

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-1-121-125
УДК 615.32:577.1**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ОДНОЛЕТНИХ ВЕГЕТАТИВНЫХ ПОБЕГОВ
КОРНЕВОЙ ПОРОСЛИ ДИКОРАСТУЩЕЙ SYRINGA VULGARIS L.****Яковлева О.А. ORCID ID 0009-0006-6511-7703, Любаковская Л.А. ORCID ID 0009-0007-7565-098X**
Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь

В однолетних вегетативных побегах корневой поросли дикорастущей *Syringa vulgaris* L. в различных фазах вегетации методом высокоэффективной жидкостной хроматографии идентифицированы сирингин и олеуропеин. Максимальное количество сирингина приходится в фазу созревания плодов (удельное содержание $15,0 \pm 0,2\%$). Максимальное количество олеуропеина было обнаружено в фазе полного одревеснения вегетативных побегов (удельное содержание $16,7 \pm 1,6\%$).

Заготовку однолетних вегетативных побегов корневой поросли дикорастущей *Syringa vulgaris* L. целесообразно проводить в фазу созревания плодов (сентябрь) и в фазу полного одревеснения вегетативных побегов (июль). Однолетние вегетативные побеги *Syringa vulgaris* L. можно рекомендовать использовать в качестве перспективного сырьевого источника сирингина и олеуропеина, для разработки отечественных лечебно-профилактических средств. **Ключевые слова:** сирень обыкновенная, *Syringa vulgaris* L., вегетативные побеги, фазы вегетации, динамика накопления БАВ, ВЭЖХ, сирингин, олеуропеин.

**BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF ANNUAL VEGETATIVE SHOOTS
OF THE ROOT STOCK OF WILD SYRINGA VULGARIS L.****Yakovleva O.A., Lyubakovskaya L.A.**
Educational Establishment "Vitebsk State Order of Peoples Friendship Medical University",
Vitebsk, Republic of Belarus

Syringin and oleuropein were identified in annual vegetative shoots of the root stock of wild Syringa vulgaris L. in various phases of vegetation by high-performance liquid chromatography. The maximum amount of syringin occurs during the fruit ripening phase (specific content $15.0 \pm 0.2\%$). The maximum amount of oleuropein was found in the phase of complete lignification of vegetative shoots (specific content $16.7 \pm 1.6\%$).

*Harvesting of annual vegetative shoots of the root stock of wild Syringa vulgaris L. is advisable to carry out in the fruit ripening phase (September) and in the phase of complete lignification of vegetative shoots (July). Annual vegetative shoots of Syringa vulgaris L. can be recommended to be used as a promising raw material source of syringin and oleuropein, for the development of domestic therapeutic and prophylactic agents. **Keywords:** common lilac, Syringa vulgaris L., vegetative shoots, vegetation phases, dynamics of BAS accumulation, HPLC, syringin, oleuropein.*

Введение. Род Сирень (*Syringa* L.) входит в семейство Маслиновые (*Oleaceae* Lindl.) и включает 28 видов. Сирень в Республике Беларусь включена в государственный реестр ботанических коллекций. В настоящее время 248 таксонов данного рода произрастают в Центральном ботаническом саду Национальной Академии наук Беларуси. Коллекция включена в официальный кадастр охраняемых коллекций Беларуси и имеет статус национального достояния [1].

Syringa vulgaris L. выгодно отличается от других видов сирени (*Syringa reticulata* ssp. *Amurensis* (Rupr.) P.S.Green, *Syringa reticulata* ssp. *Reticulate* (Blume) H.Hara, *S. emodi* Wall, *S. x henryi* Schneid, *S. josikaea* Jacq., *S. kamarowii* Schneid, *S. pubescens* Turcz., *S. swegenozowii* Koehne, *S. wolfii* Schn., *S. velutina* Kom) своей высокой экологической пластичностью и устойчивостью. Фенологические фазы *Syringa vulgaris* L. также отличаются от других видов: она самая первая начинает вегетировать; начало роста вегетативных побегов наступает раньше; для вступления в фазу цветения требуется более низкая сумма положительных температур и сумма осадков; имеет короткий период роста побегов; при обильном и ежегодном цветении плоды созревают позже остальных видов; листья на побегах держатся дольше всех, полное опадение листьев происходит только при стойком установлении утренних заморозков [2].

Химический состав *Syringa vulgaris* L. изучается многими исследователями уже на протяжении двух десятилетий. Так, в коре сирени обыкновенной были определены: сирингин, (+)Ларицеризинол-4-О-β-D-глюкопиранозид, олеуропеин, актеозид, форзитиазид, тирозол, салидрозид, кониферин, гидрокситирозол, гидроксисалидрозид, астрагалин, в листьях - сирингин, кверцетин, изокверцетин, рутин, сирингопикрозид, сирингенон, сирингоксид; в соцветиях – рутин, салидрозид и его производные, фенилпропаноиды, в почках - актеозид, сирингин, форзитиазид, олеуропеин, рутин [3].

Эти биологически активные вещества обладают широким спектром фармакологической активности. Так, сирингин (по результатам доклинических исследований) снижает уровень глюкозы в плазме крови и играет важную роль в детоксикации свободных радикалов (снижает показатели уровня смертности после рентгеновского облучения), а также является перспективным для борьбы

с деменцией [4]. Антиоксиданты, содержащиеся в *Syringa vulgaris L.*, защищают ткань печени от окислительного стресса [5]. Олеуропеин оказывает гипотензивное, кардиопротективное, противовоспалительное, антиоксидантное, противораковое и нейропротекторное действие. Защищает гипоталамус от окислительного стресса, улучшая при этом митохондриальную функцию за счет активации обходного пути, уменьшает окислительный стресс в области мозга, где больше всего осуществляется нейродегенерация при болезни Паркинсона, и предотвращает токсичную агрегацию как бета-амилоидных клеток, так и белков, участвующих в болезни Альцгеймера. Является мощным ингибитором рецептора эпидермального фактора роста (белка, который часто сверхэкспрессируется в клетках рака молочной железы) [6].

В Российской Федерации разработана временная фармакопейная статья на сырье «Сирени обыкновенной кора». Данная фармакопейная статья распространяется на кору цельную или частично измельченную и содержит в себе спецификации лекарственного растительного сырья. Также в Российской Федерации разработаны две лекарственные формы: «Сирени настойка» и «Сирени сироп», в которых на доклиническом этапе доказаны тонизирующие и иммуномодулирующие свойства.

Следует отметить, что *Syringa vulgaris L.* образует обширную корневую поросль, которая может являться перспективным источником лекарственного растительного сырья для фармацевтической промышленности. Ранее однолетние вегетативные побеги корневой поросли *Syringa vulgaris L.* как сырьевой источник не изучались.

Цель работы – изучить фитохимический состав однолетних вегетативных побегов корневой поросли дикорастущей *Syringa vulgaris L.* в различных фазах вегетации.

Материалы и методы исследований. Объектами исследования явились однолетние вегетативные побеги корневой поросли *Syringa vulgaris L.*, которые были заготовлены в сухую погоду с одних и тех же растений: весной – в фазу бутонизации материнского растения (I) и в фазу цветения материнского растения (II), летом – в фазу полного одревеснения вегетативных побегов (III) и осенью – в фазу созревания плодов (IV) (рисунок 1).



Рисунок 1 - Однолетний вегетативный побег корневой поросли *Syringa vulgaris L.*

Побеги срезали секатором на высоте 10-15 сантиметров от поверхности земли. Для исследования были выбраны 4 объекта дикорастущей *Syringa vulgaris L.* в отдаленных друг от друга местах сбора. После сбора объекты были объединены.

Сушка цельных побегов производилась в хорошо вентилируемых помещениях, без доступа прямых солнечных лучей, воздушно-теневым способом.

Для исследования использовали измельченное воздушно-сухое сырье, проходящее сквозь сито с диаметром отверстий 2 миллиметра.

Готовое сырье упаковывали согласно нормативной документации и хранили в сухом, хорошо проветриваемом помещении при комнатной температуре, без прямого попадания солнечных лучей.

Вегетативные побеги *Syringa vulgaris* L. экстрагировали в соотношении 1:60 96% спиртом Р на водяной бане ВВ-04 в течение 60 минут. Извлечение охлаждали, после чего центрифугировали 3 минуты. Отбирали надосадочную жидкость для дальнейшего изучения компонентного состава методом жидкостной хроматографии.

Проведение хроматографического анализа. Для измерения использовали жидкостный хроматограф фирмы «Agilent», модель 1260 (Hewlett Packard, США – Германия). Сбор и обработка данных производились с помощью компьютерной программы Agilent ChemStation for LC 3D.

Условия хроматографирования: хроматографическая колонка Zorbax SB-C18 длиной 250 мм и внутренним диаметром 4,6 мм, заполненная октадецильным силикагелем с размером частиц 5 мкм (производитель Agilent Technologies), температура колонки 30 С°; состав подвижной фазы: фосфатный буферный раствор с рН = 3 и ацетонитрил. Режим элюирования – градиентный, скорость подачи подвижной фазы – 1 мл/мин.

Объем пробы, вводимой в колонку, составил 10 мкл. В максимумах хроматографических пиков были записаны спектры в диапазоне длин волн от 190 до 400 нм, шаг 1 нм.

Идентификацию соединений проводили, сравнивая время удерживания определяемых веществ и максимумы спектров поглощения [7-9]. Удельное содержание фенольных соединений рассчитывали методом внутренней нормализации. Статистическую обработку полученных результатов производили с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2010, используя параметрическую статистику. Полученные данные приводили в виде средних значений и полуширин доверительных интервалов. Методики валидированы по показателям: специфичность, линейность, правильность, аналитическая область, прецизионность (повторяемость).

Результаты исследований. Изучен качественный состав в градиентном режиме однолетних вегетативных побегов корневой поросли дикорастущей *Syringa vulgaris* L. при длине волны детекции 280 нм. Вид хроматограмм и спектры идентифицированных соединений представлены на рисунках 2 – 4.

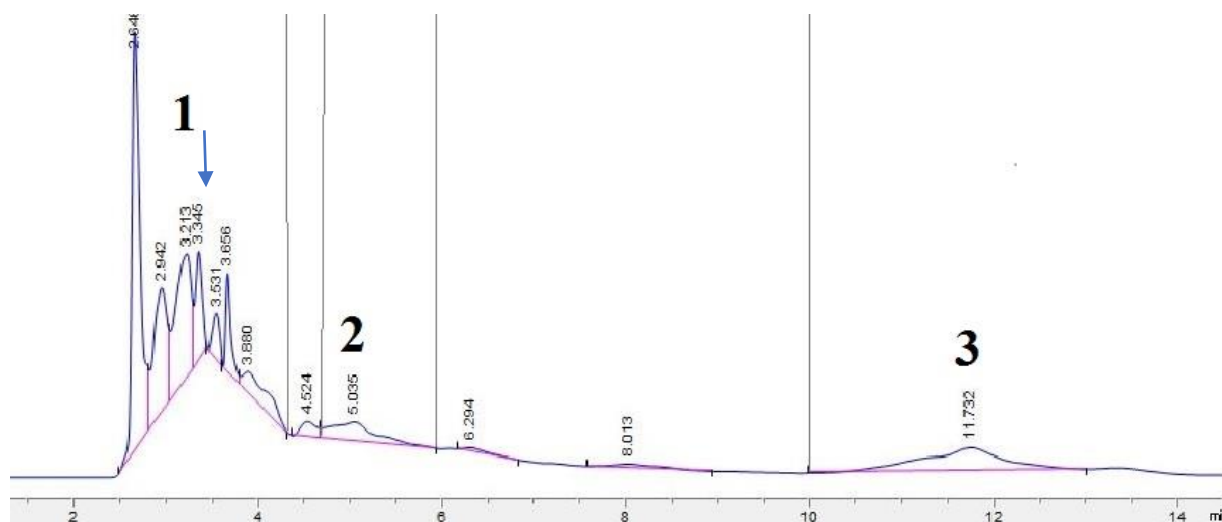


Рисунок 2 – Хроматограмма извлечения однолетних вегетативных побегов корневой поросли *Syringa vulgaris* L.

(1 - сирингин, 2 - неидентифицированное соединение, 3 - олеуропеин)

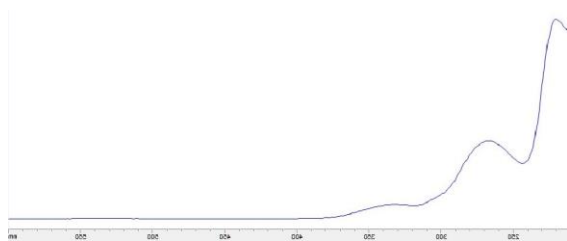


Рисунок 3 – Спектр сирингина



Рисунок 4 – Спектр олеуропеина

Данные качественного и количественного анализа соединений в зависимости от фенологической фазы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание фенольных соединений в извлечениях вегетативных побегов *Syringa vulgaris* L.

№	Соединение	Время удерживания	Спектральные характеристики, нм	Удельное содержание, %			
				Фаза вегетации			
				I	II	III	IV
1	Сирингин	3,2	221, 266	-	12,9±1,0	5,0±1,0	15,0±0,2
3	Олеуропеин	11,7	232,281	2,1±0,6	5,1±3,6	16,7±1,6	7,7±1,5

Как следует из представленных данных в таблице 1, содержание сирингина в вегетативных побегах колеблется от 5% до 15%. В фазу бутонизации данное соединение не обнаружено, вероятно, в связи с тем, что на ранних этапах вегетации оно образуется из предшественника, идентифицировать который нам не удалось. Сирингин обнаружен в фазу цветения в количестве 12,9%, что в 2,6 раз больше содержания в стадию полного одревеснения (5%). Максимальное количество сирингина приходится в фазу созревания плодов и составляет 15%, что в 1,16 раз больше, чем в стадию цветения.

Олеуропеин обнаружен на ранних этапах вегетации; в фазу бутонизации его количество минимальное и составляет 2,1%. Далее в фазу цветения наблюдается рост данного соединения в 2,4 раза и его содержание составляет 5,1%. Максимальное количество олеуропеина приходится в фазу полного одревеснения вегетативных побегов и составляет 16,7% от общего содержания веществ, что практически в 8 раз больше, чем содержание его в фазу бутонизации и в 3,3 раза больше, чем в фазу цветения. В фазу созревания плодов отмечено снижение количества олеуропеина в 2,16 раза по сравнению с фазой полного одревеснения, содержание соединения составляет 7,7%.

Таким образом, на основе полученных данных показано, что содержание биологически активных веществ в зависимости от фаз вегетации различно.

При определении содержания сирингина и олеуропеина методом ВЭЖХ за период с мая по сентябрь в однолетних вегетативных побегах корневой поросли *Syringa vulgaris* L. находилось от 5% до 15% и от 2,1% до 16,7% соответственно. Это дает основание считать, что норма содержания для определения сирингина и олеуропеина в вегетативных побегах составляет не менее 5% и 2,1% соответственно. Максимальная концентрация БАВ в зависимости от даты заготовки приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Максимальная концентрация биологически активных веществ

Вещество	Удельное содержание, %	Месяц заготовки (фаза)
Сирингин	15,0±0,2	сентябрь (фаза созревания плодов)
Олеуропеин	16,7±1,6	июль (фаза полного одревеснения вегетативных побегов)

По имеющимся в литературе данным известно, что содержание биологически активных соединений в растениях изменяется в течение фаз вегетации. На примере ивы белой было показано, что содержание полифенольных соединений в коре и однолетних побегах было подвержено сезонным колебаниям (таблица 3) [10].

Таблица 3 – Динамика накопления полифенольных соединений в перчете на конденсированные дубильные вещества в коре и однолетних побегах ивы белой

Объект	Время заготовки сырья				
	Июнь	Сентябрь	Март	Август	Октябрь
Кора	15,76%	10,16%	8,09%	8,36%	6,92%
Однолетние побеги	7,99%	5,28%	6,33%	4,81%	4,04%

Наибольшее содержание биологически активных веществ отмечалось в летние месяцы. Также в исследованиях был проведен сравнительный анализ содержания полифенольных соединений в молодых побегах и коре и сделан вывод о том, что содержание данной группы биологически активных веществ в молодых побегах несколько ниже, чем в коре, однако объем их сырьевой базы существенно больше (так, при заготовке в летний период 1 кг коры ивы белой в качестве отходов остается порядка 4 кг молодых ветвей с листьями). Таким образом, была показана перспективность заготовки однолетних побегов в качестве растительного сырья [10].

Заключение.

Так как биологически активные вещества участвуют в процессах роста и развития растения, то их содержание в различные фенологические фазы варьирует. Из результатов настоящей работы

следует, что основной фенолпропаноид сирингин целесообразно заготавливать из однолетних вегетативных побегов корневой поросли дикорастущей *Syringa vulgaris* L. в фазу созревания плодов (в сентябре), т.к. в это время его количество достигает своего максимума, а гликозилированный секоиридоид олеуропеин - в фазу полного одревеснения вегетативных побегов (в июле).

Conclusion.

Since biologically active substances are involved in the processes of plant growth and development, their content varies in different phenological phases. Based on the results of this work, it follows that the main phenylpropanoid syringin should be harvested from annual vegetative shoots of the root stock of wild *Syringa vulgaris* L. in the fruit ripening phase (in September), because at this time the amount reaches its maximum, and glycosylated secoiridoid oleuropein – in the phase of a complete lignification of vegetative shoots (in July).

Список литературы. 1. Центральный ботанический сад НАН Республики Беларусь // Национальный интернет портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cbg.org.by/syringa/>. Дата доступа 26.01.2018. 2. Полякова, Н. В. Особенности плодоношения интродуцированных видов сирени (*Syringa*) в Башкирском Предуралье / Н. В. Полякова // Экосистемы. – 2020. – № 22. – С. 90–96. 3. Куркин, В. А. Фенольные соединения коры *Syringa vulgaris* / В. А. Куркин, Г. Г. Запесочная, Н. А. Гриненко // Химия природных соединений. – 1989. – № 4. – С. 581–582. 4. Syringin from *Fraxinus rhynchophylla* Hance inhibit the apoptotic neuronal cell death induced by A β 25–35 / E.J. Yang [et al.] // Arch Pharm Res. – 2010. – Apr; 33(4). – 531–8. 5. Hepatoprotective effect of *Syringae vulgaris* flosethanolic extracts in streptozotocin-induced diabetes in rats / A. Berbecaru-lovan [et al.] // Rom J Morphol Embryol. – 2016. – 57(4). – 1279–1284. 6. Oleuropein improves mitochondrial function to attenuate oxidative stress by activating the Nrf2 pathway in the hypothalamic paraventricular nucleus of spontaneously hypertensive rats / W. Sun [et al.] // Neuropharmacology. – 2017. – Feb;113(Pt A). – P. 556–566. 7. Моисеев, Д. В. Идентификация флавоноидов в растениях методом ВЭЖХ / Д. В. Моисеев, Г. Н. Бузук, В. Л. Шелюто // Химико-фармацевтический журнал. – 2009. – Т. 45, № 1. – С. 35–38. 8. Хроматографическое определение сирингина в коре сирени различной видовой принадлежности / В. С. Подберезкин [и др.] // Труды БГУ. – Минск, 2010. – Т. 5, ч. 2. – С. 34–39. 9. Яковлева, О. А. Динамика накопления биомассы и фенольных соединений в течение ростового цикла каллуса сирени листового происхождения / О. А. Яковлева, Л. А. Любаковская // Вестник ВГМУ. – 2007. – Т. 6, №4. – С. 1–9. 10. Хитаева, О. О. Определение полифенольных соединений в коре и однолетних побегах ивы белой (*Salix alba* L.) / О. О. Хитаева, Е. В. Компанцаева // Сборник научных трудов. – Пятигорск, 2011. – Вып. 66. – С. 207–209.

References. 1. Central'nyj botanicheskij sad NAN Respubliki Belarus' // Nacional'nyj internet portal Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <http://cbg.org.by/syringa/>. ↪ Data dostupa 26.01.2018. 2. Polyakova, N. V. Osobennosti plodonosheniya introducirovannyh vidov sireni (*Syringa*) v Bashkirskom Predural'e / N. V. Polyakova // Ekosistemy. – 2020. – № 22. – S. 90–96. 3. Kurkin, V. A. Fenol'nye soedineniya kory *Syringa vulgaris* / V. A. Kurkin, G. G. Zapesochnaya, N. A. Grinenko // Himiya prirodnyh soedinenij. – 1989. – № 4. – S. 581–582. 4. Syringin from *Fraxinus rhynchophylla* Hance inhibit the apoptotic neuronal cell death induced by A β 25–35 / E.J. Yang [et al.] // Arch Pharm Res. – 2010. – Apr; 33(4). – 531–8. 5. Hepatoprotective effect of *Syringae vulgaris* flosethanolic extracts in streptozotocin-induced diabetes in rats / A. Berbecaru-lovan [et al.] // Rom J Morphol Embryol. – 2016. – 57(4). – 1279–1284. 6. Oleuropein improves mitochondrial function to attenuate oxidative stress by activating the Nrf2 pathway in the hypothalamic paraventricular nucleus of spontaneously hypertensive rats / W. Sun [et al.] // Neuropharmacology. – 2017. – Feb;113(Pt A). – R. 556–566. 7. Moiseev, D. V. Identifikaciya flavonoidov v rasteniyah metodom VEZHKH / D. V. Moiseev, G. N. Buzuk, V. L. SHelyuto // Himiko-farmaceuticheskij zhurnal. – 2009. – T. 45, № 1. – S. 35–38. 8. Hromatograficheskoe opredelenie siringina v kore sireni razlichnoj vidovoj prinadlezhnosti / V. S. Podberезkin [i dr.] // Trudy BGU. – Minsk, 2010. – T. 5, ch. 2. – S. 34–39. 9. YAKovleva, O. A. Dinamika nakopleniya biomassy i fenol'nyh soedinenij v techenie rostovogo cikla kallusa sireni listovogo proiskhozhdeniya / O. A. YAKovleva, L. A. Lyubakovskaya // Vestnik VGMU. – 2007. – T. 6, №4. – S. 1–9. 10. Hitaeva, O. O. Opredelenie polifenol'nyh soedinenij v kore i odnoletnih pobegah ivy beloј (*Salix alba* L.) / O. O. Hitaeva, E. V. Kompancaeva // Sbornik nauchnyh trudov. – Pyatigorsk, 2011. – Vyp. 66. – S. 207–209.

Поступила в редакцию 25.01.2024.