

Основные группы биологически активных веществ в растениях видов *Hemerocallis* L.

Л. Л. Седельникова[✉]

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

[✉]E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Аннотация. Дикорастущие виды рода *Hemerocallis* L. – красоднев, лилейник (семейство *Hemerocallidaceae* Br.) – представляют ценность как декоративные, пищевые и лекарственные растения. Биологически активные вещества видового состава лилейников, произрастающих в природных местообитаниях, изучены недостаточно. Сведений о количественном содержании основных групп биологически активных веществ у исследованных нами пяти видов лилейника, культивируемых в лесостепной зоне Новосибирской области, за два вегетационных периода не имеется, что определяет оригинальность и значимость данной работы. **Цель исследования** – сравнительное изучение содержания основных групп биологически активных веществ (БАВ) в растениях пяти видов лилейника, культивируемых в лесостепной зоне Западной Сибири. **Методы.** Использован спектрофотометрический метод для определения флавонолов, катехинов, каротиноидов; безкарбазольный – для определения пектинов и протопектинов; титриметрический – для определения танинов. **Результаты.** Сравнительный анализ БАВ в цветках и листьях пяти видов лилейника позволил установить, что в листьях содержание катехинов в 1,1–1,3 раза, флавонолов – в 2,0 раза, танинов – в 1,6–2,3 раза выше, чем в цветках. Содержание пектинов выше в цветках в 1,7–3,3 раза, протопектинов – в 1,4 раза, каротиноидов – в 3,7–34,4 раза. Концентрация протопектинов в листьях и цветках растений всех видов в 1,4–5,1 раза выше по сравнению с пектинами. Высокими показателями по отдельным компонентам в различных органах отличались *H. minor* (флавонолы, танины, катехины, пектиновые вещества), *H. middendorffii* (танины, катехины, протопектины, каротиноиды), *H. citrina* (флавонолы, танины, катехины, протопектины), *H. fulva* (танины), *H. lilio-asphodelus* (танины, пектины, катехины, флавонолы). Установлена специфика накопления данных компонентов у изученных растений видов *Hemerocallis* в цветках и листьях в период массового цветения за два вегетационных периода. **Научная новизна.** Впервые в условиях лесостепной зоны Новосибирской области проведен сравнительный количественный анализ содержания фенольных соединений, пектиновых веществ, каротиноидов в надземных органах *H. lilio-asphodelus*, *H. minor*, *H. middendorffii*, *H. citrina*, *H. fulva* в период вегетации 2019–2020 гг.

Ключевые слова: лилейник, виды, цветок, лист, танины, флавонолы, пектины, протопектины, катехины, каротиноиды, лесостепная зона, Новосибирская область

Благодарности. Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований по теме «Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов» в рамках госзадания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН по проекту № АААА-А21-121011290025-2. Автор благодарен старшему научному сотруднику лаборатории фитохимии ЦСБС СО РАН Т. А. Кукушкиной за проведение анализов по содержанию биологически активных веществ.

Для цитирования: Седельникова Л. Л. Основные группы биологически активных веществ в растениях видов *Hemerocallis* L. // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 07. С. 909–920. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-06-909-920>.

Дата поступления статьи: 01.11.2023, **дата рецензирования:** 16.02.2024, **дата принятия:** 27.03.2024.

The main groups of biologically active substances in plants of *Hemerocallis* L. species

L. L. Sedelnikova ✉

Central Siberian Botanical Garden Siberian Branch of the Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

✉ E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Abstract. Wild species of the genus *Hemerocallis* L. – family *Hemerocallidaceae* Br. – are of value as ornamental, food and medicinal plants. Biologically active substances of the species composition of lilies growing in natural habitats have not been studied enough. There is no information on the quantitative content of the main groups of biologically active substances in the five types of lilac cultivated in the forest-steppe zone of the Novosibirsk region over the two growing seasons, which determines the originality and significance of this work. **The purpose** of the study is a comparative study of the content of the main groups of biologically active substances (BAS) in plants of five species of lilac cultivated in the forest-steppe zone of Western Siberia. **Methods.** A spectrophotometric method was used to determine flavonols, catechins, carotenoids; carbazole-free – for the determination of pectins and protopectins; titrimetric – for the determination of tannins. **Results.** Comparative analysis of BAV in flowers and leaves of five species of lilac allowed to establish that in leaves the content of catechins (1.1–1.3 times), flavonols (2.0 times), tannins (1.6–2.3 times) is higher than in flowers. The content of pectins is higher in flowers (1.7–3.3 times), protopectins (1.4 times), carotenoids (3.7–34.4 times). The concentration of protopectins in leaves and flowers of all species is 1.4–5.1 times higher compared to pectins. *H. minor* (flavonols, pectins), *H. middendorffii* (tannins, catechins, carotenoids), *H. citrina* (catechins), *H. fulva* (tannins), *H. lilio-asphodelus* (pectins) were distinguished by high indications for individual components in various organs. Species specificity of accumulation of these components in flowers and leaves during the period of mass flowering and specificity of their content over two growing periods has been established. **Scientific novelty.** For the first time in the conditions of the forest-steppe zone of the Novosibirsk region, a comparative quantitative analysis of the content of phenolic compounds, pectin substances, carotenoids in the aboveground organs of *H. lilio-asphodelus*, *H. minor*, *H. middendorffii*, *H. citrina*, *H. fulva* during the growing season of 2019–2020 was carried out.

Keywords: daylily, views, flower, leaf, tannins, flavonols, pectins, protopectins, catechins, carotenoids, forest-steppe zone, Novosibirsk region

For citation: Sedelnikova L. L. The main groups of biologically active substances in plants of *Hemerocallis* L. species. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (07): 909–920. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-06-909-920>. (In Russ.)

Acknowledgements. The work was carried out under the Basic Research Program on the topic “Analysis of biodiversity, conservation and restoration of rare and resource plant species using experimental methods” within the framework of the state assignment of the Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences under project No. AAAA-A21-121011290025-2. The author is grateful to T. A. Kukushkina, senior researcher at the Laboratory of Phytochemistry of the Central Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, for conducting analyzes on the content of biologically active substances.

Date of paper submission: 01.11.2023, **date of review:** 16.02.2024, **date of acceptance:** 27.03.2024.

Постановка проблемы (Introduction)

Исследование дикорастущих видов рода *Hemerocallis* L. – красоднев, лилейник (семейство *Hemerocallidaceae* Br.) – в лесостепной зоне Новосибирской области позволяет установить и сравнить не только морфобиологические, но и фитохимические особенности в растениях, культивируемых в данном регионе. Виды этого рода, которых в природных местообитаниях известно около двадцати, произрастают в основном в Юго-Восточной Азии, Сибири, реже в Европе и Северной Америке. Согласно центрам происхождения растений, уста-

новленным Н. И. Вавиловым, для лилейников центром считается Китайский очаг, где обитает большинство видов [1]. Они известны как декоративные растения, однако в глубокой древности и до настоящего времени народы Востока используют в пищу цветки и корневища, а в народной и официальной медицине рекомендуются как лекарственные растения, обладающие антиоксидантным, антидепрессивным, гепатопротекторным, анальгезирующим, кардиотоническим, противоопухолевым, седативным, снотворным и ранозаживляющими свойствами [2; 3]. В листьях лилейника обнаружены сердеч-

ные гликозиды, витамин С, флавоноиды (кверцетин, кемпферол), в корневищах имеются ароматические соединения (хемерокаллин), в цветках – эфирное масло. Благодаря высокой биологической пластичности, декоративности, гибридизационной способности, устойчивости к абиотическим факторам болезням и вредителям лилейники широко возделываются в самых различных регионах России [4–6]. Сорты лилейников успешно содержатся в коллекциях ботанических садов Крыма, Москвы, Донецка, Поволжья, Урала, Алтайского края, Сибири [7–15]. В последнее десятилетие лилейники используют в озеленении как биоиндикаторы загрязненной городской среды. При выращивании их в техногенных условиях они накапливают в подземных и надземных органах тяжелые металлы разной степени токсичности, такие как свинец, никель, кобальт, цинк, железо, марганец, кальций, стронций, медь [16–20]. Также широко развита тенденция изучения биологически активных компонентов в органах растений у сортов и видов лилейника, в частности у *H. minor* и *H. middendorffii*, в России [21–25] и за рубежом [3; 26–31], что обеспечивает научную основу для выявления ресурсных возможностей и более широкого их практического использования. Однако работ по исследованию основных групп биологически активных веществ у дикорастущих видов в Сибирском регионе еще недостаточно. Сведения химического состава в органах лилейников связаны с возможностью более широкого их применения в парфюмерных, пищевых и лекарственных целях. Это позволило подойти к выявлению количественного содержания биологически активных компонентов в надземных органах растений пяти дикорастущих видов *Hemerocallis*, культивируемых на юге Новосибирской области, что обуславливает актуальность и новизну данной работы.

Цель исследования – сравнительное изучение основных групп биологически активных веществ в надземных органах пяти видов лилейника: *H. lilio-asphodelus*, *H. minor*, *H. middendorffii*, *H. citrina*, *H. fulva* – при интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири.

Методология и методы исследования (Methods)

Объектом исследования служили виды рода *Hemerocallis*: *Hemerocallis lilio-asphodelus* L. (syn. *H. flava* L.) – лилейник желтый, *H. minor* Mill. – лилейник малый, *H. middendorffii* Trautv. et C. A. Mey. – лилейник Миддендорфа, *H. citrina* Varoni – лилейник лимонно-желтый – это раннецветущие виды, *H. fulva* L. – лилейник буро-желтый, летнецветущий вид из биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекция живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534 (рис. 1). Ранее растения *H. middendorffii* взяты корневищами из местообитания в Приморском крае (Владивосток), *H. minor* – из окрестностей

села Аникино (Томская область), *H. lilio-asphodelus* из Новосибирской области (окрестности Села Кирза), *H. citrina* и *H. fulva* – интродуценты из Белорусского ботанического сада (г. Минск). Дикорастущие виды *H. lilio-asphodelus*, *H. minor*, *H. middendorffii*, *H. citrina*, *H. fulva*, интродуцируемые в лесостепной зоне Западной Сибири в природных местообитаниях, встречаются в Азиатском континенте, а *H. fulva* также произрастает в Европе и Северной Америке. Виды *H. lilio-asphodelus* и *H. minor* распространены в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Северо-Восточном Китае, реже в Корее. Первый вид в природе произрастает на пойменных и лесных лугах, реже – суходольных.

Цветок *H. lilio-asphodelus* лимонно-желтый, ярче с внутренней стороны долей околоцветника, с наружной стороны в центральной части долей околоцветника имеет слегка зеленоватый оттенок. Для *H. minor* характерно обитание на наиболее сухих возвышенных остепненных лугах с желтыми цветками, окрашенными снаружи в бурый цвет. Дальневосточный вид *H. middendorffii* встречается в Приморье, Приамурье, на о. Сахалин, Курильских островах, а также в Северо-Восточном Китае, Корее и Северной Японии. Он распространен в смешанных и лиственных лесах, как на суходольных лугах, так и речных террасах. Имеет ярко-оранжевые цветки в головковидном соцветии. Вид *H. citrina* произрастает в Центральном Китае, с лимонными цветками, снаружи доли околоцветника зеленоватые, произрастает по опушкам лиственных лесов. Эти виды весенне-ранне-летнего срока цветения. Вид *H. fulva* более южного происхождения, обитает в Южном и Западном Закавказье, Средней Европе, Средиземноморье, Иране, Китае, Японии, а также Северной Америке. Это летнецветущий вид, цветок оранжево-рыжий с кирпично-красным оттенком, самостерилен.

Эти виды по результатам многолетнего опыта интродукции в Центральном сибирском ботаническом саду показали себя как зимостойкие и устойчивые в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Климат места возделывания видов отличается резкой континентальностью, суровым, снежным зимним периодом и резкими перепадами среднесуточных температур в весенне-летне-осенний период, характерными для лесостепи Западной Сибири. Сбор сырья проведен в 2019–2020 гг. 2019 г. отличался умеренно увлажненным теплым вегетационным периодом с гидротермическим коэффициентом (ГТК) 0,97, 2020 г. – теплым слабозасушливым вегетационным периодом (ГТК = 0,85). Продолжительность вегетационного периода за годы исследования составляла в 2019 г. 122 дня с суммой положительных температур 2055,4 °С, в 2020 г. – 160 дней с суммой положительных температур 2420,5 °С.

Содержание основных групп биологически активных веществ в надземных органах определяли согласно методикам, описанным в [24; 25]. Флавонолы определяли спектрофотометрическим методом по В. В. Беликову и М. С. Шрайбер при использовании реакции комплексообразования флавонолов с хлоридом алюминия и определении их концентрации по графику, построенному по рутину. Содержание катехинов определяли спектрофотометрическим методом: они давали малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте. Пересчетный коэффициент рассчитывали по (\pm)-катехину. Танины определяли титриметрическим методом. Расчет танинов проводили по стандартному образцу ГСО танина. Пектиновые вещества (пектины и протопектины) определяли бескарбазольным спектрофотометрическим методом, основанном на появлении специфического желто-оранжевого окрашивания уроновых кислот с тимолом в сернокислой среде, освобождаясь прежде от сахаров, мешающих определению пектинов, трехкратным экстрагированием навесок 80–82-процентным этиловым спиртом. Плотность окрашенных растворов измеряли на спектрофото-

метре Agilent 8453 (США) при длине волны 480 нм в кювете с рабочей длиной 10 мм. Количественное содержание пектиновых веществ определяли по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте (97 %, Sigma-Aldrich, США). Сущность спектрофотометрического метода определения каротиноидов заключалась в измерении оптической плотности ацетоново-этанольной вытяжки этого пигмента на спектрофотометре при длине волны, соответствующей максимуму поглощения каротиноидов (440,5 нм). Подробное описание методик и ссылок на них приведено в работах [24; 25].

Для количественного определения данных веществ использовали предварительно высушенное сырье (цветки, листья). Пробы для анализа брали в 2019–2020 гг. в период массового цветения (соответственно с 10.06 по 20.06 и с 05.06 по 10.06) у раннецветущих видов и с 10.07 по 16.07 у летнецветущего вида *H. fulva*. Все биохимические показатели рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья. Аналитическая повторяемость опытов трехкратная из смешанной пробы. Экспериментальные данные обработаны статистически с помощью компьютерных программ Microsoft Office Excel 2007 и Statistica 10.



Рис. 1. Цветение дикорастущих видов лилейников в ЦСБС. 1 – *Hemerocallis middendorffii*; 2 – *H. minor*; 3 – *H. citrina*; 4 – *H. lilio-asphodelus*; 5 – *H. fulva*

Fig. 1. Flowering of wild daylily species in the Central Siberian Botanical Garden. 1 – *Hemerocallis middendorffii*; 2 – *H. minor*; 3 – *H. citrina*; 4 – *H. lilio-asphodelus*; 5 – *H. fulva*

Таблица 1

Содержание биологически активных веществ (%) в цветках некоторых видов *Heimerocallis* в период цветения 2019–2020 гг. в ЦСБС

Вид	Танины	Флавонолы	Пектины	Протопектины	Катехины, мг%
<i>H. citrina</i>	$3,52 \pm 0,05$ $2,91 \pm 0,01$	$0,60 \pm 0,01$ $0,54 \pm 0,01$	$1,78 \pm 0,02$ $1,58 \pm 0,02$	$4,08 \pm 0,14$ $4,94 \pm 0,01$	$133,6 \pm 7,60$ $355,2 \pm 4,30$
<i>H. lilio-asphodelus</i>	$3,53 \pm 0,04$ $7,36 \pm 0,09$	$0,61 \pm 0,01$ $1,02 \pm 0,01$	$2,04 \pm 0,01$ $1,47 \pm 0,04$	$3,87 \pm 0,02$ $4,41 \pm 0,23$	$150,9 \pm 5,80$ $503,5 \pm 3,50$
<i>H. middendorffii</i>	$4,35 \pm 0,05$ $2,93 \pm 0,03$	$0,60 \pm 0,01$ $0,84 \pm 0,03$	$2,13 \pm 0,02$ $1,31 \pm 0,03$	$5,44 \pm 0,10$ $4,85 \pm 0,13$	$219,3 \pm 1,30$ $329,8 \pm 10,10$
<i>H. minor</i>	$5,41 \pm 0,07$ $5,65 \pm 0,03$	$1,32 \pm 0,01$ $1,05 \pm 0,01$	$2,93 \pm 0,01$ $3,50 \pm 0,06$	$7,36 \pm 0,13$ $5,36 \pm 0,03$	$179,7 \pm 2,60$ $225,6 \pm 2,60$

Примечание. В числителе данные за 2019 г., в знаменателе – за 2020 г.

Table 1

Content of biologically active substances (%) in flowers of some *Heimerocallis* species during the flowering period of 2019–2020 in Central Siberian Botanical Garden

Species	Tannins	Flavonols	Pectins	Protopectins	Catechins, mg%
<i>H. citrina</i>	3.52 ± 0.05 2.91 ± 0.01	0.60 ± 0.01 0.54 ± 0.01	1.78 ± 0.02 1.58 ± 0.02	4.08 ± 0.14 4.94 ± 0.01	133.6 ± 7.60 355.2 ± 4.30
<i>H. lilio-asphodelus</i>	3.53 ± 0.04 7.36 ± 0.09	0.61 ± 0.01 1.02 ± 0.01	2.04 ± 0.01 1.47 ± 0.04	3.87 ± 0.02 4.41 ± 0.23	150.9 ± 5.80 503.5 ± 3.50
<i>H. middendorffii</i>	4.35 ± 0.05 2.93 ± 0.03	0.60 ± 0.01 0.84 ± 0.03	2.13 ± 0.02 1.31 ± 0.03	5.44 ± 0.10 4.85 ± 0.13	219.3 ± 1.30 329.8 ± 10.10
<i>H. minor</i>	5.41 ± 0.07 5.65 ± 0.03	1.32 ± 0.01 1.05 ± 0.01	2.93 ± 0.01 3.50 ± 0.06	7.36 ± 0.13 5.36 ± 0.03	179.7 ± 2.60 225.6 ± 2.60

Note. The numerator contains data for 2019, the denominator shows data for 2020.

Таблица 2

Содержание биологически активных веществ (%) в листьях видов *Heimerocallis* в период цветения 2019–2020 гг. в ЦСБС

Вид	Танины	Флавонолы	Пектины	Протопектины	Катехины, мг%
<i>H. citrina</i>	$8,81 \pm 0,08$ $10,30 \pm 0,15$	$1,38 \pm 0,01$ $2,41 \pm 0,02$	$1,15 \pm 0,02$ $0,40 \pm 0,01$	$5,18 \pm 0,14$ $4,04 \pm 0,18$	$204,7 \pm 3,40$ $651,6 \pm 5,60$
<i>H. lilio-asphodelus</i>	$5,28 \pm 0,06$ $17,03 \pm 0,34$	$0,62 \pm 0,01$ $3,06 \pm 0,02$	$2,04 \pm 0,01$ $0,57 \pm 0,01$	$3,87 \pm 0,02$ $4,98 \pm 0,14$	$193,1 \pm 3,40$ $523,1 \pm 1,80$
<i>H. middendorffii</i>	$8,36 \pm 0,04$ $7,64 \pm 0,08$	$2,17 \pm 0,02$ $1,13 \pm 0,01$	$0,63 \pm 0,03$ $0,50 \pm 0,02$	$3,78 \pm 0,11$ $5,46 \pm 0,04$	$292,5 \pm 1,90$ $475,2 \pm 4,50$
<i>H. minor</i>	$4,63 \pm 0,04$ $9,92 \pm 0,13$	$0,31 \pm 0,01$ $2,48 \pm 0,02$	$1,47 \pm 0,05$ $0,56 \pm 0,01$	$5,35 \pm 0,20$ $4,89 \pm 0,01$	$142,7 \pm 1,50$ $552,6 \pm 3,00$

Примечание. В числителе данные за 2019 г., в знаменателе – за 2020 г.

Table 2

Content of biologically active substances (%) in the leaves of *Heimerocallis* species during the flowering period of 2019–2020 in Central Siberian Botanical Garden

Species	Tannins	Flavonols	Pectins	Protopectins	Catechins, mg%
<i>H. citrina</i>	8.81 ± 0.08 10.30 ± 0.15	1.38 ± 0.01 2.41 ± 0.02	1.15 ± 0.02 0.40 ± 0.01	5.18 ± 0.14 4.04 ± 0.18	204.7 ± 3.40 651.6 ± 5.60
<i>H. lilio-asphodelus</i>	5.28 ± 0.06 17.03 ± 0.34	0.62 ± 0.01 3.06 ± 0.02	2.04 ± 0.01 0.57 ± 0.01	3.87 ± 0.02 4.98 ± 0.14	193.1 ± 3.40 523.1 ± 1.80
<i>H. middendorffii</i>	8.36 ± 0.04 7.64 ± 0.08	2.17 ± 0.02 1.13 ± 0.01	0.63 ± 0.03 0.50 ± 0.02	3.78 ± 0.11 5.46 ± 0.04	292.5 ± 1.90 475.2 ± 4.50
<i>H. minor</i>	4.63 ± 0.04 9.92 ± 0.13	0.31 ± 0.01 2.48 ± 0.02	1.47 ± 0.05 0.56 ± 0.01	5.35 ± 0.20 4.89 ± 0.01	142.7 ± 1.50 552.6 ± 3.00

Note. The numerator contains data for 2019, the denominator shows data for 2020.

Результаты (Results)

Фенольные соединения представлены в данном исследовании танинами (дубильными веществами), флавонолами и катехинами. Танины вносят большой вклад в антиоксидантную активность растений. Это легко гидролизуемые дубильные вещества, которые содержатся в различных органах

растений. Их содержание у исследованных четырех видов лилейника (*H. minor*, *H. middendorffii*, *H. lilio-asphodelus*, *H. citrina*) в цветках составляло 2,93–7,36 %, а в листьях 4,63–17,03 %, т. е. больше в 1,6–2,3 раза, чем в цветках. У *H. fulva*, наоборот, в цветках (9,04 %) концентрация танинов в 3,3 раза выше, чем в листьях. При сравнении количественного со-

держания танинов у видов в цветках было установлено, что оно высокое и стабильное (5,41–5,65 %) в разные годы вегетации (2019–2020 гг.) у *H. minor*. Высоким содержанием танинов в цветках в 2020 г. отличались растения *H. lilio-asphodelus*: 7,36 %, что в 2,1 раза больше, чем в 2019 г. У *H. citrina* и *H. middendorffii*, наоборот, концентрация танинов в цветках была выше в 1,3–1,5 раза в период цветения 2019 г. (таблица 1). В листьях наблюдали содержание танинов выше в 1,2 раза у *H. citrina*, в 2,1 раза у *H. minor*, в 3,2 раза у *H. lilio-asphodelus* в период вегетации 2020 г. У растений *H. middendorffii* (7,64–8,36 %) оно в листьях было стабильное в оба года исследования (таблица 2).

Флавонолы являются наиболее обширной группой веществ, и к их исследованию у представителей рода *Hemerocallis* обращались многие авторы [26–27]. По нашим данным за два года изучения, в цветках растений, собранных в фазе массового цветения, содержится в 2 раза меньше флавонолов, чем в листьях (см. таблицы 1, 2). При сравнении количественного состава флавонолов в цветках изученных видов обнаружено, что у *H. minor* их находится в 2–2,5 раза больше (1,05–1,32 %), чем у *H. citrina*, и в 1,5 раза больше, чем у *H. lilio-asphodelus* и *H. middendorffii*. Концентрация флавонолов в цветках отличалась видоспецифичностью, но в разные

годы у видов *H. citrina*, *H. middendorffii*, *H. minor* была относительно стабильна, за исключением *H. lilio-asphodelus*, у которого в 2020 г. она в 1,6 раза выше, чем в 2019 г. У *H. fulva* содержание флавонолов в данных органах отличалось относительной стабильностью (0,79–0,83 %). При сравнении содержания флавонолов в листьях у изученных видов отмечено варьирование по годам исследования. Обнаружено, что в 2020 г. количественное содержание флавонолов в листьях *H. citrina*, *H. lilio-asphodelus*, *H. minor* выше соответственно в 1,7; 4,9; 8,0 раза, чем в 2019 г. Однако в листьях *H. middendorffii* отмечена обратная зависимость: так, в 2019 г. концентрация флавонолов у них в 1,9 раза выше, чем в 2020 г.

Катехины как высокоэффективные фенольные соединения принимают в метаболизме растений активное участие в основном в окислительно-восстановительных процессах. В цветках изученных видов нами обнаружено от 133,6 до 503,5 мг% катехинов, а в листьях – от 142,7 до 651,6 мг%. Таким образом, в листьях накопление катехинов в 1,1–1,3 раза больше, чем в цветках, с их наибольшим содержанием (475,2–651,6 мг%) у *H. middendorffii*, *H. lilio-asphodelus*, *H. minor*, *H. citrina* в 2020 г. В цветках и листьях *H. fulva* содержание катехинов в этих органах относительно одинаково (276,3–280,0 мг%).

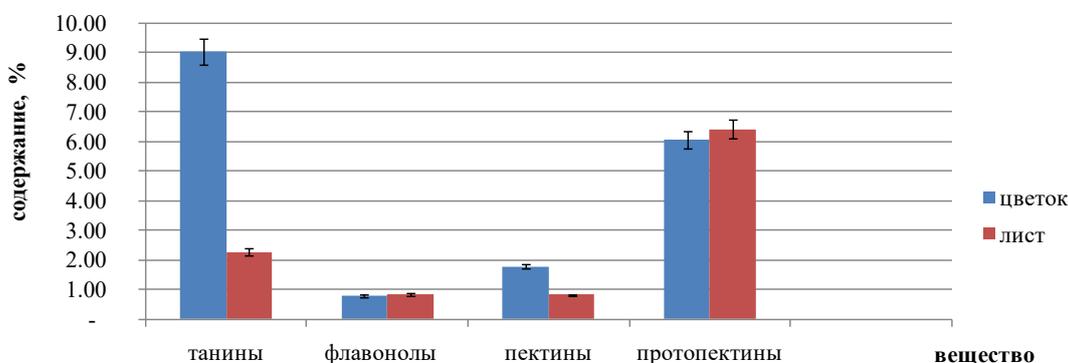


Рис. 2. Содержание танинов, флавонолов, пектинов, протопектинов в надземных органах *H. fulva* в период массового цветения 2020 г.

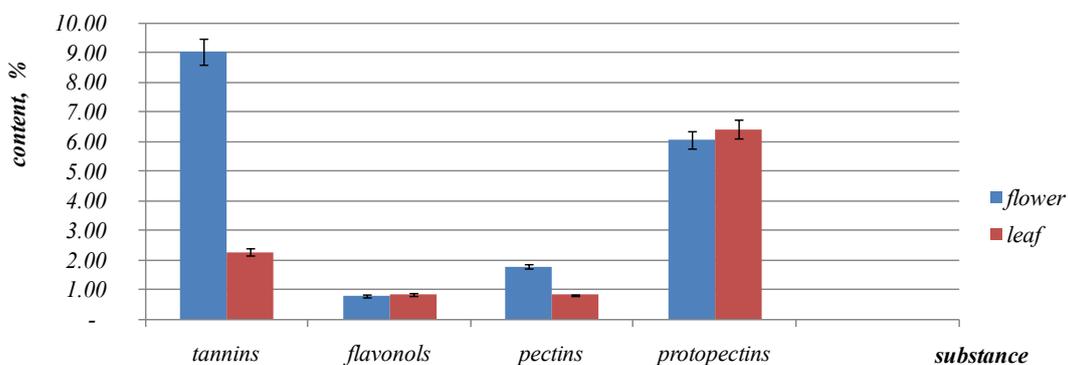


Fig. 2. Content of tannins, flavonols, pectins, protopectins in the above-ground organs of *H. fulva* during the period of mass flowering in 2020

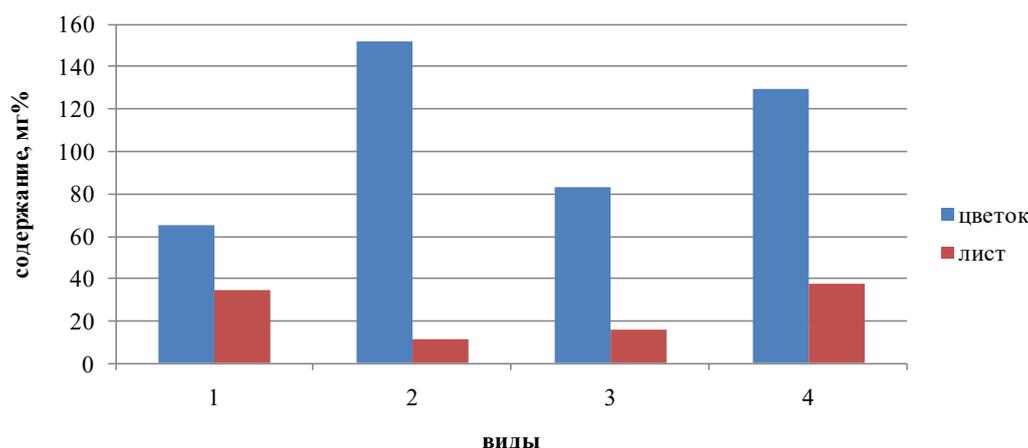


Рис. 3. Содержание каротиноидов в цветках и листьях *Hemerocallis*: 1 – *H. citrina*, 2 – *H. minor*, 3 – *H. lilio-asphodelus*, 4 – *H. fulva*, 5 – *H. middendorffii* в период цветения 2020 г.

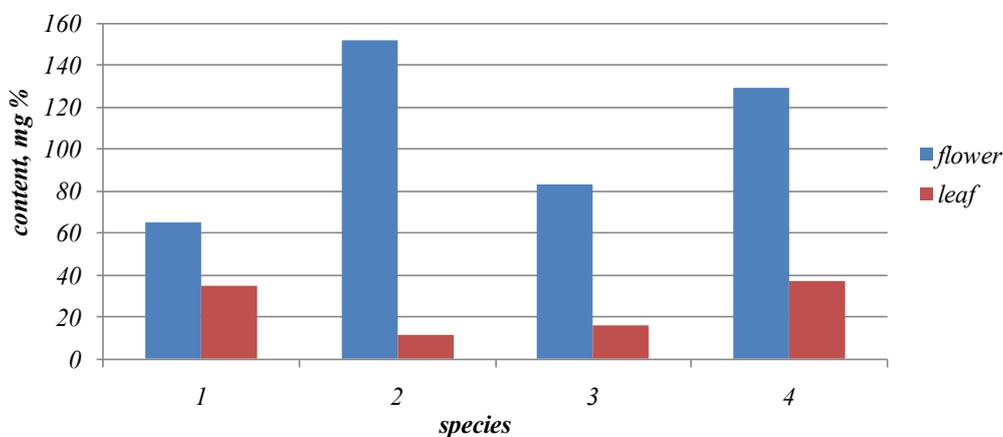


Fig. 3. Content of carotenoids in flowers and leaves of *Hemerocallis*: 1 – *H. citrina*, 2 – *H. minor*, 3 – *H. lilio-asphodelus*, 4 – *H. fulva*, 5 – *H. middendorffii* during the flowering period of 2020

Пектиновые вещества в растениях присутствуют в двух формах – пектинах и протопектинах, – регулируя водный обмен. Они важны в здоровой жизнедеятельности человека, т. к. способствуют детоксикации и удалению ядов, токсинов и радиоактивных изотопов из организма. Пектины и протопектины присутствуют в растениях исследованных видов лилейника в значительных количествах. Причем в листьях всех видов их содержание в 1,7–3,3 раза выше, чем в цветках. Наибольшее значение пектинов в оба года исследования наблюдали в цветках растений *H. minor* (2,93–3,50 %), наименьшее – *H. citrina* (1,58–1,78 %). Отмечено, что в листьях содержание пектинов у всех видов выше в 2019 г. по сравнению с 2020 г.: у *H. middendorffii* – в 1,3 раза, у *H. minor* – в 2,6 раза, у *H. citrina* – в 2,9 раза, у *H. lilio-asphodelus* – в 3,6 раза. При сравнении содержания пектинов и протопектинов в органах растений результаты показали, что как в цветках, так и в листьях растений количество протопектинов выше, чем пектинов, в 1,4–5,1 раза в зависимости от вида. Наибольшим содержанием протопектинов (в 1,1–1,4 раза) отличались цветки (5,36–7,36 %) и

листья (4,89–5,35 %) *H. minor*. У *H. fulva* концентрация протопектинов (6,01–6,41 %) в изученных наземных органах сравнительно стабильна (рис. 2).

Каротиноиды – растительные пигменты, относятся по химической природе к группе терпенов. Они поддерживают водный баланс, устойчивость к грибковым и инфекционным заболеваниям, имеют большое антиоксидантное значение и участвуют в репродуктивных процессах жизнедеятельности человека, обеспечивая его витамином А (ретинолом). Цветки изученных видов лилейников обладают уникальной способностью накапливать каротиноиды от 47,4 до 234,2 мг%. Сравнительный анализ содержания каротиноидов за оба года изучения показал, что их больше в 3,7–4,4 раза в цветках, чем в листьях, за вегетационный период 2019 г.: *H. citrina* – в 3,7 раза, *H. middendorffii* – в 4,1 раза, *H. minor* – в 4,4 раза. За период 2020 г. эту закономерность наблюдали с более высоким увеличением каротиноидов в цветках: *H. citrina* – в 4,6 раза, *H. middendorffii* – в 25,5 раза. У *H. fulva* в цветках в 3,5 раза больше содержание каротиноидов, чем в листьях (рис. 3).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Результаты проведенного сравнительного анализа показали уникальную способность накопления биологически активных компонентов (флавонолов, катехинов, каротиноидов, дубильных и пектиновых веществ) в листьях и цветках пяти видов лилейника: *H. middendorffii*, *H. minor*, *H. fulva*, *H. lilio-asphodelus*, *H. citrina*. Известно, что данные компоненты проявляют разностороннюю фармакологическую активность, такую как антидепрессивное, антибактериальное, противоопухолевое, антиоксидантное, инсектицидное, седативное, спотворное воздействия. Современные исследования зарубежных авторов свидетельствуют о больших ресурсных возможностях, обнаруженных у растений видов *Hemerocallis*: *H. fulva*, *H. citrina*, *H. minor* [3; 26–30]. Нами установлено, что накопление химических веществ в органах происходило неоднозначно. Так, в листьях растений изученных видов содержание катехинов выше в 1,1–1,3 раза, флавонолов – в 2,0 раза, танинов – в 1,6–2,3 раза, чем в цветках. В цветках, наоборот, содержание пектинов выше в 1,7–3,3 раза, протопектинов – в 1,4 раза, каротиноидов – в 3,7–34,4 раза, чем в листьях в оба года вегетации. Однако концентрация протопектинов в листьях и цветках у растений в зависимости от вида в 1,4–5,1 раза выше по сравнению с пектинами с наибольшим значением в надземных органах у *H. minor* (цветки: 5,36–7,36 %, листья: 4,89–5,35 %. Показания по отдельным компонентам у видов в различных органах растений отличались. Так, высокое содержание веществ отмечено в цветках *H. minor* – флавонолов (1,05–1,35 %), пектинов (2,93–3,50 %), протопектинов (5,36–7,36 %), танинов (5,41–5,65 %); у *H. middendorffii* – протопектинов (4,85–5,44 %); у *H. fulva* – танинов (9,04 %). Повышенное содержание танинов обнаружено в листьях *H. citrina* (8,81–10,30 %), *H. lilio-asphodelus* (5,28–17,03 %). Наибольшее содержание катехинов выявлено в листьях *H. middendorffii* (295,5–475,2 мг%), *H. citrina* (204–651,6 мг%). Таким образом, выявлена специфика накопления данных компонентов в надземных органах растений каждого вида в период массового цветения за два вегетационных периода. Причем у отдельных видов наблюдается вариабельность относительно содержания химических компонентов в разные периоды вегетации. Повышение уровня биоактивных метаболитов у одних видов выражено в теплый умеренно-увлажненный вегетационный период 2019 г., у других – в слабозасушливый 2020 г. Так, в листьях

H. minor, *H. citrina*, *H. lilio-asphodelus* содержание танинов и флавонолов в целом выше в 1,2–3,2 раза в слабозасушливый 2020 г. Однако содержание пектинов в листьях растений всех видов выше в 1,3–3,6 раза в 2019 г., чем в 2020 г. Относительно содержания изученных компонентов в цветках также отмечена неоднозначность по годам исследования. Так, в цветках растений *H. lilio-asphodelus* танинов обнаружено в 2,1 раза больше в 2020 г., а у *H. citrina* и *H. middendorffii* в 1,3–1,5 раза больше в 2019 г. Содержание каротиноидов в цветках выше, чем в листьях, в 2019 г. в 3,7–4,4 раза, а в 2020 г. – в 2,2–25,5 раза у *H. citrina* (97,6 мг%), *H. minor* (151,8 мг%), *H. middendorffii* (234,2 мг%). Одновременно нами обнаружено стабильное содержание танинов в листьях у *H. middendorffii* (7,64–8,36 %) и в цветках *H. minor* (5,41–5,65 %), а также флавоноидов в цветках у *H. citrina*, *H. middendorffii*, *H. minor* в оба года вегетации. В период массового цветения в 2020 г. сравнительно одинаковое содержание катехинов (276,3–280,0 мг%), протопектинов (6,01–6,41 %) отмечено в листьях и цветках у *H. fulva*.

В результате проведенного исследования можно утверждать, что при культивировании дикорастущих видов лилейника *H. middendorffii*, *H. minor*, *H. fulva*, *H. lilio-asphodelus*, *H. citrina* в условиях лесостепной зоны Западной Сибири цветки и листья в целом потенциально богаты содержанием биологически активных компонентов. Количественное содержание флавонолов, катехинов, каротиноидов, дубильных и пектиновых веществ зависит от видовой принадлежности, особенностей их накопления в надземных вегетативных и генеративных органах, а также гидрометеорологических условий возделывания. Высокими показаниями по отдельным компонентам в различных органах отличались *H. minor* (флавонолы, танины, катехины, пектиновые вещества), *H. middendorffii* (танины, катехины, протопектины, каротиноиды), *H. citrina* (флавонолы, танины, катехины, протопектины), *H. fulva* (танины), *H. lilio-asphodelus* (танины, пектины, катехины, флавонолы). Данные виды, возможно, использовать в качестве перспективного растительного сырья как источника ценных биологически активных веществ. Сохранение генофонда видов *Hemerocallidaceae*, их многолетнее исследование морфобиологических признаков в совокупности с биохимическими результатами позволяет выделить на научной основе виды с устойчивым адаптированным генотипом для региона Сибири.

Библиографический список

1. Седельникова Л. Л. Лилейники в коллекции Центрального сибирского ботанического сада: биология и перспективы // Субтропическое и декоративное садоводство 2019. № 71. С. 109–116. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-71-109-116.

2. Седельникова Л. Л. Развитие адаптированных сортов *Hemerocallis* × *hybrida* в лесостепи Новосибирской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2021. № 8. С. 11–18. DOI: 10.367118/1819-4036-2021-8-11-18.
3. Li X., Jang S., Cui J., Qin X. Progress genus *Hemerocallis* in traditional uses, phytochemistry and pharmacology // The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2021. Vol. 97, No. 3. DOI: 10.1080/14620316.2021.1988728.
4. Бжицких Н. В. Фертильность сортов интродуцентов лилейника (*Hemerocallidaceae*) в условиях лесостепи Алтайского края // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 69. С. 31–39. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-69-31-39.
5. Бондорина И. А., Кабанов А. В., Мамаева Н. А., Хохлачева Ю. А., Бумбеева Л. И. Современное состояние коллекционного фонда лаборатории декоративных растений ГБС // Известия Саратовского университета. Новая серия. Химия. Биология. Экология. 2019. Т. 19, вып. 1. С. 79–86.
6. Плугатарь Ю. В., Клименко З. К. Основные принципы культивирования цветочно-декоративных растений в условиях Южного берега Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2019. Вып. 133. С. 9–16. DOI: 10.36305/0513-1634-2019-133-9-16.
7. Селиверстова Е. Н., Щегринцев Н. В. Болезни и вредители лилейника гибридного (*Hemerocallis*) в Ставропольском ботаническом саду // Вестник АПК Ставрополя. 2020. Т. 1, № 37. С. 71–74. DOI: 10.31279/2222-9345-2020-9-37-71-74
8. Селиверстова Е. Н. Интродукция и акклиматизация сортов лилейника гибридного в Ставропольском ботаническом саду // Новости науки АПК. 2019. № 1-1 (12). С. 113–115. DOI: 10.25930/fpac-wg17.
9. Окач М. А., Мухамедова С. В. Лилейники коллекции ботанического сада-института ПГТУ // Вестник ПГТУ. 2020. № 4 (48). С. 50–60. DOI: 10.25686/2306-2827.2020.4.50
10. Приходько С. А., Макогон И. В. Коллекции и экспозиции цветочно-декоративных растений Донецкого ботанического сада // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2020. № 156. С. 28–36. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-3-156-28-36
11. Антропова Н. В. Продолжительность и продуктивность элитных гибридов лилейника *Hemerocallis* L. в условиях лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 9 (203). С. 25–29. DOI: 10.53083/1996-4277-2021-203-09-25-29.
12. Седельникова Л. Л., Челтыгмашева Л. Р. Анатомо-морфологические особенности *Hemerocallis minor* (*Hemerocallidaceae*) в условиях лесостепи Новосибирской области // Растительный мир Азиатской России. 2021. № 1. С. 54–65. DOI: 10.15372/RMAR20210105.
13. Sedelnikova L. Ontomorphogenesis of some species of *Hemerocallis* genus in the conditions of the forest-steppe zone of the Novosibirsk region // BIO Web of Conferences. 2021. Vol. 31. VI International Scientific Conference “Problems of Industrial Botany of Industrially Developed Regions” 2021. Article number 00025. DOI: 10.1051/bioconf/20213100025.
14. Пятина И. С., Реут А. А., Жигунова О. Ю., Крюкова А. В., Анищенко И. Е., Шигалов З. Х. Комплексная оценка сортов лилейника гибридного в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья // Известия ТСХА. 2022. № 4. С. 33–47. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-4-33-47.
15. Седельникова Л. Л. Ранжирование сортов лилейника гибридного коллекции ЦСБС СО РАН и перспективы рационального использования // Аграрный Вестник Урала. 2022. № 9 (224). С. 47–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-224-09-47-58.
16. Седельникова Л. Л. Оценка элементного состава красоднева как биоиндикатора экологического состояния урбанизированной среды // Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. № 5. С. 62–66. DOI: 10.18412/1816-0395-2019-05-62-66.
17. Sedel'nikova L. L., Chankina O. V. Elemental composition of the leaves and rhizomes *Hemerocallis hybrida* hort. // Chemistry for sustainable development. 2019. No. 27. Pp. 530–535. DOI: 10.15372/CSD2019170.
18. Седельникова Л. Л., Цандекова О. Л. К специфике содержания химических элементов и зольности в листьях травянистых растений в условиях города Искитим Новосибирской области // Химия растительного сырья. 2021. № 1. С. 213–218. DOI: 10.14258/jcrpm.2021018413.
19. Седельникова Л. Л., Цандекова О. Л. Исследование биохимического состава в листьях представителей рода *Hemerocallis* L. в условиях городов Новосибирской области // Химия растительного сырья. 2022. № 3. С. 151–158. DOI: 10.14258/jcrpm.20220311110.
20. Цандекова О. Л., Седельникова Л. Л. Влияние урбанизированной среды на содержание химических элементов в листьях декоративных растений // Экология урбанизированных территорий. 2021. № 8. С. 6–10. DOI: 10.24412/1816-1863-2021-2-6-10.
21. Реут А. А. Содержание биологически активных веществ в интродуцированных представителях рода *Hemerocallis* L. // Известия Федерального научного центра овощеводства. 2019. № 1. С. 93–96.

22. Седельникова Л. Л., Чанкина О. В. Элементный состав вегетативных органов сортов Regal Air и Speak to Me *Heemerocallis hybrida* // Химия растительного сырья. 2020. № 1. С. 245–250. DOI: 10.14258/jcprm.2020014612.
23. Пятина И. С., Бастамова Р. И., Реут А. А., Сафиуллина Л. М., Шакурова Э. Р. Исследование элементного состава растений рода *Heemerocallis* L., произрастающих на территории республики Башкортостан // Вестник Башкирского университета. 2021. Т. 26, № 4. С. 944–949. DOI: 10.33184/bulletin-bsu-2021.4.14.
24. Седельникова Л. Л., Кукушкина Т. А. Фитохимический состав в вегетативных органах *Heemerocallis hybrida hort. ex Bergmans (Heemerocallidaceae)* // Известия Саратовского университета. Серия: Химия, биология, экология. 2021. Т. 21, вып. 2. С. 203–210. DOI: 10.18500/1816-9775-2021-21-2-203-210.
25. Седельникова Л. Л., Кукушкина Т. А. Биологически активные и запасные вещества в вегетативных органах *Heemerocallis hybrida* сорта Vambery Crismas // Химия растительного сырья. 2022. № 1. С. 153–160. DOI: 10.14258/jcprm.2022019544.
26. Matraszec-Gawron R., Chwil M., Terlecka P., Skoczylas M. Recent studies on anti-depressant bioactive substances in selected species from genera *Heemerocallis* and *Gladiolus*: A systematic review // Psychology, Medicine, Pharmaceuticals. 2019. Vol. 12, No. 4. Article number 172. DOI: 10.3390/ph12040172.
27. Szewczyk K., Miazga-Karska M., Pierzak W., Komsta L., Krzeminska B., Grzywa-Celinska A. Phenolic composition and skin-related properties of the aerial parts extract of different *Heemerocallis* cultivars // Medicine, Chemistry, Antioxidants. 2020. Vol. 9, No. 8. Article number 690. DOI: 10.3390/antiox9080690.
28. Bano A., Khan J. The effect of *Pseudomonas putida* and Spermine of growth and bioactive metabolites of *Heemerocallis fulva* L. leaves // Russian Journal of Plant Physiology. 2022. Vol. 69. Article number 132. DOI: 10.1134/S1021443722060024.
29. Zhou X., Zhou S., Wei J., Zhou Y. Volatile metabolomics and chemometric study provide insight the formation of the characteristic cultivar aroma of *Heemerocallis* // Medicine. Food Chemistry. 2022. No. 404. Article number 134495. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.134495.
30. Li X. K., Cui J. L., Wang J. H., Wang M. L. Metabolic and transcriptional regulatory mechanisms of differential carbohydrates formation from flower buds to flowers of *Heemerocallis citrina* // Scientia Horticulturae. 2023. Vol. 308. Article number 111553. DOI: 10.1016/j.scienta.2022.111553.
31. Pincekova L., Janciova E., Berkes D., Gyepes R., Kalarovic A., Caletkova O. Total synthesis of Heemerocallisamine I paved by Gram-Scale synthesis of (2S, 4S)-4-Hydroxylutamic acid lactone // Molecules. 2023. Vol. 28, No. 5. Article number 2177. DOI: 10.3390/molecules28052177.

Об авторе:

Людмила Леонидовна Седельникова, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интродукции декоративных растений, Центральный сибирский ботанический сад Сибирское отделение академии наук, Новосибирск, Россия; ORCID 0000-0002-1122-2421, AuthorID 164902.
E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

References

1. Sedelnikova L. L. Daylilies in the collection of the Central Siberian Botanical Garden: biology and prospects. *Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2019; 71: 109–116. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-71-109-116. (In Russ.)
2. Sedelnikova L. L. Adapted *Heemerocallis* × *hybrida* varieties development in Novosibirsk region forest-steppe zone. *The Bulletin of KrasGAU*. 2021; 8: 11–18. DOI: 10.367118/1819-4036-2021-8-11-18. (In Russ.)
3. Li X., Jang S., Cui J., Qin X. Progress genus *Heemerocallis* in traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2021; 97 (3). DOI: 10.1080/14620316.2021.1988728.
4. Bzhitskikh N. V. Fertility of introduced daylily varieties (*Heemerocallidaceae*) in the forest-steppe conditions of the Altai Territory. *Subtropical and Ornamental Gardening*. 2019; 69: 31–39. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-69-31-39. (In Russ.)
5. Bondorina I. A., Kabanov A. V., Mamayeva N. A., Khokhlacheva Yu. A., Bumbeyeva L. I. Current status of the collection fund of the laboratory of ornamental plants of the Russian Academy of Sciences. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*. 2019; 19 (1): 79–86. (In Russ.)
6. Plugatar Yu. V., Klimenko Z. K. Main principles of ornamental crops cultivation under the conditions of the Southern Coast of the Crimea. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens*. 2019; 133: 9–16. DOI: 10.36305/0513-1634-2019-133-9-16. (In Russ.)
7. Seliverstova E. N., Shchegrinets N. V. Diseases and pests *Heemerocallis* in the Stavropol Botanical Garden. *Agrarian Bulletin of Stavropol Region*. 2020; 1 (37): 71–74. DOI: 10.31279/2222-9345-2020-9-37-71-74. (In Russ.)

8. Seliverstova U. N. Introduction and acclimatization of hybrid daylily varieties in the Stavropol Botanical Garden. *Science News of the Agro-Industrial Complex*. 2019; 1-1 (12): 113–115. DOI: 10.25930/fpac-wg17. (In Russ.)
9. Okach M. A., Mukhamedova S. V. Daylilies collections in the Botanical Garden-Institute of Volga State University of Technology. *Vestnik of Volga State University of Technology*. 2020; 4 (48): 50–60. DOI: 10.25686/2306-2827.2020.4.50. (In Russ.)
10. Prikhod'ko S. A., Makogon I. V. Collections and expositions of flowering ornamental plants of Donetsk Botanical Garden. *Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovation*. 2020; 156: 28–36. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-3-156-28-36. (In Russ.)
11. Antropova N. V. Duration and Productivity of Flowering of Elite Hybrids of daylily *Hemerocallis* L. in the Conditions of the Forest-Steppe of the Altai Territory. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2021; 9 (203): 25–29. DOI: 10.53083/1996-4277-2021-203-09-25-29. (In Russ.)
12. Sedel'nikova L. L., Cheltygmasheva L. R. Anatomical and morphological features of *Hemerocallis minor* (*Hemerocallidaceae*) in the forest-steppe conditions of the Novosibirsk region. *Plant World of Asian Russia*. 2021; 1: 54–65. DOI: 10.15372/RMAR20210105. (In Russ.)
13. Sedelnikova L. Ontomorphogenesis of some species of *Hemerocallis* genus in the conditions of the forest-steppe zone of the Novosibirsk region. *BIO Web of Conferences*. 2021; 31: 00025. DOI: 10.1051/bioconf/20213100025.
14. Pyatina I. S., Reyt A. A., Zhigunov O. Yu., Kryukova A. V., Anishchenko I. E., Shigapov Z. Kh. Complex assessment of *Hemerocallis hybrida* Hort. cultivars under the conditions of the Forest-Steppe Zone of the Bashkir Cis-Urals. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2022; 4: 33–47. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-4-33-47. (In Russ.)
15. Sedel'nikova L. L. Ranking of hybrid daylily varieties of the collection of the CSBS SB RAS collection and prospects for rational use. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; 9 (224): 47–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-224-09-47-58. (In Russ.)
16. Sedel'nikova L. L. Evaluation of the elemental composition of *Hemerocallis* as a bioindicator. *Ecology and Industry of Russia*. 2019; 23 (5): 62–66. DOI: 10.18412/1816-0395-2019-05-62-66. (In Russ.)
17. Sedel'nikova L. L., Chankina O. V. Elemental composition of the leaves and rhizomes *Hemerocallis hybrida* hort. *Chemistry for Sustainable Development*. 2019; 27: 530–535. DOI: 10.15372/CSD2019170.
18. Sedel'nikova L. L., Tsandekova O. L. The specific content and ash content of some biogenic elements (N, S, P) in leaves of her-baceous plants in the city of Iskitim of the Novosibirsk region. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2021; 1: 213–218. DOI: 10.14258/jcprm.2021018413. (In Russ.)
19. Sedel'nikova L. L., Tsandekova O. L. Investigation of the biochemical composition in the leaves of representatives of the genus *Hemerocallis* L. in the conditions of the cities of the Novosibirsk region. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2022; 3: 151–158. DOI: 10.14258/jcprm.20220311110. (In Russ.)
20. Tsandekova O. L., Sedel'nikova L. L. Urban environment influence on the content of chemical element in the leaves of ornamental plants. *Ecology of Urbanized Territories*. 2021; 8: 6–10. DOI: 10.24412/1816-1863-2021-2-6-10. (In Russ.)
21. Reut A. A. Content of biologically active substances in introduced representatives of the genus *Hemerocallis* L. *News of the Federal Scientific Center for Vegetable Growing*. 2019. (1). Pp. 93–96. (In Russ.)
22. Sedel'nikova L. L., Chankina O. V. The elemental composition of the vegetative organs of sorts Regal Air and Speak To Me of *Hemerocallis hybrida*. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2020; 1: 245–250. DOI: 10.14258/jcprm.2020014612. (In Russ.)
23. Pyatina I. S., Bastamova R. I., Reut A. A., Safullina L. M., Shakurova E. R. Study of Elemental Composition of Genus *Hemerocallis* L. Plants Growing on the Territory of the Republic of Bashkortostan. *Bulletin of the Bashkir University*. 2021; 26 (4): 944–949. DOI: 10.33184/bulletin-bsu-2021.4.14. (In Russ.)
24. Sedel'nikova L. L., Kukushkina T. A. Phytochemical composition in the vegetative organs of *Hemerocallis hybrida* hort. ex Bergmans (*Hemerocallidaceae*). *News of Saratov University Series Chemistry, Biology, Ecology*. 2021; 21 (2): 203–210 DOI: 10.18500/1816-9775-2021-21-2-203-210. (In Russ.)
25. Sedel'nikova L. L., Kukushkina T. A. Biologically active and spare substances the vegetative organs of *Hemerocallis hybrida* of the Bamdery Crismas variety. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2022; 1: 153–160. DOI: 10.14258/jcprm.2022019544. (In Russ.)
26. Matraszec-Gawron R., Chwil M., Terlecka P., Skoczylas M. Recent studies on anti-depressant bioactive substances in selected species from genera *Hemerocallis* and *Gladiolus*: A systematic review. *Psychology, Medicine, Pharmaceuticals*. 2019; 12 (4): 172. DOI: 10.3390/ph12040172.

27. Szewczyk K., Miazga-Karska M., Pierzak W., Komsta L., Krzeminska B., Grzywa-Celinska A. Phenolic composition and skin-related properties of the aerial parts extract of different *Hemerocallis* cultivars. *Medicine, Chemistry, Antioxidants*. 2020; 9 (8): 690. DOI: 10.3390/antiox9080690.
28. Bano A., Khan J. The effect of *Pseudomonas putida* and Spermine on growth and bioactive metabolites of *Hemerocallis fulva* L. leaves. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2022; 69: 132. DOI: 10.1134/S1021443722060024.
29. Zhou X., Zhou S., Wei J., Zhou Y. Volatile metabolomics and chemometric study provide insight into the formation of the characteristic cultivar aroma of *Hemerocallis*. *Medicine. Food Chemistry*. 2022; 404: 134495. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.134495.
30. Li X. K., Cui J. L., Wang J. H., Wang M. L. Metabolic and transcriptional regulatory mechanisms of differential carbohydrate formation from flower buds to flowers of *Hemerocallis citrine*. *Scientia Horticulturae*. 2023; 308: 111553. DOI: 10.1016/j.scienta.2022.111553.
31. Pincekova L., Janciova E., Berkes D., Gyepes R., Kalarovic A., Caletkova O. Total synthesis of Hemerocallisamine I paved by Gram-Scale synthesis of (2S, 4S)-4-Hydroxylutamic acid lactone. *Molecules*. 2023; 28 (5): 2177. DOI: 10.3390/molecules28052177.

Author's information:

Lyudmila L. Sedelnikova, doctor of biological sciences, leading researcher at the laboratory of introduction of ornamental plants, Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia; ORCID 0000-0002-1122-2421, AuthorID 164902. E-mail: lusedelnikova@yandex.ru