

УДК 581.192.1:635.92

DOI: 10.15372/ChUR2020247

## Зольность цветочно-декоративных растений в условиях урбанизированной среды (на примере городов Новосибирской области)

Л. Л. СЕДЕЛЬНИКОВА<sup>1</sup>, О. Л. ЦАНДЕКОВА<sup>2</sup><sup>1</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,  
Новосибирск (Россия)

E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты СО РАН,  
Кемерово (Россия)

(Поступила 07.08.19)

### Аннотация

Представлены результаты определения зольности многолетних и однолетних растений, произрастающих вблизи промышленных зон, автодорог и в городской среде административных центров Новосибирской области (Искитим, Бердск, Новосибирск). Данные местопроизрастания растений различаются по степени техногенного воздействия на окружающую среду, с наибольшей загрязненностью в г. Искитиме. Отмечено, что зольность листьев растений различных систематических групп определяется многими факторами, среди которых видовая и сортовая принадлежность, техногенное загрязнение окружающей среды, особенности вегетационного периода. Установлено уменьшение содержания зольных веществ в листьях травянистых растений по принадлежности к семействам: *Nemero-callidaceae* > *Asteraceae* > *Iridaceae* > *Hostaceae* > *Laminaceae*.

**Ключевые слова:** лист, зольность, травянистые растения, урбанизированная (городская) среда, Новосибирская область

### ВВЕДЕНИЕ

Новосибирская агломерация отличается большой сетью промышленных зон, которые расположены в пригороде либо малых городах области. Наиболее урбанизированной зоной считается г. Искитим и его окрестности, где расположено более 15 производственных организаций, включающих крупнейший в Новосибирской области завод (АО «Искитимцемент») и три крупных предприятия по добыче полезных ископаемых. В 2018 г. службами мониторинга окружающей среды и экологического контроля зафиксировано 39 случаев экстремально высокого и высокого загрязнения атмосферного воздуха (превышение ПДК в 10 и более раз) в городах Сибири и За-

байкалья. Среди них – Искитим и Новосибирск, где допустимая норма канцерогена (бенз(а)пирена) была превышена в 17 и 21 раз соответственно [1]. Основное влияние на состояние растений г. Новосибирска оказывает промышленно-автомобильный комплекс [2, 3]. Озеленение малых городов области ведется недостаточно, особенно на территориях вблизи промышленных зон. Экологическая среда в системе городского и промышленного комплекса оказывает специфическое воздействие не только на рост и развитие травянистых растений, но и на накопление соединений зольных элементов (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn и др.), которые находятся в золе после удаления органических веществ из фитомассы. Известно, что зольность листьев зависит от мно-

гих факторов, в т. ч. от видового и сортового разнообразия, качества окружающей среды, где выращиваются растения [4–9].

Цель работы – проведение сравнительного анализа зольности листьев цветочно-декоративных растений, произрастающих вблизи промышленных зон и автодорог в городах Новосибирской области (Бердск, Искитим, Новосибирск).

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использованы растения, которые выращивались в цветниках: *Нemerocallis hybrida* – лилейник (красоднев) гибридный (сем. Красодневоых – *Нemerocallidaceae*), *Iris hybrida* – ирис гибридный (сем. Ирисовых, Касатиковых – *Iridaceae*), *Hosta lancifolia* Engl. – хоста (функия) ланцетолистная (сем. Хостовых – *Hostaceae*), *Salvia splendens* – сальвия блестящая (сем. Губоцветных – *Lamiaceae*), *Malva hybrida* – мальва садовая или шток роза (сем. Мальвовых – *Malvaceae*), *Tagetis patula* – тагетис или бархатцы отклоненные (сем. Сложноцветных, Астровых – *Asteraceae*), *Senecio cineraria* – цинерария приморская или крестовник приморский (сем. Сложноцветных, Астровых – *Asteraceae*), *Tussilago furfara* L. – мать и мачеха (сем. Сложноцветных, Астровых – *Asteraceae*), *Leucanthemum vulgare* Lam. – нивяник или ромашка обыкновенная (сем. Сложноцветных, Астровых – *Asteraceae*), *Alyssum hybrida* – бурачок или алиссум гибридный (сем. Крестоцветных – *Brassicaceae*).

Сбор растительного сырья проводили в течение вегетационного периода 2018 г. в условиях городской среды:

1) вблизи автомобильных дорог на расстоянии 50–100 м в цветниках г. Новосибирска (Центральный район: ул. Челюскинцев, Красный проспект; Советский район: ул. Золотолинская, Российская, Шатурская), г. Бердска (ул. Рогачева, Российская, Красная Сибирь), г. Искитима (ул. Советская, Комсомольская);

2) вблизи промышленных зон г. Искитима (ул. Заводская – АО “Искитимцемент”, ООО “Завод железобетонных изделий-13”; ул. Коммунистическая – АО “ЭПМ-Новосибирский электродный завод”, ул. Южный микрорайон – завод “СИБИТ” ОАО “Главновосибирскстрой”), г. Бердска (ул. Ключевая – ООО “Бердский кирпичный завод”).

Контролем служили растения биоресурсной научной коллекции Центрального сибирского бо-

танического сада СО РАН (ЦСБС СО РАН; “Коллекция живых растений в открытом и закрытом грунте”, УНУ № USU 440534), выращенные в условиях с минимальной техногенной нагрузкой на участке лаборатории декоративных растений. Образцы листьев после отмывки от пыли высушивали до воздушно-сухого состояния, измельчали до мелкой фракции, просеивали через сито с диаметром отверстия 1 мм. Методом сухого озоления, основанного на сжигании органических веществ в муфельной печи при 400–500 °С, проводили определение зольности (общей золы, % от массы сухого вещества) по ГОСТ 24027.2–80 [10]. Анализы проведены в трехкратной повторности для каждого образца. Математическую обработку выполняли в программе Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Различная степень техногенной нагрузки оказала определенное влияние на накопление зольных элементов листьями травянистых растений из разных систематических групп (табл. 1). Относительно промышленных зон получены разносторонние данные. Наибольшая зольность листьев *S. splendens* (7.93–8.03 %) и *T. patula* (7.72–7.96 %) наблюдается вблизи Бердского кирпичного завода (ул. Ключевая, г. Бердск) и Завода железобетонных изделий-13 (ул. Заводская, г. Искитим). Высокая зольность листьев *H. hybrida* (8.81–9.85 %) отмечена в г. Искитиме вблизи автодороги (ул. Советская) и в окрестностях промышленной зоны “Искитимцемент” У растений *I. hybrida* и *H. lancifolia* вблизи автодорог Советского района г. Новосибирска значения зольности листьев выше на 1.12–2.03 % по отношению к образцам городов Бердска и Искитима. В целом, зольность листьев в районах исследования зависела от принадлежности данных видов (см. табл. 1) к семейству и, как правило, уменьшалась в следующем ряду: *Нemerocallidaceae* > *Iridaceae* > *Hostaceae* > *Lamiaceae* > *Asteraceae*.

Установлено, что значения зольности листьев *S. cineraria* (сем. *Asteraceae*) зависело от места произрастания растений (рис. 1). Вблизи главных автомобильных дорог Центрального района г. Новосибирска и г. Искитима зольность составила 9.23–9.44 %, что на 2.44 % выше, чем зольность растений, выросших вблизи “ЭПМ-Новосибирский электродный завод” (г. Искитим).

ТАБЛИЦА 1

Зольность листьев декоративных растений вблизи автодорог городской среды и промышленных зон Новосибирской области (% от массы сухого вещества)

Название растения, семейство	Место сбора проб			
	1	2	3	4
<i>Iris hybrida</i> (Iridaceae)	7.74 ± 0.26	7.07 ± 0.16	9.74 ± 0.13	7.70 ± 0.26
<i>Hemerocallis hybrida</i> (Hemerocallidaceae)	7.37 ± 0.10	9.85 ± 0.21	8.07 ± 0.13	8.81 ± 0.29
<i>Hosta lancifolia</i> (Hostaceae)	8.52 ± 0.20	8.56 ± 0.23	9.63 ± 0.10	— <sup>a</sup>
<i>Salvia splendens</i> (Lamiaceae)	8.03 ± 0.13	7.33 ± 0.26	7.44 ± 0.23	7.93 ± 0.21
<i>Tagetis patula</i> (Asteraceae)	7.96 ± 0.13	7.15 ± 0.27	7.15 ± 0.10	7.72 ± 0.16

Примечание. 1 – г. Бердск (ул. Ключевая, завод); 2 – г. Искитим (ул. Советская, автодорога); 3 – г. Новосибирск (Советский район, ул. Шатурская, автодорога); 4 – г. Искитим (ул. Заводская, промышленная зона).

<sup>a</sup>Нет данных.

У однолетних и многолетних растений, произрастающих в одних условиях вблизи завода “СИБИТ” по ул. Южный микрорайон (г. Искитим), зольность выше у растений сем. Asteraceae (*T. furfara*, *L. vulgare*), чем сем. Brassicaceae (*A. hybrida*) (рис. 2). Преобладающее значение зольности обнаружено авторами [6, 7] также у древесных растений из сем. Asteraceae. Зольность листьев растений, произрастающих в 50 м от дороги по ул. Российской (Советский район, г. Новосибирск), несколько выше у *H. hybrida* (9.89 %) по сравнению с *M. hybrida* и *I. hybrida* (рис. 3). Следует отметить, что нако-

пление зольных веществ в листьях *H. hybrida* зависело от местопроизрастания. Так, вблизи Бердского кирпичного завода зольность составила 7.42 %, тогда как рядом с автомобильной дорогой, проходящей по ул. Красная Сибирь, – 8.81 %.

При сравнении значений зольности различных органов растения *H. lancifolia* установлено, что в третьей декаде июля зольность листьев ( $7.37 \pm 0.20$  %) и корневищ ( $7.04 \pm 0.15$  % и  $7.41 \pm 0.16$  %, собранных на ул. Шатурской (г. Новосибирск) и на ул. Рогачева (г. Бердск) соответственно) сопоставимы и практически не зависят

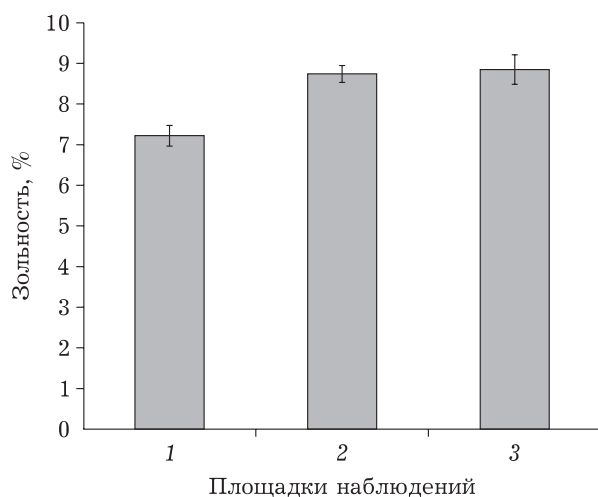


Рис. 1. Зольность листьев *Senecio cineraria* в зависимости от места произрастания: 1 – ул. Коммунистическая (г. Искитим, “ЭПМ-Новосибирский электродный завод”), 2 – ул. Красный проспект (г. Новосибирск, автодорога), 3 – ул. Советская (г. Искитим, автодорога).

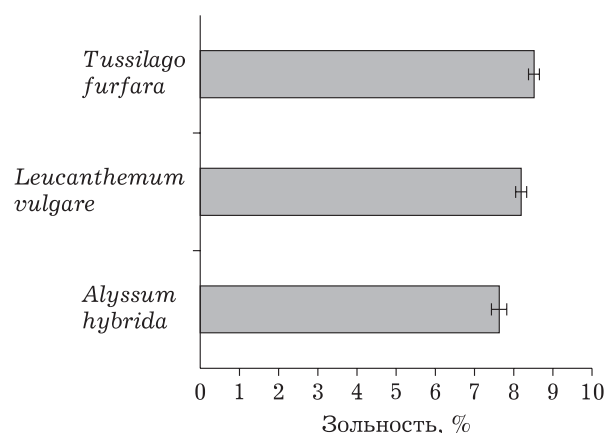


Рис. 2. Сравнительное содержание зольности листьев однолетних (*Alyssum hybrida*) и многолетних (*Tussilago furfara*, *Leucanthemum vulgare*) растений, произрастающих вблизи завода “СИБИТ” (г. Искитим).

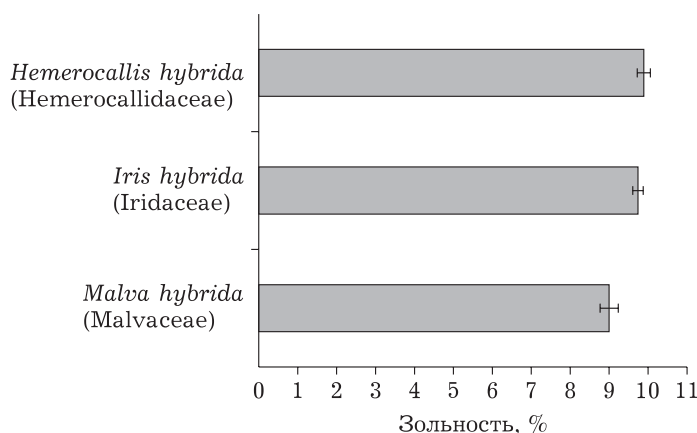


Рис. 3. Зольность листьев растений, произрастающих в 50 м от автомобильной дороги по ул. Российская (Советский район, г. Новосибирск).

от места произрастания растений. При этом зольность элементов в листьях этого вида снижалась к концу вегетации растений в городской среде по сравнению с растениями, произрастающими в условиях с благоприятной экологической ситуацией на территории ЦСБС СО РАН (контроль, ул. Золотодолинская, г. Новосибирск, рис. 4). Такая же тенденция отмечена для зольности листьев *H. hybrida*, произрастающих в цветниках по ул. Челюскинцев (г. Новосибирск), для которых данные показатели сравнимы:  $9.44 \pm 0.39 \%$  (12.07.18) и  $9.30 \pm 0.27 \%$  (26.07.18). Следует отметить, что к концу вегетации (27.09.18) растения *H. hybrida*, растущие в неодинаковых условиях городской нагрузки, имели различную зольность листьев, что свиде-

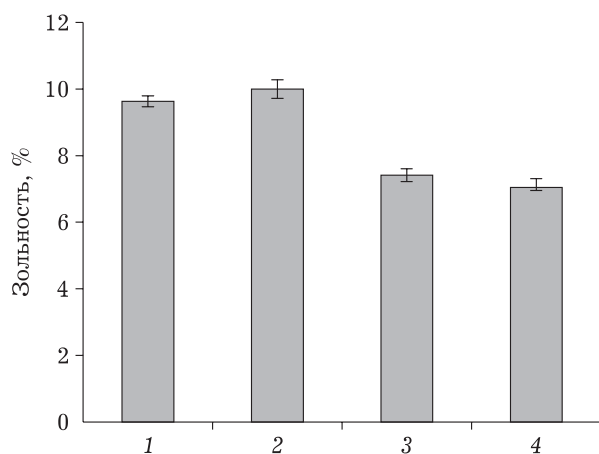


Рис. 4. Кривая распределения зольности листьев *Hosta lancifolia* в период вегетации 2018 г. (Советский район, г. Новосибирск): 1 – контроль (ул. Золотодолинская, ЦСБС СО РАН, 22.07); ул. Шатурская: 2 – 10.06, 3 – 22.07, 4 – 20.08.

тельствовало о разной степени адаптированности. В частности, зольность листьев уменьшалась в следующем порядке, %:  $9.19 \pm 0.13$  (ул. Шатурская, Советский район, г. Новосибирск),  $8.81 \pm 0.10$  (ул. Красная Сибирь, г. Бердск),  $7.07 \pm 0.16$  (ул. Советская, г. Искитим). При этом растения адаптировались к условиям городской среды, но имели меньший габитус и декоративность.

Известно [5], что зольность зависит от видов- и сортоспецифичности растений и имеет индивидуальное значение. Так, при сборе и анализе образцов (ул. Золотодолинская, ЦСБС СО РАН), взятых за контроль, во второй декаде июля (13.07.18–18.07.18) установлено, что зольности листьев *H. lancifolia* и *Hosta albo-marginata* сопоставимы и составляют  $9.63 \pm 0.13$  и  $9.78 \pm 0.17 \%$ , соответственно. У *H. hybrida* сорта Sea Gould ( $8.04 \pm 0.16 \%$ ) она была на 1.5–2.8 % меньше, чем у *H. lancifolia* и *H. hybrida* сорта Regal Air ( $10.85 \pm 0.10 \%$ ).

Несмотря на то, что промышленная зона г. Искитима включает объекты, сильнее загрязняющие окружающую среду, чем в Советском районе г. Новосибирска, в период массового цветения (20.08.18–20.09.18) зольность листьев *T. patula* составляла, %:  $7.52 \pm 0.20$  (ул. Заводская, г. Искитим),  $7.11 \pm 0.29$  (ул. Советская, г. Искитим) и  $7.44 \pm 0.13$  (ул. Шатурская, Советский район, г. Новосибирск). Сравнение зольности листьев *T. patula* в промышленной зоне и вблизи автотранспортных дорог г. Искитима показало незначительное повышение ее значения в пределах ошибки по ул. Заводской (рис. 5).

Таким образом, содержание зольных элементов в листьях в условиях урбанизированной

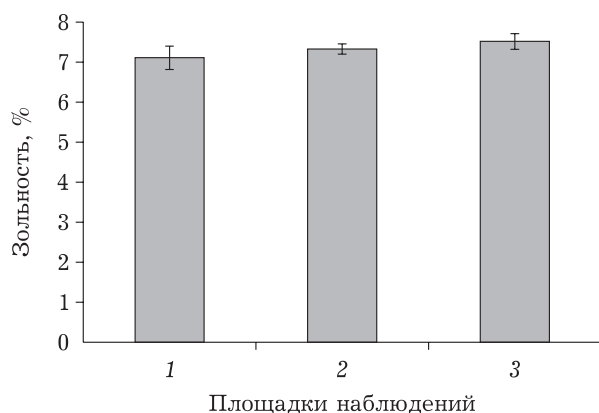


Рис. 5. Зольность листьев *Tagetis patula* в зависимости от места произрастания в г. Искитиме: 1 – ул. Советская; 2 – автогазозаправочная станция по дороге из города; 3 – ул. Заводская, д. 1а.

(городской) среды и промышленных зон городов Новосибирской области зависит от видовой принадлежности, что очевидно связано с эколого-биологическими особенностями растений. Полученные результаты по зольности листьев могут служить в качестве биоиндикатора атмосферного загрязнения, что ранее отмечено авторами [11–14] для растений из других семейств. Установлено, что в сильно загрязненных территориях (г. Искитим) показатели зольности листьев декоративных растений составили 7.07–9.74 %; в среднезагрязненных (Центральный и Советский районы, г. Новосибирск) – 9.21–9.42 и 7.15–9.47 % соответственно; в слабозагрязненных (г. Бердск) – 7.37–8.81 %. Причем, на наш взгляд Советский район г. Новосибирска занимает промежуточное положение по показателям зольности растений между средне- и слабозагрязненной территорией. Однако следует отметить, что влияние техногенного загрязнения не является единственным значимым фактором, формирующим определенный уровень химизма в растениях. Так, несмотря на то, что в г. Бердске находятся промышленные предприятия, один из которых – кирпичный завод, показатели зольности листьев у растений, в целом ниже, чем в промышленной зоне г. Искитима. Очевидно сказывается большее число зеленых зон в г. Бердске. Влияние автотранспортных дорог в городской среде также усиливает метаболизм растений. Отмечено, что в урбанизированной среде у таких растений, как *S. cineraria*, *H. hybrida*, которые постоянно используются в придорожном озеленении Новосибирска, Бердска и Искитима, показания зольности выше, чем в промышленных зонах Искитима и Бердска.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты определения показателей зольности растительных образцов с территорий промышленных зон и автотранспортных дорог городской среды Новосибирской области (Бердск, Искитим и Новосибирск) свидетельствуют о зависимости степени накопления зольных элементов растениями от условий в местах их произрастания, видоспецифичности и динамики сезонного развития. Среди доминирующих по зольности – представители сем. *Nonnocalidaceae* (9.85–10.85 %) и сем. *Asteraceae* (7.76–8.85 %). Установлено, что в сильно загрязненных территориях (г. Искитим) максимальные показатели зольности листьев декоративных растений составили 9.74 %; в среднезагрязненных (Центральный и Советский районы, г. Новосибирск) – 9.47 %; в слабозагрязненных (г. Бердск) – 8.81 %. В период сезонного развития у *H. lancifolia* отмечено снижение содержания зольных элементов к сентябрю, особенно в сильно загрязненных территориях. Очевидно, это связано с возрастанием доли органических ассимилятов, участвовавших в формировании листа. Одновременно высокая зольность наблюдается у *I. hybrida* и *H. lancifolia* в слабозагрязненных участках Советского района г. Новосибирска и г. Бердска, что свидетельствует о хорошей адаптации растений к окружающей среде. По показателю зольности можно оценить степень приспособленности растений к условиям произрастания, как аккумуляторов зольных элементов из окружающей среды.

Можно рекомендовать в зонах промышленных предприятий широкое использование в цветниках цветочно-декоративных однолетних (*S. splendens*, *S. cineraria*, *T. patula*) и многолетних (*I. hybrida*, *H. hybrida*, *H. lancifolia*) растений как аккумуляторов зольных элементов из окружающей среды.

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН по проекту № АААА-А17-1170126100053-9 “Выявление путей адаптации растений к контрастным условиям обитания на популяционном и организменном уровнях”.

Работа выполнена в рамках реализации государственного задания ФИЦ УУХ СО РАН (№ 0352-2019-0015).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Состояние окружающей среды г. Искитима в 2018 г. Отдел экологического и земельного контроля г. Искитима Ново-



- сибирской области. Искитим: Администрация ИНО, 2018. 77 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://iskitim.nso.ru/sites/iskitim.nso.ru/wodby\\_files/files/page\\_2954/doklad\\_oos\\_g\\_iskitima\\_2018.pdf](https://iskitim.nso.ru/sites/iskitim.nso.ru/wodby_files/files/page_2954/doklad_oos_g_iskitima_2018.pdf) (дата обращения 01.07.2019).
- 2 Седельникова Л. Л., Цандекова О. Л. Оценка поглотительной способности листьев декоративных растений в городской среде // Экология урбанизир. территорий. 2015. № 3. С. 26–29.
  - 3 Мяделец М. А., Сиромля Т. И. Особенности экологического состояния почвенно-растительного покрова вдоль автомагистралей и в рекреационных зонах г. Новосибирска // Современ. проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 714–718. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=22706> (дата обращения 15.04.2019).
  - 4 Лебедев С. И. Физиология растений. М.: Наука, 1988. 544 с.
  - 5 Кавеленова Л. М., Здетовский А. Г., Огневенко А. Я. К специфике содержания зольных веществ в листьях древесных растений в городской среде в условиях лесостепи (на примере Самары) // Химия раст. сырья. 2001. № 3. С. 85–90.
  - 6 Тюлькова Е. Г. Зольность растений в условиях городской среды // Вестн. Балт. федер. ун-та им. И. Канта. Сер.: Естеств. и медиц. науки. 2017. № 1. С. 58–65.
  - 7 Тюлькова Е. Г. Морфометрические параметры и зольность древесных и травянистых растений Гомельского региона как факторы их адаптации к техногенным условиям среды // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. 2017. № 1 (94). С. 28–36.
  - 8 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 // J. Geochem. Explor. 2017. Vol. 174. P. 113–120.
  - 9 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 // Sci. Total Environ. 2007. Vol. 377, Iss. 2–3. P. 416–433.
  - 10 ГОСТ 24027.2–80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. М.: Изд-во стандартов, 1981. С. 120–121.
  - 11 Ладнова Г. Г., Тюрикова Ю. Б., Гладских М. Н., Курочицкая М. Г. Оценка воздействия автотранспорта на окружающую среду с использованием методов биоиндикации // Проблемы регион. экологии. 2009. № 5. С. 165–167.
  - 12 Загуменников В. Б., Бабаева Е. Ю., Петрова А. Л., Малахова И. П. Изучение золы общей и влажности в траве эхинацеи пурпурной свежей // Химико-фармацевт. журн. 2012. Т. 46, № 10. С. 26–28.
  - 13 Есенжолова А. Ж. Листья древесных и кустарниковых растений как биоиндикаторы загрязнения города Темиртау свинцом и цинком. // Материалы VII Международной научной конференции молодых ученых «Наука и образование – 2011», посвященной 20-летию независимости Республики Казахстан. Астана: Евраз. нац. ун-т им. Л.Н. Гумилева, 2011. Ч. 2. С. 208–210.
  - 14 Ишимова А.Е. Зольность листьев, хвои и коры древесных растений как индикаторный признак загрязнения воздушного бассейна г. Семей // Проблемы геологии и освоения недр. 2012. Т. 2. С. 547–549.