

УДК 504.064.2(571.14):635.92

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА БИОТЕСТИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Седелникова Л.Л.¹, Ларичкина Н.И.², Седелникова А.А.²

¹ *Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия*

² *Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия*

E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

В работе использован метод биотестирования при определении экологического состояния почв на десяти пробных площадках городской среды г. Новосибирска и г. Бердска расположенных вблизи автомагистральных дорог, бензозаправок и промышленных предприятий. Установлена степень токсичности почв по шкале биотестирования. Проведен морфобиологический анализ роста и развития тагетиса гибридного (с. Оранжевое совершенство) в городской среде разной степени автотранспортной нагрузки. Сделаны сравнительные результаты лабораторного и полевого анализа по биотестированию.

Ключевые слова: биотестирование, тагетис гибридный, рост и развитие, городская среда, токсичность почв, Новосибирск.

ВВЕДЕНИЕ

Методологические подходы биотестирования окружающей среды особенно актуальны в современном градостроительстве. Новизна этой проблемы вызвана острым обострением загрязнения городской среды воздействием техногенных факторов. Антропогенный прессинг на городские почвы в виде тяжелых металлов, пестицидов ухудшают их. Физико-химический анализ почв достаточно специфичен и не всегда способен определить насколько они загрязнены. Биологический метод на основе биотестирования достаточно прост, эффективен и не требует больших экономических затрат.

Экологическое состояние мегаполиса г. Новосибирска и пригородных населенных пунктов возможно анализировать при комплексном подходе в исследовании физико-географических, геохимических и биологических методов. Последнее связано с таким направлением, как промышленная ботаника. Развитие этой отрасли ботаники стало особенно актуальным и необходимым в начале XXI века, когда усилилось антропогенное влияние на экологическое состояние почв в городах и селах практически во всех регионах России, в том числе и Западной Сибири. Фитотестирование (биотестирование с помощью высших растений) является биологическим методом контроля и позволяет дать экотоксикологическую оценку почвы по суммарному действию токсикантов, присутствующих в почве [1, 2]. Однако отсутствие оценочной шкалы токсичности городских почв в методиках по фитотестированию затрудняет проведение мониторинговых исследований. Это послужило задачей нашего исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для определения токсичности почв в районах с техногенной нагрузкой, нами была взята методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений разработанная Учреждением Российской академии наук Санкт-Петербургским НИЦЭБ РАН, предложенная авторами [3]. Данная методика позволяет диагностировать уровни токсичности техногенно-загрязненных почв по результатам общего состояния растений по шкале: I – высоко опасно токсичные, II – опасно токсичные, III – умеренно токсичные, IV – малотоксичные, V – практически не токсичные. Определяли токсичность проб почв отобранных в техногенно загрязненных районах г.Новосибирска и г.Бердска. В работе использовано 11 опытных площадок по вариантам, представленных в таблице 1. В качестве контрольной пробы использовали образцы почвы, отобранные в экологически чистом месте (опытный участок Центрального сибирского ботанического сада, расположенный в Приобском округе лесостепной агроклиматической провинции, в районе п. Кирово в стороне от главных автомагистральных дорог). В качестве тест объекта в лабораторных и городских условиях использовали *Tagétes hybridus*, сорт *Оранжевое совершенство*. Норма высева семян на почвы параллельного определения (чашка Петри) – 20 штук, в трех повторностях в каждом варианте. Учёт результатов анализа проводили согласно методики на 5-ый день проростков в стадии coleoptilya (рис.1). Подсчитывали количество проросших семян в каждой чашке и измеряли длину главного корня. Одновременно в условиях городской среды, согласно вариантам опыта, были сделаны посевы в грунт (14.05.14г.) тагетиса гибридного соответственно на каждой пробной площадке, с нормой высева 100 шт. семян в трех повторностях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты лабораторного анализа показали, что наиболее токсичны почвы в городской среде в вариантах: 4 - Наукоград Кольцово, около дороги и НПО Вектор, 2 - Н. Кольцово, около автодороги, 3 - Н. Кольцово, около АЗС и автодороги, 6 - г. Бердск, микрорайон Южный, 11 - г. Новосибирск, микрорайон Шлюз, ул. Шлюзовая (см табл.1). В данных вариантах самые низкие средние значения по тест-посевам по всхожести семян (1-9 шт.) и длины проростков (3,1-3,8 см). При этом минимальная всхожесть семян составляла (5-45%) по отношению к контролю – 95%. Данные пробы почв взяты вблизи промышленных зон и автомагистральных дорог главного назначения. Степень токсичности почв по результатам лабораторного анализа показала, что наиболее токсичны почвы в Наукограде Кольцово, в районе НПО Вектор и автодороги (табл.2), которые согласно шкале отнесены по II-ой категории, как опасно токсичные.

Параллельно проведен морфобиологический анализ состояния растений *Tagétes hybridus* (с. *Оранжевое совершенство*) в зонах техногенной и транспортной нагрузки в течении вегетационного периода при посеве семян в грунт непосредственно на тех же пробных площадках откуда была взята почва для тест-анализа. Посев семян провели на всех площадках одновременно – 14 мая. Установлено, что при посевах *Tagétes hybridus* в городской среде рост и развитие растений замедлено по сравнению с контролем. Всхожесть семян на опытных площадках была на 3-5 дней позднее по сравнению с контролем. Всхожесть составляла 22-36% по сравнению с контролем (85%).

Выживаемость растений в первой-второй декадах июля, из-за отсутствия осадков, снизилась и составляла 8- 30%. Массовое цветение отмечено только в конце третьей декады августа у контрольных растений. В местах сильной автотранспортной нагрузки наблюдали угнетенное состояние и замедление роста и развития растений тагетиса гибридного, Массового цветения не отмечено. Растения, посаженные в Наукограде Кольцово, около НПО Вектор и автодороги, значительно отставали в развитии.

Таблица 1
Среднее значение всхожести семян и длины проростков тагетиса гибридного на разных почвах городской среды

Вариант	Xi, см	Ni, шт.
1 - Контроль	4,8	14
2 – Н. Кольцово, около автодороги	3,1	8
3 – Н. Кольцово, около АЗС и автодороги	4,6	8
4 – Н. Кольцово, около дороги и НПО Вектор	3,8	1
5 – г. Бердск, Рассвет	3,5	12
6 – г. Бердск, Южный	3,5	9
7 – г. Бердск, ул. Боровая	3,6	13
8 – г. Бердск, ул. Микрорайон	3,6	12
9 – г. Новосибирск, мкр-н Шлюз, около автодороги и ДК Маяк	4,2	13
10 – г. Новосибирск, мкр-н Шлюз, ул. Балтийская	4,0	13
11 – г. Новосибирск, мкр- Шлюз, ул. Шлюзовая	4,2	9

Примечание: Xi – среднее значение длины корней проростков, Ni – среднее значение всхожести семян



Рис.1 Состояние проростков тагетиса гибридного на пятый день всхожести

№ варианта опыта (см. табл.1), N1 – всхожесть, %, N2 - % длины корня, а - степень токсичности по всхожести, б - степень токсичности по длине корней, в – итоговая степень токсичности

Сравнительный анализ тагетиса гибридного на 25.08.14г (рис.2) показал, что у опытных образцов в зоне посева недалеко (150-200м) от второстепенных дорог отмечено единичное цветение (ул.Шатурская, Балтийская). В остальных вариантах, где растения росли вблизи главных автомагистральных дорог и промышленных зон (ул.Боровая, Шлюзовая, Наукоград) наблюдали замедленное развитие. Они только вегетировали, у главного побега было сформировано 4-6 непарноперистых листьев, его высота 9-10 см. Корневая система была слабо развита и составляла 3-4 см.

Таблица 2

Токсичность почв в различных районах Новосибирска и Бердска согласно шкале

№	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N1	43	43	93	14	36	7	14	7	7	36
а	III	III	II	V	III	V	V	V	V	III
N2	35	4	21	27	27	25	25	13	17	13
б	IV	V	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V
в	III	III	II	IV	III	IV	IV	V	V	III



Рис.2 Морфометрическое состояние *Tagetes hybridus* (сорт Оранжевое совершенство) в конце третьей декады августа на объектах озеленения в условиях городской среды г.Новосибирска и г.Бердска, а – ул.Шатурская, б – ул.Боровая

(г.Бердск), в –ул. Шлюзовая, г – ул. Балтийская, д – Н. Кольцово – около АЗС и дороги, ж – Н. Кольцово – около НПО Вектор и автодороги

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Комплексная оценка при посеве *Tagetes hybridus* на 10 объектах озеленения г.Новосибирска и г.Бердска показала, что в местах произрастания рядом с автодорогой и НПО Вектор всхожесть на 49-63% меньше, рост и развитие растений замедлено, они малоустойчивы по сравнению с контролем.
2. Определение токсичности по биотестированию показало, что почвы отобранные на 10 объектах были: практически не токсичные на двух пробных площадках по ул.Балтийская и около Дк. Маяк; малотоксичные на трех (г. Бердск – Микрорайон, Боровая, Рассвет); умеренно токсичные на четырех (Наукоград Кольцово около автодороги и автозаправки, ул.Шлюзовая и микрорайон Южный); опасно-токсичные на одном объекте (Кольцово НПО Вектор), причем последние находятся в более техногенно загрязненных местах имеют более высокий класс опасности (НПО Кольцово, Бердск – Южный, Новосибирск – Шлюзовая).

Список литературы

1. Оценка экологического состояния городских почв Санкт-Петербурга методом фитотестирования. / Т.В. Бардина, Л.Г. Бакина, Н.В. Маякина [и др.] // Мат. 10 конф: Проблемы озеленения крупных городов: Альманах ред. Якубова Х.К. вып.12. – М.:Прима-М, 2007. – С.194-196.
2. Кулаковская Т.В. Использование метода фитотестирования для оценки экологического состояния городских почв г. Минска / Т.В. Кулаковская, К.А. Алехин // Мат. XI конф: Проблемы озеленения крупных городов: Альманах ред. Якубова Х.К. – М.: Прима-М, 2008. – С.173-175.
3. Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно-загрязненных почв (ФР.1.39.2006.02264), разработанная в лаборатории мониторинга и проблем реабилитации техногенных ландшафтов НИЦЭБ РАН оценки комплексного загрязнения. С-Пб, 2006. – 5 с.

USE OF THE METHOD OF BIOTESTING OF ECOLOGICAL CONDITION IN THE URBAN ENVIRONMENT

Sedelnikova L.L.,¹ Larichkina N.I.², Sedelnikova A.A.²

¹ *Central Siberian Botanical garden, SB RAS, Novosibirsk, Russia*

² *Novosibirsk state technical University, Novosibirsk, Russia*

E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Methodological approaches biotesting environment is especially important in modern urban planning. The novelty of this problem caused by acute exacerbation of urban pollution and the impact of anthropogenic factors. The anthropogenic pressure on urban soils in the form of heavy metals, pesticides degrade them. Physico - chemical analysis of soil is quite specific and is not always able to determine whether they are contaminated. Biological method based on biotesting is quite simple, effective and does not require large economic costs.

The ecological condition of the metropolis, Novosibirsk and suburban settlements may be analyzed using a comprehensive approach in the study of the physical-geographical, geochemical, and biological methods. The latter is associated with such direction as industrial botany. The development of this branch of botany has become particularly important and necessary in the beginning of the XXI century, when increased anthropogenic influence on the ecological state of soils in the towns and villages in almost all regions of Russia, including Western Siberia. Fitoestrogeni (biotesting with higher plants) is a biological method of control and allows to give a favourable eco-Toxicological assessment of soils according to the total action of the toxicants present in the soil [1, 2]. However, the lack of rating scales toxicity of urban soils in the methods phytoestrogen hampers the monitoring studies.

Based on the method of measurement of seed germination and root length of seedlings of higher plants to determine the toxicity of anthropogenic contaminated soils developed by the Institution of the Russian Academy of Sciences Saint-Petersburg scientific center for ecological safety RAS, proposed by the authors [3]. This method allows to diagnose the levels of toxicity of polluted urban soils according to the results of the General condition of the plants on the scale: I - highly dangerous toxic II - dangerous toxic III - moderately toxic, IV - low-toxic, V - practically non-toxic. Determined the toxicity of soil samples selected in anthropogenic contaminated areas, Novosibirsk and Berdsk. Used in the work 11 pilot sites for different versions, presented in table 1. As a control sample used soil samples not subjected to anthropogenic impact, selected in a clean place (pilot Central Siberian Botanical garden, situated in the Priobskoye forest-steppe district agro-climatic province, near p. Kirovo aside from the main highway roads). As a test object in the lab and in an urban environment using *Tagétes hybridus*, grade Orange perfection. The rate of seeding on soil parallel detection (Petri dish) - 20 pieces, in three replications, respectively in each case. The results of the analysis were conducted according to the methods on the 5th day of the sprout stage of the coleoptile. Pascuali the number of germinated seeds in each Cup and measured the length of the main root. However, in terms of the urban environment according to different versions were made crops in the ground *Tagétes hybridus*, respectively, at each trial site, with a seeding rate of 100 pcs. of seeds in three replications.

Keywords: biotesting, *Tagétes hybridus*, growth and development, urban environment, toxicity soil, Novosibirsk.

References

1. Bardin T.C., Bakin L.G., Mackina N.In., Gerasimov, A.O., Goldens A.A., Assessment of the ecological status of urban soils of St. Petersburg method phytoestrogen, *Mat. 10 conference: greening of large cities: an Anthology* Ed. Yakubov H. K., M: Prima-M, **12**, 194-196, (2007).
2. Kulakovskaya T.C., Alekhin K.A. Method phytoestrogen to assess the ecological status of urban soils, Minsk , *Mat. XI conference: greening of large cities: an Anthology* Ed. Yakubov H.K., M.: Prima-M, 173-175, (2008).
3. The method of measurement of seed germination and root length of seedlings of higher plants to determine the toxicity of polluted urban soils (FR.1.39.2006.02264), developed in the laboratory of monitoring and rehabilitation problems of technogenic landscapes of the scientific center for ecological safety RAS assessment integrated pollution. Saint-Petersburg, 5. (2006).

Поступила в редакцию 07.11.2014 г.