



УДК 504.05

DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-1-169-177

ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА НАКОПЛЕНИЕ Pb, Cd ПРОРОСТКАМИ БОБОВОЙ КУЛЬТУРЫ

Д.А. Аскарлова

Семипалатинский государственный педагогический институт
ул. Танирбергенова, 1. г. Семей, Республика Казахстан, 071410

Исследовано действие пылевых выбросов угольного топлива на проростки *Pisum sativum L.* в условиях модельного опыта на темно-каштановой почве. Внесение пыли, содержащей свинец и кадмий, приводит к более интенсивному накоплению указанных элементов корневой системой, чем надземными органами, а также к увеличению биомассы проростков. Установлена зависимость концентрации свинца и кадмия в проростках от их валового содержания и концентрации подвижных форм в почве.

Ключевые слова: угольная пыль, тяжелые металлы, выбросы, накопление, загрязнение, окружающая среда, предельно допустимые концентрации, фитотоксичность

Введение

Использование угля в энергетических целях сопровождается рядом экологических проблем. В первую очередь это процессы загрязнения, связанные с поступлением пыли и различных химических соединений в гидросферу, атмосферу, педосферу и биосферу по различным цепям [1]. Неслучайно многие исследователи считают уголь «самым грязным из всех видов ископаемого топлива», а тепловую энергетику, функционирующую на грязном топливе, оценивают как основной источник химического загрязнения природной среды [2].

Еще одна проблема связана с поступлением в окружающую среду поллютантов при сжигании топлива, которые воздействуют на биоту и носят сочетательный характер с проявлением эффекта синергизма. Значительная часть поступающих в природную среду компонентов, в том числе пылевых составляющих выбросов, обладает мутагенными, канцерогенными, тератогенными эффектами либо является токсичной и оказывает влияние на биоту и человека [3].

Поступление химических элементов в окружающую среду при сжигании угля зависит от многих факторов: минерального состава угля, термохимической устойчивости их соединений, уровня накопления и формы находящихся элементов в углях, технологического сжигания твердого топлива и характера соединений, технологии улавливания пылеаэрозольной и газовой фазы, технологии сбора, складирования и утилизации шлаков и зол уноса и др.

Вследствие сжигания угля на поверхность Земли ежегодно выпадает (т): ртути — 1600, свинца — 3600, меди — 2100, цинка около 7000, никеля — 3700 и т.д.

Ежегодно при сжигании угля выделяется больше, чем включается в биологический круговорот: мышьяка — в 125, урана — в 60, кадмия — в 40, иттрия, циркония — в 10, олова — в 3—4 раза [4].

Цель — определить фитотоксичность пылевых выбросов сгоревшего угольного топлива, а также накопление Pb и Cd в органах проростков тест-культуры *Pisum sativum L.*

Объект и методы исследования

Модельный опыт заложен согласно методике З.И. Журбицкого [5] в пластиковых сосудах. Для опытов выбрали незагрязненную фоновую темно-каштановую среднесуглинистую почву, отобранную в 60 км от города Семей (Республика Казахстан) на полях бывшей сельскохозяйственной опытной станции ввиду ее широкого распространения для сельскохозяйственного назначения. Пыль угольного топлива собирали из циклонного аппарата в одной из наиболее мощной котельной города Семей. В связи с тем, что растения семейства бобовых интенсивно накапливают в надземной части тяжелые металлы (ТМ) [6—8], в качестве тест-объекта нами было выбрано однолетнее растение, принадлежащее этому семейству, — горох посевной сорта «Дебют» (*Pisum sativum L.*). Искусственное загрязнение пылью производили в сухом виде в соотношениях 0,1, 0,5, 1,0, 5,0, 10,0 и 15,0% угольной пыли к 1 кг воздушно-сухой массы почвы. В каждый сосуд высаживали по 24 пророщенных семян. В течение 30 суток сосуды находились на рассеянном свете. За 100% принимали зеленую массу растения и корни, выращенные на контрольной почве в одинаковых условиях с вариантами загрязнения.

Содержание тяжелых металлов в почвенных и растительных образцах определяли фотоколориметрическим химическим дитизиновым методом Г.Я. Ринькиса [9—12], основанном на измерении оптической плотности окрашенного экстракта при помощи спектрофотометра СФ-2000. Чувствительность метода — 0,01 мкг/мл, стандартное отклонение — $\pm 4,6\%$. Определения проводили в трехкратной повторности.

При оценке токсичности ТМ считали, что фитотоксичным является такое их содержание в почве, которое снижает продуктивность растений на 10% и более от контрольного варианта [13].

Объективным критерием оценки количества ионов металлов, перешедших из почвы в растение, служит коэффициент накопления (K_n), т.е. соотношение концентрации Pb и Cd в воздушно-сухой массе растения (мг/кг) к концентрации их подвижных форм соединений в почве (мг/кг) [14; 15].

Оценку распределения элементов между живым веществом и абиотической средой осуществляли, используя коэффициент биологического поглощения (КБП) — соотношение концентрации Pb и Cd в золе растения к их валовому содержанию в почве, на которой произрастало растение [16].

Теоретический вынос определен как произведение урожайности культур с учетом фитотоксического эффекта, полученного в опыте, и концентрации ТМ в растениях.

Результаты исследований

Содержание гумуса в фоновой почве составляет 1,23%, физической глины — 8,7%, $pH_{\text{водн}}$ — 7,11, илстой фракции — 4,9%, ЕКО — 9,1 м-экв/100 г. По градации В.Б. Ильина [14] изучаемая почва по степени буферности является средней.

В исходной почве валовое содержание Pb составляет 22 мг/кг, Cd — 0,73 мг/кг.

Для форм соединений Pb в фоновой почве (табл. 2) характерен следующий убывающий ряд их соединений:

— кислоторастворимая (6,1 мг/кг) > обменная (2,8 мг/кг) > водорастворимая (0,5 мг/кг);

— для Cd: кислоторастворимая (0,09 мг/кг) > обменная (0,06 мг/кг) > водорастворимая (0,01 мг/кг).

Результаты проведенных исследований пыли представлены в табл. 1, из которой следует, что валовое содержание Pb составляет 33,0 мг/кг, Cd — 4,8 мг/кг, превышая $Clark_{Pb}$ в литосфере по А.П. Виноградову (16,0 мг/кг) в 2,1 и Cd — в 36,9 раза (0,13 мг/кг) [17; 18], $Clark_{Pb}$ в почве по А.П. Виноградову (10,0 мг/кг) — в 3,3 и Cd — в 9,6 раза (0,5 мг/кг) [18], ПДК_{Cd} в почве по А. Клоке (3,0 мг/кг) [19; 20] в 1,6 раза и ПДК_{Cd} в почве, установленные в Казахстане (0,5 мг/кг), — в 9,6 раза.

Концентрация кислоторастворимой формы свинца в данной пыли составляет 9,2 мг/кг, кадмия — 1,5 мг/кг, что в 1,5 раза выше ПДК_{Cd} для почв сельскохозяйственного назначения (1,0 мг/кг) [4; 20].

В исследуемых пылевых выбросах водорастворимая форма Pb составила 1,8%, Cd — 1,6%, обменная — 13,3% Pb и 15,1% Cd, кислоторастворимая — 28,0% Pb и 31,3% Cd от их валового содержания в пыли.

Таблица 1

**Содержание и форма соединений ТМ в пыли сгоревшего угольного топлива
(The contents and form of TM compounds in the dust of the burned coal fuel)**

Элемент	Валовое содержание	Формы соединений		
		1	2	3
Pb	33 ± 2,2	1,7 ± 2,7 (1,8)	4,4 ± 2,8 (13,3)	9,2 ± 2,7 (28,0)
Cd	4,8 ± 1,4	0,08 ± 2,4 (1,6)	0,7 ± 2,6 (15,1)	1,5 ± 2,8 (31,3)

Примечание: здесь и в других таблицах: 1 — водорастворимая форма соединений ТМ; 2 — обменная форма; 3 — кислоторастворимая форма; в числителе — содержание элемента в форме соединения, мг/кг; в скобках — процент от валовой концентрации.

Как показано на рисунке, с увеличением дозы загрязнения почвы угольной пылью валовая концентрация свинца увеличилась от 8,2% (при 10,0% пыли) до 19,1% (при 15,0% пыли в почве), кадмия — от 1,4% (при 0,5% пыли) до 64,4% (при 15,0% пыли) относительно фоновой почвы, а также превысило $Clark_{Pb}$ в почве в 2,4 раза, при 15,0% пыли — в 2,6 раза. При внесении 0,5% пыли в почву общее содержание кадмия составило 1,5 его кларка в почве, а с увеличением дозы пыли до 15,0% — 2,4 его кларка в почве по А.П. Виноградову, а также соответствует 1,5 ПДК_{Cd}, установленных в Казахстане.

Содержание свинца и кадмия в формах соединений с внесением угольной пыли в почву практически не увеличилось (табл. 2).

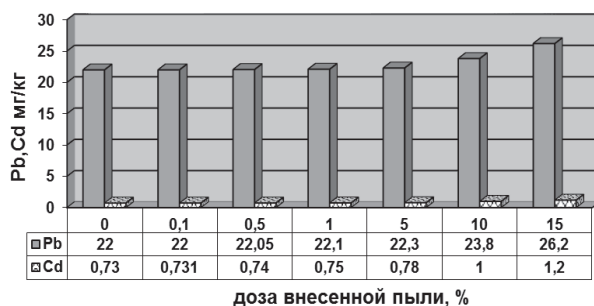


Рис. Валовое содержание Pb, Cd в почве, искусственно загрязненной пылевыми выбросами сгоревшего угольного топлива, мг/кг
(Total contents of Pb, Cd in the soil artificially contaminated dust emissions from the coal of burned fuel, mg/kg)

Таблица 2

Формы соединений Pb, Cd в почве, загрязненной пылевыми выбросами сгоревшего угольного топлива, мг/кг
(Forms of the compounds of Pb, Cd in soil, contaminated dust emissions from the coal of burned fuel, mg/kg)

Доза пыли в почве, %	Pb			Cd		
	1	2	3	1	2	3
Контроль	0,5 ± 0,8 (2,3)	2,8 ± 1,0 (12,7)	6,1 ± 1,5 (27,6)	0,01 ± 0,6 (1,5)	0,06 ± 0,8 (8,0)	0,09 ± 1,2 (12,1)
0,1	0,5 ± 0,4 (2,3)	2,8 ± 0,8 (12,7)	6,1 ± 1,1 (27,6)	0,011 ± 0,8 (1,5)	0,06 ± 1,1 (8,4)	0,12 ± 1,3 (16,8)
0,5	0,51 ± 0,6 (2,3)	2,8 ± 0,7 (12,8)	6,2 ± 1,2 (28,0)	0,011 ± 0,9 (1,6)	0,07 ± 1,2 (9,3)	0,2 ± 1,2 (25,1)
1,0	0,6 ± 0,4 (2,5)	3,1 ± 0,5 (14,2)	6,9 ± 0,9 (31,1)	0,014 ± 1,4 (1,8)	0,08 ± 1,8 (11,1)	0,22 ± 2,0 (29,3)
5,0	0,6 ± 0,6 (2,7)	3,6 ± 0,8 (16,1)	7,4 ± 1,0 (33,4)	0,02 ± 1,2 (2,1)	0,12 ± 1,3 (15,6)	0,28 ± 1,8 (35,4)
10,0	0,7 ± 0,8 (3,0)	4,4 ± 1,2 (18,4)	8,5 ± 2,4 (35,6)	0,023 ± 1,3 (2,3)	0,21 ± 1,5 (21,2)	0,42 ± 2,1 (41,8)
15,0	0,8 ± 1,5 (3,2)	5,3 ± 1,8 (20,1)	9,9 ± 2,5 (37,8)	0,04 ± 1,3 (3,1)	0,32 ± 1,6 (27,0)	0,6 ± 1,9 (49,3)

Для всесторонней оценки влияния загрязнения почвы на интенсивность начального роста проростков учитывали ряд принятых в семеноводстве показателей: всхожесть, энергию прорастания, дружность прорастания, скорость прорастания. Так, при внесении в почву 0,1 и 0,5% угольной пыли наблюдали снижение показателей всхожести, энергии, дружности и скорости прорастания проростков; от 1,0 до 15% внесенной пыли — увеличение этих показателей относительно контрольного варианта. Рост и развитие проростков в контрольном варианте происходило без признаков угнетения, биомасса составила 13,72 г/сосуд. В дозах 0,1–15,0% угольной пыли наблюдали увеличение биомассы надземной части проростков от 6,4 до 36,3%. Проростки имели крепкий стебель и хорошо развитую корневую систему, признаки угнетения отсутствовали. Кроме того, при указанных дозах внесенной пыли длина надземной части растения увеличилась от 3,5 до 51,2%, корней — от 4,4 до 42,2%. Из сказанного следует, что интенсивного токсического эффекта от пылевых выбросов угольной пыли не наблюдалось.

С увеличением дозы вносимой пыли в почву накопление Pb и Cd в органах проростков возрастало (табл. 3). Так, в дозах 0,1–15,0% пыли в надземной части *Pisum sativum* L. концентрация Pb в 1,6–9,0 раза и Cd — в 4,3–64,3 раза превышает это же содержание в контрольном варианте. Сведения о распределении

свинца и кадмия по органам и тканям растений весьма противоречивы [14; 15; 21]. Одни исследователи указывают на максимальное накопление указанных элементов в корнях растений, другие — в надземной части. Очевидно, это связано как с видовой специфичностью растений, так и со свойствами самих элементов.

Результаты проведенных нами исследований показали, что накопление Pb и Cd в органах проростков *Pisum sativum L.* носит акропетальный характер, т.е. содержание исследуемых химических элементов в корнях проростков выше, чем в надземной части. Так, концентрация Pb в корнях опытных проростков в указанных дозах в 1,6–2,1 раза и Cd — в 3,3–1,3 раза выше, чем в надземной части.

Дефицит свинца в растениях возможен при его содержании в надземной части от 2 до 6 мкг/кг сухого вещества [22; 23]; концентрация Pb свыше 10 мг/кг сухого вещества считается токсичной для большинства культурных растений [2; 24].

Что же касается кадмия, то для высших растений необходимость в данном элементе достоверно не изучена. Известно, что естественное (фоновое) содержание Cd в бобовых культурах составляет 0,08–0,27 мг/кг сухого вещества. При внесении 0,1–15,0% пыли в почву концентрация данного элемента в надземных органах проростков *Pisum sativum L.* в 1,1–16,7 раз выше по сравнению с фоновым содержанием Cd в бобовых культурах.

Таблица 3

Концентрация и КБП_{Pb, Cd} в органах проростков *Pisum sativum L.*
(Concentration and КБП_{Pb, Cd} in organs of the seedlings of *Pisum sativum L.*)

Доза пыли в почве, %	концентрация, мг/кг сухого вещества		КБП	
	Pb	Cd	Pb	Cd
0	0,8 ± 0,6	0,07 ± 0,5	0,43	0,07
	1,5 ± 0,4	0,4 ± 0,7	0,83	0,01
0,1	1,3 ± 0,7	0,3 ± 1,1	0,007	0,05
	2,1 ± 0,6	1,0 ± 1,2	0,011	0,16
0,5	2,5 ± 1,1	0,4 ± 0,8	0,013	0,06
	5,6 ± 0,8	2,9 ± 1,1	0,026	0,41
1,0	3,2 ± 1,3	1,6 ± 1,3	0,014	0,21
	7,8 ± 0,8	3,5 ± 1,2	0,036	0,47
5,0	5,5 ± 1,1	2,2 ± 1,4	0,024	0,28
	10,7 ± 0,6	4,0 ± 1,3	0,049	0,52
10,0	6,2 ± 2,1	3,0 ± 1,2	0,025	0,28
	13,6 ± 1,8	5,1 ± 1,1	0,060	0,53
15,0	7,2 ± 2,2	4,5 ± 1,3	0,026	0,35
	15,0 ± 1,6	6,0 ± 1,4	0,059	0,52

Примечание: в числителе — содержание Pb, Cd в надземной части, в знаменателе — в корне.

Согласно классификации рядов КБП, в надземной части проростков *Pisum sativum L.* при 0,1–1,0% дозах пыли содержание ионов Pb относится к категории очень слабого накопления, а при увеличении дозы от 5,0 до 15,0% пыли — к категории слабого накопления, содержание ионов Cd во всех указанных дозах относится к категории слабого накопления и среднего захвата.

Величины K_n в опыте зависели от уровня загрязнения (табл. 4). По величине K_n , рассчитанного для форм соединений, максимальное извлечение приходится на водорастворимую форму, далее уменьшается к обменной и наименьшее его

величина приходится на кислоторастворимую форму как Pb, так и Cd. Так, в указанных дозах пыли значения K_n Pb в надземной части в 1,6–2,1 раза выше, чем в корне, значения K_n Cd — в 3,34–1,33 раза.

Таблица 4

K_n Pb и Cd проростками *Pisum sativum* L., в зависимости от внесенной дозы пыли
(K_n Pb, Cd and seedlings of *Pisum sativum* L. depending on the deposited dose of dust)

Доза пыли в почве, %	Формы соединений Pb			Формы соединений Cd		
	1	2	3	1	2	3
Контроль	1,6	0,29	0,13	7,0	1,2	0,8
	3,0	0,54	0,25	40,0	6,7	4,4
0,1	2,6	0,46	0,21	27,3	5,0	2,5
	4,2	0,75	0,34	90,0	16,7	8,3
0,5	4,9	0,89	0,4	36,4	5,7	2,0
	11,0	2,0	0,9	263,6	41,4	14,5
1,0	5,3	1,03	0,5	114,3	20,0	7,3
	13,0	2,5	1,13	250,0	43,8	15,9
5,0	9,2	1,53	0,74	110,0	18,3	7,9
	17,8	2,97	1,4	200,0	33,3	14,3
10,0	8,86	1,41	0,73	130,4	14,3	7,1
	19,43	3,8	1,6	221,7	24,3	12,1
15,0	9,0	1,4	0,73	112,5	14,1	7,5
	18,75	2,8	1,51	150,0	18,75	10,0

Примечание: в числителе — содержание Pb и Cd в надземной части, в знаменателе — в корне.

Вынос химических элементов изучаемой тест-культурой объективно отражает способность данного металла к биологической трансформации. Вынос Pb и Cd надземными органами проростков *Pisum sativum* L. при внесении 0,1% пыли в почву составил 0,02 и 0,004 мг/сосуд, при 0,5% — 0,04 и 0,006 мг/сосуд, при 1,0% — 0,06 и 0,03 мг/сосуд, при 5,0% — 0,1 и 0,04 мг/сосуд, при 10,0% — 0,11 и 0,05 мг/сосуд и при 15,0% — 0,13 и 0,08 мг/сосуд соответственно, что в 1,8 и 4,4; 3,6 и 6; 5,5 и 30; 9,1 и 40; 10 и 50; 11,8 и 80 раз больше по сравнению с контрольным вариантом (0,011 и 0,001 мг/сосуд).

Выводы

При внесении пыли в почву в дозах 0,1–15,0% резкого возрастания валового содержания Pb и Cd в почве не наблюдали.

Накопление Pb и Cd опытными проростками носит акропетальный характер.

Фитотоксический эффект не наблюдали, так как биомасса увеличивалась по сравнению с контрольным опытом на 36,3 %.

Вынос Pb и Cd при внесении пыли в почву в дозах 0,1–15,0% увеличивался в 1,8 и 4,4; 3,6 и 6; 5,5 и 30; 9,1 и 40; 10 и 50; 11,8 и 80 раз по сравнению с контрольным опытом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Глебов В.В., Киричук А.А. Возможности биомониторинга в оценке экологического состояния экосистем столичного мегаполиса // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 5. С. 339–341.

- [2] Adriano C.D. Trace elements in the terrestrial environment. New York. Berlin, Heidelberg, Tokyo: Springer-Verlag, 1986.
- [3] Глебов В.В., Родионова О.М. Экологическая физиология и биология человека: конспект лекций: учеб. пособие. М.: РУДН, 2014.
- [4] Панин М.С. Эколого-биогеохимическая оценка техногенных ландшафтов Восточного Казахстана. Алматы: Эверо. 2000.
- [5] Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. М.: Наука, 1968.
- [6] Галиулина Р.А., Галиулин Р.В., Возняк В.М. Извлечение растениями тяжелых металлов из почвы и водной среды // *Агрохимия*. 2003. № 12. С. 60–65.
- [7] Линдиман А.В. с соавт. Фиторемедиация почв, содержащих тяжелые металлы // *ЭКИП*. 2008. № 9. С. 45–47.
- [8] Nanda Kumar P.V.A., Dushenkov V., Motto H., Raskin I. Phytoextraction the use of plants to remove heavy metals from soils // *Environ. Sci. Technol.* 1995. V. 29. № 5. Pp. 1232–1238
- [9] Бабьева М.А., Зенова Н.К. Биология почв. Микробиоценозы зональных типов почв СССР. М.: Изд-во МГУ, 1989.
- [10] Ринькис Г.Я., Рамане Х.К., Куницкая Т.А. Методы анализа почв и растений Рига: Зинатне, 1987.
- [11] Ринькис Г.Я., Куницкая Т.А. Доступный колориметрический метод определения содержания свинца в почвах и растениях // *Изв. Акад. Наук Латвийской ССР*. 1989. № 8 (505). С. 119–123.
- [12] Ринькис Г.Я., Куницкая Т.А. Колориметрический метод определения содержания кадмия в почвах и растениях // *Изв. Акад. Наук Латвийской ССР*. 1989. № 8 (505). С. 124–128.
- [13] Ильин В.Б. Система показателей для оценки загрязненности почв тяжелыми металлами // *Агрохимия*. 1995. № 1. С. 94–99.
- [14] Ильин В.Б. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов в южной части Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1973.
- [15] Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука, 1991.
- [16] Перельман А.Н. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1975.
- [17] Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
- [18] Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // *Геохимия*. 1962. № 7. С. 555–571.
- [19] Kloke A. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden // *Mitteilungen VDLUFA*. 1980. Н. 2.
- [20] Kloke A. Richtwerte'80. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden // *Mitteilungen VDLUFA*. 1980. Н. 1-3. Pp. 9–11.
- [21] Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983.
- [22] Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях / пер. с англ. М.: Мир, 1989.
- [23] Кальницкий Б.Д. Минеральные вещества в кормлении животных. Л.: Агропромиздат, 1985.
- [24] Панин М.С. Химическая экология. Семипалатинск, 2002.

© Аскарлова Д.А., 2017

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 13 ноября 2016

Дата принятия к печати: 20 ноября 2016

Для цитирования:

Аскарлова Д.А. Влияние угольной пыли на накопление Pb, Cd проростками бобовой культуры // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2017. Т. 25. № 1. С. 169–177.

Сведения об авторе:

Аскарова Данара Аскарровна, соискатель, Семипалатинский государственный педагогический институт. Контактная информация: e-mail: danara.84@mail.ru

INFLUENCE OF COAL DUST ON ACCUMULATION OF Pb, Cd SPROUTS OF BEAN CULTURE

D.A. Askarova

Semipalatinsk State Pedagogical Institute
Tanirbergenov str., 1., Semey, Republic of Kazakhstan, 071410

Investigated the effect of dust emission of coal fuel to the pea seedlings on the dark-chestnut soil at the modeling experience. The dust introduction into the soil, consists lead and cadmium, was more intensive accumulated in the roots than in the overhead organs and to increase the biomass of pea seedlings. Was set dependence of concentration of lead and cadmium in the pea seedlings from its common concentration and contents in the mobile forms in soils.

Key words: dust emission coal, Pb, Cd, accumulation, pollution, environment, heavy metals, MPC, OAC

REFERENCES

- [1] Glebov V.V., Kirichuk A.A. Possibilities of biomonitoring in an assessment of an ecological condition of ecosystems of the capital megalopolis. *The world of science, culture and education*. 2014. № 5. S. 339—341.
- [2] Adriano C.D. *Trace elements in the terrestrial environment*. New York. Berlin, Heidelberg, Tokyo: Springer-Verlag, 1986.
- [3] Glebov V.V., Rodionova O.M. *Ecological physiology and human biology: abstract of lectures*. Moscow: RUDN, 2014.
- [4] Panin M.S. *Ecological and biogeochemical assessment of technogenic landscapes of East Kazakhstan*. Almaty: Izd-vo «Evero». 2000.
- [5] Zhurbitskiy Z.I. *Theory and practice of a vegetative method*. Moscow: Science, 1968.
- [6] Galiulina R.A., Galiulin R.V., Voznyak V.M. Extraction by plants of heavy metals from the soil and the water environment. *Agrokimiya*, 2003. 12. 60—65.
- [7] Lindiman A.V. *Fitoremediation of the soils containing heavy metals*. ЕКІР, 2008. 9. 45—47.
- [8] Nanda Kumar P.B.A., Dushenkov V., Motto H., Raskin I. Phitoextraction the use of plants to remove heavy metals from soils. *Environ. Sci. Technol.* 1995. (29). 5. 1232—1238.
- [9] Bab'eva M.A., Zenova N.K. *Biology of soils. Microbiocenoses of zone types of soils of the USSR*. M.: Izd-vo MGU, 1989.
- [10] Rin'kis G.Ya., Ramane Kh.K., Kunitskaya T.A. Metody analiza pochv i rasteniy. *Methods of the analysis of soils and plants*. Riga: Zinatne, 1987.
- [11] Rin'kis G.Ya., Kunitskaya T.A. Available colorimetric method of determination of content of lead in soils and plants. *Izv. Akad. Nauk Latvviyskoy SSR*. 1989. 8 (505). 119—123.
- [12] Rin'kis G.Ya., Kunitskaya T.A. Colorimetric method of determination of content of cadmium in soils and plants. *Izv. Akad. Nauk Latvviyskoy SSR*. 1989. 8 (505). 124—128.

- [13] Il'in V.B. System of indicators for an assessment of impurity of soils heavy metals. *Agrokimiya*. 1995. 1. 94—99.
- [14] Il'in V.B. *Biogeochemistry and agrochemistry of minerals in the southern part of Western Siberia*. Novosibirsk: Science. 1973.
- [15] Il'in V.B. *Heavy metals in system the soil plant*. Novosibirsk: Science. 1991.
- [16] Perel'man A.N. *Landscape geochemistry*. M.: Vysshaya shkola, 1975.
- [17] Vinogradov A.P. *Geochemistry of rare and scattered chemical elements in the soil*. M.: Izd-vo AN SSSR, 1957.
- [18] Vinogradov A.P. The average content of chemical elements in the main types the Vulcans' of rocks and crust. *Geochemistry*. 1962. 7. 555—571.
- [19] Kloke A. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden. *Mitteilungen VDLUFA*. 1980. 2.
- [20] Kloke A. Richtwerte'80. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden. *Mitteilungen VDLUFA*. 1980. 1-3. 9—11.
- [21] Dobrovolskiy V.V. *Geography of minerals. Global dispersion*. M.: Mysl', 1983.
- [22] Kabata-Pendias A., Pendias Kh. *Minerals in soils and plants: Per. s angl.* M.: Mir, 1989.
- [23] Kal'nitskiy B.D. *Mineral substances in feeding of animals*. L.: Agropromizdat, 1985.
- [24] Panin M.S. *Chemical ecology*. Semipalatinsk, 2002.

Article history:

Received: 13 November 2016

Revised: 20 November 2016

Accepted: 10 January 2016

For citation:

Askarova D.A. (2017) Influence of coal dust on accumulation of Pb, Cd sprouts of bean culture. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 25 (1), 169—177.

Bio Note:

Askarova D.A., Applicant, Semipalatinsk State Pedagogical Institute. *Contact information:* e-mail: danara.84@mail.ru