

В современных условиях сельскохозяйственного 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 доверительной 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 ПДКп. На участке № 2 содержание тяжелых металлов значительно превышает ПДКп 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	ПДКп, мг/кг	участок №1	участок №2
ОАИ	ООАИ	Cu	1,87	12,8
		Zn	3,0	266,0
		Pb	1,0	3,5
		Ni	1,2	9,2
		Cd	0,4	3,7
		Co	0,37	5,33
		Cr (III)	0,50	2,83
		Mn	82	1916
		Hg	0,012	0,38
		Na	0,67	0,012

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	ПДКПР в зерне и зерновых продукта, мг/кг	
на участке №1	на участке №2	на участке №3	
Al	1,00123	1,60747	0,65319
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, содержание 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.