

раздел **БИОЛОГИЯ и ЭКОЛОГИЯ****ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ДЕКОРАТИВНЫХ МНОГОЛЕТНИКОВ
РОДА *IRIS* L. В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ**© **О. Л. Цандекова***, **О. О. Вронская**Федеральный исследовательский центр угля и углейхимии Сибирского отделения РАН
Институт экологии человека
Россия, 650065 г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10.

Тел.: +7 (3842) 57 50 79.

*Email: zandekova@bk.ru

В статье представлены результаты различных методов диагностики декоративных травянистых многолетников, произрастающих в условиях урбанизированной среды. Объектом исследований служили корневищные декоративные многолетники рода *Iris* L. семейства *Iridaceae*, произрастающие на экспозиционном участке Кузбасского ботанического сада. Фенологические наблюдения проводили согласно методике фенологических наблюдений, рекомендованной для ботанических садов. Биохимические исследования проводили по уровню содержания аскорбиновой кислоты и фенольных соединений. Определение аскорбиновой кислоты определяли титриметрическим методом с применением 2,6-дихлорфенолиндофенола натрия, фенольных соединений – по методу Левенталя-Нейбауера. Совокупный анализ фенологических наблюдений и биохимических показателей у ирисов свидетельствует о взаимной обусловленности этих параметров, что в целом обеспечивает их успешное произрастание в условиях урбанизированной среды. Установлена видоспецифичность по уровню накопления антиоксидантов в листьях декоративных травянистых многолетников: *I. aphylla* > *I. halophila* > *I. Chrysographes* > *I. ruthenica* > *I. pseudacorus*. Установлены некоторые особенности адаптивных реакций растений в течение вегетации, в том числе изменения уровня накопления антиоксидантов в листьях *I. aphylla* и *I. halophila*, в сторону повышения уровня фенольных соединений до 1.5 раз и аскорбиновой кислоты – до 3.7 раз, в сравнении с другими видами. *I. pseudacorus* характеризовался длительным периодом вегетации (130 и более дней) и низким накоплением вторичных метаболитов в листьях, относительно других видов ирисов. Выявленные перестройки в функционировании антиоксидантной системы ирисов позволяют рассматривать их, как приспособительные и защитные реакции, направленные на их выживание и декоративные качества в техногенной среде. Исследуемые показатели можно использовать в качестве информативного параметра для фитоиндикации и оценки состояния растений в условиях урбанизированной среды.

Ключевые слова: декоративные многолетники, *Iris* L., листья, фенологические наблюдения, аскорбиновая кислота, фенольные соединения, урбанизированная среда.

Введение

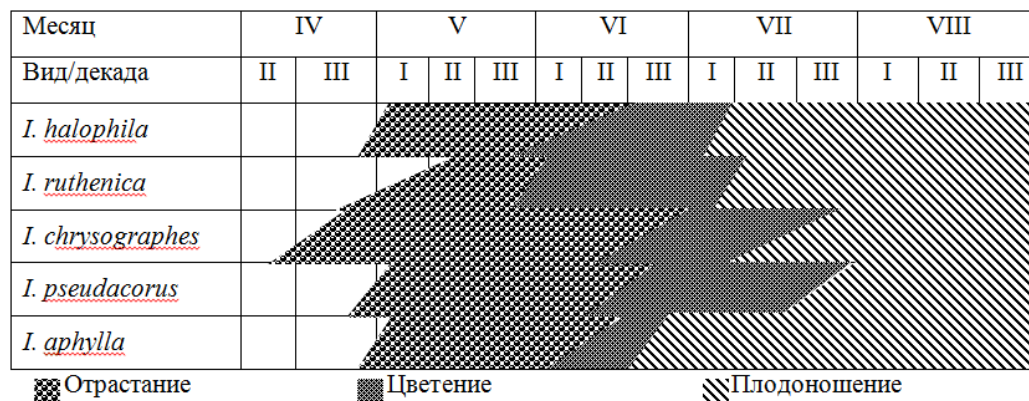
Одними из перспективных видов для городского озеленения сибирских регионов являются травянистые многолетники рода *Iris* L., в связи с хорошей зимостойкостью, ранним цветением и декоративностью [1–8]. Однако при воздействии разнообразных экстремальных факторов среды ирисы, внешне сохраняя декоративное состояние, претерпевают значительные физиолого-биохимические изменения. В первую очередь повреждаются мембранные структуры и, как следствие, происходит активизация многоуровневой биохимической системы антиоксидантной защиты, в которую входит большое число компонентов. Среди них особое место занимают низкомолекулярные метаболиты, в том числе аскорбиновая кислота и фенольные соединения. В последнее десятилетие в научных журналах активизирована публикация работ, связанных с изучением содержания антиоксидантов в растениях, в том числе рода *Iris*, произрастающих в неблагоприятных условиях окружающей среды [9–11]. При этом до сих пор многие особенности функционирования антиоксидантной системы растений в техногенных

условиях остаются неясными. В связи с этим, выявление соответствия условий произрастания декоративных травянистых многолетников их биологическим требованиям в урбанизированной среде весьма актуально.

Цель работы – выявить особенности адаптивных реакций декоративных многолетников рода *Iris*, произрастающих в условиях урбанизированной среды (на примере г. Кемерово).

Экспериментальная часть

Объектом исследований служили корневищные декоративные многолетники рода *Iris* семейства *Iridaceae*: *Iris aphylla* L. (Ирис безлистный), *I. chrysographes* Dykes (И. золотисто-расписной), *I. halophila* Pall. (И. солелюбивый), *I. pseudacorus* L. (И. ложноаирный), *I. ruthenica* Ker Gawl. (И. русский), произрастающие на экспозиционном участке Кузбасского ботанического сада. Для исследований взяты растения по 20 экземпляров каждого вида в генеративном возрастном состоянии, не поврежденных болезнями и вредителями. Почва – выщелоченный чернозем [12].

Рис. 1. Фенологические спектры видов рода *Iris* 2012–2019 гг.

Эксперимент проведен в 2012–2019 гг. Территория ботанического сада расположена в левобережной части г. Кемерово. Климатические условия района исследования характеризуются континентальностью с большой амплитудой колебаний температуры и неустойчивостью атмосферных осадков. Среднегодовая температура воздуха – 0,9 °С. Наиболее высокая температура воздуха летом +35...+38 °С, зимой – 57 °С. Первые весенние заморозки с 28 мая по 11 июня. Первые осенние заморозки с 26 августа по 14 сентября. Среднегодовое количество осадков – 450–500 мм. Высота снежного покрова от 47 до 72 см. Фенологические наблюдения проводили согласно методике фенологических наблюдений, рекомендованной для ботанических садов [13]. Сумму положительных температур выше 0 °С, определяли при использовании методических подходов [14]. Сбор материала для биохимических анализов проводили в вегетационный период (май – август). Для анализа взяты надземные органы (листья) ирисов в следующие фазы вегетации: бутонизации, цветения, плодоношения. Биохимические исследования проводили по содержанию аскорбиновой кислоты и фенольных соединений. Содержание аскорбиновой кислоты определяли титриметрическим методом с применением 2,6-дихлорфенолиндофенола натрия [15], фенольных соединений – по методу Левенталя-Нейбауера, который основан на легкой окисляемости фенолов калия перманганатом в присутствии индигосульфокислоты при комнатной температуре до появления золотисто-желтого окрашивания [16]. Повторность опытов трехкратная из смешанной пробы. Данные представлены в виде средних арифметических значений и их среднеквадратических (стандартных) ошибок. Статистическая значимость различий между вариантами определяли с помощью *t*-критерия Стьюдента ($p < 0.05$). Экспериментальные данные обработаны статистически с помощью компьютер-

ных программ StatSoft STATISTICA 8.0. for Windows и Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

При изучении феноритмов роста и развития растений рода *Iris* выяснили, что начало отрастания наступало со второй декады апреля по вторую декаду мая, при сумме положительных температур 190–217 °С. Первые бутоны у ирисов появлялись через 15–25 дней после отрастания, при сумме положительных температур 310–380 °С. Начало цветения у исследуемых видов наступало через 17–27 дней от начала бутонизации.

У *I. halophila* и *I. ruthenica* цветение первых цветков наступало в конце третьей декады мая – начале первой декады июня, при сумме положительных температур 313–389 °С. В первой декаде июня отмечено начало цветения у *I. aphylla* при сумме положительных температур 412–543 °С. Во второй декаде июня зацветали *I. chrysographes* и *I. pseudacorus* при сумме положительных температур 585–596 °С. В среднем продолжительность цветения у ирисов составила 14–21 день (табл. 1).

Сравнительная характеристика по продолжительности вегетационного периода у ирисов в разные годы исследований показала, что период вегетации варьировал от 125 до 140 дней. Исследуемые виды декоративных многолетников характеризовались коротким периодом вегетации в 2012, 2015 и 2018 гг., за счет высоких температур и недостаточного увлажнения. По гидротермическим условиям наиболее прохладным и избыточно увлажненным вегетационным периодом характеризовались 2013 г. (ГТК = 1.76) и 2014 г. (ГТК = 1.40). В этот период продолжительность вегетации у ирисов составила 138 и 140 дней соответственно, однако созревание плодов у *I. halophila* не произошло, в результате невысоких температур и избыточной влаги. У *I. pseudacorus*, *I. ruthenica*, *I. chrysographes*, *I. aphylla* плоды завязывались и вызревали во все сроки наблюдений (табл. 1).

Таблица 1

Агроклиматические показатели (2012–2019 гг.)

Год	Сумма осадков, мм	Сумма температур выше 10 °С	ГТК	Продолжительность вегетационного периода, дней	Характеристика тепло- и влагообеспеченности
2012	103.9	1972	0.53	125	Жаркий, засушливый
2013	384.5	2178	1.76	140	прохладный, избыточно увлажненный
2014	245.6	2145	1.40	138	прохладный, увлажненный
2015	197.6	2315	0.85	125	Жаркий, засушливый
2016	250.0	2493	1.00	135	Жаркий, увлажненный
2017	197.4	2305	0.85	131	Жаркий, засушливый
2018	123.6	1904	0.64	129	Жаркий, засушливый
2019	184.9	1961	0.94	137	Жаркий, засушливый

Примечание: ГТК – гидротермический коэффициент.

Таким образом, продолжительность вегетационных периодов зависела от гидротермических условий: в теплые и сухие периоды – короткая, во влажные – длительная.

В экстремальных экологических условиях синтез аскорбиновой кислоты и фенольных соединений служат в качестве неспецифического ответа антиоксидантной системы растений. Многие исследователи связывают изменчивость содержания биологически активных и запасных веществ в вегетативных органах растений рода *Iris* с сезонным развитием [17–24]. Некоторые авторы отмечают увеличение концентрации фенолов в ассимилирующих органах растений при неблагоприятных условиях и к концу вегетации, но снижение уровня аскорбиновой кислоты [25–28]. Наши исследования подтвердили данную закономерность. Проведенными исследованиями по накоплению антиоксидантов в листьях декоративных многолетников ро-

да *Iris* установлено, что в течение вегетации в листьях растений содержание фенольных соединений повышалось до 1.22%, особенно в фазы цветения и плодоношения, а содержание аскорбиновой кислоты – снижалось до 11.60 мг/100 г.

Сравнительный анализ данных полифенольных соединений в листьях травянистых многолетников выявил индивидуальные различия у исследуемых видов. Установлено, что наибольшее содержание фенолов у всех видов ирисов отмечено в фазу плодоношения (0.89–1.47%), наименьшее – в фазу бутонизации (0.58–0.79%). В условиях городской среды в листьях *Iris aphylla* и *I. halophilla* в течение вегетации выявлен наиболее высокий уровень их накопления (от 0.66 до 1.47%), что выше в 1.1–1.5 раза, чем у других видов. В листьях *I. Pseudacorus* в течение вегетации концентрация фенолов ниже на 17–33%, чем в других исследуемых образцах (рис. 2).

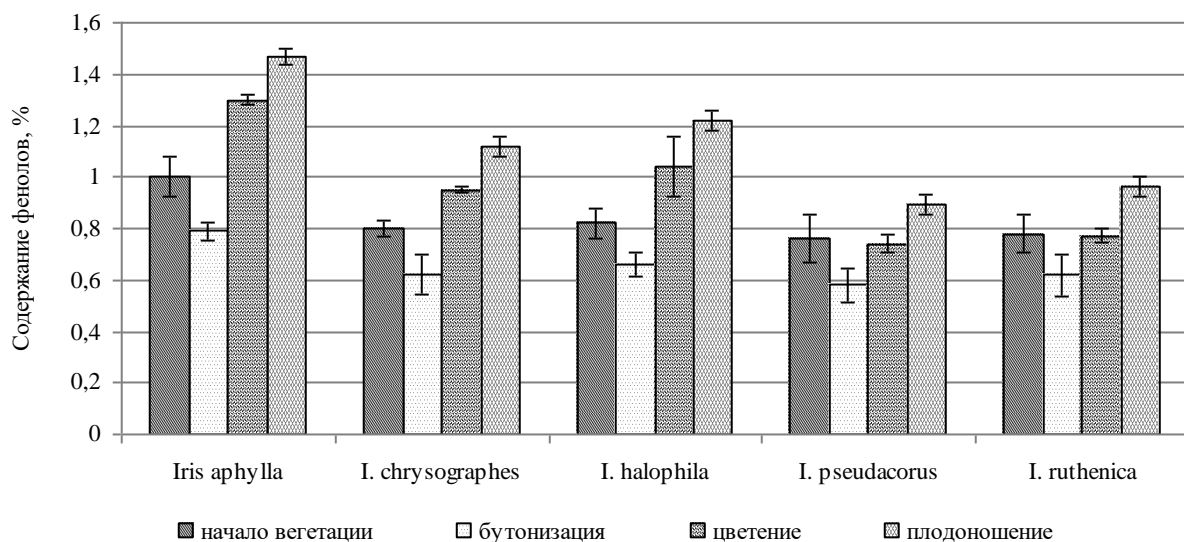


Рис. 2. Уровень содержания фенольных соединений в листьях декоративных многолетников рода *Iris* L. в течение вегетации.

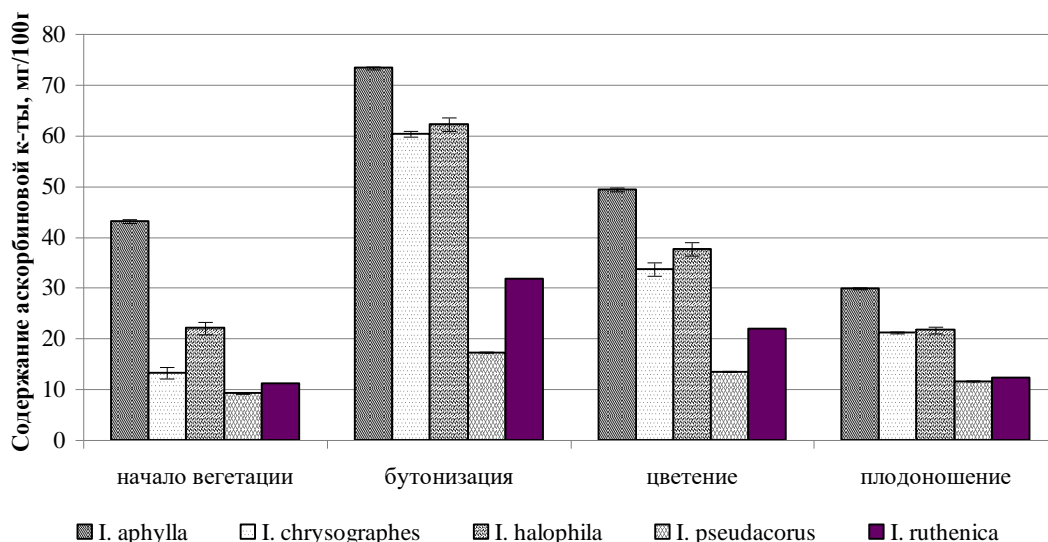


Рис. 3. Динамика накопления аскорбиновой кислоты в листьях травянистых растений рода *Iris* L. в течение вегетации.

Уровень содержания аскорбиновой кислоты в листьях ирисов в течение вегетационного периода повышался от начала вегетации до бутонизации (17.29–73.32 мг/100 г), к концу вегетации – снижался (11.6–29.89 мг/100 г) (рис. 3).

В листьях *Iris aphylla* и *Iris halophila* выявлено максимальное накопление данного метаболита во всех сроках наблюдений, особенно в фазу бутонизации. Так, содержание аскорбиновой кислоты в листьях *I. aphylla* составляло 73.32 мг/100 г, в листьях *I. halophila* – 62.27 мг/100 г, что превышало на 18–76% и на 3–72% соответственно другие исследуемые образцы.

Выводы

1. Совокупный анализ фенологических наблюдений и биохимических показателей у ирисов свидетельствует о взаимной обусловленности этих параметров, что в целом обеспечивает их успешное произрастание в условиях урбанизированной среды. Установлена видоспецифичность по уровню накопления антиоксидантов в листьях декоративных травянистых многолетников, произрастающих в условиях урбанизированной среды: *I. aphylla* > *I. halophila* > *I. chrysographes* > *I. ruthenica* > *I. pseudacorus*.

2. Установлены некоторые особенности адаптивных реакций растений в течение вегетации, в т.ч. изменения уровня накопления антиоксидантов в листьях *I. aphylla* и *I. halophila*, в сторону повышения уровня фенольных соединений до 1.5 раз и аскорбиновой кислоты – до 3.7 раз, в сравнении с другими видами. *I. pseudacorus* характеризовался наиболее длительным периодом вегетации (130 и более дней) и низким накоплением вторичных метаболитов в листьях, относительно других видов ирисов.

3. Выявленные перестройки в функционировании антиоксидантной системы ирисов позволяют рассматривать их, как приспособительные и защитные реакции, направленные на их выживание и декоративные качества в техногенной среде. Исследуемые показатели можно использовать в качестве информативного параметра для фитоиндикации и оценки состояния растений в условиях урбанизированной среды.

Работа выполнена в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН по проекту АААА-А17-117041410053-1 «Оценка состояния и охрана флористического разнообразия под влиянием антропогенных и техногенных факторов in situ и ex situ», на базе УНУ Интродукционный фонд КузБС №USU 508670.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родионенко Г. И. Род Ирис *Iris* L. (Вопросы морфологии, биологии, эволюции и систематики). М.-Л.: изд-во АН СССР, 1961. 215 с.
2. Тахтаджян А. Л. Декоративные травянистые растения для открытого грунта. Л.: изд-во: Наука, 1977. Т. 1. С. 106–111.
3. Родионенко Г. И., Алексеева Н. Б. Коллекция видов и культиваров семейства Касатиковых // Растения открытого грунта Ботанического сада Ботанического института им. В. И. Комарова: коллекции, экспозиции. СПб: Росток, 2002. С. 151–166.
4. Алексеева Н. Б. Род *Iris* L. (Iridaceae) в России // Turczaninowia. 2008. Т. 11. №2. С. 5–68.
5. Долганова З. В. Пути повышения устойчивости представителей рода *Iris* L. к абиотическим стрессорам лесостепи Алтайского края // Плодоводство и ягодоводство в России. 2012. Т. 30. С. 216–228.
6. Алексеева Н. Б. Новая секция рода *Iris* (Iridaceae) и номенклатурные комбинации в ранге секции // Ботанический журнал. 2006. Т. 91. №7. С. 1095–1097.
7. Левко Г. Д., Балашова И. Т., Здольникова Е. А., Байков А. А., Турушина В. М. Анализ зимостойкости современных сортов ириса садового (*Iris hybrida* L.) в связи с содержанием антиоксидантов // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 44. С. 187–191.

8. Левко Г. Д., Гинс М. С., Здольникова Е. А., Байков А. А., Турушина В. М. Влияние суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов в корневищах на зимостойкость сортов ириса садового (*Iris hybrida* L.) // Овощи России. 2016. №1(30). С. 76–81.
9. Цандекова О. Л., Седельникова Л. Л. Оценка устойчивости травянистых многолетников по уровню малонового диальдегида в условиях урбанизированной среды // Известия высших учебных заведений. Северо-кавказский регион. Сер.: естественные науки. 2017. №3–1. С. 56–61.
10. Basgedik B., Ugur A., Sarac N. Antimicrobial, antioxidant and antimutagenic properties of *Iris albicans* // Industrial Crops and Products. 2015. Vol. 69. Pp. 480–484.
11. Hu Sh., Li Yu., Wang W., Jiao Ju., Kou M., Yin Q., Xu H. The antioxidation-related functional structure of plant communities: Understanding antioxidation at the plant community level // Ecological Indicators. 2017. Vol. 78. Pp. 98–107.
12. Трофимов С. С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Новосибирск: Наука, 1975. 300 с.
13. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1974. 155 с.
14. Гулинова Н. В. Методы агроклиматической обработки наблюдений: учеб. пособие. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 151 с.
15. Неверова О. А. Практикум по биохимии. Кемерово: КемТИПП, 2005. 69 с.
16. Коренская И. М., Ивановская Н. П., Измалкова И. Е. Лекарственные растения и лекарственное растительное сырье, содержащие антраценпроизводные, простые фенолы, лигнаны, дубильные вещества. Воронеж: изд-во Воронежского гос. ун-та, 2007. С. 50–51.
17. Антипова Е. А., Кудрикова Л. Е., Тихомирова Л. И., Базарнова Н. Г., Чепрасова М. Ю., Харнутова Е. П. Оценка содержания полифенолов в биотехнологическом сырье *Iris sibirica* L. сорт Стерх, в сравнении с интактными растениями // Химия растительного сырья. 2019. №2. С. 239–250.
18. Akashi T., Ishizaki M., Aoki T., Ayabe S.I. Isoflavonoid production by adventitious-root cultures of *Iris germanica* (Iridaceae) // Plant Biotechnol. 2005. Vol. 22. No 3. Pp. 207–215; DOI: 10.5511/plantbiotechnology.22.207.
19. Basgedik B., Ugur A., Sarac N. Antimicrobial, antioxidant, antimutagenic activities, and phenolic compounds of *Iris germanica* // Industrial Crops and Products. 2014. Vol. 61. Pp. 26–53; DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.07.022.
20. Kassak P. Screening of the chemical content of several *Limniris* group Irises // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2014. No 3. Pp. 11–14.
21. Kukula-Koch W., Sieniawska E., Widelski J., Urjin O., Głowniak P., Skalicka-Wozniak K. Major secondary metabolites of *Iris* spp // Phytochemistry Reviews. 2015. Vol. 14. No 1. Pp. 51–80.
22. Tarbeeva D. V., Fedoreev S. A., Veselova M. V., et al. Polyphenolic metabolites from *Iris pseudacorus* roots // Chemistry of Natural Compounds. 2015. Vol. 51. No 3. Pp. 451–455.
23. Zhang C., Liu J., Zhang Y., Cai X., Gong P., Zhang J., Wang T., Li H., Ye Z. Overexpression of SIGMEs leads to ascorbate accumulation with enhanced oxidative stress, cold, and salt tolerance in tomato // Plant Cell Reports. 2011. Vol. 30. No 3. Pp. 389–398.
24. Базарнова Н. Г., Тихомирова Л. И., Синецына А. А. Афанасенкова И. В. Сравнительный анализ химического состава растительного сырья *Iris sibirica* L. // Химия растительного сырья. 2017. №4. С. 137–144.
25. Седельникова Л. Л., Кукушкина Т. А. Содержание запасных и биологически активных веществ в вегетативных органах *Iris sibirica* L. (Iridaceae) // Ученые записки Забайкальского государственного университета. 2016. Т. 11. №1. С. 123–128.
26. 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.
27. Сорокина А. А., Тихомирова Е. А., Костинова Е. Н., Сулейманова Ф. Ш., Сокольская Т. А. Содержание дубильных веществ в корневищах ириса болотного, произрастающего в Московской области // Фармация. 2019. Т. 68. №6. С. 20–26.
28. Samancioglu A., Sat I. G., Yildirim E., Ercisli S., Jurikova T., Mcek J. Total phenolic and vitamin C content and antiradical activity evaluation of traditionally consumed wild edible vegetables from Turkey // Indian Journal of Traditional Knowledge. 2016. Vol. 15(2). Pp. 208–213.

Поступила в редакцию 09.11.2019 г.

После доработки – 17.12.2019 г.

DOI: 10.33184/bulletin-bsu-2020.1.15

**FEATURES OF ADAPTATION OF DECORATIVE PERENNIALS
OF THE GENUS *IRIS* L. UNDER THE CONDITIONS
OF URBANIZED ENVIRONMENT**

© O. L. Tsandekova*, O. O. Vronskaya

*Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
10 Leningradsky Avenue, 650065 Kemerovo, Russia.*

Phone: +7 (3842) 57 50 79.

**Email: zandekova@bk.ru*

The article presents the results of various diagnostic methods for decorative herbaceous perennials in an urbanized environment. The object of research was the rhizomatous decorative perennials of the genus *Iris* L. of the family Iridaceae, growing on the exposition site of the Kuzbass Botanical Garden. Phenological observations were carried out according to the method of phenological observations recommended for botanical gardens. Biochemical studies were carried out according to the level of ascorbic acid and phenolic compounds. The determination of ascorbic acid was determined by the titrimetric method using 2,6-dichlorophenolindophenol sodium, phenolic compounds according to the Leventhal-Neubauer method. A combined analysis of phenological observations and biochemical parameters in irises indicates the mutual dependence of these parameters, which generally ensures their successful growth in an urbanized environment. Species specificity was established by the level of accumulation of antioxidants in the leaves of decorative herbaceous perennials: *I. aphylla* > *I. halophila* > *I. chrysographes* > *I. ruthenica* > *I. pseudacorus*. Some features of adaptive reactions of plants during the growing season were established including changes in the level of antioxidant accumulation in the leaves of *I. aphylla* and *I. halophila* in the direction of increasing the level of phenolic compounds up to 1.5 times and ascorbic acid up to 3.7 times, compared with other species. *I. pseudacorus* was characterized by the growing season (130 days or more) and a low accumulation of secondary metabolites in the leaves compared to other types of irises. The revealed rearrangements in the functioning of the antioxidant system of irises enables the authors to consider them as adaptive and protective reactions aimed at survival and decorative qualities of these plants in a man-made conditions. The studied parameters can be used as an informative parameter for phytointication and assessment of state of plants in an urbanized environment.

Keywords: decorative perennials, *Iris* L, leaves, phenological observations, ascorbic acid, phenolic compounds, urbanized environment.

Published in Russian. Do not hesitate to contact us at bulletin_bsu@mail.ru if you need translation of the article.

REFERENCES

1. Rodionenko G. I. Rod *Iris* L. (Voprosy morfologii, biologii, evolyutsii i sistematiki) [Genus *Iris* L. (Questions of morphology, biology, evolution and taxonomy)]. M.-L.: izd-vo AN SSSR, 1961.
2. Takhtadzhyan A. L. Dekorativnye travyanistyie rasteniya dlya otkrytogo grunta [Decorative herbaceous plants for open ground]. Leningrad: izd-vo: Nauka, 1977. Vol. 1. Pp. 106–111.
3. Rodionenko G. I., Alekseeva N. B. Rasteniya otkrytogo grunta Botanicheskogo sada Botanicheskogo instituta im. V. JI. Komarova: kollektzii, ekspozitsii. Saint Petersburg: Rostok, 2002. Pp. 151–166.
4. Alekseeva N. B. Rod *Iris* L. Turczaninowia. 2008. Vol. 11. No. 2. Pp. 5–68.
5. Dolganova Z. V. Plodovodstvo i yagodovodstvo v Rossii. 2012. Vol. 30. Pp. 216–228.
6. Alekseeva N. B. Botanicheskii zhurnal. 2006. Vol. 91. No. 7. Pp. 1095–1097.
7. Levko G. D., Balashova I. T., Zdol'nikova E. A., Baikov A. A., Turushina V. M. Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2016. Vol. 44. Pp. 187–191.
8. Levko G. D., Gins M. S., Zdol'nikova E. A., Baikov A. A., Turushina V. M. Ovoshchi Rossii. 2016. No. 1(30). Pp. 76–81.
9. Tsandekova O. L., Sedel'nikova L. L. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-kavkazskii region. Ser.: estestvennyie nauki. 2017. No. 3–1. Pp. 56–61.
10. Basgedik B., Ugur A., Sarac N. Industrial Crops and Products. 2015. Vol. 69. Pp. 480–484.

11. Hu Sh., Li Yu., Wang W., Jiao Ju., Kou M., Yin Q., Xu H. *Ecological Indicators*. 2017. Vol. 78. Pp. 98–107.
12. Trofimov S. S. *Ekologiya pochv i pochvennye resursy Kemerovskoi oblasti* [Soil ecology and soil resources of the Kemerovo Oblast]. Novosibirsk: Nauka, 1975.
13. Beideman I. N. *Metodika izucheniya fenologii rastenii i rastitel'nykh soobshchestv* [Methods for studying the phenology of plants and plant communities]. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-e, 1974.
14. Gulina N. V. *Metody agroklimaticheskoi obrabotki nablyudenii: ucheb. posobie* [Methods of agro-climatic processing of observations: textbook]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974.
15. Neverova O. A. *Praktikum po biokhimii* [Workshop on biochemistry]. Kemerovo: KemTIPP, 2005.
16. Korenskaya I. M., Ivanovskaya N. P., Izmailova I. E. *Lekarstvennye rasteniya i lekarstvennoe rastitel'noe syr'e, sodержashchie antratsenproizvodnye, prostye fenoly, lignany, dubil'nye veshchestva* [Medicinal plants and medicinal plant raw materials containing anthracene derivatives, simple phenols, lignans, tannins]. Voronezh: izd-vo Voronezhskogo gos. un-ta, 2007. Pp. 50–51.
17. Antipova E. A., Kudrikova L. E., Tikhomirova L. I., Bazarnova N. G., Cheprasova M. Yu., Khamutova E. P. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2019. No. 2. Pp. 239–250.
18. Akashi T., Ishizaki M., Aoki T., Ayabe S.I. *Plant Biotechnol.* 2005. Vol. 22. No 3. Pp. 207–215. DOI: 10.5511/plantbiotechnology.22.207.
19. Basgedik B., Ugur A., Sarac N. *Industrial Crops and Products*. 2014. Vol. 61. Pp. 26–53; DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.07.022.
20. Kassak P. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2014. No 3. Pp. 11–14.
21. Kukula-Koch W., Sieniawska E., Widelski J., Urjin O., Głowniak P. *Phytochemistry Reviews*. 2015. Vol. 14. No 1. Pp. 51–80.
22. Tarbeeva D. V., Fedoreev S. A., Veselova M. V., et al. *Polyphenolic metabolites from Iris pseudacorus roots. Chemistry of Natural Compounds*. 2015. Vol. 51. No 3. Pp. 451–455.
23. Zhang C., Liu J., Zhang Y., Cai X., Gong P., Zhang J., Wang T., Li H., Ye Z. *Plant Cell Reports*. 2011. Vol. 30. No 3. Pp. 389–398.
24. Bazarnova N. G., Tikhomirova L. I., Sinitsyna A. A., Afanasenkova I. V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2017. No. 4. Pp. 137–144.
25. Sedel'nikova L. L., Kukushkina T. A. *Uchenye zapiski Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 2016. Vol. 11. No. 1. Pp. 123–128.
26. Sedel'nikova L. L., Kukushkina T. A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2018. No. 2. Pp. 131–136.
27. Sorokina A. A., Tikhomirova E. A., Kostikova E. N., Suleimanova F. Sh., Sokol'skaya T. A. *Farmatsiya*. 2019. Vol. 68. No. 6. Pp. 20–26.
28. Samancioglu A., Sat I. G., Yildirim E., Ercisli S., Jurikova T., Mlcek J. *Indian Journal of Traditional Knowledge*. 2016. Vol. 15(2). Pp. 208–213.

Received 09.11.2019.

Revised 17.12.2019.