

А.В. ТАДЕВОСЯН, А.Ф. АМБАРЦУМЯН, А.Р. СУКИАСЯН,
А.А. КИРАКОСЯН, А.Г. ШАМИАН

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

На основании способности растений аккумулировать химические элементы, в частности элементы 3d-группы периодической системы, создан достоверный экспресс-метод диагностики и прогноза экологической ситуации.

Ключевые слова: тяжелые металлы, растение, экспресс-метод диагностики и прогноза экологической ситуации.

Токсичность ряда тяжелых металлов (ТМ), их участие в биогеохимических процессах и их значительный антропогенный приток в окружающую среду обусловили ведущее место ТМ среди загрязняющих веществ, подлежащих наблюдению и контролю [1].

Важное методологическое значение для организации системы мониторинга состояния окружающей среды имеют результаты исследований биоиндикации, переноса вредных веществ, а также их перераспределения между средами [2,3].

Растения способны аккумулировать химические элементы и дать соответствующий отклик, что отражается в изменениях на макро- и микро-уровнях. Используя индикационное свойство растений, возможно их использование для исследования степени загрязненности окружающей среды антропогенными выбросами [4,5].

Целью данной работы является создание достоверного экспресс-метода диагностики и прогноза экологической ситуации, основанного на свойстве некоторых растений аккумулировать ТМ.

В качестве объекта исследования были использованы многолетние растения зверобоя продырявленного (*Hypericum Perforatum*), крапивы двудомной (*Urtica dioica*), полыни горькой (*Artemisia Absinthium*), чистотела большого (*Chelidonium Majus*), шалфея (*Salvia Officinalis*). Данные растения были собраны в местах их естественного произрастания. Содержание элементов 3d-группы периодической системы (Co, V, Mn, Mo, Ni) в растительном образце определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии после сухого озоления. Полученные результаты сравнивались с имеющимися литературными данными для растений со сходными условиями произрастания [6]. Изменения интенсивности свечения осуществлялись на хемилюминесцентной установке [7]. Результаты были обработаны с помощью программы MatLab с учетом критерия Стьюдента [8].

Ионы 3d-металлов, поступающие в гидросферу со стоками промышленных предприятий, накапливаются в растениях, в частности, в тех, которые послужили объектом исследований.

Обладая переменной валентностью, эти ионы участвуют в окислительных процессах липидсодержащих структур растений. При этом реакции

свободнорадикального окисления могут протекать без участия ионов переменной валентности и сопровождаются сверхслабым свечением [9, 10].

Исходя из этого, были приготовлены диметилформамидные (ДМФА) препараты растений, что позволяло получать их спирторастворимые и водорастворимые составляющие в одном экстракте. На рис. 1а,б представлены кинетические кривые сверхслабого неиндуцированного свечения экстрактов растений.

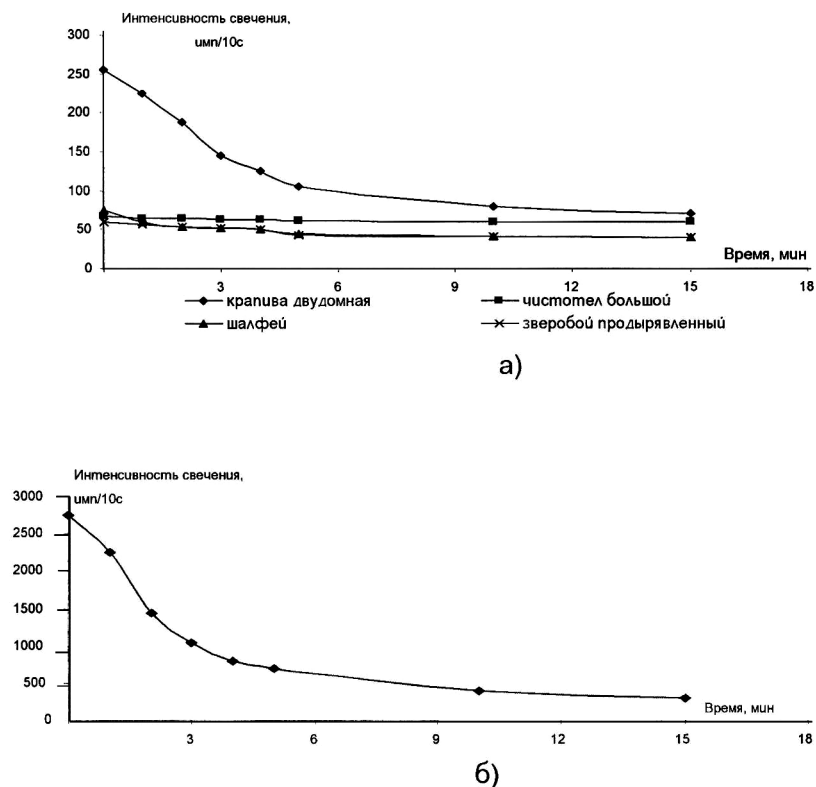


Рис. 1. Кинетическая кривая сверхслабого неиндуцированного свечения: а - экстрактов растений, б - полыни горькой

Следует отметить, что среди опытных образцов экстракт полыни горькой обладал самым высоким уровнем свечения, превышающим фоновое значение установки (30 ± 4 имп/10с) на два порядка. Остальные препараты обладали более умеренной интенсивностью свечения. При этом увеличение концентрации экстракта растений сопровождалось повышением интенсивности хемилюминесцентного свечения с определенным коэффициентом пропорциональности для образцов (рис. 2 а,б)

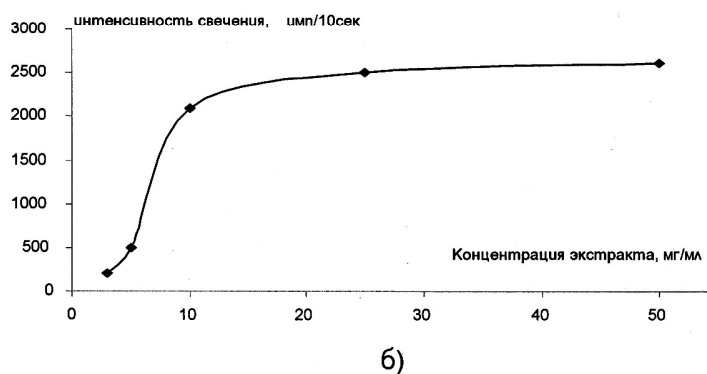
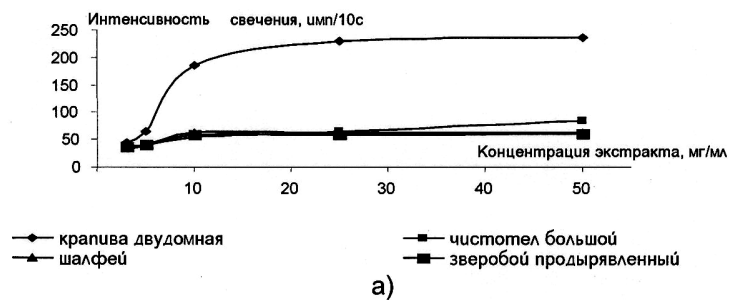


Рис. 2. Зависимость свечения от концентрации: а - образцов, б - экстракта полыни горькой

Далее было определено суммарное значение определенных микроэлементов в образцах. Анализ и сопоставление полученных результатов позволили обнаружить корреляционную связь между интенсивностью свечения и суммарным содержанием Zn -ионов. Оказалось, что уровень свечения ДМФА-препаратов исследуемых образцов растений (I) линейно коррелирует с суммарным содержанием (C^*) ионов Co , V , Mn , Mo и Ni (рис. 3).

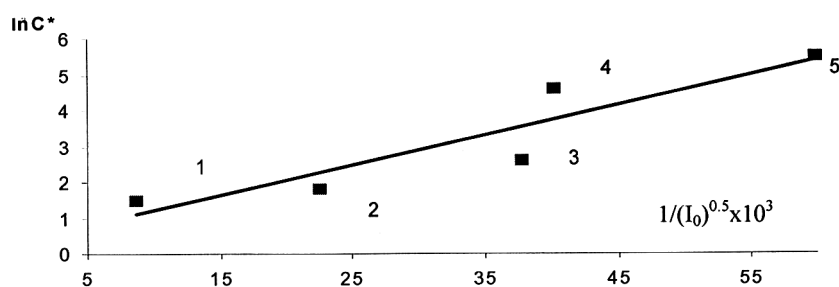


Рис.3. Зависимость логарифмической суммы содержания ионов V , Mn , Mo , Ni и Co ($\ln C^*$; $мкг/г$) от обратной величины интенсивности $CC(1/\sqrt{I_0})$, где 1- полынь горькая, 2 - зверобой продырявленный, 3 - чистотел большой, 4 - шалфей лекарственный, 5 - крапива двудомная

Однако полученные статистические параметры заметно ухудшаются, если в C^* включить также содержание других d-элементов: Zn, Cu и Cr (см. табл.). Вероятно, наличие неспаренного 4s-электрона у Cu и Cr ограничивает их участие в промотировании перекисного окисления липидсодержащих структур. Участие Zn в процессах окисления объясняется тем, что, обладая завершённой электронной структурой, данный ион не способен к реакции промотирования распада перекисей. Несмотря на активное участие Fe в названных реакциях, предлагается не включать его концентрацию в сумму C^* , поскольку он содержится не в микроколичествах, как вышеперечисленные ионы ТМ, а относится к макроэлементам с концентрацией, превышающей 1 мг/г.

Таблица

Статистические параметры (коэффициент корреляции, нулевой и первый полиномиальные коэффициенты) линейной связи $\ln C = a_0/\sqrt{I_0} + a_1$, где C - суммарная концентрация ионов d-металлов в мг/г; I_0 - интенсивность свечения ДМФА-экстрактов в начальный момент времени (при $P=0.01$; $f=3$), использована нумерация по рис. 3

LnC	1	2	3	4	5	a_0	a_1	R^2
C^*	1,5	1,8	2,6	4,6	5,5	0,0837	0,3722	0,8403
C^*+C_{Cr}	1,53	1,82	2,63	5,11	5,52	0,0819	0,2734	0,5742
C^*+C_{Cu}	1,63	1,88	2,70	4,77	5,52	0,0822	0,5211	0,8251
C^*+C_{Zn}	1,65	1,94	2,70	5,30	5,52	0,0837	0,5928	0,7602
$C^*+C_{Cr}+C_{Cu}$	1,63	1,89	2,72	5,31	5,52	0,0845	0,5574	0,7623
$C^*+C_{Cr}+C_{Zn}$	1,67	1,94	2,72	5,31	5,52	0,0835	0,6109	0,7593
$C^*+C_{Cu}+C_{Zn}$	1,74	1,99	2,79	5,38	5,52	0,0824	0,6990	0,7525
$C^*+C_{Cu}+C_{Zn}+C_{Cr}$	1,74	1,99	2,81	5,39	5,52	0,0825	0,7018	0,7537

Таким образом, с увеличением концентрации ионов d-элементов в изучаемых растениях интенсивность сверхслабого свечения их экстрактов линейно уменьшается. Обнаруженная зависимость позволяет по интенсивности хемилюминесценции определять суммарную концентрацию ионов ТМ в растениях-биоиндикаторах, что упрощает проведение мониторинга степени загрязнения водоемов и грунтовых вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михева Е.В., Жигальский О.А., Мамина В.П. Тяжелые металлы в системе почва-растение-животное в районе естественной геохимической аномалии // Экология. - 2003.- № 4. - С. 318-320.
2. Тадевосян А.В., Хачатрян Л.Р., Агабалова А.П., Айрян Л.Ш., Саядян А.А. Производственная надежность как критерий экологического риска // Сборник тезисов НАН РА. - 2000. - С. 90.

3. **Тадевосян А.В., Агабалова А.П.** Метод оценки потенциальной опасности химико-технологического объекта // Вест. Межд. Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности.- СПб, 2002.- Т.7, № 4(552). – С. 72-74.
4. **Корнеева Г.А.** Биохимическая (ферментативная) индексация и тестирование экологического состояния гидросфере // Известия АН. Серия биологическая. - 2002.- №1. - С. 51-54.
5. **Неверова О.А.** Биоэкологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха по состоянию древесных растений.- Новосибирск: Наука, 2001.- 119 с.
6. Химический анализ лекарственных растений / Под ред. **Н.И. Гринкевича, Л.М. Сафронича.** - М.: Высшая школа, 1983.- 176с.
7. **Закарян А.Е., Цагикян А.Р., Погосян Г.А., Паносян Г.А.** Установка для регистрации сверхслабой хемилюминесценции // Биологический журнал Армении.-1992.- Т 43, № 1.- С. 51-54.
8. **Сукиасян А.Р., Киракосян А.А.** Использование языка MatLab в качестве экспресс- метода оценки экспериментальных результатов // Информационные технологии: Сборник материалов Международной молодежной конференции. – Ереван, 2005. – С. 34 - 37.
9. **Эмануэль Н.М., Зайков Г.Е., Майзус З.К.** Роль среды в радикально-цепных реакциях окисления органических соединений.- М.: Наука, 1973. – 246 с.
10. **Владимиров Ю.А., Арчаков А.И.** Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. - М.: Наука, 1972. – 252 с.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 17.10.2007.

**Ա.Վ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ, Ա.Ֆ. ՀԱՄԲԱՐՏՈՒՄՅԱՆ, Ա.Ր. ՍՈՒՔԻԱՍՅԱՆ,
Ա.Ա. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ, Ա.Գ. ՇԱՄԻՅԱՆ**

ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՃԵՊԸՆԹԱՅ ԵՂԱՆԱԿ

Հիմնվելով բույսերի քիմիական տարրեր, մասնավորապես պարբերական համակարգի 3d-խմբի տարրեր, կուտակելու ունակության վրա ստեղծված է բնապահպանական իրավիճակի կանխատեսման և կանխարգելման արժանահավատ ճեպընթաց եղանակ:

Առանցքային բառեր. ծանր մետաղներ, բույսեր, կանխատեսման և կանխարգելման արժանահավատ ճեպընթաց եղանակ:

**A.V. TADEVOSYAN, A.F. HAMBARTSUMYAN, A.R. SUKIASYAN,
A.A. KIRAKOSYAN, A.G. SHAMIYAN**

EXPRESS-METHOD OF HEAVY METAL DIAGNOSTICS

Based on ability of plants to accumulate chemical elements, in particular, elements of the 3d-group of periodic system, the authentic express method of diagnostics and the prognosis of an ecological situation are created.

Keywords: heavy metal, plants, extra light flourence.