

ID: 2013-06-977-A-2911

Оригинальная статья

Рубан А.В., Шерстобитова Л.В., Абросимова О.В.

Оценка токсобности семян культурных растений в пробах талой снеговой воды и в водных вытяжках почвы (на примере г. Саратова)*Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина*

Ruban A.V., Sherstobitova L.V., Abrosimova O.V.

Toxobity of seeds of cultivated plants in the melt water and aqueous extracts of soils sampled in the city of Saratov*Saratov State Technical University n.a. Yu.A. Gagarin***Резюме**

В работе определена токсобность семян культурных растений: кукуруза сладкая (*Zea mais* L.), эспарцет посевной обыкновенный виколистный (*Onobrychis viciifolia* Scop.), сорго обыкновенное (*Sorghum vulgare* Pers.), суданская трава или суданское сорго (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), люцерна посевная (*Medicago sativa* L.) в пробах талой снеговой воды и в водных вытяжках почвы, отобранных в различных функциональных зонах г. Саратова. В ходе работы дан сравнительный анализ чувствительности и информативности разных тест-критериев, используемых при оценке токсичности почвенных и снеговых проб. Проведенные исследования установили 90 % всхожесть семян сорго, 50 % семян эспарцета и кукурузы и 10 % нута в пробах почв и талой воды, собранных на территории г. Саратова. Применение комплекса тест-объектов с разной степенью чувствительности к экотоксикантам позволяет наиболее полно оценить степень техногенной нагрузки на городские территории и охарактеризовать экологическую ситуацию.

Ключевые слова: снежный и почвенный покров, комплекс тест-объектов, токсичность, городские территории

Abstract

In our work we found toksobnost seeds of cultivated plants: sweet corn (*Zea mais* L.), sainfoin seed ordinary vikoлистny (*Onobrychis viciifolia* Scop.), Sorghum (*Sorghum vulgare* Pers.), Sudan grass, or the Sudanese sorghum (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), alfalfa (*Medicago sativa* L.) in the samples melted snow water and in aqueous extracts of soil sampled in the various functional areas of the city of Saratov. We did a comparative analysis of the sensitivity of the information content and the different test criteria used in assessing the toxicity of soil and snow samples. We have 90% germination of sorghum, 50% of the seeds of sainfoin and maize and 10% of chickpeas in urban soil samples and melt water. The usage of test-objects complex with varying degrees of sensitivity to toxicants allows you to fully evaluate the degree of technogenic load on the city territory and characterize the environmental situation.

Key words: soil and snow cover, test-objects complex, toxicity, urban areas

Введение

В настоящее время наблюдается интенсивное антропогенное воздействие на природные и урбанизированные территории. При этом необходимо вести мониторинг за состоянием качества объектов природопользования. Для оценки состояния экосистем чаще всего применяют биологические методы, с помощью которых выявляют степень общего загрязнения и общей токсичности объектов окружающей среды для живых организмов.

Приоритетным направлением рационального природопользования урбанизированных территорий, как известно, является комплексная оценка природной среды. Наиболее важными компонентами для исследования в условиях урбанизации геосистемы является почва и снег. Почва в отличие от воздушной и водной сред, испытывает наиболее сильное влияние урбанистического пресса, быстро поглощает поллютанты и очень медленно их трансформирует.

Городская почва является биокосной многофазной системой, состоящей из твердой, жидкой и газовой фаз, с непременным участием живой фазы. Почвы в городе развиваются под воздействием тех же факторов почвообразования, что и естественные почвы, но антропогенный фактор здесь оказывает существенное влияние [1].

Снежный покров является эффективным накопителем органических и неорганических соединений в виде твердых частиц и аэрозольных загрязняющих веществ, в том числе и в виде тяжелых металлов, выпадающих из атмосферного воздуха [2].

Необходимо учитывать, что методы фитотестирования не требуют дорогостоящего оборудования и больших денежных вложений. При данном методе определяют токсичность исследуемых объектов для живых организмов.

Токсичность – это степень проявления ядовитого действия разнообразных соединений и их смесей, которые повреждают, ингибируют, стрессируют, вызывают генетические изменения или убивают организмы в воде, почве, воздухе [3]. Токсобность – способность организмов существовать в водах, содержащих токсические вещества минерального или органического происхождения[4].

Целью настоящего исследования являлась оценка пригодности семян культурных растений для определения фитотоксичности почвенного и снегового покровов на примере г. Саратова.

Методы

В качестве объектов исследования были выбраны семена культурных растений: кукуруза сладкая (*Zea mais* L.), эспарцет посевной обыкновенный виколистный (*Onobrychis viciifolia* Scop.), сорго обыкновенное (*Sorghum vulgare* Pers.), суданская трава или

суданское сорго (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), люцерна посевная (*Medicago sativa* L.). Целесообразность применения этих тест-объектов обусловлена тем, что данные виды культурных растений произрастают именно на территории Саратовской области.

Определяли степень токсичности почвы и снега с помощью биотестирования по методу Кабилова (Кабилов Р.Р. и др., 1997). Для этих целей применялся биотест на фитотоксичность (фитотест), который способен адекватно реагировать на экзогенное химическое воздействие, что проявляется в морфологических и физиологических изменениях при росте и развитии растений. Фитотест информативен, высоко чувствителен, характеризуется стабильностью получаемых результатов.

Фитотестирование как метод мониторинга почв и снежного покрова является более интегральным методом анализа, позволяющим оценить фитотоксичность почв. Для такого анализа используются различные тест-растения, которые реагируют на неблагоприятные изменения в почве, воздухе и в других средах. При этом различные виды растений обладают различной чувствительностью к фитотоксикантам. Однако до сих пор не проводилось исследований пригодности следующих видов растений для фитотестирования городских почв, подверженных высокой антропогенной нагрузке.

Одним из главных вопросов является размещение пунктов опробования. Снеговая съемка и отбор велись в соответствии с нормативными документами. Отбор проб проводился на участках, которые визуально не подвергались антропогенному воздействию и находятся на удалении от автодорог: в пределах палисадников, аллей, во дворах частных и многоэтажных домов. Для отбора проб применялся весовой снегомер ВС-43, который вертикально вжимался в толщу снежного покрова до поверхности почвы. Нижняя часть снеговой колонки (0,5 – 1 см), загрязненная почвенными частицами, отсекалась, вся остальная колонка снега вытаскивалась из трубки; отбиралась средняя проба методом конверта, на площади приблизительно 10 м² и состояла из 20 – 25 колонок снега. Наблюдательная площадка представляла собой квадрат с минимальным размером сторон 10×10 м, в котором методом конверта отбиралось пять снеговых проб (четыре по углам, одна в центре).

Снеговой покров опробовался на полную мощность, особое внимание обращалось на чистоту подошвы пробы, во избежание его загрязнения подстилающими почвами и грунтами. При недостаточной высоте снега, количество точек отбора увеличивалось, для того чтобы вес пробы достигал 15-20 кг. Отобранные пробы упаковывались в полиэтиленовый пакет.

Растапливались пробы снега в течение суток в замкнутом помещении при температуре 22-25°C. Затем талая вода фильтровалась через фильтр с синей лентой и разливалась по полиэтиленовым бутылкам с прикрепленными к ним сопроводительными этикетками. Объем каждой пробы составил 1,5-2,5 литра. После таяния и фильтрования определяли pH и засеивали пробы семенами[5].

Отбор проб почвы производился согласно методике [1]. Образцы почвы послойно извлекались при помощи почвенного ножа, без пропусков, по всей толще почвенного разреза. Для того чтобы каждый почвенный горизонт был достаточно охарактеризован, образцы брали из верхней и нижней его части. Если мощность горизонта значительная (около 50 см), брали еще один образец из середины горизонта. При незначительной мощности почвенного горизонта (10-20 см) ограничивались взятием из данного горизонта одного образца, выбирая для этого наиболее типичную развитую часть горизонта. При мощности горизонта менее 10 см образец отбирали со всей толщи. Масса каждого образца составляла примерно 0,5–0,7 кг. Отбор образцов производился снизу вверх. Отобранные почвенные образцы помещали в полиэтиленовые пакеты. Каждый образец снабжали этикеткой, в которой указывалась: дата, район работ, № разреза, горизонт и глубина взятия образца, автор исследования.

Оценивали всхожесть семян по ГОСТ Р ИСО 22030-2009 [6]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам с использованием t-критерия Стьюдента [7]. Расчет результатов осуществляли с применением пакета прикладных программ Statistica 6.0 (for Windows; «Stat Soft Inc», США); Microsoft Excel 2003(for Windows XP). В качестве показателей учитывали всхожесть семян, которая позволяет оценивать степень токсичности поллютантов, находящихся в исследуемых образцах проб.

Результаты

В качестве контрольных исследований рассматривали процент всхожести семян в пробах, взятых на территории с наименьшей антропогенной нагрузкой Новобурасского района Саратовская область. Данные по оценке контрольных проб приведены в таблице 1.

Данные по итогам исследования показали, что средний процент всхожести составил для семян люцерны 87%, для семян сорго 78%, для семян суданской травы 75%, для семян эспарцета 58%, для семян кукурузы – 55 %. Семена нута не проросли в исследуемых образцах проб.

Данные по оценке всхожести семян в пробах талой воды представлены в таблице 2.

Проведенные исследования установили 90 % всхожесть семян сорго, 50 % семян эспарцета и кукурузы в пробах талой воды, собранной на территории г. Саратова. Наибольшая всхожесть всех тестируемых растений отмечена в пробах, собранных в скверах и газонах города; наименьшая – вблизи санитарно-защитных зон предприятий ОАО «Завод автономных источников тока», ОАО «НПП» Контакт». Также низкая всхожесть семян зафиксирована в пробах, собранных вблизи транспортных развязок и автодорог, Набережной города. В пробах снега, собранных на фоновой территории, средняя всхожесть семян составила 60 %, наилучшие результаты показаны для сорго (около 90 %).

Таким образом, семена сорго показали высокую всхожесть семян во всех пробах, что говорит о его высокой устойчивости к различным видам антропогенного воздействия. Оптимальными для биотестирования талых вод г. Саратова являются семена эспарцета и кукурузы.

Результаты оценки всхожести семян в водных вытяжках почвенных проб представлены в таблице 3.

По итогам исследования, наилучшими по показателям всхожести являются семена люцерны (83,5%) и суданской травы(76,5). Всхожесть тестируемых объектов максимальна в пробах, отобранных на газонах вблизи Авиационного завода, минимальна – на территории Городского парка. Семена люцерны и суданской травы достаточно устойчивы к антропогенным нагрузкам, а семена эспарцета являются наиболее оптимальными для проведения биотестирования водных вытяжек почвенных проб.

Таким образом, установлена возможность применения семян *Z. mais*, *O. viciifolia*, *S. vulgare*, *S. sudanense*, *M. sativa* для биотестирования талых вод и водных вытяжек из почв урбоэкосистем.

Таблица 1. Процент всхожести тест-объектов в пробах талой воды из пунктов, собранных на территории Новобурасского района

№ пробы	Люцерна,%	Сорго,%	Эспарцет,%	Кукуруза,%	Нут, %	Суданская трава, %
1	86,1±5,0	82,5±2,3	75,0±6,3	60,0±2,5	0	72,5±5,6
2	99,2±4,5	90,0±5,3	45,0±5,0	55,0±4,6	0	82,5±4,5
3	87,3±4,5	82,5±4,2	60,0±4,5	45,0±7,6	0	75,0±3,2
4	85,1±5,2	70,1±1,2	60,0±6,3	55,0±5,0	0	80,0±7,8
5	77,0±5,0	67,5±7,6	65,0±4,2	60,0±5,5	0	67,5±2,3
Средний процент	86,8	78,5	58,0	55,0	0	75,5

Таблица 2. Процент всхожести семян тест-объектов в пробах талой воды, собранных на участках г.Саратова с разным уровнем антропогенного воздействия

№ пробы	Всхожесть семян, %			№ пробы	Всхожесть семян, %		
	эспарцет	сорго	кукуруза		эспарцет	сорго	кукуруза
5	55,0±2,3	80,3±2,3	20,0±2,3	35	60,3±2,3	90,3±4,5	60,6±5,6
6	55,2±1,2	95,0±2,6	0,0±0,0	36	10,3±4,6	90,3±4,9	55,7±2,3
8	60,3±5,6	85,2±4,5	0,0±0,0	37	65,0±0,0	100,0±0,0	35,3±7,8
9	55,1±2,3	95,3±0,4	55,3±2,3	40	65,6±3,6	95,3±6,7	30,6±5,3
10	65,4±4,5	100,0±0,0	55,3±5,6	42	55,4±6,5	95,6±4,6	50,7±5,6
11	80,4±6,3	95,2±0,3	0,0±0,0	43	25,3±4,5	95,6±8,9	45,7±6,3
12	45,4±1,2	100,0±0,0	75,3±1,2	45	70,4±6,3	85,4±6,7	65,8±5,2
13	20,3±4,5	90,3±2,3	0,0±0,0	59	35,3±7,8	90,4±4,4	55,4±2,3
14	15,0±6,3	85,3±4,6	70,3±4,5	62	60,6±2,3	95,6±7,8	40,4±5,3
16	15,4±2,3	80,7±5,6	55,3±0,2	66	70,7±4,6	100,0±0,0	70,7±2,3
17	85,4±6,3	85,3±4,5	60,3±4,5	70	35,3±9,6	95,6±3,6	40,6±8,9
18	60,1±1,2	95,0±2,3	35,6±0,0	72	45,4±6,3	100,0±0,0	30,7±5,6
19	35,3±4,5	100,0±0,0	50,3±3,6	74	20,3±9,6	80,4±6,3	65,4±7,8
20	50,4±2,3	90,3±1,2	25,2±0,9	75	65,2±2,3	95,4±1,2	65,6±8,6
21	60,0±4,5	95,0±2,3	60,3±2,3	76	55,6±3,6	90,3±3,6	75,4±5,6
22	35,3±5,3	90,3±1,2	65,3±4,5	82	15,3±6,3	70,3±5,3	60,4±6,6
26	65,7±2,3	100,0±0,0	50,3±5,6	фон 1	15,3±9,6	95,6±4,5	65,6±4,7
27	45,3±4,5	90,3±0,3	30,4±3,6	фон 2	35,3±5,6	85,7±5,6	55,4±5,6
30	70,3±5,6	70,3±7,8	60,3±0,3	фон 3	35,3±4,5	90,7±0,6	50,1±1,2
32	45,3±1,2	100,0±0,0	50,3±6,6				

Таблица 3. Процент всхожести семян культурных растений в почвенных вытяжках

№ пробы	Всхожесть семян, %			№ пробы	Всхожесть семян, %		
	люцерна	эспарцет	суданская трава		люцерна	эспарцет	суданская трава
5	85,2±5,2	25,2±7,8	90,0±7,5	15	85,3±6,3	35,6±2,3	70,2±5,6
6	80,3±3,5	15,3±2,3	85,1±4,6	16	90,0±7,5	30,4±4,5	70,2±2,3
7	85,0±4,2	25,5±4,5	75,0±4,2	17	100,0±0,0	25,0±4,2	80,0±5,6
8	90,1±5,2	15,0±2,5	80,5±7,0	19	75,2±4,5	50,0±2,3	85,2±6,3
9	85,5±6,3	20,9±1,3	70,2±5,6	20	75,2±7,8	30,7±4,5	75,3±4,5
10	85,0±1,2	65,4±4,5	85,3±5,6	21	60,4±4,5	50,5±2,3	65,7±5,6
11	80,3±2,3	0,0±0,0	75,7±5,3	22	100,0±0,0	45,5±4,5	60,3±6,4
12	90,7±4,5	50,2±7,5	85,3±4,5	23	90,4±4,5	40,2±4,3	75,4±2,3
13	85,5±6,3	50,6±1,2	75,5±6,3	24	60,0±4,2	25,0±2,3	65,8±5,6
14	90,2±2,7	35,0±2,4	90,7±1,2	25	80,2±4,5	15,4±5,6	75,7±8,9
Средний процент всхожести, %					83,5,3±1,2	32,3±2,3	76,5±4,6

Выводы

- 1) Семена сорго показали высокую всхожесть семян во всех пробах, что говорит о его высокой устойчивости к различным видам антропогенного воздействия;
- 2) Оптимальными для биотестирования талых вод г. Саратова являются семена эспарцета и кукурузы;

3) Наибольшая всхожесть всех тестируемых растений отмечена в пробах, собранных в скверах и газонах города. Наименьшая – вблизи санитарно-защитных зон предприятий ОАО «Завод автономных источников тока», ОАО «НПП» Контакт»; в пробах, собранных вблизи транспортных развязок и автодорог, Набережной города.

4) Наилучшими по показателям всхожести в водных вытяжках почвенных проб являются семена люцерны (83,5%) и суданской травы(76,5).

5) Всхожесть тестируемых объектов максимальна в пробах, отобранных на газонах вблизи Авиационного завода, минимальна – на территории Городского парка.

6) Семена люцерны и суданской травы достаточно устойчивы к антропогенным нагрузкам, а семена эспарцета являются наиболее оптимальными для проведения биотестирования водных вытяжках почвенных проб.

Литература

1. Федорец Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. – 2009. – 84 с.
2. Василенко В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 182 с.
3. Чеснокова С.М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2. Методы биотестирования / С.М. Чеснокова, Н. В. Чугай; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 140 с.
4. Гиляров М.С. «Биологический энциклопедический словарь»; редкол.: А.А. Бабаев, Г.Г. Винберг, Г.А. Заварзин и др. – 2-е изд., исправл. – М.: Сов. Энциклопедия, 1986. – 324 с.
5. Решетников М.В. Результаты геохимической снеговой съемки локального участка территории г. Саратова / М.В. Решетников, Л.В. Гребенюк, Т.Д. Смирнова // Известия Саратовского университета Новая серия науки о земле. – 2010 – Т10; №1 – С. 74-80.
6. ГОСТ Р ИСО 22030-2009 Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М.: Стандартиформ, 2010. – 36 с.
7. Ашмарин И.П. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов. / И.П. Ашмарин, Н.Н. Васильев, В.А. Амбросов Л.: Изд-во ЛГУ – 1974. – 76 с.