.ru/upload/iblock/de5/433c0f86660f2409e5dbf312302ec2a6.pdf>
12. Полякова Н.В., Путенихин В.П., Вафин Р.В. 2010. Сирени в Башкирском Предуралье: интродукция и биологические особенности. Уфа. 170 с.
13. Полякова Н.В. 2016. Интегральная оценка перспективности видов рода *Syringa* L. в коллекции Уфимского ботанического сада. — Изв. Уфимского научного центра РАН. 3: 70–73. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26586399>
14. Полякова Н.В. 2021. Интродукция охраняемого вида сирень венгерская (*Syringa josikaea* Jacq.) на Южном Урале. — Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 1: 122–126. <https://doi.org/10.18522/1026-2237-2021-1-122-126>
15. Серебрякова А.Д., Куркин В.А. 2020. Разработка подходов к стандартизации листьев сирени обыкновенной. — Аспирантский вестник Поволжья. 1–2: 158–163. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.1.158-163>
16. Соколов С.Я., Замотаев И.П. 1993. Справочник по лекарственным растениям. Фитотерапия. Харьков. 241 с.
17. Соколов С.Я. 2000. Фитотерапия и фитофармакология: руководство для врачей. М. 976 с.
18. Спиридович Е.В., Шабуня П.С., Башилов А.В., Зубарев А.В., Гаранович И.М., Булыко С.Е., Гринкевич В.Г., Решетников В.Н. 2017. Селекционная оценка содержания сирингина у представителей рода Сирень (*Syringa* L.) в Центральном Ботаническом саду НАН Беларуси. — Докл. Национ. акад. наук Беларуси. 61(6): 80–88. <https://doklady.belnauka.by/jour/article/view/477>
19. Dudek M.K., Michalak B., Woźniak M., Czerwińska M.E., Filipek A., Granica S., Kiss A.K. 2017. Hydroxycinnamoyl derivatives and secoiridoid glycoside derivatives from *Syringa vulgaris* flowers and their effects on pro-inflammatory responses of human neutrophils. — Fitoterapia. 121: 194–205. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.07.008>
20. Jin L., Sun J., Jin M., Jin C., Diao S., Zhou W., Gao Li. 2020. Chemical constituents from *Syringa reticulata* (Bl.) Hara. — Biochemical Systematics and Ecology. 89: 103986. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2019.103986>

21. Kikuchi M., Yaoita Y., Mano N., Kikuchi M. 2010. Glycosides from the leaves of *Syringa vulgaris* and their growth inhibitory activity against human cancer cell lines. — *Shoyakugaku Zasshi: The Japanese Journal of Pharmacognosy*. 64(2): 104–105.
<http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/10758447>
22. Su G., Cao Y., Li C., Yu X., Gao X., Tu P., Chai X. 2015. Phytochemical and pharmacological progress on the genus *Syringa*. — *Chem. Cent. J.* 9: 2. PMID: PMC4312558
<https://doi.org/10.1186/s13065-015-0079-2>
23. Tóth G., Barabás C., Tóth A., Kéry A., Béni S., Boldizsár I., Varga E., Noszál B. 2016. Characterization of antioxidant phenolics in *Syringa vulgaris* L. flowers and fruits by HPLC-DAD-ESI-MS. — *Biomed. Chromatogr.* 30(6): 923–932.
<https://doi.org/10.1002/bmc.3630>
24. Woźniak M., Michalak B., Wyszmierska J., Dudek M.K., Kiss A.K. 2018. Effects of phytochemically characterized extracts from *Syringa vulgaris* and isolated secoiridoids on mediators of inflammation in a human neutrophil model. — *Front. Pharmacol.* 9: 349.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00349>
25. Yan Y., O W., Zhao X., Ye X., Zhang C., Hao J., He H., Zhu X., Xu H., Yang X. 2010. Effect of essential oil of *Syringa pinnatifolia* Hemsl. var. *alashanensis* on ischemia of myocardium, hypoxia and platelet aggregation. — *J. Ethnopharmacol.* 131(2): 248–255.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.06.027>
26. Zhang J.F., Zhang S.J. 2007. An overview of the genus *Syringa*: phytochemical and pharmacological aspects. — *Nat. Sci. J. Hainan. Univ.* 2: 201–205.

Comparative Analysis of the Component Composition of Flowers in Some Species of the Genus *Syringa* (Oleaceae)

K. A. Pupykina^a, N. V. Polyakova^{b, *}, N. V. Kudashkina^a, E. V. Krasnyuk^a

^aBashkir State Medical University, Ufa, Russia

^bSouth Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

*e-mail: bloomerang11@gmail.com

Abstract—Due to the insufficient knowledge of the lilac flowers component composition, a comparative analysis of 6 species of the genus *Syringa* L. from the collection of the South Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center RAS was carried out. *S. emodi* Wall., *S. josikaea* Jacq., *S. komarowii* Schneid., *S. reticulata* (Blume) H. Hara ssp. *amurensis* (Rupr.) P.S. Green et M.C. Chang, *S. sweginzowii* Koehne et Lingelsh., *S. vulgaris* L. were studied. The content of the major groups of biologically active compounds, namely flavonoids, hydroxycinnamic acids, tannins and organic acids, was established. The highest content of all identified groups of biologically active substances (BAS) was found in flowers of *S. komarowii*: flavonoids — $4.25 \pm 0.21\%$, hydroxycinnamic acids — $6.13 \pm 0.29\%$, tannins — $9.3 \pm 0.5\%$, ascorbic acid — $0.468 \pm 0.022\%$, and organic acids — $10.7 \pm 0.5\%$. In *S. emodi* and *S. sweginzowii* the content of these BAS is little less than in *S. komarowii*, and the minimum amount of BAS was found in *S. josikaea*. A comparative analysis of the qualitative and quantitative profiles of the BAS major groups in some lilac species cultivated in the Republic of Bashkortostan shows the prospects for their further study with the objective of their possible use in scientific medicine, and for the development of herbal remedies.

Keywords: *Syringa*, flowers, flavonoids, hydroxycinnamic acids, tannins, ascorbic acid, organic acids, Republic of Bashkortostan

ACKNOWLEDGMENTS

The work was funded by the Basic Research Program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences “Biodiversity of Natural Systems and Plant Resources of Russia: Assessment of the State and Monitoring of Dynamics, Problems of Conservation, Reproduction, Increase and Rational Use” and within the framework of the State Research Assignment № 122033100041-9 of the YuUBSI UFIC RAS.

REFERENCES

1. Belikov V.V., Kolesnik N.T. 1989. [A method for the quantitative determination of flavonoids in plant materials: USSR author's certificate No. 1507394, MKI A 61 K 35/78]. № 34. (In Russian)
2. The State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV ed. 2018.
<https://femb.ru/record/pharmacopea14> (In Russian)

3. Zhurikhina L.N., Bondaruk A.M., Kapustin M.A., Svintilova T.N., Tsygankou V.G., Halavach T.N., Kurchenko V.P. 2017. Comparative toxicological and hygienic assessment of clathrates of β -cyclodextrine and hydroxypropylene β -cyclodextrine with ferulic acid on *Tetrahymena pyriformis*. — In: [Health and environment]. 27: 91–94. http://rspch.by/Docs/v27_sbornik.pdf (In Russian)
4. Klimova I.Yu. 2005. [Analytical and technological research on the development of new drugs based on the bark of common lilac: Abstr. ... Diss. Cand. (Pharmacology) Sci.]. Samara. 24 p. (In Russian)
5. Kravchenya E.S., Tarun E.I., Kurchenko V.P. 2019. Antioxidant activity extracts of the crust of different types of lilac (*Syringa*). — In: [Sakharov Readings 2019: Environmental problems of the XXI century. Proc. of the 19th intern. sci. conf.]. V. 2. Minsk. P. 92–95. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/230511> (In Russian)
6. Kurkin V.A. 2013. [Medicinal plants as a source for import-substituting drugs]. — Farmatsevticheskiye Nauki. 8: 139–142. (In Russian)
7. Kurkin V.A. 2015. Phenylpropanoids as the most important group of biologically active compounds of medicinal plants]. — International J. Applied and Fundamental Research. 12(7): 1338–1342. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=8148> (In Russian)
8. Kurkin V.A., Ryazanova T.K., Serebryakova A.D. 2021. [The comparative study of the chemical composition of the above-ground organs of common lilac (*Syringa vulgaris* L.)]. — In: [90 years – from plant to drug: achievements and prospects. Proc. of intern. sci. conf.]. Moscow. P. 237–244. http://doi.org/10.52101/9785870191003_2021_237 (In Russian)
9. Kurchenko V.P., Rizevskiy S.V., Esaulenko M., Tsygankov V.G., Bondaruk A.M., Filonyuk V.A., Spiridovich E.V. 2017. Composition and content of biologically active substances in the bark of various species of the lilac (*Syringa*) introduced in the central botanical garden of the National academy of science of Belarus. — In: Role of Botanical Gardens and Arboreta in conservation, investigation and sustainable using diversity of the plant world. Proc. Int. Conf. Minsk. P. 249–255. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29775622> (In Russian)
10. Pastushenkov L.V., Lesiovskaya E.E. 1994. [Pharmacotherapy with Phytotherapy Fundamentals: A Textbook for Medical and Pharmaceutical Schools]. St. Petersburg. 159 p. (In Russian)
11. Polyakova N.V., Kucherova S.V. 2008. [Dust accumulation properties of common lilac (*Syringa vulgaris* L.) in urban ecosystems]. — In: [Urboecosystems: problems and development prospects: Proceedings of the III International scientific and practical conference]. Ishim. P. 139–140. <http://ruconf.ru/upload/iblock/de5/433c0f86660f2409e5dbf312302ec2a6.pdf> (In Russian)
12. Polyakova N.V., Putenikhin V.P., Vafin R.V. 2010. [Lilacs in the Bashkir Cis-Urals: introduction and biological features]. Ufa. 170 p. (In Russian)
13. Polyakova N.V. 2016. [Integral assessment of the prospects of species of the genus *Syringa* L. in the collection of the Ufa Botanical Garden]. — In: [News of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 3: 70–73. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26586399> (In Russian)
14. Polyakova N.V. 2021. Introduction of a protected species Hungarian lilac (*Syringa josikaea* Jacq.) in the South Ural. — Izvestiya Vuzov. Severo-Kavkazskii Region. Natural Science. 1: 122–126. <http://doi.org/10.18522/1026-2237-2021-1-122-126> (In Russian)
15. Serebryakova A.D., Kurkin V.A. 2020. The development of approaches to the standardization of *Syringa vulgaris* leaves. — Aspirantskiy Vestnik Povolzh'ya. 1–2: 158–163. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.1.158-163> (In Russian)
16. Sokolov S.Ya., Zamotaev I.P. 1993. [Handbook of medicinal plants. Phytotherapy]. Kharkov. 241 p. (In Russian)
17. Sokolov S.Ya. 2000. [Phytotherapy and Phytopharmacology: A Guide for Physicians]. Moscow. 976 p. (In Russian)
18. Spiridovich E.V., Shabunya P.S., Bashilov A.V., Zubarev A.V., Garanovich I.M., Bulyka S.E., Hrynkevich V.G., Reshetnikov V.N. 2017. Selection estimation of syringin content in the representatives of the Lilac genus (*Syringa* L.) in the Central Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Belarus. — Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus. 61(6): 80–88. <https://doklady.belnauka.by/jour/article/view/477> (In Russian)
19. Dudek M.K., Michalak B., Woźniak M., Czerwińska M.E., Filipek A., Granica S., Kiss A.K. 2017. Hydroxycinnamoyl derivatives and secoiridoid glycoside derivatives from *Syringa vulgaris* flowers and their effects on pro-inflammatory responses of human neutrophils. — Fitoterapia. 121: 194–205. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.07.008>
20. Jin L., Sun J., Jin M., Jin C., Diao S., Zhou W., Gao Li. 2020. Chemical constituents from *Syringa reticulata* (Bl.) Hara. — Biochemical Systematics and Ecology. 89: 103986. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2019.103986>
21. Kikuchi M., Yaoita Y., Mano N., Kikuchi M. 2010. Glycosides from the leaves of *Syringa vulgaris* and their growth inhibitory activity against human cancer cell lines. — Shoyakugaku Zasshi: The Japanese J. Pharmacognosy. 64(2): 104–105. <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/10758447>

22. Su G., Cao Y., Li C., Yu X., Gao X., Tu P., Chai X. 2015. Phytochemical and pharmacological progress on the genus *Syringa*. — Chem. Cent. J. 9: 2. PMCID: PMC4312558
<https://doi.org/10.1186/s13065-015-0079-2>
23. Tóth G., Barabás C., Tóth A., Kéry A., Béni S., Boldizsár I., Varga E., Noszál B. 2016. Characterization of antioxidant phenolics in *Syringa vulgaris* L. flowers and fruits by HPLC-DAD-ESI-MS. — Biomed. Chromatogr. 30(6): 923–932.
<https://doi.org/10.1002/bmc.3630>
24. Woźniak M., Michalak B., Wyszomierska J., Dudek M.K., Kiss A.K. 2018. Effects of phytochemically characterized extracts from *Syringa vulgaris* and isolated secoiridoids on mediators of inflammation in a human neutrophil model. — Front. Pharmacol. 9: 349.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00349>
25. Yan Y., O W., Zhao X., Ye X., Zhang C., Hao J., He H., Zhu X., Xu H., Yang X. 2010. Effect of essential oil of *Syringa pinnatifolia* Hemsl. var. *alashanensis* on ischemia of myocardium, hypoxia and platelet aggregation. — J. Ethnopharmacol. 131(2): 248–255.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.06.027>
26. Zhang J.F., Zhang S.J. 2007. An overview of the genus *Syringa*: phytochemical and pharmacological aspects. — Nat. Sci. J. Hainan. Univ. 2: 201–205.