EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION
ORGANISATION EUROPEENNE ET MEDITERRANEENNE POUR LA PROTECTION DES PLANTES
ЕВРОПЕЙСКАЯ И СРЕДИЗЕМНОМОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО КАРАНТИНУ И ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

14/19365
Translation № 87
Перевод № 87

OFFICIAL EPPO TRANSLATIONS OF INTERNATIONAL PHYTOSANITARY TEXTS

TRADUCTIONS OFFICIELLES DES TEXTES PHYTOSANITAIRES INTERNATIONAUX

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ПЕРЕВОДЫ ЕОКЗР МЕЖДУНАРОДНЫХ ФИТОСАНИТАРНЫХ ТЕКСТОВ

REGIONAL STANDARDS FOR PHYTOSANITARY MEASURES
EPPO STANDARD PM 3/66 (2)
GUIDELINES FOR THE MANAGEMENT OF PLANT HEALTH RISKS OF BIOWASTE OF PLANT ORIGIN

NORMES REGIONALES POUR LES MESURES PHYTOSANITAIRES
NORME DE L'OEPP PM 3/66 (2)
DIRECTIVES POUR LA GESTION DES RISQUES PHYTOSANITAIRES ASSOCIÉS A L'UTILISATION DE DECHETS D'ORIGINE VEGETALE

РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ ПО ФИТОСАНИТАРНЫМ МЕРАМ
СТАНДАРТ ЕОКЗР PM 3/66 (2)
РУКОВОДСТВО ПО УПРАВЛЕНИЮ ФИТОСАНИТАРНЫМ РИСКОМ, СВЯЗАННЫМ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОТХОДАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

(Russian text / Texte en russe / Текст на русском языке)

2014 – 02

OEPP/EPPO
21 Boulevard Richard Lenoir
75011 PARIS

◆ Стандарты ЕОКЗР ◆

РУКОВОДСТВО ПО УПРАВЛЕНИЮ ФИТОСАНИТАРНЫМ РИСКОМ, СВЯЗАННЫМ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОТХОДАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

PM 3/66 (2)

Европейская и Средиземноморская организация по карантину и защите растений
Франция, 75011, Париж, бульвар Ришар Ленуар, дом 21
Сентябрь 2007 года

Серия PM 3 – Фитосанитарные процедуры
Phytosanitary procedures / Procédures phytosanitaires

PM 3/66 (2) Русский

Европейская и Средиземноморская организация по карантину и защите растений
European and Mediterranean Plant Protection Organization
Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes

Руководство по управлению фитосанитарным риском, связанным с биологическими отходами растительного происхождения / Guidelines for the management of plant health risks of biowaste of plant origin / Directives pour la gestion des risques phytosanitaires associés à l'utilisation de déchets d'origine végétale

Особая сфера применения

Настоящий стандарт описывает требования к обработке биологических отходов растительного происхождения с целью обеспечения их фитосанитарной безопасности.

Специальное утверждение и дополнение

Впервые утверждён в сентябре 2005 года. Пересмотренная версия утверждена в сентябре 2007 года.

Введение

В ответ на экологические проблемы, связанные с утилизацией отходов на свалках, многие страны региона ЕОКЗР (в том числе Европейского Союза) ввели или намериваются ввести закон, который предполагает утилизацию отходов иными способами. Альтернативными вариантами утилизации органических отходов («биологических отходов») являются сжигание и разложение. Разложение, т.е. компостирование или анаэробное сбраживание, существенно уменьшает объём биологических отходов (примерно на 65%), но оставшийся материал всё ещё требует утилизации. Благодаря высокому содержанию питательных веществ, получаемые обработанные биологические отходы (в виде компоста или шлама) особенно подходят для добавления в почву, и большая часть таких материалов используется в сельском хозяйстве, садоводстве, озеленении и частных садах. Ежегодно в странах ЕОКЗР уже производятся и используются миллионы тонн обработанных биологических отходов. Происходит также расширение международной торговли обработанными биологическими отходами.

Большинство обработанных биологических отходов получают путём компостирования, при котором материал хранится в кучах в течение нескольких недель, чтобы позволить разлагающим организмам расщепить органический материал. Компостирование является аэробным и экзотермическим процессом, при котором температура поднимается выше 50°C (а иногда и выше 70°C) в течение нескольких недель или месяцев, прежде чем снизится снова ниже 40°C, когда процесс разложения замедляется. Компостные кучи периодически перемешиваются (переворачиваются) в течение этого периода для

обеспечения равномерного разложения, хотя также существуют системы без перемешивания, но с принудительной аэрацией. В промышленных установках компостирование наиболее часто осуществляется в длинных кучах (валках), которые переворачиваются механически. Валки могут содержаться на открытом воздухе (желательно с защитой от дождя) или храниться в закрытых резервуарах или помещениях. Разработаны и другие системы компостирования.

В дополнение к аэробному процессу компостирования, анаэробные системы также используются для разложения органических отходов. Эти системы, описываемые как «анаэробное разложение», могут быть влажными или сухими, с термофильными или мезофильными процессами, и проводятся в закрытых ёмкостях (танках), из которых образующиеся газы собираются и используются для производства энергии путём сжигания. После разложения, твердые отходы могут быть подвергнуты стадии компостирования.

Большинство биологических отходов, которые в настоящее время обрабатываются, включают растительный материал и могут быть изначально заражены различными видами вредных для растений организмов. Хотя температуры, достигаемые при компостировании, в принципе должны уничтожить вредные для растений организмы, в том числе сорные растения, есть опубликованные чёткие доказательства (например, Sansford, 2003; Noble & Roberts, 2004), что отдельные вредные организмы выживают при некоторых процессах обработки. Примерами являются *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* и другие специализированные формы, *Plasmodiophora brassicae*, *Streptomyces scabies*, *Tobacco mosaic virus (tobamovirus)*, *Tobacco rattle virus (tobravirus)*, *Xanthomonas malvacearum*, некоторые фитопаразитические нематоды, в том числе *Globodera* spp. (картофельные цистообразующие нематоды), а также семена некоторых видов сорных растений. Во многих из этих случаев, научные данные показывают, что выживание вредного организма явилось результатом сбоев в процессе обработки или применения несоответствующих методов обработки. Поэтому существует необходимость в создании целевой стратегии безопасности и соответствующих минимальных условий обработки, чтобы избежать таких сбоев.

Настоящий стандарт описывает:

- Требования к процессу обработки для обеспечения фитосанитарной безопасности обработанных биологических отходов;
- Особые требования к биологическим отходам, которые могут содержать карантинные вредные организмы или вредные организмы, устойчивые к высокой температуре;
- Управление, процедуры испытаний и методы валидации для обеспечения соответствия процесса обработки и конечного продукта фитосанитарным требованиям;
- Требования к документации и маркировке в процессе производства и обмена обработанных биологических отходов.

Аспекты, не затрагивающие карантин растений (например, санитарные правила в отношении побочных продуктов животного происхождения в смешанных компостах, допуски для тяжёлых металлов, физические загрязнения, такие как стекло, пластик, металл или камни, физические характеристики, такие как pH и содержание солей, органических или сухих веществ, количества отходов, разрешенных к внесению в почву, и другие ограничения для их конечного использования) не охватываются настоящим

стандартом. Процессы обработки должны учитывать соответствующие национальные или международные стандарты. Экологические риски, связанные с наличием остаточных количеств препаратов для защиты растений, также не охватываются (стандартом). НОКЗР рекомендуется сотрудничать с соответствующими государственными органами, ответственными за компостирование и анаэробную переработку растений.

Разъяснение терминов, используемых в контексте «биологических отходов» в настоящем стандарте

Биологические отходы

Любые отходы растительного или животного происхождения, предназначенные для целевого использования (в соответствии с определением, данным ниже), которые могут разлагаться микроорганизмами, почвенными организмами или ферментами. Настоящий стандарт распространяется только на биологические отходы растительного происхождения, которые могут быть получены из следующих источников: кухонных отходов (бытовых или общественного питания), отходов лесоводства или деревообрабатывающей промышленности (например, кора, древесина, опилки), садово-парковых отходов, отходов торговли, отходов сельскохозяйственных процессов (например, шелуха и зерновая пыль, картофельные очистки и отходы от промывки картофеля), пищевых продуктов с истекшим сроком годности, хранящиеся сверх периода их реализации, отходов от промышленных продовольственных процессов (например, мякоть плодов, отходы от переработки хмеля, шламы). Европейский каталог отходов (ЕС, 2001) даёт перечень и индексы видов отходов. Растительные остатки, образующиеся на земле, используемой в сельском хозяйстве, садоводстве или для лесохозяйственных целей, и остающиеся на этой земле, не включены в настоящий стандарт, но могут регулироваться другими национальными или международными стандартами.

Целевое использование

Внос биологических отходов в почву, или перемешивание биологических отходов с почвой на сельскохозяйственных, садоводческих или лесохозяйственных землях, или при озеленении, или смешивание биологических отходов с другими ингредиентами при приготовлении различных сред для выращивания растений.

Тепловая обработка

Обработка биологических отходов путём повышения температуры при определённых условиях, способом, отличным от самого процесса компостирования.

Смесь

Обработанные биологические отходы, которые были смешаны с одним или более из следующих субстратов: другими обработанными биологическими отходами, необработанными биологическими отходами, стойловым навозом, разрешёнными к применению удобрениями, почвой, торфом и минералами.

Санитарная обработка

Любая обработка, целью которой является сведение к минимуму риска распространения вредных организмов при применении биологических отходов.

Обработанные биологические отходы

Либо: а) биологические отходы, которые были подвергнуты аэробному процессу обработки (компост), б) биологические отходы, которые были подвергнуты анаэробному процессу обработки (остатки анаэробного сбраживания) или с) биологические отходы, обработанные другими методами, включая любые смеси с другими материалами после обработки.

Процессы обработки

До конечного применения биологических отходов в сельском хозяйстве, садоводстве, лесоводстве или озеленении, их следует обработать методами, описанными ниже, с целью уничтожения вредных для растений организмов, а также протестировать методами, описанными ниже, для подтверждения их соответствия требованию отсутствия в них большинства вредных для растений организмов, или, если известно или предполагается их наличие, то отсутствия в них карантинных вредных организмов и вредных организмов, устойчивых к высоким температурам. Если обработанные биологические отходы смешаны с другими материалами, компоненты смеси должны, по необходимости, соответствовать этим требованиям или должно быть доказано, что они свободны от вредных организмов.

Процесс обработки может быть различным в зависимости от того, представляют ли отходы высокий или низкий риск. Отходами высокого риска являются такие отходы, которые содержат, или предполагается, что содержат, карантинные вредные организмы или вредные организмы, устойчивые к высокой температуре. Считается, что иные отходы представляют низкий фитосанитарный риск. В тех случаях, когда есть какие-либо сомнения по поводу фитосанитарного риска, связанного с отходами, необходимо проконсультироваться с НОКЗР.

Минимальные требования для процесса обработки

Минимальные требования, имеющие целью уничтожение большинства вредных для растений организмов, определены ниже. Дополнительные специфичные требования, связанные с биологическими отходами, о которых известно или предполагается, что они содержат карантинные вредные организмы или вредные организмы, устойчивые к высокой температуре, представлены в следующем разделе.

В целях предотвращения возможного засорения, все обработанные материалы должны храниться таким образом, чтобы избежать любого их контакта с необработанными материалами (путём прямого контакта или контакта с помощью поверхностного стока воды, ветра, машинного оборудования, инструментов, контейнеров для хранения и т.п.).

Компостирование

Процессы на сооружениях, предназначенных для компостирования, должны проводиться таким образом, чтобы гарантировать диапазон температур, подходящий для

термофильных организмов, и высокий уровень их биологической активности в течение нескольких недель. Это может быть достигнуто при соответствующих условиях влажности и наличия питательных веществ, а также с помощью оптимальной структуры и оптимальной воздушной проводимости. Как правило, содержание воды должно быть, по крайней мере, 40%. В ходе процесса компостирования, весь объём обрабатываемых материалов должен быть подвергнут либо непрерывной обработке при температуре не менее 55° C в течение двух недель, либо непрерывной обработке при температуре не менее 65° C в течение одной недели (или, в случае закрытых сооружений для компостирования, по крайней мере, не менее 60° C). Для того чтобы вся масса была подвергнута воздействию этой температуры может быть затребовано произвести минимально необходимое количество перемешиваний компоста.

Некоторые процессы компостирования, которые соответствуют этим минимальным требованиям, подробно описаны и прошли валидацию на национальном уровне в отношении отходов низкого фитосанитарного риска, например в Германии, где опубликованы компанией Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V (Bundesgütegemeinschaft, 2003, http://www.bgkev.de/download/hbps.pdf). Страны - члены ЕОКЗР, должны учитывать национальные требования при обработке биологических отходов низкого фитосанитарного риска.

Использование упомянутых выше сочетаний времени и температуры при компостировании уничтожит большинство вредных организмов растений. Тем не менее, имеются сообщения в научной литературе, основанные на различных экспериментальных методах, которые показали, что некоторые устойчивые к высокой температуре организмы [организмы с устойчивыми покоящимися спорами, например, *Plasmodiophora brassicae;* вирусы, устойчивые к высоким температурам, например, вирус табачной мозаики *Tobacco mosaic virus* (*tobamovirus*) и вироиды, например, вироид веретеновидности клубней картофеля *Potato spindle tuber viroid* (*pospiviroidae*)] выживают при таких сочетаниях времени и температуры. Поэтому необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить подходящие комбинации времени и температуры для уничтожения этих и других сходным образом устойчивых вредных организмов. Для проверки обеззараживающего эффекта процесса компостирования в отношении организмов, устойчивых к высокой температуре, рекомендуется провести прямую валидацию процесса (см. ниже).

Анаэробное сбраживание

Есть мало библиографических ссылок в отношении эффективности анаэробного сбраживания для подавления вредных для растений организмов. Таким образом, биологические отходы, которые перерабатываются путём анаэробного сбраживания, должны быть термически обработаны (см. ниже) либо до, либо после обработки. Вместо этого, остатки сбраживания могут быть подвергнуты вторичному аэробному разложению (компостированию).

Термическая обработка

Прямая тепловая обработка биологических отходов может быть использована, чтобы уничтожить вредные для растений организмы (она используется в сочетании с анаэробным сбраживанием, см. выше). Рекомендуемое сочетание времени и температуры составляют 70° C в течение 1 ч, предпочтительна влажная тепловая обработка. Тепловая обработка при этом сочетании времени и температуры уничтожит большинство вредных

для растений организмов. Однако вирус табачной мозаики *Tobacco mosaic virus* (*tobamovirus*) выживает при такой тепловой обработке, и другие организмы, устойчивые к высокой температуре (например, некоторые устойчивые к высокой температуре вирусы и вироиды, а также грибы с устойчивыми покоящимися спорами), также могут выжить (специфические требования см. ниже).

Для эффективной тепловой обработки размер частиц биологических отходов предпочтительно должен быть не шире чем 12 мм. Соответственно, биологические отходы необходимо гомогенизировать. Во время тепловой обработки содержание влаги в биологических отходах должно быть достаточным для обеспечения проникновения тепла между и внутри частиц. При указанной температуре должен быть обработан весь объём материала в течение непрерывного периода времени.

Особые требования к биологическим отходам, содержащим карантинные вредные организмы или вредные организмы, устойчивые к высокой температуре

Если известно или предполагается, что биологические отходы растительного происхождения содержат карантинные вредные организмы или устойчивые к высокой температуре вредные организмы, то они должны быть подвергнуты специальной тепловой обработке: 74° C в течение 4 часов (Marcinisyn *et al.*, 2003), 80° C в течение 2 часов или 90° C в течение 1 часа (Lorenz, 2006) с использованием влажного тепла либо до, либо после переработки. Если известно или предполагается, что биологические отходы содержат карантинные вредные организмы, весь процесс должен быть разрешен НОКЗР и проходить под её контролем, включая условия изоляции, применяемые для предотвращения проникновения в окружающую среду любого карантинного вредного организма, а также анализ получаемых обработанных биологических отходов (которые должны быть признаны свободными от карантинных вредных организмов с помощью соответствующих методов, т.е. стандартов ЕОКЗР серии PM 7 «Диагностики» при их наличии) и, при необходимости, спецификацию «безопасного» выхода для конечного использования. В исключительных случаях НОКЗР может принять решение не применять тепловую обработку и положиться на минимальные требования для процесса обработки, описанного выше, если:

- процесс обработки подвергся прямой валидации, и, учитывая характеристики вредного организма, можно сделать вывод, что эта обработка является эффективной для его уничтожения
- или
- имеются научные доказательства в отношении конкретного вредного организма, показывающие, что процесс отработки является эффективным для уничтожения этого вредного организма.

НОКЗР обеспечивает разрешение и контроль, как это описано выше.

Соответствие требованиям

В целом, обе процедуры, "косвенный процесс контроля" и "анализ продуктов" (смотри ниже), устанавливают, соответствуют ли обработанные биологические отходы предъявляемым к ним требованиям. Обработанные биологические отходы не должны быть допущены к конечному использованию, если они не удовлетворяют всем требованиям. Продукты, не удовлетворяющие каким-либо требованиям, должны быть обработаны снова или не должны предназначаться для того конечного использования,

который указан в настоящем стандарте. Может потребоваться прямая процедура валидации, если известно или предполагается, что необработанные биологические отходы заражены карантинными вредными организмами или вредными организмами, устойчивыми к высокой температуре (смотри выше).

Установки для тепловой обработки должны проверяться техническим экспертом до первой обработки и далее через равные промежутки времени (желательно ежегодно).

Косвенный контроль процесса

Температуры должны записываться через регулярные промежутки времени в процессе переработки биологических отходов. По мере возможности, эти измерения должны быть непрерывными. Они должны быть зарегистрированы как минимум в трех соответствующих секторах биологических отходов, если техническое оборудование процесса не препятствует доступу к этим секторам. В течение стадии теплового обеззараживания температура должна записываться хотя бы один раз в течение каждого рабочего дня.

Если биологические отходы подвергают специальной тепловой обработке, температура должна контролироваться и записываться непрерывно и автоматически для каждого периода обработки.

Анализ продукта

Анализ продукта, полученного после обработки биологических отходов (проверки конечного продукта), должен включать тесты, гарантирующие, что конечный продукт отвечает определенным фитосанитарным стандартам. Эти анализы в основном касаются обнаружения жизнеспособных семян или репродуктивных частей растений (Дополнение 1). Если существуют другие валидированные методы анализа для обнаружения конкретных вредных для растений организмов в обработанных биологических отходах, то продукт также может быть проанализирован на присутствие этих вредных организмов.

Для анализов продукта необходимо отбирать соответствующие пробы, по крайней мере каждые шесть месяцев (для установок с мощностью до 3000 т в год), или раз в три месяца (для объектов с мощностью более 3000 тонн в год), на каждой установке для компостирования. Если продукт хранится до продажи или распределения, анализ продукта должен быть сделан в конце периода хранения. Количество образцов, которые должны быть проанализированы в течение года, меняется следующим образом в зависимости от мощности установки: 1) для установок мощностью до 3000 тонн в год - шесть образцов; 2) для установок с мощностью от 3000 до 6500 тонн в год - шесть образцов, плюс одна дополнительный образец на каждые последующие 1000 тонн или на любое количество, превышающее 3000 тонн; 3) для установок с мощностью более 6500 тонн в год - 12 образцов плюс одна дополнительная проба на каждые последующие 3000 тонн или на любое количество, превышающее 6500 тонн.

Количество образцов может быть сокращено (до 50%), если сохраняется адекватный уровень косвенного контроля процесса. Если жизнеспособные семена сорных растений или репродуктивные части растений обнаружены во время анализа продукта, количество анализов должны быть возвращено к рекомендуемому уровню по крайней мере в течение одного года прежде чем оно может быть сокращено снова. Жизнеспособные семена сорных растений или репродуктивные части растений не должны обнаруживаться в этот период.

Образцы общим размером в 3 кг, состоящие из пяти различных под-образцов каждый, должны быть отобраны от каждой партии готового компоста или остатка анаэробного сбраживания. Результаты анализов считаются удовлетворительными, если ни один из образцов не содержит жизнеспособных семян или репродуктивных частей растений. Наличие любых жизнеспособных семян или репродуктивных частей растений является свидетельством неудачи процесса обработки. Смотри подробности анализа в Дополнении 1.

Прямая валидация процесса

Прямая валидация процесса - это проверка компостирования или иного процесса с целью выявления его эффективности в уничтожении вредных для растений организмов в биологических отходах. Её следует отличать от методов контроля качества, таких как косвенный контроль процесса или анализа продукта. Она проводится один раз в течение процесса обработки. Для определения эффективности на всех этапах процесса используют организмы-индикаторы. Эти организмы помещаются в соответствующих секторах переработки или вводятся в процесс на стадиях на которых происходит их уничтожение. После завершения процесса, они удаляются и тестируются на выживаемость или способность заражать методами, изложенными в Дополнении 2.

Каждая прямая валидация процесса должна проводиться двумя сериями тестов, разделенных во времени. В случае, если установки находятся под открытым небом, одна из этих серий анализов должна пройти в зимние месяцы. Для компостирования в валках, три организма-индикатора помещают в три различные сектора (верхний, средний и нижний), а также в четыре различные точки, что в совокупности составляет 36 отдельных образцов. В других процессах обработки, по крайней мере, такое же количество организмов-биоиндикаторов помещают в места с разными диапазонами температур внутри биологических отходов. Для небольших установок с годовой мощностью до 3000 тонн, количество образцов может быть сокращено до 50%. В этом случае организмы-индикаторы помещаются в компостируемую кучу только в двух различных точках.

Для адекватного мониторинга установки для биологических отходов должны иметь отверстия для помещения и удаления организмов-индикаторов. Если это невозможно осуществить, то процесс не может быть валидирован предложенным методом. Могут быть рассмотрены другие методы проверки эффективности, предложенные соответствующими экспертами. Кроме того, сам процесс может быть эффективно выполнен путём добавления тепловой обработки при 74 ° C в течение 4 часов (предпочтительно влажным теплом) в начале или в конце процесса.

Для процессов тепловой обработки прямая валидация процесса не требуется.

Документация / маркировка

Проверяемые записи температурных характеристик и время очередных закладок компоста (компостирования) должны храниться в архиве в течение не менее пяти лет и должны быть представлены надзирающим органам по запросу. Если обработанные биологические отходы были проданы, распределены или экспортированы, они должны сопровождаться "компостным паспортом", который должен включать в себя следующие элементы:

- название и адрес производителя отходов;
- количество;

- описание обработанных биологических отходов или смеси с указанием природы материалов, используемых в не смешанном виде;
- номер партии и дату обработки или идентификационный номер, позволяющий отслеживание;
- удостоверение, подтверждающее, что требования настоящего стандарта выполнены.

Библиография:

Bruns C, Gottschall R, Marchiniszyn E, Schüler C, Zeller W, Wolf G *et al*. (1993) [Phyto-hygiene of composting-present state and test methods. Фитогигиена компостирования: современное состояние и методы анализов.]. In: *BMFT-Statusseminar Neue Techniken der Kompostierung*, pp. 191–206. Berlin (DE) (in German).

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V (2003) *[Validation system for determining the sanitation effect of biowaste treatment processes. Валидация системы для определения санитарного эффекта процессов обработки биологических отходов*]. German Ministry of Research, Köln (DE) (in German).

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V (2006) Handbook of methods for the analysis of organic fertilisers, soil improvers and plant growing media [*Справочник по методам анализа органических удобрений, улучшителей почвы и питательных сред для выращивания растений*]. Federal Compost Quality Assurance Organization, Köln (DE) (in German).

EU (2001) Commission Decision 2000/532/EC of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste [EC (2001) Решение Комиссии 2000/532/ЕС от 3 мая 2000 года о замене Решения 94/3/ЕС, устанавливающего перечень отходов, в соответствии со статьей 1 (a) Директивы Совета 75/442/EEC об отходах и Решением Совета 94/904/ЕС устанавливающим перечень опасных отходов в соответствии со статьей 1 (4) Директивы Совета 91/689/EEC об опасных отходах]. *Official Journal of the European Communities* L203, 18–19.

Idelmann M, Schüler C, Bruns C, Marcinizsyn E, Gottschall R, Waldow F et al . (1998) [Hygiene of biowaste composting. *Гигиена при компостировании биологических отходов*] *Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Initiativen zum Umweltschutz* 9, 11–21 (in German).

Knoll KH, Strauch D & Holst H (1980) [Standardizing hygiene testing for composting procedures. Стандартизация анализов на гигиену при процедурах компостирования]. Forschungsbericht 79-10302403, Umweltforschungsplan des BMI, Abfallwirtschaft (DE) (in German).

Lorenz H (2006) [Phyto-hygiene of the biological waste treatment during composting and anaerobic digestions. Фитогигиена обработки биологических отходов при компостировании и анаэробном сбраживании]. Dissertation, 344 pages. Mensch & Buch Verlag, Berlin (DE) (in German).

Marcinizyn E, Heckmann J, Klages S, Schwab M & Philipp W (2003) [Optimization of the anaerobic technology for the treatment of biowaste from the sanitary perspective as well as development of a sanitary test system for anaerobic treatment plants. Оптимизация анаэробной технологии обработки биологических отходов с точки зрения санитарии, а также разработка санитарной системы анализов для предприятий по анаэробной обработке]. 139 p., Darmstadt (DE) (in German).

http://www.eko-plant.com/dbu/dbu15008p3.php [accessed Feb. 2008]

Noble R & Roberts SJ (2004) Eradication of plant pathogens and nematodes during composting: a review. [Уничтожение фитопатогенов и нематод при компостировании: обзор]. *Plant Pathology* 53, 548–568.

Pollmann B & Steiner AM (1994) A standardized method for testing the decay of plant diaspores in biowaste composts by using tomato seed. Стандартизированный метод для тестирования гибели растительных диаспор в биологических отходах при компостировании путём использования семян томата. *Agribiological Research* 47, 24–31.

Ryckeboer J (2001) Biowaste and yard waste composts: microbiological and hygienic aspects-suppressiveness to plant diseases. [Компосты из биологических и садово-огородных отходов: микробиологические и гигиенические аспекты подавления болезней растений]. PhD Thesis, Katholieke Universiteit, Leuven (BE).

Ryckeboer J, Cops S & Coosemans J (2002a) The fate of plant pathogens and seeds during anaerobic digestion and aerobic composting of source separated household wastes. [Судьба патогенов растений и семян при анаэробном сбраживании и аэробном компостировании разделённых бытовых отходов]. *Compost Science and Utilization* 10, 204–216.

Ryckeboer J, Cops S & Coosemans J (2002b) The fate of plant pathogens and seeds during backyard composting of vegetable, fruit and garden wastes. [Судьба патогенов растений и семян при компостировании овощных, плодовых и садовых отходов на приусадебном участке] In*: Microbiology of Composting* (Ed. Insam H, Riddech N & Klammer S), pp. 527–537. Springer-Verlag, Heidelberg (DE).

Sansford CE (2003) Plant pathogens and pests in composting [Возбудители заболеваний и вредители растений при компостировании]. In*: Pathogen Control in Composting and Anaerobic Digestion: ABPO 2002, Current Knowledge and Technology Aspects Conference.* Cal Recovery Europe Ltd, Leeds (GB).

Walkey DGA (1991) *Applied Plant Virology* [Прикладная вирусология растений], 2nd edn. Chapman and Hall, London (GB).

Дополнение 1

Анализ продукта

В обработанных биологических отходах определяется содержание жизнеспособных семян и репродуктивных частей растений. Для этой цели примерно 3 кг обработанных биологических отходов просеивают для получения частиц размером менее 10 мм и подвергают обработке при температуре 4° С в течение трех дней. После определения содержания соли (Bundesgutegemeinschaft Kompost, 1994, метод № 8), полученный таким образом субстрат разбавляют подходящим для смеси компонентом (который не должен содержать KCl и быть свободным от жизнеспособных семян и репродуктивных частей растений) таким образом**,** чтобы содержание соли KCl в анализируемой смеси составляло менее 2 г/л. Подходящим для смеси компонентом, используемым для этой цели, является верховой торф с негашёной известью (карбонатом кальция), добавляемой из расчета приблизительно 4 г/л. Анализируемая смесь помещается в тестовые чашки (пластиковые чашки с перфорированным дном, или любые эквивалентные ёмкости с водопоглощающим материалом и перфорированной фольгой, для содержания их в чистоте) ровным слоем толщиной примерно 10 мм; затем смесь слегка прессуют и доливают воды до полного насыщения. Затем тестируемые ёмкости выдерживаются в течение 15 дней при освещённости не менее 1000 люкс и температуре 18-20° С, без прямого воздействия солнечных лучей. Потеря воды компенсируется регулярным опрыскиванием. Для

предотвращения высыхания, ёмкости могут быть прикрыты стеклом или прозрачной пластиковой плёнкой таким образом, чтобы оставалась возможность для газообмена. Учитывают количество всходов, появляющихся в течение последующих 15 дней.

Дополнение 2

Прямая валидация процесса

Из различных патогенов растений и семян, которые могут присутствовать в исходных материалах, предназначенных для загрузки в установки по обработке биологических отходов, отобраны следующие организмы-биоиндикаторы для использования в прямой валидации процесса: вирус табачной мозаики (tobamovirus) (TMV), *Plasmodiophora brassicae* (возбудитель килы) и семена томатов. В том случае, если в образцах, которые были переданы для прямой валидации процесса, будет выявлено, что какой-либо из этих организмов выжил, что определяется с помощью любого выявляемого уровня способности заражения TMV или килой, или же прорастанием семян томатов, то считается, что прямая валидация процесса не состоялась.

Метод тестирования на вирус табачной мозаики TMV

Анализ проводится с использованием метода, разработанного Брансом с соавторами (Bruns *et al*. (1994), основанного на данных Нолла и соавторов (Knoll *et al*., 1980) и Райкебоера (Ryckeboer, 2001; Ryckeboer *et al*. (2002 a, b).

Подготовка образцов для анализа

Вирус табачной мозаики (TMV) размножается в табаке *Nicotiana tabacum* сорт 'Samsun', который системно заражается этим вирусом. Растения табака выращивают в обычных тепличных условиях до стадии 5-и листьев. Для инокуляции готовят экстракты из TMV-инфицированных растений табака в 0,05 М натрий-фосфатном буфере с pH = 7 и два или три нижних листа натирают щёткой, стеклянным шпателем или газовым (марлевым) тампоном, которые слегка посыпают абразивом. Через две - три недели после заражения, системно инфицированные листья, на которых проявились обесцвеченные мозаичные пятна, собирают и используют непосредственно для проверки (или они могут храниться в замороженном виде при температуре около -20 ° С для последующего использования). Для каждого образца 10 г TMV-инфицированных табачных листьев помещают в неразлагаемые газовые мешочки (с размером ячейки 1 х 1 мм). Эти образцы помещают в биологические отходы. Необходимо обеспечить такие условия, при которых содержимое образца не может проникнуть в окружающий компост. Контрольными образцами являются TMV-инфицированные листья, хранящиеся в морозильнике при температуре около -20° С.

Анализ образцов на способность заражения

Газовые мешочки удаляются из установки для компостирования и 10 г образцов табачных листьев незамедлительно вынимают, разрезают стерильными ножницами и погружают в 30 мл натрий-фосфатного буфера (0,05 М, pH = 7,0) используя пестик и ступку или стерильный блендер. Полученная пульпа выдавливается через нейлоновую сеть (с размером ячейки 1 мм). Растительный сок извлекается из контрольных образцов аналогичным образом. Для определения остаточной способности заражения экстракты прививаются на тестируемые растения (растения-индикаторы) табака *Nicotiana glutinosa*

или *N. tabacum* сорта ‘Samsun NN’ с использованием модифицированного метода «определения ингибиционной способности сока из листьев растений табака». Четыре полностью сформированных листа (площадью около 90 $см^2$) отрывают от растений на стадии 6-и – 8-и листьев, выращенных при постоянных условиях (Walkey, 1991), и используют для инокуляции каждого образца. Листья слегка посыпают Селитом (абразивом) и экстракт наносят на одну половину каждого из четырёх листьев, в то время как оставшиеся половины листьев обрабатывают контрольным экстрактом. Экстракты равномерно втирают в листья вращательным движением с помощью стеклянной лопаточки (Walkey, 1991). Вскоре после инокуляции листья промывают в течение 10 секунд проточной водопроводной водой. Затем инокулированные листья помещают на увлажнённую фильтровальную бумагу, уложенную в несколько слоев, в чашку Петри или аналогичный сосуд (например, плоские коробки из пенопласта, размером примерно 35 x 50 см, которые могут быть накрыты стеклянной пластиной) и инкубируют в камере для выращивания растений в контролируемых условиях (22 – 24 ° C при, по крайней мере, 16 часах освещенности около 4000 люкс). Поскольку тестируемые растения устойчивы к вирусу TMV, на них развиваются небольшие некротические локальные поражения (маленькие круглые пятна с некротическим центром). Локальные поражения подсчитывают через 6 дней после инокуляции. Повреждения не должны быть обнаружены в тестируемых образцах, в то время как в контроле должны проявиться типичные развитые поражения.

Метод тестирования на выявление возбудителя килы *Plasmodiophora brassicae*

Анализ проводится с использованием метода, разработанного Брансом с соавторами (Bruns *et al*., 1994), основанного на данных Нолла и соавторов (Knoll *et al*., 1980). Изоляты *P. brassicae* должны быть отобраны по степени устойчивости к высокой температуре (устойчивость к инкубации при 65 ° C в течение одного дня) (Idelmann *et al.,* 1998).

Помещаемые образцы

Тестируемый материал состоит из галлов растений капусты, инфицированных *P. brassicae*. Этот материал, до начала теста, находится в состоянии глубокой заморозки при -25 ° C. Образцы, состоящие из 30 г субстрата из галлов, 430 г инфекционной почвы и 200 г биологических отходов, подлежащих анализу, тщательно смешивают и упаковывают в сумки из неразлагаемого материала (с максимальным размером ячейки 1 x 1 мм). Эти образцы помещают в биологические отходы. Материал из образца не должен проникать в окружающий компост. Для контроля биологические отходы заменяют стерильным песком и образцы хранят в сыром, стерилизованном песке при комнатной температуре в течение всего периода проверки.

Анализ на способность заражения с помощью биотестирования

После завершения процесса обработки, все образцы освобождают от крупных деревянных частиц и камней и тщательно растирают. 325 мл, взятые от каждого образца, смешивают с 275 мл песочно-торфяной смеси (с соотношением 30:70 по объёму, песок используется после обработки паром в течение 5 часов при 80° C). Значение pH оказывает сильное влияние на способность заражения *P. brassicae* и должно составлять около 6, а при необходимости может быть скорректировано путём увеличения или уменьшения доли торфа в смеси. Эта смесь образца, песка и торфа добавляется в ёмкость, в которую высаживаются четыре саженца восприимчивого сорта *Brassica juncea*. Поскольку

концентрация фосфора и калия в компосте обычно высокая, как правило, нет необходимости в добавлении питательных веществ в ёмкости, содержащие тестируемые образцы. В контрольные образцы должны быть добавлены удобрения (250 мг азота, 100 мг P_2O_5, 300 мг K_2O и 100 мг магния на литр). Биотест проводится по рандомизированной дробно-деляночной схеме с 16-ти часовым днём с освещением в 8000 люкс и при температуре 16 - 18° С в течение первой недели и 22° С начиная со второй недели. Вегетационный период для биотестирования составляет 5 недель, после чего растения проверяются на симптомы заболевания (по галлообразованию на корнях). В тестируемых образцах не должно быть обнаружено инфекции, в то время как в контролях должно проявиться типичное развитие заболевания.

Метод тестирования семян томатов

Тестирование проводят в соответствии с методом Полмана и Штайнера (Pollmann и Steiner, 1994).

Помещаемый образец

Семена томатов (1 г или 400 семян *Lycopersicon esculentum* сорта Saint Pierre, [синонимы: S. Pierre и San Pedro]) высыпаются в небольшой мешочек из неразлагаемого газа (с размером ячейки 1 х 1 мм) и распределяются по всей поверхности газа по возможности тонким слоем. Закрытый мешочек помещают в мешок-образец, содержащий не менее 5 л свежих биологических отходов из партии, предназначенной для исследования. В случае анаэробного сбраживания, аналогичное количество семян томатов, содержащихся в ёмкости с полупроницаемыми мембранами, вводится в процесс. Перед тестированием должна быть определена всхожесть семян томатов, при этом необходимо использовать только семена со всхожестью не менее 90%.

Тест на всхожесть

Тест на всхожесть, как правило, начинают сразу же после извлечения образцов из компоста. Если образцы приходится транспортировать или хранить, их следует содержать охлаждёнными в воздухонепроницаемой ёмкости (холодном боксе, холодильнике). От каждого мешочка отсчитывают 200 семян томатов. Остальные семена сушат при комнатных условиях (приблизительно при 20°С и относительной влажности от 20 до 50%) и затем помещают в герметичную ёмкость и хранят в холодильнике в качестве резерва.
Подсчитанные семена (промытые, если это необходимо) разделяют на четыре части по 50 семян и помещают на влажную фильтровальную бумагу, сложенную в четыре слоя, в четыре закрытые 9-сантиметровые чашки Петри, которые выдерживают при 25° С и подвергают воздействию света в соответствующем помещении или боксе для выращивания. Проросшие семена томатов пересчитывают каждые 7 дней и извлекают из чашки Петри. Семена считаются проросшими, если видимо появились их корни и/или проростки. Подсчёт продолжается до тех пор, пока семена дают проростки. Если семена не проросли за более чем 21 день, тесты на всхожесть завершаются. Общее число проросших семян должно быть записано и выражено в процентах от общего числа использованных в пробе (200 семян). В исследуемых образцах всхожесть не должна проявиться, в то время как в контроле всхожесть должна быть нормальной.