

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ ХВОЙНЫХ В ГОРОДСКОМ ЛАНДШАФТЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА

В статье представлена оценка возможностей использования местных хвойных видов для оздоровления городской среды и усиления эстетической привлекательности города, позиционируемого как «европейский город» в Азиатско-Тихоокеанском регионе. В начале строительства на территории города произрастали тёмнохвойные леса с присутствием лиственных пород, придающие территории особую биогеографическую оригинальность. С расширением городской черты, когда застраивались склоны сопок (высотой до 350 м), задача сохранения аборигенной флоры оказалась довольно трудновыполнимой, сказывалась на удорожании строительства. Слабо учитывалось влияние муссонного климата. Поэтому в ряде микрорайонов растительность скудная или почти отсутствует, что затрудняет очищение атмосферного воздуха. Рассмотрен анализ влияния хвойных видов на экологические факторы. Изучено наличие связи между содержанием тяжёлых металлов в хвое и районом посадки деревьев. Определено содержание вредных накоплений в почвах и надземной части хвойных растений. Чрезмерных аккумуляций в хвое вредных веществ не выявлено. Хвойные породы смогут выдержать уровни концентрации тяжёлых металлов в городских почвах, если восстановление проводить с учётом ландшафтных, биологических и микроклиматических условий. Проблема реставрации нарушенного ландшафта не только в выборе места для посадки аборигенной флоры, а в сохранении этих насаждений.

Ключевые слова: городская среда, хвойные виды, загрязнение почв, аккумуляция тяжёлых металлов в хвое, реконструкция городских насаждений.

Состояние проблемы. Разработка путей оптимизации городской среды продолжает оставаться актуальной в современных ботанико-экологических исследованиях [6; 12]. Растения являются естественным природным фильтром, очищающим приземные слои воздуха от различных загрязняющих веществ. Условия экологической оптимизации городской среды зависят от географических условий местности, в которой расположен тот или иной город. Географические условия Заполярья, Сибири, Дальнего Востока и др. отличаются друг от друга, поэтому и состояние городской среды, пути её оптимизации зависят от этого. Одной из целей нашей работы было определение накопления тяжёлых металлов в хвое деревьев в зависимости от экологических условий их местообитания.

Владивосток является одним из крупнейших городов Дальнего Востока с более чем полумиллионным населением. Он позиционируется как фасад России на берегах Тихого океана. В начале его строительства на этой территории произрастали тёмнохвойные леса с присутствием лиственных пород. Возвышенный, до 350 м высоты, рельеф полуострова Муравьёва-Амурского определил локализацию основной застройки в прибрежной части, а связь с океаном придаёт городу особую биогеографическую оригинальность. В настоящее время на каждого жителя города прихо-

дится, с учётом лесопарковых лесов, до 20 м. кв. зелёных насаждений, но размещены они в основном в северной части города. В некоторых микрорайонах, особенно на возвышенных местах, растительность скудна или почти отсутствует, а хвойные породы представлены фрагментарно.

Если посадки (интродукция) лиственных пород деревьев и кустарников получили широкое развитие, то введение хвойных пород проводилось, в основном, только в первой половине 1960-х гг. [9]. Наблюдается дефицит местных хвойных видов флоры, используемых в восстановлении и формировании зелёных насаждений в городской среде, для которых эта территория является их естественным ареалом. Данной публикацией преследуется поиск ответа на вопрос: «Так ли пагубно экологическое состояние городской среды для хвойных насаждений в муссонном климате, как это закрепилось в сознании социума, и почему эти виды недостаточно распространены в озеленении г. Владивостока?».

Природно-экологические функции хвойных насаждений в городе. В общем объёме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города вклад от автомобильного транспорта достигает 85 %. Принято считать, что в крупных городах вследствие исключительной «чувствительности» экосистемы к различным антропогенным воздействиям характерен ограниченный набор массовых видов растений, а применение хвойных для оздоровления городской среды проблематично. Подобная оценка прослеживается не только у некоторых авторов, но и в программах сохранения и развития зелёных насаждений города [6; 7]. В нынешней практике озеленения хвойные деревья высаживаются вдоль трасс, где они через 1–2 года погибают. Питомники заняты в основном выращиванием лиственных пород деревьев и кустарников, с наибольшей очищающей способностью, учитывая их быстрый рост. В то же время в озеленении частных придомовых участков приоритет отдаётся зачастую хвойным деревьям, особенно сосне кедровой (кедру корейскому). Тем самым подтверждается возможность вернуть хвойные виды в озеленение города, учитывая схемы транспортных магистралей.

Нужно подчеркнуть, что наряду с лиственными породами экологическое влияние хвойных деревьев проявляется не только в ветрозащитных, климато- и влагорегулирующих функциях, закреплении склонов, но и в оздоровительных свойствах — выделении фитонцидов, которые способствуют снижению количества вирусов в атмосферном воздухе. Фитонциды участвуют в ионизации атмосферы, в детоксикации промышленных газов, способствуют оседанию пыли, могут тормозить или стимулировать рост и развитие растений, фито- и зоопатогенных бактерий, повышают иммунологическую реактивность организма. Если в тёплый период года такую задачу выполняют также лиственные виды, то в зимний сезон роль фильтров принимают на себя хвойные деревья. Многие из них отличаются устойчивостью к абиотическим факторам, в т. ч. к дефициту влаги, загрязнению атмосферного воздуха. Среди таких видов — можжевельник, пихта, лиственница, ель, сосна.

На оздоровлении городской среды благоприятно сказываются и климатические условия Владивостока, способствующие самоочищению атмосферного воздуха в зоне муссонного климата, а именно, скорость ветра, интенсивные осадки в виде тайфунов, циклонов. Опасного негативного воздействия токсичных газов (окислов серы, азота, углерода) также можно исключить, поскольку Владивосток характеризуется активным ветровым режимом в течение всего года, обеспечивающим быстрый

транспорт загрязнённых потоков. Гораздо более серьёзную опасность представляют городские почвы, загрязнённые тяжёлыми металлами.

Оценка аккумуляции вредных накоплений в почве. Оценка аккумуляции тяжёлых металлов проводилась для лиственных пород деревьев. Для хвойных такие оценочные показатели, как следует из публикации Н. С. Шиховой и Е. В. Поляковой [9], в динамике жизненного состояния хвойных пород в насаждениях Владивостока не проводились. Как показали исследования Р. А. Макаревич [4], почвы и пылевые наносы Владивостока характеризуются наибольшим загрязнением свинцом, кадмием, цинком, относящимся к первому классу опасности, и медью — элементом второго класса опасности [5]. Валовые содержания этих металлов в поверхностном 0–1 см слое почв и в тонкой фракции пылевых наносов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание тяжёлых металлов в городских объектах,
в мг/кг (n — число проб)

Металл	В почвах вдольуличных газонов, n = 46	Во внутриквартальных почвах, n = 32	В пылевых наносах < 0,05 мм вдоль улиц, n = 59
	<u>среднее ± стандартное отклонение</u> размах колебаний		
Свинец	145 ± 15 49–638	99 ± 15 45–260	500 ± 50 85–2130
Цинк	230 ± 10 130–380	255 ± 24 95–650	485 ± 20 250–930
Кадмий	$1,4 \pm 0,1$ 0,7–2,5	$1,4 \pm 0,1$ 0,6–2,6	$3,8 \pm 0,2$ 0,7–8,0
Медь	$27,3 \pm 1,5$ 11,5–62,5	$25,1 \pm 1,2$ 11,5–41,5	93 ± 9 32–410

Оценка концентраций металлов в почвах согласно нормативных документов [1; 2] указывает на интенсивное загрязнение ими почти всех обследованных почв Владивостока. Концентрации свинца в почвах вдольуличных газонов превышают предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 1,5–20, во внутриквартальных почвах — в 1,4–8 раз. Содержания цинка выше ориентировочно допустимой его концентрации (ОДК) для песчаных и супесчаных почв в 2,4–7 раз в почвах вдольуличных газонов и в 1,7–12 раз во внутриквартальных почвах. Накопление кадмия в почвах вдольуличных газонов в 1,5–5 и во внутриквартальных почвах в 1,2–5 раз превышает нормативную. Загрязнение почв медью менее значительно и имеет локальный характер. Лишь в 15 % почв вдольуличных газонов и в 12 % внутриквартальных почв концентрации меди превышают ОДК, соответственно, в 1,9 и 1,3 раза.

Однако высокие концентрации тяжёлых металлов в сантиметровом поверхностном слое городских почв не могут выступать в качестве лимитирующего фактора для высших растений. Поверхностная гумусированная почвенная толща в силу высокой ёмкости поглощения по отношению к металлам выступает мощным геохимическим барьером, препятствующим их миграции в нижележащие слои. Поэтому подавляющая часть аэральных выпадений металлов концентрируется в слое 0–5 см.

По данным Н. С. Шиховой [10], в поверхностном слое мощностью 15–20 см владивостокских почв содержание свинца варьирует от 51 до 130, цинка — от 122 до 229 и меди — от 18 до 50 мг/кг. Максимальные концентрации в почвах города свинца и цинка в слое 0–15(20) см значительно ниже таковых в слое 0–1 см, что сравнимо с содержанием металлов в почвах техногенно загрязнённых ландшафтов. Можно допускать, что включённые в озеленение города хвойные смогут выдерживать уровни его загрязнения. При этом следует учитывать и особенности каждого вида к аккумуляции различных металлов хвоей, что несомненно важно для очищения загрязнённых городских почв (рис. 1).

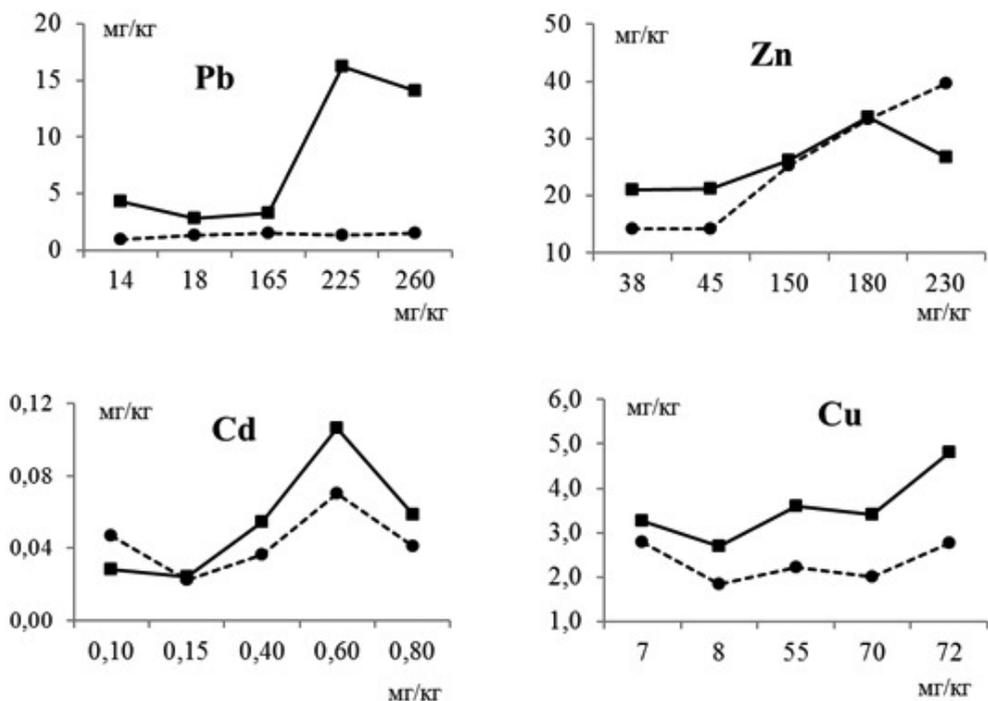


Рис. 1. Зависимость содержания тяжёлых металлов в хвое сосны кедровой стланиковой (сплошная линия) и ели аянской (пунктирная линия) от их содержания в почве: по оси X — содержание металлов в почве, по оси Y — содержание металлов в абсолютно-сухой хвое.

Ломаные линии графиков указывают на действие физиологических барьеров, существующих у каждого вида в отношении поглощения металлов при определённых их концентрациях в почвах. Так, в очистке почв от свинца, кадмия, меди и цинка (при концентрации его в почвах менее 150 мг/кг) гораздо более эффективна сосна кедровая стланиковая, чем ель аянская. Роль ели повышается на почвах с высокими уровнями загрязнения цинком. Эффективность трёх видов хвойных в поглощении металлов из загрязнённой почвы с концентрациями свинца, цинка, меди и кадмия, соответственно, 225, 180, 72 и 0,60 мг/кг показана на рис. 2.

Определение накопления вредных веществ в надземной части хвойных деревьев. Для проведения исследования ответных реакций хвойных на загрязнение окружающей среды и на стрессоустойчивость к загрязнению, отбор веток хвои

проводился в 8 точках Приморского края, отличающиеся по степени загрязнения. В отобранных образцах определяли содержание подвижных форм тяжёлых металлов, которые легко могут смываться с хвоинок дождём и поступать в почву, загрязняя её.

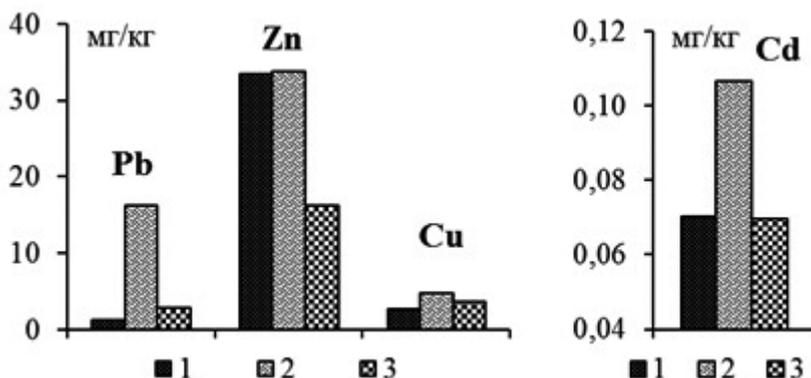


Рис. 2. Сравнительное накопление металлов в хвое различных видов при одинаковом их содержании в почве: 1 — ель аянская, 2 — сосна кедровая стланиковая, 3 — можжевельник сибирский

Определение концентрации металлов проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре AA-6800 фирмы «Shimadzu» с пламенной (цинк и медь) и электротермической (свинец и кадмий) атомизацией. На основании полученных результатов делались выводы об устойчивости вида к техногенному загрязнению, представленные в табл. 5.

Таблица 5

Накопление элементов группы тяжёлых металлов
в хвое сосны кедровой (зима 2013 г., мг/кг)

№	Район	Свинец	Цинк	Медь	Кадмий
		мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1	Шмаковка и Кировка, хвоя кедр	14,8	22,6	1,6	0,7
2	Урочище Тигровая падь, хвоя кедр	9,3	9,5	1,3	0,5
3	Садгород, хвоя кедр	18,1	23,3	1,8	0,5
4	Гимназия № 2, хвоя кедр	13,5	20,2	1,7	< 0,1
5	Некрасовская, путепровод, хвоя ели аянской	5,28	23,7	5,3	0,9
6	Радио, 7 хвоя пихты цельнолистной, 100 м от дороги	55,6	7,0	1,1	<0,1
7	Радио, 7 хвоя сосны густоцветковой, у дороги	24,7	15,2	2,4	0,2
8	Радио, 7 хвоя пихты цельнолистной, у дороги	37,7	15,9	1,7	0,2
	ПДК (овощи свежие)	500	10,0	5,0	30

По полученным результатам анализов установлено наличие связи между содержанием тяжёлых металлов в хвое деревьев и удалённости от города. Основные по-

казатели следующие: по свинцу все концентрации получились на порядок ниже, по кадмию — на три порядка ниже ПДК, по меди — в несколько раз ниже ПДК, и только концентрации цинка в двух случаях сравнимы с ПДК, а в остальных образцах хвои превышают ПДК. Это образцы, взятые у дороги с интенсивным движением. Нужно отметить, что в качестве эталона выбраны самые строгие нормативы — ПДК для пищевой продукции — овощей. Другие ПДК рассчитаны на сухой вес испытуемого материала, а для сравнения анализа свежей хвои взяты ПДК тоже свежего материала [8; 15].

Из анализов следует, что чрезмерных аккумуляций токсикантов первого класса опасности (свинца и кадмия) в хвое в зимние месяцы не выявлено. Однако не следует оптимистично полагать, что хвоя в условиях высокой городской запылённости воздуха не будет испытывать физиологического угнетения. Хвойные большей частью страдают от пыли, особенно в зимний муссон, когда редки осадки в виде снега и в воздухе накапливается много пыли. Угнетение может происходить из-за налипания на смолистых поверхностях хвои даже незагрязнённой терригенной пылью в результате закупорки устьичных промежутков, что будет приводить к нарушению воздушного обмена в тканях, нарушениям процессов дыхания и других физиологических процессов. Если хвоинки весной не промываются дождевыми осадками, то они теряют жизнеспособность (оппадают). Таким образом, содержание тяжёлых металлов зависит от техногенного загрязнения автотранспортом, в городских условиях со слабой устойчивостью хвойных к выбросам автотранспорта.

Обсуждение результатов. Какова возможность вводить хвойные в озеленение городов с интенсивным движением транспорта, а также использовать их в озеленении территорий, прилегающих к промышленным объектам? Как считают геоботаники [6; 10], в лесопарковой зоне г. Владивостока и на островных территориях возможно возобновление хвойных насаждений с присутствием «дружественных» им широколиственных пород. Учёными рекомендуется высаживать хвойные, учитывая особенности экспозиции и высоту склонов, пересечённость рельефа, микроклиматические условия отдельных городских районов [6; 7]. Для того чтобы хвойные лучше себя чувствовали и росли, их следует высаживать группами (в скверах, на внутридомовых территориях вдали от дорог). Для этих целей стоит учесть опыт подобных работ в странах Европы [11].

Учитывая рассмотренные выше экологические характеристики по роли в оздоровлении городской среды, восстановление посадок хвойных пород следует интенсифицировать, с учётом ландшафтных и биологических условий произрастания. Проблема большей частью заключается не в выборе места посадок хвойных деревьев, а в их сохранении. Внедрение через средства массовой информации экологического всеобуча для всех возрастных групп населения будет способствовать формированию у населения понятия о взаимосвязях в природе, развитию духовной потребности в общении с ней.

Реализация мер государственного регулирования должна дополняться действиями бизнеса (государственных и частных компаний) через его участие в координации экологических программ и создание региональных советов по экологическому надзору. Необходимо шире внедрять мероприятия по восстановлению нарушенного растительного покрова, расширению системы питомников аборигенной флоры, способствовать эстетической привлекательности городского ландшафта.

Литература

1. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М.: Минздрав России, 2006. 8 с.
2. ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. М.: Минздрав России, 2009. 4 с.
3. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва — растение. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 151 с.
4. Макаревич Р. А. Владивосток — потенциальный источник загрязнения прибрежно-морской зоны тяжелыми металлами // Устойчивое природопользование в прибрежно-морских зонах: Матер. междунар. конф., Владивосток, 7–9 октября 2013 г. / Ред. П. Я. Бакланов, В. П. Каракин, В. В. Жариков, Л. В. Горбатенко. Владивосток: Дальнаука, 2013. С. 289–294.
5. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М.: Изд-во стандартов, 1984. 8 с. ГОСТ 17.4.1.02-83
6. Озеленение городов Приморского края / Кол. авторов. Отв. редакторы: О. А. Смирнова, А. Ф. Журавков. Владивосток: ДВО РАН СССР, 1987. 516 с.
7. Проблемы озеленения населенных пунктов. Материалы городской науч.-практ. конф. г. Владивосток 1 декабря 2011 г. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та. 2011. 304 с.
8. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах (Постановление Главного санитарного врача СССР от 31 марта 1986 г. № 4089-86).
9. Шихова Н. С., Полякова Е. В. Деревья и кустарники в озеленении города Владивостока. Владивосток: Дальнаука, 2006. 236 с.
10. Шихова Н. С. Интегральная эколого-биологическая оценка состояния урбанизированной среды (на примере г. Владивостока) // Географические исследования восточных районов России: этапы освоения и перспективы развития: Матер. Всерос. науч.-практ. конф., Владивосток, 25–26 сентября 2014 г. / Ред. П. Я. Бакланов, П. Ф. Бровко, А. В. Мошков. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2014. С. 239–244.
11. Флоринет Ф. Инженерно-биологические методы укрепления склонов в Альпах // Экологическое планирование и управление. 2006, № 1. С. 45–50.
12. Якушевская Е. Б., Якимова Е. П. Растения-индикаторы состояния городской среды // Ученые записки ЗабГГПУ им. Н. Г. Чернышевского. 2013, № 1. С. 116–121.

Об авторах

Сидоркина Зинаида Ивановна — кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории социальной и медицинской географии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия.

E-mail: sidorkina@tig.dvo.ru

Макаревич Раиса Алексеевна — научный сотрудник лаборатории геохимии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия.

E-mail: makarevich@tig.dvo.ru

Z. Sidorkina, R. Makarevich

**ASSESSMENT OF A STATE AND OPPORTUNITIES
OF RESTORATION OF NATIVE TYPES CONIFEROUS
IN A CITY LANDSCAPE OF VLADIVOSTOK**

The article submits the assessment of opportunities of use of local coniferous types for improvement of urban environment and in strengthening of esthetic appeal of Vladivostok. The analysis of influence of coniferous views on ecological factors is given. The article considers connection between amount of heavy metals in needles and the area of planting

of trees. The content of harmful accumulation in soil is defined. Excessive accumulation of harmful substances in needles was not revealed during the research. Conifers will be able to withstand concentrations of heavy metals in urban soils, if the reduction is carried out taking into account the landscape, biological and micro-climatic conditions. The problem of restoration of the disturbed landscape is not only in choosing a site for planting native flora but in maintaining these plants.

Key words: *urban environment, coniferous types, pollution of soils, accumulation of heavy metals in needles, reconstruction of city plantings.*

About the authors

Dr Zinaida Sidorkina, Chief Researcher of the Laboratory of Social and Medical Geography, Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok, Russia.

E-mail: sidorkina@tig.dvo.ru

Raisa Makarevich, Associate Researcher of the Laboratory Geochemistry, Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok, Russia.

E-mail: makarevich@tig.dvo.ru

Статья поступила в редакцию 30.03.2015 г.