

ОЦЕНКА ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА САМАРСКОЙ ЛУКИ

© 2003 Н.В. Прохорова

Самарский государственный университет

На основе многолетних исследований дана эколого-геохимическая характеристика распределения тяжелых металлов в почвенном покрове Самарской Луки, а также в почвах ее основных ландшафтов. Оценивается степень техногенного загрязнения исследуемых почв тяжелыми металлами, выявляются источники загрязнения.

Во второй половине XX века специалисты в области экологии, биологии, химии, охраны окружающей среды единодушно отнесли тяжелые металлы в группу наиболее опасных загрязнителей природных экосистем и техногенных ландшафтов. К этому времени скопились многочисленные и убедительные данные о токсичности тяжелых металлов, о связи накопления этих элементов в компонентах биосферы с негативным влиянием на живые организмы, в том числе и человека. Во многих регионах были начаты исследования этой проблемы, не стала исключением и Самарская область.

Широкомасштабные исследования аккумуляции тяжелых металлов в природных и техногенных ландшафтах Самарской области длились более 10 лет, анализ полученных данных продолжается до сих пор. За это время получен обширный материал, который позволил установить фоновые уровни содержания тяжелых металлов в почвенном покрове региона в целом, во всех представленных здесь типах почв, в правобережье и левобережье, в степных и лесостепных ландшафтах. Наиболее полный аналитический обзор по данной проблеме представлен в двух монографиях [1,2] и дополнен более поздними публикациями. За рамками комплексного анализа осталась одна из самых интересных в природном отношении территорий нашего региона – Самарская Лука. В данной работе

мы задаемся целью восполнить этот пробел, проанализировав фоновые и техногенные геохимические параметры латерального распределения тяжелых металлов в почвенном покрове Самарской Луки.

Почва – специфический компонент биосферы, который геохимически аккумулирует различные вещества и выступает как природный буфер, контролирующий перенос химических элементов в атмосферу, гидросферу и живое вещество. Тяжелые металлы, поступающие от различных источников, в конечном итоге оказываются на поверхности почвы, и дальнейшая их судьба во многом зависит от ее химических и физических свойств. Исследования показывают, что поверхностный слой почвы подвергается как локальному, так и региональному переносу загрязнений, что наглядно демонстрирует почвенный покров Самарской Луки.

Район исследований расположен в центре Самарской области, в ее правобережной части. С географической точки зрения Самарская Лука представляет собой дугообразную излучину р. Волги от г. Тольятти до г. Сызрани, протяженностью 220 км. Это полуостровной участок территории, омываемый с севера, востока и юга р. Волгой, а с запада – Усинским заливом [3]. В геоморфологическом отношении Самарская Лука – это центральная часть обширного древнего куполообразного тектонического поднятия, которое постепенно становится

пологим на восток, юг и запад, тогда как его северное крыло имеет вид сильно расчлененной гористой страны с отвесными, скальными стенками, покатыми склонами к р. Волге и носит название Жигулевских гор. С геологической точки зрения – это приподнятый массив палеозойских пород (в основном известняков), возвышающийся как остров среди отложений более молодого возраста. В центральной и западной частях Самарской Луки палеозойские отложения прикрыты толщей юрских пород [3, 4].

Самарская Лука характеризуется умеренным и даже повышенным увлажнением с преобладанием в ландшафте лесных фитоценозов [5, 6]. Лесная растительность, достаточное количество тепла и влаги, возвышенный и гористый рельеф территории определили своеобразие почвенного покрова, в котором доминируют выщелоченные черноземы, значительные площади занимают типичные черноземы, в частности остаточнок-карбонатные каменисто-щебневатые. Основной фон почв под лесами составляют серые лесные почвы, в Жигулевских горах – дерново-карбонатные, дерново-подзолистые и бурые лесные почвы [7, 8].

Наряду с перечисленными выше факторами, в формировании почвенного покрова района исследований большую роль сыграли сложность и своеобразие почвообразующих пород, которые в значительной мере различаются между собой по механическому составу, физическим и химическим свойствам [4]. На делювиальных, реже элювиальных отложениях, сформировались черноземы оподзоленные и выщелоченные; на элювиально-делювиальных – дерново-подзолистые, серые и бурые лесные почвы; на элювии плотных карбонатных пород – дерново-карбонатные горные и нагорно-равнинные почвы. Дериваты юрских песков послужили основой формирования дерново-подзолистых, серых лесных почв легкого механического состава (супесчаных и песчаных) [9].

Едва ли не ведущую роль в формировании почв оказал рельеф местности. Практически каждому элементу рельефа на Са-

марской Луке соответствуют свои условия почвообразования. Формирование рельефа Самарской Луки происходило под влиянием эрозии, второстепенную роль играли другие геоморфологические процессы, такие как карст, оползневая деятельность, процессы выветривания [3]. В условиях сильно расчлененного возвышенного рельефа, на крутых и обрывистых склонах различных экспозиций сформировались горные почвы. К выровненным элементам рельефа (плато, пологие склоны, долины балок и оврагов) приурочены нагорно-равнинные почвы (черноземы выщелоченные и оподзоленные, темно-серые, серые и светло-серые лесные почвы). В зависимости от условий залегания в рельефе одни и те же почвы различаются своими свойствами. Для горных почв характерна меньшая мощность мелкоземистого слоя, повышенная щебневатость и каменистость профиля, вследствие чего лесорастительные условия несколько хуже, чем на почвах нагорно-равнинных аналогов. В пойме р. Волги под воздействием паводковых вод сформировались аллювиальные почвы [3, 9, 10].

Разнообразие комплекса природных факторов (почвы, климат, почвообразующие и подстилающие породы, возвышенный рельеф) определяют разнообразие и быструю смену растительности в зависимости от характера ландшафта [10].

Природный комплекс Самарской Луки испытывает весьма сильное и разнообразное воздействие человека. Этот маленький полуостров находится в окружении крупных промышленных центров, которые по данным на 1990 г. ежегодно выбрасывают в атмосферу более 750 тысяч тонн вредных веществ, в том числе и значительное количество тяжелых металлов [11].

На самой Самарской Луке основные источники техногенного загрязнения почв – промышленные и бытовые отходы, отходы строительства, золы тепловых электростанций, выбросы пустой породы в местах разработки полезных ископаемых, влияние автотранспорта и т.п. Техногенные территории занимают 3 % Самарской Луки и

представлены горными разработками известняка, гипсовыми и глиняными карьерами, нефтепромыслом [12, 13].

В местах залежей полезных ископаемых, освоенных горнодобывающей промышленностью, развивается техногенная эрозия, приводящая к деградации растительного и почвенного покрова, гидрологического и геохимического режимов территории. Обнажение на значительной площади подстилающих пород способствует усиленной миграции из них тяжелых металлов в прилегающие ландшафты. Подземная добыча полезных ископаемых ведет к техногенной трансформации ландшафта в целом [14].

Значительные нарушения почвенного покрова вызывают карьеры по добыче дорожного и строительного материала, а также прокладка трубо- и газопроводов, шоссе, железных дорог, промышленное и гражданское строительство, что также характерно для Самарской Луки [12]. В значительной степени изменила облик данной территории распашка, способствующая усилению миграции химических элементов. В настоящее время под пашней занято 21,7 % ее площади, некогда покрытой лесами (в северной части) или степными (в центральной и юго-западной частях) и луговыми фитоценозами [14].

Все вышесказанное определяет сложную геохимическую обстановку на Самарской Луке, а с экологической точки зрения наибольший интерес представляет геохимия тяжелых металлов. Мы изучали особенности накопления Ti, Mn, Fe, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Pb в почвенном покрове в целом, в почвах основных ландшафтов Самарской Луки. Отбор образцов для лабораторных исследований проводился по общепринятым методикам. Количественный элементный анализ осуществляли ядерно-физическим методом по характеристическому рентгеновскому излучению (метод ХРИ, зарубежный аналог PIXE) в специализированной лаборатории Харьковского физико-технического института.

Для отбора почвенных образцов на

сравнительно небольшой территории Самарской Луки было заложено около 90 пробных площадей, что объясняется ее значительной природной неоднородностью. Пробные площади представляли собой наиболее характерные участки элементарных ландшафтов, которые выделялись в основных геохимических ландшафтах. Границы последних определяли в соответствии с эколого-орographicким районированием Самарской Луки, предложенным Ю.К.Рощевским и Т.В.Сазионовой [15].

Естественная ландшафтная неоднородность изучаемой территории проявилась, прежде всего, в характере распределения тяжелых металлов в ее почвенном покрове (табл. 1). Усредненные данные из табл. 1 дают общее представление о валовом содержании тяжелых металлов в основных типах почв Самарской Луки в сравнении с региональным фоном и кларками почв мира.

Фоновое содержание большинства анализируемых элементов (Ti, Mn, Co, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb) достоверно выше в почвах Самарской Луки по сравнению с региональным фоном. Из общего правила выпадают только Fe и Sr, для которых характерна тенденция более активного накопления в ландшафтах левобережной части Самарской области. По отношению к кларкам почв мира почвы Самарской Луки содержат больше Ti, Co, Cu, Zn, Pb, равное кларку количество Ni и более низкое – Mn, Fe, Cr, Sr. Региональный фоновый уровень содержания Mo в почвах нами не определялся, но по сравнению с кларком для почв мира (2,0 мг/кг) на Самарской Луке отмечена гораздо более высокая концентрация Mo – 9,77 мг/кг, с варьированием в почвах различных ее ландшафтов от 2,0 до 22,0 мг/кг.

Если региональный фоновый уровень содержания всех изученных элементов не превосходит нормативных показателей (ПДК, ОДК), то для почв правобережья в целом отмечено превышение ПДК по Ti, Cu, Zn, Cr, Mo. Наиболее значимые превышения нормативов выявлены для фонового содержания на Самарской Луке: Cu (в 4

Таблица 1. Среднее содержание тяжелых металлов в почвенном покрове Самарской Луки, мг/кг воздушно сухой почвы

Элемент	Кларки для почв мира [17]	Региональный фон, n*=810 [1,18**]	Самарская Лука, (фон), n=86	Дерново-карбонатные, n=18
Ti	4600,0	4674,31±83,21	6170,98±338,51	4645,17±800,98
Mn	850,0	687,70±12,18	814,55±44,02	472,72±102,05
Fe	38000,0	33591,94±360,45	29990,67±1254,53	21805,00±2721,55
Cr	200,0	101,96±4,26	153,82±13,14	114,00±33,42
Co	10,0	12,38±0,37	17,91±1,08	14,83±1,87
Ni	40,0	28,56±1,69	38,34±7,97	34,27±9,17
Cu	20,0*	26,50**	188,34±53,99	229,00±84,00
Zn	50,0	75,55±2,88	131,74±19,71	135,05±32,93
Sr	300,0	171,90±2,97	164,32±6,33	151,33±14,81
Mo	2,00	не опред.	10,60±0,80	8,65±0,76
Pb	10,0	11,21±0,43	22,45±1,71	28,50±3,76
Элемент	Черноземные, n=24	Аллювиальные дернов. насыщен., n=6	Серые лесные, n=35	Песчаные грунты, n=3
Ti	7712,46±554,96	6445,83±990,45	5749,31±518,93	7363,67±1386,79
Mn	911,54±80,91	849,17±150,66	919,94±56,91	790,67±130,49
Fe	33065,80±1822,27	31221,70±5176,00	31974,23±2012,28	28900,00±5766,28
Cr	135,04±10,31	111,50±26,57	196,51±24,71	129,67±13,34
Co	24,71±2,08	20,17±3,09	14,82±1,58	13,57±5,46
Ni	70,04±26,57	21,33±1,69	22,28±3,38	30,33±4,84
Cu	339,17±178,16	52,50±12,54	94,91±22,44	99,33±41,51
Zn	188,04±62,30	110,67±23,59	99,06±13,68	85,00±18,52
Sr	188,33±12,46	199,50±23,74	149,26±8,06	155,67±47,42
Mo	10,12±0,84	10,67±0,88	7,43±0,74	8,67±0,67
Pb	27,12±4,24	23,50±4,21	16,60±1,83	15,00±6,03

Примечание: * n – объем выборки.

раза), Mo (в 2 раза), Zn и Cr (в 1,5 раза), а в почвах некоторых ее локальных участков они еще более показательны: Pb (3 ПДК); Mo (4 ПДК); Cr (6,5 ПДК); Cu (6,5 ПДК); Ni (7 ПДК); Zn (13 ПДК).

В самом общем виде количественное соотношение тяжелых металлов в почвах Самарской Луки характеризует следующий элементный ряд: Fe > Ti > Mn > Cu > Sr > Cr > Zn > Ni > Pb > Co > Mo.

Причины выявленных геохимических закономерностей накопления тяжелых металлов в почвах Самарской Луки заключаются в следующем. Самарская Лука – наиболее лесистый район Самарской области,

лесами здесь занято более 50% территории [10]. Известно, что в почвах под лесами аккумулируется большее количество техногенных тяжелых металлов, чем на открытых участках (луга, степи, агрофитоценозы) [2]. Господствующие ветры в основном направлены со стороны г. Самары, Новокуйбышевска, Чапаевска и Сызрани [16]. Приподнятый и гористый рельеф является механической преградой на пути аэральных потоков загрязнения. Относительно большая влажность воздуха способствует формированию и осаждению аэрозолей, обогащенных различными химическими веществами, в том числе и тяжелыми металлами.

ми. Лесные сообщества активно захватывают тяжелые металлы метаболическим и неметаболическим путем, аккумулируют их в лесной подстилке. Все эти процессы сопровождаются перераспределением тяжелых металлов в почвах подчиненных ландшафтов Самарской Луки через поверхностный и внутрипочвенный сток, а также циркуляцию в атмосфере.

К этому следует добавить распространенность карбонатов на Самарской Луке, которые выступают в качестве почвообразующих и подстилающих пород. Обогащены карбонатами и почвы данной территории, что дает основание предполагать их активное участие в осаждении и, как следствие, накоплении тяжелых металлов в ландшафтах. Кроме того, горные породы здесь в основном пористые, пронизаны тончайшими тектоническими трещинами, подвержены карстовым процессам. Поверхностные воды вымывают токсичные элементы из почвы, просачиваются через толщу горных пород, и достигают уровня водохранилищ. Естественный фильтр в Жигулях практически отсутствует [12], поэтому компоненты техногенного загрязнения, существенную долю которых составляют тяжелые металлы, легко попадают в грунтовые воды, вызывая вторичное загрязнение ландшафтов.

Как видно из табл. 1, основные типы почв Самарской Луки отличаются более активным накоплением всех изученных элементов по сравнению с почвенным покровом Самарской области в целом (региональный фон). Среди изученных типов почв более активная металлоаккумулирующая способность присуща черноземам, фон которых создается подтипом черноземов выщелоченных. Они в большей степени, чем другие почвы Самарской Луки, накапливают Ti, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, близка к максимальной в них и концентрация Mn, Sr, Pb, Mo. Дерново-карбонатные почвы уступают черноземам, но достаточно активно аккумулируют Cu, Zn и Pb. Среднее содержание всех анализируемых элементов, кроме Fe, в черноземах Самарской Луки выше, чем в чер-

ноземах почвах области в целом. Особенно отличаются концентрации Cu (в 7,5 раз), Zn (в 2,4 раза), Ni (в 2,5 раза), Co (в 2,2 раза), Pb (в 2,5 раза).

Серые лесные почвы превосходят все другие типы почв Самарской Луки по накоплению Cr и Mn. И если содержание в них Mn близко к уровню черноземов, то Cr накапливается практически на уровне ПДК для его валовой формы (200 мг/кг). Высокий уровень содержания Cr вообще характерен для этого типа почв, так как лесная растительность лесостепи, под пологом которой они формируются, активно аккумулирует Cr [19].

Менее выраженной металлоаккумулирующей способностью обладают аллювиальные почвы пойм и слабогумусированные пески Самарской Луки, но по сравнению с региональным фоном содержание в них Ti, Cr, Co, Cu, Zn, Pb и Mn более высокое, причем концентрация Ti близка к показателю для черноземов (табл. 1). Такие высокие уровни содержания этого элемента нигде в Самарской области более не отмечены, не характерны они и для почв других регионов. Известно, что Ti входит в состав очень устойчивых к выветриванию минералов. Его соединения слабо растворимы. Концентрируется он в силикатах, а в осадочных породах (известняках и доломитах) его содержание обычно оценивают на уровне 3000-4000 мг/кг [19]. Повышенная влажность, хорошая дренированность способствуют выносу растворимых соединений и относительному обогащению почвенного покрова Самарской Луки труднорастворимыми силикатами, в которых возможно концентрирование Ti [9]. Высокая концентрация Ti в почвах определила его повышенное накопление древесными растениями данной территории [20].

Дерново-карбонатные почвы уступают другим типам почв Самарской Луки по накоплению Fe (21805,0 мг/кг против 33952,0 мг/кг регионального фона), черноземы же почти соответствуют региональному фону, а в остальных почвах района исследований концентрация Fe несколько ниже данного

показателя. Дерново-карбонатные почвы формируются, в основном, в пределах Жигулевских гор на карбонатных почвообразующих породах при промывном водном режиме в биоэкологических условиях леса. Для них характерен хорошо развитый гумусовый горизонт и укороченный иллювиальный горизонт В. Возможно, хорошая дренированность этих почв, некоторые другие их физико-химические характеристики, а также геохимические особенности самого элемента способствуют вымыванию соединений Fe в горизонт В, который нами не анализировался.

Интересные закономерности были выявлены при сравнении уровней накопления и характера распределения техногенных тяжелых металлов в почвах конкретных ландшафтов Самарской Луки [15]. Каждый из таких ландшафтов характеризовался не только присущим ему комплексом природно-экологических условий, но и вполне определенными геохимическими особенностями (табл. 2).

Изолинейное картирование показало, что очень высокое содержание отдельных элементов или группы элементов характерно для почв ландшафтов, подвергающихся

техногенному воздействию от источников, примыкающих к Самарской Луке, а также расположенных на ее территории [1]. Анализ техногенного потока тяжелых металлов на исследуемую территорию позволил разделить их основные источники на следующие зоны: северо-западное левобережье (предприятия г. Тольятти); северное левобережье (предприятия, расположенные между с. Федоровкой и п. Курумоч); северо-восточное левобережье (участок, на котором расположены п. Волжский, Красная Глинка и п. Управленческий); самарское левобережье (включает источники, расположенные в основной части г. Самары); южное левобережье (Чапаевско-Новокуйбышевский промышленный узел); Сызранская сторона (участок от г. Сызрань до п. Междуреченск). Как обособленный источник загрязнения, расположенный на самой Самарской Луке, рассматривался город Жигулевск.

Хром. За точку отсчета в сравнительном анализе было принято ПДК Cr для почв – 100 мг/кг [21]. Среднее содержание Cr в почвенном покрове Самарской Луки равно 153,82 мг/кг. Уровень содержания оценивался по следующей шкале: 0-80,0 мг/кг –

Таблица 2. Среднее содержание тяжелых металлов в основных ландшафтах Самарской Луки, мг/кг

Ландшафты [15]	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	Mn	Ti
Западные Жигули	82,2	15,9	23,7	84,4	74,1	29,6	473,9	5949,9
Центральные Жигули	320,0	9,5	8,2	124,2	100,5	11,8	520,2	2060,8
Восточные Жигули	80,0	11,5	66,5	458,0	207,0	28,2	495,5	2807,2
Жигулевские горы в целом	79,8	14,5	32,2	186,1	113,9	27,7	508,8	4791,3
Бахилевская лесостепь	143,2	28,2	35,5	102,5	112,7	17,7	986,5	9740,0
Восточная лесостепь	98,0	21,7	12,3	54,3	129,7	9,3	956,3	6022,3
Аскульская лесостепь, открытые участки	133,2	27,2	20,9	52,2	63,3	19,8	987,3	8251,4
Аскульская лесостепь, лесные участки	95,8	17,0	32,9	158,3	129,8	22,2	750,1	7190,2
Мордвиновская пойма	46,0	11,0	18,0	30,0	64,0	17,0	462,0	4518,0
Рождественская пойма	138,0	26,	22,0	33,0	96,0	36,0	1243,0	7803,0
Шелехметская пойма	186,0	31,0	16,0	77,0	112,0	37,0	1335,0	10340
Чуракайский лес	151,2	18,2	25,8	269,1	205,8	22,1	935,1	5002,7
Уравновешенные лесостепные участки	123,8	25,4	25,6	81,8	120,0	14,1	973,6	8146,7

нормальное содержание; 80,1-160,0 мг/кг – слабое загрязнение; 160,1-260,0 мг/кг – умеренное загрязнение; > 260,0 мг/кг – сильное загрязнение. Сильное и умеренное загрязнение Сг отмечено для почв Центральных Жигулей, центральной части Чуракайского леса и Шелехметской поймы, где проявляется влияние северного, северо-восточного и южного левобережья. Максимальное накопление Сг выявлено в почвах Центральных Жигулей (320 мг/кг) и центральной части Чуракайского леса (258 мг/кг). Судя по распределению Сг в почвенном покрове Самарской Луки, возможно заметное его поступление от предприятий Жигулевска, Тольятти, Новокуйбышевска и Чапаевска.

Кобальт. Анализ распределения Со в почвенном покрове Самарской Луки выявил различный характер его накопления в почвах открытых и лесных участков (26,0 и 16,0 мг/кг соответственно). За точку отсчета при градации содержания элемента была взята пороговая концентрация по возможным патологическим последствиям для животных – 30 мг/кг [22]. Шкала оценки уровня содержания состояла из следующих градаций: до 15,0 мг/кг – низкое содержание; 15,1-21,0 мг/кг – нормальное содержание; 21,1-30,0 мг/кг – слабое загрязнение; 30,1 мг/кг и более – умеренное загрязнение. Максимальное содержание Со, на уровне умеренного загрязнения, было отмечено в почвах Шелехметской поймы. На уровне слабого загрязнения накапливают Со почвы лесостепных участков (Бахиловская лесостепь, Аскульская лесостепь, Уравновешенные лесостепные участки, Восточная лесостепь) и Рождественская пойма. Возможно, что умеренные количества этого элемента проникают на Самарскую Луку с воздушными потоками от г. Жигулевска, южного и самарского левобережья.

Никель. При оценке уровня загрязнения почв Самарской Луки Ni использовали его ПДК для почв – 85,0 мг/кг [23] и следующие градации: до 51,0 мг/кг – нормальное содержание; 51,1-85,0 мг/кг – слабое загрязнение; свыше 85,0 мг/кг – умеренное

загрязнение. В основном почвы Самарской Луки характеризуются низким и нормальным содержанием Ni. Только в почвах некоторых элементарных ландшафтов Восточных Жигулей содержание этого элемента можно отнести к слабому и умеренному загрязнению (от 66,0 до 181,0 мг/кг). Здесь, очевидно, сказывается влияние северо-восточного левобережья.

Медь. За точку отсчета при анализе загрязнения Си почв Самарской Луки использовали ее ПДК для почв – 55,0 мг/кг [23]. Разброс концентраций по отдельным геохимическим ландшафтам чрезвычайно велик – от 25,6 до 458,0 мг/кг. Для сравнительного анализа была принята следующая шкала концентраций: до 40,0 мг/кг – низкое содержание; 40,1-55,0 мг/кг нормальное содержание; 55,1-110,0 мг/кг – слабое загрязнение; 110,1-220,0 мг/кг – умеренное загрязнение; 221,0 мг/кг и более – сильное загрязнение. Среднее содержание Си для почв Самарской Луки равно 188,34 мг/кг, что уже соответствует уровню умеренного загрязнения. Почвы изученных ландшафтов значительно различались по уровню содержания Си. Максимум характерен для почв Восточных Жигулей (458,0 мг/кг), минимальные средние концентрации Си отмечены в пойменных почвах (от 30,0 до 77,0 мг/кг). Сравнительный анализ по элементарным ландшафтам показал, что чрезвычайно сильное загрязнение Си характерно для Центральных и Восточных Жигулей, сильное – для почв северной и южной части Чуракайского леса, крупных лесных участков Аскульской лесостепи. Изолинейное компьютерное картирование показало прямую корреляцию в загрязнении почв Самарской Луки Си и расположением основных источников загрязнения [1]. Очевидно, наиболее интенсивно Си проникает на Самарскую Луку от предприятий северного, северо-восточного и восточного левобережья. Вероятно ее распространение от предприятий г. Жигулевска и с самарского левобережья. Накопление Си в почвах Аскульской лесостепи может объясняться проникновением от Чапаевско-Новокуйбышевского промуз-

ла.

Цинк. Отправной точкой отсчета при разработке градаций содержания Zn в почвах района исследований была его ПДК – 100 мг/кг [23]. Оценочная шкала имела следующий вид: до 80,0 мг/кг – нормальное содержание; 80,1-140,0 мг/кг – слабое загрязнение; 140,1-240,0 мг/кг – умеренное загрязнение; свыше 240,0 мг/кг – сильное загрязнение. Разброс концентраций Zn для геохимических ландшафтов Самарской Луки значителен, но менее выражен, чем для Си и составляет 63,3-207,0 мг/кг по средним концентрациям. Среднее содержание Zn в почвах Самарской Луки равно 131,74 мг/кг [1]. В зоне сильного загрязнения находятся Центральные и Восточные Жигули, где в почвах отдельных элементарных ландшафтов Zn может накапливаться до 400,0-500,0 мг/кг и более. В зону умеренного загрязнения Zn попадают Чурокайский лес и крупные лесные участки Аскульской лесостепи. Характер пространственного распределения Zn показывает, что в качестве его источников выступают предприятия северного, северо-восточного левобережья и г. Жигулевск, а также самарское и южное левобережье.

Свинец. Точкой отсчета для анализа загрязнения почв района исследований Pb была взята его ПДК – 30,0 мг/кг [23], при этом использовали следующую шкалу содержания Pb: до 10,0 мг/кг – низкое; 10,1-23,0 мг/кг – нормальное содержание; 23,1-30,0 мг/кг – слабое загрязнение; 30,1-45,0 мг/кг – умеренное загрязнение. Как показал анализ данных по отдельным элементарным ландшафтам, в зоне умеренного загрязнения находятся Рождественская и Шелехметская пойма, а также Восточные и Западные Жигули, хотя средние концентрации Pb в почвах последних и не достигают этого уровня. Слабо загрязнены Pb элементарные ландшафты центральной части Чурокайского леса, центральной и южной части Аскульской лесостепи. По вкладу в техногенное привнесение Pb на первом месте стоит северо-восточное левобережье, затем Тольяттинский и Чапаевско-Новокуй-

бышевский промузлы. Возможно поступление Pb в виде аэрозолей из г. Жигулевска, Самары, с сызранской стороны и от автодорог Самарской Луки.

Марганец. Для расчета шкалы содержания Mn в почвах Самарской Луки использовали его ПДК – 1500,0 мг/кг [23]. Шкала состояла из следующих градаций: 450,0 мг/кг – низкая концентрация; 450,0-1000,0 мг/кг – нормальное содержание; 1000,0-1500,0 мг/кг – слабое загрязнение. Низкие и нормальные концентрации Mn характерны для Жигулевских гор, Чурокайского леса, лесостепных ландшафтов. Слабое загрязнение Mn выявлено в почвах Рождественской и Шелехметской пойм. Следует отметить, что все средние концентрации Mn в почвах Самарской Луки не превышают ПДК. Кроме того, в некоторых элементарных ландшафтах Чурокайского леса и Центральных Жигулей концентрация Mn в почвах может быть недостаточной для нормального развития растений.

Титан. За точку отсчета в шкале концентраций Ti была принята ПДК – 5000 мг/кг [21]. В соответствии с этим обилие элемента оценивалось следующим образом: 0-0,8 ПДК (до 4000,0 мг/кг) нормальное содержание; 0,8-1,6 ПДК (4000,0-8000,0 мг/кг) – слабое загрязнение; 1,6-2,2 ПДК (8000,0-11000 мг/кг) – умеренное загрязнение. Анализ полученных данных показал, что умеренное загрязнение наблюдается в центральном и южном участках Аскульской лесостепи, в Бахиловской лесостепи, слабое загрязнение – в Западных и Восточных Жигулях, в центральной и южной частях Чурокайского леса, в западной части и крупных лесных участках Аскульской лесостепи, в Восточной лесостепи и Подгорской низменной равнине. Вероятно, наиболее сильное техногенное проникновение Ti на Самарскую Луку происходит из Чапаевско-Новокуйбышевского промузла и из г. Жигулевска. Вторым по значимости источником следует считать Самарское левобережье и предприятия г. Тольятти. Возможно, что сравнительно высокая концентрация Ti в почвах Самарской Луки связана не

только с техногенезом, но и с комплексом естественных причин, прежде всего, геохимических особенностей почвообразующих пород и почв данной территории.

Обобщая картину пространственного распределения тяжелых металлов в почвах изученных ландшафтов, можно выделить следующие территории-поставщики полиметаллического загрязнения Самарской Луки:

- северо-западное левобережье – умеренное количество Pb;

- северное левобережье – большое количество Cu и Zn;

- северо-восточное левобережье – значительные объемы Cr, Ni, Cu, Zn, Mn, Pb;

- самарское левобережье – умеренное количество Ti, Co, Cu, Cr, Zn, Mn, Pb;

- южное левобережье (Чапаевско-Новокуйбышевский промузел) – умеренные и значительные количества Ti, Co, Cr, Zn, Cu, Mn, Pb;

- Жигулевский промузел – умеренные количества Ti, Co, Cr, Cu, Zn, Pb.

Для оценки степени совокупного полиметаллического загрязнения почв исследуемых ландшафтов Самарской Луки был рассчитан суммарный показатель загрязнения и определена категория почвенного загрязнения (общее количество категорий 4; 4-ая – максимальная) [23]. Наибольшему суммарному загрязнению тяжелыми металлами подвергаются почвы Восточных (3-ая категория) и Центральных Жигулей (2-ая категория), почвы остальных геохимических ландшафтов Самарской Луки характеризуются загрязнением 1-ой категории. Переволокский участок Аскульской лесостепи практически не загрязнен.

По величине суммарного показателя загрязнения все изученные ландшафты Самарской Луки условно можно разделить на 4 группы: очень неблагоприятные по загрязнению тяжелыми металлами – Восточные Жигули, Центральные Жигули; относительно неблагоприятные – Чурокайский лес, крупные лесные участки Аскульской лесостепи, Бахилловская лесостепь; относительно благоприятные – Западные Жигули,

Восточная лесостепь, Подгорская низменная равнина, западный участок Аскульской лесостепи; благополучные – переволокский участок Аскульской лесостепи.

Известно, что установление техногенности того или иного тяжелого металла в почвах представляет значительную трудность. В своей работе мы отнесли повышенное содержание тяжелых металлов в почвах Самарской Луки на счет загрязнения техногенными потоками от локального и регионального переноса вещества, взяв за основу анализ существующей экологической обстановки в регионе и среднеарифметический критерий [24]. В дальнейшем эта проблема требует более детального и глубокого изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н.В. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет, 1997.
2. Прохорова Н.В., Матвеев Н.М., Павловский В.А. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет, 1998.
3. Захаров А.С. Рельеф Куйбышевской области. Куйбышев: Кн. изд-во, 1971.
4. Обедиентова Г.В. Из глубины веков: Геологическая история и природа Жигулей. Куйбышев: Кн. изд-во, 1988.
5. Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области. Л.: Гидрометеиздат, 1968.
6. Климат Среднего Поволжья. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1968.
7. Почвенная карта Куйбышевской области. М 1:300000. М.: ГУГК, 1988.
8. Трегубов Б.А., Лобов Г.Г., Холина М.Г. Оценка земель Куйбышевской области. Куйбышев: Кн. изд-во, 1988.
9. Почвы Куйбышевской области. Куйбышев: Кн. изд-во, 1985.

10. Природа Куйбышевской области. Куйбышев: Кн. изд-во, 1990.
11. Система горнодобычи и охрана природы Самарской Луки // Социально-экологические проблемы Самарской Луки: Тез. докл. II научно-практической конференции. Куйбышев, 1990.
12. *Обедиентова Г.В.* Об охране геолого-географической среды Самарской Луки // Социально-экологические проблемы Самарской Луки: Тез. докл. II научно-практической конференции. Куйбышев, 1990. С. 3
13. *Прохорова Н.В., Сачков С.А., Виноградов А.В.* Изучение жигулевской городской свалки и ее рекультивация // Самарская Лука: Бюлл. Самара, 1999. № 9/10.
14. *Матвеев В.И., Саксонов С.В.* Современное состояние растительного покрова Самарской Луки и проблемы его охраны / Самарская Лука на пороге третьего тысячелетия. Тольятти: ИЭВБ РАН, ОСНН «Парквей», 1999.
15. *Роцевский Ю.К., Сазонова Т.В.* Эколого-географическое районирование Самарской Луки. Природопользование на Самарской Луке и прилегающих районах / Отчет о НИР за 1986 г. Жигулевск, 1987.
16. Экологическая ситуация в Самарской области: состояние и прогноз. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1994.
17. *Алексеев В.А.* Геохимия ландшафта и окружающая среда. М.: Наука, 1990.
18. *Прохорова Н.В.* К вопросу о фоновой концентрации меди в почвах Самарской области // Самарская Лука: Бюлл. Самара, 2002. № 12.
19. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989.
20. *Матвеев Н.М., Прохорова Н.В.* Особенности накопления тяжелых металлов древесными и кустарниковыми растениями лесостепного и степного Поволжья // Итоги научных исследований, природоохранные технологии. Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып. 6. Самара. 1998.
21. *Kloke A.* Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden // Mitteilungen VDLUFA. 1980. Н. 2.
22. *Ковальский В.В.* Пороговые концентрации химических элементов в почвах и возможные реакции организмов // Микроэлементы в биосфере и их применение в сельском хозяйстве и медицине Сибири и Дальнего Востока / Улан-Удэ, 1973.
23. О выполнении работ по определению загрязнения почв / Государственный комитет СССР по охране природы, 10.12.90. № 02.10.51-2333.
24. *Водяницкий Ю.Н., Добровольский В.В.* Железистые минералы и тяжелые металлы в почвах. М: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 1998.

HEAVY METALS CONTAMINATION SCREENING OF SAMARSKAYA LUKA SOIL COVER

© 2003 N.V. Prokhorova

Samara State University

On the basis of long-term investigations the biogeochemical characteristic of heavy metals distribution in soil cover is given for Samarskaya Luka and its main landscape parts. The level of heavy metals technogenic contamination of soils is estimated also as the possible pollution sources are named.