



Jaroslav Váňa, Sergej Ust'ak

Zřizování a provozování malých kompostáren

METODIKA PRO PRAXI



Výzkumný ústav
rostlinné výroby, v.v.i.

2007

Metodika vznikla za finanční podpory MZe ČR a je výstupem řešení projektu MZE0002700601 „Principy vytváření, kalibrace a validace trvale udržitelných a produktivních systémů hospodaření na půdě.“

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2007

ISBN 978-80-87011-34-8

Jaroslav Váňa, Sergej Ust'ak

Zřizování a provozování malých kompostáren.

METODIKA PRO PRAXI

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2007

Zřizování a provozování malých kompostáren.

Metodika se týká zřizování a provozování malých kompostáren na zpracování rostlinných odpadů do celkové roční kapacity 150 t podle nové legislativní úpravy. Metodika definuje podmínky, pro které zemědělské farmy je tato aktivita vhodná a může být zdrojem příjmu. V metodice jsou uvedeny technologické možnosti kompostování rostlinných odpadů a optimalizace procesu jejich přeměny na stabilizovaný a agronomicky účinný kompost. V návaznosti na legislativu jsou upřesněny organizačně technické a legislativní požadavky provozu malých kompostáren.

Founding and keeping of composting plants

Methodology covers the topic of founding and keeping of small composting plants for treating plant wastes up to annual capacity of 150 tons according to the new legislative amendment. The methodology defines conditions determining the suitability and the possibility of revenue earning for agricultural farms. Within the methodology, technical means of composting plant wastes and optimization of the process of their conversion to stabilized and agronomic potent compost have been described. In agreement with the legislation, organizational-technical and legislative standards of small composting plants keeping have been elaborated.

Metodika je určena zemědělským subjektům, které mají vhodné podmínky pro zřízení a provozování malých kompostáren podle nové legislativní úpravy.

Metodika byla oponována a schválena Ministerstvem zemědělství ČR - odborem rostlinných komodit pod č.j. 696/2008-17220.

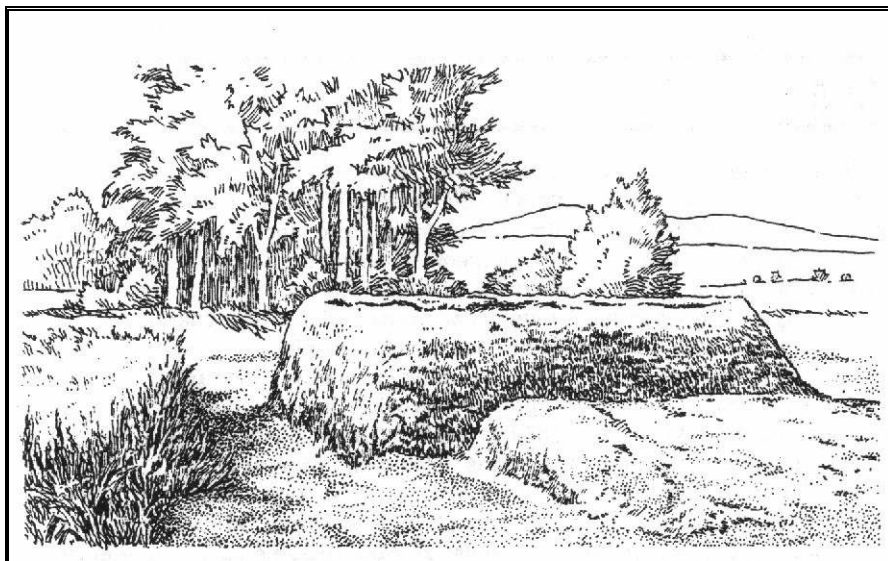
Ministerstvo zemědělství doporučuje tuto metodiku pro využití v praxi.

O B S A H

1. Úvod.....	4
2. Důvody pro zřizování a provozování malých kompostáren v rámci zemědělských farem	7
3. Organizačně technické požadavky na malé kompostárny	8
4. Uvedení malého zařízení pro kompostování do provozu	11
5. Ekonomické aspekty provozu malé kompostárny	12
6. Technologie výroby kompostů na malé kompostárně.	13

1. Úvod.

Cílem metodiky je poskytnout zemědělcům, zemědělským poradcům a všem zájemcům komplexní informace o zřizování a provozování malých kompostáren na zpracování rostlinných odpadů do celkové roční kapacity 150 t podle nové legislativní úpravy. Metodika definuje podmínky, pro které zemědělské farmy je tato aktivita vhodná a může být zdrojem příjmu. V metodice jsou uvedeny technologické možnosti kompostování rostlinných odpadů a optimalizace procesu jejich přeměny na stabilizovaný a agronomicky účinný kompost. V návaznosti na legislativu jsou upřesněny organizačně technické a legislativní požadavky provozu malých kompostáren.



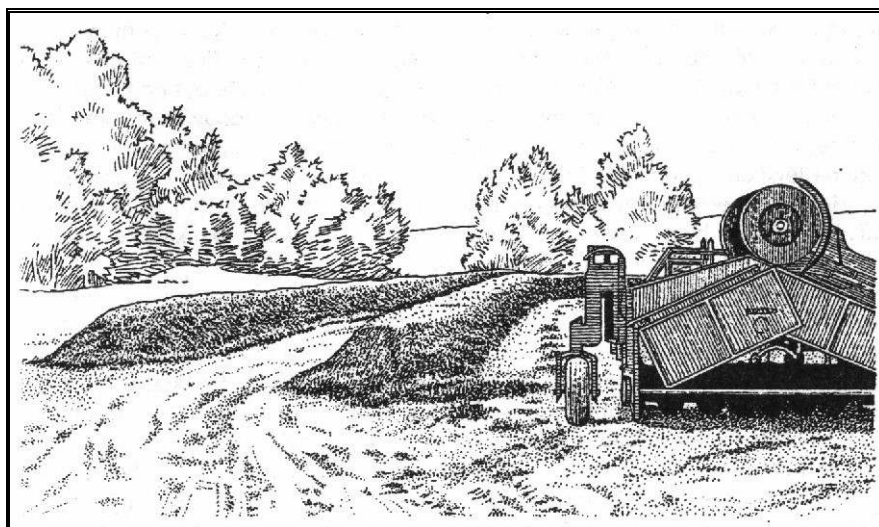
Obr. 1: Malá polní kompostárna

Novost metodiky vyplývá z nových legislativních požadavků, které umožňují provozování malých kompostáren bez vodohospodářského zabezpečení. Pro tyto kompostárny je navržena technologie odpovídající nízkým základkám a mechanizaci dostupné na zemědělských farmách.

Snahou zemědělců je dosáhnout co nejvyšších výnosů za nejnižších výrobních nákladů. Omezování nákladů by však nemělo snižovat úrodnost půdy a zemědělec by měl myslet i na úrodu v budoucích letech. Úrodnost půdy je z větší části závislá na obsahu trvalého humusu, který příznivě ovlivňuje vlastnosti půdy, důležité pro získání rostlinné produkce. V dobrém fyzikálním, chemickém a biologickém stavu může být půda jen s odpovídajícím množstvím humusových látek s převahou huminových kyselin. Jen taková půda omezuje vyplavování živin, dodaných minerálními hnojivy do spodních vod.

Humus v půdě vzniká přeměnou organické hmoty dodané organickým hnojením a rozkladem kořenových a sklizňových zbytků. Část humusu se

každoročně spotřebovává mineralizačními pochody a to zejména při pěstování okopanin a zrnin. K zabezpečení vyrovnané bilance humusu v půdě je zapotřebí v průměru na 1 ha orné půdy dodat každoročně 1,5 t čisté organické hmoty, což odpovídá cca 9 t středně kvalitního hnoje. Již v období socialistické zemědělské velkovýroby bilance přísunu organických látek do půdy vykazovala v celostátním průměru 25% schodek. Tento schodek byl zčásti kompenzován výrobou a využíváním průmyslových kompostů, kterou organizovaly především agrochemické podniky přímo u hnojených pozemků zemědělských družstev a státních statků. Maximální výroba těchto kompostů dosáhla v roce 1986 a to 2,8 mil. t na území dnešní České republiky. Hnojení kompostem bylo státem subvencováno ve snaze udržet soběstačnost ve výrobě potravin. V současné době dochází v oblastech s intenzivní zemědělskou výrobou k dalšímu snižování obsahu humusu v půdě a při předpokládaném organickém hnojení sklizňovými zbytky se jen menší část dodaných organických látek v půdním prostředí přemění v trvalý humus.

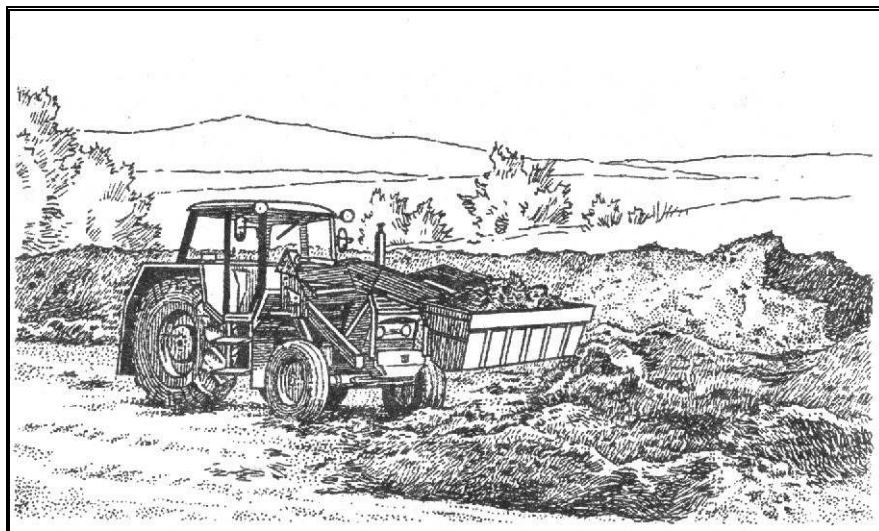


Obr. 2: Malá polní kompostárna s pásovým překopávačem

Humus je možné připravit též mimo půdní prostředí a to kompostováním. Při kompostování probíhá přeměna organických látek stejným způsobem jako v půdě, ale máme možnost tuto přeměnu technologicky ovládat a získat co největší množství humusu v nejkratším čase. Technologie výroby kompostů by měla zabezpečovat podmínky pro rozvoj mikroorganismů a to zejména dostatek kyslíku, optimální vlhkost a vyhovující poměr uhlíku a dusíku. Tím, že aplikujeme do půdy vyzrálý kompost, proces obnovy půdní úrodnosti se značně urychlí.

Stabilizovaná organická hmota a humus v těžkých půdách zvyšuje pórovitost a vzdušnost, zlepšuje vodní jímavost a propustnost, snižuje soudržnost a omezuje tvorbu škraloupu. V lehkých půdách humus naopak zvětšuje soudržnost, zmenšuje hrubou pórovitost, snižuje vodopropustnost a

vysychavost půdy. Humus dodaný kompostem spojený s jemnými částicemi půdy v tzv. humusojílový komplex na sebe poutá rostlinné živiny a postupně je uvolňuje pro rostliny. Umožňuje tak lepší využití minerálních hnojiv, zvyšuje odolnost půdy před okyselením a omezuje vstup cizorodých látek, zejména těžkých kovů do pěstovaných rostlin. Humus působí v přímém účinku na rostliny jako přirozený stimulant růstu.



Obr. 3: Homogenizační překopávka čelním nakladačem

Hnojení kompostem v českém zemědělství bylo v minulosti předmětem dotace. V době restrukturalizace našeho zemědělství byla tato dotace zrušena a hnojení kompostem kleslo na minimum. Katastrofální úbytek humusu v půdě a nutnost omezování nitrátů ve vodách vedlo k opětovné podpoře využití kompostů v roce 2000, bohužel však pouze na jeden rok. V tomto roce se však užití kompostů ve zemědělství zosminásobilo.

V současnosti se pro zemědělce nabízí možnost, aby se stali výrobci kompostů z tzv. zelených odpadů na „malé kompostárně“. Tímto podnikáním získají příjem za zpracování odpadů od jejich producentů, kompost využijí k organickému hnojení své půdy a přebytek kompostu mohou prodat dalším subjektům. Tento způsob výroby kompostů bude v roce 2008 legislativně umožněn a cílem této metodiky je v předstihu zemědělcům, kteří pro tuto alternativu mají vhodné podmínky, přinést základní informace pro jejich rozhodování, zda by bylo vhodné na jejich farmě zřídit malou kompostárnu.

2. Důvody pro zřizování a provozování malých kompostáren v rámci zemědělských farem

Až doposud bylo možné kompostovat pouze na vodohospodářsky zabezpečené kompostárně s vodonepropustnou úpravou dna kompostárny s jímkou na splachy a s obrubníky proti vniknutí přívalových dešťů. Plocha 1 m² takto vybudovaného kompostoviště představovala až 3000 Kč investičních nákladů přičemž investice střední kompostárny dosahovala několika milionů korun. Požadavek vodohospodářského zabezpečení kompostárny, které se týkalo i malých kompostáren, snížilo zájem investorů a jako kompostárny se používají vodohospodářsky zabezpečené silážní žlaby nebo hnojiště. Potřeba dalších kompostáren vyplývá z Plánu odpadového hospodářství České republiky, podle kterého je třeba omezit do roku 2010 skládkování biologicky rozložitelného komunálního odpadu o 25% oproti roku 1995 a do roku 2013 o 50%. Tyto požadavky České republiky ukládá Směrnice Rady 99/31/EC o skládkování odpadů.

Jelikož významnou složkou biologicky rozložitelného komunálního odpadu je tráva z údržby veřejné a soukromé zeleně, sportovišť a golfových hřišť a řada dalších rostlinných odpadů, je nezbytné pro zpracování těchto „zelených“ odpadů zajistit přiměřenou síť kompostáren, aby se snížily přepravní náklady.

Ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. v Praze - Ruzyni se dlouhodobě řešily v rámci výzkumného záměru možnosti omezení vodohospodářského zabezpečení kompostovišť pomocí testů vyluhovatelnosti kompostů a bylo zjištěno, že kompostování rostlinných odpadů nepředstavuje pro kontaminaci půdy a vody žádné nebezpečí. Tato naše zjištění jsou též v souladu se zahraniční praxí (NSR, Rakousko). Toto platí pouze pro kompostování „zelených“ odpadů. Pro kompostování čistírenských kalů, živočišných tkání, zvířecích fekálií a průmyslových bioodpadů je vodohospodářské zabezpečení kompostárny nezbytné. Toto zjištění se stalo základem pro možnost provozování malých kompostáren, která je zakotvena v novele zákona č. 185/2001 Sb. „o odpadech“ v § 33, přičemž technické požadavky na vybavení a provoz malé kompostárny jsou uvedeny ve vyhlášce pod názvem „O podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady“, kterou vydá v průběhu roku 2008 Ministerstvo životního prostředí po dohodě s Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem zdravotnictví. Budování a provozování malých kompostáren by mohla být vedlejší podnikatelská činnost zemědělců, která by zabezpečila dostatečnou síť pro zpracování odpadů ze zeleně a dostatek kompostu pro udržení úrodnosti zemědělské půdy.

3. Organizačně technické požadavky na malé kompostárny

Malá zařízení musí být zřízena v souladu se zvláštními právními předpisy (Vyhláška č. 137/1998 „O obecných technických požadavcích na výstavbu“). Zejména jde o lokalizaci zařízení tak, aby neobtěžovala okolí zápašnými emisemi. Maximální výrobní kapacita malého zařízení je 150 t odpadů ze zeleně ročně, přičemž jedna kompostová zakládka nesmí překročit 10 t těchto odpadů. Zařízení je možné provozovat pouze na základě kladného vyjádření obecního úřadu obce s rozšířenou působností.

Při zřizování malého zařízení na kompostování bioodpadů se požaduje:

- zvolit místo se sklonem svahu max. do 3°
- dodržovat minimální vzdálenost 50 m od povrchových vod (vodní tok, rybník, jezero apod.)
- dodržovat minimální vzdálenost 100 m od zdrojů pitné vody.
- zvolit místo mimo aktivní zónu záplavového území
- zabezpečit místo proti vstupu nepovolaných osob
- místo opatřit informační tabulí o kontaktu na provozovatele a provozní době zařízení

Kompostové zakládky se doporučuje pokrýt vodonepropustnou textilií nebo kompostovat ve vacích. Kompostové zakládky je možné zastřešit nebo využít stávajících přístřešků nebo objektů.

Na malé kompostárně lze zpracovávat bioodpady uvedené v tab. č. 1. Tyto odpady však nesmí obsahovat nerozložitelné příměsi v množství větším než je uvedeno v přijímacích podmínkách provozního řádu konkrétního zařízení.

V malých zařízeních musí být v průběhu kompostování dosažena teplota zrajícího kompostu nejméně 45°C po dobu 5 dnů a v průběhu zrání je nutné uskutečnit minimálně 2 překopávky. Teplota kompostových zakládek vyšších než 2 m se měří ve středu zakládky v minimální hloubce 1 m od povrchu zakládky. Teplota nižších kompostových zakládek se měří ve středu zakládky v minimální hloubce 0,5 m od povrchu zakládky. Z malého zařízení nesmí být vyskladněn kompost, jehož teplota je vyšší než 40°C. Minimální doba procesu po provedení homogenizaci je na malém zařízení 60 dnů. Jakostní znaky vyrobeného kompostu z malého zařízení jsou podle tab. č. 2.

Tabulka 1. Boodpady vhodné pro kompostování

Druhy odpadů podle Katalogu odpadů	
20 01	Komunální odpady – složky z odděleného sběru
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37
20 02	Odpady ze zahrad a parků (včetně hřbitovního odpadu)
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad
	<i>Například: Posekaná tráva, seno, listí, spadané ovoce, odpady ze zeleniny, kůra, posekané křoviny, ořezané části stromů, drobný odpad ze zpracování dřeva, ovoce, zelenina, dřevo (v celku nebo posekané), odděleně sebrané organické hřbitovní odpady</i>
20 03	Ostatní komunální odpady
20 03 02	Odpad z tržišť
	<i>Například: květiny, ovoce, zelenina</i>

Tabulka 2. Jakostní znaky kompostu

Znaky jakosti	Jednotky	Hodnota znaku jakosti
Vlhkost	% hm.	Od zjištěné hodnoty spalitelných látek do jejího dvojnásobku, min. 40 až 65
Spalitelné látky v sušině vzorku	% hm.	min. 25
Celkový dusík jako N přepočtený na vysušený vzorek	% hm.	min. 0,6
Poměr C:N*		min. 20 (max. 30)
pH	-	6,0 – 8,5
Nerazložitelné příměsi	% hm.	max. 2,0

* poměr C:N se vypočítává z obsahu spalitelných látek následovně (spalitelné látky:2):N

V případě aplikace do zemědělské půdy nesmí obsah sledovaných látek překračovat limitní hodnoty uvedené v tab. č. 3.

Tabulka 3. Limitní hodnoty rizikových prvků v kompostu

Rizikové látky	Limitní hodnota v mg prvku na 1 kg sušiny
Arsen As	max. 10
Kadmium Cd	max. 2
Chrom Cr	max. 100
Měď Cu	max. 100
Rtuť Hg	max. 1,0
Molybden Mo	max. 5
Nikl Ni	max. 50
Olovo Pb	max. 100
Zinek Zn	max. 300

Kontrola kompostu z malého zařízení se provádí jednou do roka. Vzorek ke zkoušce se vytvoří smíšením dílčích vzorků odebraných z celého množství vyrobeného kompostu. Minimální počet dílčích vzorků kompostu je podle tab. č. 4.

Tabulka 4. Minimální počty dílčích vzorků podle velikosti vzorkované partie

Hmotnost partie	počet vzorků
do 2,5 t	7
2,5 - 80 t	druhá odmocnina z dvacetinásobku hmotnosti partie v tunách (zaokrouhleno na celé číslo)
nad 80 t	40

V případě, že jsou v průběhu dvouletého období obsahy cizorodých látek pod 75% stanoveného limitu, je možné snížit četnost prováděných zkoušek. Možnost snížení četnosti zkoušek však musí být stanovena v provozním řádu. Vzorek kompostu je možné odebrat jen v případě, že teplota kompostu je nižší než 40°C.

4. Uvedení malého zařízení pro kompostování do provozu

Vyjádření k provozu malého zařízení vydává obecní úřad obce s rozšířenou působností na základě žádosti, která obsahuje:

- a) obchodní firmu nebo název, právní formu a sídlo, je-li žadatel právnickou osobou; jméno a příjmení, obchodní firmu, bydliště a místo podnikání, liší-li se od bydliště, je-li žadatel fyzickou osobou,
- b) identifikační číslo žadatele, bylo-li přiděleno,
- c) adresu pozemku, na němž bude malé zařízení umístěno, včetně pozemkového parcelního čísla a názvu katastrálního území a doložení právního vztahu žadatele k tomuto pozemku,
- d) jméno, příjmení a místo trvalého pobytu fyzické osoby oprávněné jednat jménem žadatele,
- e) kopii podnikatelského oprávnění nebo kopii výpisu z obchodního rejstříku nebo kopii zřizovací listiny žadatele,
- f) název a technický popis zařízení včetně všech zařízení souvisejících,
- g) popis technologického způsobu biologického zpracování bioodpadů v malém zařízení, které bude provozováno minimálně podle bodu uvedeného v části B odst. 1 přílohy č. 2,
- h) seznam bioodpadů, se kterými bude v malém zařízení nakládáno,
- i) opatření pro ochranu životního prostředí a zdraví lidí podle zvláštních právních předpisů,
- j) návrh obsahu provozního deníku

Provozní deník malého zařízení obsahuje:

- a) název malého zařízení a adresu včetně pozemkového parcelního čísla a názvu katastrálního území a identifikační údaje vlastníka pozemku,
- b) identifikační údaje provozovatele malého zařízení,
- c) jméno osoby odpovědné za provoz malého zařízení a údaje o její dosažitelnosti,
- d) jména osob odpovědných za vedení jednotlivých záznamů a přehled údajů a informací, které budou do provozního deníku zaznamenávány.

Záznamy do provozního deníku malého zařízení musí být vedeny (číslovány) v nepřerušované číselné řadě, datovány a podepsány osobou, která záznam provedla, zápis musí být proveden bezprostředně po vzniku situace, kterou popisuje (tentýž den), a to minimálně v následujícím rozsahu:

- a) všechny skutečnosti charakteristické pro provoz zařízení - např. jména obsluhy, vybrané údaje o sledování provozu zařízení - druhy a

množství (hmotnost) přijatých bioodpadů, datum zřízení zakládky, druhy bioodpadů a surovin použitých k vytvoření zakládky, datum překopávek, vyskladňování kompostu a způsob jeho využití,

- b) měření teplot v rámci použitého technologického způsobu,
- c) záznamy o školení pracovníků zařízení, o kontrolách v zařízení apod.,
- d) havarijní situace a způsob jejich řešení.

Údaje o hmotnosti bioodpadů uváděné v provozním deníku je možné stanovit na základě odborného odhadu (hmotnost nákladu na automobilu, přepočítání u objemu apod.).

Přílohou deníku jsou protokoly nebo jejich kopie o prováděné kontrole výstupů 1x za rok a záznamy o kontrolách provedenými kontrolními orgány.

Surovinová skladba kompostu vyráběného na malém zařízení kromě komunálních bioodpadů ze zeleně může obsahovat i obdobné hmoty z vlastního zemědělského provozu, např. trávu z údržby dotačně zatravněných pozemků nebo nespotřebované pícniny apod.

V případě, že kompost vyráběný na malém zařízení bude využit ke hnojení pozemku provozovatele malého zařízení, není zapotřebí provádět registraci kompostu, v případě, že kompost bude šířen do oběhu na další zemědělské pozemky je registrace nutná. Registrace kompostu se provádí podle zákona 156/1998 Sb. „o hnojivech“ a o registraci hnojiva rozhoduje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, pracoviště Praha. Přihlášku k registraci a podrobné informace jsou na <http://www.ukzuz.cz>.

5. Ekonomické aspekty provozu malé kompostárny

Rozhodování zemědělce, zda v jeho zemědělském podnikání se výroba kompostů může pozitivně uplatnit by mělo vycházet z celkové analýzy podnikatelského záměru a v hodnocení podmínek pro vlastní výrobu kompostů. Při této analýze je třeba správně docenit význam pravidelného organického hnojení a uvědomit si, že dlouhodobé hospodaření na půdě bez organických hnojiv není trvale udržitelné.

Zemědělce, který má organické hnojení uspokojivě vyřešené výrobou kvalitního hnoje nebo zaoráváním slámy v kombinaci s hnojením kejdou nebude záměr malé kompostárny zřejmě zajímat. Dalším předpokladem je vlastní nakladač jakékoliv kategorie, buď čelní na traktory, přímý jeřábový nebo případně i samojízdný čelní. Velmi vhodným zařízením by byly překopávače kompostu, pořízené pro tyto účely v zahraničí. S ohledem na rozsah výroby by doba návratnosti investičních prostředků pro nákup překopávače byla neúměrně dlouhá. Předpokladem pro ekonomicky efektivní

provoz malé kompostárny je vhodná plocha pro kompostoviště, která nemusí být upravována, a dostatek odpadů ze zeleně v blízkosti kompostoviště. V současné době je stále ještě povoleno ukládat odpady ze zeleně na skládky za cenu 600 - 800 Kč/t.

Očekává se však zákaz skládkování trávy, který by mohl podstatně zvýšit cenu za kompostování, které je dnes v rozmezí 350 - 400 Kč/t. Zároveň se podnikají kroky pro omezení nezákonného nakládání s odpady ze zeleně, zejména zakládání černých skládek, kde hnilivá tráva je zdrojem skleníkového plynu metanu. Cena organické hmoty a rostlinných živin v kompostě v přepočtu na komerční hnojivo představuje cca 380 - 410 Kč/t, prodejní cena kompostu se pohybuje okolo 400 Kč/t, v případě ozelenění okolí hypermarketů nebo při zakládání parku je možno 1 t kompostu realizovat až za 650 Kč. Výrobní náklady na kompost s dvěma překopávkami se budou pohybovat v rozmezí 80 - 100 Kč/t, což při ročním příjmu za zpracování odpadu 60.000 Kč a při 30% hmotnostních ztrátách při kompostování (cca 105 t kompostu / rok x 400 Kč /t) bude představovat celkový příjem 102 tis. Kč a náklady přímé cca 12.000 Kč, režijní cca 6000 Kč. Hrubý zisk provozovatele malé kompostárny bude 84.000 Kč.

6. Technologie výroby kompostů na malé kompostárně.

Technologie výroby by měla racionálním způsobem zabezpečit přeměnu odpadů ze zeleně na kompost. Přeměnu organické hmoty na humusové látky při kompostování zabezpečují převážně mikroorganismy. Jde o analogické pochody jako při přeměně organické hmoty v půdním prostředí. V kompostech je možno vytvořit lepší podmínky pro rozvoj mikroorganismů a docílit až desetkrát většího počtu mikroorganismů ve srovnání s půdou. Kompostováním je možno získat humusové látky rychleji a produktivněji ve srovnání s půdními podmínkami.

Optimální podmínky pro rozvoj mikroorganismů zabezpečujeme:

- úpravou poměru uhlíku a dusíku výběrem vhodných surovin
- úpravou vlhkosti
- zabezpečením minimální přítomnosti fosforu
- úpravou pH
- úpravou zrnitosti a homogenity substrátu
- provzdušněním substrátu
- regulací teploty v průběhu kompostování

Některé postupy kompostování doporučují aplikaci mikroorganismů různými mikrobiologickými přípravky, k podpoření přeměny organických látek.

V provozních podmínkách jsou tyto preparáty většinou bez prokazatelného účinku. Původní mikroflóra odpadních hmot je natolik vitální, že se vnášené mikroorganismy nemohou uplatnit a nákup a aplikace těchto preparátů výrobu kompostu zbytečně prodražuje. Většina odpadů obsahuje dostatečné množství mikroorganismů. Nejvhodnější skladbu mikroorganismů je možno vnést do kompostu ornicí, pařeništní zeminou nebo zrajícím kompostem. V praxi se tohoto způsobu očkování využívá při prohazování některých rostlinných odpadů (tráva, listí, zbytky zeleniny a ovoce) ornicí nebo kompostem.

Na základě našich zkušeností je nutno se při kompostování zaměřit na správné sestavení surovinové skladby kompostu tak aby vzniklý substrát (čerstvý kompost) vytvářel vhodné prostředí pro rozvoj mikroflóry a tyto vhodné podmínky udržovat v průběhu zrání kompostu zabezpečením vhodné technologie (překopávky, závlahy).

Technologie kompostování musí zabezpečovat optimální podmínky pro činnost vhodných mikroorganismů přeměňujících organickou hmotu. Jde o mikroorganismy aerobní s vysokými nároky na kyslík a produkující kysličník uhličitý. Technologie musí umožnit výměnu plynů mezi zrajícím kompostem a okolím tak aby v substrátu bylo dostatek čerstvého vzduchu s kyslíkem. Substrát musí být kyprý, porézní a nepřevlhčený. Tím se kompostování zásadně liší od zrání hnoje na hnojišti, neboť mrvu ukládáme kompaktně a zamezujeme vstup vzduchu do hromady utěsněním.

Navíc musí technologie kompostování zajistit maximální homogenitu a promísení všech složek a umožnit optimální teplotní režim zrajícího kompostu. V nízkých kompostových zakládkách o malé hmotnosti jsou vyšší tepelné ztráty a změny teplot nejsou tak výrazné. Nízké zakládky se zakrývají speciální plachtou, která omezuje tepelné ztráty a chrání kompost před atmosferickými srážkami, ale zároveň umožňuje výměnu plynů mezi kompostem a okolím. Vzestup teplot po promíchání všech složek čerstvého kompostu svědčí o dobrých podmínkách pro rozvoj vhodné mikroflóry.

Jestliže teplota kompostu nestoupá nebo po předchozím vzestupu teplot nastává výrazný pokles, jsou podmínky pro mikroorganismy nepříznivé. Nejčastěji jde o spotřebování kyslíku a o zahlcení substrátu kysličníkem uhličitým. Příčina může být i v nadměrné vlhkosti, omezující obsah vzduchu v kompostu. Pokles teplot nastává i při vyschnutí zrajícího substrátu nebo při nedostatku dusíku v kompostu. Všechny tyto závady se odstraní překopávkou kompostu, spojenou případně se závlahou.

Trvalý pokles teplot po alespoň dvouměsíčním zrání zpravidla signalizuje zralost kompostu. V kompostu, jehož teplota neklesne na teplotu okolí, stále ještě probíhají mikrobiologické a biochemické změny a neměl by být použit

zejména pro jarní hnojení. Takový kompost je mírně fyto toxický a brzdí klíčení semen. Případný vzestup teplot nad 75°C je nutno omezit závlahou, neboť při této teplotě již vhodné mikroorganismy hynou a prodlužuje se doba zrání kompostu. Časový interval mezi překopávkami je závislý na intenzitě rozkladu organické hmoty a na přirozené výměně plynů mezi zakládkou a okolím a měl by být delší než 21 dnů. V zakládkách nižších, do 2.5m výšky, probíhá výměna plynů dobře, zakládky nad 3m je třeba překopávat častěji. Zakládky o výšce vyšší než 4m se nedoporučují.

Zvýšenou aeraci je možno zabezpečit porézní vrstvou v podloží kompostu (sláma, kůra) v kombinaci s ventilačními průduchy zhotovenými za pomoci odřezků z kulatiny o průměru cca 10 cm. Tyto kůly opatřené železným okem fixujeme do podloží asi v 1 m vzdálenosti od sebe a na porézní podloží kompost zakládáme nebo překopáváme a po dosažení potřebné výšky zakládky kůly vytáhneme pomocí páky nebo nakladače.

Ke zvýšení ventilace kompostu je možno použít i kompresoru a děrované polypropylenové hadice zabudované do podloží kompostu. Dalším možným řešením je odsávání vzduchu děrovanou hadicí položenou na kompostové zakládce pod plachtou a odsávanou čerpadlem nebo vývěvou. Odsávání provádíme do biofiltru vyplněného porézním kompostem ze stromové kůry. Tímto způsobem je možné maximálně snížit zápach, který někdy při kompostování trávy vzniká. Zvýšenou aerací se zkracuje doba zrání kompostu. Minimálně je nutno uvažovat s dvěma překopávkami a s dobou zrání 2-3 měsíce. Překopávky nám zabezpečují nejen zvýšenou výměnu plynů ale i homogenizaci a rozpojení kompaktních hmot v kompostu. První překopávka na samém počátku zrání se nazývá homogenizační, další překopávky jsou aerační. Překopávky je možno provádět veškerými nakladači a frézovými mechanismy.

Abychom docílili u zralého kompostu C:N v rozmezí 25-30:1 (vysoká stabilita a agronomická účinnost) je třeba optimalizovat C:N v čerstvém kompostu v rozmezí 30-35:1. V průběhu zrání (fermentace) kompostu ubývá část uhlíku jako kysličník uhličitý a poměr C:N se zužuje. Nadměrně široký poměr C:N prodlužuje zrání kompostu. V případě, že do půdy aplikujeme kompost nebo kteroukoliv jinou hmotu se širokým poměrem C:N, pokračuje její rozklad v půdě k čemuž se spotřebovává půdní dusík, kterého se pak nedostává rostlinám. Při příliš úzkém poměru C:N v čerstvém kompostu (pod 20:1) převyšuje obsah dusíku metabolickou potřebu mikroorganismů, přeměňujících organické látky na látky humusové. Doba zrání kompostu se tím rovněž prodlužuje a produktivita tvorby humusových látek klesá

Závažné je při optimalizaci surovinové skladby stanovení vlhkosti čerstvého kompostu. Nedostatečná vlhkost způsobuje vývoj nevhodné

mikroflóry s převahou plísní a aktinomycet. Při nadbytečné vlhkosti dochází rychle k nedostatku kyslíku v kompostu, k vývoji anaerobní mikroflóry a ke zkysnutí kompostu. Optimální vlhkost je taková, při níž je 70% pórovitosti čerstvého kompostu zaplněno vodou.

S obsahem organických látek v kompostu zpravidla stoupá i pórovitost, a tím i požadavek na vyšší vlhkost. Komposty z trávy vyžadují vlhkost 60 – 65%. V průběhu zrání se snižuje pórovitost a klesá požadavek na vlhkost. Při kompostování se nám rovněž část vody odpařuje a v některých případech je nutno provádět úpravu vlhkosti v průběhu zrání přidávkem dalších tekutin. Při zavádění výroby kompostu, jestliže si nejsme jisti optimální vlhkostí, volíme raději nižší vlhkost, která se snadněji koriguje závlahou kompostu. Převlhčenost kompostu se upravuje mnohem obtížněji.

Při optimalizaci surovinové skladby je nutno ještě přihlížet k tomu, aby kompostová zakládka obsahovala minimální obsah fosforu, pro metabolickou potřebu mikroflóry k zabezpečení tvorby humusu. Toto minimum je 0,2% P_2O_5 v sušině. Tento obsah je většinou v kompostech zabezpečen v odpadech ze zeleně.

Máme-li trvale k dispozici nakladač, je nejúčelnější provádět výrobu kompostů v zakládkách (kompostování krechtové) na trvalých nebo dočasných kompostovištích. Odpady navážíme při krechtovém kompostování přímo do zakládky (bez meziskladů) a rovnoměrně je vrstvíme po její délce tak, aby příčný průřez zakládky obsahoval všechny složky surovinové skladby. Tvar zakládky by měl umožňovat závlahu tekutou složkou. Nejlepší je lichoběžníkový průřez s rovným povrchem, lemovaným zvýšeným okrajem. Někdy je výhodné vyhloubit v povrchu zakládky pro navážení tekuté složky mělkou lagunu.

Překopávka zakládky nakladačem je nejúčinnější do boku kompostu. V případě nedostatku místa je možno zakládku opakovaným přehozem vrátit na své původní místo nebo překopávku provádět po délce zakládky. Stálá výroba kompostů na kompostovišti se provádí tak, že po homogenizačním přehozu založených hmot do boku se na uvolněné místo zakládají nové hmoty pro přípravu kompostu. Při kompostování se snažíme, aby nedošlo k zaplevelení kompostu a plevelu na zakládce a v okolí kompostoviště likvidujeme před jejich vysemeněním. Omezujeme kompostování plevelů s vyzrálými semeny.

Surovinovou skladbu kompostu a technologii kompostování je třeba přizpůsobit charakteru kompostovaného odpadu. Kvantitativně nejvýznamnějším odpadem z veřejné i soukromé zeleně je tráva. Chemické složení trávy z nízko sečených okrasných trávniček parkového typu je závislé na používané travní směsi a způsobu hnojení trávničku. Obsah dusíku (N) v

sušině trávy je v rozmezí 1,6 - 2,9% , draslíku (K_2O) 1,5 - 2,5, fosforu (P_2O_5) 0,6 - 0,9%, vápníku (CaO) 0,8 - 1%, hořčíku (MgO) 0,3 - 0,4%. Poměr uhlíku a dusíku (C : N) u tohoto odpadu v rozmezí 22 - 30 : 1 je zcela optimální pro zpracování technologií aerobního kompostování. Obdobnou charakteristiku vykazuje i travní fytomasa z hřišť a sportovišť.

Odpad travní fytomasy z extenzivních travních ploch, zejména trávníků komunikačních (okraje komunikací, zářezové svahy dálnic) případně trávníků rekreačních je tvořen travními rostlinami po odkvětu s vyšším stupněm lignifikace pletiv a s větší délkou seče. Obsah dusíku v sušině je v rozmezí 1 - 1,8% a poměr C : N je podstatně vyšší než u krátkých sečí parkových trávníků a může dosáhnout i hodnot v rozmezí 30 - 40 : 1. Méně vyskytujícím se odpadem travní fytomasy je t.zv. stařina z pohrabování trávníků. Většinou jde o odpad ze soukromé zeleně. Stařina obsahuje minimum dusíku a poměr C : N je 40 - 60 : 1.

Krátké seče trávy z parkových trávníků s ohledem na vyšší vlhkost a užší poměr C : N jsou schopny rychlé mikrobiologické přeměny a v hromadách trávy nastupují rychle hydrolýzní procesy provázené nepříjemným zápachem. Proto by tento odpad měl být zpracován co nejdříve. Tráva ze starších porostů je mikrobiologické přeměně podstatně odolnější a rozkládá se až ve zrajícím kompostu.

Odpady z travní fytomasy z veřejné zeleně bývají často kontaminovány příměsí různých obalů, zejména plastů. Tráva z okrajů komunikací, zejména dálnic, ze vzdálenosti do 150 m od komunikace obsahuje mírně zvýšený obsah olova, zinku a kadmia zpravidla v koncentracích, které nejsou na závadu pro kompostování.

Dalším sezónně vyskytujícím se odpadem ze zeleně je odpad listí. Veškeré listí ze stromů je kompostovatelné včetně listí kaštanu a ořešáku, které je odolnější mikrobiologickému rozkladu. Poměr C:N u listí je 40 - 60:1, obsah dusíku 0,8 - 1% sušiny. V případě rozsáhlejšího napadení listí kaštanu koňského, javoru nebo různých kříženců jírovce klíněnkou jírovcovou se doporučuje před kompostováním napadené listí z podzimního nebo jarního hrabání promíchat s vápnem a vlhčit a teprve po proběhnutí termické reakce kompostovat. Samotný proces kompostování likviduje přezimující kukly jen z 80%. Vápnění listí před kompostováním je vhodné i při napadení listů různých stromů houbovými chorobami.

Z chemického hlediska zcela odlišným odpadem ze zeleně je dřevní, případně kůrodřevní hmota z průřezů stromů, z probírky dřevin v lesoparcích a z likvidace stromů při obnově parků a po polomech. Obsah dusíku ve dřevní nebo kůrodřevní hmotě je minimální (0,2 - 0,4% v sušině), obsah dalších rostlinných živin je zanedbatelný a poměr C : N je v rozmezí 90 – 120

:1. Dřevní odpady je nutno před kompostováním zpracovat štěpkováním nebo drcením. Nejlepší zrnitost štěpky pro kompostování je 2 - 5 cm. Štěpkování je možné provést mobilními štěpkovači přímo v místě vzniku odpadů nebo na kompostárně, kam se dopravují větve, případně rozřezané kmeny dřevin. Při kompostování dřevní štěpky je třeba zabezpečit optimální vlhkost a poměr C : N snížit přídávkem dusíkatých látek na 30 : 1. Mikrobiologická přeměna dřevní štěpky při kompostování je ve srovnání s travní fytomasou dlouhodobějším procesem. To platí zejména pro t.zv. zelenou štěpku větví a vršků jehličnatých rostlin, obsahující pryskyřičné látky. Na kompostárnách se s touto štěpkou sezónně setkáváme v období likvidace vánočních stromků.

Dřevní štěpka ze zeleně je důležitým doplňkem surovinové skladby kompostů při kompostování trávy, zabezpečujícím pórovitost kompostu. Její nedostatek je při kompostování trávy nutno nahradit řezanou slámou řepkovou nebo obilnou nebo drcenou dřevní hmotou z obalů nebo z likvidace staveb.

Sortiment odpadů ze zeleně dále zahrnuje odpad z květinových záhonů. Jde o likvidované květiny a odpad z odplevelování. Odpad nevysemeněných plevelů se zeminou ulpělou na kořincích rostlin obsahuje vhodné půdní mikroorganismy a je výborným očkovacím materiálem do kompostů. Problematickým je odpad z odplevelování za předpokladu, že obsahuje vyvráté plevele s klíčovými semeny, případně oddenky pýru nebo bršlice. Likvidace plevelů závisí na intenzitě procesu a zpravidla není absolutní. V případě, že v tomto směru nastanou problémy, je možno doporučit následující postup. Hromadu plevelných rostlin silně ovlhčit, přikrýt nepropustnou folií a působením slunečního tepla zapařit a tak v hromadě navodit po dobu cca 10 dnů anaerobní hydrolýzu. V malém množství je možno tuto devitalizaci plevelů provést v plastovém pytli a s výhodou je možno k zapaření použít horkou vodu.

Odpad ze hřbitovů je pro kompostování vhodný, jestli jsou odloučeny nekompostovatelné příměsi (plasty, sklo, kovy, parafín). Specifickým odpadem vhodným pro kompostování je odpad z likvidace expanzivních rostlin, zejména křídlatky sachalinské nebo japonské, jejichž silné rozšíření v některých oblastech je důvodem k likvidačním zásahům. Jde o vytrvalé bylinné rostliny keřovitého vzrůstu se silně lignifikujícími pletivy. Pro kompostování je třeba likvidované rostliny zpracovat štěpkovačem nebo řezačkou. Takto upravený odpad může při kompostování trávy nahradit dřevní štěpku.

Autor: Ing. Jaroslav Váňa, CSc., ing. Sergej Ust'ak, CSc.

Název: **Zřizování a provozování malých kompostáren**

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Redakce, sazba a tisk: EnviBio - sdružení pro rozvoj technologií
trvale udržitelného života

Náklad: 300 ks

Vyšlo v roce: 2007

Vydáno bez jazykové úpravy

Kontakt na autora: vana@vurv.cz; ustak@eto.vurv.cz

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2007

ISBN 978-80-87011-34-8



Vydal Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
ve spolupráci s EnviBio - sdružení pro rozvoj
technologií trvale udržitelného života

2007