

УДК 581.5

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЧЕРНОЗЕМАМИ САМАРСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Троц Н.М., кандидат биологических наук

Троц В.Б., доктор сельскохозяйственных наук
ФГБОУ ВО Самарская ГСХА

Ахматов Д.А., кандидат биологических наук

АО «ВолгоНИИгипрозем», г. Самара, Россия, e-mail: dr.troz@mail.ru

Ключевые слова: *тяжелые металлы, чернозем, почва, гумус, накопление, агроландшафты, кадмий, свинец, медь.*

В статье приводятся сведения, показывающие, что наибольшее количество валовых форм Cd, Pb, Zn, Mn и Cu в условиях Самарского Заволжья аккумулирует чернозем выщелоченный, а Co – чернозем типичный. При этом уровень концентрации валовых и подвижных форм тяжелых металлов во всех изучаемых подтипах черноземов близок к фоновым значениям и не превышает ПДК.

Введение. Одной из актуальных проблем агропромышленных предприятий индустриально развитых регионов является производство экологически безопасной продукции. При этом с каждым годом эту проблему становится решать тяжелее, поскольку поступление экологически опасных веществ в агроландшафты постоянно возрастает в результате промышленных выбросов и техногенных аварий. Особую опасность для живых организмов представляют тяжелые металлы, химические вещества с плотностью не менее 5 г/см^3 и атомной массой более 50 единиц. Многие из этих элементов: медь, цинк, кобальт, марганец, железо, молибден и другие – являются биогенными, входят в состав ферментных систем и участвуют в жизненно важных процессах организма и в микродозах необходимы живым существам. Однако при повышенных концентрациях они могут образовывать токсические соединения, вызывающие тяжелые заболевания и мутации организмов [1].

По сведениям ряда исследователей, большое влияние на объемы накопления тяжелых металлов в окружающей среде оказывает почвенный покров территории, поскольку разные типы почв имеют различные поглотительные способности и буферные свойства [2, 3].

Цель исследований. Выявление особенностей аккумуляции тяжелых металлов (Cd, Pb, Zn, Cu, Co, Mn) различными типами черноземов Самарского Заволжья.

Условия и методика исследований. Эксперименты проводи-

лись на левобережной территории Самарской области, расположенной в среднем течении реки Волги. Климат региона – континентальный с ярко выраженным неустойчивым, а на южных границах недостаточным увлажнением. Сумма эффективных температур (выше +10) колеблется от 2200 °С на севере области до 2600 °С на юге. Количество атмосферных осадков варьирует от 200 до 600 мм. При этом большая их часть выпадает в теплое время года. Рельеф представлен асимметрично построенными водоразделами с преобладанием открытых степных равнин, лежащих на высоте 75-100 м над уровнем моря с наклоном в сторону рек. Местами они пересекаются балками и лощинами.

Для решения поставленных задач в 2012-2014 гг. исследовались агроландшафты: в Северной зоне – Камышлинского; в Центральной – Кинельского; в Южной – Большеглушицкого муниципальных районов, наиболее полно отражающих зональные природные особенности Самарского Заволжья по рельефу, типу почв, почвообразующим породам, химизму грунтовых вод, а также по виду сельскохозяйственного использования (севообороты, обработка почвы, предшественники, культуры и т.д.). В изучаемых агроландшафтах выделяли элементарные ландшафты, в которых закладывали стационарные пробные площадки для отбора почвенных образцов. Объектом изучения являлись основные типы черноземов Самарского Заволжья – чернозем выщелоченный, чернозем типичный и чернозем южный.

Черноземы выщелоченные широко распространены в лесостепной зоне области. Они занимают 935,2 тыс.га, или 17,4 % общей площади области. В составе сельскохозяйственных угодий на их долю приходится 17,7 % территории, в том числе 20,4 % пашни. Черноземы типичные занимают 1178,5 тыс. га, или 21,8 % территории. На их долю приходится 25,5 % сельскохозяйственных угодий, в том числе 25,7 % пашни. Это самая распространённая группа почв на территории области. Черноземы южные характерны для южной, наиболее засушливой типчаково-ковыльной подзоны степей. Они занимают обширную территорию, составляющую 1113,4 тыс. га, или 20,8 % общей площади области, из них 849,9 тыс. га – пашни [4].

Опыты проводились в соответствии с существующими методическими указаниями [5, 6]. Почвенные образцы для анализа отбирали с использованием общепринятых методов [7]. На каждой пробной площадке в трёх равноудалённых друг от друга точках (вершины равнобедренного треугольника) с помощью саперной лопатки из верхнего (0-10 см) горизонта брали почвенные образцы массой до 1 кг, тщательно перемешивали и методом конверта отбирали среднюю пробу массой до 300-400 г. Все три пробы ссыпали вместе, ещё раз переме-

шивали, и также методом конверта брали смешанный образец весом около 500 г, который помещали в маркированный бумажный пакет. Аналогичным образом отбирались образцы из среднего (10-20 см) и нижнего горизонтов (20-30 см). В пакетах почвенные образцы доставляли в лабораторию ФГУ «Станция агрохимической службы «Самарская», имеющую аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU. 0001.510565 (срок действия до 25.04.2020 г.).

Подготовку образцов почвы для определения в них валового содержания тяжёлых металлов проводили традиционным методом [8]. Почву подсушивали до воздушно-сухого состояния. Затем средний образец почвы растирали в фарфоровой ступке и просеивали через капроновое сито с диаметром отверстий 1 мм, отвешивали 2 г и помещали в маркированные пакетики из пергаментной бумаги. Определение валовых форм тяжелых металлов в почвах проводилось с предварительной подготовкой проб методом «сухой» минерализации при 575 °С. Подвижные формы соединений извлекались ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8 (ААБ). Этот экстрагент принят агрохимической службой для извлечения доступных растениям микроэлементов и используется для оценки обеспеченности почв этими элементами. Конечное определение элементов проводили пламенным и электро-термическим вариантами с применением атомно-абсорбционного спектрофотометра «Спектр 5-4» в пламени ацетилен – воздух. Одновременно проводили холостой анализ, включая все его стадии, кроме взятия пробы почвы. За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое двух параллельных определений.

Помимо наличия тяжелых металлов в почвах определяли: содержание гумуса по Тюрину; рН водной вытяжки; содержание подвижного фосфора в нейтральных почвах по Чирикову; в карбонатных почвах по Мачигину; содержание обменного калия в нейтральных почвах по Чирикову; в карбонатных почвах по Мачигину; содержание легкогидролизуемого азота в кислотной (0,5 н. H₂SO₄) вытяжке по Тюрину и Кононовой в модификации Кудеярова [9].

Математическая обработка экспериментального материала проводилась в вычислительном центре ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

Результаты и обсуждения. Исследованиями выявлено, что изучаемые подтипы черноземов имеют существенные отличия по ряду параметров, определяющих металлоаккумулятивную способность почвы и уровень ее плодородия. Так, выщелоченные черноземы имеют сравнительно большой удельный вес в структуре агрегатов мелкодисперсных глинистых (<0,01 м) – 57 % и илистых частиц (<0,001 мм) – 44%, обуславливающих высокую сорбционную емкость.

В типичном черноземе их количество не превышало в среднем 53 % и 35 %, а в южном 47 % и 31 %, что соответственно на 7,5 %; 25,7 % и 21,3; 41,9 % меньше контрольного индекса. Четко прослеживаются различия и по содержанию гумуса. В верхнем горизонте выщелоченного чернозема (0-10 см) его концентрация равнялась 6,3 %, а в среднем по пахотному профилю (0-30 см) – 6,2 %, что на 18,8-19,6 % больше показателей чернозема типичного и на 61,5-63,1 % – южного. С продвижением на юг меняются реакция почвенной среды и сумма обменных оснований. У чернозема выщелоченного рН водной вытяжки варьирует в пределах 6,0-6,2 при сумме обменных оснований 370-460 мг/экв на 1 кг почвы. При этом на долю Са приходится 78,0-87,0 % общего объема. Реакция почвенного раствора чернозема типичного несколько сдвинута в щелочную сторону – рН – 6,6-6,9, а сумма обменных оснований составляет 373-410 мг/экв/кг. Это на 8,8-12,2 % меньше индексов первого подтипа. К тому же в нижнем горизонте (20-30 см) прослеживается наличие Na, возрастает и удельный вес Mg – до 16,6-22,1 %.

Чернозем южный имеет щелочную реакцию почвенной среды с рН в горизонте 0-20 см – 7,2-7,3, а в слое 20-30 см – 7,5. Сумма обменных оснований уменьшается до 380, а в нижнем горизонте (20-30 см) до 300 мг/экв/кг. По всему почвенному профилю отмечается присутствие ионов Na^+ . На долю ионов Ca^{2+} приходится 71,7-82,4 % общей суммы поглощенных оснований.

Анализ контрольных индексов наличия подвижных форм P_2O_5 и K_2O показал, что наиболее лучше обеспечен этими биогенными элементами чернозем выщелоченный, в среднем – 211 мг/кг и 213 мг/кг почвы. При этом максимальная концентрация P_2O_5 и K_2O отмечалась в верхнем горизонте почвы (0-20 см). Запасы P_2O_5 и K_2O в черноземе типичном снижались в среднем до 191 и 201 мг/кг или на 10,5 % и 6,0 %, а в черноземе южном – до 180 и 197 мг/кг, или на 17,2 % и 8,1 %.

Исследованиями выявлено, что во всех изучаемых подтипах чернозема присутствуют Cd, Pb, Zn, Cu, Co, Mn. Однако их валовые объемы не превышают ПДК. При этом наибольшее количество тяжелых металлов аккумулирует чернозем выщелоченный (таблица 1). Так, уровень накопления в нем Cd (0,44 мг/кг) в 1,22 раза превышал показатели чернозема типичного (0,36 мг/кг) и в 1,69 раза (0,26 мг/кг) – чернозема южного. Аналогичные закономерности прослеживаются и по Pb соответственно – 18,7 мг/кг против 11,1 мг/кг и 7,86 мг/кг или в 1,68 и 2,37 раза. Объемы аккумуляции Zn были примерно равными и составляли в степной зоне около 40,0 мг/кг, а в лесостепной 44,0 мг/кг. Концентрация Cu в черноземе выщелоченном на 24,8 % и 89,0 % превышала индексы типичного и южного черноземов и равнялась в сред-

нем 19,9 мг/кг. Содержание Co в почвах северной и центральной зоны было примерно равным и варьировало от 9,17 мг/кг до 9,92 мг/кг. В степной зоне концентрация данного элемента в пахотном горизонте не превышала в среднем 6,31-6,56 мг/кг, или была на 45,3-51,2 % ниже. Зональные особенности наблюдаются и в отношении Mn. На севере области в черноземе выщелоченном его количество в пахотном горизонте составляло в среднем 707 мг/кг, в центре – в типичном – 612 мг/кг и на юге – в черноземе южном – 464 мг/кг.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в различных типах почв, мг/кг, 2012-2014 гг.

Почва	Слой почвы, см	Валовая форма (кислотная экстракция HNO ₃ 1:1)						Подвижная форма (ацетатно-аммонийный буферный раствор с pH 4,8)					
		Cd	Pb	Zn	Cu	Co	Mn	Cd	Pb	Zn	Cu	Co	Mn
чернозем выщелоченный	0-10	0,44	19,8	44,1	20,8	9,57	701	0,123	0,73	0,35	0,75	0,46	35,4
	10-20	0,43	18,1	43,6	18,2	9,17	698	0,112	0,63	0,35	0,57	0,49	37,9
	20-30	0,45	18,4	44,3	20,6	9,48	722	0,121	0,70	0,31	0,58	0,41	38,6
	среднее	0,44	18,7	44,0	19,9	9,41	707	0,118	0,69	0,34	0,63	0,45	37,3
	фон	0,94	13,5	32,8	18,0	13,5	489	0,068	0,32	0,20	0,15	0,20	32,3
чернозем типичный	0-10	0,37	11,1	40,4	17,0	9,92	625	0,080	0,48	0,59	0,16	0,11	54,5
	10-20	0,35	10,8	40,3	16,8	9,48	600	0,071	0,53	0,63	0,13	0,14	51,2
	20-30	0,37	11,3	40,6	15,8	9,69	612	0,073	0,53	0,52	0,12	0,10	54,2
	среднее	0,36	11,1	40,4	16,5	9,70	612	0,074	0,51	0,58	0,14	0,12	53,3
	фон	0,80	15,1	35,0	17,0	15,6	526	0,059	0,35	0,60	0,09	0,20	20,3
чернозем южный	0-10	0,28	8,01	40,6	11,0	6,3	486	0,029	0,51	0,33	0,10	0,31	25,3
	10-20	0,24	7,41	40,1	10,7	6,29	449	0,036	0,39	0,53	0,10	0,26	28,2
	20-30	0,27	8,18	40,3	11,1	6,56	456	0,025	0,61	0,40	0,09	0,29	23,3
	среднее	0,26	7,86	40,3	10,9	6,40	464	0,030	0,50	0,42	0,10	0,28	25,6
	фон	0,87	15,0	34,5	14,0	13,8	470	0,037	0,63	0,70	0,14	0,20	32,3
ПДК		2,0	30,0	100,0	55,0	14,0	1500	0,5	6,0	23,0	3,0	5,0	100,0

Таким образом, по количественному содержанию валовых форм Cd, Pb, Zn, Cu, Co, Mn почвы Самарского Заволжья образуют убывающий ряд: чернозем выщелоченный > чернозем типичный > чернозем южный.

Повышенный уровень металлоаккумуляции черноземом северной лесостепи наряду с физико-химическими свойствами почвы и комплексом природно-климатических условий, очевидно, обусловлен и техногенным воздействием на агробиоценозы.

Определенные закономерности прослеживались и при распределении химических элементов по профилю пахотного горизонта. Во

всех подтипах черноземов наибольшее их количество концентрировалось в верхнем гумусовом горизонте (0-10 см), что обусловлено большой поглотительной емкостью органико-минеральной части этого слоя почвы. На глубине 10-20 см их содержание уменьшалось в среднем на 1,5-5,6 %. В нижнем горизонте (20-30 см) вновь возрастало до средних значений. Очевидно, это вызвано вымыванием тяжелых металлов атмосферными осадками из верхнего и среднего слоев почвы и перемещением в иллювиальный горизонт, где происходит их абсорбция глинистыми и илистыми частицами почвы.

Анализ количественного состава аккумулянтов показал, что во всех изучаемых подтипах черноземов наибольшую долю в общем объеме занимает Mn – в среднем 87,6-88,7 %, далее в порядке убывания следует Zn – 5,5-7,6 %, Cu – 2,1-2,6 %, Pb – 1,5-2,3 %, Co – 1,2-1,4 % и Cd – 0,04-0,05 %.

Для более объективной оценки объемов накопления металлоксикантов и определения уровня их биологической опасности нами проведено сравнение полученных результатов с индексами ПДК и фоновыми значениями. Расчеты показали, что в северной лесостепи, несмотря на относительно небольшое валовое количество, более близко к пороговому параметру находится Co – 0,65 ПДК, далее в порядке убывания располагаются: Pb – 0,62; Mn – 0,47; Zn – 0,44; Cu – 0,36 и Cd – 0,15 ПДК. По отношению к фоновому значению тяжелые металлы образуют следующий ряд: Mn>Pb>Zn> Cu >Co>Cd. При этом уровень аккумуляции Mn, Pb, Zn и Cu оказался соответственно на 44,0 %, 38,0 %, 34,0 % и 10,0 % выше фонового показателя.

Определенные закономерности прослеживались и на черноземе типичном. Наибольший индекс ПДК – 0,69 также отмечался у Co. Примерно на равном уровне проявлялась токсичность Mn и Zn – 0,41 и 0,40 ПДК. Накопление Pb не превышало 0,37, а Cu – 0,30 ПДК, что на 67,5 % и 20,0 % ниже параметров чернозема выщелоченного. Минимальное значение – 0,12 ПДК выявлено у Cd. По отношению к фоновому уровню накопления элементы располагаются в следующем порядке: Mn>Zn> Cu >Pb>Co>Cd. При этом превышение фонового значения отмечено только у Mn и Zn, соответственно на 16,0 % и 15,0 %.

Объем аккумуляции токсикантов в черноземе южном был существенно ниже значений почв северной и центральной зоны. Однако и в этом случае ближе к предельному индексу находился Co – 0,45 ПДК, далее следовал Zn – 0,40 и Mn – 0,21 ПДК. Количество Pb и Cu не превышало 0,26 и 0,20, а Cd – 0,08 ПДК. В годы исследований превалирование над фоновым показателем отмечалось только у Zn – на 16,0 %. По отношению к данному параметру изучаемые металлы образовыва-

ли следующий убывающий ряд: Zn > Mn > Cu > Pb > Co > Cd.

Важным критерием, характеризующим степень накопления тяжелых металлов в агроценозах, является их запас в корнеобитаемом слое (0-30 см), выраженный в кг на 1 га. Расчетами установлено, что количество валовых форм элементов в выщелоченном черноземе может варьировать от 1,32 – у Cd до 2121 – у Mn кг на 1 га. Относительно много пахотный горизонт северной зоны содержал Zn, Cu и Pb, соответственно 132,0; 59,7; 56,1 кг/га. Объем аккумуляции Co равнялся 28,2 кг/га. При этом общий вес изучаемых металлотоксикантов на 1 га достигал 2398 кг. В соответствии с выявленными ранее закономерностями чернозем типичный на 1 га содержал на 0,24 кг меньше Cd, Pb – 22,8, Zn – 10,8, Cu – 10,2 и Mn – 285 кг, а Co – наоборот, на 0,9 кг/га больше. Их общий вес на 1 га составлял 2070 кг. Уровень накопления Cd, Zn, Cu, Co в черноземе южном был в 1,09-1,82 раза выше, а Pb в 2,37 раза меньше, чем в почвенном покрове северной зоны, и в 1,02-1,51 раза меньше, чем в центральной. Общий вес тяжелых металлов на 1 га равнялся 1589 кг, что на 809 кг меньше чем в северной зоне, и на 481 кг – в южной.

По мнению многих авторов [10, 11, 12], наибольшую опасность для биологических объектов представляют не валовые, а мобильные формы металлов. Проведенные исследования показали, что объем вовлечения металлотоксикантов в биологический круговорот и их подвижность в агроландшафтах Самарского Заволжья во многом определяются зональными особенностями почвенной среды.

Анализами выявлено, что подвижность Cd с продвижением с севера на юг снижается в среднем с 26,5 % у чернозема выщелоченного до 20,4 % у типичного и 11,5 % – у южного. При этом потенциально опасный объем токсиканта на 1 га уменьшается с 0,35 кг – на севере до 0,22 кг – в центре и 0,09 кг – на юге. В отношении Pb в годы исследований прослеживалась обратная зависимость. Наибольшая его подвижность – 5,2-7,5 % отмечалась в черноземе южном, наименьшая – 3,5-3,8 % – в выщелоченном. Мобильность токсиканта в черноземе типичном равнялась в среднем 4,6 %, а его доступные объемы в пахотном горизонте (0-30 см) составляли в среднем 1,53 кг/га, что на 35,3 % меньше значений чернозема выщелоченного – 2,07 кг/га. Запасы доступного Pb в черноземе южном равнялись в среднем 1,50 кг/га.

Подвижность Zn больше проявлялась в черноземе типичном и достигала в среднем 1,4%. В черноземе выщелоченном она равнялась 0,8 %, а в южном 1,0 %. Очевидно, низкая миграция Zn в годы исследований обусловлена засушливым типом погодных условий и недостаточностью увлажнения почвенного профиля. Установлено, что в почвах северной зоны накапливается около 1,02 кг потенциально доступного

растениям Zn на 1 га, в центральной – 1,74 кг/га, а в южной – 1,26 кг/га.

Мобильность Cu больше проявлялась в черноземе выщелоченном и варьировала от 2,8 до 3,6 %. При этом объем биологически активной Cu равнялся 1,89 кг/га. В черноземе типичном и южном ее подвижность не превышала 0,8-0,9 %, а биодоступность составляла соответственно 0,42 и 0,30 кг/га, что в 4,6 и 6,3 раза меньше, чем в почве северной зоны.

Чернозем выщелоченный обуславливал и относительно высокую мобильность Co – 4,3-5,3 %. С переходом значений к чернозему типичному абсорбция Co повышалась, а мобильность уменьшалась до 1,0-1,5 %. И вновь возрастала в условиях чернозема южного до 4,1-4,8 %. Содержание подвижного Co в изучаемых подтипах почв равнялось соответственно: 1,35 кг/га; 0,36 кг/га и 0,84 кг/га. Mn, наоборот, большую биологическую активность проявлял в черноземе типичном, достигая мобильности на уровне 8,5-8,8 %. При этом содержание подвижных форм в пахотном горизонте составляло в среднем 159,9 кг/га. В почве северной зоны мобильность Mn варьировала от 5,0 до 5,4 %, а его запасы в верхнем слое почвы (0-30 см) равнялись 111,9 кг/га. В черноземе южном объемы аккумуляции доступного Mn находились в пределах 76,8 кг/га, или 5,5% от валового содержания.

Математический анализ полученных результатов выявил тесную связь содержания валовых форм тяжелых металлов с наличием в почве глинистой и илистой фракций. Коэффициенты корреляции равнялись соответственно $r = 0,71-0,92$ и $r = 0,64-0,92$, а также с содержанием гумуса ($r = 0,53-0,98$). Причем концентрация Cd, Pb, Zn и Cu в большей степени определялась наличием органического вещества в почве ($r = 0,85-0,98$). Прослеживалась четкая зависимость присутствия Pb с объемом поглощенных оснований и, в частности, с содержанием в почве подвижных форм P_2O_5 ($r = 0,72$ и $r = 0,88$).

Аналогичная зависимость также прослеживалась по Cd, Zn, Mn, и Co – $r = 0,62-0,85$. Анализ показал, что уровень концентрации как валовых, так и подвижных форм металлов в почве в годы исследований практически не зависел от pH почвенной среды. Очевидно, пределы ее вариации в агроландшафтах Самарского Заволжья относительно невелики и не оказывают существенного влияния на процессы металлонакопления в почве. Расчетами установлена тесная связь подвижных Cd, Pb, Cu и Co с дисперсностью почвы и наличием в ней P_2O_5 ($r = 0,58-0,91$). Присутствие подвижного Mn в средней степени коррелировало с наличием гумуса ($r = 0,51$), глинистых фракций ($r = 0,32$) и насыщенностью поглощенными основаниями ($r = 0,32$), а Zn в определенной мере реакцией почвенной среды ($r = 0,34$).

Таким образом, по степени подвижности тяжелых металлов в почвах можно выстроить следующие ряды: чернозем выщелоченный – $Cd > Mn > Co > Pb > Cu > Zn$; чернозем типичный – $Cd > Mn > Pb > Zn > Co > Cu$; чернозем южный – $Cd > Pb > Mn > Co > Zn > Cu$.

Сравнительный анализ полученных результатов и индексов ПДК для подвижных форм металлотоксикантов выявил, что уровень аккумуляции химических элементов в почвах лесостепной и степной зон Самарского Заволжья находится существенно ниже контрольных индексов и не превышает у чернозема выщелоченного по Mn, Ca и Si соответственно 0,37; 0,23 и 0,21 ПДК.

Концентрация Pb, Co и Zn была еще меньше и равнялась 0,11; 0,09 и 0,02 ПДК. Аналогичные закономерности прослеживались в черноземе типичном и южном. При этом в почве центральной зоны металлы располагались в следующем убывающем ряду: $Mn > Cd > Pb > Cu > Zn > Co$, а в южной – $Mn > Pb > Cd > Co > Cu > Zn$.

Выводы. По результатам исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Наибольшее количество валовых форм Cd, Pb, Zn, Mn и Cu в условиях Самарского Заволжья аккумулирует чернозем выщелоченный, а Co – чернозем типичный. Максимальный уровень локализации подвижных форм Cd, Pb, Cu и Co также приходится на чернозем выщелоченный, а Zn и Mn – на чернозем типичный.

2. Содержание валовых форм тяжелых металлов в почве во многом определяется наличием глинистой и илистой фракций ($r = 0,71-0,92$ и $r = 0,64-0,92$), а также содержанием гумуса ($r = 0,53-0,98$). Присутствие подвижных Cd, Pb, Cu и Co связано с дисперсностью почвы и наличием в ней P_2O_5 ($r = 0,58-0,91$), а присутствие Mn с гумусом ($r = 0,51$).

3. В годы исследований уровень концентрации валовых и подвижных форм металлотоксикантов во всех изучаемых подтипах черноземов был близок к фоновым значениям и не превышал ПДК.

Библиографический список:

1. Давыдова, С. Земельные ресурсы и проблемы экологии / С. Давыдова, Л. Боров // Экология. – 2010. – № 5. – С. 1-5.
2. Троц, В.Б. Аккумуляция тяжелых металлов черноземами Самарского Заволжья / В.Б. Троц, Н.М. Троц // Известия Оренбургского ГАУ. – 2014. – № 1. – С.141-142.
3. Ахматов, Д.А. Особенности накопления тяжелых металлов зерновыми бобовыми культурами в агроландшафтах Самарского Заволжья / Д.А. Ахматов, В.Б. Троц // Известия Оренбургского ГАУ. – 2016. – № 3. – С. 202-203.

4. Дмитриева, Э.Я. Самарская область / Э.Я. Дмитриева, П.С. Кобытов. – Самара. – 2001. – С. 8-58.
5. Головатый, В.Г. Методика постановки многофакторных экспериментов для обоснования технологий возделывания культур на землях, загрязненных тяжелыми металлами / В.Г. Головатый, В.Н. Бурцев, Е.А. Котова // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 5. – С. 108-113.
6. Ильясов, Р.Г. Методология исследований и экспериментов в агроэкологии при различных типах техногенеза / Р.Г. Ильясов, Р.М. Алексахин, В.И. Фисинин [и др.]. // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 2. – С. 3-17.
7. Алексеенко, В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – С. 11-46.
8. Муравин, Э.А. Практикум по агрохимии / Э.А. Муравин. – М.: КолосС, 2005. – 288 с.
9. Волкова, Г.В. Практикум по почвоведению с основами агрохимии / Г.В. Волкова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 144 с.
10. Троц, В.Б. Влияние минеральных удобрений на аккумуляцию тяжелых металлов в почве и фитомассе зерновых культур / В.Б. Троц, Д.А. Ахматов, Н.М. Троц // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 2. – С. 14-16.
11. Глебова, И.В. Экологический мониторинг воздействия тяжелых металлов с органоминеральной структурой почвенной системы / И.В. Глебова, О.А. Тутова, Н.Н. Ходыревская // Аграрная наука. – 2008. – № 5. – С. 7-10.
12. Серегина, И.И. Рост и развитие растений пшеницы в зависимости от уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами при применении регулятора роста циркона / И.И. Серегина, Н.Н. Ниловская, Е.В. Чурсина // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – № 2. – С. 27-33.

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN CHERNOZEMS OF TRANS-VOLGA REGION SAMARA

Trots N.M., candidate of biological Sciences, associate Professor
Trots V.B., doctor of agricultural Sciences, Professor, doctor of the Samara
state agricultural Academy
Ahmatov D.A., candidate of biological Sciences, JSC".", Samara, Russia,
e-mail: dr.troz@mail.ru

Key words: heavy metals, humus, soil, humus, accumulation, agrarian landscapes, cadmium, lead, copper.

The article presents data showing that the largest number of total forms of CD, Pb, Zn, Mn and si in the conditions of Samara TRANS-Volga region accumulates leached Chernozem, and – typical Chernozem. The level of concentration of gross and mobile forms of heavy metals in all studied subtypes of chernozems similar to background levels and do not exceed MPC.

УДК 631.45

ПЛОДОРОДИЕ – ФАКТОР СТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

Ушаков Р.Н., д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесного дела, агрохимии и экологии

Костин Я.В., д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесного дела, агрохимии и экологии

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, r.ushakov1971@mail.ru

Головина Н.А., аспирант кафедры лесного дела, агрохимии и экологии

Кобелева А.В., аспирант кафедры лесного дела, агрохимии и экологии
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, n.a.golovina1988@mail.ru

Фундаментальной особенностью почвы является плодородие. Для оценки плодородия почвы в обеспечении ее устойчивости целесообразно использовать различные методы биодиагностики. Цель исследований – изучить активность почвенной микрофлоры серой лесной почвы в условиях неблагоприятных факторов – тяжелых металлов, повышенной кислотности в зависимости от уровня плодородия.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследований была серая лесная почва разной степени окультуренности: плодородная (окультуренная) и неплодородная (неокультуренная). Данные варианты представлены территориальными участками одной геохимической фации: рельеф ровный, почва серая лесная тяжелосуглинистая. В неокультуренной серой лесной почве содержание гумуса (интегральный показатель плодородия) составляло около 2,2-2,5 %, элементов питания – среднее. В окультуренной почве содержание гумуса было 5,4 %, подвижного фосфора и обменного калия – высокое. Окультуренный вариант отражает потенциальные возможности почвы по обеспечению устойчивости.

В опытах имитировали подкисление и загрязнение тяжелыми