

ВЛИЯНИЕ ПОЧВОГРУНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ НА КАЧЕСТВО ГАЗОНОВ

Н. Ф. Терлецкая¹, А. С. Антонюк², А. Н. Гапонюк³

¹ К. б. н., старший научный сотрудник, ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», Брест, Беларусь, e-mail: klmvntsh@rambler.ru

² Научный сотрудник, ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», Брест, Беларусь, e-mail: ant_sash@rambler.ru

³ Научный сотрудник, ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», Брест, Беларусь, e-mail: andnik2017@yandex.ru

Реферат

Одним из перспективных решений проблемы накопления осадков сточных вод является их совместное компостирование с органической частью твердых коммунальных отходов и использование в составе почвогрунтов, применяемых при озеленении.

В статье представлена сравнительная оценка качества газонов по показателям продуктивности побегообразования многолетних трав и декоративности травостоев на почвогрунте с использованием осадков сточных вод и органической части твердых коммунальных отходов и грунте насыпном, применяемом при благоустройстве городских территорий.

Установлено, что в год посева плотность газонного травостоя в опытном варианте (96,9–132,5 шт/100 см²) была существенно выше, чем в контроле (81,8–98,3 шт/100 см²). На почвогрунте с использованием осадков сточных вод и органической части твердых коммунальных отходов наблюдался сомкнуто-мозаичный характер сложения газонного травостоя, на грунте насыпном, применяемом для благоустройства городских территорий – мозаично-групповой и сомкнуто-мозаичный. В течение вегетационного периода качество газона на разработанном почвогрунте оценивалось как удовлетворительное и хорошее, на грунте насыпном – посредственное и удовлетворительное.

На второй год после посева качество газонного травостоя на разработанном почвогрунте было выше, чем в контроле, даже в периоды с повышенным температурным режимом и значительным дефицитом осадков. Продуктивность побегообразования многолетних трав в опытном варианте составила 90,7–131,9 шт/100 см², в контроле – 76,2–106,7 шт/100 см².

Результаты исследований показали перспективность применения почвогрунта с использованием осадков сточных вод и органической части твердых коммунальных отходов для повышения качества газонов при благоустройстве городских территорий.

Ключевые слова: почвогрунт, компост, осадки сточных вод, органическая часть твердых коммунальных отходов, продуктивность побегообразования газонных трав, декоративность газонных травостоев, качество газона.

INFLUENCE OF SOIL WITH THE USE OF SEWAGE SLUDGE AND ORGANIC PART OF MUNICIPAL SOLID WASTE ON THE QUALITY OF LAWNS

N. F. Tsiarletskaia, A. S. Antoniuk, A. N. Gaponiuk

Abstract

One of the promising solutions to the problem of accumulation of sewage sludge is its joint composting with the organic part of municipal solid waste and its use in the composition of soil used in landscaping.

The article presents a comparative assessment of the quality of lawns based on indicators of the productivity of shoot formation of perennial grasses and the decorativeness of grass stands on soil using sewage sludge and the organic part of municipal solid waste and bulk soil used in the improvement of urban areas.

It was found that in the year of sowing, the density of lawn grass in the experimental variant (96,9–132,5 pcs/100 cm²) was significantly higher than in the control (81,8–98,3 pcs/100 cm²). On the soil with sewage sludge and the organic part of municipal solid waste, a serried-tessellated nature of the formation of lawn grass was observed, on the bulk soil used for the improvement of urban areas – a tessellated-group and serried-tessellated nature. During the growing season, the quality of the lawn on the developed soil was assessed as satisfactory and good, on the bulk soil – mediocre and satisfactory.

In the second year after sowing, the quality of the lawn on the developed soil was higher than in the control, even in periods with an increased temperature regime and a significant deficit of precipitation. The productivity of shoot formation of perennial grasses in the experimental variant was 90,7–131,9 pcs/100 cm², in the control – 76,2–106,7 pcs/100 cm².

The research results demonstrated the potential of using soil containing sewage sludge and the organic portion of municipal solid waste to improve the quality of lawns in urban areas.

Keywords: soil, compost, sewage sludge, organic part of municipal solid waste, productivity of lawn grass shoots, ornamental properties of lawn grass stands, lawn quality.

Введение

В настоящее время при благоустройстве городских территорий актуальна проблема недостатка плодородных грунтов. Для выращивания высококачественных газонов требуются рыхлые, нейтральные, с оптимальным содержанием питательных веществ почвы [1]. Согласно [2], при озеленении на малоплодородных урбанизированных почвах необходимо добавление насыпного растительного грунта от 25 % до 75 % объема.

В то же время основная часть осадков сточных вод (ОСВ) коммунальных очистных сооружений, имеющих ресурсный потенциал для повышения плодородия почв, обусловленный наличием в их составе органического вещества и биогенных элементов, не используется и размещается на объектах хранения. В большинстве случаев это связано с тем, что в ОСВ содержится ряд поллютантов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Тяжелые металлы, попадая в биогеохимический круговорот, вызывают

нарушение природных экосистем, снижают качество получаемой растениеводческой продукции, через пищевые цепи оказывают неблагоприятное воздействие на человека и животных [3].

Еще одной проблемой воздействия ОСВ на окружающую среду является загрязнение почвенного профиля присутствующими в них патогенными микроорганизмами [4]. Согласно [5], в ОСВ содержатся вирусы (гепатита, бациллы столбняка, бациллы брюшного тифа и др.), бактерии (сальмонеллы, бактерии рода *Shigella*, кишечная палочка, клостридиум и др.), дрожжевые и плесневые грибы, простейшие, нематоды и цестоды, яйца гельминтов, цисты патогенных кишечных простейших. Патогены могут относительно длительное время находиться в окружающей среде. Устойчивость вирусов зависит от температуры, влажности воздуха и интенсивности солнечной радиации. В теплое время года вирусы могут обнаруживаться в почве в течение 25 суток после внесения ОСВ. Сальмонеллы могут сохранять жизнеспособность в ОСВ в течение двух лет. Наиболее высокой устойчивостью отличаются яйца гельминтов и цисты простейших. Согласно литературным данным, личинки гельминтов могут сохранять жизнеспособность до пяти лет [5].

Негативное воздействие ОСВ на окружающую среду требует поиска рациональных путей их утилизации. Одним из наиболее оптимальных и перспективных решений проблемы накопления ОСВ является компостирование, осуществляемое с целью обеззараживания, стабилизации и подготовки их к применению в удобрительных целях. В качестве наполнителей могут использоваться различные субстраты, в частности, органическая часть твердых коммунальных отходов (ОТКО). Благодаря высокой адсорбционной способности большинства наполнителей снижается влажность ОСВ и улучшаются их физические свойства. В термофильной фазе компостирования происходит саморазогрев перерабатываемого материала до температуры выше 60 °С. В результате термического воздействия погибает большинство патогенных микроорганизмов, а также снижается всхожесть семян сорных растений [6–8]. Одним из основных факторов, лимитирующих применение ОСВ и компостов на их основе в качестве удобрений или компонентов плодородного грунта при озеленении, является наличие в них тяжелых металлов. Накопление в готовом компосте гумусовых веществ, обладающих высокой емкостью поглощения, а также использование сорбентов способствуют снижению подвижности тяжелых металлов [9, 10], однако они практически не подвергаются биологическому разложению и аккумулируются в компостах, в связи с чем при использовании данных отходов, обязательна оценка полученной продукции на соответствие требованиям безопасности [11].

Таблица 1 – Содержание валовых форм химических элементов в насыпном грунте и разработанном почвогрунте, мг/кг сухого вещества

Наименование образца	Pb	Cd	As	Hg	Cu	Zn	Mn	Ni	Co	Cr	Mo	Sb
Грунт насыпной	5,29	0,01	1,05	н/о	3,34	17,76	137,70	3,75	1,75	9,66	0,01	н/о
Разработанный почвогрунт	7,00	0,08	1,37	н/о	7,25	33,40	103,00	4,90	1,98	9,67	0,15	н/о

Примечание – н/о – ниже предела обнаружения. Нижняя граница диапазона измерений для Hg составляет 0,07 мг/кг, для Sb – 0,13 мг/кг.

При создании газона проводилось предварительное вспахивание основания участка на глубину 10–15 см. На основание насыпался почвогрунт с использованием ОСВ и ОТКО слоем толщиной 15–20 см. Затем проводилось тщательное выравнивание поверхности участка для дальнейшего посева газонных трав.

В опыте использовалась травосмесь, состоящая из райграса пастбищного Юбилей ЕГ (20 %), райграса пастбищного Торфгольд (25 %), овсяницы красной Диппер (30 %), овсяницы тростниковой Маниту (15 %) и мятлика лугового Маркус (10 %).

Проводился весенний посев газонных трав перекрестным способом вручную в сухую безветренную погоду. После заделки семян поверхность участка прикатывалась катком для лучшего их контакта с почвой. После посева осуществлялся полив газона из расчета 10 л воды на 1 м², не допуская размыва поверхности.

Оценка качества газонов проводилась в 2023–2024 гг. по показателям продуктивности побегообразования и декоративности травостоев по методике А. А. Лаптева (1983) [25]. Статистическая обработка данных осуществлялась в программе Microsoft Excel.

К компостам на основе ОСВ и ОТКО добавляют торф, песок (минеральный грунт) и другие компоненты для получения почвогрунтов, сбалансированных по элементам минерального питания и гранулометрическому составу. Процентное содержание компонентов в почвогрунтах определяется их составом и биологическими особенностями растений. Технологический процесс производства почвогрунтов включает в себя заготовку компонентов и их смешивание с использованием фронтальных ковшевых погрузчиков, дробильных и смешивающих агрегатов, барабанных просеивателей-грохотов и др.

Согласно литературным данным [12–18], применение почвогрунтов с использованием ОСВ и ОТКО рекомендуется при благоустройстве городских территорий для улучшения качества газонов: отмечается более интенсивный рост растений, газонный покров приобретает насыщенно-зеленый цвет, увеличивается плотность травостоев и срок их эксплуатации.

Целью наших исследований являлась оценка качества газонов на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО.

Материалы и методика исследования

В опыте применялся почвогрунт, полученный при смешивании компоста с использованием ОСВ и ОТКО (20 %) и грунта насыпного, применяемого при благоустройстве городских территорий (80 %) [19]. Компост, используемый для производства почвогрунта, соответствовал требованиям для органических удобрений группы II по СТБ 2668–2024 «Органические удобрения, почвогрунты и субстраты для рекультивации с использованием осадков сточных вод» [20, 21]. Разработанный почвогрунт соответствовал требованиям ТУ BY 290061754.010–2025 для почвогрунта марки «Универсальный» [19]. В качестве контроля выбран грунт насыпной, применяемый при благоустройстве городских территорий.

Определение общего азота осуществлялось по ГОСТ 26107–84 [22], подвижных соединений фосфора и калия – по ГОСТ 26207–91 [23], валового содержания химических элементов – по ГОСТ ISO 22036 [24].

В применяемом почвогрунте содержание общего азота составило 0,36 %, подвижных соединений фосфора – 1149,55 мг/кг, калия – 429,64 мг/кг, в насыпном грунте – 0,07 %, 124 мг/кг и 45 мг/кг соответственно.

В таблице 1 приведены данные по содержанию химических элементов в насыпном грунте, применяемом при благоустройстве городских территорий, и разработанном почвогрунте.

Качество газонных травостоев

В год создания газона сложились относительно благоприятные погодные условия [26] для роста и развития многолетних злаковых трав. Через два месяца после посева плотность газонного травостоя на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО составила 96,9 шт/100 см². Полученная продуктивность побегообразования газонных трав оценивается четырьмя баллами по шестибальной шкале. На грунте насыпном, используемом при благоустройстве городских территорий, густота побегов многолетних трав была существенно ниже – 81,8 шт/100 см² (НСР₀₅ = 5,27 шт/100 см²), что соответствует трем баллам. В контроле отмечался мозаично-групповой характер сложения газонных травостоев (3 балла по пятибальной шкале для оценки декоративности газона), в опытной варианте – сомкнуто-мозаичный (4 балла). В результате комплексной оценки установлено, что газонный травостой на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО имеет удовлетворительное качество (16 баллов по тридцатибальной шкале), на грунте насыпном, применяемом при благоустройстве городских территорий, – посредственное (9 баллов) (рисунок 1).



а)



б)

а) газон в опытном варианте; б) газон в контрольном варианте

Рисунок 1 – Качество газонных травостоев (июнь 2023 г.)

В августе диапазон различий по количеству побегов на единицу площади в опытном (132,5 шт/100 см²) и контрольном (98,3 шт/100 см², НСР₀₅ = 7,92 шт/100 см²) вариантах еще более увеличился. Для полесской природной зоны продуктивность побегообразования газонных трав на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО являлась отличной, на грунте насыпном, применяемом при благоустройстве городских территорий, – хорошей. Декоративность газонных травостоев в опытном и контрольном вариантах по пяти-

балльной шкале оценивалась четырьмя баллами. Согласно результатам комплексной оценки газонных травостоев, в августе качество газона на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО было хорошим (20 баллов), в контроле на грунте насыпном – удовлетворительным (16 баллов) (рисунок 2).

Таким образом, на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО уже в год посева был сформирован достаточно густой, хорошего качества газонный травостой.



а)



б)

а) газон в опытном варианте; б) газон в контрольном варианте

Рисунок 2 – Качество газонных травостоев (август 2023 г.)

Важным показателем при оценке газонных трав является устойчивость к повреждениям в зимний период и восстанавливаемость весной. При этом учитывается способность многолетних трав к побегообразованию [27]. Согласно литературным данным [28], увеличение плотности на второй год жизни отмечается у травостоев овсяницы красной, мятлика лугового и овсяницы тростниковой.

Овсяница красная обладает хорошей холодостойкостью и зимостойкостью. В травостое преобладают многочисленные прикорневые вегетативные побеги, формирующие плотный долгодлительный газон [29]. Мятлик луговой во второй и третий годы жизни также формирует травостой хорошего и отличного качества [28]. Исследования показали [30], что если в травостое газона холодостойких злаков менее 50 %, то газон плохо зимует и отрастание трав весной задерживается.

По сравнению с мятликом луговым и овсяницей красной, райграс пастбищный быстрее развивается в год посева, образуя к осени густой травостой из вегетативных побегов и прикорневых листьев [31, 32]. Данная культура характеризуется невысокой зимостойкостью. Одной из причин является неглубокое залегание узла кущения от поверхности почвы: в первый год жизни – 13 мм, во второй – 11 мм, в третий – 8 мм [31, 33]. Райграс пастбищный хорошо приспособлен к условиям умеренного влажного климата с мягкими зимами.

При благоприятных условиях райграс пастбищный на второй год жизни формирует травостой газонного типа отличного качества [28]. Также отмечается, что травостой райграса пастбищного, которые имели после зимы низкую декоративность из-за изреженности растений, к середине вегетации, как правило, восстанавливаются и характеризуются равномерным покрытием [33].

Погодные условия зимнего периода 2023–2024 гг. в районе проведения исследований были достаточно благоприятными для перезимовки многолетних злаковых трав. В первых двух декадах апреля средняя температура воздуха была выше климатической нормы, в третьей декаде наблюдался устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С в сторону повышения. На протяжении всего месяца отмечалось хорошее увлажнение верхнего десятисантиметрового слоя почвы [34]. Такие погодные условия положительно отразились на весеннем отрастании газонного травостоя, состоящего из овсяницы красной, мятлика лугового, райграса пастбищного и овсяницы тростниковой. В апреле качество газона на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО было хорошим, в контроле – удовлетворительным (таблица 2).

Таблица 2 – Качество газонов на второй год после посева

Вариант опыта	Оценка продуктивности побегообразования газонных трав		Оценка декоративности газонных травостоев		Комплексная оценка качества газонных травостоев	
	Количество побегов на 100 см ² , шт.	Балл	Характер сложения (смыкаемости) травостоя (размещения побегов)	Балл	Балл	Качество
Апрель						
Грунт насыпной	91,6	4	Сомкнуто-мозаичный	4	16	Удовлетворительное
Почвогрунт с ОСВ и ОТКО	118,6	5	Сомкнуто-мозаичный	4	20	Хорошее
НСР ₀₅	8,15					
Май						
Грунт насыпной	77,5	3	Мозаично-групповой	3	9	Посредственное
Почвогрунт с ОСВ и ОТКО	94,6	4	Сомкнуто-мозаичный	4	16	Удовлетворительное
НСР ₀₅	8,50					
Июнь						
Грунт насыпной	96,0	4	Сомкнуто-мозаичный	4	16	Удовлетворительное
Почвогрунт с ОСВ и ОТКО	123,6	5	Сомкнуто-мозаичный	4	20	Хорошее
НСР ₀₅	9,00					
Июль						
Грунт насыпной	106,7	5	Сомкнуто-мозаичный	4	20	Хорошее
Почвогрунт с ОСВ и ОТКО	131,9	5	Сомкнуто-мозаичный	4	20	Хорошее
НСР ₀₅	8,08					
Август						
Грунт насыпной	91,4	4	Сомкнуто-мозаичный	4	16	Удовлетворительное
Почвогрунт с ОСВ и ОТКО	109,5	5	Сомкнуто-мозаичный	4	20	Хорошее
НСР ₀₅	8,59					
Сентябрь						
Грунт насыпной	76,2	3	Мозаично-групповой	3	9	Посредственное
Почвогрунт с ОСВ и ОТКО	90,7	4	Сомкнуто-мозаичный	4	16	Удовлетворительное
НСР ₀₅	5,57					

В мае средняя температура воздуха была выше климатической нормы, а также отмечался значительный дефицит осадков [34]. Поскольку исследования проводились в условиях естественного увлажнения, неблагоприятные погодные условия способствовали ухудшению качества газона как на грунте насыпном, применяемом при благоустройстве городских территорий, так и на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО (таблица 2).

В следующие два месяца влагообеспеченность растений существенно улучшилась [34], что способствовало кущению многолетних

трав и, соответственно, увеличению плотности газонных травостоев в опытном и контрольном вариантах (рисунок 3). На почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО продуктивность побегообразования газонных трав в июне составила 123,6 шт/100 см², в июле – 131,9 шт/100 см². Для условий полеской природной зоны такая плотность травостоев оценивается как отличная. На грунте насыпном, применяемом при благоустройстве городских территорий, густота травостоя составила, соответственно, 96,0 шт/100 см² (4 балла) и 106,7 шт/100 см² (5 баллов).



а)



б)

а) газон в опытном варианте; б) газон в контрольном варианте

Рисунок 3 – Качество газонных травостоев (июнь 2024 г.)

В августе недостаток почвенной влаги и повышенный температурный режим [34] способствовали замедлению роста газонных трав и уменьшению продуктивности побегообразования. Однако, на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО, несмотря на снижение плотности побегов, качество газона оставалось хорошим (таблица 2).

В сентябре сохраняющаяся сухая погода в сочетании с повышенным температурным режимом [34] способствовали значительному уменьшению плотности газонных травостоев и появлению признаков усыхания растений. В условиях длительного периода дефицита осадков продуктивность побегообразования многолетних злаковых трав на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО снизилась до 90,7 шт/100 см², на грунте насыпном, применяемом при благоустройстве городских территорий, – до 76,2 шт/100 см². Таким образом, качество газона в опыте оценено как удовлетворительное, в контроле – посредственное.

Заключение

На почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО уже в год посева получен газон хорошего качества (20 баллов по тридцатибалльной шкале) с высокой продуктивностью побегообразования многолетних злаковых трав. На грунте насыпном, применяемом при благоустройстве городских территорий, отмечалась более низкая плотность травостоя, что отразилось на оценке качества газона (16 баллов).

На второй год после посева качество газонного травостоя на почвогрунте с использованием ОСВ и ОТКО было неизменно выше, чем в контроле на насыпном грунте, несмотря на неблагоприятные погодные условия, сложившиеся в начале и в конце вегетационного периода. Плотность травостоя на разработанном почвогрунте составила 90,7–131,9 шт/100 см², характер сложения – сомкнуто-мозаичный. На грунте насыпном, применяемом при благоустройстве городских территорий, количество побегов многолетних трав составило 76,2–106,7 шт. на 100 см², характер сложения газонного травостоя – мозаично-групповой и сомкнуто-мозаичный.

Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории гидроэкологии и экотехнологий, лаборатории биогеохимии Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси за проведение аналитических исследований по оценке агрохимического состава и содержания химических элементов в почвогрунтах.

Список цитированных источников

1. Утилизация органических отходов при создании и выращивании газонов / А. Д. Средин, Д. И. Мухортов, Е. М. Романов, К. А. Копылов // Экология урбанизированных территорий. – 2010. – № 2. – С. 78–83.
2. Шершнева, Е. С. Влияние почвенных грунтов на основе осадков сточных вод кожевенного производства на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы / Е. С. Шершнева, С. Д. Карякина // Вестник РГАТУ. – 2020. – № 2 (46). – С. 130–137. – DOI: 10.36508/rsatu.2020.78.76.021.
3. Головатый, С. Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С. Е. Головатый. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии, 2002. – 240 с.
4. Дрегуло, А. М. Иловые площадки как специфические объекты прошлого экологического ущерба (в частном бассейне Финского залива) / А. М. Дрегуло, В. В. Кулибаба, И. М. Гильдеева // Общество. Среда. Развитие. – 2016. – № 3. – С. 115–119.
5. Янин, Е. П. Осадки городских сточных вод как источник биологического загрязнения окружающей среды / Е. П. Янин // Экологическая экспертиза. – 2009. – № 2. – С. 48–77.
6. Обезвреживание отходов методом экологической биотехнологии / Ю. В. Корчевская, А. А. Кадысева, Г. А. Горелкина [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (137). – С. 170–173.
7. Комплексная утилизация осадков городских сточных вод с получением техногенного почвогрунта / М. В. Быкова, Д. М. Малюхин, Д. О. Нагорнов, А. А. Дука // Записки горного института. – 2024. – Т. 267. – С. 453–465.
8. Технологические направления по переработке органических отходов / С. Ю. Миронов, М. В. Протасова, Е. П. Проценко [и др.] // AUDITORIUM. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2017. – № 1 (13). – С. 30–42.
9. Шibaева, М. Е. Регулирование содержания тяжелых металлов в растениях с помощью инокулированных компостов / М. Е. Шibaева, И. А. Архипченко // Экология и промышленность России. – 2006. – № 8. – С. 33–35.
10. Лучицкая, О. А. Использование компоста на основе осадка сточных вод в цветоводстве / О. А. Лучицкая, С. М. Севостьянов // Агрохимический вестник. – 2010. – № 2. – С. 36–38.

11. Малюхин, Д. М. Экологические аспекты использования органогенных субстратов при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.36 / Малюхин Дмитрий Михайлович ; Российский гос. гидрометеорологический ун-т. – СПб., 2020. – 165 л.
12. Романов, Е. М. Утилизация органических отходов при выращивании дернины для газонов / Е. М. Романов, Д. И. Мухортов, А. Д. Средин // Вестник Марийского государственного технического университета. – 2010. – № 1 (8). – С. 69–74.
13. Получение почвогрунтов на основе компоста из ТБО / О. В. Орлова, Е. Д. Гущина, В. А. Арсентьев [и др.] // Экология и промышленность России. – 2007. – № 12. – С. 14–16.
14. Варламова, Л. Д. Эколого-агрохимическая оценка и оптимизация применения в качестве удобрений органосодержащих отходов производства : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.04 / Варламова Лариса Дмитриевна ; Морд. гос. ун-т им. Н. П. Огарева. – Саранск, 2007. – 42 с.
15. Перспективные безотходные технологии обработки осадка сточных вод для Московских очистных сооружений / М. Н. Козлов, О. В. Мойжес, Ю. А. Николаев [и др.] // Вода. – 2010. – № 10. – С. 19–22.
16. Опыт применения осадков водоподготовки в производстве почвогрунтов / К. Е. Хренов, Е. В. Шушкевич, М. Н. Козлов [и др.] // Вода. – 2011. – № 12. – С. 20–24.
17. Приемы улучшения качества органосодержащих отходов, используемых для удобрения / Л. Д. Варламова, В. Г. Бусоргин, И. Д. Короленко, Н. А. Соница // Агрохимический вестник. – 2011. – № 2. – С. 16–18.
18. Вавилова, Л. В. Оценка микробиологического и физико-химического качества почвогрунта на основе осадка сточных вод / Л. В. Вавилова, Е. В. Савенко // Актуальные вопросы науки и образования. – 2022. – № 2. – С. 29–33.
19. Почвогрунты с использованием осадков сточных вод коммунальных очистных сооружений и органической части твердых коммунальных отходов : ТУ ВУ 290061754.010–2025. – URL: <https://gskp.by/produkcija/item/pochvogrunt-universalny-209042> (дата обращения: 17.11.2025).
20. Удобрения органические, почвогрунты и субстраты для рекультивации с использованием осадков сточных вод. Общие технические условия : СТБ 2668-2024. – Введ. 01.04.2025. – Минск : Госстандарт, 2024. – 14 с.
21. Компостирование осадков сточных вод и органической части твердых коммунальных отходов / Н. Ф. Терлецкая, А. С. Антонюк, А. Н. Гапонюк, А. И. Чухольский // Природопользование. – 2025. – № 1. – С. 100–109.
22. Почвы. Методы определения общего азота : ГОСТ 26107–84. – Введ. 01.01.1985. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 12 с.
23. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО : ГОСТ 26207–91. – Введ. 01.07.1993. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
24. Качество почвы. Определение микроэлементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии индуктивно связанной плазмы (ИСП-АЭС) : ГОСТ ISO 22036–2014. – Введ. 01.07.2015. – М. : Стандартиформ, 2015. – 27 с.
25. Лаптев, А. А. Газоны / А. А. Лаптев. – Киев : Наук. думка, 1983. – 176 с.
26. Погода и климат. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php> (дата обращения: 04.10.2023).
27. Восстанавливаемость газонного травостоя в зависимости от видового состава / Т. Б. Тодорхоева, О. Ю. Давыдова, Е. А. Батоева, Л. С. Мункуев // Научное обеспечение развития АПК и сельских территорий Байкальского региона : материалы науч.-практ. конф., посвящ. Дню Российской науки, г. Улан-Удэ, 05–09 фев. 2018 г. / Бурятская гос. с.-х. акад. им. В. Р. Филиппова. – Улан-Удэ, 2018. – С. 65–68.
28. Тодорхоева, Т. Б. Комплексная оценка разных видов и сортов многолетних трав и их травосмесей при пастбищном, укосном и газонном использовании в условиях Центрального региона Российской Федерации : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.12 / Тодорхоева Туяна Борисовна ; Рос. гос. аграрн. ун-т – Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М., 2006. – 18 с.
29. Субботина, Я. В. Влияние агротехнических приемов ухода на качество газонных покрытий из травосмесей с овсяницей красной / Я. В. Субботина // Агротехнологии XXI века : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Пермь, 16–18 окт. 2018 г. / Пермский гос. агр.-технол. ун-т им. акад. Д. Н. Прянишникова ; ред.: Ю. Н. Зубарев [и др.]. – Пермь, 2018. – С. 88–93.
30. Видовой состав и соотношение компонентов газонных травосмесей для детских игровых площадок Предбайкалья / И. С. Шеметова, Ш. К. Хуснидинов, И. И. Шеметов, Т. Г. Кудрявцева // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 44-1. – С. 152–157.
31. Эколого-биологические и технологические основы возделывания райграса / В. Н. Золотарев, А. А. Зотов, Б. М. Кошен [и др.]. – Астана : Типография ИП Жанадилова С. Т., 2008. – 739 с.
32. Тодорхоева, Т. Б. Формирование декоративных покрытий разными видами низовых мятликовых трав / Т. Б. Тодорхоева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2009. – № 4 (17). – С. 73–75.
33. Уразова, Л. Д. Изучение образцов райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) в таежной зоне Западной Сибири / Л. Д. Уразова, О. В. Литвинчук, А. Б. Сайнакова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 7 (225). – С. 24–28. – DOI: 10.53083/1996-4277-2023-225-7-24-28.
34. Агрометеорология. – URL: <https://pogoda.by/observation/agro> (даты обращения: 18.04.2024; 20.06.2024; 28.08.2024; 07.10.2024).

References

1. Utilizacija organicheskih othodov pri sozdanii i vyrashchivanii gazonov / A. D. Sredin, D. I. Muhortov, E. M. Romanov, K. A. Kopylov // Ekologiya urbanizirovannyh territorij. – 2010. – № 2. – С. 78–83.
2. SHershneva, E. S. Vliyanie pochvennyh gruntov na osnove osadkov stochnyh vod kozhevennogo proizvodstva na agrohimicheskie pokazateli demovo-podzolistoj pochvy / E. S. SHershneva, S. D. Karyakina // Vestnik RGATU. – 2020. – № 2 (46). – С. 130–137. – DOI: 10.36508/rsatu.2020.78.76.021.
3. Golovatyj, S. E. Tyazhelye metally v agroekosistemah / S. E. Golovatyj. – Minsk : Institut pochvovedeniya i agrohimii, 2002. – 240 s.
4. Dregulo, A. M. Ilovye ploshchadki kak specificheskie ob"ekty proshlogo ekologicheskogo ushcherba (v chastnom bassejne Finskogo zaliva) / A. M. Dregulo, V. V. Kulibaba, I. M. Gil'deeva // Obshestvo. Sreda. Razvitie. – 2016. – № 3. – С. 115–119.
5. YAnin, E. P. Osadki gorodskih stochnyh vod kak istochnik biologicheskogo zagryazneniya okruzhayushchej sredy / E. P. YAnin // Ekologicheskaya ekspertiza. – 2009. – № 2. – С. 48–77.
6. Obezvrezhivanie othodov metodom ekologicheskoy biotekhnologii / YU. V. Korchevskaya, A. A. Kadyseva, G. A. Gorelkina [i dr.] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 3 (137). – С. 170–173.
7. Kompleksnaya utilizaciya osadkov gorodskih stochnyh vod s polucheniem tekhnogenno go pochvogrunta / M. V. Bykova, D. M. Malyuhin, D. O. Nagornov, A. A. Duka // Zapiski gornogo instituta. – 2024. – Т. 267. – С. 453–465.
8. Tekhnologicheskie napravleniya po pererabotke organicheskih othodov / S. YU. Mironov, M. V. Protasova, E. P. Prochenko [i dr.] // AUDITORIUM. Elektronnyj nauchnyj zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2017. – № 1 (13). – С. 30–42.
9. SHibaeva, M. E. Regulirovanie soderzhaniya tyazhelyh metallov v rasteniyah s pomoshch'yu inokulirovannyh kompostov / M. E. SHibaeva, I. A. Arhipchenko // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2006. – № 8. – С. 33–35.
10. Luchickaya, O. A. Ispol'zovanie komposta na osnove osadka stochnyh vod v cvetovodstve / O. A. Luchickaya, S. M. Sevost'yanov // Agrohimicheskij vestnik. – 2010. – № 2. – С. 36–38.
11. Malyuhin, D. M. Ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya organogennyh substratov pri rekul'tivacii poligonov tverdyh kommunal'nyh othodov : dis. ... kand. geogr. nauk : 25.00.36 / Malyuhin Dmitriy Mihajlovich ; Rossijskij gos. gidrometeorologicheskij un-t. – SPb., 2020. – 165 l.
12. Romanov, E. M. Utilizaciya organicheskih othodov pri vyrashchivanii

- demya dlya gazonov / E. M. Romanov, D. I. Muhortov, A. D. Sredin // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2010. – № 1 (8). – S. 69–74.
13. Poluchenie pochvogrunтов na osnove komposta iz TBO / O. V. Orlova, E. D. Gushchina, V. A. Arsent'ev [i dr.] // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2007. – № 12. – S. 14–16.
 14. Varlamova, L. D. Ekologo-agrohimicheskaya ocenka i optimizaciya primeneniya v kachestve udobrenij organosoderzhashchih othodov proizvodstva : avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk : 06.01.04 / Varlamova Larisa Dmitrievna ; Mord. gos. un-t im. N. P. Ogareva. – Saransk, 2007. – 42 s.
 15. Perspektivnye bezotходnye tekhnologii obrabotki osadka stochnyh vod dlya Moskovskih oчитnyh sooruzhenij / M. N. Kozlov, O. V. Mojzhes, YU. A. Nikolaev [i dr.] // Voda. – 2010. – № 10. – S. 19–22.
 16. Opyt primeneniya osadkov vodopodgotovki v proizvodstve pochvogrunтов / K. E. Hrenov, E. V. SHushkevich, M. N. Kozlov [i dr.] // Voda. – 2011. – № 12. – S. 20–24.
 17. Priemy uluchsheniya kachestva organosoderzhashchih othodov, ispol'zuemyh dlya udobreniya / L. D. Varlamova, V. G. Busorgin, I. D. Korolenko, N. A. Sonina // Agrohimicheskij vestnik. – 2011. – № 2. – S. 16–18.
 18. Vavilova, L. V. Ocenka mikrobiologicheskogo i fiziko-himicheskogo kachestva pochvogrunта na osnove osadka stochnyh vod / L. V. Vavilova, E. V. Savenko // Aktual'nye voprosy nauki i obrazovaniya. – 2022. – № 2. – S. 29–33.
 19. Pochvogrunty s ispol'zovaniem osadkov stochnyh vod kommunal'nyh oчитnyh sooruzhenij i organicheskoy chasti tverdyh kommunal'nyh othodov : TU BY 290061754.010–2025. – URL: <https://gskp.by/produkcija/item/pochvogrunт-universalny-209042> (data obrashcheniya: 17.11.2025).
 20. Udobreniya organicheskie, pochvogrunty i substraty dlya rekul'tivacii s ispol'zovaniem osadkov stochnyh vod. Obshchie tekhnicheskie usloviya : STB 2668-2024. – Vved. 01.04.2025. – Minsk : Gosstandart, 2024. – 14 s.
 21. Kompostirovanie osadkov stochnyh vod i organicheskoy chasti tverdyh kommunal'nyh othodov / N. F. Terleckaya, A. S. Antonyuk, A. N. Gaponyuk, A. I. CHuhol'skij // Prirodopol'zovanie. – 2025. – № 1. – S. 100–109.
 22. Pochvy. Metody opredeleniya obshchego azota : GOST 26107–84. – Vved. 01.01.1985. – M. : Izd-vo standartov, 1984. – 12 s.
 23. Pochvy. Opredelenie podvizhnyh soedinenij fosfora i kaliya po metodu Kirsanova v modifikacii CINA0 : GOST 26207–91. – Vved. 01.07.1993. – M. : Izd-vo standartov, 1992. – 6 s.
 24. Kachestvo pochvy. Opredelenie mikroelementov v ekstraktah pochvy s ispol'zovaniem atomno-emissionnoj spektrometrii induktivno svyazannoy plazmy (ISP-AES) : GOST ISO 22036–2014. – Vved. 01.07.2015. – M. : Standartinform, 2015. – 27 s.
 25. Laptev, A. A. Gazony / A. A. Laptev. – Kiev : Nauk. dumka, 1983. – 176 s.
 26. Pogoda i klimat. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php> (data obrashcheniya: 04.10.2023).
 27. Vosstanavlivaemost' gazonnogo travostoya v zavisimosti ot vidovogo sostava / T. B. Todorhoeva, O. YU. Davydova, E. A. Batoeva, L. S. Munkuev // Nauchnoe obespechenie razvitiya APK i sel'skih territorij Bajkal'skogo regiona : materialy nauch.-prakt. konf., posvyashch. Dnyu Rossijskoj nauki, g. Ulan-Ude, 05–09 fev. 2018 g. / Buryatskaya gos. s.-h. akad. im. V. R. Filippova. – Ulan-Ude, 2018. – S. 65–68.
 28. Todorhoeva, T. B. Kompleksnaya ocenka raznyh vidov i sortov mnogoletnih trav i ih travosmesej pri pastbishchnom, ukosnom i gazonnom ispol'zovanii v usloviyah Central'nogo regiona Rossijskoj Federacii : avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk : 06.01.12 / Todorhoeva Tuyana Borisovna ; Ros. gos. agrarn. un-t – Mosk. s.-h. akad. im. K. A. Timiryazeva. – M., 2006. – 18 s.
 29. Subbotina, YA. V. Vliyanie agrotekhnicheskikh priemov uhoda na kachestvo gazonnyh pokrytij iz travosmesej s ovsyancej krasnoj / YA. V. Subbotina // Agrotekhnologii XXI veka : materialy Mezhdanar. nauch.-prakt. konf., g. Perm', 16–18 okt. 2018 g. / Permskij gos. agr.-tekhrol. un-t im. akad. D. N. Pryanishnikova ; red.: YU. N. Zubarev [i dr.]. – Perm', 2018. – S. 88–93.
 30. Vidovoj sostav i sootnoshenie komponentov gazonnyh travosmesej dlya detskih igrovyyh ploshchadok Predbajkal'ya / I. S. SHemetova, SH. K. Husnidinov, I. I. SHemetov, T. G. Kudryavceva // Vestnik IrGSKHA. – 2011. – № 44-1. – S. 152–157.
 31. Ekologo-biologicheskie i tekhnologicheskie osnovy vozdeleyvaniya rajgrasa / V. N. Zolotarev, A. A. Zotov, B. M. Koshen [i dr.]. – Astana : Tipografiya IP ZHanadilova S. T., 2008. – 739 s.
 32. Todorhoeva, T. B. Formirovanie dekorativnyh pokrytij raznymi vidami nizovyh myatlikovyh trav / T. B. Todorhoeva // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filippova. – 2009. – № 4 (17). – S. 73–75.
 33. Urazova, L. D. Izuchenie obrazcov rajgrasa pastbishchnogo (Lolium perenne L.) v taezhnoj zone Zapadnoj Sibiri / L. D. Urazova, O. V. Litvinchuk, A. B. Sajnakova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – № 7 (225). – S. 24–28. – DOI: 10.53083/1996-4277-2023-225-7-24-28.
 34. Agrometeorologiya. – URL: <https://pogoda.by/observation/agro> (data obrashcheniya: 18.04.2024; 20.06.2024; 28.08.2024; 07.10.2024).

Материал поступил 13.02.2026, одобрен 23.02.2026, принят к публикации 23.02.2026