

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Развитие и благоустройство городов, повышение жизненного уровня населения и рост промышленного производства обуславливают необходимость увеличения количества очищаемых сточных вод и их осадков. В твердой фазе осадков городских сточных вод (ОСВ) содержится до 80 % органических веществ, значительное количество азота, фосфора, калия, ряд микроэлементов. По данным АКХ им. К.Д.Памфилова, 1 т сухого вещества осадка по питательной ценности эквивалентна 100 кг комплексного минерального удобрения "Нитрофоска" [1].

Использование в той или иной степени различных видов ОСВ в качестве удобрения находит применение практически во всех развитых странах мира. Опубликованные данные свидетельствуют о высокой агротехнической ценности этого сырья, его положительном влиянии на структуру, физико-химические, биологические и противозерозионные свойства почвы.

Несмотря на очевидную целесообразность, утилизация осадков в качестве удобрения весьма ограничена. Важным фактором, сдерживающим сельскохозяйственное использование осадков, является наличие в них солей тяжелых металлов, обусловленное большим удельным весом производственных сточных вод в городском стоке.

Механизм накопления в почве и растениях солей тяжелых металлов недостаточно изучен, и поэтому при решении вопроса о применении осадков в качестве удобрения в каждом конкретном случае необходим строгий контроль за химическим составом ОСВ.

С целью прогнозирования условий применения в сельском хозяйстве осадков городских сточных вод по БССР нами изучался химический состав различных видов осадков очистных сооружений, функционирующих в Минске, Гомеле, Бресте, Витебске, Гродно, Орше, Пинске, Борисове. По каждому исследуемому осадку определялись: влажность, зольность, содержание питательных элементов (азота, фосфора, калия, кальция), солей тяжелых металлов (меди, цинка, хрома, никеля, свинца, кадмия, марганца). Содержание азота и фосфора устанавливалось на основании источника [2]; калия и кальция – методом пламенной фотометрии [3]; солей тяжелых металлов – атомно-абсорбционной спектrophотометрией в кислотной вытяжке из озоленных проб осадков [4].

Полученные данные о химическом составе исследуемых осадков позволили определить допустимые дозы их внесения в почву. Расчеты производились в соответствии с рекомендациями Министерства сельского хозяйства РСФСР [5] и на основе данных о ПДК в почве для свинца, кадмия и никеля, которые составляют, соответственно, 20; 0,5 и 50 мг/кг сухого вещества почвы.

Фоновое содержание отдельных элементов в почве должно определяться

непосредственно перед внесением осадка. Для предварительных расчетов могут использоваться сведения о распределении химических элементов в почвах БССР.

Проблемной научно-исследовательской лабораторией мелиорации ландшафтов БГУ им. В.И.Ленина составлены картограммы распределения в почвах БССР никеля, марганца, меди, цинка и общего хрома.

Данных о естественном содержании свинца и кадмия в почвах очень мало. В БССР свинец был определен в некоторых образцах дерново-подзолистых почв на лёссовидных и моренных суглинках в количестве около 10 г/т сухого вещества почвы [6].

Природное содержание кадмия в пахотном слое дерново-подзолистых почв БССР может быть принято 1,00–1,25 г/т [7].

При определении доз внесения в почву исследуемых осадков фоновое содержание свинца было принято 10 г/т сухого вещества почвы, кадмия — 1,1 г/т, никеля — по картограмме, приведенной на рис. 1.

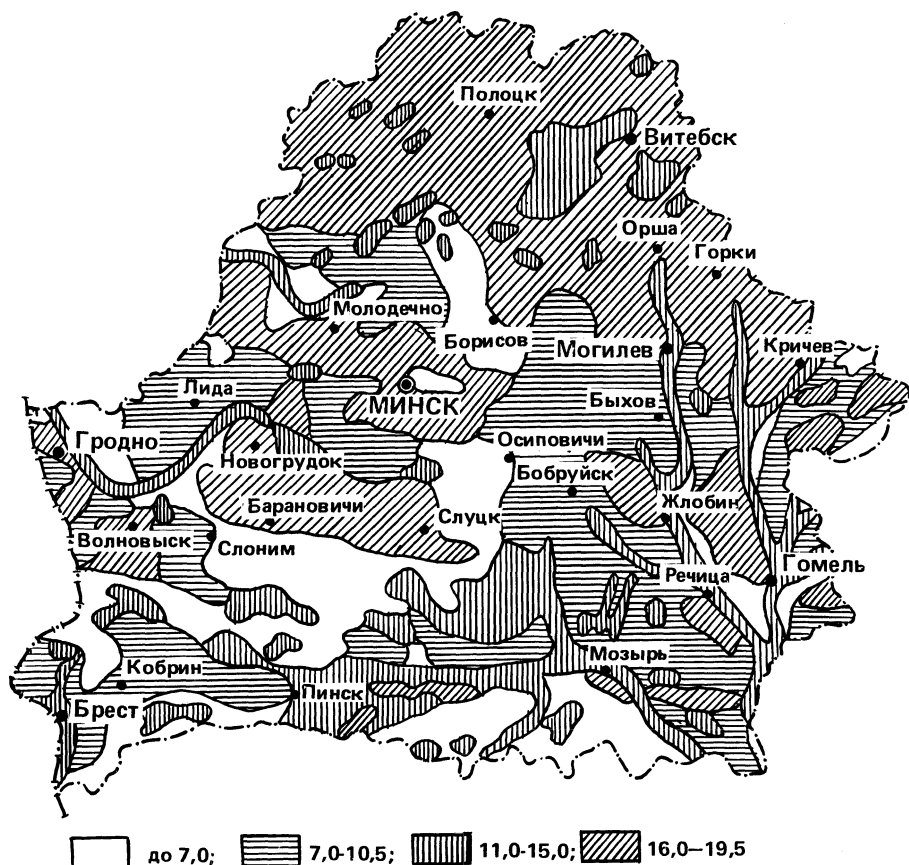


Рис. 1. Картограмма валового никеля в почвах БССР, мг/кг.

Результаты расчетов отражены в табл. 1. Полученные данные показывают, что, несмотря на высокое содержание тяжелых металлов, в большинстве случаев (за исключением ОСВ городов Бреста, Орши и Борисова) максимальная разовая доза внесения в почву ограничивается азотом. Это говорит о том, что осадки сточных вод являются комплексным органо-минеральным удобрением.

Таблица 1. Определение расчетных доз внесения в почву осадков сточных вод

Города БССР	Фоновое содержание никеля в почве г/т	Допустимая добавка элемента в почву ( $D_{\text{общ}}$ ) за 50 лет, г/га			Средняя расчетная доза внесения осадка ( $D_{\text{ср}}$ ), т/га-год, определенная по допустимой добавке в почву			Максимальная доза ( $D_{\text{макс}}$ ) при чистоте внесения один раз в 5 лет (в т/га), определенная по допустимой добавке в почву			Максимальная доза по допустимой добавке в почву азота ( $D'_{\text{макс}}$ ) т/га год.
		кадмия	свинца	никеля	кадмия	свинца	никеля	кадмия	свинца	никеля	
Минск	16,0	7600	19500	66300	16,8	5,9	5,1	84,0	29,5	25,5	11,5
Брест	13,0	7600	19500	721150	8,9	5,2	1,7	44,5	26,0	8,5	14,6
Гомель	15,0	7600	19500	68250	5,6	7,1	5,5	28,0	35,5	27,5	7,1
Витебск	17,5	7600	19500	63370	5,4	2,2	6,0	27,0	11,0	30,3	7,3
Гродно	17,5	7600	19500	63370	15,2	2,4	5,4	76,0	12,0	27,0	7,5
Орша	17,5	7600	19500	63370	1,1	5,5	5,2	5,5	27,5	26,0	6,7
Пинск	9,0	7600	19500	79950	7,6	7,8	45,7	38,0	39,0	228,5	6,4
Борисов	7,0	7600	19500	83850	16,9	0,7	5,8	84,5	3,5	29,0	7,5

Таблица 2. Условия использования осадков сточных вод

Города БССР	Вариант I		Вариант II	
	рекомендуемая доза внесения осадка в почву, т/га-год по сухой массе	режим внесения	рекомендуемая доза внесения осадка в почву, т/га-год по сухой массе	режим внесения
Минск	5,1	Ежегодно	11,5	Два года из пяти
Брест	8,5	Один раз в пять лет	8,5	Один раз в пять лет
Гомель	5,5	Ежегодно	7,1	Четыре года из пяти
Витебск	2,2	— " —	5,5	Два года из пяти
Гродно	2,4	— " —	6,0	— " —
Орша	5,5	Один раз в пять лет	5,5	Один раз в пять лет
Пинск	6,4	Ежегодно	6,4	Ежегодно
Борисов	3,5	Один раз в пять лет	3,5	Один раз в пять лет

Учитывая, что азот обычно вносится в почву ежегодно, а поступление металлов ограничивается пятилетним сроком, условия использования одного и того же осадка могут быть разными, что иллюстрируется данными табл. 2.

Из рассмотренных осадков в максимальном количестве может использоваться осадок г. Минска, в минимальном — г. Борисова.

Следует отметить, что из-за отсутствия ПДК в почве на большинство токсичных веществ выполненные расчеты не в полной мере определяют условия использования осадков в качестве удобрения.

Современный уровень решения проблемы утилизации ОСВ позволяет определить целесообразность их применения в качестве удобрения еще на стадии проектирования очистных сооружений. В этом случае ожидаемое содержание солей тяжелых металлов в осадках сточных вод, проектируемых станций (К), можно определить по формуле  $K = CQ\mathcal{E}/100 \cdot M$ , где С — средняя расчетная концентрация определяемого элемента в сточных водах, поступающих на очистку; Q — расход сточных вод;  $\mathcal{E}$  — степень удаления определяемого элемента из сточных вод в процессе очистки (принимается на основании экспериментальных исследований или по табл. 24 [8]); M — суточное количество образующегося осадка.

Годовое количество осадка (W), которое может быть использовано в качестве удобрения в районе очистных сооружений, составит  $W = F D_{\text{ср}}$ , где F — площадь пахотных земель, пригодных для размещения осадков (определяется по данным пригородных хозяйств в радиусе до 50 км от очистных сооружений);  $D_{\text{ср}}$  — средняя расчетная доза внесения осадка в почву (определяется в зависимости от содержания металлов в осадке (K) по ранее указанной методике [5]). Учитывая значительное содержание в ОСВ азота,  $D_{\text{ср}}$  принимается не более  $D'_{\text{макс}}$  (см. табл. 2).

В зависимости от того, какая часть образующихся осадков может использоваться в качестве удобрения, должна выбираться схема их обработки.

Проведенные исследования показали, что присутствие солей тяжелых металлов не является препятствием для использования ОСВ в качестве удобрения. Однако необходим постоянный контроль за их химическим составом, дозой и частотой внесения в почву.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г о л ь д ф а р б Л.Л. Основные аспекты утилизации осадков городских сточных вод в качестве удобрения. — Водоснабжение и санитарная техника, 1981, № 7, с. 4—6.
2. К у р к а е в В.Т. Ускоренное определение азота, фосфора и калия в растениях из одной навески. — Почвоведение, 1959, № 9, с. 114—117.
3. М е т о д и к а исследования свойств твердых отходов. — М., 1970. — 144 с.
4. Достижения в области атомно-абсорбционного метода определения металлов в объектах внешней среды: Сб. тр. — Обнинск, 1982. — 69 с.
5. Применение термически высушенных осадков городских сточных вод в качестве органико-минерального удобрения. М., 1982. — 14 с.
6. Л у к а ш е в К.И., П е т у х о в а Н.Н. Химические элементы в почвах. Минск, 1970. — 230 с.
7. М и н е в В.Г., М а к а р о в а А.И., Г р и ш и н а Т.А. Тяжелые металлы и окружающая среда в условиях интенсивной химизации. — Агрохимия, 1981, № 5, с. 146—153.
8. СнИП П-32-74. Канализация. Наружные сети и сооружения. — М., 1975. — 88 с.