

Е. Э. Нефедьева, М. Н. Белицкая, И. Г. Шайхиев

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДОЙ ФРАКЦИИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ В ГОРОДСКОМ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Ключевые слова: осадки сточных вод, содержание вредных веществ, почва, органические удобрения.

Статья посвящена исследованию возможностей и научному обоснованию применения осадков сточных вод в качестве органоминерального удобрения на основании анализа данных о составе осадков и о состоянии почв на предполагаемых участках внесения удобрения. Даны практические рекомендации по внесению осадков сточных вод под сельскохозяйственные культуры и городские насаждения.

Keywords: sewage settlings, harmful substances contain, soil, organic fertilizer.

The article is devoted to the research of possibilities and to scientific substantiation of use of sewage settlings as an organic and mineral fertilizer. These investigations are based on the analysis of sewage settlings compound and conditions of soil on fertilizing plots. Practical recommendations for use of sewage settlings as fertilizer for city trees and agricultural plants are given.

Осадки сточных вод (ОСВ) представляют собой твердую фракцию сточных вод, состоящую из органических и минеральных веществ, выделенных в процессе очистки сточных вод методом отстаивания (сырой осадок), и комплекса микроорганизмов, участвовавших в процессе биологической очистки сточных вод и выведенных из технологического процесса (избыточный активный ил) [4]. ОСВ являются твердым отходом, но могут быть использованы в качестве адсорбента на основе отработанного активного ила для очистки сточных вод [8], в производстве строительных материалов [1] или в качестве органического удобрения [9].

Для научного обоснования возможности применения ОСВ в качестве органоминерального удобрения проведен анализ данных о состоянии почв на предполагаемых участках внесения удобрения.

На основании данных ЗАО РЭС «Филиала Волгоград Водоканал-сервис» за 2007 г. сделан вывод, что валовое содержание в почве таких загрязняющих веществ как свинец, кадмий, никель, цинк, медь, ртуть и мышьяк не превышает ПДК [3] и ОДК [6].

Почвы Волгограда преимущественно темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые. В гумусовом горизонте темно-каштановых почв содержится от 3,5 до 5 % гумуса, в каштановых почвах – 3-4 %, в светло-каштановых – 2-3 %. Такие почвы нуждаются во внесении удобрений с высоким содержанием органических веществ.

По содержанию вредных веществ данные ОСВ относятся к осадкам I группы. Несмотря на низкое содержание токсичных веществ в ОСВ, необходимо осуществить прогнозирование негативных изменений и ввести соответствующие ограничения, исходя из исходного содержания вредных веществ в почве и ОСВ.

ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 [4] допускает внесение ОСВ под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, грибов, зеленных и земляники. Их можно использовать в промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, лесных и декоративных питомниках, для биологической рекультивации нарушенных земель и полигонов ТБО.

Не допускается применять ОСВ в водоохраных зонах и зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах, а также в пределах особо охраняемых природных территорий, поверхностно в лесах, лесопарках, на сенокосах и пастбищах, на затопляемых и переувлажненных почвах, на территориях с резко пересеченным рельефом, на площадках, которые имеют уклон в сторону водоема более 3°.

В соответствии с ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 [4] не допускается внесение ОСВ в почву, если содержание вредных веществ в почве превышает 0,8 ПДК. Следовательно, внесение ОСВ возможно с условием расчета максимально допустимого количества. Кроме того, ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 [4] нормирует величину pH солевой вытяжки ОСВ в пределах pH = 5,5-8,5. В данном ОСВ pH солевой вытяжки составляет pH = 5,7-8,2. При снижении pH увеличивается подвижность катионов алюминия, железа и др., поэтому после внесения ОСВ следует контролировать pH почвы и содержание подвижных форм алюминия, тяжелых металлов и мышьяка.

На основании [4, 7], исходя из данных по содержанию тяжелых металлов, произведен расчет максимальных допустимых доз внесения ОСВ при использовании их в качестве удобрений под сельскохозяйственные культуры. Результаты приведены в табл. 1. Как видно из табл. 1, допустимая норма внесения ОСВ для всех типов почв Волгограда составляет 89,3 т/га при толщине пахотного горизонта 40 см, относящейся к оптимальным параметрам лесорастительных свойств почв в пахотном слое лесных питомников [3] и 55,8 т/га при толщине пахотного горизонта 25 см.

После определения максимальных доз внесения ОСВ следует дать научное обоснование внесения ОСВ по элементам питания: органическим веществам и минеральным веществам.

Расчет и научное обоснование внесения ОСВ по органическим веществам

Органические вещества не являются элементами питания растений, их вносят в почву для ост-

руктурирования и обеспечения роста полезной почвенной микрофлоры.

Таблица 1 – Расчет максимальных теоретически допустимых доз внесения ОСВ по сухому веществу с учетом требований к охране окружающей среды

Показатель		Сви- нец	Кад- мий	Ни- кель	Хром (общ)
Содержание в ОСВ ¹		51,0	5,6	36,7	104,0
Допустимая кон- центрация для осадков I группы [4], мг/кг		250	15	200	500
Максимальное содержание в поч- ве ²		16,5	1,50	47,00	–
ПДК в почве [3], мг/кг		32,0	–	–	6,0
ОДК в почве [6], мг/кг		–	–	2,1	–
Максималь- ные допус- тимые нор- мы внесения ОСВ, т/га, при толщине пахотного горизонта, см	40	892	89,3	2316	–
	25	557	55,8	1447	–
Содержание в ОСВ ¹		Цинк	Медь	Ртуть	Мышь як
Допустимая кон- центрация для осадков I группы [4], мг/кг		1400,0	230,7	0,17	5,0-7,5
Максимальное содержание в поч- ве ²		1750	750	7,5	10
ПДК в почве [3], мг/кг		51,00	18,00	0,30	7,80
Максималь- ные допус- тимые нор- мы внесения ОСВ, т/га, при толщине пахотного горизонта, см	40	446	1898	40588	25367
	25	279	1186	133	83

¹По данным ЗАО РЭС «Филиала Волгоград Водоканал-сервис»

² По данным ОАО «НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды»

Известно [2], что полуразложившийся навоз содержит 17-20 % органического вещества и макроэлементы (азота – 2 %, фосфора - 2,5 %). Вносят его на бедных органическими веществами почвах и насыпных грунтах под деревья и кустарники от 6 до 10 кг/м² при подготовке почвы и по 4-6 кг/м² при подкормке. ОСВ содержат 46-57 % (ГОСТ Р 17.4.3.07–2001 [4] = 20 % с.в.) органического вещества, 3,56-4,90 % общего азота и 4,75-6,90 % фосфора в сухом веществе (по данным ОАО «НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды»). Поэтому нормы

внесения ОСВ по сухому веществу под деревья при подготовке почвы и при подкормке можно уменьшить в два раза, т.е. вносить от 3 до 5 кг/м² (30-50 т/га) при подготовке почвы и по 2-3 кг/м² (20-30 т/га) при подкормке.

При подготовке почвы под газоны вносят до 10-15 кг/м² органических удобрений, поэтому нормы внесения будут ограничены только соображениями экологической безопасности (не более 89 т/га или 8,9 кг/м²).

Норма внесения органических удобрений может составлять на одно дерево в возрасте 5-10 лет – 8-10 кг, в возрасте 20-40 лет – 10-12 кг, старше 40 лет – 14-16 кг; для кустарников – 5-8 кг/м² площади приствольного круга.

Расчет и научное обоснование внесения ОСВ по минеральным веществам

Для лесорастительных свойств почв в пахотном слое лесных питомников оптимальным является содержание гумуса по Тюнину > 2,5 - 3,0%; рН КСІ потенциметрически 5,0 - 5,5; содержание подвижного Р₂О₅ по Кирсанову в модификации ЦИНАО > 150 – 200 мг/кг; содержание обменного К₂О по Кирсанову в модификации ЦИНАО > 170 - 220 мг/кг [5].

В соответствии с Типовым технологическим регламентом использования осадков сточных вод в качестве органического удобрения [9], содержание **фосфора** по действующему веществу, вносимого вместе с органическими удобрениями, не должно превышать 3 т/га для супесей и 5 т/га для суглинков. Исходя из содержания фосфора в сухом веществе ОСВ 4,75-6,90%, допустимо вносить ОСВ по сухому веществу не более 43,4 т/га для супесей и 81,1 т/га для суглинков.

В соответствии с [9] содержание общего азота по действующему веществу, вносимого вместе с органическими удобрениями, не должно превышать 300 кг/га в год. Исходя из содержания общего азота в сухом веществе ОСВ 3,56-4,90 %, допустимо вносить не более 6,1-8,4 т/га в год по сухому веществу.

В соответствии с [9] расчет норм внесения ОСВ по калию не проводится ввиду его низкого содержания в ОСВ.

Данные по нормам внесения ОСВ приведены в табл. 2.

Содержание воды в ОСВ непостоянно, поэтому приводятся рекомендации для внесения ОСВ по сухому веществу. Для пересчета норм внесения ОСВ с учетом их влажности следует произвести пересчет по формуле:

$$D_{вл} = (D_{сух} \cdot 100) / (100 - Вл),$$

где $D_{вл}$ – доза внесения ОСВ с учетом влажности, т/га; $D_{сух}$ – рекомендованная доза внесения ОСВ по сухому веществу, т/га; $Вл$ – влажность ОСВ в процентах.

Из проведенных расчетов следует, что дозы внесения ОСВ ограничиваются содержанием в осадках общего азота и составляют 6,1-8,4 т/га в год по сухому веществу. Поскольку минерализация органического азота в почве происходит медленно, возможно внесение ОСВ один раз в три года с увеличе-

нием нормы внесения в три раза (18,3 т/га по сухому веществу).

Таблица 2 – Сроки и нормы внесения ОСВ, рассчитанные по рекомендуемым нормам внесения общего азота и фосфора

Показатель		Органическое вещество	Общий азот	Фосфор
Содержание, %	полуразложившийся навоз	17-20	2	2,5
	ОСВ	46-57	3,56-4,90	4,75-6,90
Нормы внесения по действующему веществу, кг/га в год		–	300	3000-5000
Нормы внесения, кг/м ² в год	полуразложившийся навоз	6-10	–	–
	ОСВ	–	61-84	43,4-81,1

Исследовано влияние ОСВ при внесении в почву на урожай ячменя в условиях Волгоградской области. ОСВ вносили под вспашку в количестве 60 и 70 т/га перед весенним посевом. Контролем служили посевы без внесения ОСВ и других органических удобрений. Последовательность применения прочих агротехнических приемов была одинаковой.

Анализ структуры урожая проводили путем отбора всех растений с учетных площадок (50×50 см) в трехкратной повторности по всем вариантам опытов. Устанавливали следующие элементы структуры урожая: продуктивная кустистость, урожайность, высота растений, озерненность колоса, масса 1000 зерен. Доля хозяйственного урожая рассчитана как процент массы зерна от общей массы (сумма массы соломы и массы зерна). Данные приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Влияние ОСВ при внесении в почву на структуру урожая ячменя

Показатель	Контроль	ОСВ, 60 т/га	ОСВ, 70 т/га
Число продуктивных стеблей, шт/м ²	302 ± 28	391 ± 32	416 ± 37
Высота растений, см	36,2 ± 2,8	45,3 ± 4,4	45,8 ± 4,2
Масса соломы, г/м ²	200,8 ± 17,1	301,5 ± 25,6	311,9 ± 28,4
Длина колоса, см	5,3 ± 0,3	6,2 ± 0,4	6,2 ± 0,4
Число зерен в колосе, шт	15,9 ± 2,1	16,9 ± 2,5	16,1 ± 2,2
Масса 1000 зерен, г	19,4 ± 0,4	23,6 ± 0,5	23,5 ± 0,5
Урожай зерна, г/м ²	93,2 ± 8,8	155,9 ± 10,2	157,4 ± 11,7
Доля хозяйственного урожая, %	31,7	34,1	33,5

Таблица 4 – Сроки и нормы внесения ОСВ под деревья, кустарники и травянистые растения в городских насаждениях в городах степной зоны при толщине пахотного горизонта 40 см на песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почвах

Породы	Отношение к элементам питания	Нормы внесения ОСВ, т/га
Дуб красный и его гибриды, дуб пирамидальный	1 -азот	15-18
Тополь бальзамический, черный, пирамидальный и Болле	1-2	
Ясень зеленый	1 -фосфор	
Клен ясенелистный и татарский	1	
Орех манчжурский	1	
Катальпа	1	
Черемуха	1-2	
Робиния	1-3	12-15
Ель колючая	2	
Вяз мелколистный, обыкновенный, карагач	2	9-12
Сосна крымская	3	
Гледичия трехколючковая	3	
Софора японская	3	
Айлант высочайший	3	
Ива козья, плакучая	3	
Бересклет	1	13-16
Бирючина обыкновенная	2-1	11-14
Бузина		
Калина		
Самшит		
Фарзигия	2	10-13
Будлея		
Магония		
Спирея		
Девичий виноград	3-2, известкование	9-12
Скумпия		
Шиповник (роза собачья)	3-2	9-12
Туя		
Жимолость татарская		
Розы		
Сирени	3	7-10
Аморфа		
Ирга канадская		
Акация желтая		
Снежноягодник		
Можжевельник		
Барбарис		
Сумах пушистый		18
Газоны		
Хризантемы		
Тюльпан, астра		6-12
Гладиолус		

1 – наивысшая потребность в элементах питания, 2 – умеренная потребность в элементах питания, 3 – минимальная потребность в элементах питания. Удобрения вносить 1 раз в 3 года в полной дозе или дробно в рекомендуемые сроки. Максимальная доза внесения ОСВ в течение существования биоценоза – 89,3 т/га при толщине пахотного горизонта 40 см и 55,86 т/га при толщине пахотного горизонта 25 см.

Из табл. 3 видно, что урожай зерна увеличился при внесении ОСВ на 67-69 % по сравнению с контролем. Возрастание урожая было связано как с

увеличением числе зерен в колосе, так и за счет массы 1000 зерен. Улучшение условий минерального питания обеспечило приток питательных веществ в созревающее зерно. Кроме того, следует отметить улучшение развития листового аппарата, т.к. увеличилась масса соломы. При этом доля хозяйственного урожая возросла, особенно при внесении ОСВ в дозе 60 т/га. Внесение удобрений в количестве 700 т/га и выше нецелесообразно, т.к. существенно урожай при этом не возрастает, снижается доля хозяйственного урожая.

Осуществлен подбор ассортимента пород древесных и кустарниковых растений и дано научное обоснование внесения норм ОСВ с учетом требований древесных и кустарниковых пород.

Волгоград находится в зоне сухих степей и полупустынь. Для этой климатической зоны рекомендованы породы, хорошо переносящие засуху, устойчивые к сильным ветрам, в достаточной мере морозоустойчивые. Список рекомендуемых к озеленению пород виден из табл. 4.

Волгоград находится в зоне сухих степей и полупустынь. Для этой климатической зоны рекомендованы породы, хорошо переносящие засуху, устойчивые к сильным ветрам, в достаточной мере морозоустойчивые. Список рекомендуемых к озеленению пород виден из табл. 4.

Растения проявляют неодинаковую потребность в элементах питания. Можно выделить по крайней мере три основные группы: растения, имеющие наивысшую потребность в элементах питания (эутрофы), растения с умеренной (мезотрофы) и минимальной (олиготрофы) потребностью в элементах питания. Распределение пород растений по трем группам приведено в табл. 4.

В связи с периодичностью роста корневых систем минеральные удобрения целесообразно вносить в периоды максимального роста всасывающих корней. Первый раз это следует делать весной, в период раскрытия почечных чешуи и вегетативного роста побегов, второй - осенью, в период листопада,

с конца августа до второй декады декабря. Удобрения, внесенные осенью, увеличивают адсорбирующую поверхность корневой системы и тем самым способствуют усвоению и накоплению растением запасных питательных веществ, которые в свою очередь повышают, устойчивость растения в период покоя и активизируют процессы роста и развития весной. Органические удобрения лучше вносить осенью, так как они медленно разлагаются, превращаясь в доступные для растений формы. Несоответствие между временем внесения удобрений и потребления их растениями особенно опасно на легких песчаных и супесчаных почвах.

Литература

1. Ананьев Д.С., Картушина Ю.Н., *Бюллетень медицинских интернет-конференций*, 3, 6, 981-982 (2013).
2. Вакуленко В. В., Труевцева М. Ф., Вакуленко В. В. *Декоративное садоводство*, М:Просвещение, 1982 – 143 с
3. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве.
4. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.
5. Наставление по системам применения удобрений в лесном хозяйстве на европейской территории СССР, 1991.
6. ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах с различными физико-химическими свойствами (дополнение № 1 к перечню ОДК и ПДК № 6229-91).
7. Солодкова А.Б., Собгайда Н.А., Шайхиев И.Г., *Вестник Казанского технологического университета*, 6, 128-130 (2013).
8. Солодкова А.Б., Собгайда Н.А., Шайхиев И.Г., *Вестник Казанского технологического университета*, 20, 179-182 (2012).
9. Типовой технологический регламент использования осадков сточных вод в качестве органического удобрения. – М., 2000.