

УДК 581.192.1:635.92

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА В ЛИСТЬЯХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *HEMEROCALLIS* L. В УСЛОВИЯХ ГОРОДОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

© Л.Л. Седельникова^{1*}, О.Л. Цандекова²

¹ Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск, 630090 (Россия), e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

² Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Ленинградский пр., 10, Кемерово, 650065 (Россия)

В статье впервые проанализированы сравнительные результаты определения зольных веществ, серы, аскорбиновой кислоты, танинов в листьях представителей рода *Heimerocallis* L. в условиях городов и поселков Новосибирской области – Бердск, Евсино, Кольцово. Выявлены изменения количественного содержания данных соединений в зависимости от условий выращивания. В урбанизированной среде отмечена тенденция увеличения (в 1.5–2 раза) содержания золы в листьях *H. fulva* и у сортов (Speak to Me, Luxury Lace, Green Wood Hall, President Marcus, Goi) относительно контроля. Преобладающее количество золы обнаружено в листьях сортов лилейника, произрастающих в центральной части города Бердска и поселка городского типа Кольцово по сравнению с районным поселком Евсино. Среди доминирующих видов и сортов по накоплению зольности в листьях определены *H. fulva*>Goi>Luxury Lace>President Marcus>Speak to Me>Green Wood Hall (р.п. Кольцово); Speak to Me>Luxury Lace>*H. fulva*>Janke Clipper (г. Бердск); Speak to Me>*H. fulva*>Luxury Lace (р.п. Евсино). Определена видо- и сортоспецифичность аккумулялирующей способности листьями лилейника зольности, серы, аскорбиновой кислоты, танинов в городской среде.

Ключевые слова: *Heimerocallis*, сорт, вид, лист, зольность, сера, танины, аскорбиновая кислота, городская среда, Новосибирская область.

Работа выполнена в рамках государственных заданий Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (Проект № АААА-А21-121011290025-2) и Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН (Проект № АААА-А21-121011590010-5).

Введение

Многолетние травянистые растения из рода *Heimerocallis* L. – красоднев, лилейник (сем. *Heimerocalidaceae*), обладая высокой декоративностью и экологической пластичностью, используются в озеленении и ландшафтном дизайне в городах и поселках Новосибирской области, в частности Бердска, Евсино и Кольцово. Экологическая обстановка в сибирских городах осложнена загрязнением промышленных выбросов, выхлопными газами автотранспорта [1, 2]. Важнейшим механизмом адаптации декоративных многолетников в экстремальных экологических условиях является совокупность многих перестроек в растительном организме [3–14]. Обнаружены определенные закономерности в адаптации ассимиляционного аппарата некоторых сортов лилейника к загрязнению тяжелыми металлами [15–19]. Проведены исследования по устойчивости лилейников в условиях урбанизированной среды [20–23]. Однако до сих пор остается открытым вопрос об адаптационных механизмах растений рода *Heimerocallis* в неблагоприятных условиях городской среды и в изучении особенностей влияния техногенных факторов на накопление химических элементов и

Седельникова Людмила Леонидовна – старший научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Цандекова Оксана Леонидовна – научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: zandekova@bk.ru

зольности в листьях растений. Исследования по накоплению и количественному содержанию химических соединений у лилейников в условиях городов Новосибирской агломерации позволят всесторонне анализировать состояние устойчивости

* Автор, с которым следует вести переписку.

представителей рода *Hemerocallis*, оценить их биохимическую, габитуальную, феноритмическую изменчивость в городской среде, что представляет актуальность и обуславливает новизну работы.

Цель исследования – оценить состояние видов и сортов растений рода *Hemerocallis*, используемых в озеленении городов и поселков Новосибирской области (Бердск, Евсино, Кольцово) по содержанию биохимических показателей в листьях.

Экспериментальная часть

Для исследования взяты листья растений *Hemerocallis hybrida hort.* – лилейник гибридный (сем. Красодневоных – *Hemerocallidaceae*) шести сортов: Speak to Me (Спик ту Ми), Luxury Lace (Лакшери Лак), Greenwood Hall (Грин вуд Холл), President Marcus (Президент Маркус), Yankee Clipper (Жанке Клиппе), Goi (Гойи) и трех видов: *H. fulva* L. – К. буро-желтый, *H. citrine* Varoni – К. лимонно-желтый, *H. middendorffii* Trautv. et Meу – К. Миддендорфа, некоторые из них представлены на рисунке. Эти виды и сорта были переданы в 2019 году из биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534 на объекты озеленения пгт. Кольцово, 21 (Клиническая районная больница №1), р.п. Евсино (Отделение милосердия для престарелых инвалидов, ул. Рабочая, 9), г. Бердска (Центр социальной помощи семье и детям «Юнона», ул. К. Маркса, 27). Контролем служили растения с коллекционного участка лаборатории декоративных растений, расположенного среди лесного массива в относительно благоприятных экологических условиях (Советский район, Академгородок, г. Новосибирск).

Сбор растительного сырья проводили во второе декаде июля (15–16.07) вегетационного периода 2020 г. Листья сушили и перетирали до мелкой фракции для озоления. Определение зольности (общей золы) проводили путем сухого озоления в муфельной печи при температуре 400–500 °С по ГОСТ 24027.2-80 [24]. Оно основано на сжигании растительного материала и последующем количественном определении остатка. Для этого навеску массой 1 г осторожно обугливали в фарфоровом тигле на электроплитке. После полного обугливания сырья тигель переносили в муфельную печь для сжигания угля и полного прокаливания остатка. Прокаливание вели при красном калении (550–650 °С) до постоянной массы, избегая сплавления золы и спекания ее со стенками тигля. По окончании прокаливания тигель охлаждали в течение 2 ч, затем ставили в эксикатор, на дне которого находился безводный хлористый кальций, охлаждали и взвешивали. Постоянная масса считалась достигнутой, если разница между двумя последующими взвешиваниями не превышала 0.0005 г. Содержание общей золы (X_1) в процентах в абсолютно сухом сырье вычисляли по формуле

$$X_1 = \frac{m_1 \cdot 100 \cdot 100}{m_2 \cdot (100 - W)}$$

где m_1 – масса золы, г; m_2 – масса сырья, г; W – потеря в массе при высушивании сырья, %.

Определение содержания общей серы проводили после мокрого озоления спектрофотометрическим методом [25]. Навеску (0.5 г) растительного материала помещали в кварцевые стаканчики, добавляли 4 мл $Mg(NO_3)_2$ и оставляли на 24 ч. Затем выпаривали на песчаной бане до появления белых пятен, после чего прокаливали в муфельной печи (520 °С). В охлажденные стаканчики приливали 25 мл HCl и перемешивали до полного растворения золы, затем проводили красочную реакцию и измерение оптической плотности раствора. Содержание водорастворимых фенольных соединений (танинов) определяли методом Левенталья-Нейбауера [26]. Метод основан на легкой окисляемости фенолов калия перманганатом в присутствии индигосульфокислоты при комнатной температуре, титрование проводили медленно до появления золотисто-желтого окрашивания. Содержание аскорбиновой кислоты определяли титриметрическим методом с применением 2,6-дихлорфенолиндофенола натрия [27]. Навеску (5 г) растирали в ступке, добавляя порциями 4–5 мл раствора соляной кислоты до получения однородной жидкой кашицы. Смесь из ступки переносили в мерную колбу на 100 мл, общий объем экстракта доводили до метки тем же раствором кислоты, затем фильтровали. В колбу (100 мл) доливали 20 мл полученного фильтрата и титровали индофеноловым реактивом до бледно-розового цвета, удерживающегося 30 секунд. Титрование повторяли с новыми порциями того же фильтрата. На основании средней величины рассчитывали содержание аскорбиновой кислоты. Повторность опытов трехкратная из смешанной пробы. Экспериментальные данные обработаны статистически с помощью компьютерных программ Microsoft Office Excel 2007 и Statistica 10.



а

б

в

г

Лилейники в озеленении пгт. Кольцово – сорт Green Wood Hall (а), Goi и Luxury Lace (б); г. Бердска – President Marcus (в); ЦСБС – Luxury Lace (г)

Обсуждение результатов

Сравнительные результаты концентрации золы, серы, танинов, аскорбиновой кислоты в листьях сортов Speak to Me, Luxury Lace и *H. fulva* в Бердске, Кольцово, Евсино по сравнению с контролем представлены в таблице 1.

Высокое содержание золы наблюдали в листьях сорта Speak to Me (23.44%) в городской среде г. Бердска, что в 2.7 раза больше по сравнению с контролем и в 1.7 раза больше, чем в Евсино и Кольцово. Концентрация золы в листьях контрольных растений относительно стабильная (8.33–8.85%). В период сезонного развития растений в городской среде в 1.3–2 раза отмечено увеличение зольности у *H. fulva* и Luxury Lace по сравнению с контролем. Однако наибольшие показатели зольности установлены у *H. fulva* (16.26%) в Кольцово, у Luxury Lace (16.07%) в Бердске. В целом, выявлено, что в листьях лилейников, произрастающих в городских условиях, содержание зольных элементов выше по сравнению с контролем. Относительно количественного содержания танинов установлено незначительное их увеличение в листьях *H. fulva* и Luxury Lace в условиях города по сравнению с контролем. Причем у сорта Speak to Me содержание танинов в листьях контрольных растений в 2.7–3.9 выше, чем в городских условиях Бердска, Евсино, Кольцово.

Данные по содержанию аскорбиновой кислоты отличались у видов и сортов *Hemerocallis*. У сорта Speak to Me ее концентрации находилось в листьях в 1.2 раза больше в Бердске и Евсино и во столько же раз меньше, чем в Кольцово по сравнению с контролем. В целом, в листьях *H. fulva* и Luxury Lace в условиях городской среды отмечалась тенденция по увеличению количества аскорбиновой кислоты в листьях растений. Причем наибольшими показателями характеризовались лилейники Speak to Me (10.32 мг/100 г) в Бердске, *H. fulva* (9.51 мг/100 г) и Luxury Lace (7.98 мг/100 г) в Евсино (см. табл.1). Установлено двукратное увеличение серы в листьях растений *H. fulva* (Кольцово), а у Luxury Lace и Speak to Me в 1.4–2.2 раза (Бердск) по сравнению с контролем.

Количественный анализ зольности и биологически активных веществ (табл. 2) позволил сравнить у трех сортов: Green Wood Hall, President Marcus, Goi эти показатели в ЦСБС (Новосибирск) и Кольцово. Установлено, что у контрольных растений содержание серы в листьях сорта Goi в 1.6 раз меньше, по сравнению с другими сортами. Однако ее концентрация увеличена в листьях этого сорта в 1.8 раз в городской среде Кольцово, тогда как у сортов Green Wood Hall и President Marcus остается на том же уровне, что и в контроле. Такая же особенность по увеличению в 2 раза зольности отмечена у сорта Goi и ее незначительное увеличение (1.2–1.4 раза) у сортов Green Wood Hall и President Marcus при выращивании их в городской среде Кольцово. Однако в этих же условиях наблюдали уменьшение содержания танинов и аскорбиновой кислоты в листьях у сортов Green Wood Hall и President Marcus относительно контроля.

Установлены стабильные показания содержания серы в листьях сорта Yankee Clipper (0.013–0.014%), с незначительным повышением концентрации танинов и аскорбиновой кислоты (1.1–1.5%) у растений в городской среде Бердска по сравнению с контролем (табл. 3). Тогда как количественное содержание золы в листьях растений сорта Yankee Clipper увеличено в 3 раза в Бердске.

Таблица 1. Содержание общей золы, серы, танинов (% массы сухого вещества), аскорбиновой кислоты (мг/100 г) в листьях *Hemerocallis* в городской среде Новосибирской области

Вид, сорт	Место сбора проб			
	контроль	Бердск	Евсино	Кольцово
Зола				
Speak to Me	8.85±0.35	23.44±0.36	13.30±0.17	12.26±0.23
<i>H. fulva</i>	8.33±0.32	12.04±0.14	12.26±0.35	16.26±0.23
Luxury Lace	8.74±0.10	16.07±0.39	11.04±0.58	15.26±0.41
Фенольные соединения (танины)				
Speak to Me	8.85±0.35	3.09±0.04	2.93±0.04	2.27±0.04
<i>H. fulva</i>	2.12±0.04	2.40±0.07	2.88±0.04	2.36±0.04
Luxury Lace	1.90±0.03	2.36±0.05	2.16±0.04	2.42±0.07
Аскорбиновая кислота, мг/100 г				
Speak to Me	8.79±0.30	10.32±0.26	9.51±0.21	7.74±0.31
<i>H. fulva</i>	8.40±0.30	8.01±0.43	9.51±0.20	8.85±0.15
Luxury Lace	6.90±0.30	7.65±0.26	7.98±0.12	7.38±0.43
Сера				
Speak to Me	0.020±0.002	0.029±0.001	0.019±0.003	0.010±0.006
<i>H. fulva</i>	0.011±0.001	0.011±0.001	0.012±0.002	0.023±0.002
Luxury Lace	0.009±0.001	0.020±0.003	0.010±0.001	0.009±0.001

Таблица 2. Сравнительные показатели, серы, золы, танинов (% массы сухого вещества), аскорбиновой кислоты (мг/100 г) в листьях сортов *Hemerocallis hybrida* в ЦСБС и Кольцово

Сорт	Содержание			
	S	Зола	Танины	Аскорбиновая кислота
контроль				
Green Wood Hall	0.012±0.001	9.63±0.37	2.68±0.053	8.43±0.29
Presedent Marcus	0.013±0.002	9.85±0.21	3.33±0.041	12.84±0.33
Goi	0.008±0.001	7.26±0.32	2.21±0.051	8.58±0.23
Кольцово				
Green Wood Hall	0.013±0.001	11.22±0.11	2.39±0.043	7.80±0.30
Presedent Marcus	0.012±0.001	13.15±0.24	2.76±0.041	9.15±0.40
Goi	0.015±0.003	15.33±0.40	2.76±0.041	6.75±0.26

Таблица 3. Количество биологически активных веществ, серы и золы (%) в листьях сорта Yankee Clipper в ЦСБС и г. Бердске

Место сбора проб	S	Зола	Танины	Аскорбиновая кислота, мг/100 г
Контроль, ЦСБС	0.013±0.001	3.86±0.32	2.22±0.043	8.43±0.17
Бердск	0.014±0.001	10.96±0.10	3.01±0.041	9.60±0.30

В условиях с относительно чистой экологической ситуацией (коллекционный участок ЦСБС) содержание аскорбиновой кислоты, золы, танинов в листьях видов *H. citrine* и *H. middendorffii* было в 1.2–1.3 раза больше у *H. middendorffii*. Количество серы в листьях у *H. middendorffii* (0.017±0.0006%) во столько же раз выше, чем у *H. citrine* (0.013±0.0005%).

При сравнении декоративных качеств у сортов и видов в разных условиях выращивания отмечен ряд особенностей, таких как незначительное уменьшение высоты растений – 82.3±0.25 см, вместо 105±0.5 см в контроле, количества генеративных побегов (8–10 шт.) в городской среде. Однако такие показатели (для сорта Luxury Lace), как размер цветка (12–14 см), количество цветков в соцветии (16–22 шт.), вегетативных побегов (8–9 шт.) и листьев, оставались сравнительно одинаковыми. Продолжительность декоративности (вегетация, цветение) составляла 105–122 дня (со II декады мая по II декаду сентября), (цветение) 32–45 дней (со II декады июля по III декаду августа).

Количественный анализ серы, зольности и таких биохимических веществ, как танины и аскорбиновая кислота, свидетельствует о специфике фитоиндикации этих элементов в листьях растительных образцов исследованных видов и сортов *Hemerocallis* в условиях г. Бердска, пгт. Кольцово, р.п. Евсино Новосибирской области. Выявленные сравнительные изменения в ассимиляционном аппарате, изученных декоративных многолетников позволяют рассматривать их, как приспособительные реакции, направленные на успешное произ-

растение лилейников в условиях урбанизированной среды. Отмечена тенденция увеличения в 1.5–2 раза содержания золы в листьях *H. fulva* и сортов Speak to Me, Luxury Lace, Green Wood Hall, President Marcus, Goi в городской среде относительно контроля. Преобладающее количество золы обнаружено в листьях сортов лилейника, произрастающих в центральной части Бердска и Кольцово по сравнению с Евсино. Аналогичные результаты повышенной концентрации серы в листьях получены нами ранее для *Hemerocallis hybrida* [22], произрастающего в промзоне г. Искитима. Среди доминирующих сортов по накоплению зольных веществ в листьях определены *H. fulva*>Luxury Lace>Speak to me>President Marcus>Green Wood Hall>Goi (Кольцово); Speak to Me>Luxury Lace>*H. fulva*> Yankee Clipper (Бердск); Speak to Me> *H. fulva*> Luxury Lace (Евсино). Количественное содержание танинов, аскорбиновой кислоты и серы в листьях *Hemerocallis* проявлялось неоднородно. Известно, что неблагоприятная среда [5] вызывает у растений нарушение синтеза или окисление вторичных метаболитов, таких как аскорбиновая кислота (антиоксидант), танины, влияющих на толерантность клеток. В целом, условия городской среды служат стрессовым фактором и вызывают у растений так называемый адаптационный синдром [4], позволяющий им проявлять жизнестойкость и устойчивость в условиях урбанизированной среды с повышенной антропогенной и техногенной нагрузкой.

Выводы

1. Количественное содержание серы, зольных веществ, танинов, аскорбиновой кислоты в листьях сортов: Speak to Me, Luxury Lace, Green Wood Hall, President Marcus, Yankee Clipper, Goi и видов: *H. fulva*, *H. citrine*, *H. middendorffii* используемых в зеленых насаждениях городской среды Бердска, Евсино, Кольцово, ЦСБС отличается видо- и сортоспецифичностью.

2. Концентрация серы и зольных веществ в листьях представителей *Hemerocallis* в городской среде превышена, соответственно этим элементам, в 1.8–2.2 раза, у вторых в 1.3–3 раза их содержания у растений в контроле (Центральный сибирский ботанический сад).

3. Синтез вторичных метаболитов (танинов и аскорбиновой кислоты) ослаблен у видов и сортов *Hemerocallis hybrida*, произрастающих в зеленых насаждениях Бердска, Евсино, Кольцово в 1.2–4.0 раза по сравнению с контролем.

Список литературы

1. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2019 год. М., 2020. 218 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2019 году». Новосибирск, 2020. 159 с.
3. Mansfield T.A., Lucas P.W., Wright E.A. Interactions between air pollutants and other limiting factors // Air pollution and Ecosystems (Proceedings of an International Symposium held in Grenoble, France, 18–22 May 1987). Dordrecht, 1988. Pp. 123–141.
4. Пахомова В.М. Основные положения современной теории стресса и неспецифический адаптационный синдром у растений // Цитология. 1995. №1 (2). С. 66–91.
5. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. М., 1998. 192 с.
6. Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений. М., 2001. 224 с.
7. Hoch W.A., Zeldin E.L., Cown B.H. Physiological significance of anthocyanin during autumnal leaf senescence // Tree Physiological. 2001. Vol. 21(1). Pp. 1–8.
8. Reimann C., Arnoldussen A., Boyd R., Finne T.E., Koller F., Nordgulen O., Englmaier P. Element contents in leaves of four plant species (birch, mountain ash, fern and spruce) along anthropogenic and geogenic concentration gradients // Science of The Total Environment. 2007. Vol. 377. N2–3. Pp. 416–433. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2007.02.011.
9. Honour S.L., Bell J.N.B., Ashenden T.W., Cape J.N., Power S.A. Responses of herbaceous plants to urban air pollution: Effects on growth, phenology and leaf surface characteristics // Environmental Pollution. 2009. Vol. 157. N4. Pp. 1279–1286. DOI: 10.1016/j.envpol.2008.11.049.
10. Ладнова Г.Г., Тюрикова Ю.Б., Гладских М.Н., Курочичкая М.Г. Оценка воздействия автотранспорта на окружающую среду с использованием методов биоиндикации // Проблемы региональной экологии. 2009. №5. С. 165–167.
11. Миронова Л.Н., Денисова С.Г., Зайнетдинова Г.С., Реут А.А., Шайбаков А.Ф., Биглова А.Р., Аллаярова И.Н. К оценке адаптационного потенциала декоративных многолетников // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2011. №1. С. 157–159.
12. Тюлькова Е.Г. Зольность растений в условиях городской среды // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2017. №1. С. 58–65.

13. Тюлькова Е.Г. Морфометрические параметры и зольность древесных и травянистых растений Гомельского региона как факторы их адаптации к техногенным условиям среды // *Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2017. №1 (94). С. 28–36.
14. Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Chaplygin V.A., Bauer T.V., Burachevskaya M.V., Nevidomskaya D.G., Sushkova S.N., Sherstnev A.K., Zamulina I.V. Content and distribution of heavy metals in herbaceous plants under the effect of industrial aerosol emissions // *Journal of Geochemical Exploration*. 2017. Vol. 174. Pp. 113–120. DOI: 10.1016/j.gexplo.2016.05.011.
15. Чипиляк Т.Ф., Гришко В.Н. Адаптация ассимиляционного аппарата сортов лилейника (*Hemerocallis* L.) к загрязнению тяжелыми металлами // *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета им. Богдана Хмельницкого*. 2014. Т. 4. №2 (11). С. 83–97.
16. Dzhyhan O.P. The use of adornment plants in planting of greenery in highways within Dnipropetrovsk megalopolis // *Питання біоіндикації та екології*. 2014. №19. С. 63–78.
17. 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.
18. Седельникова Л.Л., Чанкина О.В. Элементный состав вегетативных органов сортов Regal Air и Speak to Me *Hemerocallis hybrida* // *Химия растительного сырья*. 2020. №1. С. 245–250. DOI: 10.14258/jcrpm.2020014612.
19. Пятинина И.С., Бастамова Р.И., Реут А.А., Сафиуллина Л.М., Шакурова Э.Р. Исследование элементного состава растений рода *Hemerocallis* L., произрастающих на территории республики Башкортостан // *Вестник Башкирского университета*. 2021. Т. 26. №4. С. 944–949.
20. Wei A., Xin X., Wang Y., Zhang Ch., Cao D. Signal regulation involved in sulfur dioxide-induced guard cell apoptosis in *Hemerocallis fulva* // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2013. Vol. 98. Pp. 41–45.
21. Sedel'nikova L.L., Tsandekova O.L. Ash content of ornamental plants in urban environment (through the example of the cities of the Novosibirsk region) // *Chemistry for Sustainable Development*. 2020. Vol. 28. Pp. 412–417. DOI: 10.15372/CSD2020247.
22. 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.
23. 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.
24. ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. М., 1981. С. 120–121.
25. Мочалова А.Д. Спектрометрический метод определения серы в растениях // *Сельское хозяйство за рубежом*. 1975. №4. С. 17–21.
26. Коренская И.М., Ивановская Н.П., Измалкова И.Е. Лекарственные растения и лекарственное растительное сырье, содержащие антраценпроизводные простые фенолы, лигнаны, дубильные вещества: учебное пособие для вузов. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2007. С. 50–51.
27. Неверова О.А. Практикум по биохимии. Кемерово, 2005. 69 с.

Поступила в редакцию 16 марта 2022 г.

После переработки 9 апреля 2022 г.

Принята к публикации 11 апреля 2022 г.

Для цитирования: 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.

Sedel'nikova L.L.^{1*}, Tsandekova O.L.² 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

¹ Central Siberian Botanical Garden SB RAS, ul. Zolotodolinskaya, 101, Novosibirsk, 630090 (Russia), e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

² Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry SB RAS, Leningradsky pr., 10, Kemerovo, 650065 (Russia)

The article analyzes for the first time the comparative results of determination of ash content, sulfur, ascorbic acid, and tannins in leaves of representatives of the genus *Hemerocallis* L. under conditions of cities and settlements of Novosibirsk region – Berdsk, Yevsino, Koltsovo. Changes in the quantitative content of these compounds depending on the growing conditions were revealed. In the urbanized environment, there was a trend towards an increase (by 1.5–2 times) in the ash content in the leaves of *H. fulva* and in the studied varieties (Speak to Me, Luxury Lace, Green Wood Hall, President Marcus, Goi) relative to the control. The predominant amount of ash was found in the leaves of daylily varieties growing in the central part of the city of Berdsk and the urban-type settlement of Koltsovo compared to the district settlement of Evsino. Among the dominant species and varieties on the accumulation of ash content in leaves were determined *H. fulva*>Goi>Luxury Lace>President Marcus >Speak to Me>Green Wood Hall (Koltsovo); Speak to Me>Luxury Lace>*H. fulva*>Janke Clipper (Berdsk); Speak to Me>*H. fulva*>Luxury Lace (Evsino). Species- and variety-specificity of accumulating ability of ash, sulfur, ascorbic acid, and tannins in lily leaf in urban environment was determined. Species- and variety-specificity of ash content, sulfur, ascorbic acid, and tannins accumulation ability by daylily leaf in urban environment was determined.

Keywords: *Hemerocallis*, variety, species, leaf, ash content, sulfur, tannins, ascorbic acid, urban environment, Novosibirsk region.

References

1. *Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy v Rossiyskoy Federatsii za 2019 god*. [Review of the state and pollution of the environment in the Russian Federation for 2019]. Moscow, 2020, 218 p. (in Russ.).
2. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Novosibirskoy oblasti v 2019 godu»*. [State report "On the state and protection of the environment of the Novosibirsk region in 2019"]. Novosibirsk, 2020, 159 p. (in Russ.).
3. Mansfield T.A., Lucas P.W., Wright E.A. *Air pollution and Ecosystems (Proceedings of an International Symposium held in Grenoble, France, 18–22 May 1987)*. Dordrecht, 1988, pp. 123–141.
4. Pakhomova V.M. *Tsitologiya*, 1995, no. 1 (2), pp. 66–91. (in Russ.).
5. Nikolayevskiy V.S. *Ekologicheskaya otsenka zagryazneniya sredy i sostoyaniya nazemnykh ekosistem metodami fitoindikatsii*. [Ecological assessment of environmental pollution and the state of terrestrial ecosystems using phytodetection methods]. Moscow, 1998, 192 p. (in Russ.).
6. Usmanov I.Yu., Rakhmankulova Z.F., Kulagin A.Yu. *Ekologicheskaya fiziologiya rasteniy*. [Ecological plant physiology]. Moscow, 2001, 224 p. (in Russ.).
7. Hoch W.A., Zeldin E.L., Cown B.H. *Tree Physiological*, 2001, vol. 21(1), pp. 1–8.
8. Reimann C., Arnoldussen A., Boyd R., Finne T.E., Koller F., Nordgulen O., Englmaier P. *Science of The Total Environment*, 2007, vol. 377, no. 2–3, pp. 416–433. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2007.02.011.
9. Honour S.L., Bell J.N.B., Ashenden T.W., Cape J.N., Power S.A. *Environmental Pollution*, 2009, vol. 157, no. 4, pp. 1279–1286. DOI: 10.1016/j.envpol.2008.11.049.
10. Ladnova G.G., Tyurikova Yu.B., Gladkikh M.N., Kurochitskaya M.G. *Problemy regional'noy ekologii*, 2009, no. 5, pp. 165–167. (in Russ.).
11. Mironova L.N., Denisova S.G., Zaynetdinova G.S., Reut A.A., Shaybakov A.F., Biglova A.R., Allayarova I.N. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, 2011, no. 1, pp. 157–159. (in Russ.).
12. Tyul'kova Ye.G. *Vestnik Baltiyskogo federal'nogo uni-versiteta im. I. Kanta. Ser. Yestestvennyye i meditsinskiye nauki*, 2017, no. 1, pp. 58–65. (in Russ.).
13. Tyul'kova Ye.G. *Viesnik Viciebskaha dzharzhaunaha univiersiteta*, 2017, no. 1 (94), pp. 28–36. (in Russ.).
14. Minkina T.M., Mandzhiyeva S.S., Chaplygin V.A., Bauer T.V., Burachevskaya M.V., Nevidomskaya D.G., Sushkova S.N., Sherstnev A.K., Zamulina I.V. *Journal of Geochemical Exploration*, 2017, vol. 174, pp. 113–120. DOI: 10.1016/j.gexplo.2016.05.011.
15. Chipilyak T.F., Grishko V.N. *Biologicheskij vestnik Melitopol'skogo gosudarstvennogo pedagogiche-skogo universiteta im. Bogdana Khmel'nitskogo*, 2014, vol. 4, no. 2 (11), pp. 83–97. (in Russ.).
16. Dzhyan O.P. *Pytannya bioindykatsiyi ta ekolohiyi*, 2014, no. 19, pp. 63–78.
17. Sedel'nikova L.L. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2019, vol. 23, no. 5, pp. 62–66. DOI: 10.18412/1816-0395-2019-05-62-66. (in Russ.).
18. Sedel'nikova L.L., Chankina O.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 1, pp. 245–250. DOI: 10.14258/jcprm.2020014612.
19. Pyatina I.S., Bastamova R.I., Reut A.A., Safiullina L.M., Shakurova E.R. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*, 2021, vol. 26, no. 4, pp. 944–949. (in Russ.).
20. Wei A., Xin X., Wang Y., Zhang Ch., Cao D. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2013, vol. 98, pp. 41–45.

* Corresponding author.

21. Sedel'nikova L.L., Tsandekova O.L. *Chemistry for Sustainable Development*, 2020, vol. 28, pp. 412–417. DOI: 10.15372/CSD2020247.
22. Sedel'nikova L.L., Tsandekova O.L. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, no. 1, pp. 213–218. DOI: 10.14258/jcprm.2021018413. (in Russ.).
23. Tsandekova O.L., Sedel'nikova L.L. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy*, 2021, no. 8, pp. 6–10. (in Russ.).
24. *GOST 24027.2-80. Syr'ye lekarstvennoye rastitel'noye. Metody opredeleniya vlazhnosti, sodержaniya zoly, ekstraktivnykh i dubil'nykh veshchestv, efirnogo masla*. [GOST 24027.2-80. Raw medicinal vegetable. Methods for determining moisture, ash content, extractive and tannins, essential oils]. Moscow, 1981, pp. 120–121. (in Russ.).
25. Mochalova A.D. *Sel'skoye khozyaystvo za rubezhom*, 1975, no. 4, pp. 17–21. (in Russ.).
26. Korenskaya I.M., Ivanovskaya N.P., Izmalkova I.Ye. *Lekarstvennyye rasteniya i lekarstvennoye rastitel'noye syr'ye, sodержashchiye antratsenproizvodnyye prostyye fenoly, lignany, dubil'nyye veshchestva: uchebnoye posobiye dlya vuzov*. [Medicinal plants and medicinal plant raw materials containing anthracene derivatives of simple phenols, lignans, tannins: a textbook for universities]. Voronezh, 2007, pp. 50–51. (in Russ.).
27. Neverova O.A. *Praktikum po biokhিমии*. [Workshop on biochemistry]. Kemerovo, 2005, 69 p. (in Russ.).

Received March 16, 2022

Revised April 9, 2022

Accepted April 11, 2022

For citing: Sedel'nikova L.L., Tsandekova O.L. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 3, pp. 151–158. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20220311110.