

# ZÖLD- ÉS BIOHULLADÉK KOMPOSZTÁLÁS TECHNOLÓGIÁJA, ALKALMAZÁSI FELTÉTELEI ÉS MÓDSZEREI

## 1. ZÖLD- ÉS BIOHULLADÉK KOMPOSZTÁLÁS TECHNOLÓGIÁJA

„A komposztálás szelektíven gyűjtött biohulladék ellenőrzött körülmények között, oxigén jelenlétében történő autotermikus és termofil biológiai lebontása; mikro- és makroorganizmusok segítségével.”

A komposztálás a települési (kommunális), illetve bizonyos termelési hulladékok (pl. élelmiszeripari, mezőgazdasági hulladékok) feldolgozására alkalmas, irányított, aerob biokémiai eljárás. Meghatározott feltételekkel olajok és zsírok feldolgozására is használható. A folyamatban résztvevő heterotróf mezofil és termofil mikroorganizmusok enzimszisztemjei a szerves anyagokat biológiai oxidáció útján lebontják és ennek eredményeképpen stabil szerves anyagok, valamint szervetlen ásványi anyagok keletkeznek.

Az eljárás végterméke földszerű, kb. 40-50% nedvességtartalmú anyag (komposzt), amely humuszképző szerves anyag és növényi tápanyag-tartalma miatt (pl. foszfor, nitrogén, kálium, nyomelem) a talaj termőképességének növelésére hasznosítható.

A mezofil - termofil - mezofil mikrobiológiai lebontási, átalakulási szakaszok eredményeképpen a hulladékban lévő patogén mikroorganizmusok nagy része elpusztul, a jól szabályozott folyamat eredményeképpen a hulladék esetleges fertőzőképessége megszűnik. Az érlelés során elszaporodik a gombákkal reprezentált makro fauna, megkezdődik a humin anyagok képződése a humifikáció, ami végül is az anyag hasznosításának folyamán zárul.

A komposztálással csak a mikroorganizmusok számára hozzáférhető és toxikus anyagot nem tartalmazó szerves hulladékok bonthatók, ezért különösen fontos, hogy a kiindulási anyagban toxikus nehézfém vagy toxikus szerves anyag ne vagy csak minimális mennyiségben legyen (feldolgozás előtti hulladék minőségének ellenőrzése).

A komposztálás folyamatát döntően befolyásoló tényezők technológiailag jól szabályozhatók (komposztálandó anyag minősége, C és N tartalma, aprózottsága és homogenitása, a nedvességtartalom, a levegőellátottság, a hőmérséklet, a pH-érték)

### A levegőellátás

A komposztálandó anyagkeverék darabos, fellazított szerkezete biztosítja az aerob viszonyok fenntarthatóságát, a folyamat megfelelő levegőellátását. A laza szerkezet megőrzése érdekében pl. zöld hulladék, nyesedék komposztálásánál az ún. előaprítással kb. 15-30 cm hosszú aprítékot kell előállítani. Az utóaprítás már homogénebb szerkezetű aprítékot eredményezhet. A komposztálási folyamat során az anyagtömeget időszakonként át kell forgatni vagy mesterséges levegőztetését meg kell oldani.

A megelőző aprítás és homogenizálás (keverés) részben a mikroorganizmusok szerves anyagokhoz való hozzáférési esélyeit javítja, részben a különböző hulladék összetevők keveredett, egyenletes elhelyezkedését biztosítja a komposztálandó anyagtömegben belül. A túlzott mértékű aprítás - szecskázás - azonban kerülendő, mert az anyag összetömörödését előidézve, kedvezőtlen mikro környezet kialakulását eredményezheti. Az aprításnál alkalmazott tépési technika a mikroorganizmusok nagyobb felületen történő megtapadását segíti elő.

### C/N arány

Az eredményes komposztáláshoz biztosítani kell a mikrobiológiai folyamat beindulásához szükséges megfelelő tápanyag-összetételt, ami főként a C/N-arány beállításában nyilvánul meg. Az optimális C/N-arány 30:1-hez (a kiindulási anyagra vonatkozóan ezt az arányt 25:1 - 35:1 közötti tartományban állítják be). A túl magas C/N-arány arra utal, hogy a nehezen lebomló anyagok részaránya magas, az alacsony arány pedig a könnyen lebomló alkotók túlsúlyát jelzi. Pl.: az aprított fa C/N-aránya 100:1 és 150:1 között van, míg a kerti hulladéké 20:1 és 60:1 között, a konyhai biohulladékokat pedig 12:1 és 20:1 közötti C/N-érték jellemzi.

Néhány fontosabb nyersanyag C/N-aránya (átlagértékek):

- fakéreg	120:1	- szalma (rozs, árpa)	60:1
- fűrészpor	500:1	- szalma (búza, zab)	100:1
- papír, karton	350:1	- vágóhídi hulladék	16:1
- konyhai hulladék	15:1	- marhatrágya	25:1
- kerti hulladék	40:1	- kommunális kevert biohulladék	35:1
- lomb	50:1		
- fű	20:1		

Nagyon lényeges tehát, hogy a komposztálandó anyagok keverékének összeállításával a szubsztrát megfelelő C/N-arányát hozzák létre. Indokolt esetben nitrogén, foszfor és nyomelemek adagolására is sor kerülhet (pl. mezőgazdasági kultúráknál történő komposzthasznosításkor).

A jobb komposztminőség, a biztonságosabb érés miatt sokszor adalékanyagok felhasználására van szükség. Ezek felhasználásával javulhat a komposzt ásványi anyag tartalma, csökken a tápanyagvesztés, szabályozható a pH, stb. Jellemző adalékanyagok: mész, kőporliszt, agyag, bentonit, tőzeg, műtrágya, vér- és csontliszt, stb.

### **Víztartalom**

Az egyik legfontosabb tényező a komposztálandó anyagtömeg víztartalma, ugyanis a komposztálást megelőzően az apríték felületén kialakuló vízfilmbe elhelyezkedő mikroorganizmusok aerob körülmények között extracelluláris enzimekkel bontják le, illetőleg alakítják át a szerves anyagokat. Az ideális nedvességtartalom alsó határa 30-40 m/m-%, felső határa 60-65 m/m-%. Ezen határok között tartásához a komposztálandó anyagtömeg rendszeres nedvességtartalom-ellenőrzését kell biztosítani. A nedvességtartalom csökkenése a baktériumok tevékenységének intenzitását befolyásolja, ezáltal az érési folyamat lelassul, a komposztálási idő megnövekszik; növekedése pedig anaerob irányba tolhatja el a rendszert.

### **pH-tartomány és hőmérséklet**

A komposztálásban résztvevő mikroorganizmusok pH-tartománya 4-9 érték közé esik, savas viszonyok esetén inkább a gombák, lúgos körülmények között pedig a baktériumok tevékenykednek. A kedvezőtlen pH-viszonyok elkerülésére az aerob viszonyok fenntartása, a többféle kiinduló komponens alkalmazása és jó homogenizálása, esetleg mész adagolása szolgál.

A mikroorganizmusok életfeltételei a mezofil, illetőleg termofil tartományokban megfelelő mikrokörnyezeti hőmérséklet fenntartását igénylik, ami a folyamat rendszeres hőmérséklet-ellenőrzését teszi szükségessé.

A hőmérsékletmérés a komposztálási folyamat szabályozásának egyik fontos feltétele. Ezáltal betekintést nyerhetünk a bomlási folyamatokba, mert a hőmérsékletalakulás jó kifejezője a folyamatban résztvevő tényezők összhatásának (anyagminőség, levegőellátás, nedvességtartalom, pH-érték). A bomló anyag és a külső környezet közötti állandó hőcsere annál intenzívebb, minél nagyobb a két közeg közötti hőmérséklet-különbség és tömegéhez képest minél nagyobb a bomló anyag környezettel érintkező felülete. Nagy a hőveszteség, ha az anyagtömeg kevés vagy ha a nagy anyagtömegeket nagy felületű formákba (pl. keskeny, hosszú prizmákba) rakják.

Figyelembe kell venni viszont azt is, hogy a tömeghez képest viszonylag kis felületek (pl. kazlakba való összerakás) esetén az anyag gázcsereje csökken, a folyamat anaerobbá válhat. Ilyenkor mesterséges levegőztetés válhat szükségessé vagy a szokásosnál többször kell átforgatni az anyagtömeget.

Különösen hangsúlyozni kell, hogy a komposztálás egyik legfőbb feladata a hulladékokban esetlegesen előforduló emberi, állati, növényi kórokozók elpusztítása. Ez a tartósan magas hőmérsékleten végbemenő komposztálással érhető el. Ezért arra kell törekedni, hogy a komposztálandó anyag egész tömege hosszabb időn (min. 14 napon keresztül 55°C-nál, illetőleg min. 7 napon keresztül 65°C-nál) magasabb hőhatáson menjen át (ebben a termofil fázisban a hőmérséklet a 70-75 °C-ot is elérheti). A magasabb hőmérsékleti átlagszint esetén a lebomlás időtartama is csökkenhet.

### **Végtermék-kihozatal**

A komposztálási végtermék-kihozatal függvénye a feldolgozandó hulladék összetételének és az alkalmazott technológiának.

A gyakorlatban az anyagveszteségek a nedvesség és a szervesanyag-veszteségek, továbbá az idegen anyagok (fémek, kő, műanyagok stb.) kiválasztásával adódnak.

A veszteségek mértéke függ a kiindulási nyersanyagok nedvességtartalmától, összetételétől és idegenanyag tartalmától, továbbá attól, hogy a folyamatot milyen fázisában (előrehaladottságában) szakítják meg. Ezért a komposztkihozatal mértékét csak hozzávetőlegesen, tág határok között lehet megadni.

A teljes mértékben végrehajtott komposztálási folyamat erjedési, nedvességtartalmi és idegenanyagok miatti veszteségei együttesen elérhetik az 50-60 m/m-% értéket, így rendszerint maximum 40-50 m/m-%-os komposztkihozattal lehet számolni. A nem komposztálható szilárd maradékok (idegenanyagok) hulladéklerakón ártalmatlanítandók.

## **2. A KOMPOSZTÁLÁSI ELJÁRÁSOK VÁLTOZATAI**

A komposztálási technológiának messzemenően igazodnia kell a helyi körülményekhez, adottságokhoz. Kialakításakor figyelemmel kell lenni a feldolgozandó hulladékfajtákra, azok mennyiségére, minőségére, keletkezési ütemére, a technikai és gazdasági lehetőségekre,

valamint arra, hogy milyen komposztféleségeket akarunk előállítani (friss komposzt, kész komposzt, speciális komposzt).

A nagyszámú variációs lehetőség mellett - jelenleg kb. 30-40 komposztálási eljárást alkalmaznak. Az üzemszerű komposztálásnál az általánosan használt részfolyamatok a következők:

- nyersanyagok előkészítése,
- érlelés,
- komposzt kikészítés (értékesítés érdekében).

### **Nyersanyag-előkészítés**

A nyersanyag-előkészítés rendszerint aprítást, rostálást, esetenként az idegenanyag (pl. fém, üveg, kövek, stb.) kiválasztását foglalja magában. Célszerű, ha a komposzt minél többféle anyagból készül, ezek fizikailag, kémiaiilag és biológiailag jól kiegészítik egymást és ezzel nő a komposzt felhasználási értéke is. Ezért az előkészítés során elkerülhetetlen a különböző anyagok keverése, homogenizálása.

### **Érlelés**

Az érlelés körülményeitől függően az eljárások három alapvető csoportba sorolhatók:

- nyílt rendszerű eljárások,
- részben zárt rendszerű eljárások,
- zárt rendszerű eljárások.

### **Nyílt rendszerű eljárás**

A nyílt rendszerű komposztálásnál a komposztprizmákban előnyben részesítik a statikus érlelési folyamatot, azaz a szerves maradékok természetes folyamatban, energiabevitel nélkül bomlanak el, szemben a nagyobb műszaki ráfordítással járó dinamikus (gépi) komposztálási rendszerekkel.

A nyílt rendszerű eljárásoknál az érlelési folyamat teljes egészében szabadtéri prizmákban, halmokban megy végbe.

A legegyszerűbb változata az általában növényi eredetű, tág C/N-arányú, nem instabil és nem rothadó nyersanyagokra használt passzív eljárás, mely statikus, passzív levegőzöttség mellett, nagyméretű halmokban megy végbe. Az eljárás semmilyen mesterséges beavatkozással nem jár (pl. átfogatás). Időigénye 6 hónap és 3 év közötti, a nyersanyagok, a halomméret, a hőmérsékleti feltételek és a nedvességtartalom függvényében. Hátránya a lassú folyamat és a nagy helyigény.

A prizmakomposztálási módszernél a nyersanyagokat háromszög vagy trapéz keresztmetszetű prizmákba rakják és valamilyen rendszerességgel mozgatják, illetőleg átfogatják. Ezzel egyben keverik is az anyagot. A folyamat paramétereit rendszeresen ellenőrzik (forgatásos prizmakomposztálás).

A leggyakrabban alkalmazott módszer a zöld- és biohulladékok feldolgozására, az érlelési időigény 5-6 hónap közötti. Mérsékelt gépesítettség - rendszerint mobil gépek alkalmazásával - és jó folyamatszabályozás jellemzi ezeket a módszereket.

Ritkábban használatosak a mesterséges levegőztetést biztosító prizmakomposztálási módszerek.

### **Zárt rendszerű eljárás**

Zárt rendszerű eljárásoknál a teljes érlelési folyamatot alkalmasan kiképzett, zárt erjesztő reaktorokban végzik. Megjegyzendő, hogy zárt rendszerű technológiával kifejezetten magas költségigénye miatt csak kevés gyakorlati megoldás rendelkezik.

### **Részben zárt rendszerű eljárás**

A részben zárt rendszerű megoldások az előérlelést (kezdeti mezofil fázis) zárt erjesztőreaktorban, míg a hosszabb időtartamú utóérlelést nyílt téren oldják meg. Az előérlelés, azaz a friss komposzt előállításuk ezeknél a megoldásoknál néhány nap alatt megtörténik. Az utóérlelést kényszerlevegőztetett rendszerrel valósítják meg. Ezek a megoldások nagy energiaigénnyel járnak és a szennyezett levegőt bioszűrőkön átvezetve kell tisztítani. Ezeknél az üzemeknél az aprítási és rostálási műveleteket rögzített berendezésekben végzik, így az összes anyagot nagy belső szállítási ráfordításokkal kell mozgatni.

A gyakorlatban a nyílt és a részben zárt rendszerek széles körben, a zárt rendszerek - elsősorban a magas beruházási és működtetési költségek miatt - ritkábban alkalmazottak. A részben zárt és zárt rendszereknél alkalmazott érlelőreaktorok (forgó hengerek, vertikális és horizontális kamrák, alagutak stb.) az anyag keverését, intenzív levegőztetését, nedvességtartalmának és hőmérsékletének szabályozását rendszerint részben vagy teljesen automatizáltan biztosítják. A mozgó reaktorok építési költsége jóval nagyobb mint az egyszerűbb álló rendszerűeké, azonban lényegesen nagyobb teljesítőképességűek.

Az ilyen gépi komposztálási megoldások a műszaki kivitel igényessége és bonyolultsága, az épületigény, valamint az építési és üzemeltetési költségek nagysága miatt rendszerint nagyobb régiók nagykapacitású üzemei számára javasolhatók.

A nyílt rendszerű eljárások néhány hátránya - nagy területigény, nagy kézi munkaerőigény, az érlelési folyamat körülményes kézbentarthatósága - ellenére az egész kis (néhány ezer tonna/év) kapacitásuktól a nagykapacitású (több tízezer tonna/év) létesítményekig egyaránt jól alkalmazhatók azzal, hogy különös figyelmet kell fordítani az előírt technológia fegyelmezett betartására.

A viszonylag egyszerű, alacsony költségigényű, jól gépesíthető eljárással jó minőségű végtermék állítható elő.

### **Végtermék csomagolása**

A megfelelő minőségű, tisztaságú komposzt előállításához (minőségjavító adalékolás, idegenanyag eltávolítás) a végtermék kiszerezése, kikészítése szükséges. Ez rendszerint a komposzt rostálását, mágneses vaskiválasztást és légosztályozó tisztítását, esetenként csomagolását (zsákolását) foglalja magában. A kész anyagot a szezonális értékesítési lehetőségek miatt rendszerint hosszabb-rövidebb ideig tárolni kell. A kész komposztot nagy tömegekben, a tömegekhez képest kis halom formákban célszerű tárolni, lehetőleg fedett területen. Itt meg kell akadályozni a csapadékvíz hozzáfolyást és a szél általi elhordást. Friss komposztot csak folyamatos értékesítés esetén állítanak elő, tárolását az üzemben belül kerülni kell.

Problémát jelent a megfelelő minőségű, piacképes termék előállítása (fontos a garantált minőség folyamatos biztosítása), a laza talajszerű végtermék szállítási érzékenysége, valamint a lerakást igénylő maradék ártalmatlanítási igénye. Az eljárás gondos anyagelőkészítést és anyagkiválasztást követel meg.

A komposztálás különösen előnyösen alkalmazható a települési hulladék zöldhulladék-összetevőinek és a biohulladéknak a feldolgozására, ahol a kezelendő anyag szerves és nehezen lebontható maradékokkal csak csekély mértékben szennyezett, biológiailag könnyen kezelhető, homogén alkotókból áll. Ez esetben az ártalmatlanítandó maradék mennyisége átlagosan 10-15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-ra tehető (biohulladék kezelésekor).

A zöld- és biohulladékot komposztáló üzemek rendszerint az egyszerűbb nyílt rendszerű prizmás eljárásokat használják, hatékonyak és jól gépesíthetők, az előállított komposzt talajjavítási, kert- és parképítési feladatokhoz kiválóan felhasználható, egyenletes minőségű. A technológiák lehetőséget biztosítanak víztelenített kommunális szennyvíziszap feldolgozására is.

### 3. KOMPOSZTÁLÁSI MŰVELETEK

A jó minőségű komposztálás lényeges előfeltétele a kiindulási anyagok intenzív keverése. A zöldhulladék minden fajtáját a beszállításnál válogatás nélkül kell üríteni, kivéve azokat a hulladékféléseket, amelyek beszállítási mennyisége évszakonként - erősen változó (pl. vágott fű és faágak, gallyak). Ezeket a rendkívül eltérő C/N-arányuk miatt célszerű külön tárolni és igény szerint adagolni, bekeverni. Ezzel a módszerrel kora nyáron a fű arányát a kívánt max. 30%-ra lehet korlátozni, így biztosítható, hogy a komposzt összetétele az évszaktól függetlenül állandó legyen. További keverést tesz lehetővé az aprítógép mobil homlokrakodóval (markoló fogóval ellátva) történő adagolása.

Ez a rakodótéren elhelyezett nyersanyagot váltakozva és megfelelően adagolva szállítja az aprítóba, módot adva fű és faforgács szükség szerinti menet közbeni beadagolására is. Az anyag aprítása során tovább keveredik. A végleges keverés a markoló segítségével a prizma kialakításánál történik.

Könnyű felrázással elősegíthetjük a végleges prizmaforma kialakítását az alábbiak szerint:

- a tömörödések az aprító nagy kihordási sebessége miatt megszűnnek,
- a kidobott anyag ferde rétegződése miatt az anyag átkeveredik,
- a prizmaforma magassága és szélessége optimálisan alakítható.

A keverési művelet mobil rendszerű, keverősigákat alkalmazó keverő, homogenizáló berendezésben is végezhető (ezt a berendezést rendszerint kommunális szennyvíziszap bekeverésénél alkalmazzák).

Az érlelést megelőző aprítás célja az érlelési folyamat gyorsítása. A helyes technika döntő jelentőségű, hiszen az aprítás foka és minősége a munkafolyamat további lépéseit meghatározza. Aprításnál cél az, hogy a mikroorganizmusoknak a prizmában lehetőség szerint minél nagyobb érintkezési felületet biztosítsunk, ezért a sima, forgácsszerű vágás nem kívánatos. Az anyagokat kalapácsos aprítóban aprítva a fa részek hosszirányban rostjaikra szakadnak, így biztosítják a kívánt gyapjúszerű, bolyhos felületszerkezetet, maximális felülettel.

A durva aprítás előnyösebb a finom aprításnál. Arra kell törekedni, hogy kb. 30%-ban ún. nagyolt, tépett és nem szecskázott felületű darabok keletkezzenek, tehát a felrostozódott fadarabok 30-60 cm között legyenek. Ez az aprítási méret felelős a prizma megfelelő jó szellőzéséért. Ezzel az előaprítással a prizmában stabil kötési szerkezet érhető el, amely az érlelés során önmagát szabályozza és funkcionál további műszaki beavatkozás nélkül.

Intenzívebb aprításnál a prizma gyors tömörödése miatt - már rövid idő után a levegőkeringés megszakad és megszűnik a szükséges oxigénellátás.

Ahhoz, hogy az aerob folyamat ne csapjon át anaerobbá, szükség van a prizma átforgatására. Az ezt végző átforgató gép átrakószervezetei további aprítást végeznek, amelynek következménye a prizma gyorsabb összeesése és ez az oxigénellátás megszakadásának felgyorsulásával jár együtt.

A szelektív gyűjtés alkalmazásával a települési szilárd hulladék biohulladék tartalma (konyhai és részben kerti hulladékok) kitűnő komposzt alapanyagként vehető számításba (ez a szerves maradék esetünkben a települési szilárd hulladék 30-35%-át teszi ki).

A bio- és a zöldhulladékok nagyon különböző lebomlási tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezeket a szerkezet, a nedvességtartalom és a tápanyagviszonyok határozzák meg. A komposztálás alatt a zöldhulladék hajlamos a kiszáradásra, míg a tisztán biohulladék inkább az elnedvesedésre és az anaerob bomlásra. Keverésük révén ezek a tulajdonságok ideálisan kiegészítik egymást. Az intenzív lebomlás kedvezőbb. A lebomlás irányítása során a fő feladat az, hogy a különböző összetevők pozitív tulajdonságait hasznosítani lehessen.

A zöld- és a biohulladékot le kell mérni és külön tárolni. A kiindulási anyagokból a zavaró idegen anyagokat vagy kézzel kell kiválogatni, vagy gépi úton eltávolítani (rostálás). A zöldhulladékot mobil aprítógéppel kell aprítani és szálirányban szétforgácsolni (kalapácsos aprítógép).

A biohulladékot markoló segítségével össze kell keverni az aprított zöldhulladékkal. A keverési arány a kiindulási anyagok összetételétől függ. Általában az optimális keverési arány 1:3.

Lényeges különbség a zöldhulladék és a biohulladék komposztálást megelőző előkezelése között, hogy a biohulladékot a szelektív gyűjtést követően minden esetben - tekintettel annak jelentős idegenanyagokkal való szennyezettségére kézi válogató szalagon kell átbotcsátani, hogy a darabos szennyezőket, idegen anyagokat (műanyagok, üvegek, papír stb.) az alapanyagtól elkülönítsék. Ez a feladat a szelektív gyűjtésnél szükségszerűen kiépítendő utóválogató egység egyik válogató vonalán elvégezhető vagy a komposztálást végző telep saját válogatóvonalán teljesíthető. Erre azért van szükség, hogy a nyersanyag jó minőségét biztosítsuk és a kész komposzt utótisztítási feladatát egyszerűsítsük. A kevert hulladékot trapéz keresztmetszetű prizmákba rakják, ahol a természetes érlelési folyamat végbemegy. Alkalmazható az ún. „vándorló trapézprizma” is, amelyet nem egy menetben raknak fel, hanem rétegesen. Minden egyes újonnan felrakott réteggel „vándorol” a prizma a komposztáló területen. Ennek előnyei a kis helyigény, a csekély műszaki ráfordítás és eszközhasználat, valamint az egyszerű kezelés.

A prizmákat kb. 3 hónap elteltével utóaprítják és átrakják. Az átrakást markológéppel végzik.

Az átrakás szükségességét meghatározzák: a prizmahőmérséklet alakulása, az összetétel és az időjárás. Az így most már teljesen összekevert anyagot trapéz keresztmetszetű prizmákban tovább érlelik. Körülbelül egy hónap múlva lehet a kész anyagot rostálni és értékesíteni.

A komposztálási folyamat utolsó munkafázisa a rostálás, amelynek célja:

- homogén szemszerkezetű komposzt előállítás,
- szervesen idegen anyagok (pl. fém, üveg, kő, műanyag) eltávolítása.

A vibrációs, a hullámhálós és a dobrendszerű rosták közül a forgó dobrostákat részesítik előnyben a következő hasznos tulajdonságaik miatt:

- nagy hasznos rostálófelület, tehát nagy teljesítőképesség;
- jó öntisztulás a beépített kefehengerek miatt, tehát nagy működési biztonság nedves anyag esetében is;

- nem érzékeny az idegen testekre (pl. kő, fém), tehát alacsony javítási költség;
- nem szükséges sík helyszín, mindenfajta terepen felállítható;
- gyors rostacsere lehetséges a különböző komposzt szemcsenagyságokhoz, flexibilis illesztési lehetőség.

A dobrostán a hálósűrűség 15-40 mm között változhat. Túlnyomórészt a 20 mm-es rostát alkalmazzák. A dobrosták többsége mobil kivitelű, hasonlóan az aprítógépekhez.

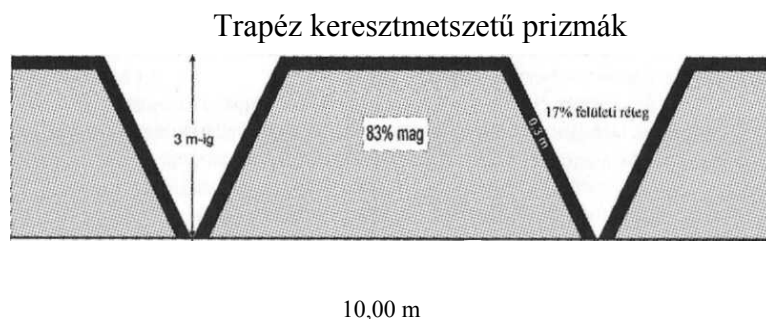
A komposztálás után a rostán még fennmaradó szerves részeket (pl. hosszabb fadarabkák) a kész komposzttól elkülönítve, egy új prizmához, mint „oltóanyag”-ot hasznosítják. Ez az oltóanyag olcsó és hatásos komposztgyorsítónak bizonyul a lebomlási folyamat kezdeti szakaszában. A kielégítő rostálási teljesítményhez a megfelelő rostálási technika mellett érintetlen és egészséges prizma szükséges. Meleg és száraz prizmák jobban rostálhatók mint a nedves, éppen kihűlt prizmák. A kedvező rostálási időpont nagyban függ az eljárástól és nem lehet általánosítani. Rostálni minden időben lehet - fagyban, esőben, hóban - egész éven át. Maga az átrostált komposzt a megmaradó saját hő következtében alig érzékeny az időjárás változásaira.

Az említett komposztálási eljárás módot nyújt víztelenített kommunális szennyvíziszap kevert feldolgozására is. A tapasztalatok szerint a 70-75%-ra víztelenített kommunális szennyvíziszap keverhető az aprított zöldhulladékkal. A pontos keverési arányt, a korábban elmondottak figyelembe vételével, a nyersanyagok vizsgálati eredményei alapján lehet beállítani. A technológia műveleti elemei azonosak az előzőekben ismertetettekkel. Ilyenkor azonban rendszerint háromszög keresztmetszetű prizmákat építenek, amelyek rendszeres - általában heti gyakoriságú forgatását komposztforgató géppel végzik.

### Prizmaformák

Az érlelési folyamat különböző prizmaformákban megy végbe. Az alkalmazott prizmaformák:

- szőnyegszerű prizma,
- háromszög keresztmetszetű prizma,
- trapéz keresztmetszetű prizma,
- táblaprizma.





## Háromszög keresztmetszetű prizmák



A **szőnyegszerű prizma** vízszintes rétegekben, nem behatárolt méretekkkel kialakított felülete beszállító járművekkel járható. Ebből következik a prizma jelentős tömörítettsége és az átrakógéppel végzett aprítási és forgatási munka gyenge hatásfoka. Emiatt ezt a formát egyre ritkábban használják. A többé-kevésbé **háromszög keresztmetszetű** prizmát általában a gép formázza és telepíti. Az alkalmazott gép kidobási magasságától függően a prizma magassága elérheti a 2 métert is. A prizma aljzata rendszerint 3 m, hogy a kapható átrakógépekkel telepíthető legyen.

Az ilyen prizmákat gyakran át kell rakni, ami jelentős gépparkot igényel. A prizma keresztmetszetét vizsgálva - a nagy felületi réteg miatt - a teljes térfogat kb. 40%-a nem vesz részt a folyamatban. A behatárolt biológiai aktivitás alapján az elégtelenül felmelegedő felületi rétegben (0,3 m) csak nehezen lehet megvalósítani a gyommagvak csírázóképeségének csökkentését és roncsolását.

A külső felület és a magfelület közötti kedvezőtlen arány miatt ez a prizmatípus érzékenyen reagál az időjárás változásaira. Csekély víztároló képessége magában hordozza a gyors kiszáradás vagy elvizesedés veszélyét, sőt igen kedvezőtlen helyzet alakulhat ki nagy esőzés idején.

A vizet át nem eresztő réteg az iszapos vizet az oldalakról levezeti a prizma aljzatához, ami elvizesedéshez vezet. Ezért a háromszög keresztmetszetű prizma elhelyezésénél tekintettel kell lenni a szivárgó víz kialakulására és ennek elhárítását a terület építészeti megfelelő kialakításával kell kiküszöbölni. A prizma területigénye a közlekedő utakat is figyelembe véve az aprított anyag  $m^3$ -eként  $1,83 m^2$ , amely elegendő nagyságú és a közlekedő utak elhagyása nélkül is csak  $1,2 m^2/m^3$ -re csökkenthető.

A **trapéz keresztmetszetű** prizma 8-12 m talpszélességű, rézsús kialakítású és kb. 2,5 m magasságú. A prizma méreteit a komposztanyag összetételének és a helyi klíma feltételeinek függvényében lehet optimálisan kialakítani. A prizma magassága csapadékban gazdag területen pl. 3 méterig is emelkedhet, illetőleg csapadékszegény területen 2 méterre csökkenhet.

A prizma - a háromszög keresztmetszetű prizmával ellentétben - markolóval telepíthető anélkül, hogy az a prizmát bejárná (a hulladékon közlekedne). A prizma  $0,42 m^2/m^3$ -es átlagos területigénye majdnem negyede a háromszög keresztmetszetű prizmáénak. A nagyon kicsi felületi réteg az összes térfogatnak mindössze 17%-a és ideális feltételeket kínál a gyommagvak csírázóképeségének csökkentésére.

A kis felületi réteg ugyanakkor nagy stabilitást biztosít az extrém időjárási hatások ellen. A prizma nagy víztárolási képessége kapcsolatban van az érlelési intenzitás nedvességtől függő önszabályozó rendszerével. Csapadék miatti kimosódás és szivárgó nedvesség jól épített prizmánál nem fordul elő.

Szivárgó víz (csurgalék víz) a természetes rothadási folyamatban (pl. erdőben) nem keletkezik, a természet nem termel hulladékot. A szakszerűen irányított komposztálásnál ugyancsak nem kell számolni szivárgó víz keletkezésével.

Szivárgó víz keletkezésére az alábbi lehetőségek adódhatnak:

- Abban az esetben, ha a prizma túl lapos, a fölösleges csapadékvíz beszívódik a prizmába (a felület és a térfogat aránya!). Itt a szerves szennyezőanyagok is koncentrálnak és a prizma alján kilépnek.
- A prizma oldalfelületén lefutó csapadékvíz nem szivárog be. Ennek oka lehet az, hogy a felület tömörödött vagy a prizma mélyedésben került elhelyezésre. Ennek következtében a víz oldalirányban lefut a prizma lábához, a prizma vízben áll, ami anaerob folyamatot indít el.
- A prizma anyagának magas a nedvességtartalma, rossz a keverési arány vagy túl finom az előaprítás. Ezek mind anaerob bomlási folyamathoz vezetnek. Így a szennyezőanyagokkal telített eljárásvíz kilép a prizma lábánál.

A szivárgó víz keletkezése elkerülhető az alábbiak betartásával:

1. A komposztálandó anyag kb. 70%-a nagy és max. 30%-a finom frakciójú legyen. A nagyobb méretű anyag alatt gallyat, fadarabokat, kerti sövényt, bozótot, a finom frakciójú anyag alatt fűvet, konyhai maradékot stb. értünk.
2. Az aprítás helyes mértéke szükséges előfeltétel a nagy pórustömeg biztosításához (levegőellátottság). Meghatározó a helyes aprítási technika.
3. A prizmamagasság az időjárási viszonyoktól (esőben szegény vagy esőben gazdag terület) és a felület csökkenésétől függően változik. A prizma formáját úgy kell megválasztani, hogy a felület és a térfogat aránya a lehető legkisebb legyen. A prizma ideális formája a trapéz és ennek magassága 2,5-3,0 m. Ezen felül a trapéz formájú prizma még nagy vízszintes fedőfelülettel rendelkezik, amely a csurgalékvíz felvételére alkalmas.

## **Komposzt-típusok**

A szerves hulladékok lebomlásának előrehaladottsága szerint az alábbi komposztípusok különböztethetők meg:

- **friss komposzt** (a lebontás folyamata még nem fejeződött be, fertőzőképessége nincs, az érlelési idő kb. 4-6 hét);
- **kész komposzt** (a lebontás folyamata befejeződött, fertőzőképessége nincs, az érlelési idő kb. 5-7 hónap);
- **speciális komposzt** (különböző érettségű komposztok különleges adalékanyagokkal, pl. mész, vér- és csontliszt, algaliszt, agyag, homok, kőzetliszt).

## **4. A KOMPOSZT MINŐSÉGI PARAMÉTEREI**

**A komposzt biológiai jellemzői:**

- szerves összetevőket tartalmaz,
- fertőzőképessége nincs,
- kórokozóktól mentes,
- gyommagvaktól mentes,
- érettségi foka.

### **Kémiai jellemzői:**

- pH-érték
- fontosabb tápanyag-összetevők (N, P, K)
- nyomelemtartalom (kalcium, magnézium, bór)
- C/N-arány
- mésztartalom
- nitrogénmegkötés
- sótartalom
- nehézfém-tartalom.

### **Fizikai jellemzői:**

- szemcseméret (finom szemcse 8 mm alatt, közepes szemcse 8-20 mm között, nagy szemcse 20 mm felett),
- struktúra-stabilitás (eróziógátlás),
- víztartalom,
- idegenanyag-tartalom,
- tárolhatóság.

A komposzt minőségét alapvetően a kiindulási anyagok minősége, a bomlás jellege határozza meg. A minőséget tehát befolyásolja, hogy a komposztálást a hulladék milyen bomlási szakaszában állítjuk meg, azaz hogy a komposztot friss vagy érett állapotban értékesítjük.

A talajban elhelyezett komposzt egyrészt tápanyagforrást jelent a növények számára, másrészt hozzájárul a talajszerkezet javításához (levegőellátottság) és a talajban lejároló oxidációs-redukációs folyamatokhoz.

A komposztok agronómiai hatékonyságát adott talajtípuson minden esetben üzemi trágyázási kísérletekkel lehet meghatározni.

Az előírlelésből származó friss (nyers) komposzt felhasználása során lényeges szempont, hogy az anyagban lejároló további átalakulási, bomlási folyamatok miatt a levegővel való érintkezést biztosítani kell. Ezért felhasználásánál csak a közvetlenül a talajfelszínre felhordás, illetve kismélységű bedolgozás jöhet szóba. A kész komposztnál fentieknek nincs jelentőségük.

A komposzt, mint talajjavító anyag fontosabb felhasználási lehetőségei:

- szántóföldi növénytermesztés (kapásnövények, gabonafélék, takarmánynövények, rét- és legelőgazdálkodás),
- gyümölcs- és szőlőtermesztés,
- erdőgazdaságok (faiskolák),
- dísznövények termesztése (kertészetek),
- zöldterületek, parkok létesítése és fenntartása,
- eróziós károk csökkentése,
- talajjavítás (savanyú és homokos talajok),
- rekultivációs munkák (hulladéklerakók, meddőhányók, vízvédelmi töltések stb. takarása).

**A komposzt hasznosításához szükséges minőségi elvárások:**

- magas szervesanyag- és növényi tápanyag-tartalom,
- alacsony idegenanyag tartalom (üveg, fém, műanyag, kő, gumi stb.),
- higiénés vonatkozásban kifogástalanság és jelentéktelen toxikusanyag-tartalom (főként nehézfémek).

A komposzt értékesíthetőségét javítja, ha előállítása során minőségjavító adalékokkal keverik (pl. mész, szerves trágya, műtrágya).