

УДК 504.53.062.4(574)

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ КАЗАХСТАНА ХИМИЧЕСКИМИ  
ТОКСИКАНТАМИ**

Доктор биол. наук    К.Ш. Фаизов  
Доктор с.-х наук    И.К. Асанбаев  
                                 К.К. Ахметова

*Изучено содержание в почвах приоритетных химических загрязнителей. Полученные данные указывают на повышенное содержание в почвах природных зон валовых форм цинка, меди, бора, кобальта; на бывших полигонах ядерных и ракетных испытаний - стронция-90 и цезия-137; все возрастающее загрязнение почв выбросами автомобильного транспорта.*

Химические элементы в почвах определялись общепринятым спектрографическим методом на полную глубину почвенного профиля [1, 2]. Ранжирование химических элементов по степени токсичности проведено в соответствии с "Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель" (М., 1995), а также "Предельно-допустимые концентрации химических веществ в почвах" (ПДК) утвержденных Главным Государственным санитарным врачом Республики Казахстан 29.02.1997 г. При этом принято считать, загрязненными почвы с концентрациями валового содержания элемента, превышающих ПДК (мг/кг): для цинка – 23, меди – 3, свинца – 6, марганца – 1500, молибдена – 5, бора – 3, хрома – 0,05, фтора 10, стронция-90 37 Бк/кг, цезия-137 370 Бк/кг.

Почвенный покров Казахстана, общей площадью 235 млн. га, в связи с особенностями условий почвообразования в центре евроазиатского материка, отличается большим разнообразием химических, физических, водно-физических свойств и уровня плодородия. Качественный состав почвенного покрова Республики характеризуется широким распространением засоленных и солонцеватых земель (93,7 млн. га), проявлением дефляции (24,1 млн. га) и эрозии (4,8 млн. га), особенно сильно на карбонатных и почвах легкого механического состава. Общая площадь суглинистых и глинистых почв превышает 140 млн. га, супесчаных и песчаных – 52 млн. га [9]. На содержание и распределение по профилю почв химиче-

ских загрязнителей оказывают влияние генезис и свойства почвообразующих пород, особенно наиболее тонких илистых частиц, количество и качественный состав органического вещества, поглонительная способность, увлажнение и pH среды, а также современные факторы техногенеза – влияние сельскохозяйственных, промышленных предприятий, полигонов военно-промышленного комплекса. В техногенных ландшафтах нарушается естественное биогеохимическое равновесие, происходит накопление и сохранение несвойственных природным почвам токсических химических соединений.

Особенностью географического размещения почвенного покрова по территории Казахстана является ярко выраженные горизонтальная – широтная и высотная – горная зональность и формирование комплексного покрова. На крайнем севере Республики – Северо-Казахстанской области, на площади 76 тыс. га простирается умеренно-влажная зона серых лесных почв, черноземов выщелоченных и лугово-черноземных почв. Почвы формируются на лессовидно-суглинистых, глинистых и супесчаных почвообразующих породах, при сумме годовых осадков 300-350 мм и сумме эффективных температур выше 10 °С 1950-2200 °С. Мощность гумусового горизонта зональных почв достигает 50-60 см, содержание гумуса гуматно-кальциевого состава от 3-4 до 6-7 %, емкость поглощения от 20-25 до 30-40 мг/экв на 100 г почвы, pH среды на уровне нейтральной и слабокислой. Большие площади этих почв длительное время находятся под пашней для возделывания в основном зерновых культур и поэтому загрязнены неумеренным применением минеральных удобрений, средств защиты растений и дефолиантов.

Умеренно-засушливая степная зона черноземов обыкновенных и южных занимает площадь в 25,3 млн. га и распространены в Северо-Казахстанской, на севере Костанайской, Акмолинской, Павлодарской, Актюбинской, Западно-Казахстанской и частично Карагандинской областях. Почвы развиваются в условиях холодного климата сибирского типа, непромывного типа водного режима и неглубокого промачивания почвенного профиля. Годовое количество осадков 300-320 мм с летним максимумом, сумма температур выше 10 °С 2100-2200 °С. Засухи повторяются в среднем один раз в 4 года. Широко распространены лессовидно-суглинистые и глинистые карбонатные почвообразующие породы, богатые илом и глиной, в составе которых минералы типа каолинита, хлорита, смешанослойных и гидрослюда. Мощность гумусового горизонта изменя-

ется от 40-50 см в черноземах южных до 60-80 см – черноземах обыкновенных, содержание гумуса гуматно-фульватного состава, соответственно, 5-6 и 6,7-7,9 %, емкость поглощения от 20-30 до 30-40 мг/экв на 100 г почвы, реакция почвенного раствора нейтральная и слабощелочная. Из общей площади пахотнопригодных почв 16,8 млн. га освоено в пашне 14,5 млн. га черноземов. Черноземы характеризуются высоким (местами избыточным) содержанием марганца (500-3300 мг/кг), цинка (60-80 мг/кг) и бора (50-80 мг/кг), являющиеся потенциальными источниками загрязнения территории [10]. За 50 лет нерационального использования в пашне черноземы безвозвратно потеряли до 20-25 % гумуса, усилились процессы техногенного загрязнения за счет минеральных удобрений и промышленных выбросов.

Умеренно-сухая, сухая и пустынно-степная зона каштановых почв простирается по центральным регионам Казахстана от Прикаспийской низменности на западе, до предгорий Алтая и Саур-Тарбагатай – на востоке на общей площади 90 млн. га. Аридность климата нарастает к югу при общем недостаточном и неумеренном увлажнении. При этом количество осадков уменьшается от 230-260 мм на севере зоны до 200-220 мм на юге, сумма температур выше 10 °С, соответственно, увеличивается от 2300-2400 °С на севере до 2600-3200 °С – на юге. Почвообразующими породами служат разнообразные по механическому составу элювиальные, элювиально-делювиальные и делювиальные в основном суглинистые и глинистые, местами щебнистые отложения. В составе глинистых минералов преобладают гидрослюдамонтмориллонит, и смешанослойные слюдамонтмориллонитовые образования.

Зональные почвы сухих и пустынных степей формируют темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы, где в структуре почвенного покрова большие площади занимают карбонатно-солонцеватые почвы, разнообразные солонцовые комплексы и малоразвитые почвы (Казахский мелкосопочник, Приуральское плато и Мугоджары). Мощность гумусового горизонта уменьшается от 40-60 см в темно-каштановых почвах до 30-40 см – в светло-каштановых, содержание гумуса гуматно-фульватного состава, соответственно, от 3,4-4,6 до 1,2-2,5 %, ёмкость поглощения 25-30 мг/экв на 100 г почвы и 15-20, реакция почвенного раствора нейтральная и слабощелочная.

Темно-каштановые почвы используются в неполивном земледелии, каштановые и светло-каштановые представляют сенокосные и паст-

бищные угодия. В этих почвах отмечено повышенное содержание меди (26-42 мг/кг), цинка (55-72 мг/кг) и бора (72-102 мг/кг): В зоне каштановых почв широко проявляются техногенное загрязнение на рудниках, районах промышленных предприятий и бывших испытательных полигонах. Особенно сильно загрязнены почвы зоны промышленных предприятий Павлодара, Экибастуза, Семипалатинска, Караганды, Темиртау, Хромтау, Актюбинске и др., где образованы свособразные биогеохимические аномалии с высоким содержанием токсикантов (цинк, марганец, свинец, хром, ртуть, кадмий, фтор и др.).

В Павлодар-Экибастузском промышленном регионе отмечена высокая степень токсичности выбросов. В радиусе 80 км от г. Экибастуза установлено высокое содержание в почвах свинца, никеля, меди и хрома. В почвах г. Павлодара и его окрестностей максимальное загрязнение по молибдену достигает 2, свинцу – 3, цинку – 1, сурьме – 4 ПДК. Вокруг промышленных предприятий Семипалатинска (наиболее сильно на расстоянии 2,5-5,0 км) концентрация цинка в почвах превышает ПДК в 7.4 раза, свинца – 9,9, меди – 3,8, кадмия – 13,3 [4]. В зоне Жезказганского горно-металлургического комбината приоритетными загрязнителями являются медь, свинец, цинк, содержание которых превышает ПДК в 15-ти км зоне в 1,5 раза, 3 км – 500 раз. Высокая степень загрязнения почв хромом, никелем и кадмием фиксируется в районе Актюбинска.

Пустынная зона бурых и серо-бурых почв простирается южнее зоны каштановых почв в пределах географических координат 41-48° (49°) с.ш. и занимает площадь в 120 млн. га или 44 % всей территории Казахстана. Это самая жаркая и засушливая территория с огромными массивами песков (Нарын, Каракум, Кызылкум, Сарыишикотреу и др.), солончаков, такыров и бедной солянково-попынной растительностью. Осадков выпадает 120-180 мм, сумма эффективных температур выше 10 °С превышает 2800-4000 °С. На почвообразование в зоне пустынь большое влияние оказывают генезис и литология почвообразующих пород, отличающихся невысоким содержанием глины и преобладанием минералов группы: гидрослюда, каолинит, хлорит с участием палыгорскита и монтмориллонита. Загрязнение почв носит преимущественно техногенный характер, связанный с разработкой месторождений полезных ископаемых или испытательными полигонами военно-промышленного комплекса (Прикаспий, Бетпақдала, Сарышаган и др.).

Бурые и серо-бурые почвы пустынь характеризуются мощностью гумусового горизонта 20-30 см, содержат 0,6-1,6 % гумуса фульватного состава, емкость поглощения 5-15 мг/экв. на 100 г, почвы щелочные, карбонатные, засолены легкорастворимыми хлоридами, сульфатами и щелочами. Большая часть территории пустынной зоны используется в качестве сезонных пастбищ с оазисами поливных земель по долинам рек Урал, Сырдарья, Чу, Талас, Или, Каратал и др. Выделяются биогеохимические зоны борного и нефтехимического загрязнения в Прикаспийской низменности и на плато Мангышлак-Устюрт, фторидное и свинцовое – на орошаемых массивах долин рек Сырдарья, Чу-Таласа, высокое содержание свинца и цинка – на Арыс-Туркестанском и Шаульдерском массивах орошения; значительное загрязнение – на космическом и ракетном полигонах плато Бетпақдала и северного Прибалхашья.

Горные регионы Тянь-Шаня, Саур-Тарбагатай и Алтай занимают общей сложности 37 млн. га или 14 % территории Республики. Характер вертикальных почвенных зон, их распределение и высотные границы изменяются в различных горных системах в зависимости от географического положения, абсолютной высоты и строения горной системы. Алтайский регион отличается сложным горным рельефом, холодным температурным фоном и структурой вертикальной почвенной зональности южно-сибирского типа, который включает почвенные типы от горно-тундровых, горно-таежных и горно-степных до пустынно-степных светло-каштановых и бурых пустынных.

Северо-Тяньшаньский горный регион характеризуется наличием высокогорного, сильно денудированного среднегорного рельефа, предгорий и прилавков, где в условиях умеренного температурного фона семи-реченского типа распространены почвы высотных поясов, включая альпийские и субальпийские почвы, горно-лесные темноцветные и черноземовидные почвы, горно-степные черноземы и темно-каштановые почвы, предгорные светло-каштановые, пустынно-степные, бурые пустынные почвы и сероземы.

Западно-Тяньшаньский горный регион отличается высоким температурным фоном с продолжительным летне-осенним сухим периодом и зимне-весенним максимумом выпадения осадков. Вертикальная почвенная зональность туранского или среднеазиатского типа включает высокогорные альпийские и субальпийские почвы, горные и предгорные коричневые, серо-коричневые почвы и сероземы.

Почвы горных областей преимущественно маломощные, малоразвитые, щебнистые, в разной степени подвержены эрозии и техногенному загрязнению. Здесь отмечается сложное сочетание почв склонов разной экспозиции, межгорных долин и впадин, плато, и сыртов. Современное экологическое состояние характеризуется прогрессивным нарастанием процессов загрязнения и антропогенного опустынивания.

В Алтайском горном регионе наличие богатейших запасов разнообразных рудных месторождений обусловило в основном рудно-сырьевую ориентацию промышленности. Ежегодно добывается около 13 млн. тонн руды, из которых более 90 % складывается в хвостохранилищах. При этом основными загрязнителями природной среды выступают предприятия цветной металлургии (титаномагниевого комбината; свинцово-цинковый и др.) и горно-обогатительного производства. Приоритетными элементами являются цинк (3 ПДК), медь (1,8 ПДК), свинец (3,3 ПДК), кадмий (1,8 ПДК), никель (6,7 ПДК) и др. Почвенный покров предприятий угледобывающего комплекса загрязнен мышьяком (4 ПДК), титаном (1,4 ПДК), марганцем (1,6 ПДК), цинком (1,2 ПДК), молибденом (1,4 ПДК), фтором (1,4 ПДК) [3].

В Северо-Тяньшаньском горном регионе сильно загрязнены почвы Текелийского горного комбината и г. Алматы (ртуть, сера, свинец и др.) на Акдалинском орошаемом массиве в низовьях реки Или выявлены участки загрязнения почв бором (3,2 ПДК), фтором (1,4 ПДК), свинцом (2 ПДК), медью и кадмием (2 ПДК).

В Западно-Тяньшаньском горном регионе отмечены повышенное содержание в почвах меди (79,5 мг/кг), цинка (43,7 мг/кг) и кобальта (7,7 мг/кг). В районе Каратау-Жамбылского промышленного комплекса и орошаемых массивах по долине рек Чу, Таласа и Ассы выявлены участки повышенного содержания в почвах фтора (17-30 мг/кг) за счет эмиссий химических предприятий фосфорной промышленности и многолетнего нерационального использования минеральных удобрений и химических мелиорантов на полях орошения [7, 8].

Техногенные нагрузки на почвенный покров Республики прогрессивно растут, что при неустойчивости почв к ним, нерациональном использовании природно-сырьевых и водно-земельных ресурсов неизбежно сопровождается загрязнением и опустыниванием окружающей среды. В настоящее время использование природных ресурсов имеет преимущественно потребительский характер, ориентированный на получение макси-

мальной хозяйственной прибыли без учета последствий и перспективы. Это ведет к истощению ресурсов, крупномасштабному загрязнению и разрушению экосистемы. В этой связи закономерно проявляется преимущественно сельскохозяйственное загрязнение и дегумификация пахотных почв Северного Казахстана с очагами техногенного химического загрязнения территории промышленными предприятиями.

В Западном Казахстане интенсивное развитие нефтегазовой промышленности создало крупные очаги нефтехимического загрязнения и засоления почв сточными водами, содержащими оксиды углерода и азота, диоксид серы и сероводород, фенол, аммиак, различные канцерогенные тяжелые металлы и минеральные соли (хлориды, сульфаты, бор и др.). Содержание в почвах свинца достигает 1-6, молибдена 7-12, кобальта 2-3 ПДК. На приморской равнине Прикаспия, современной и древней дельте реки Урал выявлены обширные ареалы борного загрязнения почв, где содержание бора колеблется от 18,6 до 171 мг/кг, что превышает их средние показатели (10 мг/кг) в 5-7 раз.

Ситуация осложняется радиоактивным загрязнением почвенного покрова территорий бывших полигонов военно-промышленного комплекса (Азгир, "Лира", Тайсойган), где преобладающими загрязнителями являются стронций-90, цезий-137, плутоний-239, -240 (суммарная активность более 1 млн. кюри альфа-бета-гамма-нуклидов), ракетное топливо (гептил, меланж) и различные токсические химические вещества (свинец, медь, цинк, хром и др.). Исследования показали, что концентрация цезия в Нарын-песках превышает ПДК в 137 раз, кадмия – 80-120, стронция – 150, свинца – 80 раз. Высокотоксичное ракетное топливо гептил (нитрозодиметилламин), аккумулированное при испытании ракет в бассейне Эмба-Сагиз, относится к токсикантам первого класса опасности. Действие его на организм человека вызывает раздражение слизистой оболочки, дыхательных путей и легких, возбуждение центральной нервной системы, поражение печени, почек, влияет на воспроизводство потомства. Остатки ракетного топлива вызывают кислотные дожди, которые могут уничтожить до 50 % биомассы. Как следствие ядерных испытаний на территории Атырауской области отмечается высокая степень заболеваемости населения, особенно детей, анемией, сердечно-сосудистой системы, раком, туберкулезом и психики, у них ослаблен иммунитет в связи с низким содержанием в крови гемоглобина.

В промышленных районах Центрального Казахстана широкое распространение получили техногенное загрязнение почв на объектах добычи и переработки руд (железных, медных, угольных и др.). Большие площади загрязнены тяжелыми металлами, радиоактивными элементами, ракетно-космическим мусором. На территории бывшего Семипалатинского ядерного полигона в почвах отдельных площадок (Дегелен и др.) максимальный уровень радиационного фона превышает предельно допустимые дозы в 181 раз. Прогрессивные формы загрязнения почв отмечены в районах Прибалхашья, Мугоджар, Подуральского плато. Орошаемые площади Южного Казахстана сильно загрязнены бором, фтором, свинцом, медью, пестицидами и нитратами [6].

Содержание и распределение по профилю валовых форм микроэлементов в основных типах почв Казахстана подчинено определенной закономерности. Установлено, что во всех природных зонах содержание микроэлементов превышает ПДК по цинку в 2-3 раза, меди – 6-8, бору – 10-20, кобальту – 1-2 раза и, следовательно, являются потенциальными загрязнителями природной среды (табл.).

Таблица

Содержание валовых форм микроэлементов в почвах природных зон Казахстана (мг/кг), [2]

Элемент	Чернозем	Темно-каштановые	Каштановые	Светло-каштановые	Бурые	Серо-бурые
Медь	18-31	18-25	16-25	15-23	16-23	12-22
Цинк	35-70	34-55	40-50	39-48	39-48	33-48
Марганец	430-780	443-807	382-700	406-587	375-603	343-480
Кобальт	6-10	6-10	8-9	8	7-8	7-8
Молибден	0,8-1,6	0,9-1,3	1,5	0,9-1,2	1,3	1,1
Бор	31-65	40-65	70	38-70	55	40-55

В то же время отмечается недостаток в почвах марганца и молибдена, их содержание заметно ниже ПДК. Исследования также показывают, что содержание в почвах радиоактивного стронция-90 и цезия-137 во всех природных зонах находится в пределах, не представляющих опасности для биоценоза. Уровень концентрации стронция-90 на большей части территории Казахстана не превышает 9,7-17,0 Бк/кг, цезия-137 – 12-21, ис-



ключая локальные участки аккумуляции нуклидов на бывших полигонах ядерных испытаний.

Существенный всевозрастающий вклад в загрязнение почвенного покрова Республики вносит автотранспорт. Количество автотранспорта за последние 7-8 лет значительно пополнилось устаревшими моделями иностранного производства, выхлопные газы которых не соответствуют экологическим требованиям. Подавляющую часть автомобильных выбросов составляют приоритетные загрязнители оксиды углерода, серы и азота, фенол, свинец и др., которые легко адсорбируются почвой, снижая их ферментативную активность и являются фитотоксичными.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабаров П.Г. Элементы минерального питания и методы химического контроля почв Казахстана // Автореф. докт. дисс. Алматы, 1973. - 59 с.
2. Квитко Б.Я. Содержание валовых форм микроэлементов в почвах Казахской ССР / В кн.: "Микроэлементы в биосфере Казахстана". Алматы: Наука.- 1981. - С. 6-51.
3. Панин М.С. Эколого-биогеохимическая оценка техногенных ландшафтов восточного Казахстана. Алматы, 2000. - 388 с.
4. Салтыбаев А.Д. Геохимические особенности системы "атмосферный воздух-почва-грунтовая вода-растения" в условиях промышленного загрязнения г. Павлодара // Автореф. канд. дисс. Алматы, 1995. - 22 с.
5. Солодникова Е.А. Микроэлементы в почвах, почвообразующих породах, растениях и природных водах Карагандинской области // Автореф. канд. дисс. Алматы, 1971. - 23 с.
6. Султанбаева У.М. Содержание микроэлементов (Cu, Zn, Mn, Co, Mo, V) в почвах, кормах, водоисточниках Чимкентской области и эффективность микроудобрений // Автореф. канд. дисс. Алматы, 1971. - 31 с.
7. Томина Т.К. Техногенное загрязнение фторидами сероземов Жамбылской области // Автореф. канд. дисс. Алматы, 1995. - 26 с.
8. Фаизов К.Ш., Уразалиев Р.А., Иорганский А.И., Есимбеков М.Б. Антропогенное опустынивание почв Республики Казахстан. Алматы, 2000. - 33 с.
9. Фаизов К.Ш., Уразалиев Р.А., Иорганский А.И. Почвы Республики Казахстан. Алматы: Айлерон, 2001. - 327 с.
10. Харитонова А.Ф. Микроэлементы (Cu, Zn, Mn, Co, Mo, V) в основных почвах Северо-Казахстанской области и эффективность микроудобрений // Автореф. канд. дисс. Алматы, 1970.- 23 с.

Институт почвоведения им. У.У. Успанова МОН РК

