

Биологически активные вещества в цветках и листьях сортов сибирских ирисов

Л. Л. Седельникова¹✉

¹ Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

✉ E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Аннотация. В последнее десятилетие большой популярностью пользуются садовые сорта ириса сибирского (*Iris sibirica* L.) семейства ирисовых (*Iridaceae* Juss.), которые представляют ценность не только как декоративные растения, но и как источник биологически активных веществ, используемых в медицине и парфюмерной промышленности. Сведений о наличии данных веществ в генеративных и вегетативных органах у изученных нами сортов ириса сибирского не отмечено, что представляет новизну и актуальность данной работы. **Цель** исследования – сравнительное изучение и оценка количественного содержания биологически активных веществ в цветках и листьях ириса сибирского и семи сортов из группы сибирских ирисов (SIB), культивируемых в лесостепной зоне Западной Сибири. **Методы.** Содержание флавонолов, катехинов, каротиноидов определено спектрофотометрическим методом, пектиновых веществ – бескарбазольным спектрофотометрическим, танинов – титриметрическим методом. **Результаты.** Результаты сравнительного анализа вторичных метаболитов в надземных органах ирисов показали, что содержание танинов (в 1,3–3,2 раза), флавонолов (в 1,5–4,6 раза), катехинов (в 5,0–6,3 раза), каротиноидов (в 2,6–9,5 раза) в листьях выше, чем в цветках. Содержание пектинов выше (в 3,5–9,5 раза) и протопектинов (в 1,2–1,9 раза) в цветках. Наиболее высокими показаниями по отдельным компонентам отличались сорта Fialcovy, Vals Katuni, Cassandra. Отмечены сорто- и видоспецифичность в распределении данных компонентов в цветках и листьях растений, а также влияние гидрометеорологических факторов в вегетационные периоды роста и развития 2020–2021 гг. **Научная новизна.** Впервые в условиях лесостепной зоны Новосибирской области проведен сравнительный количественный анализ содержания танинов, флавонолов, пектинов, протопектинов, катехинов, каротиноидов в надземных органах *Iris sibirica* и его сортов: Baltik Blue, Blue Cup, Cambridge, Fialcovy, Cassandra, Mandy Morse, Vals Katuni.

Ключевые слова: ирис сибирский, сорта, цветок, лист, танины, флавонолы, пектины, протопектины, катехины, каротиноиды, лесостепная зона, Западная Сибирь.

Для цитирования: Седельникова Л. Л. Биологически активные вещества в цветках и листьях сортов сибирских ирисов // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 09. С. 97–107. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-97-107.

Дата поступления статьи: 10.03.2023, **дата рецензирования:** 20.04.2023, **дата принятия:** 26.05.2023.

Biologically active substances in flowers and leaves of Siberian irises

L. L. Sedelnikova¹✉

¹ Central Siberian Botanical Garden of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

✉ E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Abstract. In the last decade, garden varieties of Siberian iris (*Iris sibirica* L.) of the iris family (*Iridaceae* Juss.), which are valuable not only as ornamental plants, but also as a source of biologically active substances used in medicine and the perfume industry, have been very popular. Information on the presence of these substances in the generative and vegetative organs of the varieties of Siberian iris studied by us was not noted, which is the novelty

and relevance of this work. **The purpose** of the study is a comparative study and assessment of the quantitative content of biologically active substances in the flowers and leaves of *I. sibirica* and seven varieties from the Siberian irises (SIB) group cultivated in the forest-steppe zone of Western Siberia. **Methods.** The content of flavonols, catechins, carotenoids was determined by the spectrophotometric method, pectin substances by the carbazole-free spectrophotometric method and tannins by the titrimetric method. **Results.** The results of a comparative analysis of secondary metabolites in the aerial organs of irises showed that the content of tannins (1.3–3.2 times), flavonoids (1.5–4.6 times), catechins (5.0–6.3 times), carotenoids (2.6–9.5 times) higher in leaves than in flowers. The content of pectins is higher (3.5–9.5 times) and protopectins (1.2–1.9 times) in flowers. The varieties Fialcovy, Vals Katuni, Cassandra were distinguished by the highest indications for individual components. Variety and species specificity in the distribution of these components in the flowers and leaves of plants, as well as the influence of hydrometrological factors during the growing seasons of growth and development of 2020–2021, were noted. **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 tannins, flavonols, pectins, protopectins, catechins, carotenoids in the aboveground organs of *Iris sibirica* and its varieties: Baltik Blue, Blue Cup, Cambridge, Fialcovy, Cassandra, Mandy Morse, Vals Katuni was carried out.

Keywords: *Iris sibirica*, varieties, flower, leaf, tannins, flavonols, pectins, protopectins, catechins, carotenoids, forest-steppe zone, Western Siberia.

For citation: Sedelnikova L. L. Biologicheski aktivnye veshchestva v tsvetkakh i list'yakh sortov sibirskikh irisov [Biologically active substances in flowers and leaves of Siberian irises] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 09. Pp. 97–107. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-97-107. (In Russian.)

Date of paper submission: 10.03.2023, **date of review:** 20.04.2023, **date of acceptance:** 26.05.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Вегетативные и генеративные органы выполняют многофункциональную роль в жизнедеятельности растений. Синтез и накопление вторичных метаболитов участвуют в механизмах адаптации и зависят не только от стадии развития растения, но и от формирования органов в весенне-летний период. Значительный успех по изучению биологически активных веществ в надземных и подземных органах занимают представители рода *Iris* L.: ирис (касатик) – многолетний весенне-ранне-летнецветущий поликарпик. Известно, что листья, семена и подземные органы видов рода *Iris* богаты содержанием биологически активных и запасных веществ [1–8]. Это позволяет применять их в лекарственных целях и парфюмерной промышленности. В связи с этим особое внимание уделяется влиянию экологических факторов среды местообитания видового состава на изменчивость биоморфологических, биохимических, кариологических признаков [9–15]. Большой интерес вызывают исследования антиоксидантной активности, регуляции метаболизма, накопления токсичных микроэлементов в органах ирисов [1; 4; 16]. При интродукции в различных географических зонах России выявлены для озеленения регионов перспективные и устойчивые виды и сорта из разных садовых групп [17–23]. Среди них *Iris sibirica* L. – ирис сибирский, распространен от таежной до теплоумеренной зоны Европы, Кавказа, Западной и Средней Сибири, влаголюбив, зимостоек, устойчив, представитель сибирской флоры. У вида обнаружены глюкоманнаны в семенах; флавоноиды, фенилкарбоновые кислоты, пектины и про-

топектины, сахара в листьях; крахмал, сапонины в подземных органах. У некоторых сортов *I. sibirica* исследован химический состав, который показал специфичность распределения флавонолов, сапонинов, гликозидов и танинов в органах культивированных Supernatural и Whiskey White. Известно, что в листьях и корневищах сорта Cambridge обнаружены флавоноиды, дубильные вещества, гликозиды, фенолкислоты, кумарины, ксантоны, сапонины, терпены. Отмечена биологическая активность экстрактов сырья *I. sibirica* в отношении вирусов герпеса, в тибетской медицине его цветки используют при гепатитах и пневмонии. В последнее десятилетие сорта сибирских ирисов (Siberian, SIB) успешно культивируются как декоративные растения в различных ботанических садах и природно-климатических зонах России [24–29]. Наличие вторичных метаболитов в цветках и листьях сортов *I. sibirica* из группы сибирских ирисов в настоящий период не исследовано. Это позволило впервые подойти к изучению содержания биологически активных веществ в наземных органах сортового разнообразия *I. sibirica*, что представляет актуальность и новизну данной работы.

Цель исследования – сравнительное изучение и оценка количественного содержания биологически активных веществ в цветках и листьях семи сортов из группы сибирских ирисов (SIB), культивируемых в лесостепной зоне Западной Сибири.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили в 2020–2021 гг. с использованием сортов из биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых рас-

тений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534. Объектами изучения послужили растения вида *Iris sibirica* – ириса сибирского (семейство *Iridaceae* Juss.) и его сортов: Fialcovy – Фиалковый, Mandy Morse – Мэнди Морс, Baltik Blue – Балтик Блу, Blue Cup – Блу Кап, Vals Katuni – Вальс Катунь, Cambridge – Кэмбридж, Kassandra – Кассандра (рис. 1). Содержание биологически активных веществ определяли следующими методами: катехинов, флавонолов и каротиноидов спектрофотометрическим, пектиновых веществ – бескарбазольным спектрофотометрическим, танинов – титриметрическим, согласно методикам, описанным в работах [23, 30]. Для количественного определения данных веществ использовали предварительно высушенное сырье (цветки, листья). Пробы для анализа брали в 2020–2021 гг. в период массового цветения (14.06 и 16.06 соответственно). Все биохимические показатели рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья. Определения проводили в трехкратной повторности. Математическую обработку выполняли в программах Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007.

Результаты (Results)

Развитие сортов сибирских ирисов в условиях лесостепной зоны Новосибирской области наступает при сумме положительных температур выше

5 °С, сразу после схода снега (третья декада апреля – вторая декада мая). Цветение сортов в 2020–2021 гг. наблюдали с 10.06 по 29.06. Начало цветения у вида *I. sibirica* наступало раньше на 5–6 дней. 2020 г. отличался умеренно увлажненным теплым вегетационным периодом с гидротермическим коэффициентом (ГТК) 0,98. Для 2021 г. характерен засушливый вегетационный период, но с ранней теплой весной (ГТК = 0,84).

Результаты анализа по содержанию биологически активных веществ в цветках ирисов представлены в таблице 1. Наибольшее значение **танинов** в период цветения 2020 г. обнаружено у сортов Vals Katuni и Fialcovy, что в 1,5–3,0 раза выше по сравнению с другими сортами. Причем в сухой вегетационный период 2021 г. этот показатель у данных сортов и дополнительно к ним у сортов Baltik Blue, Mandy Morse снижен в 1,2–1,6 раза. У сортов Blue Cup, Kassandra, Cambridge и *I. sibirica*, наоборот, количественное содержание танинов в 2021 г. выше в 1,1–1,4 раза, чем в 2020 г. Установлено, что концентрация танинов в 2021 г. в листьях сортов в 1,3–3,2 раза выше, чем в цветках, с наибольшим показателем у сорта Fialcovy; средним у Kassandra, Vals Katuni, Baltik Blue, Mandy Morse, *I. sibirica*; низким у Blue Cup и Cambridge (таблица 2).



Рис. 1. Цветение сортов из группы Сибирских ирисов в Центральном сибирском ботаническом саду (Новосибирск): Baltik Blue (1), Fialcovy (2), Vals Katuni (3), Cambridge (4), Kassandra (5), Blue Cup (6), Mandy Morse (7), *Iris sibirica* (8)
Fig. 1. Flowering varieties from the group of Siberian irises in the Central Siberian Botanical Garden (Novosibirsk): Baltik Blue (1), Fialcovy (2), Vals Katuni (3), Cambridge (4), Kassandra (5), Blue Cup (6), Mandy Morse (7), *Iris sibirica* (8)

Относительно содержания **флавонолов** в цветках в разные годы получены стабильные данные для сорта Blue Cup ($2,54 \pm 0,04$ %), у других сортов этот показатель незначительно меньше в 1,1 раза в 2021 г., а у *I. sibirica* больше в 1,4 раза. В период вегетации 2021 г. концентрация флавонолов в листьях в 1,5–4,6 раза выше, чем в цветках, с наибольшим показателем у сорта Fialcovy (5,71 %); средним содержанием ($2,87$ – $3,48$ %) у сортов Blue Cup и Kassandra, Vals Katuni, Mandy Morse; низким ($2,0$ – $2,37$ %) у Cambridge, Baltik Blue, *I. sibirica*. Сравнительно одинаковое их содержание в обоих органах за этот же год отмечено у сортов Vals Katuni, Cambridge, *I. sibirica*: в цветках – $1,88$ – $2,66$ %, листьях – $2,00$ – $2,37$ %. Причем в сухой период вегетации 2021 г. содержание флавонолов в листьях ниже, особенно у *I. sibirica*.

Сравнительные результаты по содержанию в цветках **пектинов** показали стабильность у сорта Baltik Blue ($1,59 \pm 0,01$ %) в сухой вегетационный период 2021 г. и незначительное их повышение (в 1,1–1,3 раза) у других сортов. Однако в теплый период вегетации 2020 г. количество пектинов в цветках сорта Mandy Morse и *I. sibirica* было в 1,3–1,5 раза больше, чем в сухой период вегетации 2021 г. Количество **протопектинов** было незначительно выше в сухой период в цветках всех сортов, кроме сорта Cambridge и *I. sibirica*, с наименьшим значением (в 1,3 раза) у последнего. Причем содержание пектинов в цветках сортов ириса в 2021 г. было в 3,5–9,5 раза больше, чем в листьях. А протопектинов, соответственно, больше, всего в 1,2–1,9 раза (см. таблицы 1, 2).

Таблица 1
Содержание биологически активных веществ в цветках *Iris sibirica* и его сортов в период цветения 2020–2021 гг. в ЦСБС*

| Сорт, вид | Танины, % | Флавонолы, % | Пектины, % | Протопектины, % | Катехины, мг% |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Blue Cup | $4,98 \pm 0,01$ | $2,54 \pm 0,04$ | $1,91 \pm 0,05$ | $4,00 \pm 0,14$ | $210,7 \pm 6,8$ |
| | $6,05 \pm 0,08$ | $2,54 \pm 0,04$ | $2,56 \pm 0,02$ | $4,55 \pm 0,02$ | $119,6 \pm 6,4$ |
| Fialcovy | $8,56 \pm 0,06$ | $2,73 \pm 0,06$ | $2,31 \pm 0,06$ | $5,13 \pm 0,02$ | $428,3 \pm 5,6$ |
| | $5,37 \pm 0,05$ | $2,50 \pm 0,01$ | $2,50 \pm 0,05$ | $5,48 \pm 0,07$ | $195,0 \pm 3,6$ |
| Kassandra | $3,05 \pm 0,04$ | $1,65 \pm 0,01$ | $1,62 \pm 0,01$ | $4,43 \pm 0,04$ | $560,9 \pm 1,1$ |
| | $4,13 \pm 0,03$ | $1,54 \pm 0,01$ | $1,81 \pm 0,02$ | $4,65 \pm 0,05$ | $215 \pm 1,5$ |
| Cambridge | $2,76 \pm 0,01$ | $1,98 \pm 0,04$ | $1,64 \pm 0,03$ | $4,55 \pm 0,08$ | $582,0 \pm 0,5$ |
| | $3,12 \pm 0,03$ | $1,88 \pm 0,01$ | $1,75 \pm 0,05$ | $4,51 \pm 0,08$ | $575,4 \pm 1,5$ |
| Vals Katuni | $8,39 \pm 0,11$ | $3,18 \pm 0,02$ | $1,57 \pm 0,02$ | $4,98 \pm 0,11$ | $722,9 \pm 1,2$ |
| | $5,12 \pm 0,05$ | $2,03 \pm 0,03$ | $1,69 \pm 0,01$ | $5,05 \pm 0,10$ | $308,7 \pm 1,4$ |
| Baltik Blue | $5,86 \pm 0,04$ | $2,36 \pm 0,04$ | $1,59 \pm 0,01$ | $4,17 \pm 0,03$ | $690,2 \pm 4,9$ |
| | $3,94 \pm 0,03$ | $0,57 \pm 0,01$ | $1,59 \pm 0,06$ | $5,40 \pm 0,12$ | $418,6 \pm 1,8$ |
| Mandy Morse | $4,48 \pm 0,05$ | $2,45 \pm 0,05$ | $1,60 \pm 0,02$ | $4,25 \pm 0,04$ | $534,7 \pm 4,5$ |
| | $3,59 \pm 0,04$ | $1,98 \pm 0,01$ | $1,27 \pm 0,06$ | $4,85 \pm 0,15$ | $822,8 \pm 2,1$ |
| <i>Iris sibirica</i> | $4,49 \pm 0,01$ | $1,96 \pm 0,01$ | $2,27 \pm 0,03$ | $5,20 \pm 0,17$ | $357,7 \pm 2,0$ |
| | $6,14 \pm 0,07$ | $2,66 \pm 0,03$ | $1,49 \pm 0,04$ | $3,99 \pm 0,02$ | $503,3 \pm 1,3$ |

Примечание. В числителе данные за 2020 г., в знаменателе – за 2021 г.

Table 1
The content of biologically active substances in the flowers of *Iris sibirica* and its varieties during the flowering period of 2020–2021 in Central Siberian Botanical Garden

| Variety, species | Tannins, % | Flavonols, % | Pectins, % | Protopectins, % | Catechins, mg% |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Blue Cup | 4.98 ± 0.01 | 2.54 ± 0.04 | 1.91 ± 0.05 | 4.00 ± 0.14 | 210.7 ± 6.8 |
| | 6.05 ± 0.08 | 2.54 ± 0.04 | 2.56 ± 0.02 | 4.55 ± 0.02 | 119.6 ± 6.4 |
| Fialcovy | 8.56 ± 0.06 | 2.73 ± 0.06 | 2.31 ± 0.06 | 5.13 ± 0.02 | 428.3 ± 5.6 |
| | 5.37 ± 0.05 | 2.50 ± 0.01 | 2.50 ± 0.05 | 5.48 ± 0.07 | 195.0 ± 3.6 |
| Kassandra | 3.05 ± 0.04 | 1.65 ± 0.01 | 1.62 ± 0.01 | 4.43 ± 0.04 | 560.9 ± 1.1 |
| | 4.13 ± 0.03 | 1.54 ± 0.01 | 1.81 ± 0.02 | 4.65 ± 0.05 | 215 ± 1.5 |
| Cambridge | 2.76 ± 0.01 | 1.98 ± 0.04 | 1.64 ± 0.03 | 4.55 ± 0.08 | 582.0 ± 0.5 |
| | 3.12 ± 0.03 | 1.88 ± 0.01 | 1.75 ± 0.05 | 4.51 ± 0.08 | 575.4 ± 1.5 |
| Vals Katuni | 8.39 ± 0.11 | 3.18 ± 0.02 | 1.57 ± 0.02 | 4.98 ± 0.11 | 722.9 ± 1.2 |
| | 5.12 ± 0.05 | 2.03 ± 0.03 | 1.69 ± 0.01 | 5.05 ± 0.10 | 308.7 ± 1.4 |
| Baltik Blue | 5.86 ± 0.04 | 2.36 ± 0.04 | 1.59 ± 0.01 | 4.17 ± 0.03 | 690.2 ± 4.9 |
| | 3.94 ± 0.03 | 0.57 ± 0.01 | 1.59 ± 0.06 | 5.40 ± 0.12 | 418.6 ± 1.8 |
| Mandy Morse | 4.48 ± 0.05 | 2.45 ± 0.05 | 1.60 ± 0.02 | 4.25 ± 0.04 | 534.7 ± 4.5 |
| | 3.59 ± 0.04 | 1.98 ± 0.01 | 1.27 ± 0.06 | 4.85 ± 0.15 | 822.8 ± 2.1 |
| <i>Iris sibirica</i> | 4.49 ± 0.01 | 1.96 ± 0.01 | 2.27 ± 0.03 | 5.20 ± 0.17 | 357.7 ± 2.0 |
| | 6.14 ± 0.07 | 2.66 ± 0.03 | 1.49 ± 0.04 | 3.99 ± 0.02 | 503.3 ± 1.3 |

*Note. Numerator for 2020, denominator for 2021.

Содержание биологически активных веществ в листьях *Iris sibirica* и его сортов в период цветения 2021 г. в ЦСБС

| Сорт, вид | Танины, % | Флавонолы, % | Пектины, % | Протопектины, % | Катехины, мг% |
|----------------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|
| Blue Cup | 8,36 ± 0,10 | 3,04 ± 0,05 | 0,26 ± 0,01 | 3,58 ± 0,04 | 703,0 ± 2,0 |
| Fialcovy | 15,75 ± 0,21 | 5,71 ± 0,05 | 0,31 ± 0,01 | 3,16 ± 0,15 | 135,8 ± 4,0 |
| Kassandra | 10,69 ± 0,11 | 3,48 ± 0,04 | 0,19 ± 0,01 | 3,22 ± 0,03 | 1098,2 ± 1,7 |
| Cambridge | 4,00 ± 0,05 | 2,00 ± 0,01 | 0,26 ± 0,01 | 3,79 ± 0,11 | 701,2 ± 2,2 |
| Vals Katuni | 11,07 ± 0,13 | 2,81 ± 0,02 | 0,42 ± 0,01 | 3,21 ± 0,02 | 718,7 ± 1,0 |
| Baltik Blue | 8,18 ± 0,08 | 2,25 ± 0,03 | 0,21 ± 0,00 | 2,80 ± 0,14 | 862,7 ± 1,6 |
| Mandy Morse | 10,86 ± 0,12 | 2,87 ± 0,03 | 0,36 ± 0,01 | 2,72 ± 0,01 | 846,6 ± 0,9 |
| <i>Iris sibirica</i> | 12,06 ± 0,01 | 2,37 ± 0,02 | 0,84 ± 0,02 | 3,13 ± 0,07 | 640,0 ± 1,8 |

Table 2

The content of biologically active substances in the leaves of *Iris sibirica* and its varieties during the flowering period of 2021 in Central Siberian Botanical Garden

| Variety, species | Tannins, % | Flavonols, % | Pectins, % | Protopectins, % | Catechins, mg% |
|----------------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|----------------|
| Blue Cup | 8.36 ± 0.10 | 3.04 ± 0.05 | 0.26 ± 0.01 | 3.58 ± 0.04 | 703.0 ± 2.0 |
| Fialcovy | 15.75 ± 0.21 | 5.71 ± 0.05 | 0.31 ± 0.01 | 3.16 ± 0.15 | 135.8 ± 4.0 |
| Kassandra | 10.69 ± 0.11 | 3.48 ± 0.04 | 0.19 ± 0.01 | 3.22 ± 0.03 | 1098.2 ± 1.7 |
| Cambridge | 4.00 ± 0.05 | 2.00 ± 0.01 | 0.26 ± 0.01 | 3.79 ± 0.11 | 701.2 ± 2.2 |
| Vals Katuni | 11.07 ± 0.13 | 2.81 ± 0.02 | 0.42 ± 0.01 | 3.21 ± 0.02 | 718.7 ± 1.0 |
| Baltik Blue | 8.18 ± 0.08 | 2.25 ± 0.03 | 0.21 ± 0.00 | 2.80 ± 0.14 | 862.7 ± 1.6 |
| Mandy Morse | 10.86 ± 0.12 | 2.87 ± 0.03 | 0.36 ± 0.01 | 2.72 ± 0.01 | 846.6 ± 0.9 |
| <i>Iris sibirica</i> | 12.06 ± 0.01 | 2.37 ± 0.02 | 0.84 ± 0.02 | 3.13 ± 0.07 | 640.0 ± 1.8 |

Для катехинов характерно высокое их содержание (в 1,5–2,6 раза) в теплый вегетационный период 2020 г. у всех сортов. Причем у сорта Cambridge отмечены относительно стабильные показания содержания катехинов в цветках (575,4–582,0 мг%). У сорта Mandy Morse и *I. sibirica* наблюдали увеличение содержания катехинов в цветках в сухой период 2021 г. в 1,4–1,5 раза. Однако установлено, что в листьях в 2021 г. содержание катехинов было высоким в 5,0–6,3 раза, чем в цветках, особенно у сортов Kassandra и Blue Cup, средними показателями (увеличение в 2,0–2,3 раза) отличались сорта Baltik Blue и Vals Katuni. Незначительно выше в листьях (в 1,2–1,4 раза), чем в цветках, отмечено содержание катехинов у Fialcovy, Cambridge, Mandy Morse и *I. sibirica*.

Сравнивая показания содержания вторичных метаболитов относительно сортов, можно выделить сорта Fialcovy и Vals Katuni с наиболее высоким количеством танинов в цветках: 8,39–8,56 % в 2020 г. и 5,12–5,37 % в 2021 г. Высоким содержанием флавонолов (2,73–3,10 %) отличались цветки этих же сортов. По количеству содержания пектинов (2,31–2,50 %) и протопектинов (5,13–5,48 %) выделен сорт Fialcovy, по катехинам (534,7–822,8 мг%) – сорта Cambridge, Vals Katuni, Baltik Blue, Mandy Morse. Показания этих же биологически активных веществ в цветках *Iris sibirica* занимают промежуточное положение в количественном соотношении относительно сортов.

Содержание вторичных метаболитов в листьях исследованных интродуцентов показало, что наибольшее количество танинов отмечено у сортов Fialcovy (15,75 %) и *I. sibirica* (12,06 %) с наименьшим значением у Cambridge (4,00 %). Флавонолов в листьях сорта Fialcovy (5,71 %) также было в 1,5–2,0 раза больше, чем у других сортов. Что касается результатов по содержанию в листьях пектинов, то их в 2–4 раза больше у культивируемого дикорастущего вида *I. sibirica* (0,84 %). Однако при сравнении их содержания у изученных сортов наибольшее значение наблюдали у сорта Vals Katuni (0,42 %). Концентрация протопектинов в листьях выше в 3,7 раза, в 10,0 раз, в 13,3 раза, в 13,7 раза, в 14,5 раза, в 16,9 раза соответственно у *I. sibirica*, Fialcovy, Baltik Blue, Blue Cup, Cambridge, Kassandra. Причем у сортов Mandy Morse и Vals Katuni содержание протопектинов в листьях, наоборот, было в 1,3 меньше, чем пектинов. Самым высоким содержанием катехинов (1098,2 мг%) отличались листья сорта Kassandra – в 8,1 раза выше, чем у сорта Fialcovy, и в 1,3–1,5 раза, чем у других сортов и *I. sibirica*.

Установлено, что в цветках концентрация каротиноидов изменялась от 5,7 мг% (сорт Blue Cup) до 9,4 мг% (сорт Baltik Blue). Причем у *I. sibirica* эти показания занимали положение среди сортов со значением 5,8 мг%, близки к сортам Blue Cup, Cambridge, Fialcovy. Достоверное отличие (в 1,4–1,6 раза) отмечено в цветках сортов Mandy Morse и Baltik Blue, имеющих наибольшее значение

(рис. 2). В листьях всех сортов содержание каротиноидов было значительно выше (в 2,6–9,5 раза), чем в цветках. Так, наибольшими показаниями отличались листья сорта Fialcovy (61,4 мг%). Наименьшие результаты получены у сорта Baltik Blue (24,9 мг%) и *I. sibirica* (29,9 мг%). У остальных сортов концентрация каротиноидов находилось в пределах 35,1–49,4 мг% (рис. 3).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, при культивировании сортов из группы сибирских ирисов биологически активные вещества, влияющие на адаптивную реакцию растений, обеспечивают устойчивый фенотип с широкой нормой реакции морфобиохимических показателей на неблагоприятные и крайне экстремальные весенне-летние условия лесостепной зоны Западной Сибири. Поэтому их накопление в листьях и цветках происходило неоднозначно. Так, в результате сравнительного анализа вторичных метаболитов в надземных органах ирисов установлено высокое содержание в листьях танинов (в 1,3–3,2 раза), флавоноидов (в 1,5–4,6 раза), ка-

техинов (в 5,0–6,3 раза), каротиноидов (в 2,6–9,5 раза) по сравнению с цветками за вегетационный период 2021 г. Однако в цветках сортов и *I. sibirica* содержание пектинов было выше в 3,5–9,5 раза и протопектинов в 1,2–1,9 раза, чем в листьях. Наиболее высокими показаниями в листьях по отдельным компонентам отличались: по танинам – Fialcovy, *I. sibirica*; флавоноидам и каротиноидам – Fialcovy; пектинам – Vals Katuni, *I. sibirica*; протопектинам – Cambridge; катехинам – Kassandra.

В результате проведенного исследования можно утверждать, что генеративные органы семи сортов из группы Сибирских ирисов и *I. sibirica* в целом также богаты содержанием биологически активных веществ. Сравнительный анализ полученных результатов в течение двух лет показал, что в цветках танины составляют от 2,76 % (Cambridge) до 8,56 % (Fialcovy); флавонолы – от 0,57 % (Baltik Blue) до 2,73 % (Fialcovy); пектины – от 1,27 % (Mandy Morse) до 2,56 % (Blue Cup); протопектины – от 4,00 % (Blue Cup) до 5,48 % (Fialcovy); катехины – от 119,6 мг% (Blue Cup) до 822, 8 мг%

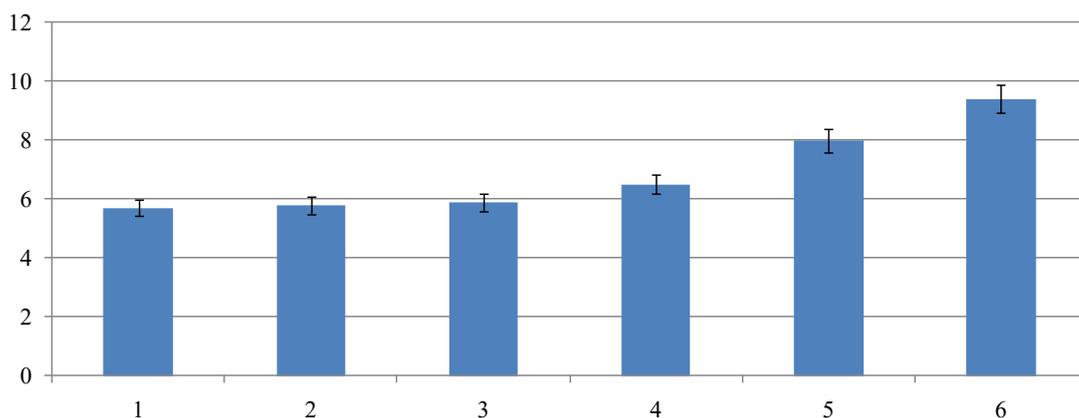


Рис. 2. Содержание каротиноидов (мг%) в цветках:
1 – Blue Cup, 2 – Cambridge, 3 – Iris sibirica, 4 – Fialcovy, 5 – Mandy Morse, 6 – Baltik Blue
Fig. 2. Content of carotenoids (mg%) in flowers of *Iris sibirica* varieties:
1 – Blue Cup, 2 – Cambridge, 3 – Iris sibirica, 4 – Fialcovy, 5 – Mandy Morse, 6 – Baltik Blue

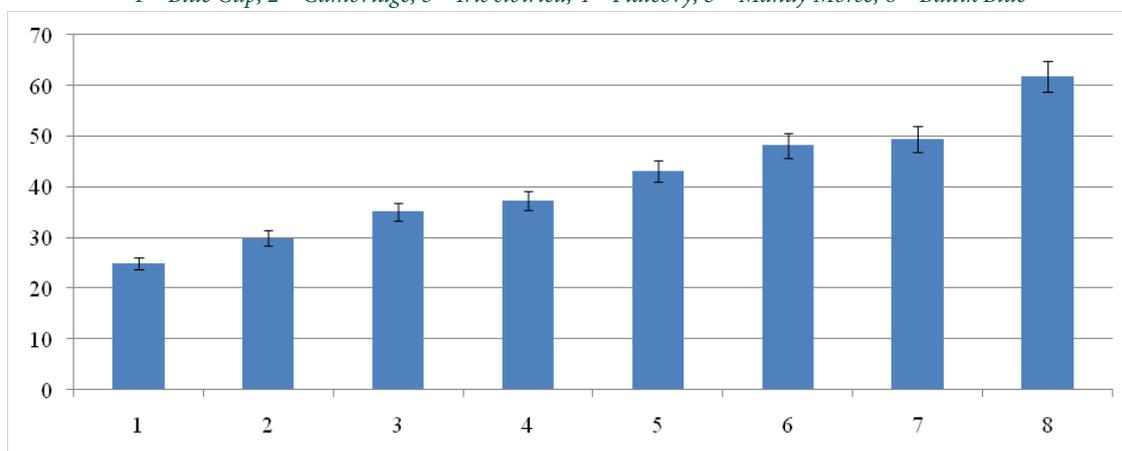


Рис. 3. Содержание каротиноидов (мг%) в листьях: 1 – Baltik Blue, 2 – Iris sibirica, 3 – Cambridge, 4 – Blue Cup, 5 – Mandy Morse, 6 – Vals Katuni, 7 – Kassandra, 8 – Fialcovy
Fig. 3. The content of carotenoids (mg%) in leaves: 1 – Baltik Blue, 2 – Iris sibirica, 3 – Cambridge, 4 – Blue Cup, 5 – Mandy Morse, 6 – Vals Katuni, 7 – Kassandra, 8 – Fialcovy

(Mandy Morse); каротиноиды – от 5,7 мг% (Blue Cup) до 9,4 мг% (Baltik Blue). Показания данных веществ в цветках *I. sibirica* входят в этот диапазон, занимая средние значения между сортами. Среди них выделяются сорта с высоким и средним их содержанием. Высоким содержанием танинов, флавонолов, протопектинов отличался раннецветущий сорт Fialcovy с темно-фиолетовыми цветками; пектинов – среднецветущий сорт Blue Cup с темно-фиолетовыми цветками; катехинов – раннецветущий сорт Mandy Morse с голубыми цветками; каротиноидов – среднецветущий сорт Baltik Blue с бордово-фиолетовыми цветками. Повышенная концентрация катехинов, представляющих полифенольные соединения, обладающих противомикробным действием, и флавонолов оказывает влияние на устойчивость данных сортов к болезням в период вегетации, что способствует их адаптации в условиях возделывания. Известно, что фенольным соединениям отводится большая роль в метаболизме растений как одному из факторов экологической пластичности и адаптивной изменчивости к условиям среды. Поэтому количество флавонолов в цветках сортов Blue Cup, Fialcovy, Kassandra, Cambridge отличалось стабильностью как в умеренно-увлажненном (2020 г.), так и в засушливом (2021 г.) сезонных периодах вегетации. Наличие танинов как источника дубильных веществ и каротиноидов в цветках и листьях, оказывающих антиоксидантное действие, дает возможность использования растительного сырья в лекарственных целях. Повышенное содержание пектинов и протопектинов в цветках служит влагоудерживающим агентом для усиления тургора в лепестках цветков в период массового цветения сорта, одновременно оберегая их от солнечных ожогов, сохраняя и увеличивая продолжительность

декоративного эффекта. Следует отметить, что по генотипу сорта имеют близкородственную связь с *I. sibirica*, которая проявляется в пределах нормы в количественном соотношении наличия вторичных метаболитов в надземных органах изученных растений. Особенно это отмечено в одинаковом уровне танинов и пектинов в листьях данного вида с сортами Fialcovy и Vals Katuni. Однако присутствует индивидуальная специфичность в распределении данных компонентов в цветках и листьях сортов Сибирских ирисов и *I. sibirica*. Варьирование некоторых биохимических показателей, таких как катехины и танины, связано с гидро- и теплообеспеченностью вегетационных периодов 2020–2021 гг. в период их роста и развития в лесостепной зоне Новосибирской области. Таким образом, механизмы адаптации у исследованных интродуцентов проявляются на биохимическом уровне количественного содержания изученных компонентов в листьях и цветках. В целом сорта сибирских ирисов и *I. sibirica* адаптированы и проявляют лабильность в биохимических механизмах устойчивости, обладают декоративностью и рекомендованы для широкого использования в озеленении данного региона.

Благодарности (Acknowledgements)

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.

Библиографический список

1. Kostić A. Ž., Gašić U. M., Pešić M. B., Stanojević S. P., Barać M. B., Mačukanović-Jocić M. P., Avramov S. N., Tešić Ž. L. Phytochemical analysis and total antioxidant capacity of rhizome, above-ground vegetative parts and flower of three *Iris* species // Chemistry & Biodiversity. 2019. Vol. 16 (3). Article number 1800565. DOI: 10.1002/cbdv.201800565.
2. Антипова Е. А., Лейтес Е. А. Определение содержания ксантонов и элементного состава надземной части и экстракта *Iris lactea* Pall. // Химия растительного сырья. 2019. № 2. С. 189–196. DOI: 10.14258/jcrpm.2019024011.
3. Седельникова Л. Л., Кукушкина Т. А. Содержание некоторых групп соединений в листьях и корневищах *Iris hybrida hort.* сорт Coronation // Химия растительного сырья. 2018. № 2. С. 131–136. DOI: 10.14258/jcrpm.2018023476.
4. Tešić Ž. L. Phytochemical analysis and total antioxidant capacity of rhizome, above-ground vegetative parts and flower of three *Iris* species // Chemistry & Biodiversity. 2019. Vol. 16 (3). Article number e1800565. DOI: 10.1002/cbdv.201800565.
5. Liu Q. Q., Zhang Y. X., Wang Y. J., Wang W. L., Gu C. S., Huang S. Z., Yuan H. Y., Dhankher O. P. Quantitative proteomic analysis reveals complex regulatory and metabolic response of *Iris lactea* Pall. var. chinensis to cadmium toxicity // Journal of Hazardous Materials. 2020. Vol. 400. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2020.123165.
6. Goldblatt P. Phylogeny and classification of the Iridaceae and the relationships of *Iris* // Annali di Botanica. 2000. Vol. 58. Pp. 13–28. DOI: 10.4462/annbotm-9059.

7. Лужанин В. Г., Уэйли А. К., Понкратова А. О., Жохова Е. В., Зингалюк М. А., Пряхина Н. И. Касатик молочно-белый (*Iris lactea* Pall.) – перспективный источник биологически активных веществ // Химия растительного сырья. 2021. № 3. С. 5–17. DOI: 10.14258/jcprm.2021038890.
8. Khatib S., Faraloni C., Bouissane L. Exploring the Use of *Iris* Species: Antioxidant Properties, Phytochemistry, Medicinal and Industrial Applications // Antioxidants. 2022. Vol. 11 (3). Article number 526. DOI: 10.3390/antiox11030526.
9. Аскерова Л. А. Экологическая валентность некоторых видов ирисов западной части Азербайджана // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. № 10. С. 50–55. DOI: 10.33619/2414-2948/47/06.
10. Бекшенева Л. Ф., Реут А. А. Водный режим некоторых представителей рода *Iris* при интродукции на Южном Урале // Экосистемы. 2020. № 22. С. 82–89. DOI: 10.37279/2414-4738-2020-22-82-89.
11. Kryuhova A., Mustafina A. N., Abramova L. On the rare species biology of the genus *Iris* L. in culture and natural habitats in the South Urals // BIO Web Conferences. 2020. Vol. 24. International Conference “Plant Diversity: Status, Trends, Conservation Concept”. Article number 00046. DOI: 0.1051/bioconf/20202400046.
12. Vronskaya O., Tsandekova O. Analyses of morphobiochemical characteristics of the *Iris* genus within of conditions of the Kuzbass botanic garden // BIO Web. Conferences. 2020. Vol. 24. International Conference “Plant Diversity: Status, Trends, Conservation Concept”. Article number 00097. DOI: 10.1051/bioconf/20202400097.
13. Реут А. А., Бекшенева Л. Ф. Сравнительная оценка эколого-физиологических особенностей видов рода *Iris* // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7. С. 35–42. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-7-35-42.
14. Aukhadieva E., Kalashnik N., Ishbirdin A. Discussion of some taxonomy issues of species of the genus *Iris* L. based of biomorphological and karyological characteristics // BIO Web Conferences. 2021. Vol. 254. International Conference and Practical Conference “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues Achievements and Innovations”. Article number 06008. DOI: 10.1051/e3sconf/202125406008.
15. Tsandekova O., Vronskaya O. Appraisal of perspectivity of growing of decorative perennials of genus *Iris* L. for introduction // BIO Web Conferences. 2021. Vol. 31. VI International Scientific Conference “Problems of Industrial Botany of Industrially Developed Regions”. Article number 00028. DOI: 10.1051/bioconf/20213100028.
16. Реут А. А., Бекшенева Л. Ф. Токсиканты I класса опасности в декоративных травянистых многолетников // Таврич. Вестник Аграрной науки. 2022. № 1 (22). С. 132–144.
17. Бекшенева Л. Ф., Реут А. А. Итоги изучения карликовых бородатых ирисов при интродукции в Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 71. С. 29–35. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-71-29-35.
18. Долганова З. В. Перспективные сорта ириса *Spuria* для условий лесостепи Алтайского края // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 70. С. 28–37. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-70-28-37.
19. Сорокопудова О. А. Формирование гибридного фонда травянистых декоративных многолетников в ФГБНУ ВСТИСП // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 71. С. 139–144. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-71-139-144.
20. Миронова Л. Н., Калинкина В. Н. Репродуктивные особенности Дальневосточных видов рода *Iris* (*Iridaceae*) в условиях *ex situ* // Растительные ресурсы. 2022. Т. 58. № 3. С. 244–253.
21. Седельникова Л. Л. Сортимент, сезонное развитие и размножение карликовых ирисов на юге Новосибирской области // Вестник КрасГУ. 2022. № 2. С. 70–78. DOI: 10.3618/1819-4036-2022-2-70-78.
22. Седельникова Л. Л., Цандекова О. Л. Оценка содержания биологически активных веществ и химических элементов в листьях хост и ириса гибридного в зеленых насаждениях Новосибирской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2022. Т. 22. Вып. 4. С. 419–426. DOI: 10.18500/1816-9775-2022-22-4-419-426.
23. Седельникова Л. Л. Морфобиологическая характеристика сорта *Iris ensata* ‘Василий Алферов’ на юге Западной Сибири // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2023. № 1 (45). С. 19–30. DOI: 10.32516/2303-9922.2023.45.2.
24. Долганова З. В. Изучение сортов ириса класса «Сибирские» в условиях лесостепи Алтайского края // Субтропическое и декоративное садоводство. 2018. Вып. 65. С. 40–47.
25. Слепченко Н.А., Шошина Е.И. К вопросу о разработке методики оценки сортов ириса сибирского (*I. sibirica*) для использования их в озеленении // Субтропическое и декоративное садоводство. 2018. № 67. С. 64–72. DOI: 10.31360/2225-3068-2018-67-64-72.
26. Долганова З. В. Селекционные достижения по сибирским ирисам на юге Западной Сибири // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 71. С. 132–139. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-71-132-139.
27. Шошина Е. И., Слепченко Н. А. Новые сорта ириса сибирского в коллекции Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 69. С. 89–96. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-69-89-96.

28. Седельникова Л. Л. Сезонное развитие сибирских ирисов в лесостепной зоне Новосибирской области // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2020. № 3 (35). С. 42–52. DOI: 10.32516/2303-9922.2020.35.4.

29. Слепченко Н. А., Слепченко К. В. Изучение декоративности сортообразцов *Iris sibirica* в условиях влажных субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство. 2020. № 75. С. 28–33. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-75-28-33.

30. Седельникова Л. Л., Кукушкина Т. А. Биологически активные и запасные вещества в вегетативных органах *Heimerocallis hybrida* сорта Vambery Crismas // Химия растительного сырья. 2022. № 1. С. 153–160. DOI: 10.14258/jcprm.2022019544.

Об авторе:

Людмила Леонидовна Седельникова¹, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории интродукции декоративных растений, ORCID 0000-0002-1122-2421, AuthorID 164902; +7 913 472-19-77, lusedelnikova@yandex.ru

¹Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

References

1. Kostić A. Ž., Gašić U. M., Pešić M. B., Stanojević S. P., Barać M. B., Mačukanović-Jocić M. P., Avramov S. N., Tešić Ž. L. Phytochemical analysis and total antioxidant capacity of rhizome, above-ground vegetative parts and flower of three *Iris* species // Chemistry & Biodiversity. 2019. Vol. 16 (3). Article number 1800565. DOI: 10.1002/cbdv.201800565.

2. Antipova E. A., Leytes E. A. Opredeleniye sodержaniya ksantonov i elementnogo sostava nadzemnoy chasti i ekstrakta *Iris lactea* Pall. [Determination of xanthones content and elemental composition of the aerial part and extract of *Iris lactea* Pall.] // Chemistry of plant raw materials. 2019. No. 2. Pp. 189–196. DOI: 10.14258/jcprm.2019024011. (In Russian.)

3. Sedel'nikova L. L., Kukushkina T. A. Soderzhaniye nekotorykh grupp soedineniy v list'yakh i kornevishchakh *Iris hybrida* hort. sort Coronation [The content of some groups of compounds in the leaves and rhizomes of *Iris hybrida* hort. variety Coronation] // Chemistry of plant raw materials. 2018. No. 2. Pp. 131–136. DOI: 10.14258/jcprm.2018023476. (In Russian.)

4. Tešić Ž. L. Phytochemical analysis and total antioxidant capacity of rhizome, above-ground vegetative parts and flower of three *Iris* species // Chemistry & Biodiversity. 2019. Vol. 16 (3). Article number e1800565. DOI: 10.1002/cbdv.201800565.

5. Liu Q. Q., Zhang Y. X., Wang Y. J., Wang W. L., Gu C. S., Huang S. Z., Yuan H. Y., Dhankher O. P. Quantitative proteomic analysis reveals complex regulatory and metabolic response of *Iris lactea* Pall. var. chinensis to cadmium toxicity // Journal of Hazardous Materials. 2020. Vol. 400. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2020.123165.

6. Goldblatt P. Phylogeny and classification of the Iridaceae and the relationships of *Iris* // Annali di Botanica. 2000. Vol. 58. Pp. 13–28. DOI: 10.4462/annbotm-9059.

7. Luzhanin V. G., Ueyli A. K., Ponkratova A. O., Zhokhova E. V., Zingalyuk M. A., Pryakhina N. I. Kasatik molochno-belyy (*Iris lactea* Pall.) – perspektivnyy istochnik biologicheski aktivnykh veshchestv [Milky white iris (*Iris lactea* Pall.) – a promising source of biologically active substances] // Chemistry of plant raw materials. 2021. No. 3. Pp. 5–17. DOI: 10.14258/jcprm.2021038890. (In Russian.)

8. Khatib S., Faraloni C., Bouissane L. Exploring the Use of *Iris* Species: Antioxidant Properties, Phytochemistry, Medicinal and Industrial Applications // Antioxidants. 2022. Vol. 11 (3). Article number 526. DOI: 10.3390/antiox11030526.

9. Askerova L. A. Ekologicheskaya valentnost' nekotorykh vidov irisov zapadnoy chasti Azerbaydzhana [Ecological valence of some species of irises in the western part of Azerbaijan] // Bulletin of science and practice. 2019. Vol. 5. No. 10. Pp. 50–55. DOI: 10.33619/2414-2948/47/06. (In Russian.)

10. Beksheneva L. F., Reut A. A. Vodnyy rezhim nekotorykh predstaviteley roda *Iris* pri introduktsii na Yuzhnom Urals [Water regime of some representatives of the genus *Iris* during introduction in the Southern Urals] // Ecosystems. 2020. No. 22. Pp. 82–89. DOI: 10.37279/2414-4738-2020-22-82-89. (In Russian.)

11. Kryuhova A., Mustafina A. N., Abramova L. On the rare species biology of the genus *Iris* L. in culture and natural habitats in the South Urals // BIO Web Conferences. 2020. Vol. 24. International Conference “Plant Diversity: Status, Trends, Conservation Concept”. Article number 00046. DOI: 10.1051/bioconf/20202400046.

12. Vronskaya O., Tsandekova O. Analyses of morphobiochemical characteristics of the *Iris* genus within of conditions of the Kuzbass botanic garden // BIO Web Conferences. 2020. Vol. 24. International Conference “Plant Diversity: Status, Trends, Conservation Concept”. Article number 00097. DOI: 10.1051/bioconf/20202400097.

13. Reut A. A., Beksheneva L. F. Sravnitel'naya otsenka ekologo-fiziologicheskikh osobennostey vidov roda *Iris* [Comparative assessment of the ecological and physiological characteristics of species of the genus *Iris*] // Vestnik KrasGAU. 2021. No. 7. Pp. 35–42. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-7-35-42. (In Russian.)
14. Aukhadieva E., Kalashnik N., Ishbirdin A. Discussion of some taxonomy issues of species of the genus *Iris* L. based of biomorphological and karyological characteristics // BIO Web Conferences. 2021. Vol. 254. International Conference and Practical Conference “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues Achievements and Innovations”. Article number 06008. DOI: 10.1051/e3sconf/202125406008.
15. Tsandekova O., Vronskaya O. Appraisal of perspectivity of growing of decorative perennials of genus *Iris* L. for introduction // BIO Web Conferences. 2021. Vol. 31. VI International Scientific Conference “Problems of Industrial Botany of Industrially Developed Regions”. Article number 00028. DOI: 10.1051/bioconf/20213100028.
16. Reut A. A., Beksheneva L. F. Toksikanty I klassa opasnosti v dekorativnykh travyanistykh mnogoletnikov [Hazard class I toxicants in ornamental herbaceous perennials] // Tavrich. Bulletin of Agrarian Science. 2022. No. 1 (22). Pp. 132–144. (In Russian.)
17. Beksheneva L. F., Reut A. A. Itogi izucheniya karlikovykh borodatykh irisov pri introduktsii v Yuzhno-Ural'skiy botanicheskiy sad-institut UFITS RAN [Results of the study of dwarf bearded irises when introduced into the South Ural Botanical Garden-Institute of the Ural Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences] // Subtropical and ornamental horticulture. 2019. No. 71. Pp. 29–35. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-71-29-35. (In Russian.)
18. Dolganova Z. V. Perspektivnyye sorta irisa *Spuria* dlya usloviy lesostepi Altayskogo kraya [Promising varieties of iris *Spuria* for the conditions of the forest-steppe of the Altai Territory] // Subtropical and ornamental horticulture. 2019. No. 70. Pp. 28–37. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-70-28-37. (In Russian.)
19. Sorokopudova O.A. Formirovaniye gibridnogo fonda travyanistykh dekorativnykh mnogoletnikov v FGBNU VSTISP [Formation of a hybrid fund of herbaceous ornamental perennials in All-Russian Breeding and Technological Institute of Horticulture and Nursery Breeding] // Subtropical and ornamental horticulture. 2019. No. 71. Pp.139–144. doi: 10.31360/2225-3068-2019-71-139-144 (In Russian.)
20. Mironova L. N., Kalinkina V. N. Reproduktivnyye osobennosti Dal'nevostochnykh vidov roda *Iris* (*Iridaceae*) v usloviyakh *ex situ* [Reproductive features of the Far Eastern species of the genus *Iris* (*Iridaceae*) in *ex situ* conditions] // Plant resources. 2022. Vol. 58. No. 3. Pp. 244–253. (In Russian.)
21. Sedel'nikova L. L. Sortiment, sezonnoye razvitiye i razmnozheniye karlikovykh irisov na yuge Novosibirskoy oblasti [Assortment, seasonal development and reproduction of dwarf irises in the south of the Novosibirsk region] // Vestnik KrasGU. 2022. No. 2. Pp. 70–78. DOI: 10.3618/1819-4036-2022-2-70-78. (In Russian.)
22. Sedel'nikova L. L., Tsandekova O. L. Otsenka sodержaniya biologicheskii aktivnykh veshchestv i khimicheskikh elementov v list'yakh khost i irisa gibridnogo v zelenykh nasazhdeniyakh Novosibirskoy oblasti [Evaluation of the content of biologically active substances and chemical elements in the leaves of hostas and iris hybridus in green spaces of the Novosibirsk region] // Bulletin of the Saratov University. New episode. Series: Chemistry. Biology. Ecology. 2022. Vol. 22. No. 4. Pp. 419–426. DOI: 10.18500/1816-9775-2022-22-4-419-426. (In Russian.)
23. Sedel'nikova L. L. Morfobiologicheskaya kharakteristika sorta *Iris ensata* ‘Vasiliy Alferov’ na yuge Zapadnoy Sibiri [Morphobiological characteristics of the variety *Iris ensata* ‘Vasily Alferov’ in the south of Western Siberia] // Bulletin of the Orenburg State Pedagogical University. 2023. No. 1 (45). Pp. 19–30. DOI: 10.32516/2303-9922.2023.45.2. (In Russian.)
24. Dolganova Z. V. Izucheniye sortov irisa klassa “Sibirskie” v usloviyakh lesostepi Altayskogo kraya [The study of varieties of iris class “Siberian” in the conditions of the forest-steppe of the Altai Territory] // Subtropical and ornamental horticulture. 2018. No. 65. Pp. 40–47. (In Russian.)
25. Slepchenko N. A., Shoshina E. I. K voprosu o razrabotke metodiki otsenki sortov irisa sibirskogo (*I. sibirica*) dlya ispol'zovaniya ikh v ozelenenii [On the issue of developing a methodology for assessing varieties of Siberian iris (*I. sibirica*) for their use in landscaping] // Subtropical and ornamental horticulture. 2018. No. 67. Pp. 64–72. DOI: 10.31360/2225-3068-2018-67-64-72. (In Russian.)
26. Dolganova Z. V. Seleksionnyye dostizheniya po sibirskim irisam na yuge Zapadnoy Sibiri [Breeding achievements in Siberian irises in the south of Western Siberia // Subtropical and ornamental horticulture]. 2019. No. 71. Pp. 132–139. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-71-132-139. (In Russian.)
27. Shoshina E. I., Slepchenko N. A. Novyye sorta irisa sibirskogo v kollektsii Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta tsvetovodstva i subtropicheskikh kul'tur [New varieties of Siberian iris in the collection of the All-Russian Scientific Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops] // Subtropical and ornamental horticulture. 2019. No. 69. Pp. 89–96. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-69-89-96. (In Russian.)

28. Sedel'nikova L. L. Sezonnoye razvitiye sibirskikh irisov v lesostepnoy zone Novosibirskoy oblasti [Seasonal development of Siberian irises in the forest-steppe zone of the Novosibirsk region] // Bulletin of the Orenburg State Pedagogical University. 2020. No. 3 (35). Pp. 42–52. DOI: 10.32516/2303-9922.2020.35.4. (In Russian.)

29. Slepchenko N. A., Slepchenko K. V. Izucheniye dekorativnosti sortoobraztsov *Iris sibirica* v usloviyakh vlazhnykh subtropikov Rossii [Study of the decorativeness of *Iris sibirica* varieties in the conditions of humid subtropics of Russia] // Subtropical and decorative horticulture. 2020. No. 75. Pp. 28–33. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-75-28-33. (In Russian.)

30. Sedel'nikova L. L., Kukushkina T. A. Biologicheski aktivnyye i zapasnyye veshchestva v vegetativnykh organakh *Hemerocallis hybrida* sorta Bambery Crismas [Biologically active and reserve substances in the vegetative organs of *Hemerocallis hybrida* variety Bambery Crismas] // Chemistry of plant materials. 2022. No. 1. Pp. 153–160. DOI: 10.14258/jcprm.2022019544. (In Russian.)

Author's information:

Lyudmila L. Sedelnikova¹, doctor of biological sciences, senior researcher at the laboratory of introduction of ornamental plants, ORCID 0000-0002-1122-2421, AuthorID 164902; +7 913 472-19-77, lusedelnikova@yandex.ru

¹ Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia