

**ИЗГРАЖДАНЕ НА СЪОРЪЖЕНИЕ ЗА КОМПОСТИРАНЕ НА
БИООТПАДЪЦИ В ОБЩИНА СЕВЛИЕВО**

Драгомир Василев, Стелияна Стоянова
Технически университет - Габрово

**BUILDING OF WASTE COMPOSTING EQUIPMENT
IN THE SEVLIEVO MUNICIPALITY**

Dragomir Vassilev, Steliyana Stoyanova
Technical University of Gabrovo

Abstract

The aim of the present work is to implement a model for separate collection and construction of a composting facility for bio-waste in Sevlievo municipality, for the production of high-quality compost, recycling of separately collected bio-waste.

As a result of the applied technology, after an external assessment of the quality of the compost, for compliance with all the criteria for the quantity, the compost produced has the qualities of a product that can be released freely available on the market in the Republic of Bulgaria or used by the municipality for its own purposes.

Keywords: composting; compost, bio-waste.

ВЪВЕДЕНИЕ

Най-добрият начин за оползотворяване на растителните и животински отпадъци е превръщането им в компост. За разлика от суровите отпадъци компостът не нарушава екологичното равновесие. Компостирането дава възможност за повторно използване на органичните отпадъци като средство за подобряване структурата на почвата и за торене на растенията. Компостът представлява естествен тор, който се получава в резултат на биохимични процеси, водещи до разлагане на органичната маса. Вместо да се полагат усилия за нейното унищожаване, лесно може да се върне обратно на природата под формата на стабилен хумусен материал [1]

Процесът на компостиране понастоящем се ползва с голям интерес не само от екологична гледна точка. Той буди нужното внимание и от санитарно-хигиенна гледна точка: при този процес органичната материя се дезинфектира благодарение на високите температури, които се достигат в термофилната фаза на компостиране. Патогенна-

та микрофлора загива, а голяма част от плеселните семена се унищожават [2]

Компостирането предизвиква интерес и от енергийна гледна точка: процесът се самоподдържа енергийно, благодарение на енергията, отделяна при разкъсването на химичните връзки, характеризиращи сложните молекули на органичната материя. Компостирането може да бъде пасивно – оставяне на материалите да се разграждат под действие на естествената микрофлора при естествени условия – или да бъде интензивно управляван процес, който може да протече в различни конструкции механизирани инсталации за производство на компост на открито или в затворени помещения. Използват се също и бавно въртящи се барабани, които са аналогични на биореакторите за твърдофазово култивиране на микроорганизмите в биотехнологичните процеси [3-5]

За повишаване скоростта на компостиране се прибавят химични, растителни и бактериални добавки. Бактериалните компост-ускорители съдържат уникални щамове на

бактерии и действието им се обяснява със следните особености:

- усвояват трудноразградими съединения, като мазнини и протеини;
- ускоряват времето, необходимо за достигане до много активния термофилен етап;
- съдържат факултативни бактерии, които работят в условия, където нивата на кислорода са по-ниски;
- започват да действат веднага, тъй като в компоста се въвеждат големи популации от повече от 1 билион бактерии на грам;
- намаляват миризмите;
- увеличават торовата стойност, тъй като потискат развитието на фитопатогенните микроорганизми и стимулират растежа на растенията;
- намаляват времето на компостиране при правилно използване [6].

Целта на настоящата работа е прилагане на модел за разделно събиране и Изграждане на съоръжение за компостиране на биоотпадъци в община Севлиево, за производство на висококачествен компост, рециклиране на разделно събрани биоотпадъци.

В резултат на приложената технология, след външна оценка на качество на компоста, за съответствие с всички критерии за качество, произведения компост има качествата на продукт, който да може да бъде пуснат свободно на пазара в Р. България или да бъде използван от общината за собствени цели.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Съоръжението представлява технология за компостиране на редове на открито с принудителна аерация. Основната цел е производството на висококачествен компост рециклиране на разделно събрани биоотпадъци, в съответствие с Наредбата за третиране на биоотпадъците, *приета с ПМС № 235 от 15.10.2013 г. (Обн. ДВ, бр. 92 от 22.10.2013 г.)* [7]

В резултат на приложената технология, след външна оценка на качество на компоста, за съответствие с всички критерии за качество, регламентирани в наредбата, произведения компост ще е достигнал статут на продукт, който да може да бъде пуснат свободно на пазара в Р. България или да бъде използван от общината за собствени цели.

Процесът на компостиране включва следните основни оперативни стъпки:

- приемане и временно съхранение на свежите входящи материали (биоотпадъци);
 - приготвяне и смесване на биоотпадъците за компостиране, включително раздробяване на обемистите отпадъци от паркове и градини;
 - компостиране на редове на открито с принудителна аерация, с регулярно обръщане и смесване с помощта на машина за обръщане, теглена от трактор.
 - интензивна фаза с "висока температура" с принудителна аерация и с редовно поливане с използване на инфилтра и дъждовната вода, събрана от асфалтираната зона на съоръжението
 - фаза на зреене (<45-55°C), без принудителна аерация и с редовно поливане главно с дъждовната вода, събрана от асфалтираната зона;
 - мониторинг на температурата и документиране на процеса на хигиенизиране в съответствие с *Наредбата за третиране на биоотпадъците* и контрол на системата за принудително аериране.
 - пресяване на зрелия компост до получаване на готов продукт;
 - складиране на готовия продукт преди употреба или маркетинг
- Съоръжението за компостиране е проектирано с капацитет за третиране на около 5 500 - 6 500 m³ биоотпадъци на година.
- Допълнителни биоотпадъци от хранително-вкусовата промишленост и хранителни продукти с изтекъл срок на годност от магазините ще бъдат третирани само при условие, че общият капацитет за третиране на съоръжението няма да бъде надвишен.
- В допълнение към разделно събраните биоотпадъци, на съоръжението ще се използва и глинеста почва като технологична добавка с цел подобряване на биологичния процес на разграждане и образуване на хумус. Предвижда се добавяне на приблизително 10% почва в сместа на входящите материали. Предвижда се за целта да се използва почва (земни маси), която е на разположение от изравняването на терена от периода на строителството.
- Видовете биоотпадъци, както и използваните добавки, са изброени по-долу, в съответствие с Приложение 1 на „*Наредба за третиране на биоотпадъците*“.[7]
- Що се отнася до материалите, посочени в "*Отпадъци за биологично третиране с части от животински произход*", е важно да се

отбележи, че са включени само тези био-разградими отпадъци, които могат да се третират в съответствие с Приложение № 4 на „Наредба за третиране на биоотпадъците“.

Конструктивни елементи на съоръжението за компостиране в община Севлиево

Зоната за доставяне на разделно събраните биоотпадъци е изчислена така, че да е възможно материалите (включително хранителни отпадъци от домакинства и търговски източници, прясно окосена трева, зелени листа и др.) да се складират на нея минимум две седмици. При средна плътност на доставените материали 0,4 - 0,6 t/m³ се приема среден коефициент или размер на площта за 1 m² / m³ доставени биоотпадъци.

Зоната за разтоварване, временно съхранение и предварително третиране на „мокри“ биоотпадъци ще покрива площ от около 519 m². Ще бъде заобиколена със стоманобетонна стена (20 m x 9,5 m и с височина от 2 m).

Инфилтратът и дъждовната вода ще се оттичат в резервоар за събиране на отпадъчните води.

Запечатването на настилката на площадката се извършва от два слоя асфалтобетон: 3 cm асфалтобетон АС 12,5 изн. и 7 cm асфалтобетон АС 31,5 осн, в съответствие със стандарт БДС EN 13108-1.

Обемистите дървесни отпадъци и храсти се разлагат трудно и са биологично "стабилни". Няма оттичане на замърсена вода / инфилтрат. Дъждовната вода от тази зона за съхранение може да се отвежда към стандартната зона за инфилтрация. Найгорният слой на тази зона ще представлява механично стабилизирани слой. Общата площ на зоната ще бъде 250m².

Зоната за компостира включва в себе си две отделни зони - основна зона за разграждане на входящите материали и зона за зреене на компоста.

Основната зона за разграждане има 2 компонента:

- **Аерирани купове** - 4 купа компост;
- **Неаерирани купове** - 4 купа компост.

Цялата зона е с размер от 1 640 m² (41 m x 40 m) и ще бъде асфалтирана с два слоя асфалтобетон: 3 cm асфалтобетон АС 12,5 изн и 7 cm асфалтобетон АС 31,5 осн., в съответствие със стандарт БДС EN 13108-1

или друга спецификация с еквивалентни качества по отношение на плътност и дрениране. Зоната ще бъде проектирана с 3 % едностранен наклон.

В зоната с аерирани купове компост инфилтратът и дъждовната вода ще се отвеждат към резервоар чрез аерационни канали и успоредно на склона на повърхността. От зоната с неаерирани купове отпадъчната вода ще се оттича само повърхностно.

И двете зони (с и без принудително аериране) имат капацитет от по четири купа компост (3,5 m широчина и 1,8 m височина = около 3,5 линеен метър), всеки с дължина от 40 m.

В общо осемте реда компост 140 x 8 = 1 120 m³ биоотпадъците могат да бъдат поставени и третирани едновременно ~ 140 седмица пресни биоотпадъци могат да бъдат третирани

В началото и в края на всеки ред компост е предвидена зона за манипулация - завъртане на трактора и машината за обръщане на куповете/ редовете с компост.

Фазата на интензивно РАЗГРАЖДАНЕ (при висока температура) ще бъде 8 - 10 седмици. Общата площ на зоната ще бъде 1 640 m².

Зоната за зреене е предназначена за допълнителни 2-4 седмици период на третиране. Зоната за зреене е разположена в съседство на зоната за активно разграждане. Настилката на тази зона ще бъде от 8 cm асфалтов слой асфалтобетон АС 16 изн. в съответствие със стандарти БДС EN 13108-1 и БДС EN 13108-1. До два купа компост могат да бъдат съхранявани и третирани едновременно. Общата площ на зоната ще бъде 487 m².

Общо средното време за компостиране в зоната за компоста ще бъде до 12 седмици. Поради предвидени загуби от процес на разграждане (очаквани 40 - 60 % об/об) е възможно да се комбинират два купа в един нов (в края на основната фаза на разграждане или по време на зреенето).

Едрите дървесни отпадъци и храсти, както и готовия компост, са биологично "стабилни". Полученият инфилтрат не е замърсен. Следователно дъждовната вода може да се оттича към стандартната зона за инфилтрация. Повърхностният слой на площадката ще бъде механично стабилизирани.

На тази площ произведеният компост, както и обемните материали (раздробени

дървесни отпадъци и храсти), могат да бъдат съхранявани до около 6 месеца. Общата площ на зоната ще бъде 1 022 m².

За връзка между различните зони (за доставка, активно разграждане, зреене, съхранение) както и за временен престой на шредера и ситото по време на работа в съоръжението са предвидени транспортни ленти.

Асфалтирана зона за разграждане и зоната за междинно съхранение на „мокри“ биоотпадъци е проектирана с наклон към резервоара за отпадъчни води. Цялата вода от тази зона ще се събира и отвежда към резервоара. Технически не е възможно (благодарение на наклона) вода от външни зони да навлезе тук.

Дъждовната вода от тази зона, както и инфилтратата от зоната без принудително аериране, ще се оттичат директно към повърхността на резервоара. През първите 4 седмици на активно разграждане (когато се очаква да се отдели по-голямата част от инфилтратата) водата може да бъде източвана през каналите за аерация, заложи в основата на тази зона. Това източване на водата през каналите за принудително аериране, ще се осъществява чрез PVC тръби, свързани към сифон. От там ще се изпомпва (ако нивото нарасне) до резервоара за отпадъчни води.

Водонепропускливата област на планираното съоръжение за компостиране, от която ще се събират отпадъчни води е около 2 487 m². Средните годишни валежи за периода 2008-2013 г. са били около 515 mm на годишна база.

Капацитетът за съхранение се изчислява в съответствие с "Инструкции за определяне на национални технически изисквания към съоръженията за третиране на биоотпадъците (компостиране)"

Методът за изчисление отчита :

1. годишната сума на валежите: колкото по-висока е тя, толкова е по-голямо количество валежи, трябва да премине през павирана площ и съответно да се оттече;

2. стандартния обем на инфилтратата от процеса на разграждане, който изисква до-

пълнителен обем от 28 l / m² асфалтирана складова площ;

3. допълнителен коефициент за безопасност от 20 % от изчисления обем;

4. резервен буфер от 25 %.

За годишно количество валежи от средно 515 mm, от асфалтираната зона за съхранение резервоарът може да поеме 70 l / m²

В случай на асфалтирана площ от 2 487 m² това води до минимален капацитет за инфилтратата и дъждовната вода от 208 m³.

Препоръчително е да се добавят 25 % резерва за капацитета за складиране - по този начин резервоарът ще повиши капацитета си на 262 m³

Избраният резервоар, с диаметър 9 m и 4,5 m дълбочина, се предвижда да бъде изпълнен от стоманобетон с мин. 25 cm дебелина на стената (в зависимост от статичните изчисления). Резервоарът ще бъде с обем от 286 m³ и ще е изграден от две части (разделени от стоманобетонна стена), за да се отделят/утаяват примесите.

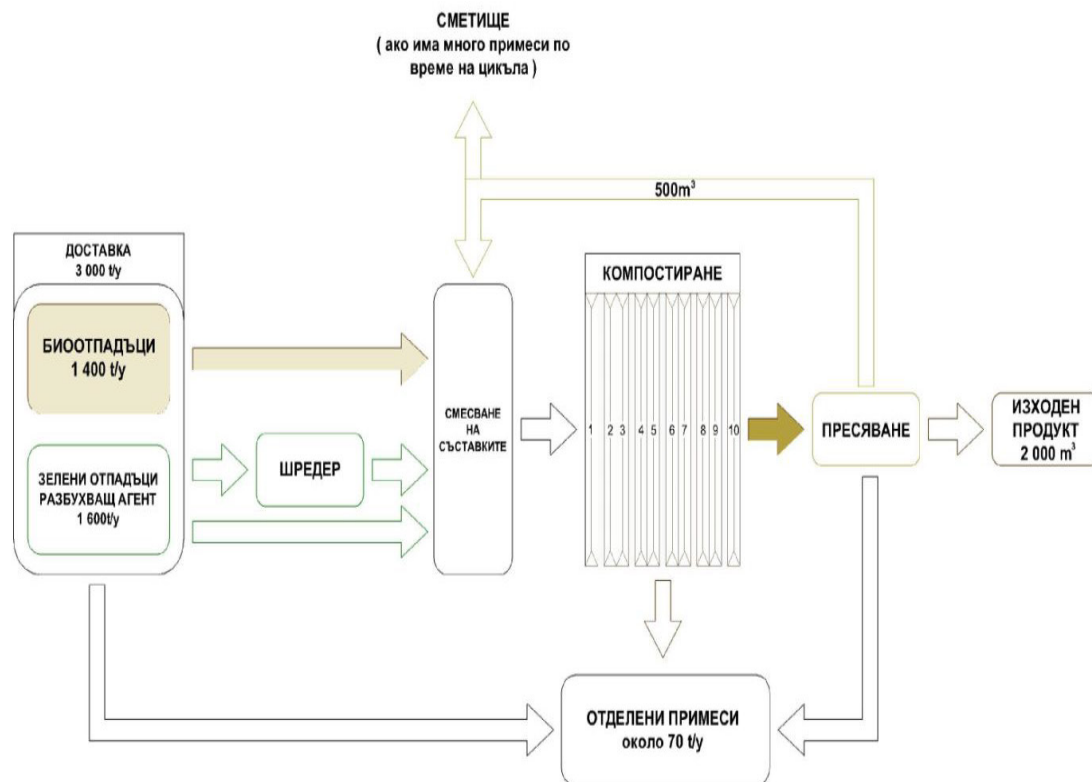
Отделяната вода от зоните с настилка уплътнен чакъл и незамърсената вода асфалтираните зони ще бъде насочвана към съседните терени за инфилтрация.

Зоната за инфилтрация ще е изградена от > 30 cm антизамръзващ слой, покрит от 30 cm пласт хумус.

Процес на компостиране - управление на процеса

Производственият процес на компостиране е около 2 000 m³ произведен компост и се равняват приблизително на 1200 ÷ 1400 t (в зависимост от степента на узряване и плътността на пресятите обемисти биоотпадъци).

Входящите биоотпадъци ще бъдат претегляни на съществуващия кантар на регионалното депо за битови отпадъци в Севлиево. В съоръжението ще постъпват малки количества зелени отпадъци от паркове и градини. Ще бъде оценяван обема им и теглото ще бъде изчислявано въз основа на стандартни данни за обемна плътност.



Фиг. 3.21. Схема на производения процес на компостиране в Севлиево

По принцип за доставяне на биоотпадъците и по-нататъшния процес за съхранение на „мокрите“ биоотпадъци (храна / кухненски отпадъци или прясно окосената трева) и (сухите зелени отпадъци) са предвидени отделни зони. Свежите / „мокри“ биоотпадъци трябва да бъдат смесвани със зелените отпадъци за компостиране веднага (до 24 часа).

Обемистите материали (сухите зелени отпадъци) ще бъдат съхранявани (за периоди, когато няма да бъдат доставяни, например зимния сезон) и раздробявани.

В зависимост от наличието на шредера и необходимото количество за смесване в куповете за компостиране материалът ще се раздробява и смесва в тях. Честотата на раздробяванията ще бъде приблизително 2 до 4 пъти годишно.

Въз основа на опита, делът на примеси (пластмасови опаковки, метали, стъкло) може да бъде между 5 и 10 % в началния етап на функциониране на системата за разделно събиране на биоотпадъци. Когато населението се научи как да събира разделно правилно, количествата примеси могат да бъдат много ниски, до 1 - 2 %. Най-едрият примеси ще бъдат отделяни ръчно с вили и ще бъдат събирани в контейнер за отпадъци

след доставка и при смесване на изходната суровина за компостиране.

Фините градински отпадъци (например прясно окосена трева) и разделно събраните хранителни отпадъци, трябва да не са повече от 40 % от обема на сместа за компостиране.

Раздробените зелени отпадъци от паркове и градини се добавят и се смесват до получаване на хомогенна смес. В допълнение се добавя глинеста почва и зрял компост, около 10 до 15% от общия обем.

Смесването се извършва директно, посредством машината за обръщане на компоста по време на оформянето на куповете/редовете с компост.

За да се постигне ефективен и оптимизиран процес (за стабилен краен продукт), е от 25 до 35:1.

В контролирания процес на компостиране разграждането на биоотпадъците и натрупването на органични вещества се осъществява основно от аеробни микроорганизми. За да се осигури тяхната популация и оптимален режим на работа, те се нуждаят от постоянно съдържание на влага в купа с компост - около 40 - 60 %. Затова биоотпадъците трябва да бъдат хомогенно влажни. Обикновено е необходимо да се коригира съдържа-

нието на влага чрез инжектиране на вода преди обръщането на куповете.

Подаването на кислород ще се осъществява чрез система за принудително аериране. Поради тази причина механичното обръщане може да се намали само до „хомогенизиране“ на материала (смесване).

Температурата на процеса ще се следи непрекъснато от автоматична система за първите четири купа (около четири седмичен период, по време на процеса на хигиенизиране). След този период и по време на зреенето мониторингът на температурата ще се извършва веднъж седмично.

Ако съдържанието на вода намалее (< 40 - 50 % в зависимост от етапа на разграждане), напояването от резервоара трябва да става преди обръщането на куповете

Компостът ще се пресява веднъж или два пъти на месец. Едрите частици (предимно дървен материал) могат да бъдат използвани в процеса на компостиране. Ако съдържанието на примеси става все по-високо, пресятите едри материали трябва да се депонират на регионалното депото - Севлиево.

В съответствие с Наредбата за третиране на биоотпадъците, външен контрол на качеството чрез вземане на проби и изпитване на компоста за качествени параметри трябва да се извършва 3 пъти на година (по време на първата година, на признаване на съоръжението). В последващите години за съоръжения с капацитет от 3 000 t/y, трябва да бъдат анализирани две проби от акредитирана лаборатория .

Качественият компост ще се съхранява, докато не се използва в земеделието или дейностите по озеленяване. Ако е необходимо, може да бъде покрит (при обилни дъждове). За купове компост с фракция < 15 mm и височина > 2,5 m се препоръчва при съхранение материалът да се обръща с помощта на челен товарач редовно на всеки 3 - 4 седмици.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На изградената площадка ще са разположени 4 контейнера за кухненски отпадъци, и дървени клетки за компостиране. На пло-

щадката ще се извършва аеробно компостиране по открит способ на обособени и разположени по дължина купове.

Оптимизирането на процеса на разграждане ще се постигне като фините градински отпадъци и събраните хранителни отпадъци ще са до 30 % от сместа за компостиране.

Чрез изграждането на съоръжения за компостиране на био-отпадъци и прилагането на модел за разделно събиране ще се постигне:

- Намаляване на общо количество депонирани битови отпадъци от обслужваните от инсталациите за компостиране и площадките за компостиране на място населени места.

- Намаляване на общо количество на депонираните биоразградими битови отпадъци от обслужваните от инсталациите за компостиране и площадките за компостиране на място населени места.

- Информираност на обхванатото население, което ще се обслужва от инсталациите за компостиране и площадките за компостиране на място.

REFERENCE

- [1.] Pelovski, Y., I. Dombalov E. Todorova, V. Kiosseva, E. Sokolovski, P. Petrov, G. Kazaldzhiev, Methods for Treatment and Utilization of Solid Waste, BENCEE, 2007.
- [2.] Todorova S., Composting Organic Waste Using a Bacterial Supplement, <http://conf.uniruse.bg/bg/docs/cp13/10.2/10.2-46.pdf>
- [3.] Composting - <http://aktivnipotrebiteli.bg/>
- [4.] Guide to Home Composting 2010 http://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/file/Waste/Biowaste/Home_composting_manual_BG.pdf
- [5.] MOEW - Instructions for setting national technical requirements for bio-waste treatment facilities (composting) - <https://www.moew.government.bg/bg/otpaduci/>
- [6.] Waste Management Act, Prom. 53 of 2012
- [7.] Ordinance on Treatment of Biowaste adopted by Decree of the Council of Ministers No 235 of 15 October 2013 (Official Gazette, No 92 of 22 October 2013).