

УДК 581.5  
ББК Е 5

**Оксана Леонидовна Цандекова,**  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
Институт экологии человека  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(Кемерово, Россия), e-mail: lusedelnikova@yandex.ru  
**Людмила Леонидовна Седельникова,**  
доктор биологических наук,  
Центральный сибирский ботанический сад  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(Новосибирск, Россия), e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

### Содержание общей серы в листьях некоторых травянистых многолетников в условиях г. Новосибирска

Работа выполнена в Институте экологии человека СО РАН и Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН. Представлены результаты изучения аккумулирующей способности листьев декоративных растений в условиях городской среды. В условиях Академгородка основным источником загрязнения является автотранспорт. Проанализированы данные влияния загрязнения автотранспорта на содержание общей серы в листьях декоративных многолетников. Определена аккумулирующая способность листьев у 12 видов растений в условиях городской среды. Выявлена видовая специфика в накоплении серы у декоративных растений. Отмечено высокое содержание серы у *Iris*, *Hemerocallis*, *Hosta* вблизи автотранспорта в июле месяце. Определено высокое поглощение серы у *Hemerocallis* и *Hosta* в период цветения, а *Iris* в период отцветания. Полученные результаты могут быть использованы в экологическом мониторинге городской среды.

**Ключевые слова:** ирис, лилейник, хоста, лист, аккумуляция, сера, Западная Сибирь.

**Oksana Leonidovna Tsandekova,**  
Candidate of Agriculture,  
Institute of Human Ecology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science  
(Kemerovo, Russia), e-mail: lusedelnikova@yandex.ru  
**Lyudmila Leonidovna Sedelnikova,**  
Doctor of Biology,  
Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science  
(Novosibirsk, Russia), e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

### Contents of the Common Sulphur in the Leafs of Perennial Plants in the Conditions of Novosibirsk

The work was performed in the Institute of human ecology of the SB RAS and Central Siberian botanic garden of the SB RAS. The result of the research on accumulation ability of ornamental plants leafs in the conditions of urban environment is presented. In the conditions of Academic town the major source of pollution is motor vehicles. The data of the influence of motor transport pollution on the contents of common sulphur of ornamental perennial plants leafs were analyzed. The accumulation ability of leafs of twelve species in the condition of urban environment were defined. Species specificity in accumulating of the sulphur in ornamental plants has been revealed. The high content of the sulphur at *Iris*, *Hemerocallis*, *Hosta* near the motor transport in July has been marked. The high absorption of the sulphur at *Hemerocallis* and *Hosta* in flowering period and *Iris* in fading period is determined. The obtained data can be used in ecological monitoring of urban environment.

**Keywords:** *Iris*, *Hemerocallis*, *Hosta*, leaf, accumulation, sulphur, West Siberia.

С увеличением развития автомобильного транспорта существенно обострилась проблема воздействия его на окружающую среду. Выхлопные газы автотранспорта выделяют более двухсот соединений загрязняющих веществ. К числу наиболее опасных и распро-

страненных загрязнителей атмосферы относятся газообразные соединения серы. Сернистый газ адсорбируется на поверхности растения, в основном на его ассимиляционных органах, и является причиной различных морфофизиологических повреждений. При длительном воздействии сернистого газа подавляется рост и развитие растений, образуются некрозы на листьях, что приводит к снижению их декоративности, преждевременному старению и отмиранию. Растения способны усваивать газообразные токсиканты, накапливать их, выделять в неизменном виде, вовлекать в метаболизм веществ, тем самым понижать их концентрацию в окружающей среде [1; 2]. В связи с этим возникает необходимость проведения постоянного мониторинга за поступлением и распределением загрязнения в городских условиях. Работы по влиянию техногенного загрязнения на растения проводятся в Европейской части России, на Урале, в Кузбасском угольном бассейне и урбанизированных районах Восточного Забайкалья [4–6; 8; 10]. Из работ [11; 12] известно о повышенных показателях серы, азота и тяжелых металлов у сосудистых растений за рубежом. В основном сведения касаются влияния автотранспортной нагрузки на поглотительную способность древесно-кустарниковых растений. Недостаточно данных об аккумулялирующей способности декоративных травянистых многолетников, которые используются в озеленении городов, сёл и посёлков.

**Цель исследований** – изучение содержания общей серы в листьях некоторых декоративных многолетников в условиях автотранспортной нагрузки.

**Материалы и методы.** Работа проведена в 2011–2012 гг. в Институте экологии человека СО РАН и Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН. В работе использованы объекты из семейства Iridaceae – *Iris hybrida* (ирис гибридный); Nemerocallidaceae – *Nemerocallis citrine* Varoni – Красоднев лимонно-жёлтый, *H. middendorffii* Trautv. et Mey, – К. Миддендорфа, *H. minor* Mill. – К. малый, *H. hybrida* (сорт *Speak ty me* – Спик ту ми, *Bamby Doll* – Бэмби Долл); Hostaceae – *Hosta sieboldiana*, syn. *H. glauca* (Hook.) Engl. (Х. Зибольда), *H. albo-marginata* (Hook.) Nyl. – Х. белоокаймлённая, *H. lancifolia* Engl. – Х. ланцетолистная, *H. fortunei* (Baker) Bailey – Х. Форчуна, *H. decorata* Baley – Х. декоративная, *H. crispula* F. Maekawa – Х. курчавая [3]. Это корневищные длительноvegetирующие, летнее-осеннецветущие многолетники, широко используемые в озеленении [9]. Для анализа в 2012 г. взяты надземные органы (листья): в период массового отрастания (07–19.06), цветения (23.07–26.07), плодоношения и осенней вегетации (25.09–27.09) для видов рода *Hosta*. Для *Iris hybrida* – в период цветения (07–10.06), отцветания и начала плодоношения (23.07–25.07), осенней вегетации (14.10). Образцы видов из рода *Nemerocallis* отобраны в период цветения (07.06–19.06), плодоношения (27.07). Для *H. hybrida* их брали в период весеннего отрастания (07.06), массового цветения (25.08–30.08), отцветания и начала плодоношения (16.09–25.09). Контролем служили особи, выращиваемые на экспозиционном участке лаборатории интродукции декоративных растений Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. Участок расположен в районе п. Кирово, Приобский округ, лесостепная климатическая провинция, в 30–50 м от дороги второстепенного значения. Использовано два варианта: 1 – контроль, 2 – растения в городских условиях вблизи автомагистрали по ул. Российской (Научный центр СО РАН, Академгородок). Образцы высушивали, перемалывали в молотилке до мелкой фракции. В фиксированных и измельчённых листьях определяли количественное содержание общей серы – спектрофотометрическим методом [7]. Анализы проведены в лаборатории экологического биомониторинга Института экологии человека СО РАН (г. Кемерово). Статистический анализ данных выполнен с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ данных по накоплению общей серы в надземных органах *Hosta* показал общие и индивидуальные различия у видов (табл.). Установлено, что содержание серы у *H. lancifolia* наибольшее в период цветения как в контроле, так и вблизи автодороги по ул. Российской (0,417 % и 0,443 % соответственно). Наличие серы в листьях к осени понижается, однако её в 3 раза больше в городских условиях, чем в

контроле. Для *H. fortunei* характерна такая же закономерность, только для образцов в зоне автотранспортной нагрузки. У контрольных образцов этого вида содержание серы понижено в 2 раза в период цветения по сравнению с периодом массового отрастания. Тогда как содержание серы в листьях опытных образцов было в 2 раза больше, чем в контроле. Такая же тенденция отмечена у опытных и контрольных особей *H. sieboldiana*. Причём самое высокое содержание серы (0,533 %) определено в листьях в период массового цветения этого вида по ул. Российской.

Таблица

Динамика накопления общей серы в листьях некоторых видов хост,  
% массы сухого вещества (средние данные за 2012 г.)

Вариант	Дата (число, месяц)	Фенофаза	S, % массы сухого вещества, M±m
<i>Hosta lancifolia</i>			
Контроль	07.06	м. отрастание	0,223±0,023
	27.07	цветение	0,417±0,038
	25.09	плодоношение	0,1±0,009
Опыт	07.06	м. отрастание	0,287±0,019
	23.07	цветение	0,443±0,012
	25.09	плодоношение	0,39±0,014
<i>Hosta fortunei</i>			
Контроль	18.06	м. отрастание	0,238±0,012
	27.07	цветение	0,137±0,019
	25.09	плодоношение	0,275±0,043
Опыт	19.06	м. отрастание	0,208±0,002
	23.07	цветение	0,445±0,019
	25.09	плодоношение	0,418±0,019
<i>Hosta sieboldiana</i>			
Контроль	18.06	м. отрастание	0,315±0,009
	27.07	цветение	0,238±0,012
	25.09	плодоношение	0,323±0,01
Опыт	18.06	м. отрастание	0,325±0,017
	23.07	цветение	0,533±0,013
	25.09	плодоношение	0,347±0,006

Примечание. М. отрастание – массовое, опыт – вблизи автотранспорта по ул. Российской.

Возможно, некоторое понижение содержания серы в надземных органах *Hosta* в период цветения связано с их перераспределением в подземные органы (корневища), которые также участвуют в накоплении серы. Очевидно, подвижное распределение серы по органам в соответствии с фенофазами развития *Hosta* следует в дальнейшем проанализировать. Сравнение результатов содержания серы 2011 г. и 2012 г. в конце осенней вегетации (25.09) показало, что наибольшее накопление серы в листьях *H. sieboldiana*. В 2011 г. накопление серы (0,521 %) больше у *H. albo-marginata* в 2011 г., чем в 2012 г. (рис. 1).

Сравнительные показания содержания серы у видов и сортов *Hemerocallis* в период массового цветения и начала отцветания в июле (27.07.12 г.) в местах автомобильной нагрузки по ул. Российской имели некоторые характерные особенности. Отмечено возрастание серы от 0,09 % (*Speak ty me*) до 0,223 % (*H. minor*). Причём содержание серы у видов *H. middendorffii*, *H. citrine*, *H. minor* в 1,5–2 раза больше (рис. 2).

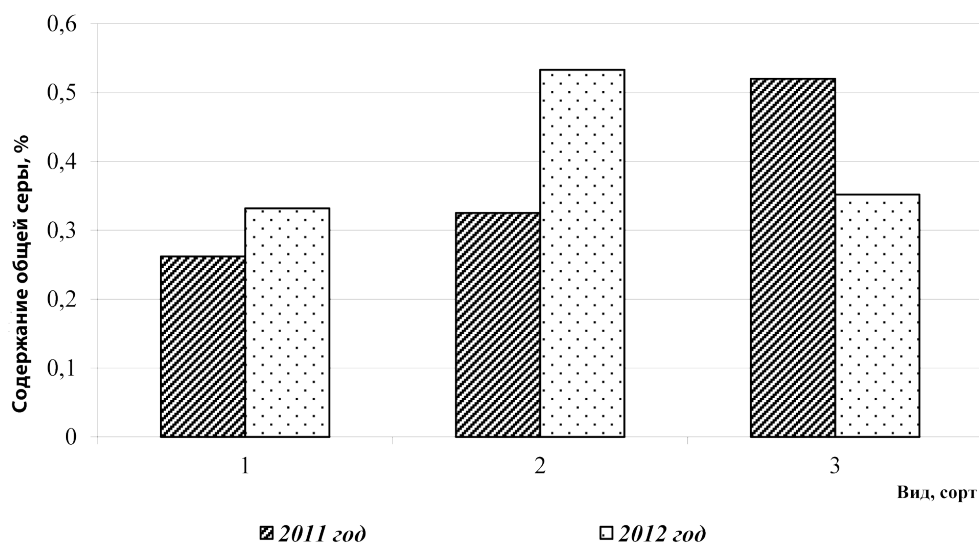


Рис. 1. Содержание общей серы в листьях *Hosta lancifolia* (1), *H. sieboldiana* (2), *H. albo-marginata* (3)

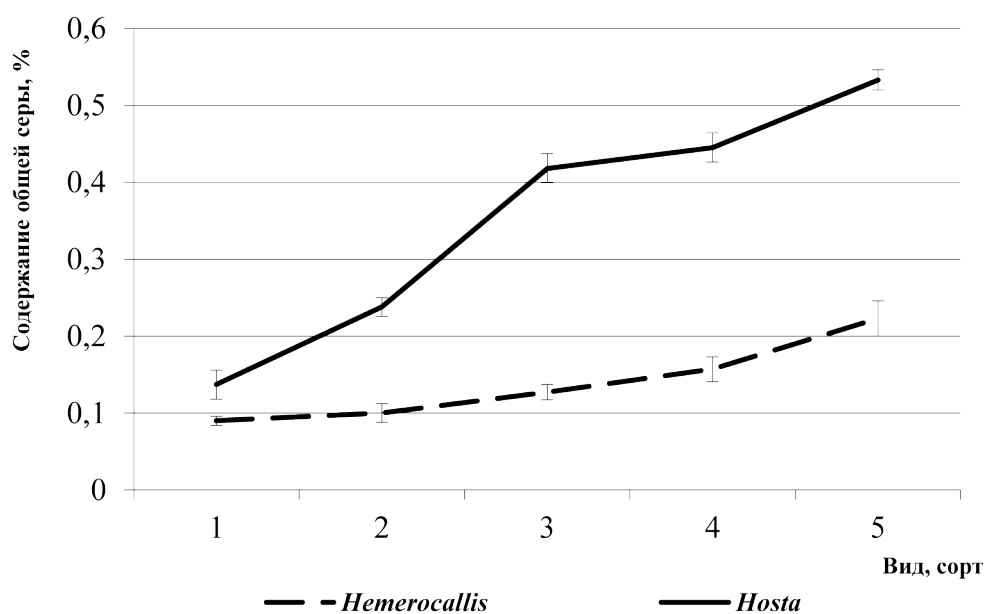


Рис. 2. Сравнительное содержание общей серы в листьях *Hemerocallis* и *Hosta*

Примечание. *Hemerocallis*: 1 – контроль *Speak ty me*, 2 – *Bamby Doll*, 3 – *H. middendorffii*, 4 – *H. minor*, 5 – *H. citrine*; *Hosta*: 1 – контроль *Hosta lancifolia*, 2 – *H. fortunei*, 3 – *H. crispula*, 4 – *H. albo-marginata*, 5 – *H. sieboldiana*.

Установлено, что аккумулирующая способность серы наибольшая у *H. citrine* (0,222 %) и *H. Minor* (0,162 %), которые повсеместно используются в озеленении, несмотря на недостаточно высокую декоративность. Однако эти виды устойчивы и обладают наибольшей накопительной способностью серы по сравнению с другими видами и сортами. При сравнении показаний содержания серы в листьях *Hosta* и *Hemerocallis* было установлено, что в период цветения (27.07) поглотительная способность листовой поверхности у первых в 2 раза выше, чем у вторых. Причём наибольшие показания (0,445 % и 0,533 %) отмечены соответственно у *H. albo-marginata* и *H. sieboldiana*.

У *Iris hybrida* наблюдали повышенное содержание серы в листьях в местах озеленения, чем в контроле в течение всего периода вегетации (рис. 3). Причём наибольшая аккумуляция серы в листьях была в период отцветания в июле (0,14 % и 0,31 % соответственно) как в контроле, так и в местах автотранспортной нагрузки.

Таким образом, установлено, что исследуемые объекты характеризовались различным накоплением общей серы. В условиях автотранспортной нагрузки по ул. Российской, где сильнее выражено загрязнение оксидами азота и угарным газом, аккумуляционная способность была выше, чем в контроле.

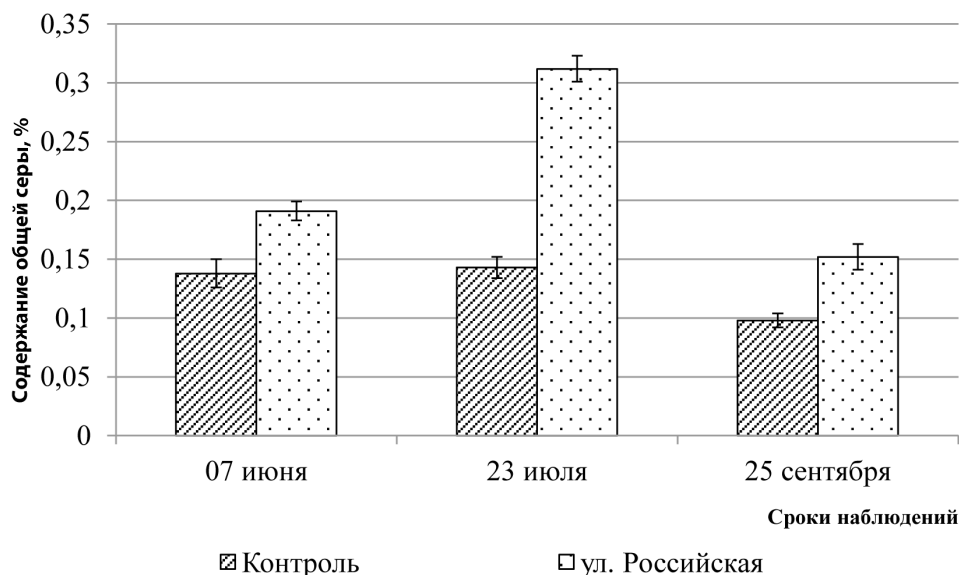


Рис. 3. Накопление общей серы в листьях *Iris hybrida*

Примечание. 07 июня – цветение, 23 июля – отцветание, начало плодоношения, 25 сентября – осенняя вегетация (вегетационный период 2012 г.).

**Выводы.** 1. Установлена видоспецифичность содержания серы в листьях декоративных травянистых многолетников из родов *Hosta*, *Iris*, *Hemerocallis*, произрастающих вблизи главной автотранспортной магистрали по ул. Российской (Научный центр, Академгородок).

2. Накопление общей серы у видов рода *Hosta* в 2 раза больше, по сравнению с *Hemerocallis*, *Iris hybrida* и контролем.

3. Наибольшая аккумуляционная способность серы отмечена в местах автотранспортной нагрузки в летний (июльский) период вегетации у всех представителей *Hosta*, *Iris*, *Hemerocallis*.

4. Количественное накопление общей серы в листьях травянистых растений можно использовать в качестве информативного параметра для фитоиндикации и оценки состояния в условиях загрязнения окружающей среды выбросами автотранспорта.

#### Список литературы

1. Алексеев Ю. В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
2. Барахтенова Л. А., Николаевский В. С. Влияние сернистого газа на фотосинтез растений. Новосибирск: Наука, 1988. 85 с.
3. Декоративные травянистые растения. Л.: Наука, 1977. 458 с.
4. Кайдорина В. А. Влияние выбросов автотранспорта на синтез первичных и вторичных метаболитов в листьях рябины сибирской // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: материалы II Междунар. конф. Кемерово, 2009. С. 60–63.

5. Копылова Л. В. Накопление тяжёлых металлов в древесных растениях на урбанизированных территориях Восточного Забайкалья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2012. 23 с.
6. Матвеев Н. М., Павловский В. А., Прохорова Н. В. Экологические основы аккумуляции тяжёлых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: СУ, 1997. 220 с.
7. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
8. Мишкина Н. М. Оптимизация содержания калия в органах однолетних травянистых растений при загрязнении почв тяжёлыми металлами // Вопр. экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах: сб. тр. Всерос. конф. Самара, 1999. С. 125–131.
9. Седельникова Л. Л. Роль интродукционных исследований в озеленении городов Сибири // Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий: материалы междунар. науч.-практ. конф. Чита, 2009. С. 226–229.
10. Цандекова О. Л. Влияние загрязнения выбросов автотранспорта на содержание общего азота в листьях рябины сибирской // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: материалы II Междунар. конф. Кемерово, 2009. С. 88–90.
11. Element accumulation in boreal bryophytes, lichens and vascular plants exposed to heavy metal and sulfur deposition in Finland / M. Salemaa a. u. // Science of The Total Environment. 2004. Vol. 324. P. 141–160.
12. Wannaz E. D., Zygadlo J. A., Pignata M. L. Air pollutants effect on monoterpenes composition and foliar chemical parameters in *Schinus areira* L. // Science of The Total Environment. 2003. Vol. 305. P. 177–193.

#### References

1. Alekseev Yu. V. Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh. L.: Agropromizdat, 1987. 142 s.
2. Barakhtenova L. A., Nikolaevskii V. S. Vliyanie sernistogo gaza na fotosintez rastenii. Novosibirsk: Nauka, 1988. 85 s.
3. Dekorativnye travyanistye rasteniya. L.: Nauka, 1977. 458 s.
4. Kaidorina V. A. Vliyanie vybrosov avtotransporta na sintez pervichnykh i vtorichnykh metabolitov v list'yakh ryabiny sibirskoi // Problemy promyshlennoi botaniki industrial'no razvitykh regionov: materialy II Mezhdunar. konf. Кемерово, 2009. S. 60–63.
5. Kopylova L. V. Nakoplenie tyazhelykh metallov v drevesnykh rasteniyakh na urbanizirovannykh territoriyakh Vostochnogo Zabaikal'ya: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Ulan-Ude, 2012. 23 s.
6. Matveev N. M., Pavlovskii V. A., Prokhorova N. V. Ekologicheskie osnovy akkumulyatsii tyazhelykh metallov sel'skokhozyaistvennyimi rasteniyami v lesostepnom i stepnom Povolzh'e. Samara: SU, 1997. 220 s.
7. Metody biokhimicheskogo issledovaniya rastenii. L.: Agropromizdat, 1987. 430 s.
8. Mishkina N. M. Optimizatsiya sodержaniya kaliya v organakh jedno-letnikh travyanistykh rastenii pri zagryaznenii pochv tyazhelyimi metallami // Vopr. ekologii i okhrany prirody v lesostepnoi i stepnoi zonakh: sb. tr. Vseros. konf. Samara, 1999. S. 125–131.
9. Sedel'nikova L. L. Rol' introduktsionnykh issledovaniy v ozelenenii gorodov Sibiri // Problemy ozeleneniya gorodov Sibiri i sopredel'nykh territorii: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Chi-ta, 2009. S. 226–229.
10. Tsandekova O. L. Vliyanie zagryazneniya vybrosov avtotransporta na sodержanie obshchego azota v list'yakh ryabiny sibirskoi // Problemy promyshlennoi botaniki industrial'no razvitykh regionov: materialy II Mezhdunar. konf. Кемерово, 2009. S. 88–90.
11. Element accumulation in boreal bryophytes, lichens and vascular plants exposed to heavy metal and sulfur deposition in Finland / M. Salemaa a. u. // Science of The Total Environment. 2004. Vol. 324. P. 141–160.
12. Wannaz E. D., Zygadlo J. A., Pignata M. L. Air pollutants effect on monoterpenes composition and foliar chemical parameters in *Schinus areira* L. // Science of The Total Environment. 2003. Vol. 305. P. 177–193.

*Статья поступила в редакцию 13.06.2013*