

Рисунок 2 — Абсцесс головного мозга, вызванный *Toxoplasma gondii*

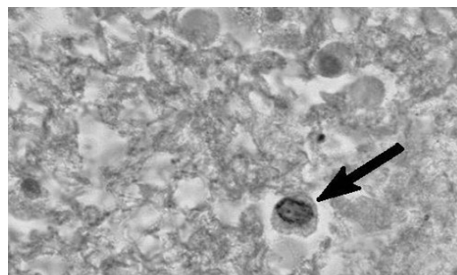


Рисунок 3 — Граница абсцесса головного мозга. Отмечена клетка моноцитарного ряда с токсоплазменным поражением. Окраска: гематоксилином и эозином. Увеличение:  $\times 1000$

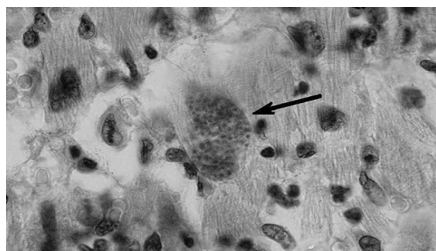


Рисунок 4 — Токсоплазмоз сердца. Отмечен кардиомиоцит с токсоплазменным поражением. Окраска: гематоксилином и эозином. Увеличение:  $\times 1000$

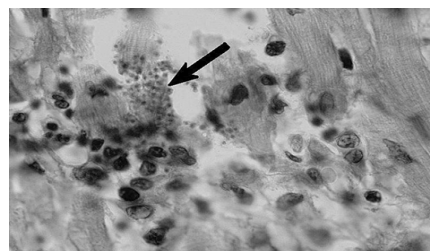


Рисунок 5 — Токсоплазмоз сердца. Отмечены токсоплазмы с периферической лимфогистиоцитарной инфильтрацией. Окраска: гематоксилином и эозином. Увеличение:  $\times 1000$

После аутопсии и микроскопического исследования выставлен заключительный патологоанатомический диагноз:

**Основное заболевание:** ВИЧ-инфекция, стадия СПИД, (иммунограмма от 29.04.2013 г. CD4 клеток 4 (0,78 %) в 1 мл крови).

**Вторичные заболевания:** токсоплазмоз мозга с формированием абсцесса в области базальных ядер правого полушария, токсоплазменный миокардит, дефицит массы тела более 10 %, фолликулярная инволюция белой пульпы селезенки с лимфоидным истощением.

**Осложнение:** отек головного мозга. =

#### Заключение

Данный клинический случай представляет особый интерес, так как показывает, что токсоплазменное поражение головного мозга в редких случаях проявляется образованием одиночного очага, а в данном случае еще и с развитием абсцесса. Учитывая неспецифическое описание кар-

тины поражения головного мозга на МРТ, заболевание было расценено как лимфома головного мозга. Однако при наличии очаговой неврологической симптоматики, лихорадочной реакции на фоне снижения CD4-лимфоцитов менее 200 в мкл необходимо начинать лечение церебрального токсоплазмоза *ex juvantibus*, что и было сделано в данном случае.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Недзьведь, М. К. Токсоплазмозный менингоэнцефалит у больных ВИЧ/СПИД (клинико-морфологический анализ) / М. К. Недзьведь // Здоровоохранение. — 2012. — № 2. — С. 4–7.
2. Перегудова, А. Б. Церебральный токсоплазмоз у больных ВИЧ-инфекцией / А. Б. Перегудова, В. И. Шахгильдян, Д. Б. Гончаров // Терапевтический архив. — 2007. — Т. 79, № 11. — С. 36–39.
3. Токсоплазмоз ЦНС у ВИЧ-инфицированного пациента на фоне высокоактивной антиретровирусной терапии / Н. В. Бузова [и др.] // Радиология — практика. — 2005. — № 1. — С. 27–31.
4. Губарева, Е. В. Эпидемиология и диагностика токсоплазмоза у ВИЧ-инфицированных / Е. В. Губарева, Д. Б. Гончаров, А. Б. Перегудова // Интернациональный симпозиум Parasites of the holarctic region. — Россия, Петрозаводск, 2010. — С. 79–81.

Поступила 13.02.2014

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### УДК 54.02:528.931.3 (476.2+476.7):574:005 ОСОБЕННОСТИ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ И НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ Г. ГОМЕЛЯ

Н. И. Дроздова, Ю. М. Жученко, Т. В. Макаренко, В. А. Шумилин  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

Объектом исследования были образцы дерново-подзолистой супесчаной почвы и бобовых трав (клевер розовый, клевер красный, люцерна желтая, люцерна синяя), отобранные в сентябре 2013 г. в окрестностях производственной зоны завода «Центролит» г. Гомеля.

Изучались корреляционные взаимодействия между величинами коэффициентов накопления ТМ и некоторыми массовыми соотношениями фракций гумусовых кислот, выделенных по упрощенной схеме Тюрина в модификации Пономарёвой-Плотниковой

Установлена достоверная корреляционная зависимость между величинами  $K_{ii}$  и соотношением фракций гумуса  $F1 + G1 + F1^a/F3 + G3$ . Данные зависимости описываются полиномом второго порядка:  $y = ax^2 - bx + c$ , со значениями коэффициентов детерминации  $R^2$  для цинка, свинца, кобальта и никеля 0,93; 0,95; 0,81 и 0,93 соответственно.

Не установлено корреляционной связи между величинами  $K_{ii}$  и общим содержанием гумуса по изучаемым тяжелым металлам, равно как и содержанием каждой из фракций относительно  $C_{\text{общ}}$ .

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, фракционный состав, органическое вещество почвы.

## THE FEATURES OF THE FRACTIONAL COMPOSITION OF SOIL ORGANIC SUBSTANCE AND ACCUMULATION OF HEAVY METALS BY PLANTS IN THE GOMEL INDUSTRIAL AREA

N. I. Drozdova, Y. M. Zhuchenko, T. V. Makarenko, V. A. Shumilin

F. Scorina Gomel State University

The object of the study was samples of sod-podzol sandy-loam soil and podded plants (clover pink, clover red, yellow lucerne) selected in September 2013 around the enterprise area of the plant «Tsentrolit», Gomel. We studied the correlation interactions between the values of the accumulation coefficients ( $K_a$ ) of heavy metals and some mass ratios of the fractions of humic acids extracted by the simplified Turin scheme, modified by Ponomareva and Plotnikova.

We determined a reliable correlation between the  $K_a$  values and the ratio of fractions of  $F1 + G1 + F1^a/F3 + G3$  humus. The data dependencies are described by the polynomial of the second order:  $y = ax^2 - bx + c$  with the values of the  $R^2$  determination coefficients for zinc, lead, cobalt and nickel 0.93; 0.95; 0.81, 0.93, respectively. No reliable correlation was found between the  $K_a$  values and the total content of humus according by the studied heavy metals as well as the content of each of the fractions according to  $C_{\text{total}}$ .

**Key words:** heavy metals, fractional composition, organic substance of soil.

### Введение

Современные природные экосистемы городских агломераций испытывают существенную антропогенную нагрузку по причине высокого развития промышленных предприятий и логистических сетей. Все чаще возникает необходимость получения и оценки информации о степени загрязнения и установления корреляционных связей между накоплением тяжелых металлов (ТМ) в почвах и произрастающих на них растениях. Известно, что песчаные и супесчаные дерново-подзолистые почвы зоны Белорусского Полесья содержат примерно одинаковые количества (1–3 %) органического вещества и глинистых минералов [1]. В то же время, емкость катионного обмена компонентов органического вещества на полтора порядка выше в сравнении с каолинитом, вермикулитом, слюдами, гидрослюдами и их смесями,

типичными для данных типов почв [2]. Вклад минеральной компоненты существенно нивелируется и тем, что почвенный гумус, образуя пленки на поверхности глинистых частиц, экранирует их ионогенные группы [3]. Объективные трудности познания функций гумуса обусловлены его широкой композиционной и пространственной неоднородностью в составе органо-минеральных частиц почвы. Согласно представлениям Л. Н. Александровой [3], элементарная почвенная мицелла по структуре представляют собой находящуюся в центре минеральную частицу, условно покрытую тремя фракциями гумусовых кислот (рисунок 1). Следует отметить, что схема И. В. Тюрина в модификации его учениц — В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [4] была разработана именно для количественной оценки фракционного состава органического вещества почв.

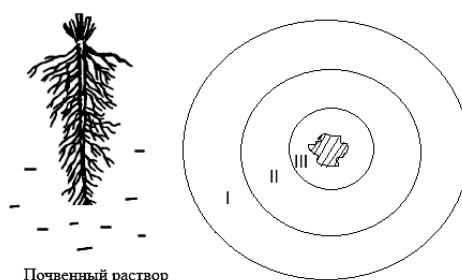


Рисунок 1 — Структура органо-минеральной частицы [3]

Свободные и связанные с подвижными полуторными окислами алюминия и железа гуминовые и фульвокислоты (внешняя фракция I), по представлениям авторов [4], извлекаются путем обработки почвы 0,1 н раствором гидроксида натрия. Гуминовые и фульвокислоты, связанные, преимущественно, с кальцием (центральная фракция II), выделяются вместе с фракцией I указанным щелочным раствором после предварительного декальцинирования второго образца почвы 0,1 н раствором серной кислоты. На последнем этапе выделяются гуминовые и фульвокислоты, связанные с глинистыми минералами и неподвижными полуторными окислами (внутренняя фракция III) при обработке второго остаточного образца почвы горячим (70–80 °С) 0,02 н раствором NaOH в течение 6 часов. В пределах каждой фракционной вытяжки производится разделение путем осаждения гуминовых кислот при подкислении до pH = 2 и нагревания. В составе подвижной фракции фульвокислот выделяется находящаяся в сернокислотном декальците специфическая фракция Ia, представленная Fe-Al-комплексами с относительно низкомолекулярными органическими лигандами. Эту фракцию иногда называют «агрессивной», хотя, по мнению Д. С. Орлова [2], на это нет каких-либо оснований.

Если предположить, что после поступления ТМ в почву и перехода гидратированных ионов в почвенный раствор протекает их диффузия вглубь органо-минеральной частицы (рисунок 1), то при достижении равновесного распределения ионов ТМ их количество в первом приближении будет пропорционально массам каждой фракции. Можно допустить, что ионы ТМ, находящиеся в пределах контактирующей с почвенным раствором фракции I, с большей легкостью поступают в корневую систему растений. В то же время локализация ионов в объеме фракции III предполагает значительное снижение их доступности в растения по стерическим причинам.

#### **Цель работы**

Изучение фракционного состава органического вещества почв в окрестностях производственной зоны ОАО «Центролит» г. Гомеля с последующим исследованием корреляционных связей между отдельными фракциями гумуса или их соотношениями и коэффициентами накопления ТМ бобовыми травами. Подобная попытка проводилась ранее, применительно к описанию особенностей миграции стронция-90 в зерновые культуры [5].

#### **Материал и методы**

Пробы дерново-подзолистой супесчаной почвы и бобовых трав (клевер розовый, клевер красный, люцерна желтая, люцерна синяя) были отобраны в сентябре 2013 г. на 3 площадках в окрестностях производственной зоны ОАО «Цен-

тролит». В каждой точке на площади 1 м<sup>2</sup> на глубине 20 см отбиралась почва и соответствующие образцы бобовых трав, которые доводили до воздушно-состояния в лабораторных условиях. Почву измельчали и просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм, после чего тщательно удаляли растительные остатки методом вскруживания.

Пробы трав измельчали ножницами и гомогенизировали до порошкообразного состояния в электромеханической мельнице. Все образцы до анализа хранились в герметично упакованных пластиковых пакетах в темном месте при температуре 16–25 °С. Для проведения анализа содержимое каждого пакета переносили на ровную поверхность и распределяли тонким однородным слоем. При формировании анализируемой пробы с разных участков в шахматном порядке отбиралось не менее 8 порций, которые последовательно переносили шпателем из нержавеющей стали в пластиковую подложку на лабораторных аналитических весах Analutical Plus AP-210 фирмы «Ohaus» с системой обнуления массы подложки. Для проб почвы масса навески составляла 10 ± 0,01 г; для анализа трав — 500 ± 1 мг.

Особо чистую азотную (HNO<sub>3</sub>) и хлороводородную (HCl) кислоты получали с использованием системы для некипящей перегонки кислот BSB-939-IR фирмы «Berghof» на основе вышеперечисленных реактивов с начальной квалификацией «х.ч.». Ультрочистую воду с удельным сопротивлением не менее 18 МОм — в установке Elix 3 + Milli-Q A10 Synthesis фирмы «Millipore».

Выделение подвижных форм ТМ проводили по методу Пейве и Ренькиса [6]. Пробы почв переносили в колбы объемом 250 мл, после чего заливали 100 мл 1н соляной кислоты, встряхивали на ротаторе в течение 1 часа и оставляли на ночь. После фильтрования отбирали аликвоты 10 мл, которые упаривали в колбах до влажных солей, окисляли органические вещества смесью HNO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (3:1) при нагревании в течение двух циклов. Содержимое колб количественно переносили дистиллированной водой в точно градуированные 50 мл пластиковые пробирки фирмы «Sarstedt» (Германия), доводя объем до метки.

Навески проб растений вводили в тefлоновые емкости, заливали 7 мл концентрированной азотной кислоты и 1 мл 30 % перекиси водорода. Разложение проб проводили по специальной программе в микроволновой системе разложения биологических проб Milestone ETHOS PLUS фирмы «Milestone» (Франция). Полученные кислотные вытяжки переносили в вышеуказанные пробирки и доводили объем до метки дистиллированной водой.

Элементный анализ проводили на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой

Elan-9000, внесенном в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь № 1516, сертификат № 3934 от 30.05.2006 г. Последний периодический контроль фирмой изготовителем проведен в октябре 2012 г.

Режимы масс-спектрометрического анализа: мощность РЧ-генератора — 1100 Вт; расход аргона в распылительной камере — 0,88 л/мин; общий расход аргона — 17 л/мин; скорость подачи пробы — 0,8 мл/мин; напряжение на фокусирующей линзе — 7,75 В; ширина пика — 0,7 а.е.м. Перед измерением проб проводили оптимизацию режимов работы спектрометра, измерение фонового раствора и количественную калибровку по изучаемым элементам [7].

Коэффициенты накопления ( $K_n$ ) рассчитывали как отношение содержания ТМ в растении и соответствующей почве.

Фракционный состав органического вещества почв и содержание гумуса ( $C_{\text{общ}}$ ) изучали по методу Тюрина в модификации Понаморовой-Плотниковой [4]. При этом использовали упрощенную схему. На первом этапе проводилось выделение органического вещества в непосредственной щелочной вытяжке. Данная фракция включала сумму свободных и связанных с подвижными полуторными окислами алюминия и железа гуминовых и фульвокислот, а также фракцию  $I^a$  фульвокислот, то есть проводилось выделение внешней фракции I (рисунок 1). Параллельно обрабатывали второй образец почвы 0,1 н раствором серной кислоты и выделяли только фракцию  $I^a$ ; после чего экстракцией в щелочном растворе выделяли сумму фракций I и II. Данная сумма фракций не анализировалась. На последнем

этапе выделяли гуминовые и фульвокислоты, связанные с глинистыми минералами и неподвижными полуторными окислами (внутренняя фракция III) из второй параллельной пробы почвы при нагревании с 0,02 н раствором NaOH в течение 6 часов (см. выше). Во всех полученных вытяжках разделение гуминовых и фульвокислот не проводили. Таким образом, анализировали следующие фракции:  $\Phi 1 + \Gamma 1 + \Phi 1^a$ ;  $\Phi 3 + \Gamma 3$ ;  $\Phi 1^a$ ; по разнице находили фракцию  $\Phi 1 + \Gamma 1$ . По нашему мнению, определение фракции  $\Phi 2 + \Gamma 2$ , с одной стороны, затрудняет анализ; с другой — данную фракцию можно считать промежуточной (амфотерной), в равной мере влияющей как на доступность ТМ растениям, так и на их жесткую фиксацию органо-минеральной частицей. Интересно отметить, что в наиболее достоверных корреляционных зависимостях с коэффициентом накопления стронция-90 в зерновых культурах, приведенных в работе [5], эта фракция не участвует.

Определение органического углерода в вытяжках проводили путем упаривания аликвот до влажных солей, окисления их при нагревании хромовой смесью и титрованием избытка солью Мора в присутствии фенилантрапиловой кислоты [6].

Корреляционный анализ выполняли с использованием стандартных пакетов прикладных программ: «Statistica».

#### Результаты и обсуждение

Результаты масс-спектрометрического элементного анализа проб почвы и растений представлены в таблицах 1 и 2; фракционного анализа органического вещества проб почв — в таблице 3.

Таблица 1 — Содержание подвижных форм тяжелых металлов в пробах почвы, отобранных в районе ОАО «Центролит»

№	Концентрация тяжелых металлов, мг/кг воздушно-сухой почвы				
	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
1	41,8	25,8	14,7	0,069	0,79
2	20,0	4,4	4,1	0,038	0,48
3	13,2	28,0	8,6	0,072	1,15
4	21,2	31,6	15,5	0,073	0,95
5	8,4	23,6	12,6	0,083	0,84
6	13,4	27,8	16,0	0,069	0,87
7	20,2	48,8	22,0	0,102	1,40

Таблица 2 — Содержание тяжелых металлов в пробах растений, отобранных в районе ОАО «Центролит»

№	Концентрация тяжелых металлов, мг/кг воздушно-сухой массы				
	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
1	24,8	49,3	1,72	0,108	2,79
2	9,1	31,4	0,74	0,068	3,76
3	14,9	35,0	0,98	0,043	2,05
4	28,2	35,0	1,52	0,048	1,82
5	6,2	19,4	0,67	0,048	1,59
6	25,7	35,5	1,40	0,049	2,34
7	27,3	36,6	1,43	0,058	2,25

Согласно градации дерново-подзолистых супесчаных почв по содержанию подвижных форм ТМ [8], концентрацию свинца в изучаемых точках отбора (таблица 1) можно отнести к высокой (10,1÷15,0 мг/кг); содержание остальных элементов классифицируется как повышенное. В исследуемых образцах почвы установлена достаточно широкая вариация экспериментальных величин концентраций меди, цинка и свинца. В травах (таблица 2) существенная вариация характер-

на, главным образом, для меди. По изучаемым точкам отбора почвы (таблица 3) отмечается низкое содержание гумуса (менее 1 %) и широкая вариация значений фракции Ф1а; доля фракции I (Ф1 + Г1 + Ф1<sup>а</sup>) составляет от 10 до 40 % от С<sub>общ.</sub>

Расчет величин коэффициентов накопления ТМ травами (таблица 4) показал, что данный параметр снижается в ряду: Ni > Zn ≈ Cu ≈ Cd > Pb, причем различия величин К<sub>н</sub> по цинку, меди и кадмию не достоверны.

Таблица 3 — Фракционный состав органического вещества почв, отобранных в районе ОАО «Центролит»

№	Содержание органического углерода во фракциях, мг/100 г почвы				
	С <sub>общ</sub>	Ф1 + Г1 + Ф1 <sup>а</sup>	Ф1 <sup>а</sup>	Ф1 + Г1	Ф3 + Г3
1	330	110	12	98	87
2	660	145	17	128	95
3	430	145	37	108	124
4	480	124	79	45	129
5	570	52	8	44	74
6	790	72	17	55	70
7	680	103	21	82	176

Таблица 4 — Коэффициенты накопления тяжелых металлов бобовыми травами

№	К <sub>н</sub>				
	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
1	0,59	1,91	0,12	1,57	3,52
2	0,46	7,14	0,18	1,79	7,92
3	1,13	1,25	0,11	0,60	1,88
4	1,33	1,11	0,10	0,66	1,93
5	0,74	0,82	0,05	0,58	1,89
6	1,91	1,28	0,09	0,71	2,68
7	1,35	0,75	0,06	0,57	1,60

Таблица 5 — Исходные данные для корреляционного анализа по общему содержанию гумуса С<sub>общ.</sub> и отношениям фракций

№	С <sub>общ.</sub> , мг/100 г почвы	Ф1 + Г1 + Ф1 <sup>а</sup>	Ф1 + Г1	Ф1 <sup>а</sup>	Ф3 + Г3	Ф1 + Г1 + Ф1 <sup>а</sup>	Ф1 + Г1	Ф1 <sup>а</sup> Ф3 + Г3
		С <sub>общ.</sub>	С <sub>общ.</sub>	С <sub>общ.</sub>	С <sub>общ.</sub>	Ф3 + Г3	Ф3 + Г3	
1	330	0,333	0,297	0,036	0,264	1,264	1,126	0,138
2	660	0,220	0,194	0,026	0,144	1,526	1,347	0,179
3	430	0,337	0,251	0,086	0,288	1,169	0,871	0,298
4	480	0,258	0,094	0,165	0,269	0,961	0,349	0,612
5	570	0,091	0,077	0,014	0,130	0,703	0,595	0,108
6	790	0,091	0,070	0,022	0,089	1,029	0,786	0,243
7	680	0,151	0,121	0,031	0,259	0,585	0,466	0,119

Изучались корреляционные зависимости между величинами коэффициентов накопления и общим содержанием гумуса, а также некоторыми соотношениями фракций (таблица 5).

Установлена достоверная корреляционная связь между величинами К<sub>н</sub> и соотношением фракций гу-

муса Ф1 + Г1 + Ф1<sup>а</sup>/Ф3 + Г3 (отношение первой и третьей фракций по рисунку 1) со значениями коэффициентов детерминации R<sup>2</sup> для цинка, свинца, кобальта и никеля 0,93; 0,95; 0,81 и 0,93 соответственно (рисунки 2–5). Линия регрессии представлена полиномом второго порядка:  $y = ax^2 - bx + c$ .

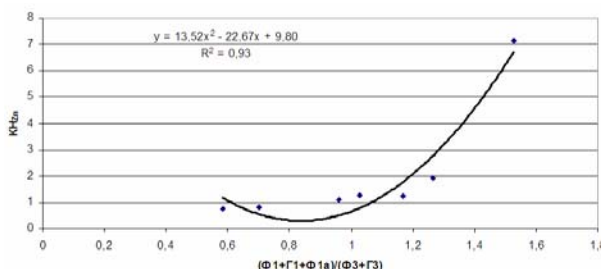


Рисунок 2 — Поле регрессии коэффициентов накопления цинка растениями семейства бобовых и параметров отношения Ф1 + Г1 + Ф1<sup>а</sup>/Ф3 + Г3 в почве

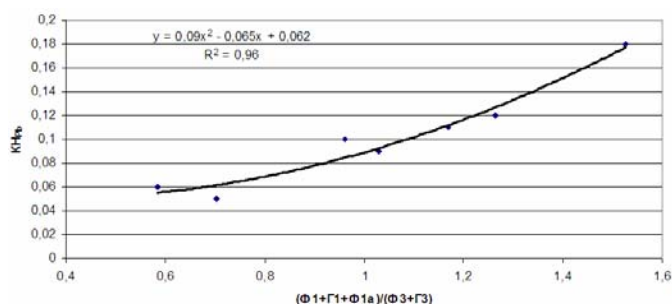


Рисунок 3 — Поле регрессии коэффициентов накопления свинца растениями семейства бобовых и параметров отношения  $\Phi 1 + \Gamma 1 + \Phi 1^a / \Phi 3 + \Gamma 3$  в почве

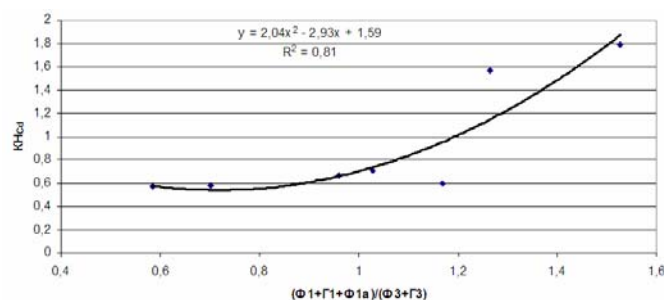


Рисунок 4 — Поле регрессии коэффициентов накопления кадмия растениями семейства бобовых и параметров отношения  $\Phi 1 + \Gamma 1 + \Phi 1^a / \Phi 3 + \Gamma 3$  в почве

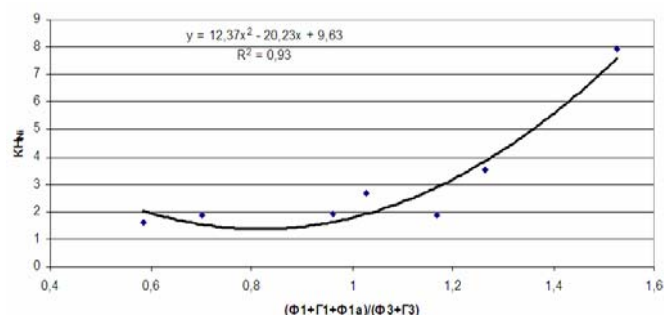


Рисунок 5 — Поле регрессии коэффициентов накопления никеля растениями семейства бобовых и параметров отношения  $\Phi 1 + \Gamma 1 + \Phi 1^a / \Phi 3 + \Gamma 3$  в почве

Необходимо отметить, что нами не установлено какой-либо корреляционной связи между величинами  $K_n$  и общим содержанием гумуса по изучаемым ТМ, равно как и содержанием каждой из фракций относительно  $C_{\text{общ}}$ .

Анализ полученных результатов показывает, что минимальные значения  $K_n$  в отраженных на рисунках 2–5 функциональных зависимостях наблюдаются в интервале отношения массового содержания внешней и внутренней фракции 0,6–0,8. Смещение указанного отношения до 1–1,5 приводит к повышению величин  $K_n$ . Увеличение значений данного параметра в левой части параболы относительно минимального экстремума можно объяснить низким содержанием внешней фракции, вследствие чего ионы тяжелых металлов, находящиеся в промежуточной второй фракции, могут быть доступны корневой системе растений.

#### Заключение

Проведенные исследования дают основание высказать предположение о существова-

нии связи между параметром, характеризующим подвижность гумусовых кислот в почве (как отношение подвижных и прочно-связанных фракций), и коэффициентом накопления тяжелых металлов растениями. Учитывая не столь значительный объем экспериментального материала, представленные результаты следует рассматривать скорее как предварительные, формирующие перспективное направление для проведения расширенных исследований в условиях контролируемого полевого опыта. Тем не менее полученные данные указывают на важную роль органо-минеральных соединений и структур в обеспечении массопереноса ионов металлов в системе «почва-растения».

Низкое содержание на песчаных и супесчаных почвах таких слоистых и химически активных алюмосиликатов, как монтмориллонит и вермикулит снижает вероятность образования прочных органо-минеральных связей, вследствие чего доля свободной органической фракции

может превалировать над связанной. Это, в свою очередь, приводит к относительному увеличению подвижности гумусовых кислот. Основной минеральной компонентой, принимающей участие в образовании прочных органо-минеральных связей на таких почвах, могут являться полуторные окислы или гидроксиды алюминия и железа [1]. В этих условиях переизвесткование почв ( $pH > 7$ ) может приводить к снижению положительного заряда на поверхности указанных минеральных частиц [2], что, в свою очередь, снижает вероятность образования прочных химических связей с нуклеофильными группами органического вещества и повышает его подвижность. Увеличение содержания обменного кальция при известковании почв наряду с позитивным эффектом снижения подвижности органического вещества за счет перевода фракции 1 во фракцию 2 [9–10] по тем же причинам может нивелироваться негативным эффектом снижения содержания фракции 3, что хорошо прослеживается по данным работы [11]. Мнение о соотношении показателей полифенолоксидазной и пероксидазной активности как о коэффициенте плодородия, характеризующем глубину гумификации, высказано в свое время А. И. Чундеровой [12]. Как известно, это отношение было предложено использовать [13] как показатель окультуренности почвы. Важная роль полифенолоксидазы в образовании минерал-гумус-ферментных структур (фракция 3) была показана в работе [14].

Еще один важный аспект касается относительно инертной негидролизующей фракции органического вещества почвы. Согласно представлениям [15], при изменении окислительно-восстановительных условий среды возможна деструкция гумина и его переход в активные формы. Установлено [16], что в дерново-подзолистой почве при ее переходе в восстановительные условия ионы  $Fe(III)$ , прочно связывающие гумусовые вещества, могут редуцироваться; при этом резко увеличивается количество их третьей фракции.

Таким образом, затронутые в работе вопросы представляются весьма актуальными для проведения дальнейших исследований, так как указывают на необходимость комплексного подхода при изучении процессов миграции элементов в системе «почва – растения».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулаковская, Т. Н. Почвы Белорусской ССР / Т. Н. Кулаковская. — Минск: Ураджай, 1974. — 276 с.
2. Орлов, Д. С. Химия почв / Д. С. Орлов. — М.: Изд. МГУ, 1992. — 400 с.
3. Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. — Л., 1980. — 287 с.
4. Пономарева, В. В. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения) / В. В. Пономарева, Т. А. Плотнокова. — Л.: Наука, 1980. — 222 с.
5. Шумилин, В. А. Фракционный состав органического вещества почв и накопление  $^{90}Sr$  зерном ячменя / В. А. Шумилин // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. Сер. Биология. 2001. — № 1 (4). — С. 87–98.
6. Практикум по агрохимии / В. Г. Минеев [и др.]; под общ. ред. В. Г. Минеева. — М.: Изд. МГУ, 1989. — 304 с.
7. Пупышев, А. А. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой / А. А. Пупышев, В. Т. Суриков. — Екатеринбург: УРО РАН, 2006. — 276 с.
8. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель РБ / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. акад. И. М. Богдевича. — Минск, 2006. — 65 с.
9. Сизов, А. П. Влияние карбоната кальция на гумусообразование в условиях модельного опыта / А. П. Сизов // Вестн. МГУ. Сер. 17. — 1990. — № 3. — С. 21–25.
10. Величко, Л. Л. Влияние приемов окультуривания на содержание и качества гумуса дерново-подзолистой песчаной почвы / Л. Л. Величко // Исслед. окульт. почв и повыш. их плодород. — 1987. — С. 12–19.
11. Костюкевич, Л. И. Влияние известкования и удобрений на содержание и состав гумуса дерново-подзолистой почвы / Л. И. Костюкевич, Н. Н. Алексейчик // Почвоведение. — 1990. — № 2. — С. 37–45.
12. Чундерова, А. И. Активность полифенолоксидазы и пероксидазы в дерново-подзолистых почвах / А. И. Чундерова // Почвоведение. — 1970. — № 1. — С. 22–28.
13. Клебанович, Н. В. Изучение ферментативной активности дерново-подзолистых супесчаных почв под влиянием окультуривания / Н. В. Клебанович // Почвоведение и агрохимия. — 1982. — № 18. — С. 55–63.
14. Масько, А. А. О характере иммобилизации полифенолоксидазы почвой / А. А. Масько // Почвоведение. — 1992. — № 5. — С. 60–65.
15. Водяницкий, Ю. Н. Оксиды железа и их роль в плодородии почв / Ю. Н. Водяницкий. — М.: Наука, 1989. — 160 с.
16. Саакян, В. Г. Окислительно-восстановительные режимы автоморфных и гидроморфных почв нечерноземной зоны и их влияние на органическое вещество: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.00 / В. Г. Саакян. — М.: Изд. МГУ, 1985. — 24 с.

Поступила 17.12.2013

УДК 616.728.13–073.756.8

### ПОЯСНИЧНО-ПОДВЗДОШНЫЕ СВЯЗКИ: КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКОЕ МНОГОПЛОСКОСТНОЕ ПЕРЕФОРМАТИРОВАНИЕ И ТРЕХМЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ (техническое описание)

А. В. Коропо, А. М. Юрковский

Жлобинская центральная районная больница  
Гомельский государственный медицинский университет

**Цель исследования:** разработать технические условия проведения спиральной рентгеновской компьютерной томографии пояснично-крестцового отдела позвоночника в комплексе с подвздошно-поясничной связкой.

**Материал исследования.** Оработка нового протокола рентгеновской компьютерной томографии производилась на фантомах, с последующей апробацией у 47 пациентов (средний возраст —  $56,1 \pm 8,7$  года) с синдромом боли в нижней части спины.