

3. Инструкция по химическому анализу воды прудов. – М.: ВНИИПРХ, 1984. – 46 с.
4. Ласкин В.Е. Юксовская болезнь // Советский врачебный журнал. – 1939. – № 9. – С. 502–506.
5. Методики гидрохимических исследований проб из рыбохозяйственных водоемов № 115-6а от 20.10.1983 г. – М.: Изд-во МСХ СССР, 1983. – 37 с.
6. Методические указания по определению патогенности аэромонад по степени ДНКазной активности №13-4-2/1116 от 09.12.97 // Сб. инструкций по борьбе с болезнями рыб. – М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998. – Ч. 1. – С. 150–151.
7. Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов №13-4-2-/1738, утв. 27 сентября 1999 г. // Сб. инструкций по борьбе с болезнями рыб.– М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999.– Ч. 2.– С. 161–177.
8. Озеро Котокельское: природные условия, биота, экология / отв. ред. Н.М. Пронин, Л.Л. Убугунов; Рос. академия наук, Сиб отд-ние. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – 340 с.
9. ОСТ 155 372-87. Охрана природы, гидросфера, вода для рыбоводных хозяйств, общие требования и нормы // Сб. инструкций по борьбе с болезнями рыб. – М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999. – Ч. 2. – С. 161–177.
10. Цыцьктуева Л.А. Охрана вод в Байкальском регионе: проблемы, подходы, теория и практика. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2001. – 117 с.



УДК 581.5

О.Л. Цандекова, Л.Л. Седельникова

СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА В ЛИСТЬЯХ ДЕКОРАТИВНЫХ МНОГОЛЕТНИКОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Представлены результаты изучения аккумулярующей способности листьев декоративных растений в условиях Научного центра СО РАН (Академгородок, г. Новосибирск), где основным источником загрязнения является автотранспорт. Проанализированы данные влияния загрязнения автотранспорта на содержание общего азота в листьях. Определена аккумулярующая способность у 5 видов в условиях городской среды. Выявлена видовая специфика в накоплении азота у декоративных растений. Определено высокое поглощение азота у лилейника и ириса в период отцветания, а хосты в период отрастания. Полученные результаты могут быть использованы в экологическом биотестировании городской среды.

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

O.L. Tsandekova, L.L. Sedelnikova

THE TOTAL NITROGEN CONTENT IN THE LEAVES OF SOME DECORATIVE PERENNIAL PLANTS IN THE URBAN ENVIRONMENT CONDITIONS

The research results on the accumulative capacity of the decorative plant leaves in the Scientific Center of SB RAS (Akademgorodok, Novosibirsk) conditions, where the main source of pollution is motor vehicles are presented. The data on the vehicle pollution influence on the total nitrogen content in the leaves are analyzed. The accumulative capacity of 5 species in the urban environment is determined. The species specificity of the nitrogen accumulation in decorative plants is revealed. High nitrogen absorption in daylily and iris in the blossom-fading period is determined, while hosts in the period of regrowth. The received results can be used in the ecological bio-testing of the urban environment.

Key words: iris, daylily, host, leaf, accumulation, nitrogen, Western Siberia.

Введение. Повсеместное развитие автотранспорта во всех регионах России ведет к загрязнению городской среды. В связи с этим большое значение имеет изучение динамики накопления загрязняющих веществ у растений, которые чаще всего используются в озеленении городской среды. Работы по влиянию

техногенного загрязнения на растения проводятся в европейской части России, на Урале, в Кузбасском угольном бассейне и урбанизированных районах Восточного Забайкалья [Алексеев, 1987; Барахтенова, Николаевский, 1988; Матвеев и др., 1997; Мишкина, 1999; Кайдорина, 2009; Цандекова, 2009; Копылова, 2012]. В условиях урбанизированной среды растения, внешне сохраняя декоративное состояние, претерпевают значительные изменения биохимического состава и физиологических процессов. Промышленные газы и аэрозоли могут оказывать на растения комплексное и индивидуальное воздействие. Для оценки и прогноза состояния растений, подвергнутых воздействию газовых токсикантов, необходима ранняя диагностика нарушения их жизнедеятельности. Под действием загрязняющих веществ происходит подавление фотосинтеза, нарушение водообмена, многих биохимических процессов, снижение транспирации, общее угнетение роста и развития растений. Это приводит к изменению окраски листьев, некрозу, опадению листьев, торможению роста и развития растений [Горышина, 1991].

Одним из опасных загрязнителей воздуха является диоксид азота. При незначительных его концентрациях происходит изменение цвета листьев, а при кратковременном действии больших доз обнаруживаются буровато-черные участки, изменения эпидермы листа у растений. Двоокись азота даже в очень слабых концентрациях ($0,01 \text{ мг/м}^3$) вызывает нарушение азотного обмена у растений, а также влияние окислов азота оказывает отрицательное действие на процесс фотосинтеза. Из работ [Wannaz, 2003; Salemaa, 2004] 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. Однако данных об аккумулирующей способности декоративных травянистых многолетников [Цандекова, Седельникова, 2013], которые используются в озеленении городов, сел и поселков, недостаточно.

Цель работы. Изучение содержания динамики общего азота в листьях некоторых декоративных многолетников в условиях автотранспортной нагрузки.

Материалы и методы исследований. Работа проведена в 2012–2013 гг. в Институте экологии человека СО РАН и Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН. Использованы объекты из семейства Касатиковых (Iridaceae) – *Iris hybrida* (ирис гибридный); Красодневовых (Nemeroalliaceae) – *Hemerocallis hybrida* (сорт *Speak ty me* – Спик ту ми); Хостовых (Hostaceae) – *Hosta sieboldiana*, *syn. H. glauca* (Hook.) Engl. (Х. Зибольда), *H. lancifolia* Engl. – Х. ланцетолистная, *H. fortunei* (Baker) Bailey – Х. Форчуна [Декоративные ..., 1977]. Это корневищные длительно вегетирующие, летне-осеннецветущие многолетники, широко используемые в озеленении [Седельникова, 2009]. Для анализа взяты надземные органы (листья): в период массового отрастания (07.06–19.06), цветения (23.07–26.07), плодоношения и осенней вегетации (25.09–27.09) для видов рода хоста (*Hosta*). Для ириса гибридного (*I. hybrida*) – в период массового отрастания (07.06–10.06), начала отцветания (23.07–25.07), плодоношения (25.09). Для лилейника гибридного (*H. hybrida*) их брали в период весеннего отрастания (07.06), начала цветения (27.07), 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 – опыт, растения вблизи автомагистрали по ул. Российская (Научный центр СО РАН, Академгородок). Образцы высушивали, перемалывали в молотилке до мелкой фракции. В фиксированных и измельченных листьях определяли содержание общего азота методом Кьельдаля, модифицированным З.В. Чмелевой и С.Л. Тютревым [Плешков, 1985]. 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 исследований и их обсуждение. Анализ данных по накоплению общего азота в надземных органах хост показал некоторые индивидуальные различия у видов (табл.). Установлено, что наибольшее содержание азота у хосты ланцетолистной (*H. lancifolia*) в период начала цветения и плодоношения, как в контроле, так и вблизи автодороги по ул. Российская (1,8–1,88 % и 1,27–1,55 % соответственно). Наличие азота в листьях к осени изменяется. Так, у хосты ланцетолистной (*H. lancifolia*) и х. Зибольда (*H. sieboldiana*) в контроле и городской среде повышается, а у х. Форчуна (*H. fortunei*) понижается. Однако накопление азота в листьях к осени в 1,5–3,0 раза больше в городских условиях, чем в контроле. Возможно, некоторое понижение содержания азота в надземных органах хост в период цветения и плодоношения свя-

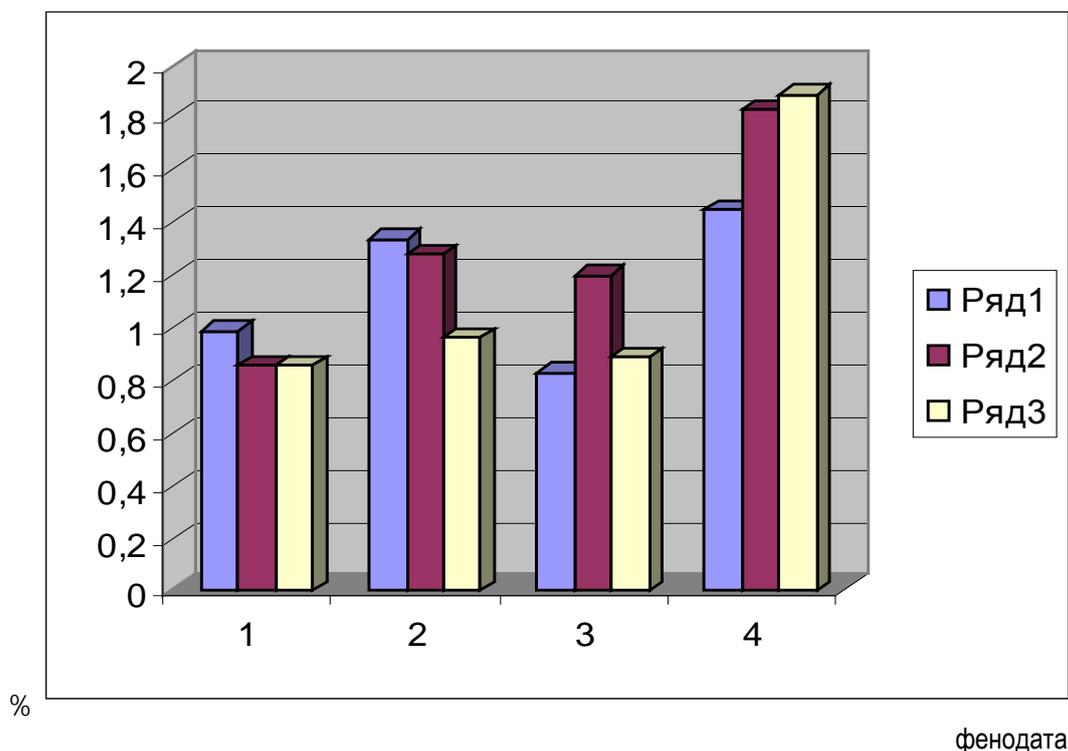
зано с их перераспределением в подземные органы (корневища), которые также участвуют в накоплении азота. Очевидно, подвижное распределение азота по органам в соответствии с фенофазами развития хост следует в дальнейшем проанализировать.

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

Вариант	Дата (число, месяц)	Фенофаза	N, M±m
<i>Хоста ланцетолистная – Hosta lancifolia</i>			
Контроль	07.06	М.отрастание	1,42±0,039
	27.07	Н.цветения	1,8±0,029
	25.09	Плодоношение	1,88±0,044
Опыт	07.06	М.отрастание	1,26±0,023
	27.07	Н.цветения	1,55±0,05
	25.09	Плодоношение	1,27±0,088
<i>Хоста Форчуна – Hosta fortunei</i>			
Контроль	19.06	М.отрастание	1,58±0,044
	27.07	Цветение	0,81±0,042
	25.09	Плодоношение	0,94±0,035
Опыт	19.06	М.отрастание	1,81±0,021
	23.07	Цветение	0,445±0,019
	25.09	Плодоношение	0,418±0,019
<i>Хоста Зибольда -- Hosta sieboldiana</i>			
Контроль	18.06	М.отрастание	0,315±0,009
	27.07	Цветение	1,08±0,073
	25.09	Плодоношение	1,27±0,067
Опыт	18.06	М.отрастание	0,332±0,023
	23.07	Цветение	0,347±0,006
	25.09	Плодоношение	1,63±0,042

Примечание: м.отрастание – массовое; н.цветения – начало; опыт – вблизи автотранспорта по ул. Российская.

В листьях ириса гибридного (*I. hybrida*) высокое содержание азота было отмечено в период массового отрастания растений как в контроле, так и в опыте. Причем в месте автотранспортной нагрузки содержание азота было в 1,5 раза больше, чем в контроле. У лилейника гибридного (*H. hybrida*) наблюдали варьирование содержания азота в листьях в течение вегетационного периода как в контроле, так и в опыте (рис.). В контроле высокое содержание азота было в период начала цветения (1,86%), а в опыте в период плодоношения (1,83%). Наличие азота в листьях ириса гибридного (*H. hybrida*) в зоне автотранспортной нагрузки к осени в 2 раза увеличивалось, а в контроле в 1,5 раза понижалось. При сравнении показаний содержания азота у изучаемых растений было установлено, что поглотительная способность листовой поверхности у видов рода хоста (*Hosta*) выше в 1,5 раза, чем у лилейника (*Heimerocallis*), и в 0,5 раза, чем у ириса (*Iris*). Отмечена видоспецифичность накопления азота в листьях данных объектов исследования вблизи автотранспортной дороги по ул. Российская в 2012 г., которая индивидуальна и связана с сезонным развитием растений. Так, у хосты ланцетолистной (*H. lancifolia*) и х. Зибольда (*H. sieboldiana*), лилейника гибридного (*H. hybrida*) выявлено повышение содержания азота в листьях к концу вегетации, тогда как у ириса гибридного (*I. hybrida*) и хосты Форчуна (*H. fortunei*) – понижение. Однако эти виды устойчивы и обладают аккумулялирующей способностью азота листовой поверхностью в местах автотранспортной нагрузки (ул. Российская), характеризовались различным содержанием общего азота в листьях в условиях автотранспортной нагрузки по ул. Российская, где сильнее выражено загрязнение окислами азота.



Динамика содержания азота в листьях ириса гибридного (*I. hybrida*) (1 – контроль, 2 – опыт) и лилейника гибридного (*H. hybrida*) (3 – контроль, 4 – опыт) в вегетационный период 2012 г. (ряд 1 – 07.06, ряд 2 – 27.07, ряд 3 – 25.09)

Выводы

1. У всех видов хост, произрастающих вблизи главной автотранспортной магистрали по ул. Российская (Научный центр, Академгородок), установлено высокое накопление азота в листьях в период массового отрастания (июнь), у лилейника гибридного (*Hemerocallis hybrida*) и ириса гибридного (*Iris hybrida*) в период плодоношения (сентябрь).

2. Отмечена видоспецифичность в накоплении азота у трех видов рода Хоста (*Hosta*): у хосты Зибольда (*H. sieboldiana*) содержание азота выше в 2–4 раза к осени по сравнению с х. ланцетолистной (*H. lancifolia*) и х. Форчуна (*H. fortunei*).

3. Количественное накопление общего азота в листьях представителей родов Хоста (*Hosta*), Лилейник (*Hemerocallis*), Ирис (*Iris*) служит биотестированием при оценке состояния в условиях загрязнения окружающей среды выбросами автотранспорта.

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. – М.: Наука, 1986. – 172 с.
3. Барахтенова Л.А., Николаевский В.С. Влияние сернистого газа на фотосинтез растений. – Новосибирск: Наука, 1988. – 85 с.
4. Горышина Т.К. Растение в городе. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. – 148 с.
5. Декоративные травянистые растения. – Л.: Наука, 1977. – 458 с.
6. Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н.В. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 1997. – 220 с.
7. Мишкина Н.М. Оптимизация содержания калия в органах однолетних травянистых растений при загрязнении почв тяжелыми металлами // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах: сб. тр. Всерос. конф. – Самара, 1999. – С. 125–131.

8. Кайдорина В.А. Влияние выбросов автотранспорта на синтез первичных и вторичных метаболитов в листьях рябины сибирской // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: мат-лы II Междунар. конф. – Кемерово, 2009. – С. 60–63.
9. Копылова Л.В. Накопление тяжелых металлов в древесных растениях на урбанизированных территориях Восточного Забайкалья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Улан-Удэ, 2012. – 23 с.
10. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1985. – 255 с.
11. Седельникова Л.Л. Роль интродукционных исследований в озеленении городов Сибири // Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Чита, 2009. – С. 226–229.
12. Цандекова О.Л. Влияние загрязнения выбросов автотранспорта на содержание общего азота в листьях рябины сибирской // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: мат-лы II Междунар. конф. – Кемерово, 2009. – С. 88–90.
13. Цандекова О.Л., Седельникова Л.Л. Аккумулирующая способность листьев декоративных растений в городской среде Научного центра СО РАН // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 4. – С. 98–101.
14. 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. – V. 305. – P. 177–193.
15. Element accumulation in boreal bryophytes, lichens and vascular plants exposed to heavy metal and sulfur deposition in Finland / M. Salemaa, J. Derome, H.S. Helmisaari [et al.] // Science of The Total Environment. – 2004. – V.324. – P.141–160.



УДК 624.131; 551.79 (571.14)

Г.А. Демиденко

КОРРЕЛЯЦИЯ ЭКОСИСТЕМ ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОН СИБИРИ В ГОЛОЦЕНЕ

В статье рассмотрены вопросы корреляции палеоэкосистем степных и лесостепных природных зон Сибири в голоцене – современном межледниковье. Многолетний анализ исследований автора и литературных данных позволил выявить корреляционные зависимости между формированием экосистем регионов Сибири в разных природных зонах в голоцене.

Ключевые слова: Сибирь, природная зона, корреляция, экосистемы, палеопочвы, спорово-пыльцевые спектры, климатические изменения, голоцен.

G. A. Demidenko

THE ECOSYSTEMCORRELATION OF SIBERIANFOREST-STEPPE AND STEPPE ZONES IN THE HOLOCENE

The correlation issues of paleoecosystems of the Siberian steppe and forest-steppe zones in the Holocene - the present interglacial period are considered in the article. The long-term analysis of the author's studies and literature data allowed to reveal the correlation dependences between the ecosystem formation of Siberia regions in different natural zones in the Holocene.

Key words: Siberia, natural zone, correlation, ecosystems, paleosoils, spore-pollen spectra, climate change, Holocene.

Введение. Представление об эволюционировании экосистем необходимо для понимания современного состояния природной среды и прогнозирования ее изменений. На облик природных комплексов оказали большое влияние климатические изменения в голоцене [13,14 и др.]. Голоцен – современное межледниковье – оказывается менее изученным по сравнению с другими геологическими периодами. Существовало несколько периодов голоцена: предбореальный, бореальный, атлантический, суббореальный, субатлантический [11,15]. Особенности развития экосистем в эти периоды голоцена можно проследить изучая их компоненты, сохранившиеся в субэаральных отложениях голоценового возраста.