

4. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 26 с.

5. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 390 с.

6. Карпинская, Е.В. Биологические особенности и элементы технологии выращивания календулы лекарственной и базилика благородного в Белоруссии: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Е.В. Карпинская; НИИ сельского хозяйства Центр. р-нов Нечернозем. зоны. – М., 2008. – 25 с.

7. Лудилов, В.А. Редкие и малораспространенные овощные культуры (биология, выращивание, семеноводство) / В.А. Лудилов, М. Иванова. – М.: Росинформагротех, 2009. – 196 с.

8. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посевного материала: сборник отраслевых регламентов / В.Г. Гусаков [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 520 с.

9. Скорина, В.В. Новые сорта базилика обыкновенного *Ocimum basilicum* L. и технология их возделывания / В.В. Скорина, Т.В. Сачивко // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 4. – С. 62–64.

10. Технология выращивания зеленных и пряно-ароматических культур: тематическая подборка № 78–91 // ВАСХНИЛ; ВНИИ информации и технико-экономических исследований АПК, Белорусский филиал. – Минск, 1991. – 60 с.

11. Агрохимия: практикум / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.

MAINTENANCE OF BASIC ELEMENTS OF A FOOD AND THEIR CARRYING OUT VARIOUS PHENOTYPES OF THE BASILIK

T.V. Sachyuka

In researches on the cultivated sod-podsolic loamy soil it is established that the content of the general nitrogen in green material of various phenotypes a basilica in a phase of technological ripeness on the average made 2,53 %, phosphorus – 1,74 %, potassium – 4,87 %, calcium – 3,63 %, magnesium – 0,94 % in solid. Standard carrying out of basic elements of a food with 1 t of products appeared 2,8 kg (N), 2,0 (P₂O₅), 5,5 (K₂O), 4,1 (CaO) and 1,1 kg (MgO).

Поступила 30 ноября 2012 г.

УДК 633.877:632.15

СОДЕРЖАНИЕ И СООТНОШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЛИСТЯХ И ХВОЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. МИНСКА)

Г.В. Пироговская, С.С. Хмелевский

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Растения играют важную роль в оздоровлении городской среды. Вместе с тем, произрастая в городе, они испытывают стресс, который выражается в изменении биохимического состава, накоплении загрязняющих веществ [1–5]. Изучение ответной реакции растений на ионы водорастворимых соединений или тяжелых металлов, которые при повышенных концентрациях оказывают токсическое действие на их рост и развитие, имеет не только практическое значение, связанное с возрастающим загрязнением окружающей среды, но и важное фундаментальное, связанное с исследованием механизма адаптации и устойчивости растений к загрязнителям.

Известно, что содержание и соотношение элементов питания для каждого растения, в том числе и зеленых насаждений, при нормальных условиях его роста и развития находятся в определенных пределах. При избыточном накоплении как элементов питания (азота, калия, фосфора, кальция, магния), так и тяжелых металлов отмечаются видимые повреждения ассимиляционных органов растений (хлорозные и некротические пятна на листьях и т.д.) [6–8].

Имеются данные, касающиеся токсического действия тяжелых металлов и их распределения по органам древесных насаждений, меньше известно об изменении содержания элементов питания в фитомассе в результате загрязнения. Состав и содержание элементов питания в фитомассе характеризуются видоспецифичностью, зависят от возраста, состояния растений, почвенно-климатических условий их произрастания, загрязнения окружающей среды [6, 9–11].

По данным Т.М. Поварничиной, содержание азота и калия в листьях большинства видов древесных культур в городских условиях существенно возрастает с увеличением степени техногенной нагрузки, для фосфора же, наоборот, характерно снижение его концентрации. Это свидетельствует о нарушении соотношения основных элементов минерального питания растений в условиях техногенной среды [12].

Изменение химического состава растений также зависит от фазы их развития, а значит, и от сезона года. Как правило, наблюдается снижение содержания ряда элементов (калия, фосфора и нитратного азота) в зеленых частях растений в летний период – период максимальной интенсивности всех физиологических процессов растений [13].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оценки содержания и соотношения химических элементов в листьях и хвое зеленых насаждений, используемых для озеленения вдоль автомобильных дорог в г. Минске, в 2006–2008 гг. был выполнен комплекс лабораторных и полевых исследований.

Объекты исследований – древесные насаждения наиболее часто используемых в озеленении г. Минска пород (каштан конский – *Aesculus Hippocastanum L.*, липа мелколистная – *Tilia cordata Mill.*, клен остролистный – *Acer platanoides L.*, туя западная – *Thuja occidentalis L.*).

Предмет исследований – элементы питания ($N_{\text{общ.}}$, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg, Na) и их соотношения (N/P, P/Ca, Ca/P, K/(Ca+Mg), (Ca+Mg)/K, Na/K).

На удалении от автомобильной дороги 1–150 м производился отбор почвенных образцов и растительных проб (листьев и хвои) зеленых насаждений (май,

сентябрь), в которых определяли агрохимические показатели почв и содержание элементов питания в растениях.

Аналитическая обработка полученных экспериментальных данных выполнялась по общепринятым методикам:

– определение значений контролируемых показателей в почве проводилось по действующим общепринятым в почвоведении и агрохимии методам исследований, соответствующим ГОСТ или ОСТ: органическое вещество – по ГОСТ 26213–91, pH в КС1 суспензии – потенциометрически (ГОСТ 261212–84); подвижные формы P_2O_5 и K_2O определяли в 0,2 моль/л вытяжке HCl по методу Кирсанова (в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26207–91) с последующим определением фосфора на фотоэлектроколориметре, калия – на пламенном фотометре (ГОСТ 26207–91), обменные катионы (Ca^{++} , Mg^{++}) – по Гедройцу К.К. (ГОСТ 26487–85);

– в растительных пробах определяли азот, фосфор, калий, кальций, магний после мокрого озоления (смесью серной кислоты и перекиси водорода) общепринятыми методами: азот – по ГОСТ 13496.4–93, фосфор – спектрофотометрически (ГОСТ 26657–97), калий – на пламенном фотометре, кальций (ГОСТ 26570–95) и магний (ГОСТ 30502–97) – на атомно-адсорбционном спектрофотометре, содержание тяжелых металлов – атомно-абсорбционным методом.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась по Б.А. Доспехову с использованием соответствующих программ дисперсионного анализа на ПЭВМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Почва, будучи основным источником минерального питания зеленых насаждений в городе, влияет на рост, развитие, химический состав растений и декоративность. Городские почвы на исследуемых объектах характеризовались различной обеспеченностью элементами питания.

Агрохимические показатели (2006–2008 гг.) слоя почвы 0–50 см на объектах исследований изменялись в зависимости от удаления от автодороги и были следующие:

– в Центральном ботаническом саду на расстоянии до 40 м от автодороги: pH – 5,30–6,88, содержание P_2O_5 – 93–236 мг/кг почвы, K_2O – 76–154, Ca – 1182–1686, Mg – 72–129, N–NO₃ – 1,7–6,5 мг/кг почвы, органического вещества – 2,16–5,16 %; на расстоянии 150 м: pH – 4,20–4,77, содержание P_2O_5 – 94–98 мг/кг почвы, K_2O – 70–114, Ca – 321–936, Mg – 43–125, N–NO₃ – 3,6–12,0 мг/кг почвы, органического вещества – 1,91–4,25 %;

– по ул. Сурганова на расстоянии 1–5 м: pH – 6,82–6,96, содержание P_2O_5 – 96–137 мг/кг почвы, K_2O – 140–185, Ca – 1275–1850, Mg – 116–142, N–NO₃ – 4,6–5,0 мг/кг почвы, органического вещества – 6,17–6,71 %;

– по пр-ту Победителей на расстоянии до 30 м от автодороги: pH – 6,82–7,16, содержание P_2O_5 – 211–308 мг/кг почвы, K_2O – 84–187, Ca – 868–1432, Mg – 68–148, N–NO₃ – 5,4–13,2 мг/кг почвы, органического вещества – 1,16–3,73 %; на расстоянии 50–80 м: pH – 6,74–6,87, содержание P_2O_5 – 433–756 мг/кг почвы, K_2O – 120–286, Ca – 1209–1866, Mg – 98–156, N–NO₃ – 6,4–13,6 мг/кг почвы, органического вещества – 3,97–4,78 %;

– по пр-ту Независимости на расстоянии 1–5 м от автодороги: pH – 6,51–6,68, содержание P_2O_5 – 217–224 мг/кг почвы, K_2O – 161–208, Ca – 1273–1361, Mg – 112–138, N–NO₃ – 5,1–6,5 мг/кг почвы, органического вещества – 2,26–2,70 %;

2. Плодородие почв и применение удобрений

– по ул. Ландера на расстоянии 1–5 м: рН – 5,10–5,34, содержание P_2O_5 – 304–331 мг/кг почвы, K_2O – 99–114, Ca – 717–919, Mg – 124–153, $N-NO_3$ – 2,3–3,1 мг/кг почвы, органического вещества – 1,24–1,39 %;

– по ул. Ваупшасова на расстоянии до 30 м: рН – 7,12–7,46, содержание P_2O_5 – 52–131 мг/кг почвы, K_2O – 45–165, Ca – 1237–1619, Mg – 64–161, $N-NO_3$ – 3,8–6,6 мг/кг почвы, органического вещества – 3,42–6,54 %; на расстоянии 50–100 м: рН – 4,35–5,38, содержание P_2O_5 – 38–64 мг/кг почвы, K_2O – 32–111, Ca – 450–1088, Mg – 74–153, $N-NO_3$ – 1,9–6,5 мг/кг почвы, органического вещества – 1,49–4,48 %.

В ходе исследований (2006–2008 гг.) анализировались сезонные изменения содержания элементов питания в листьях основных древесных пород (каштан конский, липа мелколистная, клен остролистный, туя западная) на разном удалении от автомобильных магистралей.

Высокая декоративность *каштана конского* (*Aesculus Hippocastanum L.*), относительно быстрый рост, повышенная способность очищать атмосферный воздух от пыли, лекарственные и другие свойства принесли ему заслуженную популярность в городском озеленении. Так, известно, что одно такое взрослое дерево очищает от поступающих выхлопных газов пространство объемом до 20 тыс. м³. Вместе с тем, конский каштан в городских условиях испытывает негативное воздействие целого ряда факторов, имеющих различную этиологию (агроклиматическую и агротехническую, промышленную и биологическую). В результате происходит угнетение растений, зачастую – гибель [14].

Согласно Х.Г. Якубова, по данным наблюдений сети мониторинга за древесными насаждениями в г. Москве, все произрастающие деревья объединены в три группы, что позволяет представить их общее состояние. К первой группе отнесены жизнеспособные деревья (категория состояния – без признаков ослабления (здоровые) и умеренно ослабленные); ко второй группе – ослабленные и сильноослабленные; к третьей – погибшие деревья (усыхающие и сухостой). Деревья без признаков ослабления и умеренно ослабленные имеют хорошо развитую крону, листья нормальных размеров и цвета, сухих ветвей не более 25 %; ослабленные и сильноослабленные деревья имеют от 26 до 50 % сухих ветвей, наблюдается уменьшение размера листьев, часто имеет место некроз листьев в слабой или средней степени, могут наблюдаться повреждения коры; усыхающие деревья имеют более 50 % сухих ветвей, крону неправильной формы, сильный краевой некроз и вялость листьев, повреждения ствола и ветвей [15].

Результаты наших исследований показали, что в условиях г. Минска химический состав элементов питания и их соотношения в листьях каштана конского изменялись в зависимости от сезонности, состояния насаждения (без признаков ослабления и ослабленные деревья) и расстояния от автомобильной дороги (табл. 1).

Выявлено, что к осени в листьях каштана конского без признаков ослабления отмечалось некоторое увеличение содержания фосфора, калия, кальция и магния, снижение общего азота и натрия на всех объектах. В листьях ослабленных деревьев – в основном снижение содержания фосфора, натрия и калия (пр-т Победителей).

На ул. Сурганова и пр-те Победителей у ослабленных деревьев каштана на расстоянии 1–5 м от автодороги по сравнению с деревьями без признаков ослабления на аналогичном расстоянии весной (май) в листьях увеличивалось содержание фосфора в 1,7–2,3 раза, калия – в 1,1–1,5, кальция – в 1,2–1,3, магния –

до 1,2, натрия – в 1,2–1,5 раза; осенью (сентябрь) – фосфора – до 1,3 раза, кальция – в 1,1–1,2, натрия – в 2,0–3,1 раза.

Таблица 1

**Содержание основных элементов в листьях каштана конского
(среднее за 2006–2008 гг.)**

Расстояние от автодороги	Элементы, % (на сухое в-во)											
	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na
	май						сентябрь					
Центральный ботанический сад												
1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,43	0,56	1,01	0,51	0,18	1,02	2,09	0,66	1,11	0,87	0,24	0,35
150 м от автодороги (без признаков ослабления)	3,20	0,59	1,04	0,42	0,16	0,24	2,72	0,74	1,48	1,11	0,27	0,10
НСР ₀₅	0,17	0,02	0,05	0,02	0,01	0,04	0,14	0,02	0,05	0,02	0,01	0,03
ул. Сурганова												
1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,33	0,48	1,01	0,50	0,18	1,12	2,08	0,63	1,13	0,82	0,26	0,33
1–5 м от автодороги (ослабленный)	2,40	0,83	1,11	0,58	0,17	1,63	2,04	0,81	1,18	0,91	0,21	1,03
НСР ₀₅	0,14	0,05	0,08	0,02	0,01	0,03	0,14	0,02	0,08	0,02	0,01	0,04
пр-т Победителей												
1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,22	0,56	1,36	0,51	0,14	1,07	2,09	0,81	1,63	0,81	0,31	0,50
1–5 м от автодороги (ослабленный)	2,23	1,26	2,00	0,64	0,17	1,31	1,95	0,75	1,45	1,00	0,19	0,99
30 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,89	0,55	1,51	0,53	0,23	0,33	2,63	0,71	1,84	1,30	0,29	0,06
НСР ₀₅	0,15	0,05	0,10	0,02	0,01	0,05	0,14	0,02	0,07	0,02	0,01	0,03

Если сравнивать содержание элементов в листьях жизнеспособных каштанов на различном удалении от автодороги, то наиболее резкие отличия наблюдались по содержанию натрия, т.е. его показатели вблизи автомобильной дороги в 3,2–8,3 раза (пр-т Победителей) и 3,5–4,3 раза (ЦБС) выше по сравнению с расстояниями 30–150 м. Что касается других элементов, то их изменения незначительны.

Расчетные данные по соотношению элементов питания в листьях жизнеспособных и ослабленных деревьев каштана конского (май) свидетельствуют, что

2. Плодородие почв и применение удобрений

в большей степени у ослабленных каштанов уменьшается соотношение N/P и Ca/P, увеличивается соотношение P/Ca и Na/K (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение элементов в листьях каштана конского (среднее за 2006–2008 гг.)

Вариант	Соотношение, мг-экв.					
	N/P	P/Ca	Ca/P	K/(Ca+Mg)	(Ca+ Mg)/ K	Na/K
ул. Сурганова, 1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	8,19	0,81	1,23	0,54	1,85	2,27
ул. Сурганова, 1–5 м от автодороги (ослабленный)	4,88	1,21	0,83	0,55	1,82	3,01
пр-т Победителей, 1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	6,69	0,93	1,08	0,78	1,28	1,34
пр-т Победителей, 1–5 м от автодороги (ослабленный)	2,99	1,67	0,60	0,93	1,08	1,61

Что касается соотношения K/(Ca+Mg) и (Ca+Mg)/K, то существенных различий у деревьев каштана конского без признаков ослабления и ослабленных не выявлено.

В озеленении городских территорий очень часто используется липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) за счет своих высоких декоративных качеств (особенно во время цветения), способности расти в широком диапазоне кислотности, газо- и дымоустойчивости. В то же время деревья липы предъявляют достаточно высокие требования к дренированности почвы, ее плодородию [16].

Установлено, что в ослабленных растениях липы мелколистной по сравнению с деревьями без признаков ослабления на расстоянии 1–5 м от автомобильной дороги (пр-т Независимости) в весенний период отмечалось увеличение содержания калия и магния (в 1,2 раза), натрия (в 1,7 раза), в осенний период – повышение только натрия (в 5,2 раза) (табл. 3).

На пр-те Победителей на расстоянии 50 м от автодороги по сравнению с 80 м выявлена тенденция увеличения в весенний период содержания калия (в 1,1 раз), магния (в 1,5) и натрия (в 4,0), в осенний – фосфора (в 1,5) и натрия (в 2,8 раза).

Соотношения элементов питания в листьях жизнеспособных и ослабленных деревьев липы мелколистной (май) приведены в таблице 4.

Выявлено, что в листьях липы мелколистной происходят изменения соотношений всех элементов питания (N/P, P/Ca, Ca/P, K/(Ca+Mg), (Ca+Mg)/K, Na/K) у ослабленных деревьев по сравнению с деревьями без признаков ослабления.

Клен остролистный (*Acer platanoides*) является превосходной декоративной культурой за счет красивой густой кроны, орнаментальной листвы, особо ценится в городском озеленении. В то же время клен остролистный предъявляет определенные требования к плодородию почвы, ее влагообеспеченности, которые не всегда соответствуют оптимальным значениям в условиях городской среды [17].

Установлено, что в листьях ослабленных деревьев клена остролистного в городе на расстоянии 1–5 м от автомобильной дороги в весенний период наблюдалось повышение содержания фосфора в 2,55 раз, калия – в 1,52 раз, кальция и магния – в 1,30–1,33 раза, натрия – 16,2 раза, в осенний период – только натрия – в 21,5 раза (табл. 5).

**Содержание основных элементов в листьях липы мелколистной
(среднее за 2006–2008 гг.)**

Расстояние от автодороги	Элементы, % (на сухое в-во)											
	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na
	май						сентябрь					
пр-т Независимости												
1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,85	0,92	1,65	0,53	0,21	0,27	2,10	0,60	1,84	1,36	0,33	0,10
1–5 м от автодороги (ослабленная)	2,71	0,64	1,98	0,52	0,25	0,46	1,84	0,48	1,10	1,41	0,19	0,52
НСР ₀₅	0,15	0,03	0,09	0,02	0,01	0,02	0,12	0,02	0,07	0,07	0,01	0,01
пр-т Победителей												
50 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,76	0,74	1,49	0,69	0,31	0,97	2,92	0,95	1,05	1,39	0,10	0,28
80 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,88	0,93	1,35	0,67	0,21	0,24	2,08	0,65	1,99	1,67	0,39	0,10
НСР ₀₅	0,14	0,03	0,10	0,02	0,01	0,02	0,13	0,03	0,08	0,07	0,01	0,02

По ул. Ваупшасова содержание элементов питания в листьях жизнеспособных деревьев клена остролистного отличалось в зависимости от удаления от автомобильной дороги (30, 50 и 100 м). Что касается изменения содержания элементов по сезонам (весна–осень), то выявлено снижение элементов питания в осенний период, за исключением кальция и магния.

Закономерности изменения соотношений элементов питания в листьях жизнеспособных и ослабленных деревьев клена остролистного (май), как у каштана конского. У ослабленных деревьев в листьях уменьшалось соотношение N/P и Ca/P, увеличивалось – P/Ca и Na/K при несущественном изменении соотношений K/(Ca+Mg) и (Ca+Mg)/K (табл. 6).

Особую ценность в улучшении качества городской среды представляют хвойные растения, так как, будучи вечнозелеными, они участвуют в очистке воздуха от пыли и вредных газов даже в зимнее время. Одним из них является туя западная (*Thuja occidentalis* L.).

Туя западная отличается значительной устойчивостью к техногенному загрязнению, но тем не менее в условиях городской среды испытывает негативное воздействие целого ряда факторов (загрязнение почвы, атмосферы и др.), отрицательно влияющих на ее рост, развитие, декоративные качества [18, 19].

В результате исследований установлено, что содержание основных элементов питания и натрия в хвое туи западной несколько различалось по сезонам (весна и осень). Так, в осенний период в сравнении с весной (Центральный ботанический сад) отмечалось снижение содержания общего азота и натрия (в 1,5 и 2,5 раза

2. Плодородие почв и применение удобрений

соответственно) на фоне повышения содержания фосфора (в 1,6 раза), калия (в 2,2), кальция (в 1,7) и магния (в 3,5 раза) (табл. 7).

Таблица 4

Соотношение элементов в листьях липы мелколистной (среднее за 2006–2008 гг.)

Вариант	Соотношение, мг-экв.					
	N/P	P/Ca	Ca/P	K/(Ca+Mg)	(Ca+ Mg)/ K	Na/K
пр-т Независимости						
1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	5,23	1,47	0,68	0,80	1,25	0,34
1–5 м от автодороги (ослабленная)	7,15	1,04	0,96	0,90	1,11	0,48

Таблица 5

Содержание основных элементов в листьях клена остролистного (среднее за 2006–2008 гг.)

Расстояние от автодороги	Элементы, % (на сухое в-во)											
	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na
	май						сентябрь					
ул. Ландера												
1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,30	0,40	1,28	0,43	0,18	0,32	2,30	0,62	1,02	1,27	0,30	0,23
1–5 м от автодороги (ослабленный)	2,92	1,02	1,95	0,56	0,24	5,19	2,23	0,50	1,11	0,99	0,30	4,95
НСР ₀₅	0,11	0,03	0,08	0,02	0,01	0,15	0,13	0,03	0,06	0,06	0,01	0,14
ул. Ваупшасова												
30 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,92	0,97	1,64	0,45	0,22	0,24	2,59	0,59	1,25	1,40	0,34	0,22
50 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,36	1,11	1,77	0,51	0,25	0,32	2,11	0,79	1,22	1,22	0,34	0,08
100 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,40	1,12	1,74	0,61	0,21	0,26	2,08	0,76	1,19	1,15	0,32	0,06
НСР ₀₅	0,15	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	0,13	0,03	0,06	0,63	0,01	0,01

На объекте исследований по бульвару Ленина были обнаружены здоровые и ослабленные растения туи западной. Сравнительная оценка содержания химических элементов в хвое здоровых и ослабленных насаждений туи западной показала, что в ослабленных растениях в хвое снижено содержание общего азота в 2,3 раза, фосфора – в 1,5 раза, увеличено содержание натрия в 2,5 раза.

Таблица 6

**Соотношение элементов в листьях клена остролистного
(среднее за 2006–2008 гг., май)**

Объект	Соотношение, мг-экв.					
	N/P	P/Ca	Ca/P	K/(Ca+Mg)	(Ca+ Mg)/K	Na/K
ул. Ландера						
1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	9,71	0,79	1,27	0,75	1,33	0,51
1–5 м от автодороги (ослабленный)	4,83	1,54	0,65	0,87	1,15	5,45

Таблица 7

**Содержание основных элементов в хвое туи западной
(среднее за 2006–2008 гг.)**

Расстояние от автодороги	Элементы, % (на сухое в-во)											
	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na
	май						сентябрь					
бульвар Ленина												
1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	2,85	0,19	0,51	0,72	0,16	0,26	1,75	0,24	1,05	1,55	0,24	0,08
1–5 м от автодороги (ослабленная)	1,22	0,13	0,54	0,83	0,21	0,64	–	–	–	–	–	–
НСР ₀₅	0,10	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	–	–	–	–	–	–
Ботанический сад												
40 от автодороги (без признаков ослабления) 1,69	0,33	0,50	0,80	0,17	0,33	1,11	0,52	1,08	1,36		0,60	0,13

Соотношение элементов питания в хвое здоровых и ослабленных растений туи западной показало, что наиболее изменчивыми у ослабленной туи являлись отношения N/P, P/Ca, Ca/P и Na/K, при этом соотношения N/P и P/Ca уменьшались, а Ca/P и Na/K увеличивались. Соотношения K/(Ca+Mg) и (Ca+Mg)/K изменялись незначительно (табл. 8).

Таблица 8

Соотношение элементов в хвое туи западной (среднее за 2006–2008 гг.)

Вариант	Соотношение, мг-экв.					
	N/P	P/Ca	Ca/P	K/(Ca+Mg)	(Ca+ Mg)/K	Na/K
бульвар Ленина						
1–5 м от автодороги (без признаков ослабления)	25,32	0,22	4,48	0,22	4,53	1,04
1–5 м от автодороги (ослабленная)	15,84	0,13	7,54	0,20	5,11	2,43

Приведенные данные свидетельствуют о нарушении соотношения основных элементов минерального питания в ослабленных древесных насаждениях расте-

ний по сравнению со здоровыми деревьями, что может служить диагностическим показателем состояния зеленых насаждений. Аналогичные данные отмечаются и другими исследователями [12].

ВЫВОДЫ

1. Вдоль автомобильных дорог г. Минска наблюдаются нарушения в листьях ослабленных деревьев (каштан конский, липа мелколистная, клен остролистный, туя западная) соотношений элементов питания (N/P, P/Ca, Ca/P и Na/K) без существенных изменений соотношений $K/(Ca+Mg)$, $(Ca+Mg)/K$.

2. Для более точного диагностирования содержания и соотношения основных элементов минерального питания в ослабленных и здоровых деревьях требуются дальнейшие исследования, так как необходим больший набор экспериментальных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ведерников, К.Е. Биоэкологические особенности древесных растений в насаждениях урбаносистем (на примере г. Ижевска): автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16. / К.Е. Ведерников; Ижевская гос. сельскохоз. акад. – Тольятти, 2008. – 20 с.

2. Двоглазова, А.А. Эколого-биологические особенности древесных и травянистых растений в насаждениях урбанозооэкосистемы крупного промышленного центра (на примере г. Ижевска): автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16. / А.А. Двоглазова; Ин-т биолог. УНЦ РАН. – Уфа, 2009. – 20 с.

3. Кавеленова, Л.М. К специфике содержания зольных веществ в листьях древесных растений в городской среде в условиях лесостепи (на примере Самары) / Л.М. Кавеленова [и др.] // Химия растительного сырья. – 2001. – № 3. – С. 85–90.

4. Васильева, К.А. Особенности роста ассимиляционного аппарата клена остролистного (*Acer Platanoides* L.) в условиях загрязнения / К.А. Васильева, Г.А. Зайцев // Извест. Самарского науч. центра Российской академ. наук. – 2011. – Т. 13. – № 1(4). – С. 790–792.

5. Шихова, Н.С. Мониторинг зеленых насаждений / Н.С. Шихова // Сб. науч. трудов. – Москва: Прима-М, 2003. – Вып. 8: Экология большого города. – С. 122–125.

6. Кулагин, А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А.А. Кулагин, Ю.А. Шагиева. – Москва: Наука, 2005. – 190 с.

7. Кулагин, А.А. Эколого-физиологические особенности тополя бальзамического (*Populus Balsamifera* L.) в условиях загрязнения окружающей среды металлами: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16. / А.А. Кулагин; Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. – Тольятти, 2002. – 19 с.

8. Шергина, О.В. Состояние древесных растений и почвенного покрова парковых и лесопарковых зон г. Иркутска / О.В. Шергина, Т.А. Михайлова. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2007. – 200 с.

9. Попова, О.В. Индикация дальности и интенсивности влияния Новолипецкого металлургического комбината на прилегающую территорию (по реакциям клена платанолистного) / О.В. Попова, А.И. Федорова // Вес. ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация. – 2005. – № 1. – С. 135–142.

10. Роголева, Н.О. Эколого-биогеохимические особенности парковых насаждений г. Самары: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16. / Н.О. Роголева; Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. – Тольятти, 2009. – 19 с.

11. Федорова, А.И. Корневые системы древесных растений в городской среде / А.И. Федорова // Сб. науч. трудов. – Москва: Прима-М, 2005. – Вып. 11: Проблемы озеленения крупных городов. – С. 158–160.

12. Поварницына, Т.М. Эколого-физиологические особенности адаптации древесных растений к условиям крупных промышленных центров (на примере г. Ижевска): автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16. / Т.М. Поварницына; Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. – Тольятти, 2007. – 20 с.

13. Корельская, Т.А. Биогеохимическая индикация экологического состояния урбоэкосистем севера (на примере Архангельска): автореф. дис. ...канд. хим. наук: 03.00.16. / Т.А. Корельская; Ивановский гос. хим.-технологич. ун-т. – Иваново, 2008. – 16 с.

14. Попов, Г.В. Об устойчивости конского каштана обыкновенного (*Aesculus Hippocastanum* L.) к вредителям и болезням на юго-востоке Украины / Г.В. Попов, И.В. Бондаренко-Борисова // Промышленная ботаника. – 2007. – № 7. – С. 252–258.

15. Состояние зеленых насаждений в Москве (по данным мониторинга 2004 г.): аналитический доклад / Н.А. Асиевич [и др.]; под общ. ред. Х.Г. Якубова. – Москва: Стагирит-Н, 2005. – 200 с.

16. Липа мелколистная [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.pitersad.ru/tilia-cordata.html>. – Дата доступа: 05.09.2011.

17. Рековец, П. Ухоженный сад / П. Рековец // Нескучный сад. – 2008. – № 4. – С. 28–30.

18. Воскресенская, О.Л. Эколого-физиологические адаптации туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в городских условиях / О.Л. Воскресенская, Е.В. Сарбаева. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2006. – 130 с.

19. Сарбаева, Е.В. Биоэкологические особенности туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) в условиях городской среды: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16 / Е.В. Сарбаева; Марийский гос. ун-т. – Йошкар-Ола, 2005. – 21 с.

CONTENT AND CORRELATIONS OF NUTRIENTS IN LEAVES AND PIN GREEN PLANTINGS (ON AN EXAMPLE OF MINSK)

G.V. Pirogovskaya, S.S. Hmelevsky

Summary

Data on the content of the main mineral nutrients and their correlations in leaves of the tree species of most often used in gardening of Minsk are presented in this article. Infringements in leaves of the weakened trees (*Aesculus Hippocastanum* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Thuja occidentalis* L.) and nutrients correlations (N/P, P/Ca, Ca/P and Na/K), without essential correlations changes of K / (Ca+Mg) (Ca + Mg) / K are revealed.

Поступила 9 ноября 2012 г.