

Биология

УДК 575.224.23

Յ. Ա. ԱԳԱԺՅԱՆԻ, Ա. Լ. ԱՏՅԱՆԿ, Ա. Տ. ՎԱՐՅԱՍԵՏՅԱՆ,
Ր. Յ. ԱՎԱԼՅԱՆ, Ր. Մ. ԱՐՄԻՅԱՆ

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ г. ЕРЕВАНА ТЯЖЕЛЫМИ
МЕТАЛЛАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРАДЕСКАНЦИИ (клон 02)

При помощи тестов Трад-ВТН (волосков тычиночных нитей традесканции) и Трад-МЯ (микроядер в тетрадах микроспор растения) исследовали генотоксичность образцов почв г. Еревана с учетом возможного вклада содержания тяжелых металлов в почвах разных районов города на уровни наблюдаемых генетических нарушений.

Наиболее генотоксичными оказались образцы почв улиц Прошяна, Ленинградян и Азатамартикнери, а наименее – улиц А. Манукяна и Царав Ахпюр.

Показана положительная корреляция наблюдаемых генетических нарушений с концентрациями тяжелых металлов в почвенных образцах.

Введение. В городских экосистемах совокупность экологических и геохимических процессов, связанных с социально-экономической деятельностью человека, отличается высокой интенсивностью и многокомпонентностью загрязнения. Одним из таких компонентов является “металлический пресс” тяжелых металлов (ТМ). Опасность загрязнения биосферы ТМ обусловлена, прежде всего, их токсичностью и устойчивостью во внешней среде, растворимостью в атмосферных осадках, способностью к сорбции почвой, растительностью и донными отложениями, что приводит к постепенному накоплению в окружающей среде [1].

Для оценки генотоксичности почв в городских экосистемах при их комплексном загрязнении ТМ целесообразно применять экспресс-методы на основе чувствительных и экономичных тест-систем.

Одной из таких тест-систем является растительный тест-объект традесканция (клон 02), гетерозиготный по окраске цветка. Данный объект широко используется как для выявления соматических рецессивных (розовых) и генетически-неопределенных (бесцветных) мутационных событий (РМС и БМС) в волосках тычиночных нитей традесканции (ВТН), так и для учета нарушений процесса микроспорогенеза в тетрадах микроспор с образованием микроядер (МЯ).

Целью данной работы явилась оценка генотоксичности образцов почв некоторых районов г. Еревана с использованием тестов Трад-ВТН и Трад-МЯ на основе растительного тест-объекта традесканции (клон 02).

Материал и методика. В качестве материала исследований были взяты образцы почв из шести пунктов г. Еревана: 1 – ул. Прошяна; 2 – ул. Ленинградян; 3 – ул. А. Манукяна; 4 – ул. Азатамартикнери (Нор-Ареш); 5 – Ботанический сад; 6 – ул. Царав Ахпюри (Канакер). Контролем служил образец почвы теплицы ЕГУ. Исходя из того, что гумуссодержащий тонкодисперсный слой почвы более подвержен техногенным воздействиям, чем нижний грубодисперсный слой, все образцы исследуемых участков были отобраны с глубины 0–10 см [2]. Индикаторные растения традесканции выращивались в вазонах с исследуемыми образцами почв в одинаковых условиях. Полив производился водопроводной водой.

Для применения теста Трад-ВТН соцветия сначала оставляли на 7-дневный восстановительный период, а затем в течение 21 дня вели учет РМС и БМС (на 1000 волосков) по общепринятой методике [3]. Кроме того, отмечались также некоторые морфологические изменения как в волосках, так и в цветках (невыжившие волоски, ветвление волосков, изменение числа тычинок и лепестков в цветке, отсутствие пыльника). В каждом варианте в среднем было проанализировано 14 тыс. волосков.

Для применения теста Трад-МЯ фиксацию цветочных бутонов по мере их образования проводили в ацеталкоголе (3:1). Затем готовили временные ацетокарминовые препараты и анализировали тетрады микроспор (на 100 тетрад) по общепринятой методике [4]. В каждом варианте было просмотрено по 3000 тетрад.

Геохимический анализ исследуемых образцов почв на определение концентрации некоторых ТМ (Cu, Pb, Zn, Cr, Mo, Ag) проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии [5].

Полученные по двум тест-системам результаты статистически обрабатывали с использованием *t*-критерия Стьюдента и компьютерной программы ANOVA.

Результаты и их обсуждение. Анализ соматических мутаций у традесканции выявил достоверное повышение частоты РМС по сравнению с контролем для всех образцов почв из исследуемых пунктов г. Еревана (табл. 1). Было показано, что наивысший уровень частоты мутаций наблюдался у растений, выращенных в образцах почв из пунктов 2 и 4 (почти в 9 раз выше контрольного уровня). Частота РМС для остальных образцов превышала контроль в 3–4 раза.

Результаты изучения уровня БМС показали достоверное максимальное увеличение частоты их встречаемости для образцов из пунктов 5 и 6 (выше контроля в 1,5–2,0 раза).

Помимо РМС и БМС в ВТН традесканции были зарегистрированы также разные типы морфологических изменений. Во всех вариантах чаще встречались карликовые (невыжившие) тычиночные волоски, которые содержали от 2 до 10 клеток. Наибольшее их количество было отмечено при анализе растений, выращенных в образцах почв из пунктов 3 и 6 (выше контрольного уровня в 6,5 раз).

Таблица 1

Частота мутаций в соматических и спорогенных клетках традесканции (клон 02)

№	Пункты	Частота мутаций в соматических клетках (генные мутации)		Частота мутаций в спорогенных клетках (образование микроядер)	
		(PMS/1000) $\pm m$	(BMS/1000) $\pm m$	тетрады с МЯ, % $\pm m$	МЯ в тетрадах, % $\pm m$
1	ул. Прошяна	0,95 \pm 0,24	3,03 \pm 0,44	16,6 \pm 0,68	22,0 \pm 0,76
2	ул. Ленинградян	1,80 \pm 0,35	3,54 \pm 0,49	13,1 \pm 0,62	16,5 \pm 0,68
3	ул. А. Манукяна	0,79 \pm 0,23	3,16 \pm 0,46	6,3 \pm 0,44	7,7 \pm 0,49
4	ул. Азатамартикнери	1,83 \pm 0,34	3,86 \pm 0,49	10,4 \pm 0,56	13,2 \pm 0,62
5	Ботанический сад	0,96 \pm 0,26	5,44 \pm 0,61	9,6 \pm 0,54	11,9 \pm 0,59
6	ул. Царав Ахпюр	0,73 \pm 0,22	7,52 \pm 0,70	9,6 \pm 0,54	12,4 \pm 0,62
7	теплица ЕГУ	0,20 \pm 0,11	3,59 \pm 0,48	2,2 \pm 0,27	2,8 \pm 0,30

Для оценки кластогенного потенциала изучаемых образцов почв использовали тест Трад-МЯ с применением двух основных тест-критериев: частот образования МЯ в тетрадах и процента тетрад с МЯ. По данным теста Трад-МЯ, все изученные образцы почв индуцировали высокий уровень образования МЯ в тетрадах. Максимальная индукция МЯ была отмечена для образцов почв из пунктов 1, 2 и 4, превышающая контроль в 5–8 раз (табл. 1). Аналогичная картина наблюдалась в тех же вариантах при исследовании частоты образования тетрад с МЯ, она превышала контроль в 4,5–7,5 раза.

Таблица 2

Геохимические ряды и суммарный показатель концентрации (СПК) в образцах почв г. Еревана

№	Пункты	Геохимические ряды ТМ	СПК
1	ул. Прошяна	Ag _(3,5) -Cu _(2,17) -Zn _(1,3) -Pb _(0,87) -Cr _(0,62) -Mo _(0,47)	8,93
2	ул. Ленинградян	Ag _(5,0) -Cu _(2,69) -Cr _(1,90) -Zn _(1,19) -Pb _(0,17) -Mo _(0,16)	11,11
3	ул. А. Манукяна	Ag _(5,0) -Cu _(2,07) -Cr _(1,35) -Zn _(1,13) -Mo _(0,95) -Pb _(0,56)	11,06
4	ул. Азатамартикнери	Ag _(4,5) -Mo _(1,95) -Cr _(1,86) -Cu _(1,79) -Zn _(1,25) -Pb _(0,02)	11,37
5	Ботанический сад	Ag _(2,0) -Mo _(1,90) -Cr _(1,55) -Cu _(1,45) -Zn _(0,99) -Pb _(0,39)	8,28
6	ул. Царав Ахпюр	Cu _(2,62) -Mo _(1,79) -Ag _(1,5) -Cr _(1,13) -Zn _(1,00) -Pb _(0,04)	8,08

Примечание: в скобках приведены отношения концентрации ТМ к их фоновым значениям.

В исследованных образцах почв уровни загрязнения ТМ тесно коррелировали с промышленными и транспортными выбросами в изученных районах. Были построены качественные геохимические ряды по среднему содержанию ТМ путем нормирования элементов в почвах по фону, а также рассчитан суммарный показатель их концентрации (СПК) (табл. 2). Это позволило выделить доминантные загрязнители, а также определить долю каждого металла в общей сумме загрязнения. В рассматриваемый период Ag занимал первое место в геохимическом ряду, превышая фон в 2–5 раз во всех образцах, кроме образца из 6-го пункта. По-видимому, лидирующее место Ag в геохимических рядах можно объяснить загрязнением почв отходами фотолабораторий и ювелирной промышленности.

Использованные тесты Трад-ВТН и Трад-МЯ показали неодинаковую чувствительность. При сопоставлении данных СПК и РМС видно, что наиболее загрязненными являются образцы почв из пунктов 2 и 4, а наименее – из пункта 6. Наблюдаемый повышенный уровень МЯ в растениях 1-го пункта (табл. 1), очевидно, связан с более высоким содержанием Рb в почве данного образца (табл. 2), что может быть обусловлено повышенными выбросами автотранспорта.

Корреляционный анализ показал зависимость частоты МЯ от химического состава исследованных образцов почв. Обнаружена достоверная положительная корреляция между частотой МЯ в тетрадах и содержанием Zn ($r=0,75$; $p<0,05$).

Полученные результаты подтверждают высокую чувствительность тест-систем Трад-ВТН и Трад-МЯ, что позволяет рекомендовать их применение для оценки комплексного загрязнения тяжелыми металлами городских почв г. Еревана.

*Лаборатория общей биологии ЕГУ,
подгруппа цитогенетики*

Поступила 06.04.2010

ЛИТЕРАТУРА

1. Шихова Н.С. Экология, 1997, № 2, с. 146–150.
2. Антоненко И.В. Мониторинг и охрана городских земель. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001, 96 с.
3. Ma T.H., Cabrera G.L., Cebulka-Wasilewska A., Chen R., Loarea F., Vanderberg A.L., Salamone M.F. Mutat. Res., 1994, v. 310, p. 211–220.
4. Ma T.H., Cabrera G.L., Chen R., Gill B.S., Sandhu S.S., Vanderberg A.L., Salamone M.F. Item, p. 220–230.
5. Архипчук В.Д., Клименко С.Г., Медвинская Н.А., Алферов Л.Н. Лаб. дело, 1983, № 9, с. 23–25.

Է. Ա. ԱՂԱԶԱՆՅԱՆ, Ա. Լ. ԱԹՈՅԱՆՅ, Ա. Ս. ՎԱՐԺԱՊԵՏՅԱՆ,
Ռ. Է. ԱՎԱԼՅԱՆ, Ռ. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ՔԱՂԱՔԻ ՀՈՂԵՐԻ ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐՈՎ ԱՂՏՈՏՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ՏՐԱԴԵՍԿԱՆՑԻԱՅԻ (02 կլոն) ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվել է Երևան քաղաքի հողերի մուշների գենոտոքսիկոթյունը տրադեսկանցիայի առէջաթելերի մազիկների և միկրոկորիզների տեսա-համակարգերի կիրառմամբ:

Հաշվի է առնվել քաղաքի տարբեր շրջանների հողերում ծանր մետաղների պարունակության հնարավոր ազդեցությունը դիտված գենետիկական խաթարումների հաճախականության վրա:

Ուսումնասիրված կետերից ավելի գեոտոքսիկ են Պռոշյան, Լենին-գրադյան, Ազատամարտիկների, իսկ ավելի քիչ՝ Ալեք Մանուկյան և Ծարավ Աղբյուր փողոցների հողերի նմուշները:

Ցույց է տրվել դրական կոռելյացիա հողերի նմուշներում դիտված գենետիկական խաթարումների և ծանր մետաղների խտությունների միջև:

E. A. AGHAJANYAN, A. L. ATOYANTS, A. S. VARJAPETYAN,
R. E. AVALYAN, R. M. AROUTIOUNIAN

ESTIMATION OF SOIL POLLUTION BY HEAVY METALS IN YEREVAN CITY WITH TRADESCANTIA (clone 02)

Summary

The genotoxicity of soil pollution by heavy metals in Yerevan city with the application of Trad-SH (stamen hairs) and Trad-MN (micronuclei in tetrads of microspores) tests of Tradescantia (clone 02) was investigated. Possible contribution of heavy metals contents in soil samples from different regions of the city was taken into account as well.

The highest level of genotoxicity was marked in the soil samples from Proshian, Leningradian and Azatamartiknery streets, and lowest – A. Manoogian and Tsarav Akhbyur streets. The results obtained were shown to correlate with heavy metals concentration in soil samples.