

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ  
КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время трудно найти район, область, тем более регион с благоприятной экологической обстановкой. Биодиагносты находят в критическом состоянии из-за мощного антропогенного воздействия на них и в связи с тем, что нарушено соотношение между агропестицидами и естественными пестицидами, разбалансирован круговорот веществ и энергии, в особенности в агропестицидах. Происходит деградация почв, почвенного плодородия: снижаются содержание гумуса и фонд элементов питания, разрушается почвенный поглощающий комплекс.

Экологическая обстановка в Курганской области усугубляется техногенным загрязнением от промышленных выбросов и стоков многих предприятий Урала, в особенности ПО «Маяк», которые подвергают загрязнению, в том числе тяжелыми металлами, почву и водоемы.

Среди многокомпонентных загрязнителей окружающей среды тяжелые металлы (ТМ) занимают особое место. По мнению ряда авторов [1, 3, 8], к наиболее токсичным металлам относятся  $\text{Co}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Hg}$ . Как видно, в эту группу отнесены и такие металлы, обладающие физиологической активностью которых в метаболических процессах доказана. Примером могут служить кобальт и медь. В больших концентрациях эти микроэлементы являются необходимыми для растений, тогда как в больших количествах становятся токсичными. Поэтому необходимо говорить не об элементе вообще, а о его токсичной концентрации. По мнению А. П. Виноградова [2], все элементы необходимы для живых организмов, но только в определенных количествах. Даже такой элемент, как  $\text{As}$ , традиционно считающийся «вредным», может стимулировать жизненно важные физиологические процессы в растениях [5].

Тяжелые металлы влияют на растения, животных и человека, когда они находятся в подвижных соединениях, и происходит это преимущественно через почву и воду. Источником увеличения их концентрации могут быть естественные процессы выветривания материнских пород, обогативших тем или иным тяжелым металлом, но главным является антропогенный фактор загрязнения: выбросы промышленных предприятий, выхлопные газы транспортных средств, применение для орошения сточных вод, технического и природного ила в качестве удобрения и др.

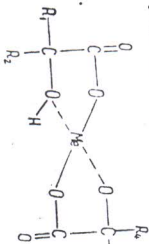
Почва как один из главных объектов загрязнения — сложная полидисперсная система. Она обладает обменно-катионной способностью и способностью твердой фазы, буферностью концентрации солей и величины рН почвенного раствора. При попадания в почву тяжелые металлы вступают в химические реакции с элементами почвенного раствора и в физико-химические обменные реакции почвенного поглощающего комплекса (ППК). Последние имеют наибольшее значение.

Процесс стехиометрического обмена между катионами почвенного поглотителя комплекса ( $\text{M}_1^{n+}$ ) и катионами тяжелых металлов ( $\text{M}_2^{m+}$ ) описывается уравнением [4]:



из которого видно, что чем больше емкость катионного обмена, тем меньше подвижность, следовательно, токсичность тяжелых металлов. В среде с рН выше 6 большинство тяжелых металлов находится в форме труднорастворимых гидроксидов, поэтому важное значение имеет реакция почвенного раствора при загрязнении почвы сульфатами до пределов экологически вредных культур при загрязнении почвы сульфатами их концентрации 6—7 единиц. В этом случае в результате химических реакций их концентрации в почвенном растворе и токсичность резко снижаются.

Содержание органического вещества (гумуса) в почве также является важнейшим фактором подвижности тяжелых металлов. Связано это с тем, что катионы тяжелых металлов образуют с гуминовыми кислотами прочные металлорганические соединения, одну из структурных форм которых можно представить в таком виде [6]:



где  $\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$ ,  $\text{R}_3$ ,  $\text{R}_4$  — фрагменты гуминовых кислот.

Указанные факторы необходимо учитывать при оценке степени загрязнения почвы тяжелыми металлами. При оптимальном подходе к нормированию экологических нагрузок на почву как важнейшую часть экосистемы необходимы дифференцированные разработки. Однако нормирование оказалось довольно сложным делом, поэтому предложены мировые значения предельно допустимых концентраций (ПДК). По мнению В. Эйлера [8], эти значения не могут использоваться как жесткие нормы. Они обозначают лишь тот рубеж загрязнения почвы тяжелыми металлами, за которым может проявиться отрицательное влияние на растения, животных и человека.

Наибольшую опасность представляют собой подвижные формы соединений тяжелых металлов, которые, находясь в почвенном растворе, являются доступными для растений. Для их определения используются индикаторные вытяжки, позволяющая диагностировать степень загрязнения почвы и растительной продукции [3]. Методика наших исследований основывается на этих выводах (табл. 1).

Тяжелые металлы выявляли из анализируемых проб  $\text{In}$  соляной кислотой. Для этого брали 5 г воздушно-сухого образца, предварительно высушенного до размера менее 1 мм, заливали  $\text{In HCl}$  и встряхивали в течение 1 ч при комнатной температуре. После этого смесь фильтровали. Концентрацию металлов в вытяжке анализировали на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС—1N в ацетилено-воздушном пламени [7].

Сравнивая данные с принятой в настоящее время шкалой ПДК тяжелых металлов [3], можно сделать вывод о невысоком и экологически безопасном содержании исследуемых элементов в черноземных выщелоченных паши и почв поймы р. Исеть. Исключение составляет территория южного природоохранного кургана, где почвы в слое 0—25 см содержат 517 мг/кг подвижного цинка, что в 10 раз превышает предельно допустимую концентрацию. Просматривается тенденция к увеличению концентрации элементов — свинца, меди, никеля, ванадия и других, хотя их содержание не превышает [5].

