

УДК 631.95(470.630-25)

DOI: 10.17277/voprosy.2015.02.pp.015-021

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗОНЫ г. СТАВРОПОЛЯ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Е. А. Костенко

ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь

Рецензент д-р с.-х. наук, профессор А. Н. Есаулко

Ключевые слова: биотестирование почв; загрязнение почв; тест-объект; тяжелые металлы.

Аннотация: Проведен мониторинг загрязнения тяжелыми металлами сельскохозяйственной зоны г. Ставрополя с применением метода биотестирования. В качестве тест-объекта выбрана горчица белая (*Sinapis alba*), отличающаяся высокой степенью чувствительности к наличию тяжелых металлов в почве.

Постоянно возрастающие темпы развития промышленного производства, увеличение количества автотранспорта, рост техногенной нагрузки обуславливают актуальность мониторинга загрязнения городских почв. Приоритетными загрязнителями почв городских территорий являются тяжелые металлы [1, 2].

Опасность данного вида загрязнителей заключается в способности тяжелых металлов накапливаться в почвенном покрове. Через почву и растения по пищевым цепям тяжелые металлы попадают в организмы животных и человека, оказывая на них негативное воздействие [3, 4]. Чаще всего при попадании тяжелых металлов в живой организм происходит поражение печени и почек с нарушением их функции, наблюдаются патологии пищеварительной, нервной и кроветворной систем, которые проявляются неврологической симптоматикой (дрожание рук, речевые расстройства, головные боли и пр.) и снижением количества форменных элементов крови.

В настоящее время для получения достоверной информации о состоянии окружающей природной среды наряду с физико-химическими мето-

Костенко Елена Александровна – аспирант экологии и ландшафтного строительства, e-mail: elena25stav@mail.ru, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь.

дами исследований широко используются биоиндикация и биотестирование [4 – 7]. Методы биологического мониторинга являются более простыми и менее затратными по сравнению с физико-химическими методами исследований. Цель исследований – проведение мониторинга загрязнения сельскохозяйственной зоны г. Ставрополя тяжелыми металлами с применением метода биотестирования.

Характеристика района исследования. Город Ставрополь расположен на юго-западном склоне Ставропольской возвышенности в лесостепной зоне умеренного пояса. Площадь Ставрополя 118 км², из которых 44,4 км² находятся под постройками, 27,7 км² занимают зеленые массивы и насаждения общего пользования, 25,5 км² – пахотные земли. Территория города вытянута с юго-запада на северо-восток на 30,5 км, с юга на север – на 16,5 км. Перепады высот составляют 425 м. В восточной части города абсолютные отметки поверхности снижаются до 325 м, в западной – поднимаются до 660 м [8].

Климат города Ставрополя умеренно континентальный с жарким, временами засушливым летом и умеренно холодной зимой с сильными ветрами. В целом территория города обладает благоприятными климатическими условиями. Ставрополь расположен в пределах черноземной почвенной зоны. А. Л. Антыков [8] указывает, что в районе Ставрополя и его окрестностях основное место занимают два типа почв: выщелоченные – глубокомыцелярно-карбонатные черноземы и серые лесные почвы, частично подзоленные. Ставрополь занимает 44-е место среди городов с наиболее высоким уровнем загрязнения [9]. Современный этап промышленно-урбанизированного освоения его территории характеризуется усугублением экологической ситуации и обострением экологических проблем. В городе и его окрестностях можно выделить следующие типы антропогенного воздействия на окружающую среду: селитебный, промышленный, транспортный, сельскохозяйственный, лесотехнический, водохозяйственный, рекреационный.

Материалы и методы исследований. Оценку загрязнения почв сельскохозяйственной зоны г. Ставрополя тяжелыми металлами проводили методом биотестирования. Проращивание растений и обработку данных осуществляли на базе лаборатории «Экологического мониторинга» СтГАУ в 2012 – 2014 гг. В качестве тест-объекта выбрана горчица белая (*Sinapis alba*) сорт Радуга. Выбор тест-объекта обусловлен тем, что горчица белая крайне чувствительна к содержанию тяжелых металлов в почве.

Пробы почвы отбирали на территории семи дачно-садоводческих товариществ (ДСТ), расположенных в разных частях сельскохозяйственной зоны города: «Биолог» – юго-восточная; «Березка» – северо-восточная; «Арония» – северо-западная; «Дружба» – юго-западная; «Росгипрозем» – юго-западная; «Горка» – северо-восточная; «Колос» – северо-западная. Контролем стали почвы хут. Грушевый.

Результаты исследований. Применяемый метод биотестирования предполагает изучение всхожести семян и энергии прорастания тест-объекта. С этой целью семена горчицы белой (сорта Радуга) проращивали на исследуемых образцах почвы. Показатели всхожести семян горчицы белой на третьи сутки после их посева, представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты всхожести семян горчицы белой
(*Sinapis alba*) на третьи сутки после посева**

Место отбора пробы, ДСТ	Процент проросших тест-растений, %		
	2012	2013	2014
«Горка»	14	16	15
«Колос»	10	14	15
«Биолог»	6	7	7
«Дружба»	22	27	32
«Арония»	15	12	18
«Росгипрозем»	18	16	18
«Березка»	35	34	39
Контроль хут. Грушевый	47	49	50

Очевидно, что на протяжении всего периода исследований наблюдались низкие значения всхожести тест-растений, что обусловлено высокой чувствительностью горчицы белой к присутствию тяжелых металлов в исследуемых почвах. Высокие показатели всхожести тест-растений зафиксированы в 2014 г. на всех исследуемых участках. Наиболее высокие значения изучаемого показателя были отмечены на территории ДСТ «Березка». Они были близки к показателям контрольного участка (хут. Грушевый). Таким образом, территория ДСТ расположена в экологически благополучном районе г. Ставрополя (в окрестностях городского лесного массива – Мамайский лес). Низкие значения показателей всхожести наблюдались на территории ДСТ «Биолог». Низкий процент всхожести семян связан с тем, что данная территория расположена в нижней части города, в которой присутствуют такие источники загрязнения, как ООО «Биофабрика», гаражный кооператив «Биолог», ФГУП «Алерген», автотрасса. Основными загрязняющими веществами от этих предприятий являются соли тяжелых металлов.

В соответствии с общепринятыми методиками на пятые сутки проводили измерения длины стеблей и корней проростков тест-растений, а также определяли массу наземной и подземной частей растений. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Установили, что минимальные значения всех изучаемых показателей растений горчицы белой зафиксированы в 2012 г. на территории ДСТ «Биолог» (юго-восточная зона). Значения исследуемых показателей близкие к контролю получены на территории ДСТ «Березка», «Арония» и «Дружба». Анализ собранных данных свидетельствует о наличии зависимости между морфометрическими показателями горчицы белой, полученными в результате биотестирования почв изучаемых территорий, и всхожестью семян тест-объекта, наблюдаемой на этих почвах.

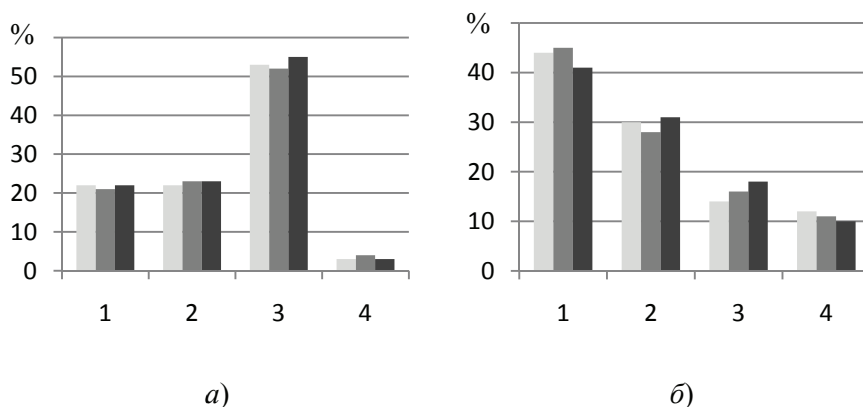
Таблица 2

**Результаты биотестирования почв
на проростках горчицы белой на пятые сутки**

Пункт отбора проб, ДСТ	Средняя длина корня, мм			Масса подземной части растения, мг			Средняя длина стебля, мм			Масса надземной части, мг		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
«Горка»	36,24	22,06	36,1	24,8	26,7	25,7	45,8	43,1	42,9	480,3	482,5	483,6
«Колос»	23,37	23,2	22,44	23,45	23,41	25,6	40,7	36,3	49,9	287,2	478,6	484,6
«Биолог»	17,5	18,1	17,7	22,58	22,64	22,6	35,4	39,7	40,4	210,2	267,5	267,5
«Дружба»	61,8	50,6	62,5	93,7	86,37	94,2	50,2	50,8	45,8	850,6	920,8	934,4
«Арония»	49,8	35,23	40,53	52,1	53,3	52,6	50,7	49,8	51,6	576,4	579,3	576,8
«Росгипрозем»	40,94	40,95	49,2	86,58	93,1	92,8	40,9	41,4	40,5	490,4	828,7	858,7
«Березка»	52,37	61,21	54,8	109,1	126,1	107,1	51,8	52,4	51,7	1219,4	1223,5	1226,5
Контроль хут. Грушевый	64,9	63,3	64,5	151,2	154,7	141,2	54,4	55,2	56,4	2185,4	2115,7	2095,7

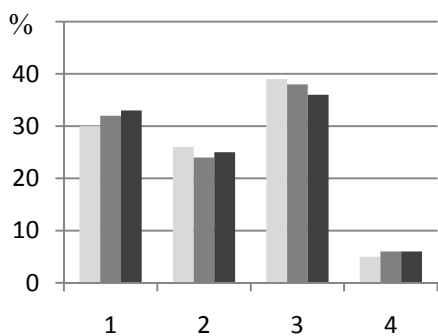
Проведенный анализ динамики соотношения групп проростков горчицы белой (*Sinapis alba*) сорта Радуга свидетельствует о вариабельности доли этих групп в различных частях сельскохозяйственной зоны г. Ставрополя (рисунок).

Для контрольного образца (хут. Грушевый) характерно равномерное распределение проростков с длиной стебля более 5 см (53 %) в течение всего периода исследований, проростки первой и второй групп распределены практически равномерно – 23 и 22 % соответственно. Доля проростков с дефектами составила всего 3 % от общего числа групп.

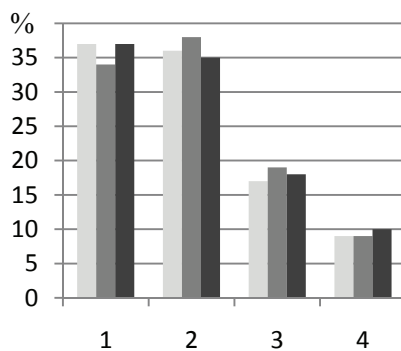


**Вариабельность групп проростков горчицы белой сорт Радуга
на территории ДСТ г. Ставрополя:**

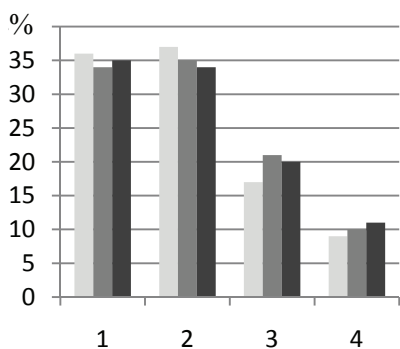
а – контроль хут. Грушевый; *б* – «Росгипрозем»;
1 – длина стебля 1–2 см; 2 – длина стебля 2–4 см;
3 – длина стебля > 5 см; 4 – проростки с дефектами
■ – 2012; ■ – 2013; ■ – 2014



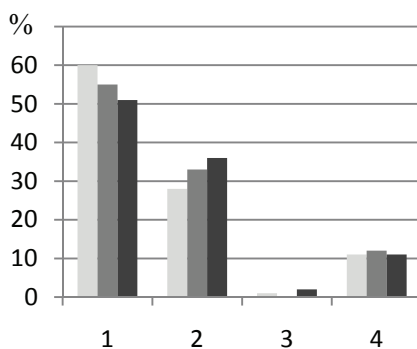
б)



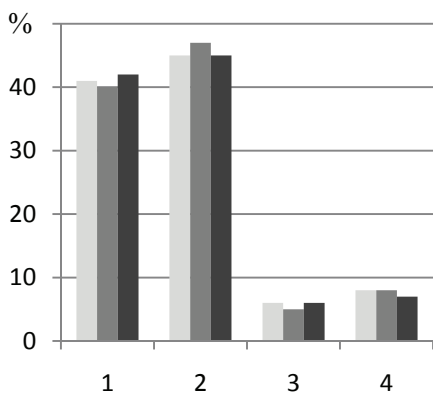
в)



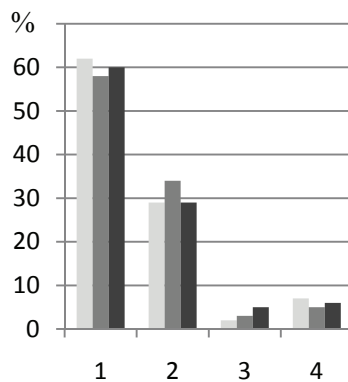
г)



д)



е)



ж)

Продолжение рисунка:
 в – «Березка»; в – «Горка»; д – «Дружба»;
 е – «Биолог»; ж – «Арония»; з – «Колос»

В ДСТ «Березка», расположенном в северо-восточном районе города, соотношение групп проростков изменяется в сторону выравнивания их числа по группам за счет уменьшения числа растений третьей группы поч-

ти в два раза и увеличения почти на такое же число растений первой группы. Число проростков второй группы по сравнению с контролем практически не изменилось (26 %), а число проростков с дефектами было выше – 6 % (в контрольном образце – 3 %). Минимальное число растений третьей группы отмечено на территории ДСТ «Биолог» и составило 1 %, тогда как число растений четвертой группы возросло по сравнению с контролем почти в четыре раза (11 %).

В результате проведенных исследований установили, что в бóльшей степени загрязнены почвы ДСТ «Биолог». Такое явление обусловлено расположением данной территории в нижней части города и близостью к источниками загрязнения.

Список литературы

1. Островерхова, Е. А., Агроэкологическая оценка действия тяжелых металлов в системе почва–растение на фоне применения различных систем удобрений / Е. А. Островерхова, И. О. Лысенко // Современные проблемы сбалансированного природопользования : материалы V науч.-практ. конф., г. Подольск, 25–26 нояб. 2010 г. / Подольский гос. аграр.-техн. ун-т. – Подольск, 2010. – С. 218 – 220.

2. Костенко, Е. А. Применение методов биотестирования для оценки состояния почв дачно-садоводческих товариществ г. Ставрополя / Е. А. Костенко, И. О. Лысенко // Вестн. АПК Ставрополя. – 2012. – № 3(7). – С. 104 – 108.

3. Дабахов, М. В. Экоотоксикология и проблемы нормирования : монография / М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова, В. И. Титова. – Н. Новгород : Изд-во Волго-Вят. акад. гос. службы, 2005. – 165 с.

4. Островерхова, Е. А. Биотестирование почв сельскохозяйственных зон г. Ставрополя / Е. А. Островерхова // Актуальные вопросы экологии и природопользования : сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф., г. Ставрополь, 13–14 мая 2011 г. / Ставроп. гос. аграр. ун-т. – Ставрополь, 2011. – С. 82 – 84.

5. Островерхова, Е. А. Особенности миграции тяжелых металлов в системе почва–растение / Е. А. Островерхова // Проблемы экологической безопасности и сохранение природно-ресурсного потенциала : сб. материалов VIII междунар. науч.-практ. конф., г. Ставрополь, 2011 г. / Ставроп. гос. аграр. ун-т. – Ставрополь, 2011. – С. 199 – 201.

6. Костенко, Е. А. Оценка загрязнения агротехногенной зоны г. Ставрополя тяжелыми металлами методом биотестирования на примере *LEPIDIUM SATIVUM* / Е. А. Костенко // Экология и устойчивое развитие сельской местности : сб. материалов Междунар. науч.-практич. конф., г. Ставрополь, май 2012 г. / Ставроп. гос. аграр. ун-т. – Ставрополь, 2012. – С. 114 – 118.

7. Костенко, Е. А. Оценка содержания тяжелых металлов на территории агротехногенной зоны г. Ставрополя [Электронный ресурс] / Е. А. Костенко, И. О. Лысенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2012. – № 80(06). – С. 431 – 440. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/36.pdf> (дата обращения: 01.04.2015).

8. Антыков, А. Л. Почвы Ставрополя и их плодородие / А. Л. Антыков, А. Я. Стомарев. – Ставрополь : Ставроп. кн. изд-во, 1970. – 413 с.

9. Дегтярева, Т. В. Геохимические особенности ландшафтов г. Ставрополя (на примере распределения тяжелых металлов в почве и растениях) : дис. ... канд. географ. наук : 25.00.23 / Дегтярева Татьяна Васильевна. – Ростов н/Д, 2003. – 182 с.

References

1. Ostroverkhova E.A., Lysenko I.O. *Sovremennyye problemy sbalansirovannogo prirodopol'zovaniya* (Modern problems of balanced nature), Proceedings of the V scientific-practical conference, Podolsk, 25-26 November 2010, Podolsk, 2010, pp. 218-220.
2. Kostenko E.A., Lysenko I.O. *Vestnik APK Stavropol'ya*, 2012, no. 3(7), pp. 104-108.
3. Dabakhov M.V., Dabakhova E.V., Titova V.I. *Ekotoksikologiya i problemy normirovaniya* (Ecotoxicology and valuation issues), Nizhnii Novgorod: Izdatel'stvo Volgo-Vyatskoi akademii gosudarstvennoi sluzhby, 2005, 165 p.
4. Ostroverkhova E.A. *Aktual'nye voprosy ekologii i prirodopol'zovaniya* (Topical issues of ecology and nature), The collection of materials of the III International scientific-practical conference, Stavropol, 13-14 May 2011, Stavropol, 2011, pp. 82-84.
5. Ostroverkhova E.A. *Problemy ekologicheskoi bezopasnosti i sokhranenie prirodno-resursnogo potentsiala* (Problems of environmental safety and preservation of the natural resource potential), Collected materials VIII International scientific-practical conference, Stavropol, 2011, pp. 199-201.
6. Kostenko E.A. *Ekologiya i ustoichivoe razvitie sel'skoi mestnosti* (Ecology and sustainable rural development), The collection of materials of the International scientific and practical conference, Stavropol, May 2012, Stavropol, pp. 114-118.
7. <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/36.pdf> (accessed 1 April 2015).
8. Antykov A.L., Stomarev A.Ya. *Pochvy Stavropol'ya i ikh plodorodie* (Stavropol soil and fertility), Stavropol': Stavropol'skoe knizhnoe izdatel'stvo, 1970, 413 p.
9. Degtyareva T.V. *PhD dissertation (Geography)*, Rostov-on-Don, 2003, 182 p.

Biotesting Method to Monitor Agricultural Zone Contamination in Stavropol

E. A. Kostenko

Stavropol State Agrarian University, Stavropol

Keywords: heavy metals; soil biotesting; soil pollution; test object.

Abstract: We describe the results of monitoring of heavy metal contamination of agricultural areas of Stavropol using biotesting method. White mustard (*Sinapis alba*) having a high degree of sensitivity to the presence of heavy metals in soil was chosen as a test object.

© E. A. Костенко, 2015