

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КАДМИЙСВЯЗЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ГОРОДА ОРЕНБУРГА

В данной статье рассмотрена проблема видовой особенности органов древесных растений (листьев и коры) города Оренбурга аккумулировать кадмий.

Основным путем поступления кадмия в деревья города Оренбурга является не корневой, а фоллиарный путь, а главным источником кадмия для деревьев города Оренбурга являются атмосферные осадки. Суммарный коэффициент биогеохимической активности показал, что кадмийсвязывающая способность выше у древесных растений из района с низкой кадмиевой нагрузкой, что свидетельствует о включении деревьями из районов с высокой нагрузкой кадмием физиологического барьерного механизма.

Содержание кадмия в листьях и коре зависит от вида древесных растений и уровня антропогенного загрязнения и превышает ПДК у березы бородавчатой (*Betula pendula* L.) и тополя черного (*Populus nigra* L.) из района с достоверно высоким уровнем загрязнения кадмием почвы и снегового покрова. Содержание кадмия в листьях и коре других изучаемых видов древесных растений соответствует норме. Выявлена видоспецифичность способности древесных растений к аккумуляции кадмия, которая достоверно выше у березы бородавчатой (*Betula pendula* L.). Видовой ряд деревьев по способности листьев связывать кадмий следующий: береза бородавчатая (*Betula pendula* L.) > тополь черный (*Populus nigra* L.) > вяз мелколистный (*Ulmus pumula* L.) > ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.). Для озеленения городской среды Оренбурга целесообразно использовать березу бородавчатую (*Betula pendula* L.), как вид способный к высокой аккумуляции кадмия в надземных органах, и способный к поглощению кадмия не только из почвы, но и из атмосферного воздуха.

Ключевые слова: кадмий, тяжелые металлы, деревья, город.

Город Оренбург характеризуется недостаточным уровнем озеленения на фоне неравномерного загрязнения своей территории тяжелыми металлами и другими токсикантами.

Древесные растения выполняют защитную функцию, они извлекают и концентрируют в своих органах и тканях различные химические элементы, тем самым препятствуют распространению загрязнителей в окружающей среде. В ходе исследований Н.Н. Макаровой (2007), было установлено, что площадь зеленых насаждений Оренбурга значительно меньше нормы, а состояние деревьев на крупных автомагистралях города приближается к критическому. Причиной данных явлений является действие антропогенных факторов, в том числе и тяжелых металлов [4].

Одним из приоритетных загрязнителей городской среды в Оренбурге является кадмий. Три свойства кадмия определяют его важность для окружающей среды: близость по химическим и биологическим свойствам к цинку; высокая миграционная способность и способность образовывать оксиды с последующим испарением в атмосферный воздух [3]. В Оренбурге и Оренбургской области на протяжении ряда

лет проводились исследования по определению содержания кадмия в почве, растениях и снеговом покрове, но на сегодняшний день нет достаточных научных данных о содержании и уровне накопления кадмия деревьями различных районов города Оренбурга. Поэтому целью данного исследования является определение видовой особенности кадмийсвязывающей способности древесных растений города Оренбурга.

Материалы и методы

По данным Макаровой Н.Н., основными древесными растениями парков и скверов города являются четыре вида лиственных деревьев: *Ulmus pumula* L. (Вяз мелколистный), *Fraxinus excelsior* L. (Ясень обыкновенный), *Populus nigra* L. (Тополь черный) и *Betula pendula* L., (Береза бородавчатая) [4]. Поэтому данные деревья были выбраны нами в качестве объектов исследования.

Для исследования неблагоприятного воздействия кадмия на деревья была выбрана Зауральная роща в районе автомобильного моста через реку Урал, где, зарегистрировано достоверно более высокое содержание кадмия в почве (4,2 мг/кг), снеговом покрове (0,0008

мг/мл) и травянистых растениях (4,7 мг/кг). А контрольным районом послужил парк им. Перовского, расположенный в Центральной части города, который, характеризуется как район с нормальным уровнем содержания кадмия в почве (0,0001 мг/кг), снеговом покрове (0,0007 мг/кг) и травянистых растениях (0,0002 мг/кг) [6].

Для проведения анализа использовали метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе «Формула ФМ – 400». Исследование проводилось в лаборатории Всероссийского научно – исследовательского института мясного скотоводства.

Интенсивность поглощения микроэлементов оценивали с помощью коэффициента биологического поглощения (КБП) по А.Л. Ковальскому (1969) и коэффициента биогеохимической активности (БХА) [5], [6].

Результаты исследования

В соответствии с поставленными задачами нами было определено содержания кадмия в листьях деревьев, расположенных в Зауральной роще. Достоверно высокое содержание кадмия зарегистрировано в листьях березы бородавчатой и тополя черного: по 7,4 и 2,6 мг/кг соответственно, что превышает норму содержания кадмия в надземной части древесных растений в 13 раз для березы и в 4,5 раза для тополя. Содержание кадмия в листьях вяза мелколистного и ясеня обыкновенного было соответственно: 0,5 и 0,4 мг/кг, что соответствовало норме.

В районе сравнения – парке им. Перовского содержание кадмия в листьях всех деревьев не превышало нормальный уровень, но в листьях березы бородавчатой также было достоверно более высокое, по сравнению с листьями других видов.

Сравнительный анализ содержания кадмия в листьях древесных растений относительно районов их произрастания показал, что содержание кадмия в листьях деревьев парка Перовского (район 1) достоверно меньше, чем в листьях деревьев Зауральной рощи (район 2), что можно объяснить более низким уровнем содержания кадмия в почве и снеговом покрове в районе 1.

Наибольшее содержание кадмия отмечается в коре березы бородавчатой – 4,6 мг/кг.

На втором месте – кора тополя черного – 2,4 мг/кг. Кора вяза и ясеня содержат кадмий по 0,4 и 0,42 мг/кг соответственно, что не превышает нормы. Содержание кадмия в коре деревьев из парка Перовского показало, что его количество не превышает нормы, но наибольшее содержание кадмия отмечено в коре березы бородавчатой – 0,0002 мг/кг. Кора других видов древесных растений накапливает кадмий одинаково низко – по 0,0001 мг/кг.

Сравнительный анализ содержания кадмия в коре деревьев из двух районов города показал, что содержание кадмия в коре деревьев парка Перовского (район 1) достоверно меньше, чем в коре деревьев Зауральной рощи (район 2).

Интенсивность поглощения кадмия деревьями оценивали с помощью коэффициента биологического поглощения (КБП). Наиболее высокий КБП у листьев березы – 10 и тополя черного – 3 из района с низкой нагрузкой кадмием. У деревьев, произрастающих в Зауральной роще КБП листьев достоверно ниже, но относительно других видов также выше у листьев березы и тополя.

Кора древесных растений, как показали наши исследования, поглощает кадмий в меньшей степени и значение КБП коры деревьев также выше у деревьев из парка Перовского. Для березы он составляет 2, а у других

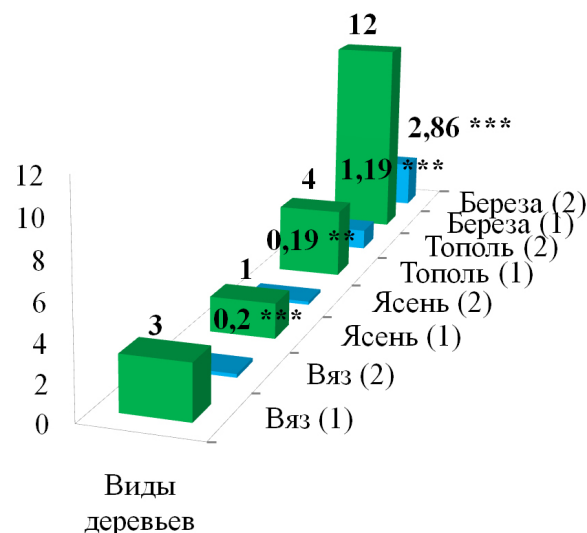


Рисунок 1. Значения БХА древесных растений города Оренбурга из районов с различной нагрузкой кадмием
Примечания: 1 – деревья парка Перовского;
2 – деревья Зауральной рощи; ***($p \leq 0,01$),
***($p \leq 0,001$) – статистически значимые различия накопления кадмия корой деревьев относительно районов произрастания

деревьев из этого же района КПБ в два раза меньше и равен 1.

Значение КПБ кадмия для деревьев Зауральной рощи достоверно ниже, но кадмийсвязывающая способность выше у коры березы и тополя. В меньшей степени кадмий аккумулируется корой вяза и ясеня. Значения коэффициента суммарной биогеохимической активности (БХА) древесных растений города Оренбурга из районов с различной нагрузкой кадмием представлено на рисунке 1.

Как следует из представленной диаграммы, самой высокой аккумуляционной способностью в отношении кадмия обладает береза бородавчатая, на втором месте находится тополь черный, третье место занимает вяз и четвертое – ясень. Также следует отметить, что кадмийсвязывающая способность деревьев, произрастающих в районе с повышенной нагрузкой кадмием (Зауральная роща) достоверно ниже, чем в относительно благополучном районе (парк Перовского).

Обсуждение результатов исследования

Проведенные нами исследования позволили сделать следующие выводы:

– выявлена видоспецифичность способности древесных растений к аккумуляции кадмия, которая достоверно выше у березы бородавчатой (*Betula pendula* L.). Видовой ряд деревьев по способности листьев связывать кадмий следующий: береза бородавчатая (*Betula pendula* L.) >

тополь черный (*Populus nigra* L.) > вяз мелколистный (*Ulmus pumila* L.) > ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.);

– установлено что, основным путем поступления кадмия в деревья города Оренбурга является не корневой, а фоллиарный путь, из чего следует вывод, что главным источником кадмия для деревьев города Оренбурга являются атмосферные осадки;

– суммарный коэффициент биогеохимической активности показал, что кадмийсвязывающая способность выше у древесных растений из района с низкой кадмиевой нагрузкой, что свидетельствует о включении деревьями из районов с высокой нагрузкой кадмием физиологического барьерного механизма.

Полученные данные подтвердили высокую кадмийсвязывающую способность березы бородавчатой (*Betula pendula* L.), по сравнению с другими древесными растениями, что соответствует результатам исследований Копыловой Л.В. (2012) и Кузнецовой Т. Ю. (2009), которые проводили сравнительный анализ аккумуляционной способности деревьев урбанизированных территорий в городах Петрозаводске и Улан – Удэ [1], [2]. Поэтому для озеленения городской среды Оренбурга целесообразно использовать березу бородавчатую (*Betula pendula* L.), как вид способный к высокой аккумуляции кадмия в надземных органах, и способный к поглощению кадмия не только из почвы, но и из атмосферного воздуха.

07.09.2015

Список литературы:

1. Копылова, Л. В. Накопления тяжелых металлов в древесных растениях на урбанизированных территориях Восточного Забайкалья: автореф. дис. кандидата биолог. наук / Л. В. Копылова. – Улан – Удэ, 2012. – 18 с.
2. Кузнецова, Т. Ю. Влияние тяжелых металлов на некоторые физиологические – биохимические показатели растений рода *Betulae*: автореф. дис. кандидата биолог. наук / Т. Ю. Кузнецова. – Петрозаводск, 2009. – 18 с.
3. Кучеренко, В. Д. Распространение микроэлементов в природных ландшафтах Оренбургской области / В. Д. Кучеренко, В. Б. Черняхов // Химизация сельского хозяйства Оренбургской области: сб. науч. тр. – Оренбург, 1984. – С. 82–92.
4. Макарова, Н. Н. Оценка состояния зеленых насаждений города Оренбурга / Н. Н. Макарова, Д. В. Трубкин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. – №12. – С. 213–216.
5. Науменко, О.А. Исследование механизма повреждающего действия избыточных концентраций кадмия на состояние антиоксидантных ферментов кресс-салата / О. А. Науменко, Е.В. Саблина, М.И. Кабышева, Е.А. Костенецкая // Вестник ОГУ. – 2013. – №10. – С. 205–207.
6. Науменко, О. А. Современные подходы к оценке количественного содержания тяжелых металлов в биологических объектах, в районах с различной антропогенной нагрузкой / О. А. Науменко, Ю. А. Неясова, В. А. Лукашов // Вестник магистратуры. – 2014. – №5-1 (32). – С. 25–31.

Сведения об авторах:

Науменко Ольга Александровна, доцент кафедры биохимии и молекулярной биологии химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета, кандидат медицинских наук, доцент, шифр специальности 14.00.09 460018, Оренбург, пр-т Победы 13, e-mail: prf3@mail.ru

Соколова Ольга Ярославовна, доцент кафедры биохимии и молекулярной биологии
химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета,
кандидат биологических наук, доцент, шифр специальности 14.00.09
460018, Оренбург, пр-т Победы 13, e-mail: sokolovaolga.1977@mail.ru

Бибарцева Елена Владимировна, доцент кафедры биохимии и молекулярной биологии
химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета,
кандидат медицинских наук, шифр специальности 14.00.09
460018, Оренбург, пр-т Победы 13, e-mail: l.vladi2010@yandex.ru