

КОНТРОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ИСКУССТВЕННЫХ ПОЧВОГРУНТОВ

Н.П. Матвейко, А.М. Брайкова, В.В. Садовский

УДК 543.253

РЕФЕРАТ

ИСКУССТВЕННЫЕ ПОЧВОГРУНТЫ, КОНТРОЛЬ, УДЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ, рН, ОБЩАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ

Показано, что значения рН водных вытяжек семи наименований исследованных почвогрунтов находятся в пределах, регламентируемых техническими нормативными правовыми актами. Для образца «Мечта ботаника» рН меньше допустимого значения (5,5) и составляет 4,68.

Наибольшее значение удельной электропроводности и общей минерализации водной вытяжки характерно для образца почвы «Гаспадар. Чудо-помидор», используемой для выращивания рассады помидоров.

Методом инверсионной вольтамперометрии исследовано содержание Hg, Zn, Cd, Pb и Cu в экстрактах искусственных почвогрунтов. Установлено, что в экстрактах всех изученных образцов почвогрунтов содержатся Zn, Cd, Pb и Hg в количествах, не превышающих регламентированные значения. Медь в небольших количествах обнаружена только в экстракте образца почвогрунта «TERRA VITA».

ABSTRACT

ARTIFICIAL SOILS, CONTROL, SPECIFIC CONDUCTIVITY, ACIDITY, GENERAL MINERALIZATION, HEAVY METALS

It is shown that the pH values of water extracts of seven names of the studied soils are within the limits regulated by technical regulations. For a sample «The dream of the botanist» pH is equal to 4,68 and less than admissible value 5,5.

The greatest value of specific conductivity and the general mineralization of a water extract is characteristic for a soil sample «Gaspadar. Wonderful tomato», used for cultivation of the tomatoes seedlings.

The content of Hg, Zn, Cd, Pb and Cu in extracts of artificial soils was investigated by stripping voltammetry method. It is established that in extracts of all studied samples of soils the content of Zn, Cd, Pb and Hg does not exceed the regulated values. Copper in small amounts is found only in extract of a sample of TERRA VITA soil.

С каждым годом все более остро стоит проблема загрязнения различных объектов окружающей среды, и, конечно, продуктов питания тяжелыми металлами. Считается, что именно продукты питания являются основным источником поступления тяжелых металлов в организм человека [1–3].

В пищевые продукты растительного происхождения металлы мигрируют в основном из почв, на которых они произрастают. В продукты питания животного происхождения по пищевой цепочке металлы поступают из растений, используемых для выращивания сельскохозяйственных животных, а также из водных ресурсов. Основным источником поступления металлов в почву и водоемы является атмосферный воздух и сточ-

ные воды, загрязненные в результате техногенной деятельности человека, а также вносимые в почву удобрения [2, 3].

Очевидно, что проведение систематического агроэкологического мониторинга токсичных веществ в почвах сельскохозяйственного назначения позволит предупредить получение сельхозпродукции с высоким содержанием тяжелых металлов.

Министерством здравоохранения Республики Беларусь разработаны и утверждены гигиенические нормативы, регламентирующие предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ, в том числе тяжелых металлов в почвах [4–6]. Отметим, что предельно допустимая концентрация – это максимальное

количество вещества, которое не вызывает прямого или опосредованного влияния на здоровье настоящего и последующих поколений человека и экосистему.

В таблице 1 представлены ПДК подвижных форм тяжелых металлов в почве.

В ГОСТ 17.4.2.01–81 определена номенклатура показателей санитарного состояния почв [7]. Согласно требованиям этого межгосударственного стандарта, тяжелые металлы в зонах сельхозугодий, населенных пунктов, транспортных земель и зонах санитарной охраны источников водоснабжения контролируются в обязательном порядке.

Наряду с определением содержания тяжелых металлов в почвах контролируют также такие физико-химические показатели, как удельная электрическая проводимость и *pH* водной вытяжки [8]. Удельная электропроводность почвы зависит от температуры, содержания влаги и воздуха. Она характеризует ионную активность почвы, что служит мерой засоления почв, то есть удельная электропроводность – показатель, коррелирующий со свойствами почвы, оказывающими влияние на продуктивность выращиваемых культур.

Существует ряд сельскохозяйственных культур, семена которых с целью выращивания рассады изначально высаживают в специальный питательный почвогрунт. Такой прием широко используется как крупными, так и небольшими хозяйствами, в том числе индивидуальными садоводами на частных подворьях либо в домашних условиях.

В торговой сети Республики Беларусь реализуется целый спектр искусственных почвогрунтов различного назначения и состава от разнообразных производителей.

Представляло интерес провести выборочный контроль показателей качества некоторых искусственных почвогрунтов для выращивания рассады. В частности, содержание в них растворимых в кислоте форм *Zn, Cd, Pb, Cu* и *Hg* – тяжелых металлов, три из которых (*Cd, Pb* и *Hg*) являются токсичными элементами, а два (*Zn* и *Cu*) – микроэлементами, а также *pH* и удельную электрическую проводимость водных вытяжек.

Необходимо отметить, что эти показатели нормируются, что следует, например, из постановления 514-ПП [9]. Нормативные показатели искусственных почвогрунтов представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Предельно допустимые концентрации подвижных форм тяжелых металлов в почве

Наименование металла	Медь	Свинец	Цинк	Кадмий	Ртуть
ПДК, мг/кг	3,0	6,0	23,0	0,5	0,5

Таблица 2 – Нормативные показатели искусственных почвогрунтов

Наименование показателя	Значения показателей				
	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий	Ртуть
Содержание подвижных форм тяжелых металлов, мг/кг	Не более 2-3	Не более 23	Не более 3	–	–
Валовое содержание тяжелых металлов, мг/кг	Не более 117	Не более 198	Не более 65	Не более 2	Не более 2
Реакция среды: <i>pH</i>	5,5–7,1				
Удельная электропроводность, мСм/см	Не более 3				

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Методом инверсионной вольтамперометрии провести контроль содержания **Zn, Cd, Pb, Cu** и **Hg**, а также определить **pH** и удельную электрическую проводимость водных вытяжек образцов почвогрунтов, предназначенных для выращивания рассады сельскохозяйственных культур.

В качестве объектов исследования выбраны образцы различных почвогрунтов универсального назначения и предназначенных для выращивания определенного вида культур, а также для комнатного цветоводства.

Наименования и основные характеристики образцов исследованных почвогрунтов приведены в таблице 3.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

С целью определения **pH** и удельной электрической проводимости в соответствии с требованиями ГОСТ 26423–85 [8] готовили водные вытяжки из образцов почвогрунтов. Для этого пробы почвогрунтов массой по 30 г взвешивали с погрешностью не более 0,1 г, помещали в конические колбы и добавляли мерным цилиндром по 150 мл дистиллированной воды. Полученную суспензию перемешивали в течение 3 мин с помощью магнитной мешалки и оставляли на 5 мин для отстаивания.

Удельную электропроводность определяли кондуктометром HANNA HI 8733 путем погружения датчика кондуктометра в полученные

экстракты. После каждого определения датчик тщательно промывали дистиллированной водой. С помощью кондуктометра–солемера HANNA HI 8734 в подготовленных экстрактах определяли также общую минерализацию.

Измерение **pH** суспензий почв выполняли с помощью **pH**-метра марки **pH-150M**, предварительно откалиброванного по трем буферным растворам с **pH** 4,01; 6,80 и 9,18, приготовленным из стандарт-титров. Показания прибора считывали не ранее, чем через 1,5 мин после погружения электродов в измеряемую среду.

Для определения **Zn, Cd, Pb, Cu** и **Hg** в вытяжках почвогрунтов применяли метод инверсионной вольтамперометрии, успешно использованный ранее на кафедре физикохимии материалов и производственных технологий Белорусского государственного экономического университета при исследованиях различных видов пищевой продукции [9–14].

Все водные растворы для проведения анализа почвогрунтов на содержание в них тяжелых металлов готовили на дважды дистиллированной воде (бидистиллят).

Извлечение растворимых форм металлов из почвогрунтов с целью их последующего определения проводили 0,35 М водным раствором муравьиной кислоты. Для этого пробы почвогрунтов массой по 10 г взвешивали с погрешностью не более 0,1 г, помещали в конические колбы, добавляли цилиндром по 50 мл 0,35 М водного

Таблица 3 – Наименование и характеристика образцов почвогрунтов

№ образца	Наименование	Характеристика
1	«Дружные всходы»	Универсальный почвогрунт
2	«Живой мир»	Грунт питательный универсальный
3	«Мечта ботаника»	Грунт питательный № 2 для бегоний и пеларгоний
4	«Царица цветов»	Универсальный почвогрунт для комнатного цветоводства
5	«Гаспадар. Чудо-помидор»	Питательный универсальный грунт для выращивания рассады помидоров
6	«TERRA VITA»	Питательный универсальный грунт для выращивания всех видов овощных, ягодных культур, цветов, рассады. Содержит биогумус

раствора муравьиной кислоты, перемешивали и оставляли для экстрагирования на $24 \pm 0,6$ ч. Полученные вытяжки (экстракты) отфильтровывали дважды через складчатый фильтр. Из экстрактов отбирали аликвоты объемом 0,1 мл, растворяли в 10 мл фонового электролита (0,35 М водный раствор муравьиной кислоты) и затем проводили анализ на содержание тяжелых металлов.

Определение **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** в вытяжках почвогрунтов проводили на анализаторе вольтамперометрическом марки ТА-4 с применением амальгамированного серебряного индикаторного электрода, хлорсеребряного электрода сравнения, который являлся также вспомогательным электродом.

Электрохимическую очистку индикаторного электрода при определении **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** выполняли попеременной катодной и анодной поляризацией при потенциалах -1200 и $+100$ мВ соответственно в течение 20 с. Накопление металлов на поверхности ртутного электрода проводили при потенциале -1350 мВ в течение 20–40 секунд. Успокоение раствора – при потенциале -1150 мВ в течение 10 с. Регистрацию анодных вольтамперных кривых осуществляли при скорости развертки потенциала 80 мВ/с на фоне 0,35 М водного раствора муравьиной кислоты в интервале потенциалов от -1150 до $+100$ мВ.

Вытяжки почвогрунтов анализировали на содержание **Hg** с помощью вольтамперометрического анализатора марки АВА-3, применяя углеситалловый индикаторный электрод, хлорсеребряный электрод сравнения и платиновый вспомогательный электрод. Анализ проводили в условиях, описанных в работе [15]: очистка углеситаллового индикаторного электрода при потенциале $+450$ мВ в течение 10 с; накопление ртути на поверхности индикаторного электрода при потенциале -1200 мВ в течение 60–90 с; успокоение раствора при потенциале $+50$ мВ в течение 3 с. Регистрацию вольтамперной кривой выполняли при скорости развертки потенциала 5 В/с на фоне водного раствора электролита, содержащего 0,4 моль/л H_2SO_4 , 0,1 моль/л KNO_3 и 0,001 моль/л Трилона Б.

Для установления неизвестных концентраций тяжелых металлов применяли метод добавок, используя стандартный раствор, содержащий

по 2 мг/л **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu**, который готовили на основе Государственных стандартных образцов (ГСО) и бидистилляте. Отдельно из оксида ртути (II) марки «ХЧ» готовили стандартный раствор, содержащий 2 мг/л ртути.

Расчет содержания **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** выполняли по разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx», а **Hg** – с помощью комплексной специализированной компьютерной программы, поставляемой ОАО «Буревестник» (Санкт-Петербург) совместно с вольтамперометрическим анализатором марки АВА-3.

Измерение удельной электропроводности, общей минерализации, **pH** каждой суспензии почвогрунта, а также определение содержания тяжелых металлов в вытяжках выполняли по четыре раза. Все результаты обрабатывали методом математической статистики: рассчитаны относительные стандартные отклонения (**Sr**) и интервальные значения при доверительной вероятности 95 % ($\pm \Delta x$) [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты измерения удельной электропроводности, общей минерализации и значения **pH** водных вытяжек образцов исследованных почвогрунтов представлены в таблице 4.

Видно, что наименьшие значения удельной электропроводности и общей минерализации характерны для образцов почв № 6 и № 1, которые являются универсальными для выращивания всех видов овощных и ягодных культур, цветов и рассады. Наибольшее же значение удельной электропроводности и общей минерализации получено для образца почвы № 5, предназначенного для выращивания рассады помидоров. В этом образце растворимых солей также содержится в 5,5 раз больше, чем в образце № 6. Минимальное значение **pH** (4,68) установлено при анализе образца почвы № 3, предназначенного для выращивания бегоний и пеларгоний. При анализе образца № 5 значение **pH** установлено равным 5,47, что свидетельствует о слабощелочной среде. Значение **pH** образцов № 1, № 2, № 4 и № 6 соответствует нейтральной среде.

Сопоставление полученных значений **pH**

Таблица 4 – Результаты измерения удельной электропроводности, общей минерализации и pH водных вытяжек образцов почвогрунтов

№ образца	Удельная электропроводность		Общая минерализация		Реакция среды	
	Относительное стандартное отклонение, $S_r, \%$	Интервальное значение, $X_{cp} \pm \Delta X, \text{mSm/cm}$	Относительное стандартное отклонение, $S_r, \%$	Интервальное значение, $C_{cp} \pm \Delta C, \text{мг/л}$	Относительное стандартное отклонение, $S_r, \%$	Интервальное значение, $pH_{cp} \pm \Delta pH$
1	1,44	$0,4 \pm 0,008$	1,5	278 ± 6	0,6	$6,94 \pm 0,06$
2	1,49	$1,2 \pm 0,025$	1,3	553 ± 10	0,6	$6,98 \pm 0,06$
3	1,50	$1,1 \pm 0,023$	1,3	543 ± 10	0,8	$4,68 \pm 0,05$
4	1,55	$0,6 \pm 0,013$	1,5	298 ± 6	0,6	$6,96 \pm 0,06$
5	1,40	$1,8 \pm 0,035$	1,2	994 ± 16	0,7	$5,47 \pm 0,05$
6	1,20	$0,3 \pm 0,005$	1,6	182 ± 4	0,6	$6,70 \pm 0,06$

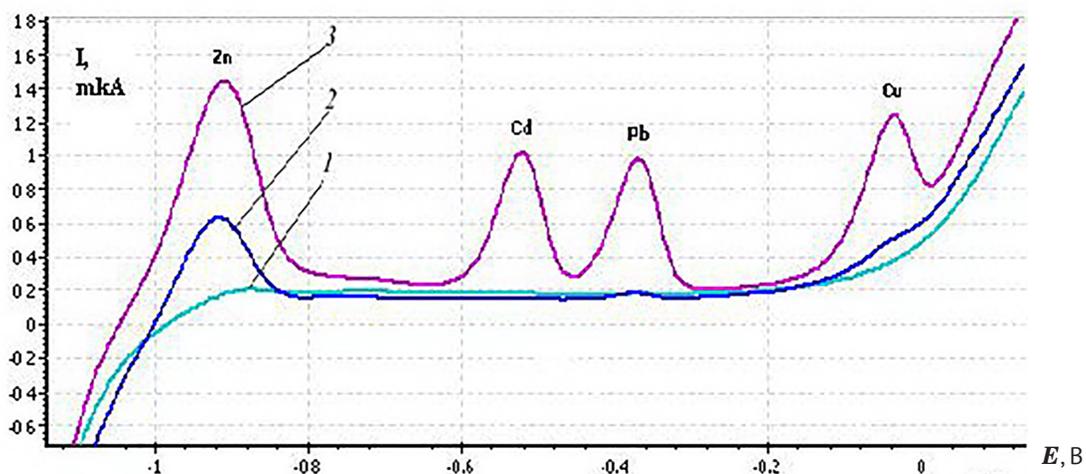
(табл. 4) с нормативными показателями (табл. 2) показывает, что для образца почвы № 3 («Мечта ботаника») pH меньше нижнего предела допустимых значений. Вероятно, это связано с тем, что почвогрунт применяется для выращивания цветов бегоний и пеларгоний, для которых оптимальными являются более кислые почвогрунты. Для остальных исследованных образцов значение pH соответствует требованиям постановления 514-ПП [9].

Что касается удельной электропроводности,

то для всех исследованных образцов почвогрунтов этот показатель не превышает нормативных требований (табл. 2).

На рисунке 1 в качестве примера представлены анодные вольтамперные кривые, полученные при определении Zn, Cd, Pb и Cu в образце экстракта почвы № 6 «TERRA VITA» с помощью анализатора вольтамперометрического ТА-4.

Видно, что на вольтамперной кривой фонового электролита пики тока отсутствуют, что свидетельствует о чистоте фонового электролита. На



1 – фонового электролита (0,35 М водного раствора муравьиной кислоты);
 2 – пробы образца экстракта почвы № 6 (TERRA VITA);
 3 – пробы образца экстракта почвы № 6 (TERRA VITA) с добавкой стандартного раствора, содержащего по 2 мг/л цинка, кадмия, свинца и меди

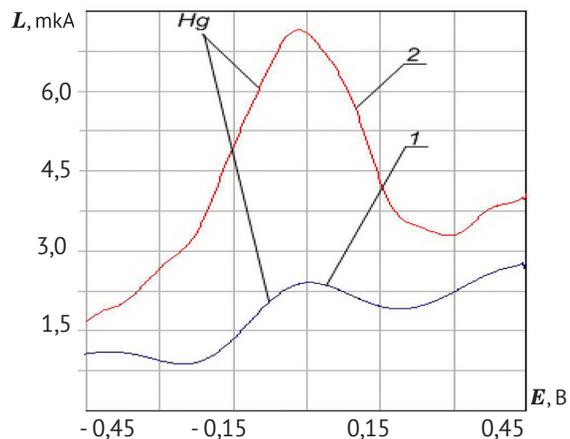
Рисунок 1 – Анодные вольтамперные кривые

анодной вольтамперной кривой пробы образца экстракта почвы № 6 имеются четко выраженный пик тока в области потенциалов $-1 \div -0,8$ В и небольшие пики тока в области потенциалов, $-0,44 \div -0,32$ и $-0,12 \div +0,45$ В, которые свидетельствуют о присутствии в образце **Zn**, **Pb** и **Cu** соответственно. После добавления к пробе 0,05 мл стандартного раствора, содержащего по 2 мг/л каждого из определяемых металлов, интенсивность пиков токов окисления **Zn**, **Pb** и **Cu** существенно возрастает. Дополнительно в области потенциалов от $-0,55$ до $-0,40$ В на анодной вольтамперной кривой пробы с добавкой стандартного раствора появляется пик тока окисления **Cd**.

Аналогичный характер вольтамперных кривых пробы и пробы с добавкой стандартного раствора наблюдается для всех исследованных образцов экстрактов почвогрунтов. По разности интенсивностей пиков тока в пробе до и после внесения добавки стандартного раствора определяемых металлов с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx» рассчитано содержание **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** в экстрактах всех исследованных образцов почвогрунтов. Результаты представлены в таблице 5.

Кривые разности анодных вольтамперных кривых пробы и фонового электролита, а также пробы с добавкой стандартного раствора и фонового электролита, зарегистрированные с помощью анализатора марки АВА-3 при анализе экстракта почвы № 3 («Мечта ботаника»), приведены на рисунке 2.

На вольтамперной анодной кривой разности



1 – пробы образца экстракта почвы № 3 («Мечта ботаника») и фонового электролита;
2 – пробы образца экстракта почвы № 3 с добавкой стандартного раствора и фонового электролита

Рисунок 2 – Вольтамперные анодные кривые разности

пробы и фонового электролита, как видно на рисунке 2 (кривая 1), в интервале потенциалов от -230 мВ до $+220$ мВ имеется максимума тока окисления Hg. При введении в анализируемую пробу добавки стандартного раствора ртути максимум тока окисления пропорционально увеличивается (кривая 2).

Аналогичный характер изменения кривых разности анодных вольтамперных кривых пробы экстракта почвогрунта, а также пробы экстракта почвогрунта с добавкой стандартного раствора ртути и фонового электролита наблюдается для всех исследованных образцов почвогрунтов. По

Таблица 5 – Содержание подвижных форм **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в мг на 1 кг почвогрунта

№ пробы	Содержание металла, мг/кг почвы									
	Zn	$S_{r,1}$, %	Cd	$S_{r,1}$, %	Pb	$S_{r,1}$, %	Cu	$S_{r,1}$, %	Hg	$S_{r,1}$, %
1	$2,9 \pm 0,10$	2,5	$0,04 \pm 0,003$	4,8	$0,12 \pm 0,007$	4,4	Не обнаружена	–	$0,11 \pm 0,007$	4,3
2	$3,0 \pm 0,10$	2,5	$0,10 \pm 0,006$	4,5	$0,10 \pm 0,006$	4,5	Не обнаружена		$0,14 \pm 0,009$	4,4
3	$3,6 \pm 0,11$	2,2	$0,05 \pm 0,003$	4,7	$0,13 \pm 0,008$	4,4	Не обнаружена		$0,27 \pm 0,013$	3,6
4	$2,3 \pm 0,08$	2,6	$0,06 \pm 0,004$	4,6	$0,10 \pm 0,006$	4,5	Не обнаружена		$0,05 \pm 0,003$	4,7
5	$2,6 \pm 0,09$	2,6	$0,04 \pm 0,003$	4,8	$0,07 \pm 0,004$	4,6	Не обнаружена		$0,06 \pm 0,004$	4,6
6	$3,3 \pm 0,11$	2,4	$0,03 \pm 0,002$	5,0	$0,15 \pm 0,009$	4,4	$0,10 \pm 0,006$	4,3	$0,13 \pm 0,008$	4,4

относительному изменению интенсивности пиков с помощью комплексной специализированной компьютерной программы рассчитано содержание ртути в экстракте всех исследованных наименований почвогрунтов. Результаты расчетов: интервальные значения содержания ртути в экстракте почвогрунтов и относительные стандартные отклонения представлены в таблице 5.

Из таблицы 5 видно, что во всех экстрактах исследованных почвогрунтов содержатся **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Hg**. При этом больше всего в экстрактах содержится **Zn** (2,3 – 3,6 мг/кг) и меньше всего – **Cd** (0,03 – 0,10 мг/кг). Содержание **Pb** и **Hg** примерно одинаково и лишь в 2 раза больше, чем **Cd**. Что касается меди, то этот металл в небольших количествах обнаружен только в экстракте образца почвогрунта № 6 («TERRA VITA»).

Сравнение данных, представленных в таблице 5, с ПДК (табл. 1) и нормативными значениями (табл. 2), показывает, что во всех исследованных образцах искусственных почвогрунтов содержание подвижных форм **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** существенно ниже регламентированных

значений. Это свидетельствует о соответствии всех изученных образцов искусственных почвогрунтов требованиям ТНПА [4–6, 9].

ВЫВОДЫ

1. Показано, что значения **pH** водных вытяжек образцов № 1, 2, 4, 5 и 6 исследованных почвогрунтов находятся в пределах, регламентируемых ТНПА [9]. Для образца № 3 значение **pH** меньше нижнего предела допустимых значений (5,5) и составляет 4,68.

2. Наибольшее значение удельной электропроводности и общей минерализации характерно для образца почвы № 5 («Гаспадар. Чудопомидор»), предназначенной для выращивания рассады помидоров.

3. Установлено, что в экстрактах всех изученных образцов почвогрунтов содержатся **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Hg** в количествах, не превышающих регламентированные значения. Медь в небольших количествах обнаружена только в экстракте образца почвогрунта «TERRA VITA».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рейли, К. (1985), *Металлические загрязнения пищевых продуктов*, Москва, Агропромиздат, 184 с.
2. Тиво, П.В., Бытко, И.Г. (1996), *Тяжелые металлы и экология*, Минск, Юнипол, 191 с.
3. Ягодин, Б.А. (1996), Тяжелые металлы в системе почва–растение, *Химия в сельском хозяйстве*, 1996, № 5, С. 34-39.
4. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004. (2004), *Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве*, Минск, 26 с.

REFERENCES

1. Rayleigh, K. (1985), *Metallischeske zagryaznenie picheshih produktov* [Metal pollution of foodstuff: Lane. With English], Moscow, Agropromizdat, 184 p.
2. Tivo, P.V., Bytko, I.G. (1996), *Tyazelye metally i ekologiya* [Heavy metals and ecology], Minsk, Yunipol, 191 p.
3. Yagodin, B.A. (1996), Heavy metals in system the soil plant [Tyazelye metally v sisteme pochva-rastenie], *Himiya v selskom hozyastve – Chemistry in agriculture*, 1996, No. 5, pp. 34-39.
4. Hygienic standards 2.1.7.12-1-2004 (2004), *Perechen predelno-dopustimyh koncentraciy (PDK) i orientirovchno dopustimyh koncentraciy (ODK) himicheskikh vechestv v pochve* [The list of maximum permissible concentration and the approximately

5. Гигиенические нормативы 2.1.7.9-37-2003. (2003), *Предельно допустимые концентрации (ПДК) кадмия, тилта (действующее вещество – пропиконазол) и фенантрена в торфяной почве*, Минск, 3 с.
6. Постановление Министерства здравоохранения РБ от 4 августа 2010 г. № 107. (2010), *Об утверждении нормативов предельно допустимых концентраций валового содержания ртути и мышьяка в землях (включая почвы) для различных видов территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов*, Минск, 2 с.
7. ГОСТ 17.4.2.01-81. (1981), *Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния*, Москва, Стандартинформ, 4 с.
8. ГОСТ 26423-85. (1985), *Почвы. Методы определения электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки*, Москва, Стандартинформ, 10 с.
9. Постановление 514-ПП, *Об утверждении методических рекомендаций по производству компостов и почвогрунтов, используемых в городе Москве*, [Электронный ресурс], Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/gost/2/Postanovlenie_514PP_Ob_utverzh.html, Дата доступа: 26.01.2015.
10. Матвейко, Н.П., Брайкова, А.М. (2010), Определение содержания токсичных элементов цинка, кадмия, свинца и меди в воде методом инверсионной вольтамперометрии, *Промышленная безопасность*, 2010, № 6, С. 10-12.
11. Матвейко, Н.П., Кулак, А.И. (2011), Инверсионно-вольтамперометрическое определение тяжелых металлов в чайном материале, *Вестні НАНБ, сер. хім. нав.*, 2011, № 3, С. 59-63.
12. Брайкова, А.М., Матвейко, Н.П. (2011), Инверсионно-вольтамперометрическое определение цинка, кадмия, свинца и меди admissible concentration (AAC) of chemicals in the soil], Minsk, 26 p.
5. Hygienic standards 2.1.7.9-37-2003 (2003), *Predelno dopustimye koncentraciyi (PDK) kadmiya, tilta (deystvuyuchee vechestvo - propikonozol) i fenantrena v torfyanoy pochve* [The Maximum Permissible Concentration (MPC) of cadmium, a tilt (active ingredient – propiconozol) and a fenantrena in the peat soil], Minsk, 3 p.
6. The resolution of Ministry of Health of RB of August 4, 2010 No. 107 (2010), *Ob utverzhdenii normativov predelno dopustimyh koncentraciyi valovogo sodержaniya rtuti i myshyaka v zemlyah (vklyuchaya pochvi), dlya razlichnyh vidov territorialnyh zon po preimuchestvennomu funktsionalnomu ispolzovaniyu territoriy naselyonnyh punktov* [About the approval of standards of maximum permissible concentration of the gross content of mercury and arsenic in lands (including soils), for different types of territorial zones on primary functional use of territories of settlements], Minsk, 2 p.
7. GOST 17.4.2.01-81 (1981), *Ohrana prirody. Pochvy. Nomenklatura pokazateley sanitarnogo sostotaniya* [Conservation. Soils. Product indicators of a sanitary state], Moscow, Standartinform, 4 p.
8. GOST 26423-85 (1985), *Pochvy. Metody opredeleniya elektricheskoy provodimosti, pH i plotnogo ostatka vodnoy vytyazhki* [Soils. Methods of determination of electric conductivity, pH and dense rest of a water extract], Moskcov, Standartinform, 10 p.
9. The resolution 514-PP, *Ob utverzhdenii metodicheskikh rekomendaciy po proizvodstvu kompostov i pochvogrunтов, ispolzuemyh v gorode Moskve* [On the approval of methodical recommendations about production of the composts and soils used in the city of Moscow], (2015), available at: http://www.znaytovar.ru/gost/2/Postanovlenie_514PP_Ob_utverzh.html (accessed 26 January 2015).
10. Matveiko, N.P., Braikova, A.M. (2010), Determination of the maintenance of toxic elements of zinc, cadmium, lead and copper in water by method of

- в плодоовощной продукции, *Промышленная безопасность*, 2011, № 1, С. 30-32.
13. Брайкива, А.М., Матвейко, Н.П. (2011), Определение содержания тяжелых металлов в некоторых видах рыб и ракообразных, *Вестник БГЭУ*, 2011, Вып. 6., С. 45-49.
 14. Матвейко, Н.П., Протасов, С.К., Садовский, В.В. (2012), Контроль тяжелых металлов в растительных маслах, *Вестник БГЭУ*, 2012, Вып. 6., С. 71-75.
 15. Матвейко, Н.П., Брайкива, А.М., Садовский, В.В. (2014), Определение содержания тяжелых металлов в табаке сигарет и продуктах его сгорания, *Вестник БГЭУ*, 2014, Вып. 3., С. 65-70.
 16. МИ 2336-95. (1995), *Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания*, Екатеринбург, 1995, 45 с.
- the stripping voltammetry [Opredelenie sodержaniya toksichnyh elementov cinka, kadmiya, svinca I medi v vode metodom inversionnoy vjltamperometrii], *Promyshlennaya bezopasnost – Industrial safety*, 2010, No. 6, pp. 10-12.
11. Matveiko, N.P., Kulak, A.I. (2011), The stripping voltammetry method determination of heavy metals in tea material [Inversionno-voltamperometricheskoe opredelenie tyazhelyh metallov v chaynom materiale], *Vesti NANB, ser. him. nav. - Vestsi of NANB, chem. ser.*, 2011, No 3, pp. 59-63.
 12. Braikova, A.M., Matveiko, N. P. (2011) The stripping voltammetry method determination of zinc, cadmium, lead and copper in fruit and vegetable products [Inversionno-voltamperometricheskoe opredelenie cinka, kadmiya, svinca I medi v plodoovochnyj produkcii], *Promyshlennaya bezopasnost – Industrial safety*, 2011, No 1, pp. 30-32.
 13. Braikova, A.M., Matveiko, N.P. (2011), Determination of the content of heavy metals in some species of fish and Crustacea [Opredelenie sodержaniya tyazhelyh metallov v nekotoryh vidah ryb I rakoobraznyh], *Vestnik BGEU – The BGEU Bulletin*, 2011, No 6, pp. 45-49.
 14. Matveiko, N.P., Protasov, S.K., Sadovsky, V.V. (2012), Control of heavy metals in vegetable oils [Kontrol tyazhelyh metallov v rastitelnyh maslah], *Vestnik BGEU – The BGEU Bulletin*, 2012, No 6, pp. 71-75.
 15. Matveiko, N.P., Braikova, A.M., Sadovsky, V. V. (2014), Determination of the content of heavy metals in tobacco of cigarettes and products of its combustion [Opredelenie sodержaniya tyazhelyh metallov v tabake sigaret I produktah ego sgoranya], *Vestnik BGEU – The BGEU Bulletin*, 2014, No 3, pp. 65-70.
 16. MI 2336-95 (1995), *Harakteristiki pogreshnosti rezultatov kolichestvennogo himicheskogo analiza. Algoritmy ocenivaniya* [Characteristics of error in the results of quantitative chemical analysis. Estimation algorithms], Ekaterinburg, 45 p.

Статья поступила в редакцию 09. 02. 2015 г.