Компост из осадка сточных вод – продукт со знаком качества

Мартин Кранерт[1], Герольд Хафнер[1], Ингрид Беркнер[2], Эртугрул Эрдин[3]

Статья из журнала «Water Practice & Technology» (2008, том 3, № 1).
Перевод – Ж.Н. Барановская
Переработка и предисловие – эксперт-директор журнала Д.А. Данилович

Компост, полученный из осадка сточных вод и используемый в качестве почвенного наполнителя, имеет ряд преимуществ по сравнению с необработанным осадком. Влагоемкость гораздо выше, так как компост задерживает выделение воды и повышает водообеспеченность почвы; повышается объем пор, улучшается аэрация, что обеспечивает стабильность структуры и защиту от эрозии. Кроме того, в процессе разложения происходит обезвреживание и получается гигиенически безвредный продукт.

СИСТЕМА ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА

Обеспечению качества биоотходов придается огромное значение. Германским Институтом сертификации и стандартизации создана система гарантии качества продуктов, производимых из осадка сточных вод. Она действует в рамках системы Государственной Комиссии по условиям поставки продукции – RAL (Reichs-Ausschuss für Lieferbegingungen).

Данная система гарантии качества продуктов, производимых из осадка сточных вод, используется более 10 лет и хорошо зарекомендовала себя для целей маркетинга [BGK (1992)]. На основе этого положительного опыта система качества компоста из осадка сточных вод в течение последних лет была внедрена в Германии. Целью внедрения является получение статуса готовой продукции для утилизации в сельском хозяйстве. Очевидными преимуществами системы являются:

[1] Университет Штутгарта, Институт санитарно-технического строительства, Управление качеством воды и удалением твердых отходов, (ISWA), Бандтэле 2, D-70372 Штутгарт, martin.kranert@iswa.uni-stuttgart.de, gerold.hafner@iswa.uni-stuttgart.de
[2] LAV Markranstaedt GmbH, Нордштрассе 15, D-04420 Маркранштедт, Ingrid.Berkner@lav-markranstaedt.de
[3] Университет Dokuz Eylül, Факультет экологической инженерии, Кайнаклар Кампус, 35160 Измир. e.erdin@deu.edu.tr

- Подтвержденное высокое качество.
- Добровольный мониторинг независимыми организациями.
- Повышение привлекательности и приемлемости (аспекты маркетинга).
- Спецификации для использования.

Высокое качество может быть достигнуто только путем реализации утвержденных программ гарантии качества на производственных предприятиях. С 1990 года Комитет по утилизации отходов населенных пунктов (ANS e.V.) установил специальный знак качества для компоста из осадка сточных вод, который в настоящее время заменен на знак RAL.

Процедура получения знака качества

Ассоциация по контролю качества продукции из осадка сточных вод (VGVA), как член Германской Ассоциации по обеспечению качества компоста (BGK) взяла на себя задачу гарантирования качества компоста и почвогрунта из осадка сточных вод с целью обеспечения их использования в замкнутом цикле управления отходами. Членами Ассоциации являются национальные операторы частных и государственных предприятий по производству компоста и почвогрунтов.

Ассоциация разработала и представила предложение по процедуре подтверждения качества в Германский Институт сертификации и стандартизации, включая определения качества и анализов с целью документального оформления качества продукции предприятий-членов Ассоциации. Знак качества RAL- GZ 258 «AS-Humus» для продукции, изготовленной из осадка сточных вод, подтвержден Институтом RAL (рис. 1).

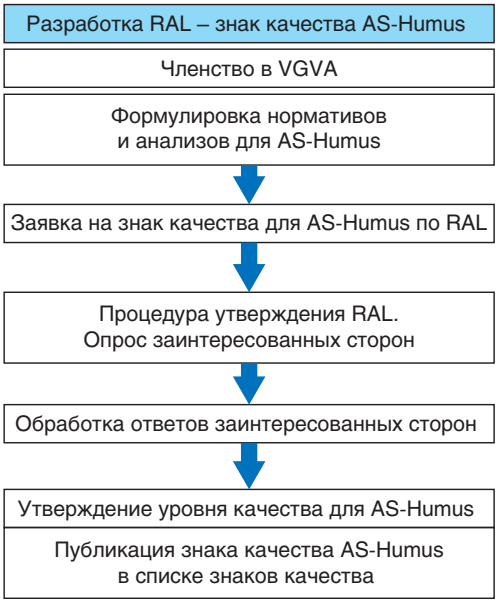


Рис. 1.
Процедура получения знака качества RAL для продукта AS-Humus (AS – осадок сточных вод)

Процедура подтверждения качества

Процедура признания выполняется для присвоения знака качества, а процедура мониторинга – для контроля соответствия стандартам качества. В табл. 1 приведены данные о необходимых анализах для процедуры признания (при пуске предприятия в эксплуатацию) и процедуры мониторинга (в ходе непрерывной эксплуатации), в зависимости от размеров предприятия. Обе процедуры выполняются Германской Ассоциацией по обеспечению качества компоста (BGK), также как оценка и отчет о результатах.

Процедура признания (первый тест)	Процедура мониторинга (внешний контроль)
Один анализ на каждые 2000 т/год Минимум 4 анализа в год Максимально 12 анализов в год	Один анализ на каждые 4000 т/год Минимум 4 анализа в год Максимально 12 анализов в год

Таблица 1.
Анализы для проведения процедур признания и мониторинга (VGVA. 2003)

Оценку операторов предприятий на региональном уровне осуществляет VGVA, которая действует в качестве региональной организации контроля качества. VGVA подает заявки от компаний-членов Ассоциации в Германскую Организацию по контролю за качеством компоста (German Compost Quality Assurance Organization). Комиссия по качеству присуждает знак качества (Quality Commission). VGVA также принимает участие в Комиссии по качеству. BGK осуществляет надзор за соблюдением требований RAL к качеству гумусовых продуктов, таких как компост из биоотходов, сброженные биоматериалы и осадок сточных вод (табл. 2).

Потенциал производства компоста из осадка сточных вод в Германии оценивается в 1 млн т ежегодно, при этом число предприятий-производителей – 60–80. В настоящее время подтверждение качества проходят 115 тыс. т компоста, производимые ежегодно 30 предприятиями; в среднесрочной перспективе этот объем увеличится до 300 тыс. т от 40 производителей. Кроме того, работают около 25 предприятий по производству почвогрунтов. Этот опыт будет расширен и применен на малых и средних очистных сооружениях в сельской местности.

Таблица 2.
Знаки качества для компоста

Документ подтверждения качества	Знак качества	Количество предприятий	Производимый продукт
Документ качества компоста RAL-GZ 251		431	Свежеприготовленный компост Вызревший компост Мульча Субстрат
Документ качества сброженного осадка RAL-GZ 256/1		37	Твердый сброженный осадок Жидкий сброженный осадок Осадок
Документ качества AS-Humus RAL-GZ 258		13	Свежеприготовленный компост из осадка сточных вод Вызревший компост из осадка сточных вод

ПРОЦЕСС КОМПОСТИРОВАНИЯ

Продукцию из осадка сточных вод получают в результате аэробной обработки осадка путем компостирования, а также на предприятиях по производству грунтов для камышовых фильтров с целью выработки гигиеничного продукта.

Готовая продукция из осадка сточных вод включает:

Компост, получаемый в результате аэробной обработки специальной смеси осадка сточных вод с другими материалами, обычно с древесными отходами, древесной корой, отходами обрезки садовых растений и зеленых ветвей и т.д. Компост подразделяется на свежий и вызревший компост – в зависимости от степени разложения.

Почвогрунты, получаемые в результате длительного компостирования осадка сточных вод, например, грунт, образующийся в течение многих лет в камышовых фильтрах (биолого-почвенные системы очистки небольших расходов сточных вод в сельской местности).

Для обеспечения необходимых аэробных условий важно, чтобы уровень влагосодержания (на стадии интенсивного разложения свыше 50 %) и объем воздушных пор в разлагаемом материале были достаточно высокими. Поскольку структура осадка сточных вод не стабильна в отличие от биоотходов, необходимы некоторые дополнительные ингредиенты, например:

- измельченные обрезки кустов;
- отходы длинноволокнистых растений;
- измельченные солома и древесина;
- кора деревьев;
- опилки и щепки;
- обрезки бумаги и картона.

Количество дополнительных материалов зависит от содержания сухого веществ в осадке: с увеличением влагосодержания увеличивается фракция добавок, а также общий объем осадка, подлежащего обработке. Рекомендуется обезвоживание исходного материала для уменьшения объема перегнивающего материала.

Системы компостирования

Для компостирования осадка сточных вод в Германии используются шесть гигиенически проверенных систем, а именно:

- контейнеры;
- туннели;
- штабели (без покрытия, открытые)
- штабели (покрытые);
- штабели с мембранными покрытиями (полупроницаемые);
- реакторы.

Широко распространены системы компостирования в штабелях с использованием машин для ворошения и реакторов. При компостировании в штабелях свежий компост из закрытых систем должен в обязательном порядке пройти стадию вызревания для достижения IV или V степени разложения.

Расходы на компостирование осадка сточных вод в Германии составляют от 100 до 200 евро/т сухого вещества при компостировании в штабелях и 150–300 евро/т сухого вещества в случае применения реакторов.

Содержание тяжелых металлов в осадке сточных вод

Помимо важных биогенных элементов, таких как фосфор и другие органические вещества, осадок сточных вод содержит существенные концентрации тяжелых металлов антропогенного происхождения. Строгие стандарты Германии на качество стоков привели к 50 % сокращению в них концентраций тяжелых металлов за период с 1982 по 1997 гг. В частности, это относится к Pb, Cd, Ni и Hg. Однако из-за стоков водосточных систем зданий в настоящее время снижение концентраций Cu и Zn незначительное (табл. 3).

Таблица 3. Предельные значения концентраций тяжелых металлов в AS-Humus со знаком качества RAL

Элемент	Единицы измерения	Предельные значения медианной (срединной) величины***	Государственные нормативы на осадок сточных вод (Sewage Sludge Ordinance)
Свинец (Pb)	мг/кг СВ*	300	900
Кадмий (Cd)	мг/кг СВ	3	10
Хром Cr)	мг/кг СВ	100	900
Медь (Cu)	мг/кг СВ	400	800
Никель (Ni)	мг/кг СВ	50	200
Ртуть (Hg)	мг/кг СВ	2	8(5)**
Цинк (Zn)	мг/кг СВ	1250	2500 (2000)**

* Сухое вещество.
** Для песчаной почвы.
*** Медиана *(50-й перцентиль, квантиль 0,5)* – значение, которое делит выборку данных на две равные (по числу данных) части, так, что 50 % «нижних» единиц ряда данных будут иметь значение не больше, чем медиана, а «верхние» 50 % – значения не меньше, чем медиана.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА: НЫНЕШНИЕ И НОВЫЕ КРИТЕРИИ

Компост из осадка сточных вод (AS-Humus) должен соответствовать специальным гигиеническим требованиям. Кроме того, к некомпостированному осадку дополнительно предъявляются определенные санитарные требования, сопоставимые с нормативами по санитарной обработке биоотходов, которые предусматривают постоянный косвенный контроль (температурно-временные отчеты) и прямой контроль применяемой технологии обработки.

VGVA совместно с BGK предложили добровольное подтверждение качества с применением более жестких нормативов по сравнению с действующим нормативным документом по осадку сточных вод. Предлагаемые нормативы сокращают в два, а то и в четыре раза предельные концентрации тяжелых металлов. Дополнительно предусматривается постоянное повышение качества.

Ввиду возможного присутствия органических загрязняющих веществ (ксенобиотиков) ужесточаются требования к контролю с включением не только анализов на диоксины/фураны и полихлорированные бифенилы, но также на такие вещества как LAS (нормальный алкилбензолсульфонат – СПАВ), DEHP (ди-2-этилгексиловый фталат), NPE (нонилфенол и NP-этоксилат) и полициклические ароматические углеводороды. В отношении органических загрязнений применяются существующие нормативы для осадка сточных вод.

Большинство из них растворимы и существуют, в основном, в водной фазе. Их попадание в осадок сточных вод не вызывает особого беспокойства, хотя прогнозировать их разделение на части и поведение в процессе очистки сточных вод невозможно из-за отсутствия физико-химических данных о многих из этих соединений.

В процессе компостирования органические загрязнения, такие как нонилфенол, ди-2-этилгексиловый фталат, нормальный алкилбензолсульфонат и полициклические ароматические углеводороды разлагаются на 60–95 %. В настоящее время ведутся дальнейшие исследования биохимического разложения этих органических веществ.

Экологичное применение компоста из осадка сточных вод, прошедшего подтверждение качества, подкрепляется обязательными руководствами по объемам внесения в почву, основанными на лучшей профессиональной практике. Согласно руководствам допускается применение компоста не только в сельском хозяйстве, но и для благоустройства ландшафта, рекультивации земель, производства верхнего слоя грунта. Это обеспечивает оптимальную утилизацию полезных веществ, содержащихся в продукте.

Компост из осадка сточных вод, соответствующий требованиям нового знака качества «AS-Humus», является высококачественным почвенным наполнителем и удобрением. Посредством подтверждения качества BGK и VGVA представляют конкретный пример пропаганды утилизации осадка сточных вод.

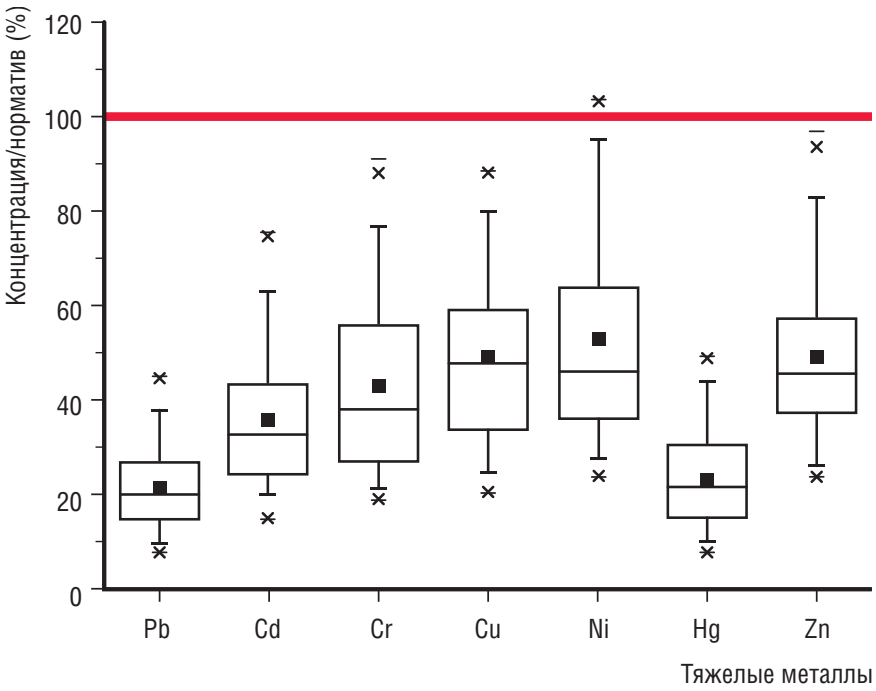
Результаты процедуры подтверждения качества

С 2000 года на различных предприятиях производился сбор данных для определения критериев качества. На настоящий момент имеется около 200 комплектов данных по 12 предприятиям; остальные проходят процедуру признания. На рис. 2 представлены концентрации тяжелых металлов в виде процента от установленного норматива. Диапазон величин достаточно большой из-за разных базовых условий на предприятиях. Срединные значения в сравнении с существующими государственными нормативами составляют примерно 25 % для Pb и Hg, около 35 % для Cd и Cr и около 50 % для Cn, Ni и Zn. Для соответствия критериям срединная величина должна быть около 50 % предельного значения. Для Cr, Cu, Ni и Zn величина 95 % обеспеченности (ниже которой находится 95 % значений) располагается около предельного нормативного значения. Стоит отметить, что Cu и Zn в указанных концентрациях являются питательными микроэлементами (не загрязняющими веществами).

Концентрации биогенных элементов составляют по срединному значению, в % от сухого вещества (СВ): азот – 1,6, фосфор – 4,5, органическое вещество – 51,5.

По сравнению с компостом из биоотходов, в получившем сертификат AS-Humus компосте содержание фосфора выше в 5,4 раза. Также примерно в 3 раза выше концентрации меди и цинка (питательные микроэлементы) и ртути.

Рис. 2.
Концентрации тяжелых металлов в компосте из осадка сточных вод



ВЫВОДЫ

Компост из осадка сточных вод можно использовать в качестве сельскохозяйственного удобрения из вторичного сырья, а также в качестве почвенного наполнителя в огородничестве, благоустройстве территорий и рекультивации земель. Технология компостирования проверена и доступна; кроме того, применение компоста с низким уровнем загрязнений имеет большое значение. Для контроля и гарантии качества, а также для продажи продукта необходимо применять системы гарантии качества, как в случае с компостом из биоотходов. С помощью добровольного подтверждения качества продукции из осадка сточных вод можно осуществить важные задачи.

Гарантия качества обеспечивает основу для постоянного рециклинга осадка сточных вод в соответствии с концепцией замкнутого цикла, продвижение технологий производства гумуса. Также отмечается достижение положительного влияния на управление и качество технологии путем взаимодействия с операторами предприятий, прошедших процедуру подтверждения качества. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Anonymus (1992). German Sewage Sludge Ordinance (15.04.1992), Bgbl I , 912/amendment 06.03.1997, Bgbl I, 446
2. Conference of the Agricultural Ministers, 21. March 2003 in Schwerin, Protocol TOP 4.5.
3. Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (1992). Quality assurance system for compost (RAL GZ 251), Cologne
4. Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (2003). Quality assurance system for organic fertilizers, Cologne
5. BMU/BMVEL (German Ministry for Agriculture) (2002). Good quality and safe yields. Paper June 2002
6. Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (2003). Quality assurance system for Sewage Sludge Products. Cologne
7. Kirsch, A – Documents for quality assurance, Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
8. Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., Bundesvereinigung Humus- und Erdenwirtschaft e.V. (2004) Journal: Informationsdienst Humuswirtschaft KomPost
9. Bundesrat: 75/2002, Decision from 26. April 2002, print 226/01
10. Danish Land Development Service, National Environmental research Institute (2002). Sewage sludge treatment can degrade hazardous substance
11. Dichtl, N.(1995). Status of the technique for sludge stabilisation including composting. In: Verfahren und Stoffe in der Kreislaufwirtschaft / K.J. Thomé-Kozmiensky. – Berlin: EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, 1995
12. EU-Commission (2002). Position of the EU-Commission from 16.04.02
13. Commission of the EU (2002).l Communication of the Commission; Brussels, 16.04.2002
14. Müsken D.(1998). Compost from Sewage Sludge, Müllhandbuch 2/98 Artikel 3580, E-Schmidt Verlag, Berlin
15. Sachverständigenrat für Umweltfragen (2002). Report of the Environment 2002
16. VGVA e.V. (2003). Quality criteria of the Association for Quality Assurance of Sewage Sludge Products e.V.
17. Reinhold G. (2005). Assessment of sewage sludge quality . Report for BGK und VGVA, 2005
18. VGVA e.V. (2006). Heavy metal analyses of VGVA e.V. (not published)