Постановление Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. N 514-ПП "Об утверждении методических рекомендаций и требований по производству компостов и почвогрунтов, используемых в городе Москве"

Во исполнение постановлений Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. N 514-ПП "О повышении качества почвогрунтов в городе Москве", от 24 октября 2006 г. N 841-ПП "О первоочередных мероприятиях по оздоровлению почв г. Москвы и о проведении эксперимента по рекультивации почв на участке в районе Савеловского вокзала", от 27 ноября 2007 г. N 1018-ПП "О внесении изменений и дополнений в постановление Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. N 514-ПП", распоряжения Правительства Москвы от 2 октября 2007 г. N 2185-РП "Об организации производства и поставок почвогрунтов в городе Москве" Правительство Москвы постановляет:

1. Утвердить Методические рекомендации по приготовлению и использованию почвогрунтов с заданными свойствами на основе котлованных грунтов и биокомпостов для целей озеленения (приложение 1).

2. Утвердить Методические рекомендации по приготовлению и использованию биокомпостов на основе лиственного опада древесных культур (приложение 2).

3. Утвердить Методические рекомендации по приготовлению и использованию биокомпостов на основе осадков сточных вод, листового опада и древесных опилок (приложение 3).

4. Утвердить Методические рекомендации по приготовлению и использованию биокомпостов на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ (приложение 4).

5. Утвердить Методику определения степени однородности и устойчивости во времени искусственных почвогрунтов заводского изготовления (приложение 5).

6. Утвердить экологические требования к почвогрунтам заводского изготовления в части их однородности и устойчивости во времени (приложение 6).

7. Департаменту природопользования и охраны окружающей среды города Москвы:

7.1. Обеспечить использование утвержденных методик и экологических требований (приложения 1, 5 и 6) в системе добровольной сертификации "Экологичные почвогрунты" (АНО "Московский экологический регистр").

7.2. При установлении фактов несоблюдения утвержденных требований (пп. 5, 6) при производстве искусственных почвогрунтов, повлекших ухудшение качества почвогрунтов, используемых для озеленения и благоустройства города Москвы, направлять в орган по сертификации почвогрунтов и их компонентов необходимую информацию для приостановки действия сертификата соответствия "Экологичные почвогрунты", а в случаях неоднократного обнаружения проб почвогрунтов, несоответствующих экологическим требованиям, - для прекращения действия сертификата соответствия.

7.3. Обеспечить отдельное издание приложений к настоящему постановлению в III квартале 2008 г.

8. Департаменту жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства города Москвы выполнять функции государственного заказчика по централизованной закупке почвогрунтов и функции по координации всего технологического процесса прохождения экологически чистых почвогрунтов как товара от изготовителя до потребителя в соответствии с требованиями настоящего постановления (приложения 5 и 6).

9. Настоящее постановление подлежит опубликованию в официальных изданиях Мэра и Правительства Москвы.

10. Контроль за выполнением настоящего постановления возложить на министра Правительства Москвы Бочина Л.А.

И.о. Мэра Москвы В.И. Ресин

Приложение 1 к постановлению Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. N 514-ПП

Методические рекомендации по приготовлению и использованию почвогрунтов с заданными свойствами на основе котлованных грунтов и биокомпостов для целей озеленения

1. Технология приготовления почвосмесей с заданными свойствами на основе котлованных грунтов

Искусственные техногенные почвы (почвосмеси) представляют собой многокомпонентные смеси, обеспечивающие нормальный рост и развитие растений. В искусственных почвогрунтах на основе котлованных грунтов идут те же процессы, что и в естественных почвах, поэтому они могут полностью заменить естественно-исторические почвы крупных городов.

Почвогрунты представляют собой смесь, состоящую из трех главных компонентов:

- котлованный грунт (покровный суглинок, флювиогляциальные пески, аллювиальный суглинок);
- биокомпост, полученный методом твердофазной аэробной ферментации из органических отходов (навоз КРС, торф, листья древесных культур, опилки и пр.);
- минеральные азотные удобрения.

Приготовлению почвогрунтов с заданными свойствами на основе котлованных грунтов должен предшествовать агрохимический анализ грунтов и биокомпостов, расчет доз минеральных удобрений и известковых материалов.

Главным условием приготовления качественной почвосмеси является тщательное перемешивание исходных компонентов, которое можно проводить либо в промышленных установках (смесителях) на предприятиях по обогащению котлованных грунтов, либо прямо на строительной площадке, в специально выделенном для этого месте.

Все вышеуказанное определяет принципиальные направления в технологии приготовления почвосмесей на основе котлованных грунтов:

- использование в технологическом процессе обогащения котлованных грунтов оборудования и средств механизации специализированного назначения (предприятия по обогащению грунтов с высокой производительностью).
- использование в технологическом процессе производства почвосмесей мобильных средств механизации как универсального, так и специализированного назначения.

Особый интерес представляют способы приготовления почвогрунтов непосредственно на строительных площадках, позволяющие получить значительную экономию средств на транспортировку готовых почвогрунтов от места их производства до места их применения.

Технологические процессы производства почвосмесей на основе котлованных грунтов включают выполнение следующих основных операций:

- подвоз котлованных грунтов (если почвосмеси готовятся не непосредственно на стройплощадке), складирование и подача на смешивание;
- подвоз, складирование и подача на смешивание биокомпостов;
- подвоз, складирование и подача на смешивание минеральных добавок;
- смешивание котлованных грунтов с биокомпостами и минеральными добавками в требуемой пропорции;
- погрузка почвосмесей в транспортно-технологические машины для использования в зеленом строительстве.

Биокомпост формируется с помощью бульдозеров и погрузчиков в бурты высотой до 5 метров. Склад биокомпоста можно располагать на площадке, имеющей упрощенное покрытие и полосу с бетонным дорожным покрытием. На бетонном покрытии можно располагать запас биокомпоста в весенне-осенний период распутицы, остальной его запас хранится на площадке с упрощенным покрытием, желательно под навесом или пленкой. Подача биокомпоста на смешивание обычно выполняется бульдозером или фронтальным погрузчиком.

Перед использованием загрязненный котлованный грунт необходимо очистить от строительного мусора, крупных камней и включений. Котлованный грунт хранится отдельно от строительного мусора в целях недопущения загрязнения.

Минеральные удобрения следует хранить в сухом, отапливаемом помещении с бетонным полом. Хранение минеральных добавок под открытым небом не допускается.

Приготовление почвосмесей с заданными свойствами осуществляется путем смешивания исходных компонентов согласно выбранной технологии с учетом конкретных условий и наличия техники. Операция смешивания должна обеспечивать получение почвосмеси фебуемого качества: влажности, реакции среды, обеспеченности питательными элементами, плотности, гомогенности и пр.

На строительных площадках перемешивание лучше всего проводить в наземных линзах с покрытием из монолитного бетона. На площадке выгружается котлованный грунт и бульдозером разравнивается слоем 50 см. Сверху фронтальным погрузчиком насыпают слой биокомпоста с минеральными добавками. Поверх этого слоя насыпается еще 50 см грунта, которые сверху закрываются слоем биокомпоста. Затем компоненты перемешиваются смесителем с заглубленным рабочим органом при движении агрегата челночным способом. В конце каждого прохода смеситель переводят в транспортное положение. Готовая почвосмесь сдвигается бульдозером в бурты высотой 2-2,5 метра или сразу загружается в автотранспорт.

Смешивание исходных компонентов можно проводить следующими агрегатами:

- смеситель, который навешивается на бульдозер Д-606;
- машина МПК-Ф-1;
- смесительная установка УКС-Ф-60;
- мобильный смеситель на машины ПРТ.

Полученные методом составления оптимальных смесей почвогрунты должны соответствовать следующим требованиям, предъявляемым к почвогрунтам для полной или частичной замены существующих почв под газонами, и при строительстве новых газонных покрытий.

Таблица 1

Нормативные показатели искусственных почвогрунтов

N п/п	Наименование параметра	Норма параметра
1	Внешний вид	Однородная сыпучая масса
2	Цвет	От буровато-серого до темно-серого
3	Включения, %	Более 0,5 см не допускаются, менее 0,5 см до 10%
4	Массовая доля воды, %	не более 20
5	Гранулометрический состав	
	Содержание физической глины (частицы < 0,01 мм), % к массе	От супесчаного до среднесуглинистого. 15-35
6	Размер агрегатов, см	не более 1
7	Органическое вещество, % к сухой массе	4-15
8	Плотность насыпная, г/см (т/м)	0,8-1,2
9	Реакция среды:	
	pH_KCl	5,5-6,0
	PH_H2O	6,1-7,1
10	Емкость катионного обмена, мг-экв/100 г почвы	не менее 15
11	Общее содержание солей:	
	- по удельной электропроводности, mSm/см	не более 3,0

	- по плотному остатку, г/л	не более 3,0
12	Содержание элементов питания, мг/кг:	
	- азота (NO3 + NH4)	50-200
	- фосфора (P2O5) по Кирсанову или Чирикову	100-200
	- калия (K2O) по Кирсанову или Чирикову	100-200
13	Валовое содержание тяжелых металлов, мг/кг:	Не выше 0,5 ОДК для свинца и 0,9 ПДК (ОДК) для остальных металлов
	медь	не более 117
	цинк	не более 198
	свинец	не более 65
	ртуть	не более 2
	свинец + ртуть	не более 60 + 1
	кадмий	не более 2
	никель	не более 70
	мышьяк	не более 9
	селен	не более 2
14	Содержание подвижных форм тяжелых металлов, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8, мг/кг:	
	медь	не более 2-3
	цинк	не более 23
	свинец	не более 3
	никель	не более 4
	марганец	не более 100
15	Бенз(а)пирен, мг/кг	не более 0,02
16	Пестициды (остатки), мг/кг	не более 0,2
17	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг	не более 370
18	Удельная эффективная активность техногенных радионуклидов, Бк/кг	не допускается
19	Патогенные микроорганизмы, в том числе:	
	- сальмонеллы в 25 г	не допускается
	- яйца гельминтов (жизнеспособных), шт/кг	не допускается
20	Нефтепродукты, мг/кг	не более 300
21	Семена сорных растений шт/кг	не более 15

Указанным требованиям соответствуют почвосмеси, приготовленные из котлованных грунтов легкого и среднего гранулометрического состава (флювиогляциальные пески и аллювиальные суглинки). Норма внесения биокомпоста соответствующего требованиям, приведенным в таблице 2, должна составлять от 15 до 20% от массы котлованного грунта. Если котлованный грунт имеет легкий гранулометрический состав и оптимальные водно-физические свойства, то норму внесения биокомпоста можно снизить, но не менее 10% от массы грунта.

Таблица 2

Нормативные показатели биокомпостов

N п/п	Наименование показателей	Норма параметра
1	Внешний вид	однородная сыпучая масса.

2	Размер агрегатов	не более 1 см
3	Включения камней и других посторонних предметов	более 0,5 см не допускаются, менее 0,5 см до 5%
4	Сухое вещество, %	не менее 40
5	Органическое вещество, %	не менее 20
6	Доля гуминовых веществ, % от общего содержания органического вещества	не менее 15
7	Соотношение C:N	не более 30
8	Общий азот, % на сухое вещество	не менее 1,5
9	Фосфор, % на сухое вещество	не менее 0,1
10	Калий, % на сухое вещество	не менее 0,2
11	Реакция среды:	
	pH	5,0-6,0
	pH	6,0-7,5
12	Фенолы, мг/кг	не более 15
13	Полициклические углеводороды, мг/кг	не более 0,02
14	90_Sr, Ки/кг	не более 5 x 10(-10)
15	137_Cs, Ки/кг	не более 5 x 10(-7)
16	Сумма радионуклидов, Ки/кг	не более 1 x 10(-8)
17	Тяжелые металлы, мг/кг, не более	
	Cd	20
	Co	100
	Cr	750
	Cu	1000
	Hg	16
	Mn	3000
	Mo	50
	Ni	300
	Pb	750
	Zn	2500
18	Жизнеспособные яйца гельминтов, шт/кг	отсутствуют
19	Титр кишечной палочки, не менее	0,01

Норма внесения дополнительного азота в виде минеральных удобрений должна определяться для каждой партии грунта, на основе его агрохимического анализа. В зависимости от содержания доступного растениям азота в котлованном грунте количество азотных удобрений должно быть таким, чтобы довести обеспеченность готовой почвосмеси до 150-200 мг/кг. Это имеет большое значение особенно на начальной стадии развития газонных трав.

2. Технология использования почвосмесей на основе котлованных грунтов

Искусственные почвогрунты должны полностью удовлетворять требованиям растений к водно-воздушному и питательному режимам.

Перед подсыпкой искусственными почвогрунтами необходимо привести в порядок поверхность территории. Состояние ее может быть разным. Площадь бывает занята деревьями, кустарником, завалена в значительной степени камнями. На строительных площадках котлованные грунты часто загрязнены строительным мусором, остатками бетона, цементной пылью. Поэтому перед тем как производить смешивание их с биокомпостом и минеральными добавками грунты

необходимо очистить от строительного и прочего мусора. Это обязательное условие при изготовлении искусственных почвогрунтов.

Следующая операция после подсыпки почвогрунта - планировка поверхности. Газон должен иметь идеально выровненную поверхность.

Верхний слой почвогрунта должен быть однородным по мощности на всем участке. Это обеспечит однородность структуры травостоя. Слой почвогрунта нельзя перемешивать с подстилающими нижними слоями малоплодородной для роста растений почвы. Поверхность почвогрунта необходимо выравнивать несколько раз, так как почвосмесь на основе котлованных грунтов легкосуглинистого и супесчаного гранулометрического составов заметно оседает после первых планировок. Оптимальная мощность слоя почвогрунта для создания газонов составляет 15-20 см.

Операции по обработке почвы проводятся на небольших площадях вручную, а на средних и больших участках с применением техники.

Перед посевом семян газонных растений почвогрунт необходимо уплотнить катком. Особенно тщательной обработки требует верхний слой почвы, в который засевают семена, и в котором будут развиваться молодые органы прорастающих растений. Посев семян трав осуществляется на глубину не более 1 см.

После посева семян рекомендуется произвести мульчирование поверхности небольшим количеством компоста или торфо-песчаной смесью для предотвращения излишнего испарения с поверхности почвогрунта и образования корки.

Использование для мульчирования чистого торфа не допускается, так как он выдувается ветром и пожароопасен. Торф в городе можно использовать только в качестве компонента при компостировании с органическими и минеральными удобрениями, а также для приготовления торфо-песчаных смесей.

После того как семена газонных трав дадут всходы необходимо провести подкормку азотными удобрениями, первый покос осуществить при высоте растений 10-15 см. Также рекомендуется провести поверхностное мульчирование стелющихся видов газонных трав компостом или торфо-песчаной смесью.

Приложение 2 к постановлению Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. N 514-ПП

Методические рекомендации по приготовлению и использованию биокомпостов на основе лиственного опала древесных культур

1. Технология приготовления биокомпостов на основе лиственного опада древесных культур методом твердофазной аэробной ферментации

Основное влияние на повышение плодородия городских почв оказывают органические удобрения. При этом наиболее важная роль среди органических удобрений отводится компостам. Значение компостов в городском озеленении определяется их комплексным положительным воздействием на все факторы почвенного плодородия - агрохимические, агрофизические и биологические. Биокомпосты, приготовленные методом твердофазной аэробной ферментации самое эффективное средство воспроизводства гумуса, энергетический материал для почвенной микробиоты, существенный источник элементов питания растений и важнейшее средство регулирования всех агрономически ценных свойств почвы.

В последние годы получило распространение малотоннажное производство новых видов органических удобрений на основе биоконверсии традиционного сырья (лиственный опад, древесные опилки и пр.) - биокомпостов, вермикомпостов, различных органоминеральных удобрений.

Появление новых видов органических удобрений требует проверки их агрономической эффективности и экологической безопасности в вегетационных и полевых опытах. Необходима также проверка экологической безопасности органических удобрений с ранее установленной агрономической эффективностью, которые использовались в озеленении без проведения должной экологической оценки их действия в системе почва-растение (сапропели, промышленные отходы и компосты, осадки сточных вод).

Важна также энергетическая оценка биокомпостов, поскольку затраты на их производство должны перекрываться энергетическим эффектом их действия на городские экосистемы.

Биокомпосты на основе лиственного опада древесных культур позволят максимально вовлечь в биологический круговорот отчуждаемые с листвой элементы питания в целях воспроизводства плодородия городских почв и охраны окружающей среды от загрязнения органическими отходами.

Среди многочисленных методов получения компостов одним из наиболее перспективных является метод твердофазной аэробной ферментации навоза и птичьего помета с материалами растительного происхождения, основанный на воздействии на компостируемую массу воздуха, подаваемого в принудительном порядке. Регуляция способов переработки трудногидролизуемого сырья растительного происхождения (листва) с навозом (пометом) достигается физическими, химическими и биологическими воздействиями, которые способны активизировать микрофлору исходного субстрата, а выделяемые последней ферменты активно преобразовывают субстрат в высокопитательные биокомпосты. При этом ускоряются процессы распада органического сырья и микробного синтеза, а получаемые продукты ферментации обладают экологической и санитарной чистотой.

2. Требования к условиям компостирования при приготовлении биокомпостов на основе лиственного опада древесных культур

2.1. Химическая активность микроорганизмов зависит от условий их культивирования (состава питательных субстратов, реакции среды, температуры, аэрации, состава газов, интенсивности перемешивания, окислительно-восстановительных режимов и др. факторов). Подобранные и стандартизированные условия культивирования микроорганизмов в смесях для компостирования позволяют получать конечный продукт требуемого качества.

В результате наших исследований был определен оптимальный режим культивирования микроорганизмов, позволяющий получить конечный продукт с заранее известными характеристиками.

2.2. Влажность компонентов и исходной смеси

В случае, когда в исходной смеси присутствуют и навоз и птичий помет, то влажность навоза должна составлять не более 75%, а оптимальная влажность птичьего помета не более 50%. Если влажность азотсодержащих компонентов смеси выше указанных величин, то стабилизировать влажность исходной смеси можно добавлением сухого лиственного опада. Начальная влажность исходной смеси навоза (помета) и листьев может составлять до 70-75%, а в процессе компостирования она снижается до оптимальной 60-65%. В процессе созревания биокомпоста температура еще более снижается (до 50-55%).

Компостные смеси с содержанием лиственного опада более 50% от массы требовали искусственного увлажнения перед загрузкой в биоферментер (до влажности 70%). В процессе биоферментации происходила интенсивная потеря влаги компостной смесью в среднем на 15-20%.

Для улучшения сроков хранения готового продукта рекомендуется после выгрузки подсушивать биокомпост до влажности 20-25%. При данной влажности биокомпост хорошо хранится в течение длительного периода.

2.3. Аэрация

Качество аэрации компостируемой смеси зависит не только от мощности продува, но и от структуры самой исходной смеси, представляющей собой трехфазную систему, состоящую из

твердой, жидкой и газообразной фаз. Минимальное свободное газовое пространство смеси должно составлять не менее 30%, т.е. смесь должна обладать достаточно хорошей пористостью.

В процессе компостирования лиственного опада очень важно равномерное перемешивание всего объема компостной массы, что достигается работой перемешивающего устройства биоферментера.

Для нормальной работы аэробной микрофлоры в компостируемой смеси концентрация кислорода не должна быть ниже 10-12%, это особенно важно в течение первых 3-4 суток.

Скорость проникновения воздушной смеси в компостируемую смесь должна быть на уровне 0,5 мм/с (1,6 м/ч), это дает возможность в течение суток произвести девятикратный воздухообмен.

После прохождения температурного максимума смеси принудительную аэрацию можно отключить, оставив только перемешивание. Воздухообмена за счет перемешивания компостируемой смеси будет достаточно для завершающей стадии процесса - созревания биокомпоста.

2.4. Температура субстрата и подаваемого воздуха

Компостные смеси на основе лиственного опада древесных культур с добавлением навоза и птичьего помета характеризуются интенсивным разогревом. При этом максимальные температуры процесса (60-65°C) достигаются на 6-7 сутки, затем происходит созревание биокомпоста, сопровождающееся постепенным снижением температуры.

Оптимальными температурами для завершения цикла компостирования лиственного опада являются температуры 60-65°C.

Для инициации процесса компостирования рекомендуется в начале процесса (на 1-1,5 суток) подавать в биоферментеры воздушную смесь, нагретую до 40°C, после чего можно подавать воздух обычной (комнатной температуры), с обязательным перемешиванием компостируемой массы.

При достижении равномерной по всему объему смеси температуры 60°C полная гибель патогенной микрофлоры наблюдалась через трое суток, а потеря всхожести сорняков наблюдалась через 1,5 суток.

2.5. Отношение углерода к азоту

Наилучшее соотношение углерода к азоту (от 20 до 28) отмечалось в смесях следующего состава: 1) 33% листьев:33% навоза: 33% помета; 2) 50% листьев: 25% навоза: 25% помета. Исходные компостные смеси обеспечивали хорошую скорость компостирования и наилучшее качество готового биокомпоста.

Увеличение в исходных смесях соотношения C:N до 33 (66% листьев:16% навоза:16% помета) и до 55 (83% листьев:8% навоза:8% помета) приводило к значительному увеличению времени компостирования и получению био-компостов с посторонними включениями в виде черешков неразложившихся листьев. Биокомпосты, приготовленные на основе смесей с повышенным содержанием листьев, требуют дополнительных затрат на контрольную сепарацию и дают значительное количество (до 35%) отходов.

В исходных смесях с повышенным содержанием лиственного опада (свыше 50%) для получения оптимального соотношения C:N рекомендуется добавлять 0,5-0,8% азота в виде минеральных удобрений.

2.6. Физические и химические свойства исходной смеси

Дробление лиственного опада перед смешиванием с навозом и пометом способствовало более равномерному нагреву смеси, уменьшало избыточное высушивание вследствие нарушения капиллярной системы и предохраняло компостируемую массу от избыточной потери тепла.

Механическое дробление листвы обеспечивало нагрев компостируемой массы, имеющей положительную температуру, в среднем на 5°C больше, чем нагрев компостных смесей содержащих не дробленые листья.

Рекомендуемая степень размельчения листьев 5-7 мм. Измельчение листьев на частицы менее 5 мм приводило к повышению плотности и ухудшению порозности компостной смеси, что приводило к ухудшению поступления кислорода в объем, уменьшению выделения CO_2 из объема и снижению скорости компостирования.

Дробление листьев позволило почти на 25% увеличить выход биокомпоста с единицы массы перерабатываемой смеси. При этом количество отходов при контрольной сепарации снижалось с 25-35% до 10-15% от веса перерабатываемой массы. Отходы, получаемые при контрольной сепарации, рекомендуется возвращать в биоферментер к исходной смеси в качестве бактериальной затравки.

Нейтральная или слабощелочная реакция среды исходных смесей может быть стабилизирована использованием в качестве минеральных добавок физиологически кислых азотных удобрений.

2.7. Минеральные добавки

При производстве биокомпостов на основе лиственного опада древесных культур, содержащего большое количество углерода, недостаток азота в исходной смеси можно компенсировать внесением 0,5-0,8% азотных удобрений (аммиачной селитры, мочевины), что приводит к ускорению процесса компостирования и получению биокомпоста более сбалансированного по питательному составу. Для получения более сбалансированного по элементам питания биокомпоста и увеличения в нем доступного фосфора рекомендуется добавлять в исходные смеси 0,5-1,0% фосфоритной муки (двойного суперфосфата, фосфогипса).

2.8. Время компостирования

Наиболее эффективно основная фаза микробиологического процесса (термическая фаза) осуществляется за 60-70 часов. Сокращение времени пребывания органического сырья в биоферментере до 60 часов приводит к получению некачественного биокомпоста, зараженного патогенной микрофлорой. Напротив, увеличение времени компостирования свыше 70 часов приводит к ухудшению питательных свойств биокомпоста, потерям питательных элементов.

Полностью готовый биокомпост на основе лиственного опада древесных культур получается на 10-14 сутки.

Технологическая схема производства биокомпостов на основе лиственного опада древесных культур, навоза и птичьего помета рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

- измельчение листвы до частиц размером 5-7 мм ;
- внесение минеральных добавок, стимулирующих ее разложение;
- смешивание листвы с навозом и птичьим пометом;
- подача полученной смеси в ферментер;
- подача нагретого воздуха с постоянным перемешиванием;
- после разогрева смеси до 50°С, подача воздуха комнатной температуры;
- созревание компоста, сопровождающееся снижением температуры смеси;
- выгрузка и контрольная сепарация биокомпоста.

Полученные биокомпосты на основе лиственного опада древесных культур с добавлением навоза и птичьего помета представляли собой рыхлую массу темно-бурого цвета, состоящую из частиц размером от 1-2 мм до 0,6 см, не обладающую неприятными запахами. В биокомпостах вариантов 33% листьев + 33% навоза + 33% птичьего помета и 50% листьев + 25% навоза + 25% птичьего помета, листва подвергалась полному микробиологическому разложению и морфологически выражалась незначительно.

В биокомпостах вариантов 66% листьев + 16% навоза + 16% птичьего помета прослеживались кусочки листовых пластинок и черешки листьев. При содержании в исходных смесях более 50% лиственного опала требуется контрольная сепарация готового биокомпоста для удаления крупных, неразложившихся частиц органического вещества. Просеянные фрагменты рекомендуется возвращать в рецикл.

В целом при соблюдении рекомендуемых условий твердофазной аэробной ферментации для получения качественных биокомпостов рекомендуется следующий состав исходных смесей - не более 50% лиственного опада и остальная часть - смесь навоза крупного рогатого скора и птичьего помета в равной пропорции.

3. Технология использования биокомпостов на основе лиственного опада древесных культур

Основное направление использования биокомпостов на лиственного опада древесных культур в городе Москве - благоустройство и озеленение. Биокомпосты можно использовать для приготовления почвосмесей с песком, природной почвой участка, при проведении работ по рекультивации нарушенных земель, замене старых газонных покрытий, замене истощенного плодородного слоя городских почв. Биокомпосты на основе лиственного опада можно использовать в качестве мульчирующего материала, вместо торфа.

Вышеперечисленные свойства биокомпостов позволяют применять их (при условии соблюдения нормативов по содержанию тяжелых металлов) в зеленом строительстве, в питомниках, декоративном цветоводстве, а также при рекультивации нарушенных земель (карьеров, бывших свалок и т.д.) в дозах 2-5 т/га, при расчете на 30-см слой почвы. Следует отметить хорошие физико-механические и физико-химические характеристики компостов как мелиоранта городских почв с повышенной плотностью, кислотностью и засоленностью.

Использование биокомпостов на основе лиственного опада должно осуществляется на принципах отсутствия отрицательных экологических и социальных последствий, вреда здоровью человека и домашних животных.

Приложение 3 к постановлению Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. N 514-ПП

Методические рекомендации по приготовлению и использованию биокомпостов на основе осадков сточных вод, листового опала и древесных опилок

1. Технология приготовления биокомпостов на основе осадков сточных вод, листового опада и древесных опилок

На протяжении многих десятилетий во всем мире осадки сточных вод используются как органическое удобрение в сельском хозяйстве. Многочисленные отечественные и зарубежные научные исследования в этой области показали, что удобрительная ценность осадков определяется наличием в них азота, фосфора, калия, а также присутствием микроэлементов - бора, молибдена, марганца, меди и др. Общее количество питательных веществ в ежегодно образующемся осадке Московских станций аэрации могло бы обеспечить элементами питания более 70 тыс. гектаров сельскохозяйственных угодий.

Несмотря на высокую удобрительную ценность осадков сточных вод, их применение агропромышленном комплексе России и в зеленом строительстве, в то время как в развитых странах Западной Европы и Америки в качестве удобрения используется около 40% всего объема образующихся осадков.

Увеличить долю использования осадков сточных вод можно за счет использования осадка в качестве основы для создания высокопитательных биокомпостов. Дополнительно город Москва может решить проблему утилизации большого количества листового опада, древесных опилок (стружки) и других органических отходов городского хозяйства.

Ввиду сложившегося дефицита минеральных удобрений и резкого удорожания их производства, истощения городских почв из-за значительной техногенной нагрузки на них, приготовление биокомпостов методом твердофазной аэробной ферментации в настоящее время представляется не только научно и экспериментально обоснованным, но и экономически выгодным направлением развития городского хозяйства.

Утилизация осадка московских станций аэрации в виде биокомпостов в зеленом строительстве и благоустройстве является одним из наиболее рациональных и экономичных методов его использования. В Москве и Подмосковье ситуация на рынке органических удобрений и почвогрунтов для такой динамично развивающейся отрасли, как городское озеленение является весьма сложной из-за их острого дефицита.

Основным препятствием для применения осадков сточных вод Московских станций аэрации всегда являлось высокое содержание в них тяжелых металлов, однако в последнее время их содержание уменьшилось в 5-10 раз из-за снижения количества и загрязненности промышленных стоков, принимаемых в канализационную сеть. В процессе компостирования за счет смешивания осадков сточных вод с влаго-поглощающими компонентами (листва, опилки и пр.) происходит еще более значительное снижение содержания тяжелых металлов в конечном продукте - биокомпосте.

Широкое использование сброженного осадка в частом виде как удобрительный материал для городского озеленения сдерживается его объективными недостатками:

- наличием специфического запаха;
- высокой вязкостью;
- непривлекательным товарным видом;
- бактериальной обсемененностью.

Наиболее рациональным способом решения данной проблемы является компостирование сброженного осадка методом твердофазной аэробной ферментации в специальных установках - биоферментерах, в результате комплекса биохимических процессов минерализации и частичной гумификации органических соединений в аэробных условиях, обусловленных деятельностью смешанных популяций микроорганизмов.

Компостирование сброженных осадков сточных вод методом твердофазной аэробной ферментации позволяет получить из них удобрение высокого качества. В процессе биоферментации происходит бактериальное обеззараживание осадка, понижение его влажности. Готовые биокомпосты имеют привлекательный товарный вид, обладают благоприятными физико-химическими и механическими свойствами, которые улучшают структуру, водно-воздушный режим и в целом плодородие почв.

Компостирование сырых осадков является хорошо изученным процессом, как в России, так и за рубежом.

Оно требует значительных энергозатрат на продувку массы воздухом. Компостирование сброженных осадков в нашей стране до настоящего времени не имело распространения, прежде всего из-за малого количества метантенков и установок по механическому обеззараживанию. Компостирование сброженного осадка происходит быстрее и с меньшими затратами. Таким образом, сочетание процессов сбраживания с последующим компостированием методом твердофазной аэробной ферментации представляется экономически наиболее перспективным направлением подготовки осадка сточных вод к его утилизации в городском зеленом строительстве.

2. Требования к условиям компостирования при приготовлении компостов на основе осадков сточных вод, листового опада и древесных опилок

2.1. Влажность компонентов и исходной смеси

Наиболее активная микробиологическая деятельность наблюдается при влажности исходной смеси на основе осадков сточных вод равной 60-65%. Для получения смесей такой влажности необходим большой расход влагопоглощающих материалов. Меняя долю и вид наполнителя в компостируемой массе можно не только регулировать воздушный и водный режимы субстрата, но и уменьшать влажность осадков сточных вод путем увеличения пористости.

При содержании влагопоглощающих компонентов (опилки, листья) более 50% приводит к пересыханию биокомпоста и обеднению его легкоразлагаемыми органическими веществами.

Для исходных смесей в составе которых преобладает осадок сточных вод (они более влажные и плотные) рекомендуется установить режим более интенсивного перемешивания ротора биоферментера.

Влажность смеси также можно регулировать добавлением в биоферментер микробиологических добавок (затравки) в виде сгущенного активного ила или небольших порций готового биокомпоста. Они ускоряют процесс ферментации, и способствуют ускорению разогрева и стабилизируют влажность субстрата. Использование той или иной микробиологической добавки зависит от удобства (технологичности) смешения и требуемой влажности субстрата. Если влажность исходной смеси избыточна (свыше 65%), то предпочтительнее добавлять более сухой готовый биокомпост. Если начальная влажность невысокая (50- 55%), то в исходную смесь необходимо вводить сгущенный активный ил. Количество вносимого активного ила должно определяться заданной оптимальной влажностью, а доля вносимого в качестве затравки готового биокомпоста не должна превышать 10-15% по массе, а при качественном перемешивании достаточно и менее 10%.

2.2. Аэрация

При компостировании осадка сточных вод методом твердофазной аэробной ферментации главным фактором, лимитирующим разогрев субстрата, на наш взгляд, является недостаточная аэрация в противовес имеющемуся в литературе мнению о недостатке легкоразлагаемых веществ в термофильно сброженном осадке и его неспособности набрать высокую температуру в процессе компостирования.

Минимальное свободное газовое пространство исходной смеси должно составлять не менее 30%. В процессе ферментации необходимо добиваться равномерного проникновения кислорода в компостируемую смесь. Биоферментер должен быть оборудован регулируемой принудительной вентиляцией и механизмом перемешивания субстрата. Неперерывное перемешивание способствует образованию и схлопыванию микро- и макропустот, в которых за счет ваккум-эффекта происходит засасывание нагретого кислородсодержащего газа с температурой около 60°С. Это обеспечивает не только хорошую аэрацию, но и быстрый разогрев всей массы перерабатываемого сырья.

Скорость проникновения воздушной смеси в компостируемую массу должна быть на уровне 0,3 мм /сек (около 1 м/час).

Концентрация кислорода в компостируемой смеси не должна опускаться ниже 8-10%.

Потребность в кислороде неодинакова в течение всего процесса ферментации: она низка в мезофильной стадии и возрастает до максимума в термофильной стадии. В процессе остывания и созревания компоста аэрация не требуется.

2.3. Температура субстрата и подаваемого воздуха

Для ускорения микробиологических процессов и накопления питательных веществ в компосте рекомендуется продувать субстрат нагретым до 50°С воздухом, что приводит к длительному повышению температуры перерабатываемого субстрата до 60°С. При достижении температуры субстрата 55-60°С рекомендуется чередовать подачу в биоферментеры теплого воздуха с интервалом 2-3 часа, чтобы позволить термофильной микрофлоре более полно использовать свой энзиматический аппарат для переработки органического вещества. Чередование в продуве компостируемой массы теплым воздухом позволяет за более короткий срок добиться получения высококачественного биокомпоста.

Оптимальной температурой, для осуществления полного цикла микробиологического разложения компостной смеси на основе осадка сточных вод, являются температуры 55-60°С.

Продув смесей с повышенной влажностью теплым воздухом может частично компенсировать интенсивное перемешивание, ускорить разогрев субстрата до высоких температур, позволит достичь полного обеззараживание и ускорения темпов компостирования.

2.4. Отношение углерода к азоту

Исходные смеси для компостирования, в состав которых входит 30-50% влагопоглощаюших материалов (древесные опилки и листва) обеспечивают получение наиболее качественных биокомпостов на основе осадков сточных вод. Для компостирования методом твердофазной аэробной

ферментации рекомендуется использовать сброженный осадок сточных вод, так как свежий осадок обладает неблагоприятными водно-физическими свойствами.

Увеличение в исходных смесях доли осадка сточных вод (до 70-80%) признано нецелесообразным из-за потерь элементов питания с влагой и в газообразной форме. Увеличение доли древесных опилок и листвы в исходных смесях замедляет процесс ферментации (созревания) биокомпоста и снижает его питательную ценность для растений.

Оптимальное соотношение углерода к азоту в смесях для приготовления биокомпостов методом твердофазной аэробной ферментации на основе осадков сточных вод составляет C:N = 13-16. Расширение и сужение соотношение между углеродом и азотом увеличивает время компостирования и снижает качество готового компоста.

2.5. Физические и химические свойства исходной смеси

Для гумификации клеточных оболочек древесных опилок и листвы необходимо разрушение изолирующих их слоев пробковой ткани, которое достигается предварительным дроблением исходных компонентов на более мелкие частицы. Чем меньше размер частиц, тем больше удельная поверхность, открытая для работы микроорганизмов, тем быстрее будет проходить компостирование.

Одна из наиболее затратных частей процесса подготовки исходных компонентов к компостированию - это размол опилок и листвы с последующим внесением добавок и смешиванием. Однако дробление позволяет на 10-20% увеличить выход компоста с единицы веса перерабатываемой массы, что в 2-3 раза окупает затраты на эту операцию. Как следствие снижается количество отходов при контрольной сепарации компоста с 25-35% до 10-15% от веса перерабатываемой компостной массы.

Для механизированных установок по биоферментации с перемешиванием и принудительной аэрацией наилучшими размерами частиц являются 5-10 мм .

Разные группы микроорганизмов по-разному реагируют на изменение реакции среды. Так как в начале процесса компостирования основное участие принимают бактерии, рекомендуется, чтобы исходная смесь для компостирования имела слабокислую или близкую к нейтральной реакцию среды.

2.6. Минеральные добавки

С увеличением в исходной смеси доли компонентов, содержащих большое количество целлюлозы и лигнина (свыше 50% древесных опилок и листвы), получить качественный биокомпост можно дополнительным обеспечением питания микрофлоры компоста, что достигается внесением азота и фосфора. Азот и фосфор можно давать в виде минеральных удобрений (азотные - мочевина, аммиачная селитра; фосфорные - фосфоритная мука, двойной суперфосфат). К измельченным опилкам и листве перед загрузкой в биоферментер рекомендуется добавить 1% азота и 0,25% фосфора в расчете на сухую массу.

2.7. Время компостирования

При достижении равномерной по всему объему компостируемой смеси температуры 50-55°C полная дегельминтизация наступает через четверо суток, а потеря всхожести семян сорных растений через 4-5 дней. Сигналом готовности биокомпоста является падение температуры в смеси до 25-30°C, которая контролируется при помощи термодатчиков совмещенных с влагомерами.

Основная фаза микробиологического процесса (термическая фаза) осуществляется за 3-5 суток. Биокомпост бывает полностью готов к использованию на 8-10 сутки.

Технологическая схема производства биокомпостов на основе осадков сточных вод, древесных опилок и листвы рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

- измельчение древесных опилок и листвы до размера частиц 5-10 мм;
- внесение минеральных добавок, стимулирующих ее разложение;
- перемешивание опилок и листвы;
- смешивание опилок и листвы со сброженным осадком сточных вод;
- подача полученной смеси в ферментер;
- подача нагретого воздуха с постоянным перемешиванием;
- после разогрева смеси, чередование в подаче воздуха;
- созревание компоста, сопровождающееся снижением температуры смеси;
- выгрузка и контрольная сепарация биокомпоста.

Полученные биокомпосты на основе сброженного осадка с добавлением древесных опилок и листового опала представляли собой рассыпчатую нелипнущую рыхлую массу темно-серо-буровато-коричневого цвета, состоящую из частиц размером от 1-2 мм до 0,6 см, практически не обладающую неприятными запахами. В биокомпостах вариантов 66% осадка + 16% листьев + 16% опилок и 83% осадка + 8% листьев + 8% опилок, целлюлозосодержащие компоненты почти полностью разложились и морфологически выражались незначительно. В остальных биокомпостах вариантов 33% осадка + 33% листьев + 33% опилок и 50% осадка + 25% листьев + 25% опилок, листва и особенно древесные опилки прослеживались. При содержании в исходной смеси менее 60% осадка сточных вод требуется контрольная сепарация готового биокомпоста для удаления крупных, неразложившихся частиц органического вещества. Просеянные крупные фрагменты рекомендуется возвращать в рецикл.

В целом при вышеизложенных условиях биокомпостирования для получения качественного продукта рекомендуется следующий состав исходных смесей - не менее 60% сброженного осадка сточных вод и по 20% листьев и опилок.

3. Технология применения почвосмесей на основе котлованных грунтов

Основное направление использования биокомпостов на основе осадков сточных вод - это благоустройство и городское озеленение. Биокомпосты можно использовать для приготовления почвосмесей при проведении работ по рекультивации нарушенных земель, замене старых газонных покрытий, замене истощенного плодородного слоя городских почв. Также биокомпосты можно использовать в качестве мульчирующего материала, вместо опасного в пожарном отношении торфа.

Вышеперечисленные свойства биокомпостов позволяют применять их (при условии соблюдения нормативов по содержанию тяжелых металлов) в зеленом строительстве, в питомниках, декоративном цветоводстве, а также при рекультивации нарушенных земель (карьеров, бывших свалок и т.д.). Следует отметить хорошие физико-механические характеристики компостов как мелиоранта городских почв с повышенной плотностью, кислотностью и засоленностью.

Использование осадков сточных вод для приготовления компостов должно осуществляется на принципах отсутствия отрицательных экологических и социальных последствий, вреда здоровью человека и домашних животных.

Требования к порядку применения биокомпостов на основе осадков сточных вод в качестве удобрения направлены на защиту окружающей среды от загрязнения и рациональное использование природных ресурсов. Внесение биокомпостов на основе осадков сточных вод в почву должно осуществляться в дозах, исключающих накопление в агроценозах элементов в количествах, превышающих действующие на территории Российской Федерации санитарно-гигиенические нормативы.

Применение биокомпостов на основе осадков сточных вод с целью повышения биологической продуктивности почв сельскохозяйственных угодий не должно приводить к превышению санитарно-гигиенических нормативов на вещества и элементы в почве по номенклатуре показателей санитарного состояния почв ГОСТ 17.4.2.01, при рекультивации нарушенных земель (в том числе городских почв) допускается формирование плодородного слоя почвы с категориями санитарного состояния слабозагрязненная по бактериологическим и гельминтологическим показателям в

соответствии с классификацией "Оценочных показателей санитарного состояния почвы населенных мест", 1987.

Исходя из того, что в составе осадков сточных вод содержится ряд тяжелых металлов, способных к активной транслокации в растения, необходимо нормирование внесения биокомпостов на основе осадков сточных вод в почву с учетом концентрации в них тяжелых металлов.

Определение допустимого количества тяжелых металлов, поступающих в почву в составе биокомпостов на основе осадков сточных вод, основано на том, что после их внесения содержание контролируемого элемента в пахотном слое не должно превышать ПДК.

$$Ф + Д \leq ПДК,$$

где:

Ф - исходное содержание металла в почве до внесения биокомпоста на основе осадка сточных вод;

Д - дополнительное поступление данного металла в пахотный слой с биокомпостом на основе осадка сточных вод;

ПДК - допустимый уровень металла в почве, мг/кг.

Величина допустимого поступления в почву того или иного металла с биокомпостом ($Д_{общ.}$) определяется по формуле:

$$Д_{общ.} = (ПДК - Ф) \times М \times К,$$

где:

М - масса пахотного слоя почвы, т/га в пересчете на сухое вещество;

К - коэффициент регрессии, зависящий от физико-химических свойств почвы.

Средняя ежегодная доза внесения биокомпоста на основе осадка сточных вод в почву рассчитывается по формуле:

$$Д_{ср.} = Д_{общ.} / Т \times С_к,$$

где:

$Д_{ср.}$ - средняя ежегодная доза внесения биокомпостов на основе осадка сточных вод в почву, т/га на сухую массу;

Т - максимальный общий срок внесения биокомпостов на основе осадка сточных вод на один и тот же участок, год.

Максимальная разовая доза внесения биокомпостов на основе осадка сточных вод в почву ($Д_{макс.}$) при частоте внесения один раз в пять лет составит 5 $Д_{ср.}$ (т/га по сухому веществу).

После расчета $Д_{макс.}$ по каждому тяжелому металлу в качестве рекомендуемой к применению дозы берется наименьшая, то есть по лимитирующему металлу.

Расчет максимально допустимой дозы внесения биокомпостов на основе осадков сточных вод проводится по металлам, накопление которых в почве может приводить к нарушению экологического равновесия городских почв (кадмию, меди, никелю, свинцу, хрому и цинку).

По содержанию тяжелых металлов и элементов готовые биокомпосты на основе осадков сточных вод можно разделить на четыре группы (таблица 1). Элементом, определяющим групповую принадлежность биокомпоста, является элемент, содержание которого в наибольшей степени превышает допустимый его уровень в компосте, соответствующий уровню группы.

Таблица 1

Санитарно-технические показатели биокомпостов на основе осадков сточных вод

Название элемента	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Метод определения
основные с/х культуры в садоводстве		зерновые, кормовые, технические	кормовые и технические, питомники		
не более	в пределах				
мг/кг сухого вещества					
Никель	50	50-100	100-150	15-300	ГОСТ Р 8.563-96
Хром	1000	100-300	300-500	500-1000	
Свинец	200	200-400	400-600	600-800	
Кадмий	5	5-10	10-15	15-30	
Цинк	800	800-1500	1500-2000	2000-3000	
Медь	250	250-500	500-800	800-1500	
Ртуть	2	2-3	3-4	4-6	
Мышьяк	3	3-5	5-10	10-15	

В соответствии с групповой принадлежностью биокомпостов определяется технология их применения в городском озеленении, цветоводстве, питомниках декоративных и плодовых культур, а также в садоводстве, семеноводстве и под основные сельскохозяйственные культуры (кроме картофеля). При применении компоста на почвах с $pH_{KCl} < 6,5$ независимо от их физических, физико-химических свойств и генетической принадлежности проводится предварительное известкование, исходя из уровней гидролитической кислотности в дозе, равной 1,5-2,0 ед., но не менее 2 т/га доломитовой муки. Компост 1-2 групп применяется на всех почвенных разностях.

Группа 1: Применение в агрономически оптимальных дозах при непосредственном использовании в качестве удобрения, но не более 10 т/га в год по сухому веществу.

Группа 2: Применение в дозах не более 5 т/га в год по сухому веществу или один раз в три года, но не более 15 т/га с ежегодным контролем за фоновым содержанием кадмия и цинка в почве.

Группа 3-4: Применение в дозах 5-10 т/га по сухому веществу раз в 3-5 лет с обязательным контролем за изменением фонового содержания элементов в почве.

Биокомпост с показателями, превышающими их группы, запрещено использовать в сельском хозяйстве и садоводстве. Используется он в качестве компонента почвенных смесей в зеленом строительстве городов и при рекультивации промышленных отвалов, не используемых в дальнейшем для выращивания растительной продукции, идущей в пищу человека и животных.

Приложение 4 к постановлению Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. N 514-ПП

Методические рекомендации по приготовлению и использованию биокомпостов на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ

1. Методические рекомендации по приготовлению и использованию биокомпостов на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ

1.1. Технология приготовления биокомпостов на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ методом твердофазной аэробной ферментации

Один из видов хозяйственно-бытовых отбросов жизнедеятельности крупных городов, образующийся вблизи деревообрабатывающих предприятий и овощехранилищ это древесные опилки

и отходы овощей. Отходы овощехранилищ содержат большое количество органического вещества высокой влажности и поэтому быстро загнивают, выделяя неприятный запах, что является благоприятной средой для размножения мух, грызунов, а также содержат значительное количество болезнетворных микроорганизмов и яиц гельминтов. При несвоевременном удалении отходов овощехранилищ нарушается санитарное состояние населенных мест и пригородных зон, где расположена основная масса полигонов (свалок).

Вместе с тем органическое вещество, содержащееся в отходах, можно использовать в качестве удобрений в городском озеленении.

Для охраны водных ресурсов, защиты окружающей природной среды, а также для решения проблем санитарной очистки городов в мировой и отечественной практике ведется разработка и широкое внедрение различных технологий переработки органического сырья. Ведутся разработки новых альтернативных методов обезвреживания и утилизации отходов.

Задачей ближайших лет является замена прямого вывоза отходов овощехранилищ и деревообрабатывающих предприятий на ускоренное компостирование методом твердофазной аэробной ферментации. Эта технология должна активно внедряться в крупных городах, в которых полигоны для захоронения отходов потребления расположены на значительном расстоянии от города.

1.2. Утилизация древесных опилок и отходов овощехранилищ позволит решить ряд важнейших экологических проблем города Москвы:

- исключить образование несанкционированных свалок, загрязняющих городские почвы и грунтовые воды.

- наладить ежедневный бесперебойный вывоз органических отходов овощехранилищ за пределы города, или к местам производств по твердофазной аэробной ферментации;

- повысить экологическую безопасность и срок эксплуатации уже существующих полигонов, исключив на них размещение опасных в санитарном отношении органических отходов.

- снизить экологический ущерб от выбросов мусоровозного автотранспорта.

- возвратить в биологический круговорот, в частности в городские почвы органическое вещество и элементы питания растений, уменьшив при этом экологический ущерб.

- обеспечить рентабельность и экономическую эффективность процесса санитарной очистки.

2. Требования к условиям компостирования при приготовлении биокомпостов на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ

2.1. На скорость процесса компостирования, а также на качество получаемого компоста влияет ряд факторов, частью которых можно управлять, добиваясь получения конечного продукта заданного качества, что очень важно в промышленном производстве.

В результате наших исследований был определен оптимальный режим культивирования микроорганизмов, позволяющий получить конечный продукт с заранее известными характеристиками.

2.2. Влажность компонентов и исходной смеси

Отходы овощных культур характеризуются повышенным содержанием воды, поэтому при чрезмерном содержании влаги в исходной смеси поры аэрации внутри компостируемой смеси заполняются водой, затрудняется проникновение воздушной смеси, развиваются анаэробные процессы с участием гнилостных бактерий, происходит гниение компоста. В связи с этим для приготовления исходных смесей для компостирования необходимо использовать отходы овощехранилищ не затронутые процессами гниения, влажностью не более 70%.

Повышенная влажность отходов овощехранилищ является одним из главных лимитирующих факторов в процессе компостирования методом твердофазной аэробной ферментации.

Снижения влажности смеси в процессе ферментации можно добиться следующими приемами:

- увеличением естественного испарением влаги с поверхности субстрата;

- принудительной аэрацией компостируемой массы;

- изменением структурного состояния исходных компонентов как в процессе подготовки смеси, так и во время компостирования.

Для оптимального течения процессов компостирования древесных опилок с овощными отходам методом твердофазной аэробной ферментации влажность смеси необходимо поддерживать в пределах 60-65%.

При этом доля древесных опилок в исходных смесях должна составлять не менее 50%.

В процессе компостирования субстратов с отходами овощехранилищ можно поддерживать оптимальную влажность смеси путем ее интенсивного перемешивания, так как продув при высокой температуре вызывает ее сильное высыхание.

При получении готового биокомпоста рекомендуется провести его подсушивание до влажности 30-35%. Более влажные биокомпосты в течение короткого промежутка времени покрывались грибной плесенью и теряли свои качественные показатели.

2.3. Аэрация

В процессе твердофазной аэробной ферментации аэрация компостируемого субстрата осуществляется принудительно путем подачи воздушной смеси и интенсивного перемешивания.

Минимальное свободное газовое пространство для смесей с древесными опилками и отходами овощехранилищ должно составлять 20-25%. Равномерность проникновения кислорода в компостируемую смесь достигается перемешиванием всего объема перерабатываемого субстрата.

Перемешивание субстрата на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ также для распространения по всему объему перерабатываемой массы термофильных бактерий и новообразовавшегося органического вещества. Поскольку образование гумуса является автокаталитическим процессом, то перемешивание способствует увеличению содержания этого самого ценного компонента органического удобрения.

Концентрация кислорода в компостируемой смеси должна находиться на уровне 10-15%, а плотность смеси не более 0,8 $т/м^3$. Скорость проникновения воздуха в смесь 0,4 мм/с. Исследования показали, что в течение суток происходит семикратный воздухообмен.

Потребность в кислороде при компостировании древесных опилок и отходов овощехранилищ велика в течение всего процесса биоферментации.

2.4. Температура субстрата и подаваемого воздуха

В процессе биотермической переработки температура в компостируемой смеси поднимается до 50-55°С.

В смесях состава 50% древесные опилки:50% отходы овощехранилищ и 62,5% отходов овощехранилищ:37,5% древесных опилок происходит значительное повышение температуры (на вторые сутки до 18°С, а на восьмые и девятые - до 50-55°С).

Смеси с преобладанием отходов овощехранилищ (75% отходов овощехранилищ:25% древесных опилок и 87,5% отходов овощехранилищ:12,5% древесных опилок), разогреваются значительно медленнее и до температуры не выше 45°С на 9-10 сутки.

Подача теплого воздуха нагретого до 50-60°С воздуха в биоферментер приводит к ускорению разогрева перерабатываемого субстрата до 55-60°С, это не только увеличивает скорость компостирования, но и обеспечивает дополнительную дезинфекцию биокомпоста, что особенно важно при использовании отходов овощехранилищ затронутых процессами гниения.

Для инициации разогрева смеси в первые сутки рекомендуется подавать в субстрат воздушную смесь, нагретую до 50°С, после повышения температуры субстрата до 40°С, необходимо чередовать подачу нагретого воздуха с интервалом порядка 6 часов для более полного использования ферментативного аппарата термофильной микрофлоры.

Опытным путем определено, что оптимальными температурами, необходимыми для осуществления полного цикла микробиологического разложения исходной смеси на основе отходов овощехранилищ и древесных опилок являются температуры от 50 до 55°С. При снижении температуры в биоферментере ниже 50°С (в смесях с повышенным содержанием отходов овощехранилищ) резко увеличивается время пребывания исходного сырья в биоферментере, в результате чего ухудшается качество готового продукта и теряются питательные вещества.

Дегельминтизация смесей в биоферментерах наиболее активно протекает при температуре выше 50°С (термофильный режим), а мобилизация и сохранение подвижных форм питательных веществ - при 30-35°С (мезофильный режим).

2.5. Отношение углерода к азоту

Широкое соотношение углерода к азоту в компостной смеси 50% древесных опилок:50% отходов овощехранилищ (C:N = 46,3) не приводит к увеличению времени компостирования из-за недостатка углеродсодержашеи пиши для микроорганизмов, вследствие более низкой влажности смеси и активного перемешивания. Смеси состава 37,5% древесных опилок: 62,5% отходов овощехранилищ; 25% древесных опилок:75% отходов овощехранилищ; 12,5% древесных опилок:87,5% отходов овощехранилищ обладают более благоприятным соотношением C:N, что, вместе с тем, не отразилось на повышении активности термофильной микрофлоры из-за повышенной влажности исходного субстрата.

При производстве биокомпостов с влагопоглощающими материалами, содержащими большое количество углерода, таких как древесные опилки, листья, кора, лигнин можно компенсировать недостаток азота внесением 1,5- 2,0% азотных удобрений, что приводит к ускорению процесса компостирования.

2.6. Физические и химические свойства исходной смеси

Для ускорения биохимических процессов, происходящих при компостировании необходимо использовать предварительно измельченные древесные опилки и отходы овощехранилищ для улучшения перемешивания, аэрации, получения гомогенной исходной смеси.

Дробленый материал равномернее нагревается, противостоит излишнему высушиванию (вследствие нарушения капиллярной системы) и предохраняют массу от потери тепла. Особое значение измельчение приобретает, если в качестве компонента биокомпостов используются отходы овощехранилищ, изначально имеющие достаточно неоднородную структуру..

Для механизированных установок по биоферментации с перемешиванием и принудительной аэрацией наилучшими размерами частиц являются 5-8 мм.

На качество и интенсивность протекания биотермического процесса существенно влияет однородность смешивания компонентов исходной смеси. При наличии в исходной смеси "очагов" из отходов овощехранилищ и влагопоглощающего материала (древесные опилки) микробиологические процессы протекают только по зоне контакта компонентов, а основная масса компостной смеси находится в анаэробном состоянии, что способствует ее загниванию и разрушению. Поэтому рекомендуется равномерное смешивание отходов овощехранилищ с древесными опилками перед помещением субстрата в биоферментер.

В начале процесса компостирования основное участие принимают бактерии. Поэтому важно, чтобы исходная смесь для компостирования имела кислую реакцию среды, благоприятную для развития микроорганизмов. Несмотря на то, что исходные смеси для компостирования на основе осадков сточных вод имели слабокислую реакцию среды, процесс компостирования развивается довольно интенсивно. Это связано со значительным образованием аммиака в начале процесса компостирования и усреднения слабо кислой реакции среды компостируемой смеси.

2.7. Минеральные добавки

Для получения качественного по агрохимическим свойствам, сбалансированного по элементам питания удобрения (биокомпоста) на основе осадка сточных вод, интенсификации микробиологических процессов и уменьшения потерь азота в исходные смеси для компостирования рекомендуется вносить минеральные добавки. К ним, прежде всего, относятся фосфоритная мука, порошковый суперфосфат, фосфогипс. Они активизируют процессы биотермии и гумификации смеси и не только связывают аммиачный азот, но и создают условия для поглощения его микрофлорой. Кроме того, повышается доступность фосфора для растений в этих удобрениях.

К измельченным органическим отходам рекомендуется добавлять 5-10% навоза или 1,5-2% азота с 0,5-1,0% фосфора в расчете на сухую массу для ускорения процесса компостирования и улучшения питательных свойств готового биокомпоста.

Микробный потенциал компостных смесей с использованием отходов овощехранилищ следует признать достаточно низким из-за наличия в них большого количества гнилостных бактерий, и малого количества благоприятной микрофлоры. Для соотношения в микробном пуле исходной смеси в сторону увеличения количества аэробных термофильных бактерий мы рекомендуем вносить небольшое количество подстилочного навоза в исходный субстрат (5-10% от массы). Содержащиеся в навозе микроорганизмы способствуют правильному течению процесса компостирования и замедляют процессы гниения. При содержании отходов овощехранилищ 50-60% навозные добавки в исходный субстрат не требуются, их можно заменить внесением минеральных азотных удобрений.

2.8. Время компостирования

Наиболее эффективно основная фаза микробиологического процесса (термическая фаза) осуществляется за 7-10 суток. Если сократить время пребывания органического сырья в биоферментере, то не произойдет полного цикла микробиологического разложения органического вещества, что приведет к получению некачественного биокомпоста зараженного патогенной микрофлорой. Такой биокомпост нельзя применять в качестве удобрения, он не пригоден для длительного хранения и транспортировки.

Увеличение времени процесса компостирования свыше оптимальных сроков также не приносит положительных результатов, так как в биоферментере находится уже готовый биокомпост, и дальнейшее его пребывание в зоне высоких температур значительно ухудшает его удобрительные свойства за счет потерь питательных веществ (в частности азота).

Процесс компостирования считается законченным, когда процесс разогревания прекращается, стабилизируется температура, снижается выделение углекислого газа и содержание клетчатки, а соотношение C:N становится 25 и ниже. При этом основным критерием спелости компоста является полное отсутствие резких запахов исходных компонентов.

Полностью готовый биокомпост на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ получается на 12-13 сутки.

Технологическая схема производства биокомпостов на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ должна включать в себя следующие этапы:

- измельчение древесных опилок и отходов овощехранилищ до частиц размером 5-8 мм;
- внесение минеральных добавок или навоза, для стимулирования процесса компостирования;
- смешивание компонентов;
- подача полученной смеси в ферментер;
- подача нагретого воздуха с постоянным перемешиванием;
- после разогрева смеси до 40°C, переменная подача разогретого воздуха;
- созревание компоста, сопровождающееся снижением температуры смеси;
- выгрузка и контрольная сепарация биокомпоста.

Биокомпосты на основе отходов овощехранилищ и древесных опилок представляли собой однородную относительно сухую (влажность 50%), сыпучую массу темно-бурого цвета.

Исходные компоненты перед загрузкой в микроферментер подвергались измельчению перемешиванию, однако смесях с содержанием древесных опилок от 50 до 37,5% имели место посторонние включения, представляющие собой кусочки неразложившихся древесных опилок. Посторонние включения отмечались в биокомпостах, исходные смеси которых имели более широкое соотношение углерода к азоту, то есть смеси со значительной долей (50%) древесных опилок. Смеси с более узким соотношением C:N (с преобладанием отходов овощехранилищ, полностью перерабатывались микроорганизмами и имели рыхлую консистенцию, оптимальную влажность и не имели посторонних включений. Отсутствие неприятного запаха готовых биокомпостов в первом и втором вариантах опыта доказывает способность твердофазной аэробной ферментации добиться обеззараживания и дезодорирования исходных компонентов, что в условиях крупных мегаполисов представляет огромную важность.

При содержании в исходных смесях более 50% древесных опилок требуется контрольная сепарация готового биокомпоста для удаления крупных, неразложившихся частиц органического вещества. Просеянные фрагменты рекомендуется возвращать в рецикл.

Наиболее сбалансированные по составу и питательным свойствам биокомпосты были получены из исходных смесей следующего состава 50% древесных опилок:50% отходов овощехранилищ и 37,5% древесных опилок:62,5% отходов овощехранилищ.

3. Технология использования биокомпостов на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ

Биокомпосты, полученные с использованием древесных опилок и отходов овощехранилищ рекомендуется использовать в зеленом строительстве г. Москвы. Биокомпосты можно использовать для приготовления почвосмесей с песком, природной почвой участка, при проведении работ по рекультивации нарушенных земель, замене старых газонных покрытий, замене истощенного плодородного слоя городских почв, в качестве мульчирующего материала, вместо торфа.

Биокомпосты надлежащего качества (соблюдение нормативов по содержанию тяжелых металлов, санитарная безопасность) в зеленом строительстве, в питомниках, декоративном цветоводстве, а также при рекультивации нарушенных земель (карьеров, бывших свалок и т.д.) в дозах 3-6 т/га, при расчете на 30-см слой почвы. Хорошие физико-механические и физико-химические характеристики биокомпоста, позволяют использовать его в качестве мелиоранта городских почв с повышенной плотностью, кислотностью и засоленностью.

Использование биокомпостов на основе древесных опилок и отходов овощехранилищ должно осуществляется на принципах отсутствия отрицательных экологических и социальных последствий, вреда здоровью человека и домашних животных.

Приложение 5 к постановлению Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. N 514-ПП

Методика определения степени однородности и устойчивости во времени искусственных почвогрунтов заводского изготовления

1. Введение

Ежегодно увеличивается потребность городского хозяйства города Москвы в почвогрунтах. Объем завозимых почвогрунтов для целей озеленения столицы с каждым годом возрастает, достигая более 1 млн. $м^2$ в год. Особенно актуален для рынка почвогрунтов вопрос качества завозимых партий. Постановления Правительства Москвы N 514-ПП, N 594-ПП, N 1018-ПП направлены на повышение качества ввозимых в Москву почвогрунтов. Основное внимание уделяется санитарно-гигиеническим показателям качества почвогрунтов. Однако на практике не меньшее значение имеют такие свойства почвогрунтов, как их устойчивость во времени и однородность. Устойчивость определяет время эффективного срока эксплуатации, необходимость мелиорации или замены почвогрунта на объекте озеленения. Степень однородности почвогрунта влияет на качество озеленительных работ, сбалансированность питания и внешний вид зеленых насаждений.

Задача оценки степени устойчивости во времени и пространственной однородности почвогрунтов является актуальной.

Методические рекомендации устанавливают критерии для экологической оценки качества почвогрунтов в части их однородности и устойчивости во времени.

2. Нормативно-правовая база

- ГОСТ 12071-2000 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
- ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
- ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.

Постановление Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. N 514-ПП "Об утверждении методических реком...

- ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа".

- ГОСТ 26204-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.

- ГОСТ 26207-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

- ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества.

- ГОСТ 26423-85 - ГОСТ 26428-85 Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки.

- Закон города Москвы от 20 октября 2004 г. N 65 "Об экологическом мониторинге в городе Москве".

- Закон города Москвы от 4 июля 2007 г. N 31 "О городских почвах".

- постановление Правительства Москвы от 8 ноября 2005 г. N 866-ПП "О функционировании единой системы экологического мониторинга города Москвы и практическом использовании данных экологического мониторинга".

- постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. N 743-ПП "Правила создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы

- постановление Правительства Москвы от 27 февраля 2007 г. N 121-ПП "О внесении изменений и дополнений в постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. N 743-ПП "Об утверждении Правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений".

- постановление Правительства Москвы от 27 сентября 2005 г. N 748-ПП "О проекте закона города Москвы "О городских почвах".

- постановление Правительства Москвы от 28 марта 2006 г. N 219-ПП "О целевой среднесрочной экологической программе города Москвы на 2006-2008 годы";

- распоряжение Правительства Москвы от 2 октября 2007 г. N 2185-РП "Об организации производства и поставок почвогрунтов в городе Москве".

- СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.

ГАРАНТ:

Нумерация разделов приводится в соответствии с источником

2. Термины и определения

Качество почвогрунтов - соответствие почвогрунтов по основным характеристикам и показателям установленным нормативным требованиям, которые должны обеспечивать оптимальные свойства почвогрунтов для целей озеленения.

Устойчивость почвогрунта - способность почвогрунта быть невосприимчивым к внешнему воздействию, компенсировать его или обратимо восстанавливать свои структуру и функции после его прекращения.

Устойчивость почвогрунта структурная - характеризуется консервативными показателями.

Устойчивость почвогрунта функциональная - определяется набором лабильных параметров.

Однородность почвогрунта - сохранение пространственного варьирования основных показателей почвогрунта в установленных пределах.

3. Разработка критериев оценки устойчивости почвогрунтов во времени

3.1. Понятие об устойчивости почвогрунтов

Устойчивость почвогрунта во времени после применения по существующей технологии на объектах озеленения города является одним из свойств, характеризующих качество почвогрунта наряду с его плодородием и однородностью.

Качественным может считаться почвенный грунт, соответствующий по основным характеристикам и показателям, установленным нормативным требованиям, которые должны обеспечивать оптимальные свойства почвогрунта для целей его применения, в первую очередь для озеленения.

Согласно различным источникам, устойчивость почв и почвогрунтов может пониматься в трех аспектах:

- инертность - невосприимчивость к внешнему воздействию;

- упругость (буферность) - способность компенсировать внешнее воздействие; флуктуации параметров в пределах механизмов компенсации.

- пластичность (регенерация) - способность восстанавливаться, приходить в исходное состояние.

Различают устойчивость структурную (потенциальную), которую характеризуют консервативные параметры, и функциональную (актуальную, текущую), последняя определяется набором лабильных параметров. Для получения отчетливой картины динамики выбранных показателей при мониторинге и экспрессности оценки устойчивости почвогрунтов необходимо выбирать лабильные показатели.

Устойчивость почвогрунта зависит от состояния компонентов экосистемы, являющихся факторами почвообразования.

При создании объектов озеленения почвогрунт должен характеризоваться устойчивостью по плодородию и физико-механическим свойствам на определенный срок эксплуатации.

Плодородие почвогрунта - это способность почвогрунта обеспечивать необходимый рост и развитие зеленых насаждений на площади применения почвогрунта.

Физико-механические свойства почвогрунта - свойства, обеспечивающие возможность применения данного почвогрунта в целях озеленения в соответствии с принятой технологией, предотвращающие эрозию и дефляцию.

Плодородие и физико-механические свойства почвенного грунта при определении степени его устойчивости во времени, целесообразно характеризовать по функциональной устойчивости.

3.2. Определение степени устойчивости во времени различных компонентов природных и урбанизированных экосистем

В настоящее время практически отсутствует нормативно-правовая база в части оценки устойчивости во времени почв, грунтов, зеленых насаждений. Это связано с тем, что вывод критериев для оценки устойчивости таких весьма сложных объектов и систем при традиционном научном подходе "воздействие - эффект" требует постановки и проведения длительных и дорогостоящих экспериментов в строго контролируемых условиях, которые почти невозможно соблюсти или учесть на практике в городском хозяйстве. Также это связано с крайне слабо разработанной нормативно-правовой и инструктивно-методической экологической базой как на федеральном, так и на региональном уровне.

Предлагаемый подход позволяет отказаться от фиксируемого воздействия факторов окружающей городской среды на почвы и грунты города при оценке изменения устойчивости во времени. Он позволяет судить косвенным способом об устойчивости во времени почвогрунта по

степени изменения выбранных параметров за фиксированный период времени. При этом предполагается, что чем больше это изменение, тем, в соответствии с определением, устойчивость почвогрунта считается меньшей.

3.3. Свойства и параметры почвогрунтов, от которых зависит их устойчивость во времени

Почвогрунт - это природно-антропогенное тело, состоящее из компонентов, сформировавшихся в результате определенных природных процессов, в том числе почвообразовательного процесса.

Представления о почвогрунте как о многокомпонентной системе определяют его состав. В состав многокомпонентного почвогрунта входят торф и компост (органический компонент), песок и грунт-суглинок (минеральный компонент).

Органические компоненты почвогрунта имеют наименьшую устойчивость во времени. Так, торф способен выполнять свои функции в качестве замены почвогрунта очень непродолжительное время. В течение уже первых двух-трех лет он полностью разлагается. В почвогрунте органические компоненты тем устойчивей, чем больше в его составе минеральной глинистой составляющей.

В городских почвах содержание органического вещества редко превышает 4%. Поэтому с течением времени, любое избыточное содержание органического вещества в почвенном грунте будет стремиться к этому значению. Точно так же будут изменяться и другие показатели почвогрунта, приходя в равновесное состояние с аналогичными показателями подстилающих почв и грунтов городских территорий.

Песок в составе почвогрунта - наиболее инертный и поэтому самый устойчивый компонент, он улучшает водно-воздушный режим.

Суглинок также достаточно устойчивый компонент. Он связывает частицы почвогрунта в единую массу, предохраняет от иссушения и эрозии, создает оптимальную плотность, необходимую для роста и развития зеленых насаждений, служит своеобразной матрицей для органического вещества, предохраняя его от преждевременного вымывания и разложения.

Содержание значительного количества фосфора и калия, достаточно высокий процент органического вещества в сочетании с благоприятным среднесуглинистым гранулометрическим составом позволяет говорить о таком составе почвогрунта, при котором он будет устойчивым.

3.4. Факторы городской среды, оказывающие влияние на устойчивость почвогрунтов

На устойчивость почвогрунтов оказывает влияние комплекс условий городской среды, сила и интенсивность проявления которых определяет его устойчивое функционирование.

Устойчивость почвогрунта зависит от состояния компонентов экосистемы, являющихся факторами почвообразования.

При применении почвогрунт может находиться в относительно благоприятных условиях, с минимальным негативным воздействием на него, или же оказаться в стрессовых условиях, с комплексом негативно воздействующих на его структуру, агрофизические, агрохимические и микробиологические свойства факторов.

Поэтому экологические требования к качеству почвогрунта должны учитывать условия среды на объекте озеленения. В благоприятных условиях с течением определенного времени свойства примененного на объекте озеленения почвогрунта будут изменяться, что неизбежно приведет к снижению его качества. В неблагоприятных условиях (переувлажнении, вытаптывании, загрязнении и т.п.) скорость и глубина неблагоприятных процессов, инициированных неблагоприятными условиями городской среды, будут проявляться сильнее.

При различной степени увлажнения, различном химическом и гранулометрическом составе подстилающих пород, разному положению по рельефу, на разном удалении от стационарных и передвижных источников загрязнения, при различном уровне вытаптывания различаться будет и устойчивость одного и того же грунта.

3.5. Определение устойчивости почвогрунтов во времени

3.5.1. Основные положения

Целью определения устойчивости почвогрунтов, используемых для озеленения и благоустройства города, является определение степени их долговечности и эффективного срока эксплуатации.

Оценка степени устойчивости должна производиться как на специальных полигонах, отведенных для целей проведения эксперимента, так и при мониторинге городских объектов, где применяются почвогрунты.

При определении устойчивости почвогрунтов используются показатели, характеризующие агрохимические, физико-механические (гранулометрические) и микробиологические основные свойства почвогрунта.

Для получения отчетливой картины динамики определяемых параметров выбираются лабильные показатели, отражающие функциональную (актуальную) устойчивость почвогрунтов.

При проведении исследований исходят из положения о том, что при потере устойчивости почвогрунта к внешним воздействиям с течением времени исследуемые показатели будут необратимо изменяться.

При исследовании необходимо в первую очередь оценивать устойчивость к физико-механическим и химическим воздействиям, которым подвергаются почвенные грунты в условиях городской среды.

Поскольку устойчивость как свойство проявляется при наличии внешнего воздействия, то она определяется интенсивностью и характером этого воздействия. Программа планируемых исследований должна учитывать условия окружающей среды, выступающие в роли факторов почвообразования.

3.5.2. Выбор объектов

При выборе объектов в первую очередь обследуют территории повышенного риска воздействия, где велика вероятность потери устойчивости и деградации почвогрунтов.

На территорию, подлежащую контролю, составляют описание с указанием адреса, точки отбора, общего рельефа микрорайона, расположение мест отбора, растительного покрова, характера землепользования, уровня грунтовых вод, типа подстилающих почвогрунт слоев и других данных, необходимых для правильной оценки и трактовки результатов анализов образцов. Площадка с почвогрунтами должна иметь характеристику по истории землепользования данной местности.

Исследуемые площадки должны иметь географическую привязку. Отдельно указывается наличие объектов-стрессоров - автомобильных дорог, крупных стационарных источников загрязнения (предприятий и пр.).

Пробные площадки необходимо размещать в различных функциональных зонах города, на территориях с контрастными условиями для почвогрунтов по уровню грунтовых вод, химическому и гранулометрическому составу подстилающих пород, разному положению по рельефу, на разном удалении от стационарных и передвижных источников загрязнения, при различном уровне вытаптывания. При этом необходимо соблюдать принцип единственного логического различия.

Для оценки устойчивости почвогрунтов к различному уровню грунтовых вод выбирают площадки с разной длительностью переувлажнения (таблица 1).

Таблица 1

Оценка степени пироморфизма грунтов в зависимости от уровня грунтовых вод

Уровень грунтовых вод, м	Условия гидроморфизма	Степень влияния на почвогрунт
более 6	автоморфные	нет
3-6	полугидроморфные	слабое
3-1,5	гидроморфные	заметное
менее 1,5	сильногидроморфные	сильное

При необходимости исследуют площадки с поверхностным переувлажнением (таблица 2).

Таблица 2

Оценка степени переувлажнения грунтов по длительности переувлажнения

Длительность переувлажнения	Степень переувлажнения	Степень влияния на почвогрунт
менее 1 недели	кратковременное	слабое
1-2 недели	среднепродолжительное	заметное
2-4 недели	продолжительное	сильное
более 4 недель	очень продолжительное	очень сильное

Оценка устойчивости почвогрунтов к химическому составу подстилающих пород производится на обогащенных элементами питания подстилающих грунтах с нейтральной и щелочной реакцией (культурный слой, бывшие огородные земли, территории старой городской застройки) и обедненных ими подстилающих образованиях со слабокислой и нейтральной реакцией среды (территории периферийной засфойки, лесопарковая зона и пр.). Для оценки устойчивости к гранулометрическому составу подстилающих грунтов пробы почвогрунтов отбираются на участках с глинистыми и песчаными подстилающими слоями.

Для оценки устойчивости к эрозии и дефляции пробные площадки закладываются с различным положением по рельефу. Выбираются относительно ровные участки (уклон до 1°) и покатые склоны крутизной 5-10°.

При оценке устойчивости почвогрунтов при загрязнении промышленными источниками площадки для отбора проб располагают на площади трехкратной величины санитарно-защитной зоны вдоль векторов розы ветров на расстоянии 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 5000 м и более от источника загрязнения (ГОСТ 174402-84).

При точечных источниках загрязнения (выгреба, мусоросборники и т.п.) пробные площадки размером не более 5х5 м закладываются на разном расстоянии от источника и в относительно чистом месте (контроль).

При загрязнении почвогрунтов транспортными магистралями пробные площадки закладываются на придорожных полосах с учетом рельефа местности, растительного покрова, метео- и гидрологических условий. Пробы отбирают с узких полос длиной 200-500 м на расстоянии 0-10, 10-50, 50-100 м от полотна дороги. Одна смешанная проба составляется из 20-25 точечных, отобранных с глубины 0-10 см.

При оценке влияния степени вытаптывания на устойчивость почвогрунтов, площадки располагают в виде узких полос по ходу зоны уплотнения и параллельно на неуплотненном участке.

3.5.3. Отбор проб и подготовка к анализу

Для оценки динамики определяемых показателей образцы почвогрунтов отбираются с пробной площадки дважды за сезон (в начале теплого периода - апрель-май, и в конце - сентябрь-октябрь) не менее трех лет исследований.

Размер площадки, где производится отбор проб, должен составлять не более 10х10 м (100 $м^2$), повторность отбора проб 5-кратная. Точечные пробы отбирают в соответствии с государственными стандартами с соблюдением стерильности для микробиологического анализа. Объединенную пробу составляют методом конвертов из равных по объему точечных (не менее 5), отобранных на одной площадке. Объединенные пробы должны быть упакованы в чистые контейнеры или полиэтиленовые пакеты, которые закрывают, маркируют, регистрируют в журнале отбора проб. На каждую пробу составляется сопроводительный талон, вместе с которым проба вкладывается во второй внешний пакет, что обеспечивает целостность и безопасность их транспортирования. Время от отбора проб до начала их исследований не должно превышать 1 недели (3 дня для микробиологического анализа).

Подготовка проб к анализу проводится в соответствии с видом анализа (ГОСТ 174402-84). В лаборатории проба освобождается от посторонних примесей, доводится до воздушно-сухого состояния, тщательно перемешивается и делится на части для проведения анализа. Отдельно оставляется контрольная часть от каждой анализируемой пробы (около 200 г) и хранится в холодильнике 2 недели на случай арбитража.

Определение концентраций химических веществ в почве проводится методами, использованными при обосновании ПДК (ОДК) или методами, метрологически аттестованными (НД).

Таблица 3

Методологические принципы отбора проб почвогрунтов для оценки их устойчивости

Характер анализа	Частота отбора проб	Размещение пробных площадок	Необходимое количество пробных площадок	Размер пробных площадок	Количество объединенных пробе одной площадки	Глубина отбора проб, см	Масса объединенной пробы
1	2	3	4	5	6	7	8
Агрохимический	2 раза за теплый сезон (апрель-май, сентябрь-октябрь)	В различных геоэкологических условиях	Не менее одной площадки в каждом месте контроля	100 м2 (10x10, вытянутая при необходимости)	Одна из не менее чем 5 точек по 200 г каждая	5-10	1 кг
Гранулометрический	То же	То же	То же	То же	То же	0-10	То же
Микробиологический	3 раза за теплый сезон (апрель-май, июль, сентябрь, октябрь)	То же, на различном удалении от источника загрязнения	Не менее двух, одна - контрольная	25 м2	То же	5-10	То же

3.5.4. Оценка степени устойчивости почвогрунтов по выбранным показателям

3.5.4.1. Оценка степени устойчивости почвогрунтов по агрохимическим показателям

К важнейшим агрохимическим показателям, характеризующим плодородие почвогрунтов, относится содержание в них органического вещества, фосфора и калия. Об актуальном плодородии и актуальной устойчивости могут говорить лабильные показатели - подвижные формы фосфора ($P_2O_{5_{подв.}}$) и обменного калия ($K_2O_{обм.}$). Органическое вещество, включающее и водорастворимые фракции, само по себе является достаточно динамичным показателем.

Для оценки устойчивости определяется начальное содержание органического вещества, фосфора и калия в исследуемом образце почвогрунта (в момент нанесения почвогрунта на подстилающую породу). Далее в течение не менее 3-х лет дважды за сезон (см. п. 3.5.3) делаются повторные определения из тех же точек (отмеченных заранее на специальной картосхеме отбора образцов). Только что завезенный грунт должен содержать указанные вещества в допустимом диапазоне, иначе грунты признаются негодными для определения их устойчивости (таблица 4).

Таблица 4

Оптимальное и допустимое содержание органического вещества и питательных веществ в почвогрунтах

Показатель	Органическое вещество, %	P2O5_подв., мг/кг	K2O_обм., мг/кг
Оптимальное значение	>4	>150	>170
Интервал нормы	4-20	>=100	>=100

Если исследуемые показатели не изменяются во времени (в пределах погрешности измерений), то почвогрунт за исследуемый период считается невосприимчивыми к данному воздействию (инертная устойчивость), если вариабельность показателей лежит в пределах допустимого интервала, то почвогрунт проявляет буферность (самокомпенсацию внешнего воздействия).

Степень устойчивости в пределах указанного допустимого диапазона устойчивости рекомендуется определять по уровню снижения содержания указанных выше показателей относительно исходного содержания и в дальнейшей динамике. Уровень снижения принимается: для фосфора - на каждые 10-15%, для калия - на каждые 15-20%, для органического вещества - в полтора - два раза (таблица 5).

Таблица 5

Оценка устойчивости почвогрунта по агрохимическим показателям

Уровень снижения показателя			Устойчивость
Органическое вещество, %	P2O5_подв., %	K2O_обм., %	
менее чем в 1,5 раза	до 10	до 15	высокая
в 1,5-2 раза	10-25	15-30	средняя
в 2-4 раза	25-40	30-50	слабая

Уровень снижения показателя определяется из сопоставления последнего и предшествующего ему определения в пробах, отобранных из одних и тех же точек с соблюдением одинаковой методики.

Степень устойчивости оценивается за период исследований: за год, за два. Окончательный вывод о степени устойчивости почвогрунта можно делать только по истечении трех лет. При продолжении наблюдений выводы уточняются.

3.5.4.2. Оценка степени устойчивости почвогрунтов по гранулометрическим показателям

При потере устойчивости почвогрунтами их физико-механические характеристики также изменяются. Наблюдается вынос вниз по профилю слоя почвогрунта илистых частиц и закономерное увеличение в верхней части доли песка. Данный процесс, как правило, связан с обеднением органическим веществом, разрушением минеральной части почвогрунта.

Для оценки степени устойчивости почвогрунта определяется гранулометрический состав (содержание физической глины) в слое 0-5 см и слое, толщиной 5 см, нижняя граница которого лежит на подстилающей породе.

Отбор проб производится как при определении агрохимических показателей (табл. 3).

Для почвогрунтов нормой является содержание физической глины (частиц меньше 0,01 мм) в пределах 10-35%. При меньшем содержании почвогрунт считается неустойчивым, при большем он приобретает неблагоприятные свойства.

Степень устойчивости в пределах указанного оптимального диапазона устойчивости рекомендуется определять по кратности снижения содержания физической глины в верхнем 0-5 см слое или по разнице в содержании физической глины в верхнем и нижнем слое почвогрунта (таблица 6).

Таблица 6

Оценка устойчивости почвогрунта по гранулометрическим показателям

Разница в содержании физ. глины в верхнем 0-5 см и нижнем 5-ти см слое, %	Снижения содержания, физ. глины, %	Устойчивость
3 3-5 5-10 и более	до 1,5 3-6 более 6	Высокая Средняя Слабая

Кратность снижения показателя определяется из сопоставления последнего и предшествующего ему определения в пробах, отобранных из одних и тех же точек с соблюдением одинаковой методики.

Степень устойчивости оценивается за период исследований: за год, за два. Окончательный вывод о степени устойчивости почвогрунта можно делать только по истечении трех лет. При продолжении наблюдений выводы уточняются.

3.5.4.3. Оценка степени устойчивости почвогрунтов по микробиологическим показателям

Степень биогенности определяет устойчивость почвогрунтов по другим показателям. Биологическая активность почвогрунтов определяется в основном жизнедеятельностью

микроорганизмов. Интенсивность биологической активности влияет на скорость деградации органического вещества в почвогрунте, разрушение минералов, образование подвижных форм фосфора и обменного калия и пр.

Потенциальную биологическую активность характеризует пул микроорганизмов, традиционно определяемый методом посева на твердые (агаризованные) питательные среды методом разведений.

Образцы отбираются с участка площадью 25 м2, методом конверта (пять повторностей по 200 г, из которых формируется средняя проба (таблица 3).

Максимальное количество аэробных бактерий учитывают на питательной среде МПА (мясо-пептонный агар), для подсчета количества грибной микрофлоры используют питательную среду (агар) Чапека. Количество колоний пересчитывают на 1 г почвогрунта с учетом влажности, определяемой весовым методом.

В ходе определения для достоверности получаемых результатов необходимо проводить не менее четырех параллельных посевов из каждого образца.

Результаты выражают в КОЕ (колоний образующие единицы) в 1 г почвогрунта.

Известно, что как слабая, так и гипертрофированная микробиологическая активность негативно сказываются на устойчивости почв и торфо-песчаных смесей. Это справедливо и для почвогрунтов.

Оптимальное значение биологической активности достигается при средних значениях численности микроорганизмов ($10^5 - 10^9$) КОЕ/г), если определенная численность микроорганизмов выходит за пределы данного оптимального диапазона, развиваются негативные процессы, снижающие устойчивость почвогрунтов (таблица 7).

Таблица 7

Оценка устойчивости почвогрунтов по общей численности (КОЕ) микроорганизмов

Количество микроорганизмов, КОЕ/г почвогрунта	Оценка устойчивости	Характеристика состояния почвогрунта
менее 10(5)	Потеря устойчивости	Снижение самоочищающей способности почвы, снижение способности противостоять патогенам
10(5)-10(9)	Устойчивое функционирование	Оптимальная скорость деструкционных процессов, поддержание "здоровья почвогрунта"
более 10(9)	Потеря устойчивости	Усиление деструкционных процессов - биодеградации органического вещества, вынос зольных элементов в грунтовые воды и пр.

Соотношение между бактериальными и грибными сообществами является важным критерием при оценке устойчивости почвогрунта.

Доля грибов из учитываемой микрофлоры не должна превышать 5%. Иначе грибы, являющиеся гидролитиками, получают преимущество в процессах разложения органических веществ, выщелачивания зольных элементов (таблица 8).

Таблица 8

Оценка устойчивости почвогрунта по доле грибов в микробном сообществе

% грибов, учтенных на агаре Чапека	Оценка устойчивости почвогрунта	Характеристика состояния
1-2	высокая	Оптимальная сбалансированность процессов
2-5	высокая	Нарушение баланса гумификации и деградация органического вещества
5-10	средняя	Деструкционные процессы, выщелачивание элементов питания растений
более 10	слабая	то же; развитие антагонистов полезной микрофлоры

При оценке устойчивости почвогрунтов во времени исходят из того положения, что вышеприведенные показатели потенциальной биологической активности и доли грибных сообществ должны сохранять свои оптимальные значения на протяжении не менее трех лет. Степень устойчивости в указанном оптимальном диапазоне определяется по величине снижения биологической активности за год (таблица 9).

Таблица 9

Оценка устойчивости почвогрунта по степени снижения общей численности микроорганизмов

Степень снижения lg (КОЕ/г почвогрунта) в год	Устойчивость
нет	высокая
1-2	средняя
более 2	слабая

Изменение микробиологических показателей во времени определяется из сопоставления последнего и предшествующего ему определения в пробах, отобранных из одних и тех же точек с соблюдением одинаковой методики.

Степень устойчивости оценивается за период исследований: за год, за два. Окончательный вывод о степени устойчивости почвогрунта можно делать только по истечении трех лет. При продолжении наблюдений выводы уточняются.

Для правильной трактовки полученных результатов делают определение микробного пула вышеуказанными методами на контрольном участке с городской почвой в сходных по расположению, рельефу и удалению от изучаемых источников воздействия.

3.6. Заключение о степени устойчивости почвогрунтов во времени

Заключение о степени устойчивости исследуемых почвогрунтов дается на основании результатов проведенных исследований по вышеприведенным показателям (табл. 2, 3, 4, 5, 6) с учетом:

- степени воздействия изучаемых факторов на почвогрунты;
- общих закономерностей воздействия данного вида на свойства почвогрунта.

Устойчивым к данному воздействию может считаться почвогрунт, который в течение не менее трех лет сохраняет установленные определяемые параметры в границах установленного диапазона значений, согласно экологическим требованиям к однородности и устойчивости во времени почвогрунтов.

4. Разработка критериев оценки степени однородности сертифицированных почвогрунтов

4.1. Понятие однородного почвогрунта

Однородным можно назвать почвогрунт, сохраняющий свои свойства в определенных пределах. Однородность почвогрунта устанавливается по ряду показателей. Наиболее показательными в плане однородности является содержание обменного калия, позволяющее судить об однородности минеральной части массы почвогрунта. Однородность по содержанию физической глины позволяет судить о качестве смешивания почвогрунта при его приготовлении на заводе. Однородность по кислотности свидетельствует о благоприятных свойствах данного почвогрунта для произрастания растений.

4.2. Оценка степени однородности почвогрунтов

4.2.1. Определение степени однородности гетерогенных смесей - аналогов почвогрунтов

Анализ экологических и иных требований к сыпучим материалам, применяемым в условиях городских экосистем, которые можно рассматривать в качестве аналогов почвогрунтов заводского изготовления приводит к выводу, что ближайшим аналогом почвогрунтов в городских экосистемах является бетонная смесь.

Существует определенное количество государственных стандартов, регламентирующих состав, технологию изготовления и качество бетонов. Из различных видов бетонов наиболее близки по своим физическим характеристикам легкие бетоны.

Однородность бетонной смеси определяет качество легкого бетона, поэтому разработана методика ее определения.

Объемный вес бетонной смеси является одной из важных характеристик, определяющих ее однородность, а следовательно, и постоянство свойств затвердевшего бетона - его объемный вес и прочность. На объемный вес смеси оказывают влияние относительное содержание и свойства крупного и мелкого заполнителей, объем межзерновых пустот смеси, степень последующего уплотнения бетона. Эти факторы влияют и на расход вяжущего в бетонной смеси.

Для оценки однородности легкого бетона по объемному весу (плотности) определяют показатель изменчивости и коэффициент однородности в соответствии с ГОСТ 11050-64 "Бетон легкий на пористых заполнителях. Методы определения прочности и объемного веса".

Однако объемный вес как критерий для оценки устойчивости во времени почвогрунтов заводского изготовления не может быть применен из-за своей низкой временной вариабельности. Определение актуальной временной устойчивости должно базироваться на подборе показателей с относительно высокой амплитудой изменений.

4.2.2. Основные положения. Выбор объектов. Отбор проб

Целью определения однородности почвогрунтов, используемых для озеленения и благоустройства города, является определение их способности иметь заданные свойства в пространстве.

Определение однородности должно производиться однократно по показателям, отражающим основные свойства почвогрунта: агрохимические и гранулометрические.

Из буртов хранения почвогрунта на производственной площадке предприятия-производителя однократно отбирается проба объемом 1 л (1 $дм^3$) в четырех повторностях. Повторности берут из различных мест бурта, выбираются визуально наиболее неоднородные участки массы почвогрунта.

Пробы затариваются в полиэтиленовые пакеты и направляются в испытательную лабораторию.

Каждый образец почвогрунта делится перед анализом на четыре равные части без нарушения структуры произвольным образом.

Подготовка каждой части образца к анализу проводится в соответствии с видом анализа (ГОСТ 174402-84). В лаборатории каждая из четырех частей пробы освобождается от посторонних примесей, доводится до воздушно-сухого состояния, тщательно перемешивается и также делится на части для проведения анализа. Отдельно оставляется контрольная часть от каждой анализируемой четверти образца (около 150 г) и хранится 2 недели на случай арбитража.

Определение концентраций химических веществ в почве проводится методами, использованными при обосновании ПДК (ОДК) или методами, метрологически аттестованными (НД).

4.2.3. Оценка степени однородности почвогрунтов по выбранным показателям

Различные компоненты почвогрунтов имеют различную природную вариабельность агрохимических, гранулометрических показателей. Однако, содержание элементов питания в торфе, песке, компосте или котлованном грунте может различаться на порядок, это относится и к pH водной вытяжки (среднекислая реакция у низинных торфов, нейтральная у песка, слабощелочная у компоста).

Качество смешивания компонентов на заводе при производстве почвогрунта определяет его однородность, многое зависит также от рецептуры, технологической цепочки. Отсюда определение степени однородности почвогрунта может служить показателем и условий его приготовления.

Для оценки степени однородности целесообразно использовать показатели вариационной статистики. Наиболее часто применяется коэффициент вариации. Коэффициент вариации рассчитывается как отношение среднего квадратического отклонения выборки (σ) к среднему значению ($x_{ср.}$) показателя, выраженное в процентах:

$$V = \left(\sigma : x_{ср}\right) \times 100\%$$, или

$$V = \pm \sqrt{\frac{\sum \left(x_i - x_{ср.}\right)^2}{n-1}} \times \frac{1}{x_{ср.}} \times 100\%$$,

где n - число повторностей проб;

x_i - значение одной из повторностей измерения показателя;

$x_{ср.}$ - среднее значение показателя.

С учетом предельной случайной ошибки конечное значение коэффициента вариации примет вид:

$$V = \frac{\sigma}{x \pm \varepsilon_{x_{ср.}}} \times 100\%$$

При расчете предельной ошибки принимается число повторностей n = 5 и доверительный уровень вероятности 0,95.

По величине коэффициента вариации судят о степени варьирования признака и, соответственно, об однородности изучаемого показателя. При величине коэффициента вариации до 33% совокупность считается относительно однородной, свыше 33% - неоднородной по данному показателю.

Для определения однородности используются наиболее простые и вариабельные показатели - кислотность, определяемая из солевой вытяжки (pHH20) (ГОСТ 26483-85), обменный калий (K_2O , мг/кг) (ГОСТ 26207-91), содержание физической глины, % (метод пипетки с пирофосфатной подготовкой пробы).

Коэффициент вариации рассчитывается в процентах для данной пробы по показателям, определенным в каждой из его четырех частей. Затем рассчитывают среднее значение коэффициента вариации по четырем повторностям (см. табл. 10).

Таблица 10

Оценка однородности почвогрунта

Среднее значение коэффициента вариации V, %			Оценка однородности почвогрунта
pH_H2O, ед. pH	K2O, мг/кг	физическая глина, %	
Менее 33	Менее 33	Менее 33	Относительно однороден
Более 33	Более 33	Более 33	Относительно неоднороден

4.3. Заключение о степени однородности почвогрунтов

Заключение о степени однородности исследуемых почвогрунтов дается на основании результатов проведенных испытаний по вышеприведенным показателям (табл. 10) с учетом:

- условий и технологий производства почвогрунта на грунтовом заводе;
- состава и рецептуры оцениваемого почвогрунта заводского изготовления и пр.

Однородным может считаться почвогрунт, который по всем определяемым параметрам имеет вариацию в пределах допустимых значений (см. экологические требования к однородности и устойчивости во времени почвогрунтов).

5. Апробация методики определения устойчивости во времени почвогрунтов заводского изготовления

Разработанная методика оценки устойчивости почвогрунтов во времени и критерии для ее оценки были успешно опробованы на почвогрунтах заводского изготовления компании ООО "БИОгрунт" (Группа компаний "ПИКСА") на территории Государственного музея-заповедника "Царицыно". Для этого в 2006 году был выбран участок, расположенный на выположенном склоне, с уклоном до 5°, подверженный риску проявления эрозионных процессов. В 2006 году был произведен отбор образцов до его применения в соответствии с приведенной методикой из буртов хранения почвогрунта на территории производства. На объекте на выбранной в соответствии с правилами, приведенными в работе, пробной площадке, отбор проб производился после применения почвогрунта в октябре 2006, апреле, июле и октябре 2007 и феврале 2008 года. Полученные результаты показали, что несущественное изменение (снижение) устойчивости по принятым показателям наблюдалось, как и следовало ожидать, в первый год применения. В последующем

показатели оставались стабильными, за исключением небольшого дальнейшего снижения содержания органического вещества.

По результатам проведенных исследований (см. приложение 2) можно заключить, что почвенный многокомпонентный грунт оказался устойчивым в условно неблагоприятных условиях (склон, подверженный риску эрозии) по всем показателям.

Приложение 6 к постановлению Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. N 514-ПП

Экологические требования к почвогрунтам заводского изготовления в части их однородности и устойчивости во времени

1. Введение

Однородность и устойчивость во времени грунтов заводского изготовления как экологические характеристики при их функционировании в условиях городских экосистем до недавнего времени выпадали из поля зрения специалистов.

Устойчивость определяет время эффективного срока эксплуатации, необходимость мелиорации или замены почвогрунта на объекте озеленения. Степень однородности почвогрунта влияет на качество озеленительных работ, сбалансированность питания и внешний вид зеленых насаждений.

Задача оценки степени устойчивости во времени и пространственной однородности почвогрунтов является актуальной.

В работе предложены требования к почвогрунтам заводского изготовления в части их однородности и устойчивости во времени. При разработке требований использовались агрохимические, физические и микробиологические показатели, доступные для определения по стандартным методикам в любой испытательной лаборатории. Требования к однородности почвогрунтов разработаны на основе методов вариационной статистики.

2. Нормативные ссылки

- ГОСТ 10180-67 "Бетон тяжелый. Методы определения прочности".
- ГОСТ 11050-64 "Бетон легкий на пористых заполнителях. Методы определения прочности и объемного веса".
- ГОСТ 12071-84 "Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов".
- ГОСТ 12536-79 "Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава".
- ГОСТ 174102-83 "Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения".
- ГОСТ 174301-83 "Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб".
- ГОСТ 174402-84 "Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа".
- ГОСТ 26204-91 "Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО".
- ГОСТ 26207-91 "Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО".
- ГОСТ 26213-91 "Почвы. Методы определения органического вещества".
- ГОСТ 26423-85 "Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки".
- ГОСТ 26483-85 "Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО".

Постановление Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. N 514-ПП "Об утверждении методических реком...

- Закон города Москвы от 04.07.2007 N 31 "О городских почвах".

- постановление Правительства Москвы от 10.09.2002 N 743-ПП "Об утверждении Правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений".

- постановление Правительства Москвы от 27.02.2007 N 121-ПП "О внесении изменений и дополнений в постановление Правительства Москвы от 10.09.2002 N 743-ПП "Об утверждении Правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений"".

- распоряжение Правительства Москвы от 02.10.2007 N 2185-РП "Об организации производства и поставок почвогрунтов в городе Москве".

- СанПиН 2.1.7.1287-03 "Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы".

ГАРАНТ:

Нумерация разделов приводится в соответствии с источником

2. Термины и определения

Качество почвогрунтов - соответствие почвогрунтов по основным характеристикам и показателям установленным нормативным требованиям, которые должны обеспечивать оптимальные свойства почвогрунтов для целей озеленения.

Устойчивость почвогрунта - способность почвогрунта быть невосприимчивым к внешнему воздействию, компенсировать его или обратимо восстанавливать свои структуру и функции после его прекращения.

Согласно различным источникам, устойчивость почв и почвогрунтов может пониматься в трех аспектах:

- инертность - невосприимчивость к внешнему воздействию;

- упругость (буферность) - способность компенсировать внешнее воздействие; флуктуации параметров в пределах механизмов компенсации.

- пластичность (регенерация) - способность восстанавливаться, приходить в исходное состояние.

Различают устойчивость структурную (потенциальную), которую характеризуют консервативные параметры, и функциональную (актуальную, текущую), последняя определяется набором лабильных параметров. Для получения отчетливой картины динамики выбранных показателей при мониторинге устойчивости и экспрессности ее оценки необходимо выбирать лабильные показатели.

Однородность почвогрунта - сохранение пространственного варьирования основных показателей почвогрунта в установленных пределах.

3. Экологические требования к городским почвам и почво-грунтам, предъявляемые в нормативно-правовых документах Правительства Москвы

Правительством Москвы принято постановление "О повышении качества почвогрунтов в городе Москве" от 27.07.2004 N 514-ПП, которое функционирует с изменениями и дополнениями (в редакции постановлений Правительства Москвы от 09.08.2005 N 594-ПП и от 27.11.2007 N 1018-ПП).

Таблица 1

Основные нормативные документы, регламентирующие поставку и применение почвогрунтов в городе Москве

Дата принятия распорядительного документа Правительства Москвы	Тип и номер распорядительного документа Правительства Москвы	Название распорядительного документа Правительства Москвы
27.07.2004	N 514-ПП	О повышении качества почвогрунтов в городе Москве
09.08.2005	N 594-ПП	О внесении изменений и дополнений в постановление Правительства Москвы от 27.07.2004 N 514-ПП
02.10.2007	N 2185-РП	Об организации производства и поставок почвогрунтов в городе Москве
27.11.2007	N 1018-ПП	О внесении изменений и дополнений в постановление Правительства Москвы от 27.07.2004 N 514-ПП

Постановление Правительства Москвы N 514-ПП устанавливает физические, физико-химические, агрохимические, санитарно-эпидемиологические и эколого-токсикологические нормативные показатели (на основании СанПиН 2.1.7.1287-03) почвогрунтов и их отдельных компонентов, а также биокомпостов, производимых и применяемых при проведении работ по благоустройству и озеленению территорий города Москвы.

Данное постановление устанавливает также порядок контроля качества почвогрунтов и их компонентов. В пункте 2.1. данного постановления указывается на то, что почвогрунты и их компоненты, используемые на объектах благоустройства и озеленения в городе Москве в качестве основы для создания почвенного покрова, должны пройти контроль на соответствие экологическим требованиям, предъявляемым по химическим, санитарно-эпидемиологическим, агрохимическим показателям, а также исследования на радиологическую безопасность.

В соответствии с данным постановлением, контроль качества почвогрунтов должен осуществляться на следующих этапах:

- при формировании городского заказа на проведение работ по благоустройству и озеленению;
- на магистралях города при въезде в Москву;
- в процессе выполнения работ по благоустройству и озеленению;
- при определении качества и приемке проведенных работ по благоустройству и озеленению.

В постановлениях от 27.07.2004 N 514-ПП и от 09.08.2005 N 594-ПП указанные показатели качества и безопасности почвогрунтов устанавливались дифференцированно в зависимости от вида проводимых работ по благоустройству и озеленению города:

- для посадки древесных и кустарниковых пород;
- для создания газонов;
- для создания цветников.

При этом указанные интервалы допустимых значений агрохимических показателей (подвижный фосфор, органическое вещество), установленные для разных видов работ по благоустройству и озеленению города, практически не пересекались, а их верхняя граница часто оставалась не вполне обоснованной.

Также не совсем был обоснован, по мнению специалистов, и размер интервалов допустимых значений показателей для древесных насаждений, цветников и газонов.

Постановление Правительства Москвы от 27.11.2007 N 1018-ПП "О внесении изменений и дополнений в постановление Правительства Москвы N 514-ПП" учло существовавшие в прежних редакциях постановления недостатки.

Верхние, необоснованные, границы интервалов допустимых значений (установленные ранее для обменного калия, подвижного фосфора) были сняты. Для кислотности почвогрунта, определенной из солевой вытяжки (реакция среды pH_{KCl}) нижняя граница интервала допустимых значений была установлена на уровне 5 единиц pH, что исключает применение низового торфа и торфо-песчаных смесей на его основе.

Кроме того, для предотвращения штрафов, вызванных пограничными значениями определяемых нормируемых показателей в почвогрунтах, в постановлении N 1018-ПП все нормируемые показатели имеют дельту, которая соответствует инструментальной ошибке (погрешности) соответствующего метода определения. Одновременно в этом постановлении установлены критерии для замены почвогрунтов.

Постановление Правительства Москвы от 27.07.2004 N 514-ПП, действующее в настоящее время в редакции Постановления Правительства Москвы от 27.11.2007 N 1018-ПП с внесенными изменениями, унифицировало требования к почвогрунтам для создания газонов, цветников, посадки деревьев и кустарников и установило необходимый перечень нормируемых показателей, которые должны подлежать контролю на объектах озеленения города и при производстве почвогрунтов.

Нормируемые показатели являются, прежде всего, показателями качества и безопасности почвогрунтов для человека и живых объектов города, однако не позволяют оценить почвогрунты заводского изготовления с точки зрения их экологичности в условиях функционирования урбоэкоситем (таблица 2). Для оценки качества и экологичности почвогрунтов заводского изготовления должны быть разработаны показатели устойчивости и однородности почвогрунтов.

Таблица 2

Нормируемые показатели, устанавливаемые постановлением Правительства Москвы от 27.07.2004 N 514-ПП

Категория показателей	Нормируемый показатель	Единицы измерения показателя	Методы контроля
Физическая	Гранулометрический состав (по Н.А. Качинскому) (содержание частиц < 0,01 мм)	%	Метод пипетки с подготовкой пробы пирофосфатным методом
Физико-химическая	Электропроводность (EC)	mSm/cM 25°C	
Реакция среды pHKCl	-log H+	ГОСТ 26483-85	
Агрохимическая	Содержание:		
	органического вещества	% с.в.	ГОСТ 26213-91
	обменного калия (K2O)	мг/кг	ГОСТ 26207-91
	подвижного фосфора (P2O5)	мг/кг	ГОСТ 26207-91
Эколого-токсикологическая	Содержание хлоридов	мг/кг св.	
Мышьяк (As)	мг/кг	ГН 2.1.7.020-94	
	Кадмий (Cd)	мг/кг	
	Медь (Cu)	мг/кг	
	Ртуть (Hg)	мг/кг	
	Свинец (Pb)	мг/кг	
	Никель (Ni)	мг/кг	
	Цинк (Zn)	мг/кг	

Санитарно-эпидемиологическая	Санитарно-микробиологические показатели коли-индекс	кл./г	МУК 4.2.796-99. Методы санитарно-паразитологических исследований
	яйца гельминтов	шт.	
	(жизнеспособные) патогенные энтеробактерии клеток, в т.ч. сальмонеллы	шт.	
	Пестициды		
	гептахлор	мг/кг	ГОСТ 174102-83
	алдрин	мг/кг	
	ДДТ и его метаболиты	мг/кг	
	ГХЦГ (сумма изомеров)	мг/кг	
	Радионуклиды		
	Удельная активность природных радионуклидов	Бк/кг	Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах на сцинтилляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения прогресс
	Удельная активность техногенных радионуклидов A_Cs/45 + A_Sr/30	отн. ед.	ГП ВНИИФТРИ, 1996
	3,4-бенз(а)пирен	мг/кг	МУ 1424-76 и МУ 1425-76

Основным руководством по применению почвогрунтов на объектах озеленения и благоустройства в городе Москве являются "Правила создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы". В данных "Правилах..." указано, что физико-механические, агрохимические свойства почвогрунтов при использовании их на объектах озеленения и благоустройства города, должны определяться лабораторным путем и быть оптимальными.

4. Определение экологических требований с учетом показателей однородности искусственных почвогрунтов заводского изготовления

Однородность почвогрунта - это сохранение пространственного варьирования основных показателей почвогрунта в установленных пределах.

Для почвогрунта однородность может рассматриваться в разном масштабе:

- при сравнении разных партий почвогрунта;
- при определении вариации свойств почвогрунта внутри одной и той же партии;
- при определении вариации свойств почвогрунта в объеме отобранного образца из данной партии.

В зависимости от выбранного масштаба и показателей, характеризующих свойства почвогрунта, однородность может сильно различаться.

Очевидно, что при разработке критериев и методики определения степени пространственной однородности почвогрунта, необходимо решить следующие задачи:

- выбор наиболее вариабельных показателей;
- определить оптимальный физический объема почвогрунта, где будет определяться однородность почвогрунта по данным показателям.

Однородность зависит от особенностей исходных компонентов почвогрунта и их собственной однородности, а также от технологии, использующейся при создании почвогрунта на грунтовом заводе, различных производственных условий. Однако, если принять состав и свойства исходных

компонентов примерно постоянными, равно как и производственные условия, тогда основным фактором, определяющим однородность почвогрунта заводского изготовления, будет являться качество его смешивания.

Однородность почвогрунта является важным показателем его качества и экологичности, поскольку обеспечивает равномерное развитие растений зеленых насаждений и облегчает его применения в рамках разработанной технологии на объектах благоустройства и озеленения города.

Для решения поставленных задач проанализируем экологические и иные требования к сыпучим материалам, применяемым в условиях городских экосистем и которые можно рассматривать в качестве аналогов почвогрунтов заводского изготовления.

Ближайшим аналогом почвогрунтов в городских экосистемах является бетон.

Существует определенное количество государственных стандартов, регламентирующих состав, технологию изготовления и качество бетонов. Из различных видов бетонов наиболее близки по своим физическим характеристикам легкие бетоны.

Объемный вес бетонной смеси является одной из важных характеристик, определяющих ее однородность, а следовательно, и постоянство свойств затвердевшего бетона - его объемный вес и прочность. На объемный вес смеси оказывают влияние относительное содержание и свойства крупного и мелкого заполнителей, объем межзерновых пустот смеси, степень последующего уплотнения бетона. Эти факторы влияют и на расход вяжущего в бетонной смеси.

Для оценки однородности легкого бетона по ГОСТ 10180-67 определяют показатель изменчивости по прочности, а по ГОСТ 11050-64 "Бетон легкий на пористых заполнителях. Методы определения прочности и объемного веса" - показатель изменчивости и коэффициент однородности легкого бетона по объемному весу. Если значение показателя изменчивости по объемному весу получается больше 12%, то однородность бетона признают низкой и коэффициент однородности по нему не вычисляют.

Поскольку почвогрунт, в отличие от бетона, не теряет своей рассыпчатости после своего применения, показатель прочности к нему неприменим. Объемный вес (плотность) почвогрунта зависит от его рецептуры и может служить показателем однородности. Однако объемный вес почвогрунта не регламентируется нормативными документами, данный показатель не отражает степень влияния на состояние зеленых насаждений.

Так как свойства почвогрунта существенным образом отличаются от свойств легких бетонов (почвогрунт обладает плодородием), то требуется выбор иных показателей.

При создании зеленых насаждений, прежде всего, учитываются показатели плодородия (агрохимические) и безопасности, а также физические и физико-химические. Агрохимические, физические и физико-химические показатели отражают природу почвогрунта, по этим показателям и следует определять однородность.

Наиболее показательным в плане однородности почвогрунта является содержание обменного калия, позволяющее судить об однородности минеральной части массы почвогрунта. Однородность по содержанию физической глины позволяет судить о качестве смешивания почвогрунта при его приготовлении на заводе. Однородность по кислотности свидетельствует о благоприятных свойствах данного почвогрунта для произрастания растений.

При испытаниях качества бетонной смеси используют призматический образец с минимальной длиной ребра 100 мм (минимальный объем - 1 дм).

Исходя из близкой дисперсности частиц у бетона и почвогрунта, объем пробы для испытаний также можно принять 1 л, то есть в пересчете на массу (при плотности грунта 1,3-1,4)- 1,3-1,4 кг.

Определение степени однородности почвогрунта в образце объемом 1 л позволит судить о качестве смешивания, которое в свою очередь зависит от уровня технической оснащенности предприятия-производителя почвогрунтов.

Однородность почвогрунта по выбранным показателям можно установить по значению коэффициента вариации, который широко используется в математической статистике (таблица 3).

Таблица 3

Значение коэффициента вариации

Показатель	Среднее значение коэффициента вариации (V), %
pH_H2O, ед. pH	до 33
K2O, мг/кг	до 33
физическая глина, %	до 33

Почвогрунт, должен быть однородным по всем трем показателям. В случае несоответствия установленным требованиям однородности по одному или нескольким приведенным показателям, грунт культивируют на глубину, на 5 см меньшую слоя почвогрунта.

5. Определение экологических требований с учетом показателей устойчивости искусственных почвогрунтов заводского изготовления

Устойчивость почвогрунта - это способность почвогрунта быть невосприимчивым к внешнему воздействию, компенсировать его или обратимо восстанавливать свои структуру и функции после его прекращения.

Устойчивость почвогрунта зависит от состояния компонентов экосистемы, являющихся факторами почвообразования.

При применении почвогрунт может находится в относительно благоприятных условиях, с минимальным негативным воздействием на него, или же оказаться в стрессовых условиях, с комплексом негативно воздействующих на его структуру, агрофизические, агрохимические и микробиологические свойства факторов.

Поэтому экологические требования к качеству почвогрунта должны учитывать условия среды на объекте озеленения. В благоприятных условиях с течением определенного времени свойства примененного на объекте озеленения почвогрунта будут изменяться, что неизбежно приведет к снижению его качества. В неблагоприятных условиях (переувлажнении, вытаптывании, загрязнении и т.п.) скорость и глубина неблагоприятных процессов, инициированных неблагоприятными условиями городской среды, будут проявляться сильнее (приложение 1).

При различной степени увлажнения, различном химическом и гранулометрическом составе подстилающих пород, разном положении в рельефе, на разном удалении от стационарных и передвижных источников загрязнения, при различном уровне вытаптывания различаться будет и устойчивость одного и того же грунта.

Из вышесказанного следует, что при разработке критериев для оценки устойчивости почвогрунтов во времени, необходимо решить следующие задачи:

- учитывать возможные различия в условиях городской среды;
- установить продолжительность контрольного периода наблюдений;
- определить исследуемые показатели почвогрунта;
- установить и обосновать допустимые интервалы изменений этих показателей за контрольный период времени при благоприятных и неблагоприятных условиях городской среды.

Для простоты оценки почвогрунта на соответствие требованиям устойчивости во времени разделим все условия городской среды на условно благоприятные и условно неблагоприятные (характеристика последних приведена в приложении 1).

Продолжительность контрольного периода наблюдений должна составлять не менее трех лет. За этот период все слабоустойчивые компоненты почвогрунта успевают разрушиться или разложиться. Например, торфо-песчаная смесь за три-четыре года после применения практически полностью теряет свою органическую часть.

Для определения устойчивости почвогрунта во времени необходимо выбрать показатели, отражающие его природу и являющиеся наименее устойчивыми. По выбранным показателям должны быть установлены нормативы и должны быть известны оптимальные диапазоны значений.

Показателями, отвечающими вышеприведенным требованиям, являются содержание питательных веществ (органического вещества, подвижного фосфора, обменного калия), содержание физической глины и микробиологические показатели (количество колоний образующих единиц (КОЕ) и доля микроскопических грибов в микробном сообществе). Последние два показателя являются рекомендуемыми к определению, однако не являются нормированными.

Согласно естественнонаучным данным по почвам, и исходя из органо-минерального строения многокомпонентных почвогрунтов, наиболее существенные изменения агрохимических и физических свойств почвогрунта будут наблюдаться в первый год после его применения на объекте озеленения. Это справедливо и для микробиологических показателей. Поэтому при оценке устойчивости почвогрунтов во времени следует особо выделять первый год их функционирования в городских экосистемах после применения, принимая, что за этот год названные показатели могут измениться на 50% от возможного изменения за контрольный период.

Все вышеназванные условия учитывались при разработке требований и отражены в таблицах 4, 5, 6.

Таблица 4

Требования к устойчивости почвогрунтов по агрохимическим показателям

Контрольный период	Изменение исходных агрохимических показателей в слое почвогрунта 0-10 см, не более чем на:		
органическое вещество, %	P2O5подв., %	K2O_обм., %	
	Благоприятные условия		
За 1-й год применения	15	10	15
За 3 года применения	30	15	20
	Неблагоприятные условия*		
За 1-й год применения	20	15%	20%
За 3 года применения	На 40	20%	30%

*Песчаный состав подстилающего грунта, щелочная ($pH>8$) или кислая ($pH<4$) реакция среды, проявление эрозии и плоскостного смыва грунтов на склонах, обедненность подстилающего грунта органическим веществом (< 4%), низкое содержание питательных веществ (P_2O_5 < 50 мг/кг и K_2O < 80 мг/кг).

Определение агрохимических показателей проводят по утвержденной методике:

- определение содержания органического вещества - ГОСТ 26213-91;
- определение подвижного фосфора - ГОСТ 26207-91;
- определение обменного калия - ГОСТ 26207-91.

Таблица 5

Требования к устойчивости почвогрунтов по гранулометрическому показателю

Контрольный период	Изменение исходного содержания физической глины в слое почвогрунта 0-10 см, %	
благоприятные условия среды	неблагоприятные условия среды*	
За 1-й год применения	не более 1,5	не более 3
За 3 года применения	не более 3	не более 5

* Песчаный состав подстилающего грунта, щелочная ($pH>8$) или кислая ($pH<4$) реакция среды, проявление эрозии и плоскостного смыва грунтов на склонах.

Определение гранулометрического показателя проводят по Н.А. Качинскому методом пипетки с подготовкой пробы пирофосфатным методом (определяют содержание частиц менее 0,01 мм).

Учет почвенных микроорганизмов проводят по стандартной методике на элективных средах.

Требования к показателям устанавливались в приведенных таблицах исходя из положения, что за контрольный период в три года показатели почвогрунта должны оставаться близкими к оптимальньным с учетом их ежегодного изменения (как правило, снижения) на определенную величину.

Таблица 6

Требования к устойчивости почвогрунтов по микробиологическим показателям

Контрольный период		Изменение исходных микробиологических показателей в слое почвогрунта 0-10 см:	
количество микроорганизмов, lg (КОЕ/г почвогрунта)	процент грибов, учтенных на агаре Чапека, от общего числа микроорганизмов		
За 1-й год применения	Благоприятные условия среды	нет	1-2
	Неблагоприятные условия среды*	2	до 5
За 3 года применения	Благоприятные условия среды	1	1-3
	Неблагоприятные условия среды*	3	до 7

* Песчаный состав подстилающего грунта, кислая ($pH<4$) реакция среды, обедненность подстилающего грунта органическим веществом (< 4%), низкое содержание питательных веществ (P_2O_5 < 50 мг/кг и K_2O < 80 мг/кг), загрязнение грунта органическими и минеральными токсикантами свыше 1 ПДК, вторичное засоление грунтов при концентрации водорастворимых солей свыше 1 мг/л (0,25% по массе).

Кроме того, при разработке критериев устойчивости во времени для почвогрунтов, была учтена возможная нагрузка на водные и иные компоненты городской экосистемы при выносе из почвогрунта элементов питания и илистых частиц.

Требования к интегральной оценке устойчивости почвогрунтов

Для интегральной оценки устойчивости почвогрунтов необходимо установить соответствие установленным требованиям по шести отдельным показателям, характеризующим агрохимические, физические и микробиологические свойства почвогрунта (таблица 7).

Таблица 7

Показатели, характеризующие агрохимические, физические и микробиологические свойства почвогрунта

N п/п	Показатель
1	Изменение содержания органического вещества, %
2	Изменение содержания подвижного фосфора, %
3	Изменение содержания обменного калия, %
4	Изменение содержания физической глины, %
5	Изменение количества микроорганизмов, lg (КОЕ/г почвогрунта)
6	Изменение доли грибов, учтенных на агаре Чапека от общего числа микроорганизмов, %

Таблица 8

Требования к комплексной устойчивости почвогрунтов

Количество устойчивых показателей за контрольный период	Категория устойчивости почвогрунта во времени	Требуемые мероприятия
6 из 6	устойчивый	Не требуется
5 из 6	малоустойчивый	Повышение устойчивости почвогрунта по данному показателю путем мелиорации *
4 из 6	условно устойчивый	Подсыпка почвогрунта не менее 5 см
меньше 4	неустойчивый	Замена почвогрунта

* см. прил. 3.

В зависимости от количества показателей, удовлетворяющих требованию устойчивости, почвогрунт относится к той или иной категории устойчивости. Для категорий устойчивости устанавливается перечень мероприятий, необходимых для повышения устойчивости почвогрунта (таблица 8).

Требования в таблице 8 распространяются как на первый, так и на третий год после применения почвогрунта.

После проведенных мероприятий через год проводят повторное определение устойчивости почвогрунта.

Почвогрунт, относящийся на первый год после применения к неустойчивой категории, должен подлежать замене.

При определении устойчивости во времени почвогрунтов определяемые агрохимические, физический, микробиологические показатели должны находиться в допустимом диапазоне значений (приложение 2). Почвогрунты, определяемые параметры которых находятся вне допустимого диапазона значений, считаются изначально неустойчивыми, определение устойчивости во времени таких почвогрунтов не допускается.

6. Апробация работы

Результаты испытаний искусственных почвогрунтов на озелененных территориях города Москвы

Теоретические положения работы в части определения и оценки устойчивости почвогрунтов во времени были успешно апробированы на почвогрунтах заводского изготовления компании ООО "БИОгрунт" (Группа компаний "ПИКСА") на территории Государственного музея-заповедника "Царицыно".

Использование общепринятых методик обеспечивает сравнительно простую и доступную процедуру определения и оценки устойчивости почвогрунта во времени, а выбранный спектр показателей применим для почвогрунтов различного состава и технологии изготовления.