

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ ПАРКОВ ГОРОДА ОРЕНБУРГА

В статье рассматривается проблема мониторинга и биоиндикации городской среды. Дана характеристика некоторых химических и биологических свойств городских почв. Изучение фитотоксичности почв показало, что почвы всех участков исследования незначительно подавляли рост тест-культур, что свидетельствует о благоприятной экологической ситуации. На основе изучения фитотоксичности почв парковой зоны г. Оренбурга и анализа полученных результатов авторы рекомендуют использовать *Avena sativa L.* в качестве тест-объекта при изучении экологической обстановки в урбоэкосистемах.

Ключевые слова: фитотоксичность, загрязнение почв, химические и биологические свойства, урбаноземы.

Почвы занимают особое место в экологических системах и выполняют огромное количество функций. Важнейшая из них – экологическая, обеспечивающая жизненное пространство для человека и живых организмов. Антропогенно преобразованные почвы образуют группу собственно городских почв – урбаноземов.

Строительство городов приводит к уменьшению доли «живых» почв, при этом доля нарушенных земель возрастает, что значительно ухудшает санитарно-гигиенические, биосферные и экологические функции городских ландшафтов, сопровождается серьезными нарушениями всего природного комплекса, создающими угрозу здоровью и жизни человека в городе [1].

В связи со сложной экологической обстановкой зеленые насаждения играют важную роль в жизни современных городов. Однако растительность в городе находится под сильным антропогенным давлением, подвергается химическому, физическому и биологическому воздействию. В наиболее угнетенном состоянии находятся растительный покров автотрасс, улиц с интенсивным автомобильным движением, бульваров центральной части городов. Именно в таких местах в почве накапливаются разнообразные соединения естественного и антропогенного происхождения, обуславливающие ее загрязненность и токсичность [2]. В связи с чем, большой научный и практический интерес представляет интегральная оценка состояния почвенного тела. Одним из наиболее информативных показателей оценки суммарного техногенного загрязнения почвы является фитотоксичность. Выбор вида высшего растения в качестве тест-объекта зависит от целей исследования и типа почвенного загрязнения.

Целью работы являлось определение степени фитотоксичности почв парков города Оренбурга.

Объекты и методы

Объектами исследования послужили антропогенно преобразованные почвы парков г. Оренбурга, испытывающие на себе различное по интенсивности транспортное и промышленное воздействие.

Образцы почвы для анализа отбирались в 5 парках города Оренбурга: сквер на Парковом проспекте, парк им. В.А. Перовского, парк «Тополя», городской сад им. Фрунзе, и парк им. 50-летия СССР. Образцы почвы, отобранные на территории лесополосы в 20 км западнее г. Оренбурга, которая расположена за пределами города, использовались как эталон.

Почвы, выбранные объектами исследования, образовались на территории города исторически и по своим генетическим свойствам соответствуют черноземам обыкновенным.

Все почвенные образцы были отобраны и подготовлены согласно стандартным методикам отбора почвенных образцов (ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 5180-84). Фитотоксичность оценивали на основании сравнения всхожести и энергии прорастания семян (ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести), содержание гумуса по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), целлюлозолитическую активность почв оценивали «аппликационным методом» [3], [4], [5], [6]. Статистический анализ полученных данных проводили с использованием общепринятых методов и пакета прикладных про-

грамм MS Excel for Windows, «Statistica» V8 («StatSoft Inc.», США).

Результаты и обсуждение

Почвенный покров города Оренбурга и его окрестностей находится в зоне влияния предприятий перерабатывающей промышленности, в том числе Оренбургского газохимического комплекса, и интенсивных автомобильных выбросов; он отличается превышением концентраций валовых форм тяжелых металлов: кларка – меди и цинка, значений предельно-допустимых концентраций для хрома, марганца, свинца и никеля.

Особенности урбопедогенеза проявляются в сильной вариабельности почвенных параметров и проявлении контрастности, мозаичности и большой изменчивости генетических свойств. Немаловажным является тот факт, что почвенный покров города постоянно изменяется в результате перепланировочных мероприятий, строительной деятельности, озеленения и др., т.е. постоянно варьирует вместе с условиями городской среды [7], [8].

Органическое вещество почв, а в частности гумусовые кислоты способны связывать соли тяжелых металлов в стабильные комплексные соединения и тем самым переводят их в недоступную для растений форму. В связи с чем, при оценке экологического состояния почв парковых зон важное, а порой решающее значение имеет изменение в их гумусном состоянии. Гумус и его качественно-количественные показатели находятся в ряду важнейших свойств почв, определяющих как их экологические функции в биосфере, так и хозяйственные свойства.

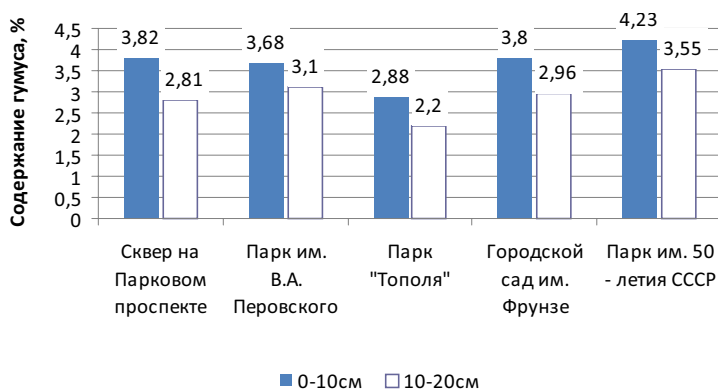


Рисунок 1. Содержание гумуса в почвах парков г. Оренбурга

Результаты исследований гумусного состояния почвы, представленные на рисунке 1, показали, что содержание органического углерода в почвах парков варьировало от 4,23% до 2,88% в слое 0–10см и характеризовалось как среднее и низкое по шкале Орлова Д.С. [9]. В слое 10–20см эти показатели изменялись в пределах от 3,55% до 2,2%, что соответствует малогумусным почвам.

По содержанию гумуса в почвах парки образуют следующий ряд (в порядке убывания): парк им. 50-летия СССР > городской сад им. Фрунзе > сквер на Парковом проспекте > парк им. В.А Перовского > парк «Тополя».

Фитотоксичность является интегральным показателем суммарного воздействия почвенных поллютантов на рост и развитие высших растений.

Уровень фитотоксичности парковых почв оценивается по снижению определяемых показателей по сравнению с таковыми у растений, выращиваемых на контрольной (незагрязненной) почве. В лабораторных условиях исследовалась фитотоксичность почв по отношению к двум индикаторным тест-культурам: *Avena sativa L.* (Овес посевной) и *Lepidium sativum L.* (Кресс-салат или Клоповник посевной). Изучение фитотоксичности почв показало, что почвы почти всех участков исследования подавляли рост тест – культур.

Всхожесть семян кресс-салата демонстрирует низкий фитотоксический эффект почвенных образцов, отобранных во всех исследуемых парках. Наименьший показатель данного эффекта (8%) нами был получен в почвах парка им. 50-летия СССР, наибольшего значения 11,6% он достиг в почвах сквера на Парковом проспекте (рисунок 2). При этом самая низкая всхожесть семян наблюдалась в почвах сквера на Парковом проспекте (86,4%). Наибольшего значения данный показатель достиг в почвах парка им. 50-летия СССР и составил 92%, что достоверно коррелирует с наиболее высокими показателями содержания гумуса ($r=+0,72$). В этой связи почву парка можно отнести к экологически чистой.

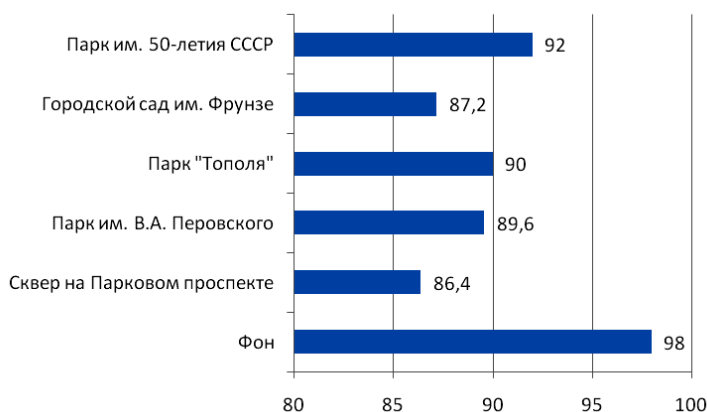
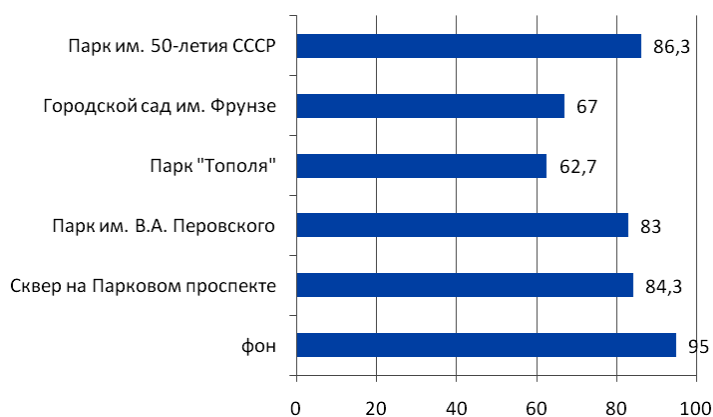
Изучение влияния почв парков на рост и развитие семян овса посевного демонстрирует схожую тенден-

цию, однако отмечается более значительное подавление всхожести по сравнению с кресс-салатом, что свидетельствует о большей чувствительности овса к загрязнению почвы и большей его индикационной способности (рисунок 3). Самая низкая всхожесть семян отмечена для образцов парка «Тополя» (62,7%), что указывает на среднюю степень фитотоксичности, где значение данного показателя достигло 32,3% [4].

Необходимо отметить, что использование этих двух культур для определения суммарного воздействия почвенных поллютантов позволило выявить большую чувствительность *Avena sativa* L. к данному виду загрязнения. Полученные данные хорошо согласуются с результатами исследований Прусаченко А.В., который, изучая токсичность почв г. Курска с помощью различных тест-объектов, выявил наличие неоднозначной реакции водорослей, простейших и низших ракообразных на почвенное загрязнение. А использование в качестве тест-культур *Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L. и *Raphanus sativus* L. показало наибольшую чувствительность первого к загрязнениям изучаемых урбаноземов [10].

Исследование интенсивности целлюлозолитической активности почв по показателю уменьшения веса льняной ткани, помещенной на глубину 20 см на период 30 дней, показало, что по этому признаку почвы парка им. 50-летия СССР на 40–43% превосходили почвы парка «Тополя» и парка им. В.А. Перовского.

Параллельно с определением фитотоксичности почв были проведены исследования по изучению содержания тяжелых металлов в почвах исследуемых парков. При выборе перечня тяжелых металлов для определения содержания их валовых и подвижных форм руководствовались данными предварительного анализа литературных источников, которые указывают на преимущественное загрязнение почвенного покрова города Оренбурга медью, цинком, свинцом и кадмием [11]. Статистическая обработка полученных результатов показала наличие достоверной

Рисунок 2. Всхожесть семян *Lepidium sativum* L., %Рисунок 3. Всхожесть семян *Avena sativa* L., %

корреляционной зависимости показателя фитотоксичности почв (для тест-объекта *Avena sativa* L.) и суммарным содержанием в них подвижных форм тяжелых металлов ($r = +0,95$), главным образом цинка ($r = +0,87$) и свинца ($r = +0,75$), а также с суммарным содержанием валовых форм ($r = +0,74$). Таким образом, было выявлено, что фитотоксичность почв является функцией ее суммарного загрязнения подвижными и валовыми формами тяжелых металлов.

ВЫВОДЫ

1. Изучение степени фитотоксичности почв участков исследования показало отсутствие подавления роста растений только на фоне участка и в почвах парка им. 50-летия СССР, среднюю фитотоксичность проявляли почвы парка «Тополя» (32,3%). Все остальные участки характеризовались низким значением показателя, который варьировал в среднем от 8,4% до 28%.

2. Низкое значение фитотоксичности почв парка им. 50-летия СССР объясняется максимальным по сравнению с другими участками исследования содержанием гумуса и удаленностью от крупных городских улиц и промышленных предприятий.

3. Использование для определения фитотоксичности почв в качестве тест-объектов *Lepidium sativum L.* и *Avena sativa L.* позволило выявить наибольшую чувствительность к техногенному загрязнению овса посевного.

4. В ходе исследования выявлена достоверная корреляционная связь фитотоксичности почвы с показателями содержания подвижных и валовых форм тяжелых металлов, что позволяет рекомендовать более широкое использование показателя фитотоксичности почв при проведении любых почвенно-экологических исследований, а при изучении экологической обстановки в урбоэкосистемах – рекомендовать использование в качестве тест-объекта *Avena sativa L.*

12.05.2014

Список литературы:

1. Сизов А. П. О новом подходе к исчислению размера ущерба, вызываемого захламлением, загрязнением и нарушением городских земель / А. П. Сизов, О.Е. Медведева, Н. Н. Клоев, М. Н. Строганова, С. Б. Самаев, И. М. Малеев // Почвоведение. – 2001. – № 6. – С. 732-740.
2. Русанов А.М. Содержание тяжелых металлов в плодах яблони в городских условиях / А.М. Русанов, Е.З. Савин, С.Э. Нигматянова, М.М. Нигматянов, Д.А. Грудинин, М.А. Степанова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 1(120). – С. 148-151.
3. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения всхожести. – Взамен ГОСТ 12038-66. – Введ. с 1986-01-07. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 57 с.
4. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – Введ. 2010-01. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 20 с.
5. ГОСТ 2921391. Определение органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 9 с.
6. Мишустин, Е. Н. Микроорганизмы и плодородие почвы / Е. Н. Мишустин. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 246 с.
7. Кузнецов П.В. Оценка барьерно-геохимических функций почв лесопарков Петрозаводска и Москвы: Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Москва, 2011. – 19 с.
8. Никитина М.В. Эколого-химическая оценка загрязнения тяжёлыми металлами основных урбололандшафтов г. Архангельска: Автореф. дис. канд. хим. наук. – Архангельск, 2011. – 212 с.
9. Орлов Д.С. Химия почв / Д. С. Орлов, Л. К. Садовников, Н. И. Суханова. – М.: Высш. шк., 2005. – 558 с.
10. Прусаченко А.В. Экотоксикологическая оценка загрязнений тяжелыми металлами урбаноземов города: дис. канд. биол. наук. – Москва, 2011. – 179 с.
11. Примак О.В. Пути миграции тяжелых металлов в почвах парковой зоны г. Оренбурга : дис. канд. биол. наук. – Уфа, 2013. – 20 с.

Сведения об авторах:

Верхошентцева Юлия Петровна, доцент кафедры общей биологии Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук, e-mail: uverkhoshentseva@mail.ru

Галактионова Людмила Вячеславовна, доцент кафедры общей биологии Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук

460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, тел. 8(3532)372483