



ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.5:635.965.282.

СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (CU, ZN, CD, PB) В СИСТЕМЕ "ПОЧВА – ХВОЯ И ЛИСТЬЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД" НА РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА

© 2012 *Зайцев В.Ф., Галямова Г.К.*

Астраханский государственный технический университет

Рассматриваются вопросы накопления меди, кадмия, свинца и цинка в таких объектах окружающей природной среды, как почва, хвоя сосны и ели, листья тополя, березы, вяза листоватого и вяза приземистого на различных участках г. Усть-Каменогорска Республики Казахстан. Показано, что максимальным накоплением ТМ характеризуются почвы, хвоя (листья) северной, центральной (селитебной) зон города.

The problems of accumulation of copper, cadmium, lead and zinc in such objects of the environment, soil, pine and spruce needles, leaves, poplar, birch, elm and elm foliose squat on different parts of the city of Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. Shown that the maximum accumulation of TM characterized soil, pine needles (leaves) of the northern, central (residential) areas of the city

Ключевые слова: тяжелые металлы, урбоэкосистема, коэффициент накопления, хвоя и листья деревьев, кислоторастворимая форма.

Keywords: Heavy metals, urban ecosystems, accumulation factor, needles and leaves, acid soluble form.

Почвенный покров мегаполиса представляет собой неоднородный по генезису и пространственной структуре компонент урбогеосистемы, который вместе с растительностью образует сложную биогеохимическую систему. В урбоэкосистемах загрязнение почвенного покрова и древесных растений чаще всего происходит за счет атмосферных выбросов промышленных предприятий и выхлопных газов автотранспорта. В загрязненных почвах значительная часть поллютантов оказывается в составе подвижных соединений. Образование и перераспределение в почвенном профиле подвижных соединений типоморфных элементов составляет основное содержание элементарных почвообразовательных процессов. Становясь мобильными, химические элементы способны мигрировать по профилю почвы вплоть до грунтовых вод, а также, что очень актуально, переходить в форму, более доступную для поглощения растениями. Ее основной резерв – ионы, содержащиеся в почвенном растворе и находящиеся в обменном состоянии в почвенном поглощающем комплексе. Совершенно очевидно, что избыточное количество этой формы в почве чревато негативными последствиями: загрязнением растений и грунтовых, поверхностных вод, приземного слоя атмосферы.

Для мониторинга окружающей среды особый интерес представляет так называемый «ближний резерв», когда в качестве экстрагента применяется 1н раствор HCl. С его помощью извлекается значительная часть почвенного запаса химических элементов. Изучение содержания ТМ в объектах окружающей среды является актуальным вопросом крупных городов. В связи с этим целью данной работы было определение содержания и особенностей распределения Cu, Zn, Cd, Pb в системе "почва – хвоя и листья древесных пород" на различных по антропогенной нагрузке территориях г. Усть-Каменогорска.

Объекты и методы исследования

г. Усть-Каменогорск является одним из наиболее крупных промышленных центров Казахстана, представляющий собой уникальную урбанизированную систему, перенасыщенную промышленными предприятиями различного направления. Географические координаты центра района исследований 49°59' с.ш. и 82°37' " в.д.

Город Усть-Каменогорск расположен в пределах Иртышской зоны смятия, являющейся весьма важным экологическим фактором. Палеозойские породы и останцы неогена на территории города перекрываются мощной толщей четвертичных аллювиальных и делювиальных отложений, представленных лессовидными суглинками, сланцами и прослоями песка и гравия.

Территория города представлена черноземными степями в биогенных ландшафтах суши, почвы – черноземы обыкновенные суглинистые и солонцеватые, а также дерново-глеевые аллювиальные слоистые (поймы Иртыша, Ульбы и долины малых водотоков). Все почвы имеют слабокислую и нейтральную реакцию (рН от 6,8 до



8,1), среднюю (в суглинистых разновидностях) и низкую (в супесчаном и песчаных разновидностях) величину емкости поглощения (15-22 мг-экв./100 г почвы); содержание гумуса составляет 3-6 %.

На площади 230 кв² сконцентрированы крупные объекты цветной металлургии, атомно-промышленного и редкометального комплекса, теплоэнергетики, горнодобывающей, горноперерабатывающей, металлургической, химической, электротехнической промышленности. Численность населения - 310695 человек (по данным переписи на 1 сентября 2012 года). Ежегодные валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу города только от стационарных источников в 2006 году составили 72,5 тыс. тонны (в 2003 году-111 тыс. тонн). Выбросы от передвижных источников составляют 51 тыс. тонн [9].

На территории города Усть-Каменогорска были исследованы пробы почв (глубина 0-5 см), отобранные с 69 пробных площадок города (рис.1). Привязка проб осуществлялась с помощью прибора спутникового позиционирования GPS.

Глубина отбора проб определяется характером поведения техногенной составляющей в вертикальном профиле почв. По литературным данным, практическим результатам работ на Рудном Алтае и в г. Усть-Каменогорске однозначно установлено, что ТМ антропогенной природы локализованы в верхнем слое почвы мощностью 0-15 см. Горизонт 0-5 см содержит свыше 70 % их запаса и признан наиболее представительным для опробования [10].

Методика пробоотбора для изучения техногенного загрязнения почв ТМ базируется на использовании смешанных образцов, состоящих из нескольких частных проб, отобранных с площадки 10х10 м. Образцы почв отбирались в соответствии с ГОСТами [3,4,5]. Нами детально исследованы подвижные формы соединений тяжелых металлов, извлекаемые 1 н раствором HCl, так как это признанный экстрагент при техногенном загрязнении.

Сопряжено с пробами почв отбиралась хвоя ели сибирской (*Picea obovata* Ldb.), сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), листья тополя черного (*Populus nigra* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth.), вяза листоватого (*Ulmus foliacea*) и вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.). Для анализа изменения концентрации элементов в хвое разного возраста отбирали побеги первого, второго, третьего, четвертого года.

Хвою и листья деревьев для определения брали со средней части кроны с разных сторон север - юг, запад - восток с семи - десяти модельных деревьев на каждой пробной площадке согласно стандартным методическим рекомендациям [8]. Хвою и листья деревьев перед анализом промывали дистиллированной водой. Определение почв, хвои (листьев) деревьев проводили методом атомной абсорбции на спектрофотометре фирмы «Квант - 2АА». Статистическая обработка полученных в ходе исследования данных проводилась по методике Н.А. Плохинского [11] с использованием программы Microsoft® Excel.

В работе приняты следующие условные обозначения: *n* – число исследованных проб, *lim* – пределы колебаний, *X* - средняя арифметическая, \bar{x} - ошибка средней арифметической, *V* – коэффициент варьирования.

Результаты и их обсуждения

Среднее содержание кислоторастворимой формы ТМ в почвах г. Усть-Каменогорска представлено в таблице 1. В данную фракцию входят ТМ, связанные с различными почвенными компонентами (глинистыми минералами, гуминовыми соединениями, оксидами Fe, Al, Mn, первичными минералами) и характеризуются различной миграционной способностью. Данный экстрагент обычно используется для извлечения общего запаса подвижных форм ТМ [6].

Таблица 1.

Вариационно-статистические показатели содержания кислоторастворимой формы элементов в почвах г. Усть-Каменогорска

Элемент	lim	$X \pm \bar{x}$	Фон	V, %	$\frac{\text{Кларк в литосфере [1]}}{\text{Кларк в почве [2]}}$
		мг/кг			
Zn	65-900	317±22,2	42,6	100	$\frac{85}{50}$
Cd	0,5—10,3	2,45±0,3	0,42	96,6	$\frac{0,13}{0,5}$
Pb	10-1250	219,5±31,7	6,9	120	$\frac{16}{10}$
Cu	0,23-32,5	4,3±0,6	2,3	123	$\frac{47}{20}$



Геохимическая структура почв по величине средней концентрации кислоторастворимой формы ТМ различных районов г. Усть-Каменогорска имеет следующий вид (мг/кг):

$Zn(317) > Pb(219,5) > Cu(4,3) > Cd(2,5)$.

Сравнивая среднее содержание кислоторастворимой формы соединений с имеющимися утвержденными ОДК [7] для данных форм следует отметить, что содержание кислоторастворимой формы цинка (ОДК=60 мг/кг) превышает в 13,4 раза, меди (ОДК=50-100 мг/кг) не превышают допустимый уровень.

Среднее содержание кислоторастворимой формы цинка превышает кларк в почве в 6,3 раза, кларк в литосфере в 3,7 раза, кадмия – в 4,9 (18,8) раз, свинец – в 21,9 (13,7) раз соответственно.

Исследования показали, что содержание кислоторастворимой формы соединений Cu, Zn, Cd, Pb, максимально в пробах, отобранных в северной, центральной (селитебной) зонах города. Самые низкие концентрации кислоторастворимой формы вышеуказанных металлов находятся в почвах на территории южной зоны города (табл. 2).

Таблица 2.

Содержание кислоторастворимой формы химических элементов (мг/кг)
в почвах различных зон г. Усть-Каменогорска

Элемент	Северная	Центральная (селитебная)	Северо-восточная	Южная
Cu	$7,01 \pm 1,07(61)$ 1,0-15,0	$5,0 \pm 1,3(143,3)$ 0,5-32,5	$1,9 \pm 0,2(51)$ 0,2-3,8	$2,0 \pm 0,4(65)$ 0,7-5,0
Zn	$421,7 \pm 44,8(42,5)$ 190-900	$353,8 \pm 37,3(55,8)$ 75-800	$245,8 \pm 24,3(39,5)$ 103,5-430	$145,7 \pm 30,1(62)$ 65-340
Cd	$4,5 \pm 0,3(24)$ 3,0-6,4	$2,2 \pm 0,4(100,9)$ 0,5-10,3	$1,6 \pm 0,4(110,4)$ 0,5-8,0	$1,1 \pm 0,1(25)$ 0,8-1,6
Pb	$406 \pm 58,1(57)$ 65,0-900	$211,1 \pm 47(117)$ 12-980	$139 \pm 75(215)$ 12-1250	$45,0 \pm 11,6(77)$ 10,0-110,0

Примечание в данной таблице и в табл. 4: в числителе – средняя арифметическая и ее ошибка; в скобках – коэффициент вариации (в %), в знаменателе – предел колебаний.

По величине коэффициента вариации исследуемые тяжелые металлы образуют следующие убывающие ряды (%):

Северная промзона – Cu (61) > Pb (57,2) > Zn(43) > Cd (24).

Центральная (селитебная зона) – Cu (143,3) > Pb (117) > Cd (100,9) > Zn(56).

Северо-восточная - Pb (215) > Cd (110,4) > Cu (51) > Zn(40).

Южная - Pb (77) > Cu (65) > Zn(62) > Cd (25).

Среднее содержание кислоторастворимой формы Cu в северной зоне превышает таковое в южной зоне в 3,5 раз; Cd – в 4,1; Zn – в 2,9; Pb – в 9,0 раз соответственно. В среднем для кислоторастворимой формы химических элементов почв города Усть-Каменогорска характерна свинцово-цинково-кадмиевая геохимическая специализация ($Pb_{31,8}Zn_{7,4}Cd_{6,0}Cu_{1,9}$).

Дана оценка состояния почв различных зон города не только по уровню содержания кислоторастворимой формы отдельных элементов, но и по суммарному содержанию данных форм загрязняющих почвы элементов (табл.3).

Таблица 3.

Сравнительная характеристика зон загрязнения
г. Усть-Каменогорска

Зоны	среднее значение Zc	Zc	Формула геохимической специализации
Северная	87,7	25-186,4	$Pb_{58,8} > Cd_{11,2} > Zn_{9,9} > Cu_{3,0}$
Центральная (селитебная)	46,8	8,2-184,8	$Pb_{30,6} > Zn_{8,2} > Cd_{5,3} > Cu_{2,1}$
Северо-восточная	29,8	7,1-189,2	$Pb_{21,1} > Zn_{5,7} > Cd_{3,8} > Cu_{0,8}$
Южная	12,0	5,0-21,8	$Pb_{3,4} > Cu_{5,0} > Cd_{2,3} > Zn_{2,1}$
Общее по городу	81,8	5,0-189,2	$Pb_{31,8} > Zn_{7,4} > Cd_{6,0} > Cu_{1,9}$



По суммарному содержанию кислоторастворимой формы ТМ северной, центральной (селитебной) зоны города относятся к высокому уровню загрязнения почв ($Z_c 32-128$), северо-восточной – к среднему уровню загрязнения ($Z_c 16-32$), южной зоны – к допустимому уровню ($Z_c < 16$). В целом почвы г. Усть-Каменогорска характеризуются как свинцово-цинково-кадмиевым загрязнением.

Рассчитаны корреляционные зависимости между содержанием кислоторастворимой формой ТМ в почвах города. Выявлены четкие прямые, сильные корреляционные зависимости между медью и свинцом ($r=0,7$), средняя положительная связь отмечена между медью и цинком ($r=0,6$), цинком и свинцом ($r=0,5$).

Выявлена слабая корреляционная зависимость между медью и кадмием ($r=0,3$), цинком и кадмием ($r=0,2$), кадмием и свинцом ($r=0,4$).

Анализ содержания ТМ в хвое и листьях деревьев показал неравномерность распределения их на различных участках города. Максимальные концентрации тяжелых металлов в хвое и листьях деревьев отмечены в северной и центральной (селитебной) зонах города (табл.4).

Таблица 4.

Содержание тяжелых металлов в хвое и листьях древесных растений произрастающих в различных зонах города (n=114)

Элементы	Зоны города			
	Северная зона (n=19)	Центральная (селитебная) зона (n = 37)	Северо-восточная (n=37)	Южная (n=21)
Zn	$\frac{251,6 \pm 46(81)}{37-737,5}$	$\frac{196 \pm 21(67)}{22,5-475}$	$\frac{110,9 \pm 16(87)}{22,5-389,5}$	$\frac{82,8 \pm 12(67)}{23,8-225}$
Pb	$\frac{71,6 \pm 15(93)}{6,5-193,1}$	$\frac{13,0 \pm 1,4(65)}{3,3-43,5}$	$\frac{8,8 \pm 0,7(50,9)}{3,5-27,5}$	$\frac{6,7 \pm 0,6(41)}{2,25-11,8}$
Cu	$\frac{20,5 \pm 2,7(57)}{10,5-45}$	$\frac{40,6 \pm 19(285)}{5-525}$	$\frac{9,1 \pm 0,6(40)}{3,0-18,8}$	$\frac{10,2 \pm 0,7(31)}{5,6-17}$
Cd	$\frac{4,6 \pm 0,9(86)}{0,5-12,5}$	$\frac{2,7 \pm 0,3(70)}{0,13-7,5}$	$\frac{1,0 \pm 0,1(60)}{0,12-2,8}$	$\frac{0,8 \pm 0,1(90)}{0,13-2,3}$

Среднее содержание в северной зоне цинка в хвое и листьях древесных пород г. Усть-Каменогорска в 3,0 раза, свинца – в 10,7 раз, кадмия – в 5,8 раз; меди – в 2 раза превышает таковое в южной зоне города Усть-Каменогорска.

Для хвои и листьев деревьев г. Усть-Каменогорска в северной зоне характерна цинково-свинцовая, для центральной, северо-восточной и южных зон города – цинково-медная геохимическая специализация.

Количественным показателем перехода химических элементов из почвы в растение, т.е. отношением концентрации ТМ в воздушно-сухой массе хвои и листьев деревьев к концентрации кислоторастворимой формы ТМ в почве (мг/кг) является коэффициент накопления (Кн), или аккумулятивный индекс. Кн близок к КБП, но поглощение является физиологическим процессом, а накопление – результат как поглощения, так и внутреннего перераспределения химических элементов. Если Кн меньше 1, то превалирует загрязнение растений из почвы, если больше 1, то кроме поступления в растительную продукцию металлов из почвы, имеет место загрязнение из атмосферы. В силу биологических особенностей растения по разному относятся к накоплению ТМ. Так как цинк и медь являются необходимыми для жизнедеятельности растительного организма и его формирования, в почве они содержатся в качестве микроэлементов. Кадмий по химическим свойствам близок к цинку, но отличается от него большей подвижностью в кислых средах и лучшей доступностью для растений. Свинец является чужеродным элементом и попадает в почву как техногенный загрязнитель. По рассчитанным значениям Кн из почв хвоя и листья деревьев характеризовались повышенным накоплением меди и кадмия (за исключением листьев вида *Ulmus*). По отношению к кислоторастворимой форме ТМ в почвах Кн характеризуется следующим рядом для *Picea obovata* Ldb.: Cu (5,1) > Cd(1,4) > Zn(0,7) > Pb (0,3);

Pinus silvestris L.: Cu (7,9) > Cd(1,4) > Zn(0,5) > Pb (0,2);

Betula pendula Roth.: Cu (8,3) > Cd(1,4) > Zn(1,1) > Pb (0,3);

Populus nigra L.: Cu (6,5) > Cd(1,5) > Zn(0,8) > Pb (0,1);

Ulmus foliacea: Cu (5,1) > Cd(0,7) > Zn(0,2) > Pb (0,3);

Ulmus pumila L.: Cu (2,7) > Cd (0,2) = Zn(0,2) > Pb (0,1).



Максимальное накопление Cu отмечено в листьях березы, минимальное в листьях вяза приземистого, тополя.

Так как Кн больше 1 у Cu, Cd, за исключением цинка, свинца по отношению к кислоторастворимой, то загрязнение хвои и листьев деревьев осуществляется в большей мере атмосферой.

Проведенные исследования показали, что содержание Cu, Cd в хвое ели, сосны находится в прямой зависимости от их кислоторастворимых форм в почве ($r=0,8-0,9$). Прямая, но средней положительной силы между Pb в листьях тополя ($r=0,6$) и слабой силы между Zn, Pb, в хвое сосны, Cd в листьях тополя, вяза листоватого ($r=0,5$) и их кислоторастворимой формой в почве. Обратная, средней силы связь между Cd в листьях березы и его кислоторастворимой формой в почве.

Заключение

В результате исследования почвы, хвои (листьев) деревьев показано значительное загрязнение урбоэкосистемы г. Усть-Каменогорска свинцом, цинком, медью и кадмием техногенного происхождения. Аккумуляция ТМ в хвое и листьях деревьев отличается для разных древесных пород. Высокое содержание ТМ отмечено для хвои ели, листьев березы, низкое – для листьев вяза. При изучении содержания ТМ на различных участках города Усть-Каменогорска выявлено повышенное содержание их в северной, центральной (селитебной) зонах города, минимальное – в южной зоне. Сходные закономерности в содержании ТМ в данных зонах отмечены и для хвои и листьев деревьев. Таким образом, почвенный покров г. Усть-Каменогорска выступает в роли основного аккумулятивного барьера для ТМ и во многом определяет степень их накопления в хвое и листьях деревьев. Результаты исследования показали, что содержание Cu, Cd в хвое ели, сосны и их содержание в кислоторастворимой форме почвенного покрова служит адекватным биоиндикационным критерием при интегральной оценке загрязнения урбоэкосистемы г. Усть-Каменогорска. Загрязнение Zn, Pb в хвое и листьях деревьев осуществляется преимущественно атмосферным путем.

Библиографический список

1. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. - № 7.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957.
3. ГОСТ 5681-84. Полевые исследования почвы. Порядок и способ определения работ. Основные требования к результатам. – М.: Изд-во стандартов, 1984.
4. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
5. ГОСТ 4979-49. Почвы. Отбор, хранение и транспортировка проб. – М.: Изд-во стандартов, 1980.
6. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в почвах Западной Сибири // Почвоведение. – 1987. - № 11. – С. 87-94.
7. Ильин В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б.Ильин, А.И.Сысо – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
8. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоиздат, 1981. 108с.
9. О состоянии атмосферного воздуха в ВКО: Отчет ВКО департамента статистики, 2009г.
10. Панин М.С. Техногенные проблемы Усть-Каменогорска // Развитие идей континентальной биогеохимии и геохимической экологии. М.: ГЕОХИ РАН, 2010. С.70-86.
11. Программное обеспечение атомно-абсорбционного спектрометра «КВАНТ-2А». Руководство пользователя. – М.: ООО «КОРТЕК», 2003. – 55 с.

Bibliography

1. Vinogradov A. P. The average content of chemical elements in the principal types of igneous rocks of the Earth's crust//Geochemistry. - 1962- № 7.
2. Vinogradov A. P. Geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils.- Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1957.
3. GOST 5681-84. Field studies of the soil. The procedure and method of determining the work. the main requirements to the results. - Moscow: Publishing House of Standards, 1984.
4. GOST 28168-89. Soil. Sampling.- Moscow: Publishing House of Standards, 1989.
5. GOST 4979-49. Soil. Selection, storage and transport of samples. - Moscow: Publishing House of Standards, 1980.
6. Ilin V.B. Heavy metals in the soils of Western Siberia// Soil Science. - 1987- № 11-P. 87-94.
7. Ilin V.B. Trace elements and heavy metals in soils and plants of Novosibirsk Region / Ilin V.B., Syso A.I.- Novosibirsk: Publishing House of the Russian Academy of Sciences, 2001. -229 r.



8. Guidelines for conducting field and laboratory studies of soils and plants in the control of environmental pollution metals. - M.: Hidrometeoizdat, 1981.108p.
9. On the state of air quality in VKR: VKR Report Department of Statistics, 2009.
10. Panin M.S. Man-made problems of Ust-Kamenogorsk//Development of ideas continental geochemical ecology and biogeochemistry. Moscow: Vernadsky Institute, 2010. P. 70-86.
11. Software atomic absorption spectrometer "Kvant-2A." User Guide. - Moscow: "Cortec", 2003. - 55 r.

УДК 582.677.1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛИСТОПАДНЫХ КУСТОВИДНЫХ МАГНОЛИЙ В СУБТРОПИКАХ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ РОССИИ.

© 2012 Келина А.В.

ФГБОУ ВПО «Сочинский государственный университет», кафедра

На рост и развитие листопадных кустовидных магнолий влияют такие экологические факторы, как освещенность мест произрастания и влажность почв.

The main environmental factors influencing magnolia growth are solar radiation, soil moistures.

Ключевые слова: экологические факторы, листопадные кустовидные магнолии.

Keywords: environmental factors, deciduous bush magnolias.

Изучение влияния экологических факторов, влияющих на темпы роста и развития листопадных кустовидных магнолий (*Magnolia liliaeflora* Desr., *Magnolia x lennei* Van Houtte, *Magnolia x soulangeana* Soul.-Bod.) в условиях воздействия неблагоприятных экологических стресс-факторов субтропиков Черноморского побережья России является важнейшим этапом комплексных эколого-биологических исследований. Такие исследования необходимы для последующего рационального использования листопадных кустовидных магнолий в озеленении объектов ландшафтной архитектуры различного назначения.

Темпы роста, развития и проявления морфологических признаков у листопадных кустовидных магнолий достаточно вариабельны [1, 4, 7]. Основными экологическими факторами, влияющими на рост и развитие листопадных кустовидных магнолий в субтропиках Черноморского побережья России, являются освещенность и влажность почвы.

Наблюдения за влиянием экологических факторов на рост и развитие листопадных кустовидных магнолий невозможны без анализа данных фенологических наблюдений, которые проводились на эталонных одновозрастных растениях (10-30 лет), находящихся в сравнимых условиях, по предварительно адаптированным методикам Главного ботанического сада им. В.Н. Цицина РАН (ГБС РАН), с учётом специфики фенологических наблюдений за субтропическими растениями [3, 5].

Нами были проведены исследования характера роста вегетативных побегов и развития цветков разных сортов магнолий в зависимости от изменения условий произрастания [6]. Так, все наблюдаемые растения были разделены нами на группы по видовой принадлежности, а места их произрастания – по характеру освещенности и режиму увлажнения почвы. Таким образом, получились два варианта: 1 – солнечные участки с хорошо дренированными почвами; 2 – участки под пологом крон деревьев верхнего яруса с влажными или переувлажненными почвами (Таб. 1, 2).

Были замечены различия в побегообразовательной способности и характере цветения листопадных кустовидных магнолий, произрастающих в различных условиях. Так, по результатам 3-х летних наблюдений (2009 – 2011 гг.), у растений всех садовых форм *Magnolia liliaeflora*, произрастающих на относительно сухих почвах и в условиях хорошего освещения (вар.1), ветвей первого порядка больше, они толще и прочнее, нежели у растений, растущих в более влажных условиях и при худшем освещении.

Следует отметить, что для всех листопадных кустовидных магнолий характерно увеличение длины и уменьшение диаметра основания годичного побега в условиях затенения [2] (вар. 2).

У *Magnolia liliaeflora* cv. *Purpurea* и cv. *Reflorens* во влажных и недостаточно освещённых местах с годами развивается склонность к лианоидности, не отмечавшаяся у других видов и форм листопадных кустовидных магнолий. У *Magnolia x lennei* и *M. stellata* габитус кроны относительно константен в различных условиях освещенности.