

УДК 582.475.2(476)

А.М. Николайчук, С.Ф. Жданец

АККУМУЛЯЦИЯ ИОНОВ ХЛОРА В АССИМИЛЯЦИОННЫХ ОРГАНАХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В работе приведены результаты исследований содержания ионов хлора в листьях древесных растений, произрастающих в районах с различным уровнем техногенной нагрузки и имеющих по шкале декоративности оценку от крайне неудовлетворительной до отличной. Отмечено, что в контрольной зоне (Центральный ботанический сад) уровень аккумуляции ионов хлора был выше, чем в листьях городских насаждений. Исследованные виды древесных растений мы расположили в порядке убывания аккумулирующей способности листьев: липа мелколистная – липа крупнолистная – вяз шершавый – конский каштан обыкновенный – липа европейская – клен платановый.

Введение

Хлор не является составной частью органического вещества растений, поэтому его содержание в ассимиляционных органах целиком зависит от поступления извне. Чаще всего ионы хлора поступают в растения из противогололедных средств, используемых для зимней очистки дорог от снега и льда. Основным реагентом, применяемым на дорогах города Минска, является песчано-соляная смесь, состоящая на 97% из NaCl. Хлориды проникают в почву вместе с талой водой, где накапливаются в токсичных для растений концентрациях. Деревья и кустарники, являясь механической преградой распространению солевой смеси воздушным путем, задерживают соли на листьях и ветках, что затрудняет фотосинтез, транспирацию и дыхание растений. Увеличение содержания солей в почве сопровождается поступлением их в крону деревьев и в листья, вызывая появление некрозов, усыхание побегов уже в начале вегетации, сокращение длительности вегетации и функционирования ассимиляционного аппарата растений [7]. Устойчивость различных видов деревьев к хлоридному засолению неодинакова, что подтверждается исследованиями некоторых ученых [1, 2, 6, 7].

Материалы и методы исследования

В летний период 2011 г. нами были проведены исследования уровня накопления ионов хлора в ассимиляционных органах некоторых видов древесных растений (липа мелколистная, липа крупнолистная, вяз шершавый, конский каштан обыкновенный, липа европейская, клен платановый). Отбор листьев для исследований проводился с деревьев, произрастающих на ключевых объектах г. Минска на различном удалении от проезжей части и имеющих уровень эстетической оценки по шкале оценки древесно-кустарниковой растительности от крайне неудовлетворительной до отличной. Для определения степени загрязнения и зональности распределения хлоридов в окружающей среде нами было определено содержание ионов хлора в ассимиляционных органах древесных растений аргентометрическим методом по Мору. Расчеты уровней накопления хлора проводили в мг/г сырого веса с последующим перерасчетом в проценты [5].

Прежде чем охарактеризовать результаты анализа накопления хлора в листьях древесных пород, целесообразно сопоставить полученные фактические данные с нормальным (контрольным) содержанием хлора в растительных образцах. Как свидетельствуют данные ряда исследователей [1, 2, 3, 4], нормальное содержание хлора в хвое и листьях колеблется от сотых до десятых долей процента. Так, Ф.А. Генин, изучая на-

копление хлора в листьях и хвое деревьев, произрастающих в Минске, предлагает принимать за контроль 0,33–0,39% содержания хлора в ассимиляционных органах [2].

Результаты и их обсуждение

Судя по данным таблицы, процентное содержание ионов хлора в листьях исследуемых видов древесных растений на всех ключевых объектах г. Минска не выходит за рамки контрольных показателей, указанных в литературе. Отмечено, что в условно чистой зоне (Центральный ботанический сад) уровень аккумуляции ионов хлора в листьях исследуемых видов древесных растений находился в пределах 0,014–0,037% и был самым низким за весь период наблюдения.

Таблица – Содержание хлора в листьях зеленых насаждений (мг/г, %). Июль. 2011г.

Место отбора	Вид	Содержание Cl, мг/г	Содержание Cl, %
Пр. Независимости (от перекрестка по ул. Филимонова и пр. Независимости по левой стороне в сторону центра города)	Липа мелколистная 1-й ряд, состояние удовлетворительное	213,89	0,214
	Липа мелколистная 1-й ряд, состояние неудовлетворительное	245,57	0,246
	Липа мелколистная 20 м от дороги, состояние удовлетворительное	195,32	0,195
	Липа крупнолистная 1-й ряд, состояние неудовлетворительное	275,56	0,276
	Липа европейская 1-й ряд, состояние удовлетворительное	208,87	0,209
Пр. Независимости (от ост. «Обсерватория» до ост. «Улица Филимонова»)	Липа мелколистная 1-й ряд, состояние удовлетворительное	160,88	0,161
	Липа мелколистная 1-й ряд, состояние неудовлетворительное	226,33	0,226
	Липа мелколистная 1-й ряд, состояние крайне неудовлетворительное	274,99	0,275
	Липа мелколистная 15 м от дороги, состояние хорошее	97,32	0,097
	Липа мелколистная 3-й ряд (10 м от дороги), состояние неудовлетворительное	192,33	0,192

Продолжение таблицы

Пр. Независимости (молодые липы в лунках с обеих сторон проспекта от цирка до ст. м. «Октябрьская») – на противоположной от цирка стороне – на стороне цирка	Липа мелколистная 1-й ряд в лунках, состояние хорошее	124,49	0,124
	Липа мелколистная 1-й ряд в лунках, состояние неудовлетворительное	358,17	0,358
	Липа крупнолистная 1-й ряд в лунках, состояние хорошее	84,87	0,085
	Липа крупнолистная 1-й ряд в лунках, состояние удовлетворительное	45,27	0,045
	Липа мелколистная 1-й ряд в лунках, состояние хорошее	69,61	0,070
Ул. Орловская (напротив выставочного комплекса, возле парка «Дримленд»)	Липа мелколистная 1-й ряд, состояние крайне неудовлетворительное	177,11	0,177
	Липа мелколистная 2-й ряд (10 м от дороги), состояние удовлетворительное	124,49	0,124
	Липа мелколистная 20 м от дороги, состояние хорошее	82,61	0,083
	Конский каштан обыкновенный 1-й ряд, состояние крайне неудовлетворительное	242,18	0,242
	Конский каштан обыкновенный 2-й ряд (10 м от дороги), состояние удовлетворительное	104,12	0,104
Ул. Радиальная (от ост. «Радиальная» по левой стороне в сторону завода игристых вин)	Липа мелколистная 2-й ряд (9-10 м от дороги), состояние хорошее	129,58	0,130
	Вяз шершавый 1-й ряд, состояние неудовлетворительное	261,45	0,261
	Вяз шершавый 2-й ряд (9-10 м от дороги), состояние хорошее	215,35	0,215

Продолжение таблицы

	Конский каштан обыкновенный 3-й ряд (18-20 м от дороги), состояние хорошее	51,49	0,051
	Клен платановидный, состояние удовлетворительное	225,20	0,225
Ул. Радиальная (от ост. «Радиальная» в сторону Круглой площади)	Липа крупнолистная 1-й ряд, состояние хорошее	72,80	0,073
	Липа крупнолистная 2-й ряд (10 м от дороги), состояние неудовлетворительное	229,16	0,229
	Липа мелколистная 1-й ряд, состояние удовлетворительное	135,23	0,135
	Конский каштан обыкновенный 2-й ряд, состояние удовлетворительное	105,81	0,106
	Конский каштан обыкновенный 1-й ряд, состояние неудовлетворительное	72,43	0,072
Пр. Партизанский (однорядная посадка на газоне по левой стороне (направление выезда из города), начало напротив зоомагазина в сторону ст. м. «Автозаводская»)	Липа мелколистная 1-й ряд, состояние неудовлетворительное	109,21	0,109
Пр. Партизанский (от дома № 66 двухрядная посадка на газоне в сторону универмага «Беларусь»)	Клен платановидный 1-й ряд, состояние удовлетворительное	170,88	0,171
	Клен платановидный 2-й ряд, состояние неудовлетворительное	125,05	0,125
Центральный ботанический сад (контроль)	Липа европейская, состояние хорошее	14,71	0,015
	Липа мелколистная, состояние удовлетворительное	24,33	0,024

Окончание таблицы

	Липа крупнолистная, состояние хорошее	14,15	0,014
	Вяз шершавый, состояние хорошее	20,37	0,020
	Конский каштан обыкновенный, состояние удовлетворительное	17,54	0,018
	Клен платановый, состояние хорошее	37,35	0,037

Согласно проведенным исследованиям, максимальное содержание ионов хлора было отмечено в листьях липы мелколистной, произрастающей в лунках на пр. Независимости на стороне цирка, – 0,375%. Следует отметить, что липа мелколистная в данной точке отбора по шкале эстетической оценки древесно-кустарниковой растительности имела неудовлетворительное состояние. В то же время у липы мелколистной, имеющей на момент отбора проб хорошее состояние и произрастающей в 1-м ряду от проезжей части, содержание ионов хлора было в 3 раза меньше и составило 0,124%. На противоположной от цирка стороне содержание ионов хлора для липы мелколистной было самым низким на данной точке отбора – 0,070%. Уровень аккумуляции ионов хлора листьями липы крупнолистной составил 0,045% на противоположной от цирка стороне и 0,085% – на стороне цирка.

Высокое содержание ионов хлора отмечено у липы крупнолистной, отобранной на пр. Независимости (от перекрестка ул. Филимонова и пр. Независимости по левой стороне в сторону центра города), и составило 0,276%. Данный вид произрастает в 1-м ряду от проезжей части и имеет по шкале декоративности неудовлетворительное состояние. На этой же точке отбора высокое содержание ионов хлора отмечено в листьях липы мелколистной, произрастающей в 1-м ряду и имеющей как удовлетворительное, так и неудовлетворительное состояние – 0,232 и 0,246% соответственно. Отмечено также, что по мере удаления от проезжей части аккумуляция ионов хлора листьями липы мелколистной снижалась до 0,195%.

На обратной стороне пр. Независимости самой низкой способностью аккумулировать хлор в листьях (0,097%) обладала липа мелколистная, произрастающая на расстоянии 15 м от проезжей части и имеющая по шкале декоративности хорошее состояние. На этой же точке отбора содержание ионов хлора в листьях липы мелколистной в 1-м ряду было прямо пропорционально ее оценке по шкале декоративности. Так, в листьях липы мелколистной, имеющей крайне неудовлетворительное состояние, содержание ионов хлора было наибольшим – 0,275%, снижаясь у видов, имеющих неудовлетворительное и удовлетворительное состояние (0,226 и 0,161% соответственно).

Наиболее активное накопление ионов хлора листьями липы мелколистной, произрастающей на ул. Орловской, было отмечено у растений придорожных зон (1-й ряд от проезжей части), где исследуемая величина составила 0,177%, постепенно снижаясь по мере удаления от автомагистрали: у липы, произрастающей на расстоянии 10 м от дороги, уровень аккумуляции листьями ионов хлора составил 0,124%, а на удалении 20 м – 0,083%. Такая же ситуация наблюдалась и у конского каштана обыкновенного: у видов, произрастающих в непосредственной близости от проезжей части и имеющих неудовлетворительную оценку по шкале декоративности, содержание ионов хлора в ассимиляционных органах имело значение 0,242%, тогда как при удалении от проезжей части исследуемая величина уменьшилась в 2,3 раза и составила 0,104%.

У конского каштана обыкновенного, произрастающего в 3-м ряду (18-20 м от проезжей части) на ул. Радиальной (от ост. «Радиальная» по левой стороне в сторону завода игристых вин) и имеющего хорошую оценку по шкале декоративности, уровень аккумулирующей способности листьев составил 0,051%. На обратной стороне ул. Радиальной (от ост. «Радиальная» в сторону Круглой площади) содержание ионов хлора в листьях каштана обыкновенного в 1-м и во 2-м ряду составило 0,072 и 0,106% соответственно. Отмечено также, что содержание ионов хлора в ассимиляционных органах липы крупнолистной, произрастающей в 1-м ряду от проезжей части, было на уровне 0,073%, что меньше, чем в листьях липы, отобранной во 2-м ряду (9-10 м от проезжей части), – 0,229%. У липы мелколистной по обе стороны ул. Радиальной содержание ионов хлора находилось на уровне 0,130–0,135%. В листьях вяза шершавого, произрастающего в непосредственной близости от проезжей части на ул. Радиальной, содержание ионов хлора составило 0,261%, незначительно снижаясь по мере удаления от дороги до 0,215%.

Наибольший уровень аккумуляции ионов хлора листьями клена платановидного зарегистрирован на ул. Радиальной – 0,225%. На Партизанском проспекте клен платановидный представлен двухрядной посадкой, и содержание ионов хлора у него колебалось от 0,125% в 1-м ряду до 0,171% – во 2-м ряду.

Выводы

1. Выявлена зависимость состояния древесных насаждений от места их произрастания: древесные растения, произрастающие на небольшом удалении от проезжей части (1-й ряд), испытывают более выраженное влияние автотранспорта, проявляющееся в высоком уровне накопления хлора в листьях, чем растения, произрастающие на расстоянии 10-20 м от проезжей части. Отмечено, что древесные растения в 1-м ряду от проезжей части характеризуются неудовлетворительным либо крайне неудовлетворительным состоянием по шкале эстетической оценки древесно-кустарниковой растительности, однако по мере удаления от проезжей части их состояние улучшается.

2. Отмечается существенная разница между накоплением ионов хлора в листьях растений, отобранных в условно чистой зоне (ЦБС), и в листьях растений, произрастающих вдоль крупных автомобильных дорог г. Минска, хотя, согласно литературным данным, накопление ионов хлора в листьях исследуемых видов древесных растений не выходит за рамки контрольных значений. Поскольку содержание хлора находится в пределах 0,014–0,358%, то полученные нами концентрации следует считать высокими. Тем более если учесть тот факт, что в конце 90х – начале 2000 гг., как свидетельствуют литературные данные, концентрация ионов хлора в листьях древесных растений достигала максимального значения 0,174% [6].

3. Согласно полученным данным, исследованные виды можно расположить в следующем порядке по мере снижения их способности аккумулировать хлор в листьях: липа мелколистная – липа крупнолистная – вяз шершавый – конский каштан обыкновенный – липа европейская – клен платановый. Отмечено также, что наибольшей способностью аккумулировать хлор в листьях обладает липа мелколистная.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аккумуляция ионов хлора почвами и ассимиляционными органами деревьев в городских насаждениях Минска / Е.А. Сидорович [и др.] // Проблемы озеленения городов : альманах / Департамент жилищ.- коммун. хоз-ва и благоустройства г. Москвы,

науч.-производ. предпр. по охране окруж. среды ОАО «Прима-М» ; под общ. ред. Х.Г. Якубова. – Вып. 10. – М., 2004. – С. 203–208.

2. Генин, Ф.А. Рост и развитие древесных растений в городских посадках и эдафические условия их произрастания : автореф. ... дис. канд. биол. Наук : 03.00.05 / Ф.А. Генин ; Ин-т эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск, 1988. – 20 с.

3. Илькун, Г.М. Газоустойчивость растений / Г.М. Илькун. – Киев : Наук. думка, 1971. – 146 с.

4. Илькун, Г.М. Загрязнители атмосферы и растения / Г.М. Илькун. – Киев: Наук. думка, 1978. – 246 с.

5. Родин, Л.Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л.Е. Родин, Н.П. Ремезов, Н.И. Базилевич. – Ленинград : Наука, 1968. – 143 с.

6. Сидорович, Е.А. Содержание ионов хлора в почвах под зелеными насаждениями Минска и аккумуляция их в ассимиляционных органах деревьев / Е.А. Сидорович [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біялаг. навук. – 2001. – № 1. – С. 9–14.

7. Состояние зеленых насаждений в Москве (по данным мониторинга 2004 г.) : аналитический доклад / ОАО «Прима-М» : под. ред. Х.Г. Якубова // . – Вып. 8. – М. : Стагирит-Н, 2005. – 200 с.

A.M. Nikolaichuk, S.F. Zhdanets. Accumulation Chlorine Ions in Assimilatory Parts of Wood Plants

The research is studying chlorine ions concentration in assimilatory parts of wood plants as an environment pollution indicator in different areas with various level of anthropogenic impact. Observed wood plants are estimated on a scale of decorative effect in range from extremely unsatisfactory to excellent. It is noted that in a reference area (The central botanic garden) chlorine ions concentration was higher, than in other city areas. In research observed wood plants are arranged in decreasing order by leaves assimilatory as following a linden melkolistny – a linden krupnolistny – an elm rough – a horsechestnut ordinary – a linden European – a maple plane-tree.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 04.06.2012