

А. Б. Солодкова, Н. А. Собгайда, И. Г. Шайхиев

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ И В РАСТЕНИЯХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ ОТРАБОТАННОГО АКТИВНОГО ИЛА

Ключевые слова: химический состав почвы, оработанный активный ил, утилизация отходов, органоминеральные удобрения.

Исследовано содержание химических элементов в почве и в составе растений, выращенных на земляных участках с использованием и без органоминеральных удобрений из оработанного активного ила.

Keywords: chemical composition of the soil, waste activated sludge, waste, organic-fertilizer.

The content of chemical elements in the soil and in the plants grown in the ground stations with and without organic fertilizers from waste sludge.

В современных условиях сельскохозяйственно-го производства существует дефицит удобрений (в целом по Российской Федерации около 400 млн. т/год). В связи с этим возникает целесообразность использования дополнительных источников органических удобрений, например избыточного активного ила от биологической очистки сточных вод. Ежегодно объемы их накопления превышают 30 млн. т.

Отработанный активный ил (ОАИ) относится к многотоннажным отходам II класса опасности, утилизация которого затруднена из-за высокого содержания в нем нефтепродуктов, соединений тяжелых металлов и других токсичных поллютантов [1].

Известно, что ОАИ содержит большое количество питательных веществ, (сухое вещество ОАИ содержит 37-52% белков, 20-35% аминокислот, жиры, углеводы, а также витамины группы В), которые позволяют использовать его в качестве органоминерального удобрения, что является одним из наиболее экономически выгодных путей его утилизации. Данное обстоятельство обуславливается содержанием в нем физиологически сбалансированного количества микро- и основных биогенных элементов, необходимых для развития растений.

Однако использование ОАИ в качестве органоминерального удобрения требует осторожного подхода и строгого соблюдения сроков внесения в почву. При использовании ОАИ следует строго соблюдать принцип: соответствие активного ила требованиям СанПиН 2.1.7.573-96; ГОСТ Р17.4.3.07-2001 и типовому технологическому регламенту использования осадков сточных вод (ОСВ) в качестве органического удобрения [2-4].

В соответствии с требованиями «Типового технологического регламента использования осадков СВ в качестве органических удобрений» (Минсельхоз РФ, 2000), влажность осадков, утилизируемых в качестве удобрений, должно быть не выше 85%. В соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.573-96 влажность осадков не должна превышать 82%. Влажность во всех исследованных пробах осадков, подсушенных в естественных условиях на иловых площадках ОАО «Саратовского нефтеперерабатывающего завода» (СарНПЗ), выше нормативного порога и колеблется в пределах 94-97%

В более ранних работах [5, 6] предложены альтернативные технологии обезвреживания ОАИ, взятых на исследование с иловых площадок ОАО «СарНПЗ». В работе [6] показана возможность использования полученного продукта в качестве органоминерального удобрения для сельского хозяйства. Данный продукт исследовался как в чистом виде, так и в смеси с опилками и шелухой пшеницы. Наиболее высокие результаты по урожайности пшеницы обыкновенной (*Triticum aestivum*) и фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris L*) получены при использовании в качестве органоминеральных удобрений (ОМУ) обезвреженного отработанного активного ила (ООАИ) (30%) в смеси с опилками (70%).

Известно, что в России использование ОСВ в качестве удобрения допускается после его обезвреживания согласно СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения». В целях исключения опасности загрязнения почв, сельскохозяйственной продукции и окружающей среды тяжелыми металлами осадки сточных вод, используемые как удобрения, должны анализироваться на содержание свинца, кадмия, хрома, меди, ртути и цинка. СанПиН 2.1.7.573-96 запрещает применение осадков сточных вод и компостов из них, если внесение этих удобрений повысит уровень загрязнения почв до 0,7-0,8 ПДК [7]. Поэтому необходимо знать не только количественное содержание токсичных элементов в используемых удобрениях, но и в исходной почве, а также отслеживать содержание токсичных элементов в растениях, выращенных на данных видах почвенных композиций.

В соответствии с вышеизложенным цель данной работы заключалась в изучении химического состава почвы и растений при использовании ОАИ в качестве ОМУ для сельского хозяйства на территории ОАО «СарНПЗ».

В качестве объектов исследования использовались:

- почвы на территории ОАО «СарНПЗ»;
- ОАИ и ООАИ с иловых площадок ОАО «СарНПЗ»;
- древесные опилки;
- пшеница обыкновенная (*Triticum aestivum*).

Эксперимент проводился в естественных условиях на территории ОАО «СарНПЗ» в соотношении введения в почву в качестве ОМУ смеси, состоящей

из 30% обезвреженного ОАИ и 70% опилок в количестве 10 т/га [7] и на чистом грунте.

Опытное поле разделялось на 3 участка:

- *Участок №1* - территория завода «Сар НПЗ» возле административного здания (условно чистый грунт) с внесением ОМУ;
- *Участок №2* - почвы со шламонакопителя «СарНПЗ» (загрязненные почвы) с внесением ОМУ;
- *Участок №3* - чистый грунт без внесения ОМУ.

Проведенный сравнительный химический анализ исходного ОАИ и ООАИ показал снижение содержания токсичных веществ в последнем. Также проводился химический анализ почвы с участков № 1 и № 2 с внесением ОМУ (табл.1).

Для определения содержания химических веществ в почве брались пробы грунта объемом 100 дм³ по методу конверта на глубине 15-20 см., с каждого участка - по 5 объединенных проб [7].

Массовая доля подвижных форм металлов в пробах почвы определялась атомно-абсорбционным анализом на спектрофотометре методом анализа концентрации металлов в растворе при автоматизации в пламени [8] и методом «холодного пара» [9] с достоверной вероятностью P = 0,95 и n = 2.

Полученные экспериментальные данные представлены в табл. 1 и сравнимы с ПДК химических веществ в почве согласно ГН 2.1.7.2041-06.

Из данных, приведенных в таблице 1 видно, что в ООАИ тяжелые металлы содержатся в микроколичествах и не превышают значений ПДК в почве. При внесении ОМУ (30 % обезвреженного ОАИ и 70 % опилок) в почву участка № 1 (условно чистый грунт) показатели содержания тяжелых металлов также не превысили значения ПДК_п. На участке № 2 содержание тяжелых металлов значительно превышает ПДК_п за счет исходного загрязнения почвы отходами из шламонакопителя.

В то же время необходимо учесть, что такие элементы как марганец, медь и кобальт, находящиеся во всех образцах, являются микроэлементами и благоприятно действуют на рост и развитие растений. Среди тяжелых металлов (ТМ) наибольшую опасность представляют ртуть, кадмий, свинец. По решению ЮНЕП в 1980 г к последним добавлены металлы: V, Mo, Ni, Sn, Cr, Zn, Ti [10].

Таблица 1 - Химический состав ОАИ, ООАИ и почв ОАО «СарНПЗ»

Элемент	Концентрация (С), мг/кг				ПДК _п , мг/кг
	участок №1	участок №2	ОАИ	ООАИ	
Cu	1,87	12,8	7,0	0,4	3,0
Zn	3,0	266,0	431,9	22,0	23,0
Pb	<1,0	3,5	6,3	<1,0	32,0
Ni	1,2	9,2	29,3	1,1	4,0
Cd	0,4	3,7	5,2	0,10	-
Co	0,37	5,33	6,30	0,24	5,0
Cr (III)	<0,50	2,83	2,29	<0,50	6,0
Mn	82	1916	3287	62	1500
Hg	0,012	0,38	0,67	0,012	2,1

На следующем этапе в почву всех участков высаживали семена (в каждую делянку по 20 шт. пророщенных семян) пшеницы обыкновенной (*Triticum aestivum*). При достижении кущения на 21 день ростки пшеницы были собраны и исследованы на содержание химических элементов (табл. 2).

Количественный и качественный анализ в массе растений, проводился на рентгеновском кристалл-дифракционном спектрометре «Спектроскан Макс GV». Действие спектрометра основано на рентгенофлуоресцентном методе возбуждения химических элементов и регистрации их характеристического излучения, интенсивность которого зависит от количественного содержания этих элементов в анализируемой пробе. Характеристическое излучение определяемых элементов выделяется из вторичного излучения образца кристалл-анализатором (пять сменных кристаллов) и регистрируется с помощью пропорциональных счетчиков. Материал кристалл-анализаторов по Иогану и Иогансону - фтористый литий LiF, ориентированный по кристаллографической плоскости (200), графит, PET, KAP, ML (44E).

Из данных таблицы 2 видно, что при выращивании *Triticum aestivum* в почвах с использованием в качестве ОМУ смеси, состоящей из 30 % ООАИ и 70 % опилок, содержание токсичных веществ не превышает ПДК в продуктах питания [11]. Следовательно, использование вышеназванной смеси безопасно для выращивания сельскохозяйственных растений. Образцы растения содержат элементы, характерные для культуры *Triticum aestivum*.

В результате проделанной работы изучен химический состав почвы территории ОАО «СарНПЗ» и ОАИ до и после обезвреживания. Показано, что использование ООАИ в смеси с опилками в качестве органоминеральных удобрений для сельского хозяйства не приводит к превышению значений ПДК по содержанию тяжелых металлов в почве.

Таблица 2 - Содержание химических веществ в ростках пшеницы

Элемент	Концентрация элемента в ростках пшеницы, выращенной с добавлением и без ОМУ, мг/кг			ПДК _{пр} в зерне и зерновых продуктах, мг/кг
	на участке №1	на участке №2	на участке №3	
Al	1,00123	1,60747	0,65319	20
Si	3,69573	5,02430	0,65319	
P	5,74823	6,47844	5,00316	
S	3,98550	4,88703	2,40668	
Cl	23,01885	21,97841	5,68751	
K	31,95930	35,50320	74,00080	
Ca	21,93201	16,99183	8,54364	
Ti	0,24997	0,27381	0,07578	
Mn	3,25961	0,23340		
Fe	2,48000	2,75373	0,51303	50
Ni	-	0,08668	-	10
Cu	1,12823	1,26430	0,94207	5
Zn	0,30775	0,33432	0,24064	50
Br	0,18809	-		
Ba	0,35673	-		

Экспериментально доказано, что в образцах *Triticum aestivum*, выращенных как в условно чистых почвах, так и в загрязненном грунте с использованием в качестве ОМУ смеси ООАИ с опилками, содержа-

ние токсичных веществ не превышает ПДКпр в зерне и зерновых продуктах.

Таким образом, использование ООАИ в качестве органоминерального удобрения для выращивания сельскохозяйственных культур позволяет решить сразу несколько эколого-агрохимических проблем за счет их взаимодействующего синергизма: утилизация ОАИ, утилизация опилок, повышение устойчивости культур и плодородия почв, а также расширение производства органических удобрений, потребность в которых очень велика.

Литература

1. М.Б. Ходяшев, И.С. Глушакова, М.С. Дьяков, *Экология и промышленность России*, 11, 40-43 (2009).
2. С.В. Храменков, В.А. Загорский, А.Н. Пахомов, А.В. Ганин, *Экология и промышленность России*, 11, 1-3 (2002).
3. Касатиков, В.А. Агроэкологические основы применения осадков городских сточных вод в качестве удобрения: Автореферат дис. док. наук: 03.00.16. – М., 1989. - 46с.
4. Патент 1036690 РФ МПК С 02 F 11/14, опубл. 23.08.1983
5. Солодкова А.Б., Собгайда Н.А., Шайхиев И.Г. *Вестник Казанского технологического университета*, 20, 179-183 (2012).
6. Собгайда Н.А., Ольшанская Л.Н., Солодкова А.Б., *Химическое и нефтегазовое машиностроение*, 3, 32-35 (2011).
7. *Фомин Г.С.* Госстандарт России. Справочник: Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам, М.:Протектор, 2000. – 300 с.
8. Методические указания РД 52.18.289-90.
9. Методические указания ПНД А 16.1:2.3:3.10-98.
10. Тяжелые металлы в почвах. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почвах и допустимые уровни их содержания по показателям вредности. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах с различными физико-химическими свойствами
11. Предельно допустимая концентрация (допустимое остаточное количество) химического вещества в продуктах питания, не вызывающая вредных последствий для здоровья человека.

© **Н. А. Собгайда** – д.т.н., доцент кафедры экологии и охраны окружающей среды Энгельского технол. ун-та (филиал) Саратовского госуд. технол. ун-та; **А. Б. Солодкова** – асп. той же кафедры; **И. Г. Шайхиев** – д.т.н., зав. каф. инженерной экологии КНИТУ, ildars@inbox.ru.