

УДК 631.879.2:632.187.1

АГРОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

© 2020 г. Г. Е. Мерзлая^{1,*}, Р. А. Афанасьев^{1,**}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова
127550 Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия

*E-mail: lab.organic@mail.ru

**E-mail: rafail-afanasev@mail.ru

Поступила в редакцию 16.01.2020 г.

После доработки 04.02.2020 г.

Принята к публикации 11.05.2020 г.

В исследовании, выполненном в 2-х полевых и научно-производственном опытах с удобрениями на основе осадков сточных вод (ОСВ), установлено, что содержащиеся в них органические и минеральные ингредиенты являются ценными питательными веществами для биоценозов. ОСВ, отвечающие санитарно-гигиеническим нормам, положительно воздействуют на продуктивность и качественные характеристики возделываемых культур и их можно использовать в качестве удобрений в земледелии, а также при озеленении городских территорий. Особое значение они могут иметь для восстановления экосистем при поражении лесостепной растительности пожарами.

Ключевые слова: осадки сточных вод, химический состав, удобрительная ценность, биоценозы, эффективность, способы использования осадков сточных вод.

DOI: 10.31857/S0002188120080050

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях в повышении плодородия почв важная роль отводится максимально-му использованию биологических факторов, прежде всего применению органических удобрений, ассортимент которых отличается большим разнообразием [1, 2], включая осадки сточных вод (ОСВ). Известно, что ОСВ образуются на очистных сооружениях городов и населенных пунктов городского типа при разделении сточных вод на жидкую фракцию и взвешенную субстанцию. С развитием городского строительства проблема утилизации ОСВ приобретает все большее значение [3, 4]. Однако в России в качестве удобрений из общего объема ОСВ используется не более 5–7%, а остальная их часть концентрируется на иловых площадках или подвергается захоронению. Проблема утилизации ОСВ актуальна и за рубежом, хотя доля их использования в сельском хозяйстве во многих странах значительно больше, чем в России: в Швейцарии – 70, Германии – 38, Франции – 23%.

Между тем целесообразность использования ОСВ в земледелии России доказана длительными научными исследованиями, проведенными рос-

сийскими учеными в разных регионах страны. Установлено, что значительные объемы ОСВ бытового и промышленно-бытового происхождения могут быть с успехом использованы при возделывании сельскохозяйственных культур, а также при озеленении городских территорий, в дорожном строительстве при залужении откосов различных магистралей, в лесных питомниках [5, 6]. Показано, что внесение ОСВ, соответствующих по своему составу требованиям экологической безопасности [7–9], как правило, при совместном применении с минеральными удобрениями, повышает урожайность и качество растительной продукции [10]. В связи с расширением в последние годы лесных пожаров в России и ряде других стран возникла необходимость рекультивации пораженных территорий для восстановления их экологического равновесия.

Цель работы – решение сразу 2-х проблем: с одной стороны, проблемы утилизации ОСВ, пригодных для использования в качестве удобрения и, соответственно, снижающих негативное воздействие на окружающую среду, с другой, – проблемы рекультивации земель, пораженных лесными пожарами.

Таблица 1. Химический состав почвогрунтов марок А и Б, примененных в научно-производственном опыте в агрофирме “Ульянино”

Показатель	Марка	
	А	Б
Массовая доля органического вещества в пересчете на сухой продукт, %	10–30	Не менее 25
Массовая доля влаги (воды), %	40–60	
Водородный показатель солевой вытяжки, ед. рН	6.5–7.5	
Массовая доля питательных элементов, %		
азота общего (N), не менее	0.5	1.0
азота нитратного (N-NO ₃), не более	0.01	0.01
фосфора общего, в пересчете на P ₂ O ₅ , не менее	1.0	1.5
калия общего, в пересчете на K ₂ O, не менее	0.1	1.0

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2-х полевых и научно-производственном опытах, в которых изучали влияние *ОСВ* и удобрений на их основе на урожайность растений. Закладку и проведение опытов выполняли в соответствии с методикой опытного дела [11].

В полевом опыте, проведенном в 2010–2013 гг. в Вологодской обл. совместно с Вологодской молочно-хозяйственной академией и Государственным центром агрохимической службы “Вологодский”, изучали влияние компостов из *ОСВ* и торфа и органо-минерального удобрения – ОМУГ, состоящего из *ОСВ*, азотных и калийных удобрений, на урожайность и качество 3-х сельскохозяйственных культур: льна-долгунца, картофеля, ячменя, возделываемых в звене полевого севооборота. В соответствии со схемой опыт закладывали последовательно в течение 3-х лет, каждый

раз на новом участке, т.е. на 3-х полях. Почва в опыте – дерново-подзолистая среднесуглинистая, рН_{KCl} 5.3, содержанием гумуса – 3.9%, подвижных форм фосфора (P₂O₅) – 230, калия (K₂O) – 113 мг/кг.

В другом полевом опыте, заложенном в 2010 г. на Полевой станции РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, изучали эффективность органо-минерального удобрения на основе *ОСВ* (ОМУГ) при возделывании картофеля сорта Ред Скарлет. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая, с содержанием в пахотном слое гумуса – 2.9%, подвижного P₂O₅ – 270, K₂O – 137 мг/кг при рН_{KCl} 5.3.

Известно, что одним из перспективных направлений утилизации *ОСВ* служит формирование почвогрунтов для применения в городском озеленении, в лесных и декоративных питомниках, при дорожном строительстве, рекультивации нарушенных земель, полигонов твердых бытовых и промышленных отходов с условием соблюдения соответствующих природоохранных норм и регламентов. В связи с этим для изучения влияния почвогрунтов такого типа на продуктивность растений был выполнен научно-производственный опыт, закладка которого проведена в 2016 г. на угодьях агрофирмы “Ульянино” Московской обл. Почва в опыте – дерново-подзолистая среднесуглинистая с рН_{KCl} 4.6, содержанием гумуса 2.0%, подвижного P₂O₅ – 70, K₂O – 60 мг/кг. В опыте изучали влияние на урожайность зеленой массы овса 2-х марок почвогрунтов из смеси *ОСВ* различных городов Московской и Рязанской обл., песка и торфа (табл. 1). Опыт выполняли по схеме, включавшей 3 варианта: 1 – контроль, естественный грунт, 2 – почвогрунт “Ульянинский” марки А, 3 – почвогрунт “Ульянинский” марки Б. Площадь опытной делянки 15 м² (3 × 5 м). Повторность вариантов трехкратная. В контрольном варианте – естественный грунт, как было указано выше, представлен дерново-подзолистой суглинистой почвой, слабообеспеченной питательными веществами. Поч-

Таблица 2. Химический состав удобрений на основе *ОСВ*

Вид удобрения	Зольность, %	рН _{KCl}	Содержание, % от сухого вещества			
			органического вещества	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Компост (осадок + торф)	33.2	6.3	66.8	1.95	0.8	0.3
ОМУГ	77.5	7.5	22.5	2.80	3.1	2.5
Нормативы по ГОСТ Р 17.4.3.-07-2001	Не нормирована	5.5–8.5	Не менее 20	Не менее 0.6	Не менее 1.5	Не нормировано

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов и мышьяка (валовые формы) в удобрениях на основе *ОСВ*, мг/кг сухого вещества

Вид удобрения	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Mn	Co	Hg	As
Компост (<i>ОСВ</i> + торф)	45	140	14.3	1.06	13.4	12	217	4.3	0.11	1.2
ОМУГ	406	1584	69.8	14.6	34.1	236	701	6.7	1.40	2.6
Нормативы по ГОСТ Р 17.4.3.-07-2001, не более	750	1750	250	15	200	500	Не нормировано		7.5	10

вогрунты марок А и Б насыпали слоем 30 см в траншеи на подпахотный горизонт, т.е. вместо пахотного горизонта. Предпосевная обработка во всех вариантах опыта состояла в проведении фрезерования и боронования. Испытания почвогрунтов в опыте проводили с посевом овса на зеленую массу. Норма высева семян овса – 200 кг/га. Под покров овса была высеяна смесь газонных трав в составе райграса многолетнего, овсяницы красной и мятлика лугового общей нормой высева 36–40 кг/га. Посев овса и многолетней травосмеси проводили в летнее время, в июне.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В полевом опыте, заложенном в условиях Вологодской обл., применяли компост, произведенный на очистных сооружениях “Вологдагорводоканала” из *ОСВ* г. Вологды и торфа в соотношении 1 : 1, а также органо-минеральное удобрение ОМУГ в виде гранул размером 14 × 20 мм, созданное на основе обезвоженного *ОСВ* в ЗАО “Твин Трейдинг Компани”. Химический состав примененных в опыте удобрений приведен в табл. 2. Концентрация токсичных элементов в примененных удобрениях была меньше норм ГОСТ Р

Таблица 4. Продуктивность звена полевого севооборота (среднее за год)

Вариант	Продуктивность, ц з.е./га	Прибавка	
		ц з.е./га	% к контролю
Контроль без удобрения	25.8	–	–
Компост 2 т/га	27.1	1.3	5.1
Компост 4 т/га	27.9	2.1	8.2
Компост 6 т/га	29.9	4.1	15.9
НРК	27.1	1.3	5.1
НРК + компост 2 т/га	28.5	2.7	10.5
ОМУГ 4 т/га	32.2	6.4	24.8
<i>НСР</i> ₀₅	1.8		

17.4.3.07-2001 для осадков сточных вод (табл. 3), что позволило считать их экологически безопасными для использования в земледелии.

Удобрения в различных исследованных дозах вносили в почву в звене севооборота под лен-долгунец, при возделывании последующих культур

Таблица 5. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от удобрений на основе *ОСВ*

Вариант	Урожайность, ц з.е./га	Прибавка	
		ц з.е./га	% к контролю
Лен-долгунец, среднее за 3 года			
Контроль без удобрения	13.6	–	–
Компост 2 т/га	14.6	1.0	7.4
Компост 4 т/га	15.8	2.2	10.2
Компост 6 т/га	17.0	3.4	25.0
НРК	15.4	1.8	13.3
НРК + компост 2 т/га	17.1	3.5	25.8
ОМУГ 4 т/га	18.8	5.2	38.3
<i>НСР</i> ₀₅	0.9		
Картофель, среднее за 3 года			
Контроль без удобрения	46.8	–	–
Компост 2 т/га	48.8	2.0	4.3
Компост 4 т/га	49.5	2.7	5.8
Компост 6 т/га	53.3	6.5	13.9
НРК	48.5	1.7	3.7
НРК + компост 2 т/га	50.3	3.5	7.5
ОМУГ 4 т/га	56.0	9.2	19.7
<i>НСР</i> ₀₅	2.1		
Ячмень, среднее за 3 года			
Контроль без удобрения	17.1	–	–
Компост 2 т/га	17.8	0.7	4.1
Компост 4 т/га	18.5	1.4	8.2
Компост 6 т/га	19.3	2.2	12.9
НРК	17.5	0.4	2.4
НРК + компост 2 т/га	18.1	1.0	5.9
ОМУГ 4 т/га	21.8	4.7	27.5
<i>НСР</i> ₀₅	2.1		

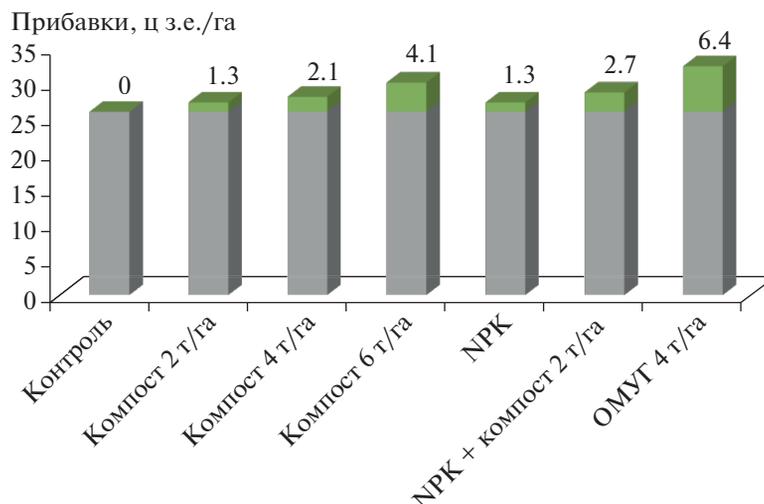


Рис. 1. Прибавки урожайности сельскохозяйственных культур звена полевого севооборота лен-долгунец–картофель–ячмень в зависимости от удобрений на основе *ОСВ*, среднее за год.

(картофеля и ячменя) испытывали их последствие.

Схема полевого опыта включала варианты: 1 – без удобрений (контроль), 2 – компост из *ОСВ* и торфа в дозе 2 т/га, 3 – компост в дозе 4 т/га, 4 – компост в дозе 6 т/га, 5 – NPK в дозе, эквивалентной дозе компоста 4 т/га (минеральная система), 6 – компост в дозе 2 т/га + NPK в дозе, эквивалентной дозе компоста 2 т/га (органо-минеральная система), 7 – органо-минеральное удобрение ОМУГ в дозе 4 т/га. Варианты 5 и 6 по содержанию NPK были эквивалентны варианту 3.

Продуктивность звена севооборота за годы опыта в среднем в 3-х полях достигала наибольших величин при внесении высокой дозы компоста из *ОСВ* и торфа и удобрения ОМУГ: соответственно 29.9 и 32.2 ц з.е./га, что на 15.9 и 24.8% превышало контроль (табл. 4, рис. 1). В варианте с органо-минеральной системой (компост 2 т/га + NPK, эквивалентно дозе компоста 2 т/га) продуктивность звена находилась на уровне 28.5 ц з.е./га, прибавка к контролю была равна 10.5%. Недостоверными оказались прибавки от одних минеральных удобрений и компоста при самой низкой дозе.

При анализе воздействия различных вариантов удобрения на продуктивность агроценозов по отдельным годам опыта (табл. 5) наибольший эффект в среднем за 3 года отмечен при возделывании первой культуры звена – льна-долгунца в варианте с удобрением ОМУГ, когда прибавка составила 38.3%. В первый год последствия ОМУГ при выращивании картофеля также была получена достоверная прибавка, но она снизи-

лась до 19.7%. На 2-й год последствия ОМУГ, при возделывании ячменя существенная прибавка урожая достигала 27.5%. Последствие компоста (*ОСВ* + торф) и одних минеральных удобрений было очень слабым.

При анализе действия и последствия удобрений на содержание тяжелых металлов в растительной продукции четких закономерностей не отмечено (табл. 6). В семенах и соломе льна, клубнях картофеля, зерне и соломе ячменя содержание тяжелых металлов в вариантах с удобрениями было на уровне или даже меньше контроля.

Компосты на основе осадков сточных вод, удобрение ОМУГ и минеральные удобрения незначительно повлияли на агрохимические свойства почвы (табл. 7). В конце опыта в вариантах с компостами, а также при внесении удобрения ОМУГ наблюдали тенденция к повышению содержания подвижного фосфора. В то же время количество подвижного калия в почве во всех вариантах опыта уменьшалось из-за низкой обеспеченности им *ОСВ*. Исключение составил только вариант с удобрением ОМУГ, при производстве которого в качестве добавки использовали калийные удобрения (5% д.в.).

Применение удобрений на основе *ОСВ* не вызывало загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком почвы, о чем свидетельствовали данные об их валовом содержании, полученные в конце ротации звена севооборота после уборки ярового ячменя (табл. 8). Во всех вариантах опыта не было отмечено превышения ПДК (ОДК), а суммарное загрязнение почвы было значительно меньше допустимого уровня, определенного отечественны-

Таблица 6. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в растительной продукции, мг/кг сухого вещества

Вариант	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Mn	Co	Hg	As
Лён-долгунец (солома)										
Контроль	1.9	18.4	0.53	0.28	0.50	0.6	19.2	0.11	0.01	0.08
Компост 2 т/га	1.7	17.8	0.57	0.26	0.39	0.5	18.0	0.13	0.01	0.13
Компост 4 т/га	1.8	16.4	0.51	0.23	0.46	0.5	16.8	0.07	0.01	0.07
Компост 6 т/га	1.7	14.7	0.66	0.24	0.56	0.6	15.7	0.10	0.01	0.13
НРК	1.7	14.8	0.56	0.25	0.42	0.5	17.1	0.11	0.01	0.08
НРК + компост 2 т/га	1.5	13.2	0.56	0.20	0.39	0.7	15.8	0.06	0.01	0.11
ОМУГ 4 т/га	1.7	14.0	0.51	0.25	0.39	0.8	18.5	0.24	0.01	0.06
Лён-долгунец (семена)										
Контроль	9.2	42.1	0.90	0.13	0.79	0.4	15.5	0.16	0.01	0.05
Компост 2 т/га	6.4	35.9	0.72	0.09	0.58	0.3	13.2	0.13	0.01	0.07
Компост 4 т/га	10.6	44.4	0.88	0.11	0.74	0.3	13.7	0.16	0.01	0.06
Компост 6 т/га	10.0	47.9	1.09	0.13	0.86	0.4	20.7	0.10	0.01	0.05
НРК	7.1	48.3	0.94	0.14	1.04	0.4	16.9	0.14	0.01	0.1
НРК + компост 2 т/га	5.6	35.3	0.68	0.10	0.81	0.2	18.5	0.16	0.01	0.05
ОМУГ 4 т/га	8.9	41.9	0.75	0.13	1.14	0.3	15.3	0.15	0.01	0.04
Картофель (клубни)										
Контроль	1.4	7.1	0.37	0.027	0.21	0.15	4.2	0.08	0.01	0.02
Компост 2 т/га	1.2	7.5	0.33	0.027	0.16	0.12	4.4	0.05	0.01	0.03
Компост 4 т/га	1.2	7.5	0.28	0.025	0.22	0.14	5.0	0.04	0.01	0.02
Компост 6 т/га	1.2	5.8	0.33	0.020	0.09	0.16	4.6	0.04	0.01	0.02
НРК	1.4	8.2	0.30	0.021	0.18	0.18	6.5	0.03	0.01	0.02
НРК + компост 2 т/га	1.1	6.6	0.42	0.022	0.20	0.17	5.5	0.05	0.01	0.02
ОМУГ 4 т/га	1.2	8.4	0.29	0.030	0.25	0.13	4.5	0.05	0.01	0.02
Ячмень (зерно)										
Контроль	2.8	18.1	0.09	0.021	0.24	0.43	2.1	0.09	0.005	0.021
Компост 2 т/га	2.9	29.0	0.10	0.024	0.17	0.36	2.6	0.06	0.004	0.022
Компост 4 т/га	2.4	16.0	0.07	0.014	0.13	0.23	2.0	0.05	0.004	0.021
Компост 6 т/га	3.2	23.2	0.06	0.019	0.25	0.26	2.6	0.06	0.004	0.019
НРК	3.0	26.1	0.07	0.023	0.22	0.32	2.5	0.06	0.004	0.030
НРК + компост 2 т/га	3.4	23.3	0.11	0.024	0.19	0.36	3.3	0.67	0.004	0.024
ОМУГ 4 т/га	2.4	21.5	0.07	0.026	0.21	0.29	3.1	0.06	0.004	0.024
Ячмень (солома)										
Контроль	2.2	10.0	0.28	0.024	0.27	0.37	9.3	0.17	0.005	0.018
Компост 2 т/га	2.1	11.4	0.18	0.021	0.16	0.28	6.4	0.16	0.004	0.020
Компост 4 т/га	1.8	8.9	0.25	0.027	0.24	0.37	6.6	0.14	0.004	0.024
Компост 6 т/га	1.2	6.3	0.15	0.022	0.18	0.19	6.8	0.10	0.004	0.018
НРК	1.3	6.0	0.24	0.021	0.24	0.42	5.3	0.13	0.004	0.022
НРК + компост 2 т/га	1.6	8.8	0.22	0.016	0.23	0.34	7.5	0.10	0.004	0.013
ОМУГ 4 т/га	2.1	12.2	0.21	0.025	0.22	0.37	9.1	0.15	0.004	0.024
МДУ 123-4/281-87	30.0	50.0	5.0	0.3	3.0	0.5	—	1.0	0.05	0.5

Таблица 7. Влияние удобрений на основе *ОСВ* на агрохимические свойства почвы

Вариант	Гумус, %	рН _{KCl} , ед.	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг/кг	
Исходное содержание в почве	3.9	5.3	228	119
Без удобрений (контроль)	3.2	5.3	236	112
Компост 2 т/га	3.2	5.3	240	117
Компост 4 т/га	3.1	5.3	243	125
Компост 6 т/га	3.0	5.4	236	119
НРК	3.0	5.1	224	124
НРК + компост 2 т/га	3.1	5.2	224	117
ОМУГ 4 т/га	2.8	5.1	247	149

Таблица 8. Валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка в почве в зависимости от удобрений на основе *ОСВ*, мг/кг

Вариант	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Hg	As
Контроль	5	24	6	0.3	10	8.5	0.03	2.2
Компост 2 т/га	5	23	5	0.4	9	8.6	0.02	2.1
Компост 4 т/га	5	24	5	0.3	9	8.0	0.02	2.4
Компост 6 т/га	5	23	5	0.4	9	8.2	0.02	2.0
НРК	6	25	6	0.4	9	7.9	0.03	2.1
НРК + компост 2 т/га	6	24	6	0.4	10	8.2	0.03	2.0
ОМУГ 4 т/га	6	24	5	0.4	9	7.8	0.03	1.9
ПДК/ОДК	66	110	65	1.0	40		2.1	5

Таблица 9. Влияние удобрения ОМУГ на урожайность картофеля

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
		т/га	% к контролю
Контроль, без удобрений	27.7	—	—
ОМУГ 3.3 т/га локально (лентой)	32.1	4.4	15.9
<i>HCP</i> ₀₅ , т/га	2.5		

ми нормативами. Таким образом, использование всех примененных в опыте удобрений на основе *ОСВ* не приводило к существенному загрязнению тяжелыми металлами растительной продукции и почвы.

В целом наилучшие результаты по применению *ОСВ* под сельскохозяйственные культуры

отмечены при внесении компоста из осадков и торфа в дозе 6 т/га, а также органо-минерального удобрения ОМУГ в дозе 4 т/га, применение которых обеспечило достоверное по сравнению с контролем повышение урожайности льна-долгунца и последующих культур — картофеля и ячменя. В растительной продукции льна-долгунца, картофеля, ярового ячменя содержание тяжелых металлов в вариантах с удобрениями на основе *ОСВ* находилось на уровне контроля и не превышало требований безопасности.

В другом полевом эксперименте, проведенном на Полевой станции РГАУ—МСХА им. К.А. Тимирязева, также была установлена высокая агрономическая эффективность удобрения ОМУГ при возделывании картофеля сорта Ред Скарлет. При внесении ОМУГ 3.3 т/га с влажностью 10% или сухой массы 3 т/га, урожайность клубней составила 32.1 т/га, что было достоверно больше контроля (табл. 9, рис. 2). На 1 т внесенного удобрения ОМУГ натуральной влажности было дополнительно получено 1.33 т клубней картофеля, а на 1 кг азота, содержащегося во внесенном удобрении, — 20 кг з.е. при обычной окупаемости удобрений не более 10 кг з.е., что свидетельствовало о высокой эффективности созданного органо-минерального удобрения.

В научно-производственном опыте по изучению эффективности почвогрунтов из *ОСВ* к моменту учета урожая тестовой культуры — овса в фазе выхода в трубку оба грунта оказали положительное влияние на его биомассу (табл. 10). При применении почвогрунтов как марки А, так и марки Б, получены достоверные прибавки биомассы. Зеленая масса овса в варианте с почвогрунтом марки А составила 240, марки Б — 276 ц/га. Разница в урожайности между этими вариантами оказалась статистически недостоверной. В то же время по урожайности биомассы варианты с применением почвогрунтов обеих марок превосходили контроль (естественный почвогрунт) в 3.6–4.3 раза. Показатели структуры урожая (высота растений, количество стеблей на 1 м²) в вариантах с почвогрунтами на основе *ОСВ* также превосходили естественный контроль.

Таким образом, переработка осадков городских сточных вод при смешивании их с песком, а при создании почвогрунта марки Б — и с минеральными удобрениями, явилась эффективным приемом, обеспечивающим при использовании в качестве грунтов достоверное повышение урожайности овса на зеленую массу по сравнению с естественным грунтом. Высокая урожайность овса и состояние его наземной биомассы свидетельствовали об отсутствии негативного влияния

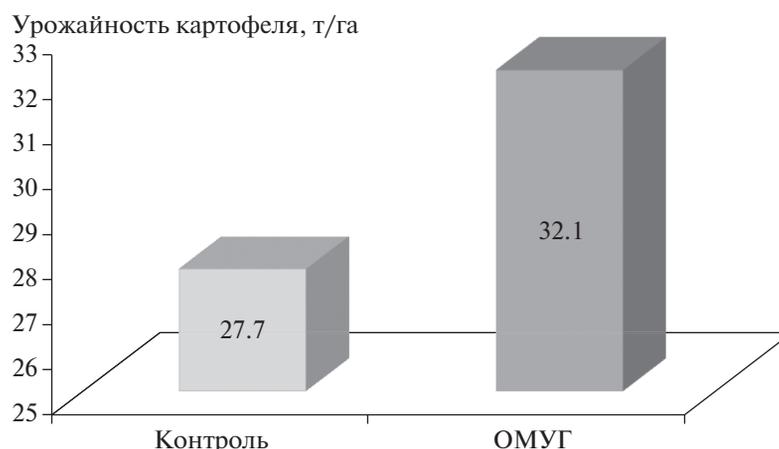


Рис. 2. Влияние органо-минерального удобрения ОМУГ на урожайность клубней картофеля.

ОСВ, входящих в почвогрунты, на рост и развитие растений.

Результаты исследования влияния удобрений на основе осадка сточных вод (ОСВ) на почву и растения показали, что их применение на опустошенных пожарами лесных массивах может иметь большое народнохозяйственное значение для восстановления биологических экосистем. При этом за счет внесения осадков сточных вод на пораженных пожарами лесных участках могут быть успешно решены две актуальные проблемы – утилизация осадков и рекультивация опустошенных пожарами массивов. Для решения этих проблем был предложен инновационный способ восстановления естественной растительности путем применения ОСВ на пораженных пожарами участках, изложенный в патенте на изобретение № 2706158 [12]. Применение ОСВ по разработанным технологиям повышало плодородие почв, урожайность сельскохозяйственных культур на 20–40%, способствовало улучшению их качества,

не вызывая существенного негативного влияния на санитарно-гигиенические свойства получаемой продукции. Положительное воздействие на экосистемы применение ОСВ может также оказать в зеленом строительстве и при восстановлении пораженной пожарами лесостарниковой растительности. По расчетам, при внесении ОСВ на площадях, опустошенных лесными пожарами, в дозах, согласно СанПиН 2.1.7.573–96, сухого вещества 7–10 т/га на 1 млн га потребуется до 10 млн т осадков. Таким образом, на каждый 1 млн рекультивируемой площади будет использован практически 3-летний объем образующихся в стране ОСВ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целесообразность рационального использования ОСВ в качестве удобрения подтверждается документом “Международный кодекс поведения в области устойчивого использования удобрений и управления ими” [4]. В нем, в частности, указано, что к потенциальным источникам питательных веществ из повторно используемых и вторично переработанных материалов относятся сточные воды, осадок сточных вод и другие неорганические и органические побочные продукты, которые можно применять для целей растениеводства и это должно подтверждаться на основе научных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочная книга по производству и применению органических удобрений. Владимир: ВНИП-ТИОУ, 2001. 495 с.
2. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Направленность и интенсивность потоков азота при эко-

Таблица 10. Влияние почвогрунтов “Ульянинский” марок А и Б на урожайность зеленой массы овса в научно-производственном опыте

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	больше контроля, раз
Контроль, естественный грунт	52	–	–
Почвогрунт “Ульянинский” марки А	240	188	3.6
Почвогрунт “Ульянинский” марки Б	276	224	4.3
НСР ₀₅	68		

- логизации и биологизации земледелия // Мат-лы Всерос. совещ. научн. учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями “75 лет Географической сети опытов с удобрениями”. М.: ВНИИА, 2016. С. 102–107.
3. *Агрохимия: Классический университетский учебник для стран СНГ / Под ред. Минеева В.Г. М.: ВНИИА, 2017. 854 с.*
 4. *Международный кодекс поведения в области устойчивого использования удобрений и управления ими. Рим, 23–29 июня 2019 г.*
 5. *Маврина Н.Ф. Экологическая оценка осадков сточных вод и обоснование возможности их использования в лесных питомниках: Автореф. дис. ... канд. биол. Наук. М., 2001. 21 с.*
 6. *Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А. Трансформация токсичных осадков сточных вод в экологически безопасные удобрения // Хим. безопасность. 2018. Т. 2. № 1. С. 180–190.*
 7. *Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.7.573-96 “Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения”. М.: Минздрав РФ, 1997. 54 с.*
 8. *Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.*
 9. *Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Техн. условия. ГОСТ Р 54651-2011.*
 10. *Стратегия использования осадков сточных вод и компостов на их основе в агрикультуре / Под ред. Милащенко Н.З. М.: Агроконсалт, 2002. 138 с.*
 11. *Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов наблюдений). М.: Колос, 1965. 335 с.*
 12. *Сычев В.Г., Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е., Смирнов М.О. Патент на изобретение № 2706158. Способ рекультивации земель под древесно-кустарниковой растительностью, пораженной лесными пожарами. Приоритет изобр. 08 июля 2019 г.*

Agrochemical Aspects of Using Sewage Sludge for Reclamation of Land for Various Purposes

G. E. Merzlaya^{a,#} and R. A. Afanasev^{a,##}

^a *D.N. Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow 127550, Russia*

[#] *E-mail: lab.organic@mail.ru*

^{##} *E-mail: rafail-afanasev@mail.ru*

As a result of research carried out in two field and research and production experiments with fertilizers based on sewage sludge, it was found that the organic and mineral ingredients contained in them are valuable nutrients for biocenoses. Sewage sludge that meets sanitary and hygienic standards has a positive effect on the productivity and quality characteristics of cultivated crops and can be used as fertilizers in agriculture, as well as in urban landscaping. They can be particularly important for restoring ecosystems when forest and shrub vegetation is affected by fires.

Key words: sewage sludge, chemical composition and fertilizing value, biocenoses, efficiency, methods of using sewage sludge.