

УДК 615.322: 547.913

СОДЕРЖАНИЕ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ИЗ СВЕЖЕСОБРАННЫХ СОЦВЕТИЙ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ *FILIPENDULA ULMARIA* (ROSACEAE) В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ*

© В.В. Пунегов**, И.В. Груздев, О.В. Скроцкая, Н.В. Портнягина, Э.Э. Эчишвили

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, ул. Коммунистическая, 28,
Сыктывкар, 167982, Россия, rinegov@ib.komisc.ru

Приведены результаты многолетнего изучения (2017–2023 гг.) количественного и качественного состава эфирного масла из свежесобранных соцветий *Filipendula ulmaria*, отобранных на анализ в период цветения растений из двух природных популяций Сыктывдинского района Республики Коми. Установлено, что содержание эфирного масла в дикорастущих растениях может варьировать от 0.09 до 0.19% независимо от погодных условий вегетационного сезона. Методом хромато-масс-спектрометрии проведена идентификация компонентного состава эфирного масла и выявлено 36 соединений. Установлено, что во все годы исследований в эфирном масле из свежесобранных соцветий доминировали салициловый альдегид (31–73.1%) и метилсалицилат (21.9–55.8%), в сумме достигая в отдельном образце 81–98%. 19 соединений присутствовали в эфирном масле в количестве более 0.2%, суммарная доля остальных 15 компонентов составляла всего 1.3%. Полученные результаты по содержанию эфирного масла и его компонентному составу в дикорастущих растениях *Filipendula ulmaria*, широко распространенных в среднетаежной подзоне Республики Коми, позволяют вести поиск и отбор более продуктивных природных популяций для получения высококачественного растительного сырья для производства эфирного масла.

Ключевые слова: эфирное масло, компонентный состав, *Filipendula ulmaria*, хромато-масс-спектрометрия, салициловый альдегид, метилсалицилат.

Для цитирования: Пунегов В.В., Груздев И.В., Скроцкая О.В., Портнягина Н.В., Эчишвили Э.Э. Содержание и компонентный состав эфирного масла из свежесобранных соцветий дикорастущих растений *Filipendula ulmaria* (Rosaceae) в среднетаежной подзоне Республики Коми // Химия растительного сырья. 2025. №1. С. 164–170. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250115085>.

Введение

Род *Filipendula* Mill. (Rosaceae) содержит около 15 видов, распространенных в умеренной зоне северного полушария. На территории бывшего СССР встречается 10 видов, на северо-востоке европейской части России один вид – *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim [1, 2]. Лабазник вязолистный – многолетнее травянистое растение с высокими генеративными побегами 1–1.3 (1.9) м. Корневище толстое, темно-коричневое, горизонтальное, длиной 15–20 см. Стебли прямостоячие, полые, мелкобороздчатые, голые или слабоопущенные, обычно простые, реже в верхней части ветвистые. Листья очередные, прерывисто-перистораздельные, с крупными прилистниками, сросшимися с черешком. Соцветие верхушечное, щитковидно-метельчатое, многоцветковое, пахучее, длиной до 20 см. От побережий Белого и Баренцева морей распространен в лесной зоне повсеместно, на севере реже. Предпочитает сильно увлажненные местообитания: сырые и болотные луга, леса, кустарники, берега рек, ручьев и стариц. Растет в больших количествах, иногда образует в пойме фрагменты таволговых лугов с участием крупных злаков [2, 3]. Н.Б. Фадеевым [4] в средней полосе России обследовано 65 растительных ассоциаций с участием л. вязолистного и определена продуктивность сырьих

* Данная статья имеет электронный дополнительный материал (приложение), который доступен читателям на сайте журнала. DOI: 10.14258/jcprm.20250115085

** Автор, с которым следует вести переписку.

соцветий данного вида. Выявлено, что при избыточных условиях увлажнения и на богатых почвах в Ярославской и Ивановской областях л. вязолистный способен формировать максимальную фитомассу сырьих соцветий от 80 до 250 г/м². В условиях умеренного увлажнения на пойменных лугах Нижегородской и Новгородской областей сырьевая фитомасса соцветий была ниже и варьировала от 60 до 120 г/м² [4]. В народной медицине надземная часть (стебли, листья, цветки) л. вязолистного применяется широко в качестве противовоспалительного, антисептического, кровоостанавливающего, потогонного средства [5, 6]. В болгарской медицине свежие цветки л. вязолистного, содержащие салициловый альдегид и метиловый салицилат, рекомендуют применять как противовоспалительное, противоревматическое и диуретическое средство. В опытах на кошках установлено, что отвар, эфирный и спиртовой экстракты из лабазника снижали кровяное давление более чем на 40% в течение свыше 20 мин [7]. В научной медицине некоторых стран, в том числе и России в качестве лекарственного средства используют собранные в фазу цветения и высущенные соцветия л. вязолистного. Требования к качеству сырья регламентирует ВФС 42-1777-87. Цветки содержат до 0.2% эфирного масла, метиловый эфир салициловой кислоты, флавоноиды, кумарины, аскорбиновую кислоту, дубильные вещества, микроэлементы [8, 9].

Цель настоящего исследования – определение количественного и качественного состава эфирного масла *Filipendula ulmaria* из свежесобранных соцветий растений природных популяций среднетаежной подзоны Республики Коми.

Экспериментальная часть

Сбор растений л. вязолистного проводили в двух природных популяциях Сыктывдинского района Республики Коми в 2017–2023 годах. В 2017–2018 годах эфирное масло из свежесобранных цветков изучали на растениях, произрастающих на злаково-разнотравном лугу левого берега р. Сысолы. В последующие три года (2020–2022) проводили сравнительные анализы на содержание эфирного масла с растений, собранных в двух точках – на злаково-разнотравном лугу левого берега р. Сысолы (61°35'56" с.ш., 50°46'52" в.д.) и злаково-разнотравном лугу в урочище Соколовка (61°32'32" с.ш., 50°36'8" в.д.). Сбор материала для исследований – соцветий л. вязолистного с мелкими прицветными листьями осуществляли в июле в период цветения растений. ЭМ извлекали из свежего сырья сразу после сбора путем перегонки с водяным паром по методу № 2 Государственной фармакопеи РФ [10]. В качестве кубовой емкости использовали круглодонную колбу вместимостью 2 л, оснащенную насадкой Клевенджера. Сыреем массой 200 г загружали в колбу без дополнительного измельчения, вносили 1400 мл дистиллированной воды и в течение 6.5 ч отгоняли ЭМ с паром. В качестве ловушки для ЭМ в насадке Клевенджера использовали пентан. ЭМ в пентане декантировали и выдерживали сутки в морозильной камере для обезвоживания. После определения объема раствора ЭМ в пентане отбирали две аликовоты объемом 1 мл и переносили в стеклянные виалы. Одну виалу с раствором ЭМ терmostатировали при 50 °C до полного удаления пентана охлаждали и гравиметрическим методом определяли практический выход ЭМ из свежего сырья. Для определения начальной влажности растительное сырье массой 20 г сушили в течение 3.5 ч в сушильном шкафу при 115 °C, затем проводили взвешивание сухого материала до достижения им постоянной массы (± 0.0001 г) и вычисляли практический выход ЭМ из соцветий растения в пересчете на абсолютно сухое сырье. Хромато-масс-спектрометрический анализ ЭМ проводили на приборе «TRACE DSQ» (Thermo) в режиме электронного удара (EI, энергия электронов 70 эВ, диапазон сканирования масс 50–650 а.е.м.). Интерпретацию масс-спектров проводили при помощи программного обеспечения «Xcalibur Data System» (версия 1.4) и библиотеки масс-спектров NIST05 MS Library (220 тыс. соединений).

Разделение компонентов выполняли на капиллярной колонке TG-5MS (Thermo): длина – 30 м, внутренний диаметр – 0.25 мм, толщина неподвижной фазы – 0.25 мкм (полидиметилсилоксан, 5% фенильных групп). Программирование температуры термостата колонок 35 °C – 5 °C/мин – 310 °C, газ-носитель – гелий (99.99%), скорость газа-носителя 0.5 см³/мин, деление потока – 1 : 30, температура испарителя – 280 °C, интерфейса – 250 °C, камеры ионизации – 200 °C. Хроматограмма, полученная при данных условиях, приведена на рисунке в электронном приложении к публикации.

Хроматографический индекс удерживания (ИУ) компонентов ЭМ определяли при помощи программного обеспечения AMDIS 2.71 (NIST). Значения ИУ идентифицированных веществ сравнивали с ИУ, приведенными в известных монографиях [11–14], посвященных анализу ЭМ. Для большинства идентифицированных соединений расхождение экспериментальных значений с литературными данными составляет 2–5 единиц ИУ.

Обсуждение результатов

Изучению компонентного состава ЭМ и его выхода из соцветий разных видов *Filipendula L.* посвящено достаточно много работ [15–19]. В большинстве из них отражены данные по составу ЭМ, полученного из высушенных цветков или фитомассы растения в целом, которые были отобраны в различные фазы развития *F. ulmaria*. В данной работе была поставлена задача определения состава и выхода ЭМ из соцветий свежесобранных растений. От сбора растительного сырья до начала перегонки с водяным паром ЭМ временной интервал составлял 50–60 мин. Это обеспечивало сохранность нативного компонентного состава ЭМ и исключало воздействие факторов автоферментации сырья при подсыхании растительного материала. Так, в работе А.В. Ткачева и др. [20] экспериментально подтверждено значительное изменение компонентного состава ЭМ при сушке или продолжительном хранении на примере нескольких видов лекарственных растений семейства *Asteraceae*. Выявлено, что изменение компонентного состава ЭМ при хранении растительного материала обусловлено, в первую очередь, улетучиванием легкокипящих компонентов, а также процессами окисления ненасыщенных и особенно полиненасыщенных соединений.

Извлеченнное ЭМ из соцветий лабазника вязолистного представляло собой подвижную жидкость светло-желтого цвета со специфическим запахом, сильно отличающимся от аромата свежих цветков растения. Выход ЭМ из свежесобранных цветков растения в пересчете на абсолютно сухое сырье варьировал в образцах по годам исследований от 0.09 до 0.19% (табл. 1). Наиболее высокие показатели содержания ЭМ за три года обнаружены в образцах растений, собранных на злаково-разнотравном лугу в урочище Соколовка. Анализ погодных условий в период роста и развития растений с ранней весны (май) до конца цветения показал, что среднее количество осадков в месяц и среднесуточная температура воздуха были близки к среднемноголетним значениям и не оказывали влияния на практический выход ЭМ из соцветий растений.

Методом хромато-масс-спектрометрии в ЭМ изученных образцов л. вязолистного определен его компонентный состав. Следует отметить, что компонентный состав ЭМ л. вязолистного достаточно стабилен и слабо различался по составу между образцами по годам исследований. Основные соединения ЭМ: салициловый альдегид и метилсалицилат по годам сбора приведены в таблице 1, а подробный компонентный состав соединений ЭМ из свежесобранных соцветий рассмотрен на примере растений, собранных 12 июля 2023 г. в природной популяции урочища Соколовка (табл. 2). В ЭМ было идентифицировано 36 компонентов, среди которых доминировали салициловый альдегид (40.3%) и метилсалицилат (40.46%) (табл. 2). 19 соединений присутствовали в эфирном масле в количестве более 0,2%, суммарная доля остальных 15 компонентов составляла всего 1.3% (табл. 2). Также ЭМ л. вязолистного характеризовалось достаточно высоким содержанием предельных углеводородов. Суммарная массовая доля указанных соединений в ЭМ составляла 9.01% с доминированием трикоцана (4.7%). Доля монотерпеноидов в составе ЭМ из соцветий растения очень мала и в сумме составляла 3.26% с доминированием α -терpineола (0.55%).

Таблица 1. Выход эфирного масла и состав мажорных компонентов *Filipendula ulmaria*

Образец	Дата сбора	Место сбора сырья*	Салициловый альдегид	Метилсалицилат	Сумма предельных углеводородов	Выход ЭМ, %
1	18.07.2016	1	43.9	42	5.2	0.07
2	26.07.2017	1	49.6	37.6	5.1	0.09
3	05.07.2018	1	31	55.8	3.3	0.09
4	08.07.2020	1	52.5	44.6	0.9	0.12
5	20.07.2021	1	60.45	34.2	2.2	0.13
6	11.07.2022	1	72.6	25.4	0.83	0.13
7	09.07.2019	2	32.1	51.1	1.4	0.13
8	31.07.2019	2	29.02	60.9	7.35	0.10
9	06.07.2020	2	41.6	55.7	2.5	0.15
10	20.07.2021	2	54.9	40.8	1.5	0.19
11	13.07.2022	2	73.1	21.9	3	0.19

*1 – Злаково-разнотравный луг на левом берегу Сысолы; 2 – злаково-разнотравный луг в урочище Соколовка.

Таблица 2. Компонентный состав эфирного масла из свежесобранных соцветий *F. ulmaria*, 12.07.2023 г.

Соединение	Содержание, %	t _r , мин	ИУ
1	2	3	4
o-Ксиол	0.30	8.1	895
α -Пинен	0.18	9.31	935
Камfen	0.06	9.73	949

Окончание таблицы 2

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Бензальдегид	0.07	10.06	961
β-Пинен	0.05	10.58	977
Лимонен	0.08	12.13	1030
Салициловый альдегид	40.30	12.67	1045
α-Терпинолен	0.09	13.93	1090
Линалоол	1.48	14.25	1101
Нонаналь	1.81	14.37	1105
2-(5-этенил-5-метилоксолан-2-ил) пропаналь (изомер I)	0.12	15.53	1145
2-(5-этенил-5-метилоксолан-2-ил) пропаналь (изомер II)	0.22	15.77	1154
α-Терpineол	0.55	17.01	1194
Метилсалицилат	40.46	17.18	1198
p-Мент-1-ен-9-аль (изомер I)	0.20	17.68	1220
p-Мент-1-ен-9-аль (изомер II)	0.18	17.75	1222
Анисовый альдегид	0.25	18.75	1259
Пеларгоновая кислота	0.26	19.06	1270
Этилсалицилат	0.10	19.21	1275
Борнилацетат	0.27	19.66	1291
Ундеканаль	0.06	20.11	1308
Дамасценон	0.20	22.28	1391
Пентадекан	0.10	24.99	1501
Гексадекан	0.05	27.36	1599
Гептадекан	0.05	29.61	1701
Нонадекан	0.02	33.74	1899
2-Гептадеканон	1.40	33.83	1904
Пальмитиновая кислота	0.35	34.97	1963
Генэйкозан	0.32	37.53	2101
2-Нонадеканон	0.20	37.65	2107
Z-5-Нонадецен	0.79	38.63	2161
Докозан	0.08	39.29	2200
Трикозан	4.72	41.01	2299
Тетракозан	0.26	42.63	2401
Пентакозан	2.23	44.21	2499
Гептакозан	0.39	47.19	2699
Сумма	98.25		

Заключение

На протяжении шести лет (2017–2023 гг.) проводились исследования по количественному определению выхода ЭМ из соцветий *Filipendula ulmaria*, собранных в период цветения в двух природных популяциях Сыктывдинского района Республики Коми. Установлено, что выход эфирного масла из свежесобранных соцветий л. вязолистного варьировал в образцах от 0.09 до 0.19% и не зависел от погодных условий вегетационного периода. Методом ГЖХ-МС определен компонентный состав эфирного масла, идентифицировано 36 соединений. Выявлено, что независимо от года сбора растительного сырья в ЭМ из свежесобранных соцветий доминировали салициловый альдегид (31.0–73.1%) и метилсалицилат (21.9–55.8%), в сумме достигая в одном образце 81–98%, что является показателем высокого качества ЭМ. Показано, что 19 соединений в ЭМ присутствовали в количестве более 0.2%, в том числе отмечалось достаточно высокое суммарное содержание предельных углеводородов. Суммарная доля остальных 15 идентифицированных компонентов составляла всего 1.3%.

Результаты исследований по содержанию и компонентному составу эфирного масла в дикорастущих растениях *Filipendula ulmaria* позволяют вести поиск и отбор наиболее продуктивных природных популяций для получения высококачественного растительного сырья для производства эфирного масла.

Дополнительная информация

В электронном приложении к статье (*DOI: http://www.doi.org/10.14258/jcprm.20250115085s*) приведен дополнительный экспериментальный материал, раскрывающий основные положения, изложенные в статье.

Финансирование

Исследование проведено на экспериментальной базе УНУ «Научная коллекция живых растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН» (регистрационный номер 507428) и оборудовании ЦКП «Хроматография» Института биологии Коми НЦ УрО РАН в рамках государственного задания по теме «Оценка влияния климатических условий Севера на процессы репродукции ресурсных растений», номер гос. регистрации 125021302139-3.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 990 с.
2. Флора Северо-Востока европейской части СССР. Л., 1976. Т. 3. С. 198–199.
3. Выдрина С.Н. *Filipendula* Miller – Лабазник // Флора Сибири. Rosaceae. Новосибирск, 1988. Т. 8. С. 97–100.
4. Фадеев Н.Б. Эколо-ценотическая приуроченность и продуктивность лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.) // Международная конференция: Генетические ресурсы лекарственных и ароматических растений: сборник научных трудов. М., 2004. С. 70–71.
5. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. М., 1992. 478 с.
6. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование. Сем. *Hydrangeaceae* – *Haloragaceae* / под ред. П.Д. Соколова. Л., 1987. С. 45–47.
7. Современная фитотерапия. Перевод с болгарского. София, 1988. С. 380–381.
8. Блинова К.Ф., Вандышев В.В., Комарова М.Н. и др. Растения для нас. Справочное издание. СПб., 1996. 654 с.
9. Высоцина Г.И., Кукушкина Т.А., Шалдаева Т.М. Содержание основных групп биологически активных веществ в растениях сибирских видов *Filipendula* Mill // Химия растительного сырья. 2014. №2. С. 129–132.
10. ОФС.1.5.3.0010.15 Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах // Государственная фармакопея Российской Федерации, издание XIV. М., 2018. Т. 2. С. 2383–2387.
11. Ткачёв А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
12. Ефремов А.А., Зыкова И.Д. Компонентный состав эфирных масел хвойных растений Сибири. Красноярск, 2013. 132 с.
13. Adams R. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography // Quadrupole Mass Spectroscopy. Carol Stream: Allured Publishing, 2007. 804 p.
14. Кожин С.А., Силина Ю.Г. Состав эфирного масла из соцветий *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim // Растительные ресурсы. 1971. Т. 7, №4. С. 567–569.
15. Краснов Е.А., Авдеева Е.Ю. Химический состав растений рода *Filipendula* (обзор) // Химия растительного сырья. 2012. №4. С. 5–12.
16. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. К вопросу перспективности эфирного масла *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim как источника метилсалцилата // Сибирский медицинский журнал. 2012. №2. С. 101–102.
17. Зыкова И.Д., Наймушина Л.В., Гасанов Р.З. Сравнительный анализ компонентного состава эфирного масла цветков лабазника вязолистного Сибирского региона и Республики Дагестан // Сибирский медицинский журнал. 2015. Т. 133, №2. С. 115–117.
18. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Эфирное масло *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim: степень изученности и современное состояние исследований (обзор) // Химия растительного сырья. 2014. №3. С. 53–60.
19. Lindeman A., Jounele-Criksson P., Launasmaa M. The aroma composition of the flower of meadow sweet *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim // Lebensmitt.Wiss. Technol. 1983. Vol. 15, no. 5. Pp. 286–289.
20. Ткачев А.В., Королюк Е.А., Юсубов М.С., Гурьев А.М. Изменение состава эфирного масла при разных сроках хранения сырья // Химия растительного сырья. 2002. №1. С. 19–30.

Поступила в редакцию 18 апреля 2024 г.

После переработки 17 октября 2024 г.

Принята к публикации 24 октября 2024 г.

Punegov V.V.*¹, Gruzdev I.V.¹, Skrotskaya O.V.¹, Portnyagina N.V.¹, Echishvili E.E. CONTENT AND COMPONENT COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL FROM FRESHLY COLLECTED INFLORESCENCES OF WILD PLANTS *FILIPENDULA ULMARIA* (ROSACEAE) IN THE MIDDLE TAIGA SUBZONE OF THE KOMI REPUBLIC

Institute of Biology, Federal Research Center Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Kommunisticheskaya st., 28, Syktyvkar, 167982 Russia, punegov@ib.komisc.ru

The results of a long-term study (2017–2023) of the quantitative and qualitative composition of essential oil from freshly collected inflorescences of *Filipendula ulmaria*, selected for analysis during the flowering period of plants from two natural populations of the Syktyvdinsky district of the Komi Republic. It has been established that the content of essential oil in wild plants can vary from 0.09 to 0.19%, regardless of the weather conditions of the growing season. Using chromatography-mass spectrometry, the component composition of the essential oil was identified and 36 compounds were identified. It was found that in all years of research, salicylic aldehyde (31–73.1%) and methyl salicylate (21.9–55.8%) dominated in the essential oil from freshly collected inflorescences, reaching a total of 81–98% in a separate sample. 19 compounds were present in the essential oil in an amount of more than 0.2%, the total share of the remaining 15 components was only 1.3%. The results obtained on the content of essential oil and its component composition in wild plants *Filipendula ulmaria*, widespread in the middle taiga subzone of the Komi Republic allow the search and selection of more productive natural populations to obtain high-quality vegetable raw materials for the production of essential oil.

Keywords: essential oil, component composition, *Filipendula ulmaria*, gas chromatography-mass spectrometry, salicylic aldehyde, methyl salicylate.

For citing: Punegov V.V., Gruzdev I.V., Skrotskaya O.V., Portnyagina N.V., Echishvili E.E. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 1, pp. 164–170. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250115085>.

References

- Cherepanov S.K. *Sosudistyye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv*. [Vascular plants of Russia and adjacent states]. St. Petersburg, 1995, 990 p. (in Russ.).
- Flora Severo-Vostoka evropeyskoy chasti SSSR*. [Flora of the North-East of the European part of the USSR]. Leningrad, 1976, vol. 3, pp. 198–199. (in Russ.).
- Vydrina S.N. *Flora Sibiri. Rosaceae*. [Flora of Siberia. Rosaceae]. Novosibirsk, 1988, vol. 8, pp. 97–100. (in Russ.).
- Fadeyev N.B. *Mezhdunarodnaya konferentsiya: Geneticheskiye resursy lekarstvennykh i aromaticheskikh rasteniy: sbornik nauchnykh trudov*. [International conference: Genetic resources of medicinal and aromatic plants: collection of scientific papers]. Moscow, 2004, pp. 70–71. (in Russ.).
- Makhlayuk V.P. *Lekarstvennyye rasteniya v narodnoy meditsine*. [Medicinal plants in folk medicine]. Moscow, 1992, 478 p. (in Russ.).
- Rastitel'nyye resursy SSSR: tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye. Sem. Hydrangeaceae – Haloragaceae* [Plant resources of the USSR: flowering plants, their chemical composition, use. Family Hydrangeaceae – Haloragaceae], ed. P.D. Sokolova. Leningrad, 1987, pp. 45–47. (in Russ.).
- Sovremennaya fitoterapiya. Perevod s bolgarskogo*. [Modern Phytotherapy. Translation from Bulgarian]. Sofiya, 1988, pp. 380–381. (in Russ.).
- Blinova K.F., Vandyshev V.V., Komarova M.N. i dr. *Rasteniya dlya nas. Spravochnoye izdaniye*. [Plants for us. Reference publication]. St. Petersburg, 1996, 654 p. (in Russ.).
- Vysochina G.I., Kukushkina T.A., Shaldayeva T.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 2, pp. 129–132. (in Russ.).
- Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii, izdaniye XIV*. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation, edition XIV]. Moscow, 2018, vol. 2, pp. 2383–2387. (in Russ.).
- Tkachov A.V. *Issledovaniye letuchikh veshchestv rasteniy*. [Study of plant volatile substances]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).
- Yefremov A.A., Zykova I.D. *Komponentnyy sostav efirnykh masel khvoynykh rasteniy Sibiri*. [Component composition of essential oils of coniferous plants of Siberia]. Krasnoyarsk, 2013, 132 p. (in Russ.).
- Adams R. *Quadrupole Mass Spectroscopy*. Carol Stream: Allured Publishing, 2007, 804 p.
- Kozhin S.A., Silina Yu.G. *Rastitel'nyye resursy*, 1971, vol. 7, no. 4, pp. 567–569. (in Russ.).
- Krasnov Ye.A., Avdeyeva Ye.Yu. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2012, no. 4, pp. 5–12. (in Russ.).
- Zykova I.D., Yefremov A.A. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2012, no. 2, pp. 101–102. (in Russ.).
- Zykova I.D., Naymushina L.V., Gasanov R.Z. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2015, vol. 133, no. 2, pp. 115–117. (in Russ.).
- Zykova I.D., Yefremov A.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 3, pp. 53–60. (in Russ.).
- Lindeman A., Jounelle-Criksson P., Launasmaa M. *Lebensmittl. Wiss. Technol.*, 1983, vol. 15, no. 5, pp. 286–289.
- Tkachev A.V., Korolyuk Ye.A., Yusubov M.S., Gur'yev A.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2002, no. 1, pp. 19–30. (in Russ.).

Received April 18, 2024

Revised October 17, 2024

Accepted October 24, 2024

* Corresponding author.

Сведения об авторах

Пунегов Василий Витальевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник отдела Ботанический сад, punegov@ib.komisc.ru

Груздев Иван Владимирович – доктор химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник экоаналитической лаборатории, gruzdev@ib.komisc.ru

Скроцкая Ольга Валерьевна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая отделом Ботанический сад, skrockaja@ib.komisc.ru

Портнягина Надежда Васильевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник отдела Ботанический сад, portniagina@ib.komisc.ru

Эчишвили Эльмира Элизбаровна – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела Ботанический сад, elmira@ib.komisc.ru

Information about authors

Punegov Vasily Vitalievich – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, Botanical Garden Department, punegov@ib.komisc.ru

Gruzdev Ivan Vladimirovich – Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Ecoanalytical Laboratory, gruzdev@ib.komisc.ru

Skrockaja Olga Valerievna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Botanical Garden Department, skrockaja@ib.komisc.ru

Portnyagina Nadezhda Vasilieva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Botanical Garden Department, portniagina@ib.komisc.ru

Echishvili Elmira Elizbarovna – Candidate of Biological Sciences, Researcher, Botanical Garden Department, elmira@ib.komisc.ru