

## 6.4. COMPOSTAREA

Metoda cea mai bună de valorificare a reziduurilor organice de tot felul o reprezintă compostarea.

### 6.4.1 Ce este compostul?

Biroul de standardizare din Quebec definește compostul astfel: un produs matur solid rezultat din compostare, care este un proces condus de bio-oxidare a substratului organic heterogen solid incluzând o fază termofilă.

Prin compost se înțelege un produs obținut printr-un proces aerob, termofil, de descompunere și sinteză microbiană a substanțelor organice din produsele reziduale, care conține peste 25 % humus relativ stabil format predominant din biomasă microbiană și care în continuare este supus unei slabe descompuneri fiind suficient de stabil pentru a nu se reîncălzi ori determina probleme de miros sau de înmulțire a insectelor și are raportul C:N = 10-15

Indiferent de originea și natura ei, materia organică, în funcție de condițiile de aerație și umiditate, evoluează către o stare calitativ nouă, relativ stabilă față de biodegradare, caracterizată printr-un raport C:N similar humusului.

Compostarea poate fi deci definită ca o metodă de management al procesului de oxidare biologică care convertește materiile organice heterogene în altele mai omogene, cu particule fine asemănătoare humusului.

Prin compostare se înțelege totalitatea transformărilor microbiene, biochimice, chimice și fizice pe care le suferă deșeurile organice, vegetale și animale, de la starea lor inițială și până ajung în diferite stadii de humificare, stare calitativ deosebită de cea inițială, caracteristică produsului nou format, denumit compost.

Pentru fermierii ce nu dispun de suprafețe suficiente pentru distribuirea produselor reziduale compostarea constituie una din metodele de tratare și degajare a dejecțiilor în condițiile protejării mediului ambiant Pentru aceasta ei trebuie să opteze pentru un sistem intensiv de aerare a grămezii și să dispună de echipamentele necesare pentru amestecul grămezii.

### 6.4.2 Fazele procesului de compostare.

S-au identificat trei faze principale ale procesului de compostare:

- faza 1, stadiul de fermentare mezofilă, care este caracterizat prin creșterea bacteriilor și temperaturi între 25 și 40<sup>0</sup>C;
- faza 2, stadiul termofil în care sunt prezente bacteriile, ciupercile și actinomicetele (primul nivel al consumatorilor) la o temperatură de 50-60<sup>0</sup>C, descompunând celuloza, lignina și alte materiale rezistente; limita superioară a stadiului termofil poate fi la 70<sup>0</sup>C și este necesar să se mențină temperatura ridicată cel puțin o zi pentru a asigura distrugerea patogenilor și contaminanților;
- faza 3, îl constituie stadiul de maturare, unde temperaturile se stabilizează și se continuă unele fermentații, convertind materialul degradat în humus prin reacții de condensare și polimerizare; ultimul obiectiv este de a produce un material care este stabil și poate fi judecat cu privire la raportul C:N; materialele bine compostate au un raport C:N redus; de ex. raportul C:N poate scădea de la 30 la începutul procesului de compostare la 15 în compostul matur.

În timpul compostării active, descompunerea aerobă generează bioxid de carbon și vapori de apă. Descompunerea anaerobă activă generează bioxid de carbon, metan și alte produse de fermentație care creează mirosuri neplăcute, pH redus în grămada de compostare și inhibă creșterea plantelor. Numeroși factori afectează generarea de mirosuri: cantitatea de oxigen din grămadă, caracteristicile materialelor supuse compostării, pH –ul inițial al amestecului și materialele utilizate ca aditivi. Chiar dacă există o aprovizionare bună cu oxigen (obținut prin difuzie, remaniere ori aerare forțată) în grămada de compostare tot rămân unele pungi mai mici ori mai mari în care procesul se desfășoară în condiții anaerobe. Produsele din aceste pungi anaerobe se vor descompune

în momentul în care ele ajung în condiții aerobe în grămada de compostare. La condiții de pH în jur de 4,5 sau mai mici, microorganismele aerobe mor, se corodează echipamentele de lucru și apar mirosuri. pH-ul coborât și apariția mirosurilor sunt cei mai buni indicatori ai nevoii de oxigen. O grămadă de compostare este predominant aerobă dacă concentrația oxigenului în grămada de compostare este distribuită uniform și are valori peste 5-6 %. La valori ale oxigenului sub 3 % apar mirosurile și începe procesul de anaerobioză. Dacă se întrerupe fluxul de aer în grămadă chiar și numai 2 minute atunci când activitatea microbiană este ridicată în grămadă pot să apară procese anaerobe. În condiții anaerobe, apar mirosuri generate de alcoolii și acizii organici volatili formați rapid, care coboară pH-ul grămezii. Restabilirea condițiilor aerobe printr-o aerare și porozitate corespunzătoare poate lua de la 2 la 6 zile.

Organismele microbiene necesare pentru compostare apar natural în multe materiale organice. Totuși, sunt numeroși proprietari de produse vandabile pentru a activa ori a fi folosite ca starter în compostare. Adăugarea de culturi bacteriene ori alte produse se referă la inoculare ori însămânțare. Cu toate că folosirea stimulatoarelor poate stimula compostarea (în special a subproduselor care sunt relativ sterile), cei mai mulți producători de compost le consideră rareori necesare. Cele mai obișnuite tipuri de aditivi folosiți pentru dirijarea compostării și îmbunătățirea calității produsului final sunt:

- folosirea compostului care nu și-a terminat maturarea și este încă bogat în microorganisme ca inocul (până la 10 % din masa grămezii de compostare);
- folosirea carbonatului de calciu pentru corectarea deficitului de calciu și corectarea reacției acide;
- folosirea sîngelui și făinii de coarne pentru a asigura azotul în absența gunoiului de grajd;
- făina de oase este utilizată pentru corectarea deficitului de fosfor și calciu;
- solul argilos sau argila pură sunt folosite pentru a îmbunătăți formarea compușilor argilo-humați, în special pentru composturile ce se vor folosi pe solurile nisipoase;
- gipsul este recomandat pentru îmbunătățirea texturii solului;
- roca fosfatică măcinată se adaugă pentru eliberarea lentă a fosforului accesibil;
- nisipul și pulberea grosieră de granit (în cantități mici) au rolul de reducere a texturii prea argiloase și îmbunătățire a drenajului;
- făină de alge marine se recomandă ca sursă de potasiu și microelemente;
- organisme specifice ori preparate biodinamice, și
- roci măcinate ori pudră aplicate pentru asigurarea microelementelor ori argilei; deasemenea acestea reduc mirosurile neplăcute, îmbunătățesc formarea humusului și drenajul.

Municipalitatea din Calgary, Canada, a folosit ureea ca amendament cu azot și prin aceasta a mărit viteza de compostare și a obținut temperaturi mai ridicate decât în variantele fără uree. Ca sursă de azot pot fi folosite și ierburile, astfel că un amestec de frunze și ierburi compostează în bune condiții.

### **6.4.3 Avantajele și dezavantajele compostării.**

Principalele avantaje ale compostării produselor reziduale zootehnice constau în:

- asigură protecția mediului ambiant din apropierea complexelor zootehnice și în tot arealul în care acesta se aplică;
- constituie o metodă eficientă de reciclare pentru reziduurile culturilor, reziduurile și mortalitățile din complexe zootehnice;
- se înlocuiește un produs voluminos, cu umiditate ridicată, greu transportabil și pe o rază mică în jurul complexului cu un produs concentrat, ușor transportabil la orice distanță, fără miros, liber de agenți patogeni, capabil să controleze dezvoltarea unor boli și dăunători din sol, ușor de depozitat, nu creează probleme cu muștele sau cu buruienile, putând fi aplicat pe teren la momentul cel mai convenabil;

- conservă elementele nutritive din gunoi; compostul conține o formă organică mai stabilă a azotului, care este mai puțin spălat în apele freactice;
- produsul final cedează mai greu elementele nutritive accesibile pentru plante și poate fi aplicat pe teren o perioadă mai îndelungată;
- se obține un îngrășământ valoros pentru agricultură, mai ales pentru sectoarele legumicol și floricol, care poate substitui mari cantități de îngrășăminte chimice;
- se obține un produs capabil să reducă deficitul de materie organică și microelemente în solurile agricole, să amelioreze caracteristicile fizice, chimice și biologice ale solurilor și să crească indicii de valorificare a elementelor nutritive din îngrășămintele minerale aplicate;
- poate substituiășternutul;
- se îmbină degajarea reziduurilor cu ameliorarea solului într-o manieră "naturală", care nu cere un consum foarte mare de energie, dar solicită cel puțin la fel de multă atenție ca operațiile de muls, mânăuirea ouălor, controlul bolilor, etc.: compostarea nu înseamnă numai punerea în grămadă a unor produse reziduale și apoi să aștepti să ai compost peste câteva săptămâni;
- constituie o metodă de îndepărtare a excesului de elemente nutritive din
- fermă și de reducere a suprafeței ocupate cu depunerea reziduurilor;
- compostul se împrăștie uniform pe terenul agricol cu mașinile existente în dotarea unităților;
- compostul este un excelent condiționator de sol, îmbunătățește structura solului, are un aport important de materie organică și reduce potențialul pentru eroziunea solului; este fertilizantul ideal pentru grădină și este recomandat în special pentru răsad; compostul are un potențial antifungic;
- existența unei piețe a compostului face din acesta un produs foarte atractiv; principalii cumpărători sunt grădinarii, legumicultorii, cei ce se ocupă cu agricultura peisajeră, cultivatorii de plante ornamentale, cei ce întrețin terenurile de golf, etc.; prețul variază considerabil deoarece este privit uneori ca un produs rezidual, dar se obține cu 5-10 \$ pe m<sup>3</sup> și se vinde cu 50 \$ fiind mult dependent de piața locală, calitatea compostului și materiile prime utilizate; poate să aducă profit;
- compostul poate fi folosit ca material pentru biofiltre;
- compostarea oferă posibilitatea reutilizării elementelor nutritive și a fracției organice din reziduurile din fermă și conduce la obținerea unui produs nou, vandabil, solicitat pe piață, capabil să mărească cantitatea și calitatea producției agricole.

Ca la orice altă activitate și în cazul compostării pot să existe și dezavantaje. Acestea constau în:

- necesită timp și bani; compostarea necesită echipament, muncă și management; dacă s-ar folosi numai echipamentele din fermă ar crește consumul de forță de muncă; se impune deci pentru fermele mijlocii și mari să se procure echipamente speciale pentru compostare al căror cost variază de la minimum 10.000 \$ la peste 100.000 \$ pentru a putea începe operațiunile de compostare;
- necesită teren pentru desfășurarea activității; suprafețele necesare pentru depozitarea materiilor prime, a compostului finit și pentru desfășurarea procesului de compostare pot fi foarte mari;
- este posibil să apară mirosuri, cel puțin în prima fază a procesului; produsele supuse compostării emană deseori mirosuri neplăcute, mai ales dacă sunt depozitate pentru un timp înainte de pornirea procesului, unele locuri pot cere măsuri de reducere a mirosurilor; mirosurile pot fi generate și printr-un management necorespunzător;
- vremea poate afecta sau prelungi compostarea; vremea rece și umedă poate prelungi procesul de compostare prin reducerea temperaturii în grămada de compostare și prin creșterea umidității; zăpada în cantitate mare și pe termen lung poate chiar bloca procesul de compostare;
- este nevoie de un studiu de marketing și de aplicare a acestuia; aceasta implică un inventar al potențialilor cumpărători, reclamă, însăcuire, transport la punctele de vânzare, un management al echipamentelor și menținerea calității produsului;

- sunt îndepărtate de la producția agricolă gunoiul de grajd și resturile vegetale și orientate în alte direcții;
- sunt posibile pierderi potențiale de azot din gunoiul de grajd; deseori compostul conține mai puțin de jumătate din azotul prezent în gunoiul de grajd proaspăt;
- compostul cedează lent elementele nutritive pentru plante;
- există riscul ca activitatea să fie tratată ca o întreprindere comercială.

Atât gunoiul de grajd cât și compostul sunt buni condiționatori de sol și au o anumită valoare fertilizantă. De obicei gunoiul de grajd se aplică direct pe teren asigurând ameliorarea calităților solului la fel ca și compostul. Acest lucru face să pară nejustificat procesul de compostare. Totuși sunt unele avantaje care impun compostarea:

- compostarea convertește conținutul de azot din gunoiul de grajd în forme organice mai stabile; chiar dacă acest lucru presupune unele pierderi de azot, ceea ce rămâne este mai puțin susceptibil la spălare și pierdere sub formă de amoniac;
- gunoiul cu un strat gros de așternut (așa cum se întâmplă astăzi în complexele de taurine) are un raport C:N ridicat, ceea ce face ca atunci când este aplicat pe teren să provoace foame de azot (excesul de carbon din gunoi conduce la utilizarea de către microorganisme a rezervelor de azot asimilabil din sol, acesta nemaifiind accesibil pentru plantele de cultură); procesul de compostare a acestor amestecuri de gunoi cu așternut cu raport C:N ridicat conduce la reducerea raportului C:N până la un nivel acceptabil pentru a putea fi aplicat pe teren fără a produce foame de azot;
- generarea de căldură în timpul procesului de compostare reduce numărul semințelor de buruieni din gunoiul de grajd;
- într-un număr din ce în ce mai mare de ferme zootehnice, gunoiul este mai mult o povară decât un lucru valoros; depunerea gunoiului provoacă mari probleme mai ales fermelor ce cumpără o mare parte din hrană, sau acolo unde numărul de animale este necorelat cu suprafața de teren disponibil pentru aplicarea gunoiului, sau în zonele cu o densitate mare a populației; multe griji sunt provocate de scurgerile de gunoi de pe terenul înghețat și contaminarea cu nitrați a apelor din fântâni; compostarea are posibilitatea să reducă aceste probleme; compostarea convertește elementele nutritive în forme ce sunt mai greu levigate către apa freatică sau sunt mai greu antrenate de scurgerile de suprafață;
- utilizarea compostului conduce la reducerea poluării difuze din agricultură;
- solurile fertilizate numai cu compost oferă un surplus de elemente nutritive plantelor în lunile mai-septembrie și un deficit în restul timpului, ceea ce impune aplicarea împreună cu îngrășămintele minerale.

Compostul constituie cel mai bun mulci și amendament natural al solului și el poate fi folosit în locul fertilizanților comerciali. Dar cel mai important lucru este că este un produs ieftin. Folosirea compostului conduce la îmbunătățirea structurii solului, ameliorarea texturilor excesive, îmbunătățirea aerării și creșterea capacității de înmagazinare a apei, crește fertilitatea solului și stimulează dezvoltarea unui sistem radicular sănătos al plantelor. Materia organică aplicată prin compost asigură hrana pentru microorganisme, care păstrează solul în condiții de sănătate. Azotul, potasiul și fosforul vor fi produse natural prin hrănirea microorganismelor, deci nu va fi necesară aplicarea de amendamente pentru sol sau acestea vor fi puține.

#### **6.4.4 Metode de compostare.**

În SUA se practică cel puțin 5 metode de compostare:

- A. compostarea pasivă în grămadă deschisă;
- B. compostarea pe platformă, în șire sau în grămezi folosind un încărcător pentru întoarcere, amestec și mânăuire ;
- C. compostarea pe platformă folosind echipamente speciale de remaniere a grămezii;

D. sisteme de grămezi statice aerate folosind conducte perforate;

E. sistem de compostare în container.

Primele trei metode se practică de obicei în aer liber, iar ultimele două în spații închise pentru a avea un mai bun control al umidității, tratamentului și captării mirosurilor.

**A)** Compostarea pasivă în grămadă deschisă este pretabilă pentru fermele de dimensiuni mici sau moderate, cu un management mai redus. Metoda implică formarea grămezii de materiale organice și lăsarea ei nederanjată până când materialele sunt descompuse în produse stabilizate. Aceste grămezi mici au avantajul mișcării naturale a aerului. Datorită fermentării active grămada se încălzește în interior, aerul cald se ridică și se pierde la suprafața superioară a grămezii, fiind înlocuit cu aerul rece ce pătrunde pe la baza grămezii și pe lateral, îmborspătând astfel aerul în grămadă. În funcție de mărimea grămezii curenții de aer pot îmborspăta mai repede sau mai încet aerul din grămadă activând procesul de fermentație. Pentru un schimb eficient de aer mai ales în perioada de vară și dacă se compostează materiale ce degajă mai multă căldură cum este cazul gunoiului de la cabaline, înălțimea grămezii va fi de numai 0,9 – 1,2 m. Costul muncii și echipamentului necesar pentru a forma și amesteca grămada constituie cheltuielile operaționale cele mai mari. Încărcătoarele din fermă și mașinile de împrăștiat gunoi sunt de obicei cele folosite în fermă. Compostarea pasivă or nederanjată este de obicei folosită pentru compostarea carcaselor animalelor din fermă. Dezavantajul acestei metode constă în faptul că grămada devine de negospodărit fiind prea umedă, prea uscată, prea compactată, putând deveni repede anaerobă și foarte mirositoare.

**B)** Compostarea pe platformă în șiruri și grămezi este cea mai comună formă de compostare. Pentru un management activ al procesului șirurile și grămezile sunt remaniate cu ajutorul unei mașini speciale ceea ce evită compactarea grămezii, îmbunătățește schimbul de aer, aduce la suprafața grămezii materialul din interior și introduce în grămadă materialul de la suprafața grămezii. În acest mod pot fi distruse prin compostare semințele de buruieni, agenții patogeni și larvele de muște, ele ajungând în mijlocul grămezii unde temperatura este foarte mare. Întorcând și amestecând din nou cu ocazia remanierilor materialele supuse compostării acestea se fragmentează în particule mai mici și le crește suprafața activă biologică de contact. Excesul de remanieri poate conduce la reducerea porozității grămezii dacă mărimea particulelor devine prea mică. Mărimea grămezii (a șirului) este dată de caracteristicile echipamentului ce realizează remaniera grămezii. La noi în țară au deținut astfel de utilaje numai unii cultivatori de ciuperci. Este timpul să se importe astfel de echipamente dacă vrem să avansăm în acest domeniu. Modul nostru de lucru, pe care îl recomandăm și acum este foarte greoi și se apropie mai mult de prima variantă de compostare decât de aceasta, din lipsă de echipamente specifice. Este de preferat ca platforma de compostare să fie înconjurată de un șanț pentru colectarea scurgerilor. Lichidul colectat poate fi folosit pentru umectarea grămezii la remaniere dacă acest lucru este necesar sau se poate aplica pe terenul agricol ca fertilizant lichid.

În cazul unor întreprinderi mici și medii, ce compostează de la câteva sute la câteva mii de metri cubi, în lipsa echipamentului specific de remaniera a grămezii se poate utiliza un tractor cu cupă de încărcare (tip fadroma) și benzi transportoare pentru a se putea realiza amestecul. Mașinile de distribuție a gunoiului pot fi utilizate și pentru distribuția compostului. Un echipament pentru remaniera poate amesteca între 400 și 4000 t pe oră. Chiar dacă se dispune de acest echipament pentru remaniera tot este necesar un încărcător tip fadroma pentru organizarea inițială a grămezii, pentru încărcarea compostului în mașinile de transportat sau de împrăștiat, etc.

**C)** Compostarea pe platformă folosind echipamente de remaniera specializate se practică în unitățile mari producătoare de compost. Este identică ca mod de organizare cu metoda B – compostare pe platformă în șiruri și grămezi, dar este obligatorie prezența echipamentului special de remaniera.

**D)** Sistemul de grămadă statică aerată cu conducte perforate – se poate dezvolta în spații deschise sau închise. În grămadă sunt încorporate către bază conducte perforate pentru aerare. Gazele fierbinți din interiorul grămezii se ridică, iar aerul rece pătrunde prin conducte în interiorul grămezii. Se poate practica și aerarea forțată folosindu-se un suflător de aer în conductele de la baza grămezii care face ca circulația aerului să fie mai rapidă. Sistemul de forțare a aerării permite creșterea grămezii și un control mai bun al procesului de compostare. Aranjamentele de presiune negativă (în interiorul conductelor perforate) permit exhaustarea aerului direct prin filtre biologice

dacă mirosurile devin o problemă. Grămezile statice aerate au la bază aşchii de lemn, paie tocate ori alte materiale poroase. Materialul poros de la bază încorporează și conductele perforate pentru aerare. Selectarea și amestecul inițial al materiilor prime supuse compostării sunt esențiale, deoarece trebuie să aibe o structură bună pentru a-și menține porozitatea pe întreaga perioadă de compostare. Această cerință generală este asigurată prin folosirea unui agent de menținere a densității, cum sunt paiele sau aşchiile de lemn. Înălțimea inițială a grămezii statice aerată este de 1,5-2,5 m. În iarnă grămezile mai mari ajută la menținerea căldurii . Un strat de compost finisat acoperă grămada de compost. Lungimea grămezii statice aerate este limitată de distribuția aerului prin conductele de aerare. Pentru grămezile statice aerate amestecul materialelor depuse în grămadă este esențial deoarece grămada se formează o singură dată. Amestecarea grămezii se face cu ajutorul unui încărcător frontal de tip fadroma prin amestecare de câteva ori într-o altă grămadă și depunere apoi în grămada finală a materialelor amestecate. Se recomandă ca amestecarea și formarea grămezii să se facă pe o suprafață betonată.

**E) Sistemul de compostare în (vas) container implică închiderea materialelor de compostare activă într-un container, clădire, etc. Sistemul în (vas) container are cel mai agresiv management și în general cel cu investiția cea mai mare de capital, dar oferă cel mai bun control al procesului de compostare. Cele mai multe metode în container implică o varietate de sisteme de aerare forțată și tehnici de întoarcere mecanică conducând la intensificarea procesului de compostare. Unele sisteme de compostare în containere (un sac enorm) include materialele de compostare fără întoarcere. Sistemul de compostare în containere mici care sunt instalate pentru folosirea timp de circa un an sunt accesibile pentru compostare într-o varietate de ferme ce generează materiale organice inclusiv păsări moarte și gunoi de grajd. Multe din aceste sisteme combină atributele platformei cu echipament de întoarcere și pe cele ale metodel pilei statice aerate.**

Indiferent de metoda de compostare practică, abilitatea grămezii de compostare de a se încălzi și a menține o temperatură ridicată este dependentă de 7 factori:

- compoziția fizică și biologică a materialelor supuse compostării;
- accesibilitatea elementelor nutritive, inclusiv a carbonului pentru microorganismele ce produc compostarea;
- nivelul umidității în materialele supuse compostării;
- structura grămezii (mărimea particulelor, textura și densitatea aparentă);
- rata de aerare în grămadă ori în șiră;
- mărimea grămezii de compostare, și
- condițiile mediului ambiant (temperatură, vânt, umiditate, etc.).

În tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile proceselor de compostare, care sunt dependente de caracteristicile materiilor prime utilizate, mărimea grămezii de compostare și /ori condițiile climatice.

Tabelul 1 Caracteristicile dorite pentru procesele de compostare.

Caracteristicile	Variația rezonabilă	Variația dorită
Raportul carbon : azot	20:1 – 40:1	25:1 – 30:1
Umiditatea	40 – 65 %	50 – 60 %
Conținutul de oxigen	> 6%	16 – 18,5 %
pH	5,5 – 9,0	6,5 – 8,5
Densitatea aparentă	< 640 kg/m <sup>3</sup>	-
Temperatura	43 – 60 °C	54 – 60 °C
Mărimea particulelor	0,3 – 5 cm diametru	diversă

Pentru realizarea unei stații de compostare este necesar să avem în vedere:

- panta terenului să fie între 2-4 %;

- panta terenului să fie către bazinul de colectare a scurgerilor lichide;
- terenul să fie pavat sub grămada de compostare;
- să se construiască berme în jurul grămezii de compostare pentru a controla scurgerile în afara perimetrului sau spre interiorul perimetrului;
- să existe suprafețe plane pentru stocarea materiilor prime, procesare, compostare, mutare, stocare, amestecare și comercializare a produsului final;
- păstrarea echipamentelor într-o locație convenabilă pentru procesul de compostare;
- construirea pereților de reținere pentru grămada de stocare;
- dezvoltare unei perdele de protecție în jurul locului (gard din scândură, plante, arbuști, arbori);
- construcția unui gard și a unei porți de acces în stația de compostare;
- instalarea utilităților necesare în funcție de metodă și procese (un debit minim de 5 cm de apă, stocare și instrumente de construcții, officii și laboratoare, șoproane de protecție);
- obținerea permiselor necesare (acestea sunt obligatorii):
- local, zonal, construcție, folosirea terenului;
- statal: descărcarea apelor, compostare, transport, aer, departamentul de sănătate.

#### **6.4.5 Prezentarea unei metode de compostare.**

##### **6.4.5.1 Materia primă pentru prepararea compostului.**

Toate produsele reziduale în stare solidă provenite din complexele zootehnice și fermă pot fi utilizate ca materie primă pentru compostare. Ele se vor composta împreună cu resturi vegetale tocate, raportul dintre acestea fiind în funcție de umiditatea produsului rezidual.

Fiecare tip de reziduu zootehnic are propriile caracteristici fizice, chimice și biologice. Gunoiul de la bovine și cabaline, atunci când este amestecat cu așternut are calități bune pentru compostare. Nămolul de porc, care este foarte umed și de obicei neamestecat cu așternut necesită amestecare cu paie sau alt material energetic. Gunoiul de pasăre necesită deasemenea să fie amestecat cu materiale bogate în carbon, de preferat cu conținut mic de azot cum ar fi rumegușul și paiele. În general, descompunerea rapidă și temperaturile ridicate în timpul compostării produc produse libere de miros, ușor de mănuit, omogene și stabile biologic

##### **6.4.5.2 Materialul energetic.**

Utilizarea unui material energetic în procesul de compostare are trei scopuri principale: reducerea umidității produsului rezidual zootehnic, aerarea grămezii de compostare și realizarea unui raport C:N optim pentru fermentare.

Ca material energetic se pot folosi paie, coceni de porumb, vreji de soia, fasole sau mazăre, tulpini de floarea soarelui, etc. tocate la dimensiuni de 2-5 cm astfel încât să se poată amesteca cât mai bine cu produsul rezidual, să aibă suprafața de contact cât mai mare, să aereze bine grămada. Unele materiale pot necesita un proces de sortare ori de măcinare. În grămada de compostare trebuie să intre toate resturile organice din fermă, ce nu își găsesc utilizare în hrana animalelor. Folosirea unor produse umede, furaje cu conținut ridicat de azot, mere, tescovină, și reziduuri de cartofi, poate cere aplicarea unui amendament din cenușă de lemn, zgură măcinată ori alte produse de amendare cu var pentru a crește pH-ul inițial al amestecului. Unele materiale ce trebuie compostate care au un conținut ridicat de carbonat de calciu ori conținut alcalin cum sunt unele așternuturi de la animale (taurine) acționează ca tampon la nivele coborâte de pH ale furajelor. Pentru realizarea unei umidități optime se determină umiditatea produsului rezidual zootehnic și a materialului energetic. Se calculează un amestec care să dea umiditatea optimă de 65 % (cu variații de la 60 la 70 %).

Pentru obținerea unui compost de calitate este necesar ca raportul produs rezidual:material energetic să fie de 3-9:1 la cantitatea brută.

Obținerea unui compost de calitate este dependentă de realizarea în grămada de compostare a unui raport C:N optim (20-40:1) care să favorizeze nu numai pornirea și desfășurarea fermentației

în așa fel încât să se obțină o descompunere rapidă a materialelor supuse compostării, ci să se realizeze și o sinteză de materii humice, care constituie de fapt partea valoroasă a compostului.

Un raport C:N mai mare de 40:1 creează condițiile pierderii carbonului prin degajare de CO<sub>2</sub>, iar la o valoare mai mică de 20 se produc pierderi de amoniac prin volatilizare, lipsind carbonul necesar sintezei proteinei microbiene.

În tabelul 2 sunt prezentate rapoartele C:N medii pentru câteva materiale supuse compostării ce prezintă valori mai mari ale azotului sau ale carbonului.

Tabelul 2 Valori ale raportului C:N în materiile supuse compostării.

<b>Materiale cu conținut ridicat de azot</b>			
Gunoii de cabaline	30:1	Nămol orășenesc	6-16 : 1
Gunoii de porcine	30:1	Resturi alimentare	15 : 1
Guniu de bovine	19:1	Gunoii de la broiler	14 : 1
Iarbă tăiată	19:1	Reziduuri de legume	12 : 1
Gunoii de la curcani	16:1		
<b>Materiale cu conținut ridicat de carbon</b>			
Hârtie de ziar	398 – 852:1	Celuloză pentru hârtie	90 : 1
Cartoane ondulate	563:1	Frunze	40 – 80 : 1
Rumeguș, așchii de lemn	442:1	Reziduuri de fructe	35 : 1
Scoarță de copac	100 – 130:1		

Este strict necesar să se mențină o aerare corespunzătoare în grămadă, cu un conținut optim de oxigen pentru a asigura activitate biologică aerobă. Dacă aerația este insuficientă în orice etapă a procesului de compostare, se vor dezvolta condiții anaerobe și pH-ul va scădea până la aproximativ 4,5 deranjând procesul de compostare. În cele mai multe cazuri aerarea sau remanierea grămezii poate preveni condițiile anaerobe pH-ul ajungând la valori aproape neutre.

Adaosul de resturi vegetale asigură totodată și suportul fizic care să permită construirea de grămezi înalte (pentru economie de teren în stația de compostare și pentru a reduce influența factorilor climatici externi).

Cele mai bune rezultate s-au obținut prin folosirea ca material energetic a paielor tocate.

În figura 1 se prezintă o schemă a unei stații de compostare.



Zonă tampon

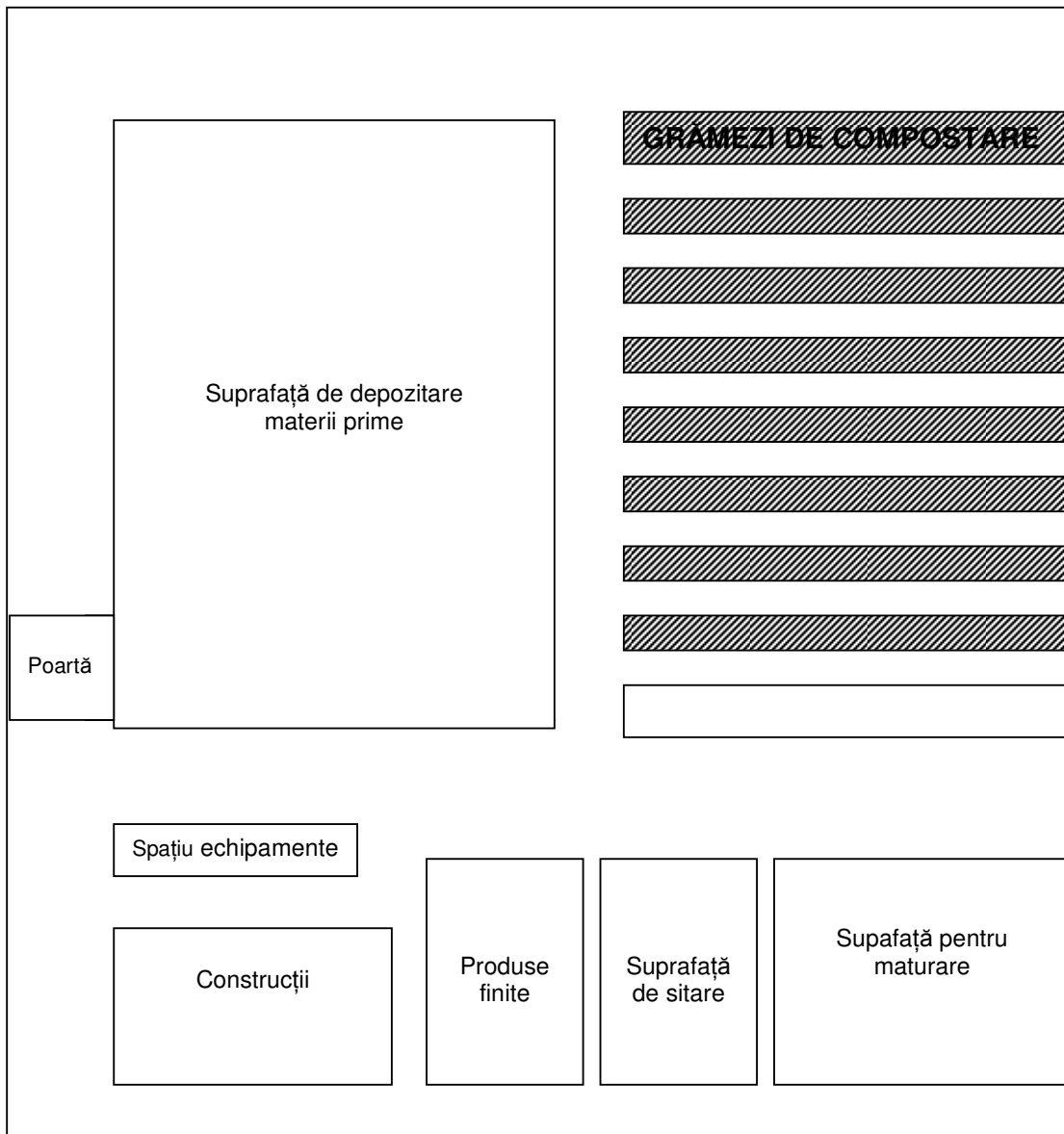


Fig. 1 Schema unei stații de compostare

#### 6.4.5.3 Biopreparate

În vederea intrării rapide în fermentație și a ridicării bruște a temperaturii peste 60<sup>0</sup> C pentru a surprinde unii agenți patogeni în formă vegetativă este necesar să se trateze cu biopreparate. Biopreparatele sunt culturi microbiene selecționate în acest scop și cuprind specii bacteriene din familia Enterobacteriaceae, Pseudomonadaceae, Bacillaceae și Actinomicete, mezo și termofile.

Rezultate bune s-au obținut prin utilizarea unor culturi microbiene aparținând genurilor: Pseudomonas, Escherichia, Micrococcus, Bacillus și Streptomyces obținute pe medii de cultură sintetice. Rolul acestor culturi este și acela de a hidroliza rapid o parte din substraturi pregătind astfel condiții favorabile dezvoltării unor microorganisme active în procese fiziologice speciale cum ar fi: fixarea azotului, degradarea celulozei, etc. Pentru obținerea de substanțe humice se introduc și unele culturi de Arthrobacter sp. și Bacillus megaterium care devin active într-un stadiu mai avansat al compostării.

#### 6.4.5.4 Obținerea maielei pentru inoculare

Culturile microbiene sunt trecute într-un macerat de urzică pregătit după metoda prezentată în cele ce urmează. Pentru pregătirea unei grămezi mame de 2 t se pune la macerat o cantitate de 10-15 kg urzică proaspătă (sau 1,5-2 kg urzică uscată) în 100 l apă curată. Fermentarea se face la umbră, de preferință în butoaie de lemn sau material plastic. Se agită zilnic. După 4-5 zile soluția degajă un miros caracteristic indicând că este bună de folosit. Atunci se adaugă 10 l lapte degresat (sau zer sau lapte sintetic) și se lasă până a doua zi. În ziua următoare se diluează totul cu 100 l apă (volum total realizat =200 l), se introduc culturile bacteriene, inclusiv mediile de cultură agarizate și se agită circular, schimbând din când în când sensul girator, timp de o jumătate de oră.

#### 6.4.5.5 Executarea grămezii mamă.

Mărimea grămezii mamă este de 10-15 % din greutatea grămezii de compostare. La cantități mai mici (sub 10 t) se poate practica așezarea manuală în straturi succesive a componentelor: materialul energetic 2/3, produsul rezidual 1/3 din greutatea totală a grămezii și maioua. La cantități mai mari (peste 10 t) se folosesc benzi transportoare, maioua fiind aplicată prin stropire cu ajutorul unei pompe cu furtun. Grămada mamă are forma prismatică cu lățimea la bază de circa 2 m, înălțimea de circa 2 m și lungimea după nevoi.

Microorganismele introduse în grămadă încep să se dezvolte pe suprafețele resturilor vegetale, iar temperatura crește. Umiditatea trebuie astfel reglată încât să nu depășească 60 %, în caz contrar grămada se remaniază și se adaugă cantități mici de apă sau material energetic uscat. Remanierea se face, de obicei, după 3-4 zile, cu ajutorul unui încărcător hidraulic TIH-445. Durata grămezii mamă este de 6-10 zile după care ea poate fi folosită pentru inocularea grămezii propriuzise de compostare.

Cercetările au arătat că biopreparatele încorporate în grămada de compostare accelerează și mențin totodată la un nivel superior procesele vitale de descompunere și humificare a materiilor organice supuse compostării.

Dacă microorganismele termofile celololitice și ligninolitice pot fi făcute să predomine, viteza de compostare este mai mare și temperatura mai înaltă, temperaturile peste 55<sup>0</sup> C timp de 24 de ore ducând la o distrugere aproape completă a agenților patogeni.

#### 6.4.5.6 Executarea grămezii de compostare

Grămada de compostare propriu-zisă are forma unei șire cu o coamă teșită cu lățimea la bază de 3-6 m, înălțimea de 2 - 3 m și lungimea după nevoie și cuprinde un amestec cât mai omogen de reziduu zootehnic, material energetic și compost din grămada mamă.

Durata fermentării este de minimum 3 luni în sezonul cald și 4-5 luni în sezonul rece. În acest timp se practică remanieri din 30 în 30 de zile. Remanierea se execută cu mașina de pregătit compost pentru ciupercării, cu încărcătorul TIH sau cu alt utilaj specializat. În această etapă ar fi

timpul să cumpărăm un set de mașini specializate pentru compostare pentru a face mai atractivă această activitate.

De fiecare dată când se face remanierea se fac observații asupra nivelului de umiditate a materialului ce se compostează, asupra mersului biodegradării materialelor și în caz că umiditatea a scăzut sub 50 % se procedează la stropirea materialelor cu apă, de preferință apă uzată, până ce umiditatea ajunge la 60-70 %. La remaniere se va avea grijă ca materialul de la suprafața grămezii să ajungă în mijlocul grămezii iar cel din mijloc către suprafață. Mașina cu care se face remanierea trebuie să asigure o omogenizare cât mai bună a materialului supus compostării. Dacă sezonul este prea ploios se vor lua măsuri de acoperire a grămezilor pe coame pentru a se evita impregnarea cu apă și trecerea la compostarea anaerobă, care se recunoaște după dezvoltarea unei temperaturi inferioare (sub 50<sup>o</sup> C) în masa compostului. Temperatura în masa compostului se ridică încă din primele zile la peste 55-60<sup>o</sup> C și este permisă până la 70<sup>o</sup> C. Dacă tinde să depășească acest plafon se umezește.

O umiditate prea ridicată poate conduce la condiții anaerobe în grămadă și aceasta va genera mirosuri neplăcute, întâzieri în încălzirea grămezii și scurgeri nedorite. Accesibilitatea carbonului în diferite materii prime este diferită, în funcție de suprafața de contact, determinată de mărimea particulelor și gradul de lignificare. Lignina datorită structurii sale complexe și varietății legăturilor chimice este rezistentă la descompunere. În consecință carbonul din așchii sau rumeguș este mai puțin accesibil decât cel din paie, chiar dacă raportul C:N este similar. Porozitatea este esențială, deoarece determină cât de mult aer va intra și difuza în grămadă. Porozitatea este în strânsă legătură cu umiditatea. O aprovizionare bună cu materiale energetice și de creștere a volumului grămezii este importantă, mai ales atunci când se compostează cantități mari de nămoluri umede. Densitatea aparentă inițială a grămezii nu trebuie să depășească 600 kg/m<sup>3</sup>. O densitate aparentă mai mare poate fi un semnal că amestecul este prea umed sau conține materiale prea dense ceea ce conduce la compactarea grămezii și la lipsa de aerare. Ca materiale folosite pentru afânarea grămezii se pot utiliza și așchiile de lemn, rumgușul or surcelele de lemn, fânul, etc.

Un compost de calitate se obține în perioada martie–octombrie. Dacă se pornește la compostare cel mai târziu la 1 octombrie, se execută o singură remaniere la 1 noiembrie (dacă vremea este bună, cu temperaturi peste 10<sup>o</sup> C, apoi nu se mai remaniază datorită temperaturilor prea coborâte.

Ultima fază a procesului de compostare, care diferă ca perioadă de la o metodă la alta în funcție de intensitatea metodei alese, o constituie definitivarea compostului sau maturarea acestuia.

În figura 2 (???????????????) **Diagrama** ??????????????????????( se prezintă evoluția temperaturii, conținutului de oxigen și a perioadei de compostare asupra desfășurării procesului de compostare.

Mirosurile pot fi minimizezate prin pornirea compostării materialelor cât mai repede posibil și prin menținerea compostării în condiții aerobe. Următoarele recomandări vor ajuta la minimizarea mirosurilor:

- recepționarea unor bune materiale pentru compostare și menținerea lor bine amestecate;
- stocarea materiilor prime pentru cel puțin unitatea de timp necesară pentru procesul de compostare,
- ținerea grămezii la o înălțime de circa 1,5 m;
- menținerea umidității în grămadă la circa 55%;
- remanierea grămezii de două ori pe săptămână;
- preveniți bălțirea și stagnarea apei (locuri de activitate anaerobă);
- minimizezați praful (el transportă mirosurile);
- păstrați grămezile de stocare acoperite și uscate;
- păstrați toate facilitățile curate.

Mirosurile pot fi controlate prin alegerea materiei prime sau prin acoperirea grămezii cu un material capabil să absoarbă aceste mirosuri. De exemplu, amplasarea la suprafața grămezii aerate de compostare a unui strat de compost finit sau a unui strat de turbă va permite captarea mirosurilor

neplăcute. De asemenea, amestecul cu o mare cantitate de rumeguș, compost finit ori turbă va absorbi mirosurile venite de la alte ingrediente. Controlul mirosurilor se poate face mai ușor în unitățile ce folosesc aerarea forțată. Aerul exhaustat părăsește grămada și este direcționat într-un filtru de adsorbție a mirosurilor. Deseori o grămadă de compost finit sau o grămadă de turbă poate fi folosită ca filtru.

#### 6.4.5.7 Sitarea compostului

După încheierea perioadei de fermentare se execută o prelucrare finală care constă în eliminarea materialelor grosiere (fragmente de tulpini nedescompuse, materiale străine întâmplătoare, materiale inerte cum sunt cele de sticlă, plastic, metal, etc., materiale cu dimensiuni mari) prin cernere. Materialele organice eliminate pot fi trecute la compostare într-o altă grămadă. Înainte de cernere, uneori este nevoie de o umectare a compostului printr-o stropire fină pentru a reduce la minim degajarea prafului care ar putea să provoace neplăceri, să stânjenească operațiile potențiale, să descrească eficiența mașinilor sau să afecteze sănătatea operatorilor. Trebuie însă evitat excesul de apă ce ar putea conduce la reducerea eficienței sitării. Umiditatea optimă de sitare este între 35 și 45 % în funcție de tipul de sită folosit.

Sunt accesibile (în SUA) 4 tipuri de site: staționare, vibratoare, disc și rotative. În alegerea tipului de sită este necesar să se țină cont de: mărimea ochiurilor, capacitatea, costul, compatibilitatea cu echipamentele existente, eficiența în asigurarea nivelului dorit de separare și susceptibilitatea la blocare (astuparea ochilor sitei cu materialul de cernere). Sitele obișnuite au dimensiunile de 0,6 – 1,2 cm, în funcție de materialul ce trebuie sitat și folosirea compostului. Sitele cu dimensiuni mai mici au un risc mai mare de blocare.

#### 6.4.5.8 Stocarea compostului

Compostul astfel obținut se depozitează în grămezi mari și se acoperă pentru a fi ferit de umiditate sau uscăciune excesivă.

Stocarea este necesară pentru a armoniza timpul dintre momentul terminării compostării și momentul de folosire. Pentru fermele tipice perioada de stocare este de 3 sau mai multe luni. Stocarea se poate face în grămezi mai mari decât cele utilizate pentru compostare ori pentru maturare. Chiar și compostul finit care a fost produs și maturat în condiții bune mai are încă o slabă activitate biologică. Aceasta impune ca grămezile de stocare să nu fie ignorate și trebuie să se adopte un management care să evite recontaminarea, contaminarea cu buruieni și pericolul de foc. Pentru evitarea autocombustiei este necesar ca grămada să nu depășească 3,5 m înălțime.

Evitarea contaminării cu agenți patogeni sau cu semințe de buruieni în timpul stocării se poate face dacă se asigură protecția grămezii împotriva animalelor cum sunt păsările. Acest lucru poate fi realizat prin acoperirea grămezii cu materiale textile care să permită respirația în grămadă. În permanență se va monitoriza evoluția temperaturii în grămadă și dacă aceasta crește se va trece la remanierea grămezii. Toate spațiile de depozitare a compostului vor fi bine drenate, cu suprafața de scurgere canalizată în afara grămezii. Adăposturile deschise sunt ideale pentru păstrarea compostului.

Pentru păstrare timp îndelungat umiditatea redusă este cea mai indicată deoarece se reduc mult procesele biologice.

Stocarea unui compost imatur fără aerare suficientă conduce la apariția de mirosuri neplăcute. Dacă se aplică la un mediu de creștere (ex. cuburi nutritive, substraturi de cultură, ghivece, etc.) compostul imatur va interfera cu creșterea plantelor prin imobilizarea azotului și producerea de toxicitate amoniacală ori producând deficiența de oxigen în solurile plantate. Compostul ce urmează a fi folosit în ghivece trebuie să fie mai stabil decât cel ce este destinat amestecului cu solul. În timpul stocării umiditatea nu va depăși 45-50 %, iar aceasta se va menține prin întoarcere, amestecare și adaosuri de lichide dacă este necesar. Dacă pentru însăcuire sau împrăștiere se solicită un compost cu umiditate redusă trebuie evitat adaosul de apă în timpul perioadei de definitivare (maturare). Înainte de folosire cu câteva săptămâni se recomandă să se

restocheze compostul din grămada mare în grămezi mai mici. Aceasta permite să se stoccheză compostul în condiții de aerare naturală și să se disipeze și compușii toxici ce pot fi prezenți.

#### 6.4.5.9 Însăcuirea compostului

Compostul însăcuit se vinde la un preț mai mare decât cel în vrac. Însăcuirea trebuie practică numai când volumul vândut justifică cheltuielile făcute cu echipamentul de însăcuire și cu forța de muncă. Compostul va fi depus în box-paleți pentru stocare mai ușoară înainte de livrare și pentru transport.

Însăcuirea necesită un compost foarte stabil, cu un conținut de apă de 40-45 %. Sitarea se va face prin sita de dimensiuni mai mici pentru compostul ce se însăcuiește. Deoarece compostul respiră, se recomandă ca însăcuirea să se facă chiar înainte de trimiterea compostului.

#### 6.4.5.10 Calitatea compostului

Compostul este considerat bun dacă are următoarele caracteristici:

- Se prezintă ca un produs omogen de culoare brun închis sau negru.
- Mirosul este de pământ reavăn fără alte mirosuri neplăcute.
- Mărimea particulelor este mai mică de 1,2 cm.
- Este un produs stabil (capabil să fie stocat pentru o perioadă rezonabilă de timp fără să își piardă eficiența ca amendament al solului).
- Nu conține semințe viabile de buruieni.
- Nu conține fitotoxine ori contaminanți vizibili, și
- Are pH-ul între 6,0 – 7,8.

În vederea livrării compostul trebuie să fie însoțit de un certificat care trebuie să cuprindă cel puțin următoarele:

- umiditatea ( sub 50%);
- conținutul de azot total ( peste 1,5% la s.u.);
- raportul C:N ( 10-18);
- pH (6,0 -7,8).

Pe etichetă se va trece numele și adresa producătorului, materialele ce au stat la baza pregătirii compostului și recomandări pentru utilizare.

În ultimii ani interesul pentru compostare ca o alternativă pentru managementul părții organice din produsele reziduale a crescut semnificativ în Canada. Ca rezultat, prin comitetul național, Consiliul Canadian al Ministerelor de Mediu a început dezvoltarea unor ghiduri naționale pentru producerea și utilizarea compostului pentru toate provinciile și teritoriile. Obiectivele specifice ale acestor ghiduri sunt:

- protejarea mediului ambiant și sănătății publice în țară;
- încurajarea separării surselor de reziduuri solide municipale în scopul producerii unui compost de calitate;
- dezvoltarea armonizată, la nivel național a standardelor compostului care vor armoniza diferite grupuri și diferite interese;
- asigurarea încrederii consumatorilor prin stabilirea unor criterii de calitate la nivel național pentru compost; și
- siguranța că metoda de compostare este permisă să se dezvolte ca o soluție de management a reziduurilor/resurselor și ca o industrie conștientă a mediului care deviază reziduurile organice de la depunerea în haldă și incinerare. Biroul de standardizare eliberează un certificat de conformitate care atestă că produsul fabricat de o anumită uzină este conform tuturor exigențelor normelor aplicabile. În plus, certificatul recunoaște în final capacitatea producătorului de a produce permanent și constant un astfel de produs conform standardelor. Certificatul de conformitate este valabil 2 ani. Procesul de recunoaștere a conformității comportă următoarele etape:

- cererea de recunoaștere a conformității depusă de întreprindere, ce conduce la deschiderea dosarului de către biroul de standardizare;
- pregătirea de către întreprindere a planului său de inspecție și recoltarea de probe pentru controlul său de calitate necesare pentru raportul privind respectarea normelor și transmiterea la biroul de standardizare a "Listei de verificare a calității";
- prima vizită a inspectorului de la biroul de standardizare la uzină, pentru verificarea locului, sistemului și registrului de control a calității și trecerea la eșantionarea produselor pentru certificare;
- recoltarea de probe printr-un laborator acreditat cum se cuvine, și eșantioanele recoltate de Biroul de standardizare, la sfârșitul analizelor, vor caracteriza produsul față de cerințele normelor;
- studierea primului raport de evaluare și dacă acest lucru este necesar, cererea de măsuri corective;
- eliberarea certificatului de conformitate, dacă toate exigențele programului de certificare au fost respectate;
- verificarea periodică (la 2 ani) a întreprinderii de către biroul de standardizare, pentru a se asigura că toate condițiile prezentate în momentul certificării au rămas constante în timp (materii prime, procedeul adoptat, frecvența controlului de calitate, etc.). La stabilirea limitelor de calitate acceptabile s-au luat în considerație:
- existența reglementărilor, politicilor, legilor și ghidurilor Canadiene;
- existența literaturii științifice și informațiilor tehnice;
- siguranța compostului;
- valoarea agronomică a compostului;
- analizele composturilor produse în Canada;
- necesitatea, constrângerile și interesele producătorilor de compost;
- compatibilitatea modului de abordare a folosirii de către diferiții participanți;
- cererile organizațiilor de mediu, diferiților experți și a multor grupuri de proprietari exprimate în timpul consultării publice.

Deși nu există standarde curente pentru aprecierea calității compostului, au fost folosiți mulți parametri convenționali, inclusiv următorii:

- pH 5,5 – 7,5;
- săruri solubile (sub 5 mmhos/cm);
- conținutul în elemente nutritive;
- capacitatea de înmagazinare a apei;
- stabilitatea.
- conținutul în materie organică;
- umiditatea (35 – 55%);
- mărimea particulelor (1 – 3 cm);
- densitatea aparentă (sub 600kg/m<sup>3</sup>);

În general, compostul trebuie să fie bogat în materie organică, cu conținut redus de săruri solubile, să îndeplinească toate standardele ce reglementează utilizarea lui în agricultură, să nu conțină semințe de buruieni, să nu aibe miros respingător, să aibe pH-ul în zona neutră și să aibă umiditatea sub 50%.

#### 6.4.5.11 Aprecierea momentului terminării compostării

Dacă după remaniere temperatura în grămada de compostare nu mai crește se poate aprecia că procesul de compostare este încheiat și compostul poate merge la locul de depozitare unde se maturează. În acest timp activitatea biologică în grămadă a scăzut suficient pentru a permite păstrarea îndelungată în grămadă fără o mânăuire semnificativă. Dacă procesul de compostare a fost condus corect materialul este liber de agenți patogeni și inofensiv. Timpul suplimentar adăugat prin procesul de maturare permite o mai bună stabilizare a materialului și descompunerea acizilor organici urât mirositori și a fitotoxinelor ce au putut fi generate în timpul compostării inițiale.

Grămezile cu compostare activă pot fi gata pentru trecere la maturare după 3 săptămâni. Totuși cele mai multe recomandări sunt de 3 luni, și uneori mai mult. O atenție deosebită trebuie

acordată descreșterii temperaturii în grămada activă și verificării dacă nu cumva acesta este rezultatul unor limitări cum ar fi umiditatea insuficientă sau excesivă. O metodă simplă de verificare a finalității procesului de compostare constă în recoltarea într-o pungă de plastic a unei probe de compost ce apreciem că este gata pentru trimitere la maturare, umectarea ușoară a acesteia și păstrarea acestei probe închisă la temperatura camerei (20 – 30<sup>0</sup> C). Dacă după o săptămână la deschiderea pungii aceasta nu degajă miros neplăcut se poate considera că acest compost poate fi trimis la maturare. Maturarea este menținută atât cât este necesar pentru a atinge nivelul dorit de stabilitate a compostului. Aceasta poate dura de la câteva săptămâni la 8 luni sau mai mult.

Terminarea procesului util de compostare este marcat de apariția nitraților (în jur de 200 ppm) consecință a reactivării microflorei aerobe mineralizatoare a materiei humificate.

Imediat după perioada de compostare activă, cea mai mare parte din azotul accesibil din compost este sub formă de amoniu. Deși multe plante horticole absorb azotul sub formă amoniacală, multe pot fi afectate de concentrațiile ridicate de amoniu.

Cromatografia specifică reprezintă un alt test pentru stabilirea stadiului de compostare. Totuși determinarea raportului C:N rămâne în continuare un test care stabilește gradul de compostare. După 3 luni de compostare acest raport, în cazul compostului din nămol de porc sau de pasăre devine similar celui din sol având valori de 10-14.

Utilizarea în agricultură ca fertilizant a unor composturi cu un raport C:N prea ridicat, de ordinul 20-25, duce la apariția fenomenului numit de agronomi "blocarea azotului" sau "efectul depresiv" care se datorează intrării în concurență pentru azot a microorganismelor (ce mineralizează materia organică administrată) cu plantele de cultură. Se ajunge astfel, ca în locul unui spor de producție să se obțină o reducere a ei. Utilizarea unui compost cu raportul C:N sub 10 permite o mineralizare rapidă a azotului, care riscă să fie spălat de către apă din precipitații sau de irigare. Compostul cu un raport C:N între 10 –14 corespunde unui mediu stabil, acest raport fiind caracteristic atât pentru sol cât și pentru compostul evoluat.

Microfauna crește numeric după prima lună de compostare odată cu scăderea temperaturii. La începutul fermentării materialele din compost sunt populate cu *Amoeba limax*, *Cercobo agila*, *Amoeba gracila*, *Colpoda steini*, *Colpoda maupasi*, *Colpoda fastigata*. După 3 luni acestea dispar fiind înlocuite de *Bodo sp.*, *Bodo augustus*, *Oicomonas termo*, *Cercobo longicauda*, *Vorticella microstoma*, *Colpoda inflata*, *Eonostomium affina*, *Vorticella putrina*, acestea fiind un indice al terminării procesului de compostare.

Se demonstrează că procesele respiratorii descresc pe măsura avansării compostării, fapt ce se corelează și cu evoluția numărului de bacterii. Asupra numărului de ciuperci microscopice (fungi) care crește spre sfârșitul stagiului de compostare trebuie să menționăm dificultățile de metodă care duc la falsificarea realității în anumite stadii de dezvoltare a fungilor. Ciupercile microscopice având două stări sub care se prezintă (micelii și spori) determină posibilitatea ca în plină expansiune vegetativă numărul de unități biologice să fie mic și totuși să reprezinte o biomasă puternic dezvoltată, iar în cazul unor condiții neprielnice de viață să producă spori, care în cazul numărării pe plăci cu mediu nutritiv să dea impresia unui număr mare de unități biologice, după numărul sporilor care germinează, dar care nu numai că reprezintă o biomasă infimă, dar se prezintă în același timp și inactivă din punct de vedere biologic.

Din punct de vedere calitativ zonele bine aerate din grămada de compostare au fost populate cu specii de *Arthrobacter* cu pigment galben și cu actinomicete, lipsind în totalitate bacteriile intestinale și *Pseudomonas aeruginosa* cunoscută ca patogenă. Această dinamică a microflorei aerobe este normală și oglindește de fapt procesele de transformare a materiei organice. Descompunerea materiei organice și formarea biomasei microbiene ca și sinteza simultană a substanțelor humice se produc cu intensitate descrescândă până la stabilirea unui echilibru dat de noua calitate a materiei organice – compost matur și finit. Peste această fază apare un proces nou de mineralizare, raportul C:N scăzând sub 10.

În timpul procesului de compostare conținutul de substanță organică a scăzut de la 74 % la 41 %. A scăzut de asemenea conținutul de carbon, a crescut cel de azot, iar concentrația acizilor humici exprimată prin raportul acizi humici/acizi fulvici a crescut de la 0,8 la 3,0. Prin compostare

densitatea aparentă a crescut cu 1/3. La terminarea compostării densitatea aparentă este în jur de 635-706 kg/m<sup>3</sup>.

Următoarele metode ar putea fi folosite pentru apicierea maturității compostării:

- Consumul de oxigen – va avea valori mici în compostul matur.
- CO<sub>2</sub> respirat – va avea valori mici în compostul matur.
- Abilitatea de autoîncălzire – va fi coborâtă în compostul matur.
- Potențialul redox – va avea o valoare mare a raportului oxidare/reducere.
- Raportul NO<sub>3</sub> / NH<sub>3</sub> – va avea valori mai mari de 1.
- Testul humusului – va evidenția o proporție relativ ridicată a compușilor humusului cu greutate mică la mare.
- Testul de creștere – semințele de cresson (*Lepidium sativum*), orz, mază verde ori ridichi vor germina în compostul matur în timp normal și vor produce plante viguroase și sănătoase;
- Testele de nitrat și amoniu – valorile nitraților nu vor fi mai mari decât 200 ppm, și nu se vor putea detecta valori semnificative ale amoniului în compostul matur.

#### 6.4.5.12 Caracteristicile compostului

Compostul are miros de pământ reavăn și este bine structurat. Multe companii din SUA au extins vânzarea compostului după amestecarea cu alte materiale pentru vânzare cu amănuntul cu o valoare mai ridicată, pentru un scop specific. Echipamentul de sitare existent poate fi echipat cu pulverizator sau mixer, aplicând astfel în mod uniform amendamente, îngrășăminte, nisip, etc. În general amestecurile de compost au următoarele caracteristici:

- au caracteristici uniforme și predictibile (necesită cerințe specifice de aplicare);
- conțin ingrediente mult mai scumpe (cum sunt nutrienți specifici ori microelemente), și
- conduc la un preț de vânzare mai ridicat.

Amestecarea este deseori aplicată pentru a îmbunătăți caracteristicile fizice și crește conținutul de materie organică a compostului vândut. S-au produs amestecuri de compost pentru pepiniere, terenuri de golf și amenajări peisagistice.

##### 6.4.5.12.1 Caracteristicile biologice ale compostului.

Organismele patogene pot fi prezente în produsele supuse compostării ceea ce face ca însăși compostul să poată conține agenți patogeni și să constituie un risc pentru sănătate. Pentru o reducere adecvată a riscului pentru sănătate, compostul se va conforma criteriilor prezentate în secțiunile A și B în funcție de sursa de materii prime pentru compost.

A. Când compostul nu conține materii prime cunoscute ca având o încărcătură ridicată de patogeni umani, vor fi luate în considerare următoarele criterii:

1. Compostul va urma tratamentul următor ori alte procese recunoscute ca fiind echivalente de către autoritatea recunoscută (importantă).

În cazul folosirii metodei de compostare în container, reziduurile solide vor fi menținute în condiții operaționale la temperaturi de 55<sup>0</sup> C sau mai mari timp de 3 zile.

În condițiile folosirii metodei de compostare pe platformă utilizând echipamente speciale pentru remanierea grămezii, reziduurile solide vor fi menținute la o temperatură de 55<sup>0</sup> C sau mai mare pentru cel puțin 15 zile în timpul perioadei de compostare. De asemenea, în timpul perioadelor cu temperatură ridicată, grămada va fi remaniată cel puțin de 5 ori.

În cazul folosirii metodei de compostare în grămezi statice aerate, reziduurile solide vor fi menținute în condiții operaționale la o temperatură de 55<sup>0</sup> C sau mai mare pentru trei zile. Practica preferabilă este să se acopere grămada cu un strat de material izolator, cum ar fi compostul matur ori așchiile de lemn, pentru a se asigura că toată suprafața de material supus compostării este supusă la temperatura cerută.



2. Organismele patogene nu vor depăși următoarele:
  - coliformi fecali<sup>1</sup> <1000 cel mai probabil număr/g de solide total calculat pe bază de greutate uscat, și
  - Salmonella sp. < 3 cel mai probabil număr /g solide total calculat pe bază de greutate uscat.
- B. Acolo unde compostul conține materii prime cunoscute ca având un număr mare de agenți patogeni umani se vor lua în considerare următoarele criterii:
  1. Trece prin tratamentul descris în secțiunea A deasupra ori alte procese recunoscute ca echivalente de autoritatea relevantă (importantă) a provinciei ori teritoriului.
  2. Organismele patogene nu vor depăși următoarele valori:
    - coliformi fecali < 1000 cel mai probabil număr / g total solide calculat pe baza greutății uscat;
    - Salmonella sp. < 3 cel mai probabil număr / 4 g total solide calculat pe bază de greutate uscat.

Pentru poluanții organici, cu excepția PCBs (0,5 mg/kg), ghidurile nu au stabilit limite.

În grămezile de compost se realizează condiții pentru dezvoltarea multor specii. Protozoarele sunt reprezentate prin 77 specii, iar comunitatea nevertebratelor este completată de 10 genuri de colebole cu rol în descompunerea materiei organice, micetofage și coprofage. Larvele și insectele aparțin în general grupurilor de Coleoptere și Diptere. Râmele sunt foarte frecvente.

În sistemele de compostare bine conduse temperaturile cele mai mari sunt produse în stadiul inițial, cu descreșterea gradată a temperaturii spre sfârșit. Aceste temperaturi inițiale ridicate sunt de asemenea importante în asigurarea distrugerii tuturor agenților patogeni și degradării materialelor groșiere. Cei mai mulți agenți patogeni sunt omorâți în mai puțin de 3 zile când sunt introduși în compost. Urmărind influența compostării asupra microorganismelor patogene s-a ajuns la următoarele concluzii:

- Reacțiile termice împreună cu procesele biologice petrecute în reziduuul zootehnic în timpul prelucrării lui prin compostare duc la o diminuare temporară sau definitivă a numărului total de bacterii aerobe mezofile, distrugerea într-un timp scurt (până la 7 zile) a salmonelelor și într-un interval mai lung (până la 60 zile) a lui Escherichia coli, fără a influența sensibil Clostridium perfringens și numărul probabil de bacterii coliforme.
- Procesul de compostare, deși nu are efect sterilizant pentru toate bacteriile potențial patogene, poate fi totuși considerat ca una dintre cele mai eficiente metode de decontaminare a produselor reziduale destinate fertilizării solului.

Rareori agenții patogeni umani sunt o grijă deosebită pentru reziduurile generate în fermă. Totuși specii de Giardia și Cryptosporidium parvum au fost raportate în complexe zootehnice. Acestea sunt protozoare care pot cauza diareea la om și animale, în special la cei cu un sistem imunitar scăzut. Protozoarele sunt transmise de la animalele infectate ca ciști dorminzi în materiile fecale. Ciștii persistă în mediul ambiant chiar în condiții de mediu adverse. Complexele pot fi infectate cu acești paraziți prin ingerarea hranei ori a apei contaminate de către fecalele provenite de la animalele infectate, domestice sau sălbatice. Animalele tinere sunt mai susceptibile la infecție datorită practicilor curente de management care grupează animalele tinere în țarcuri. Totodată ele prezintă mai greu semnele clinice ale infecției. Când animalele au diaree datorită protozoarelor gunoiul are un mare număr de ciști de protozoare. Animalele care nu prezintă semne de infecție pot transporta protozoarele și depune ciștii în fecalele lor. Aceste protozoare sunt distruse prin expunere la temperaturi de 60<sup>0</sup> C în 30 minute. În timp ce temperatura în grămada de compostare poate depăși 60<sup>0</sup> C, în materialul de la suprafața grămezii acest lucru nu se întâmplă. Întoarcerea (remanierea) grămezii îmbunătățește potențialul pentru ca

---

<sup>1</sup> Coliformii fecali sunt un indicator bun pe termen lung pentru bacteriile patogene.

tot materialul supus compostării să atingă această temperatură. Literatura sugerează că expunerea protozoarelor la temperaturi sub 60°C pentru câteva zile conduce la moartea acestor organisme.

Cercetările efectuate au arătat că prin compostarea dirijată a nămolului de porc se asigură distrugerea tuturor germeilor patogeni, microbieni și parazitari, în condițiile realizării și menținerii temperaturii de 60°C timp de o lună.

Menținerea timp de 6 zile a unor temperaturi de peste 60°C conduce la inactivarea virușilor din compost.

Testele efectuate pentru urmărirea viabilității ouălor de *Ascaris* suun au arătat inhibarea evoluției acestora și chiar distrugerea dacă s-au realizat temperaturi de 50-60°C timp de 30 zile.

În ceea ce privește calitatea biologică, compostul realizat prin fermentare dirijată este superior celui obținut prin fermentație spontană; compostul realizat prin fermentație dirijată cu biopreparate reprezintă și o soluție practică pentru evitarea poluării solului, aerului și apelor, prin înlăturarea efectelor negative: miros pestilențial, focar de răspândire a agenților patogeni pentru om și animale, datorită acumulării sau folosirii directe pe sol a nămolului (Răuță și colab., 1980).

#### 6.4.5.12.2 Caracteristicile chimice ale compostului.

Compoziția chimică a compostului este în funcție de compoziția chimică a materialelor supuse compostării, raportul dintre aceste materiale și modul de desfășurare a procesului de compostare.

Cercetările efectuate au arătat că un compost obținut din dejecții de pasăre a avut un conținut de azot total de 6,2%, iar cantitatea de azot organic mineralizat a fost între 33,7% și 39,3%. Pentru alte tipuri de compost cantitatea de N organic mineralizat într-un ciclu experimental de 150 zile variază între 12 și 15%. Cuplarea acestei informații cu faptul că în compost există 0,04% azot accesibil (tot ca nitrat) și 0,8% azot organic, sugerează că acest produs nu constituie o sursă abundentă de azot.

Pentru aprecierea calității compostului s-au stabilit limitele de încărcare cu metale grele care pot fi folosite ca specificații pentru piață pentru orice compost sau amendament de sol destinat folosirii publice –tabelul 3. Dacă concentrațiile de metale din compost nu depășesc aceste limite compostul este apreciat ca fiind de calitate ridicată.

Tabelul 3 Limite de încărcare cu metale grele a composturilor (în s.u).

Metalul	1. Concentrația maximă de metale (ppm)	2. Doza totală de încărcare cu metale (kg/ha).	3. Concentrația de metale în compostul de "înalță calitate", (ppm-media lunară).	4. Doza de încărcare anuală cu metale (kg/ha.an).
Arsen	75	40	41	3
Cadmiu	85	39	39	1,9
Crom	3000	3000	1200	150
Cupru	4300	1500	1500	75
Plumb	840	300	300	14
Mercur	57	17	17	0,85
Molibden	75	18	18	0,96
Nichel	420	420	420	21
Seleniu	100	100	36	5
Zinc	7500	2800	2800	140

#### Semnificații:

1. Cantitatea maximă de metale grele în composturi este considerată sigură pentru culturi și animale, inclusiv omul.
2. Cantitatea maximă cumulativă de metale care poate fi în siguranță aplicată pe teren. Composturile care depășesc concentrația în metale pentru compostul de "înalță calitate" (3) dar nu depășesc concentrația maximă de metale grele (1) nu trebuie să fie aplicate în exces – nu se poate depăși doza totală de încărcare cu metale (2).
3. Concentrația maximă de metale permisă pentru composturile aplicate pe pajiște și grădina casei, ori vîndută ori înscăuită pentru piață.
4. Cantitatea maximă de metale care pot fi aplicate în siguranță pe teren într-un an. Composturile care sunt vîndute sau înscăuite și depășesc concentrațiile de metale pentru "calitate înaltă" (3) dar nu depășesc concentrațiile maxime de metale grele (1) nu trebuie aplicate în exces – nu se poate depăși doza totală de încărcare anuală cu metale grele (4).

#### 6.4.5.13 Valorificarea compostului

Compostul este gata de a fi folosit dacă temperatura din masa de compostare se stabilizează aproape de cea a mediului ambiant și concentrația de oxigen din mijlocul grămezii rămâne la valori peste 5% pentru câteva zile. Aceste măsurători trebuie făcute cînd masa de compost are umiditatea cel mult 50% și suficient volum pentru ca încălzirea să poată apărea. Pentru a se putea aplica culturilor în timpul sezonului de creștere compostul trebuie să fie descompus corespunzător. Materia organică cu un raport C:N ridicat intră în competiție cu rădăcinile plantelor pentru azotul accesibil din sol. Microorganismele care minerealizează carbonul din materia organică au o afinitate mai mare pentru azot decât rădăcinile plantelor. Acesta poate fi mai dăunător cînd se aplică în jurul plantelor tinere, plantelor ce au fost recent transplantate ori al semințelor ce au germinat recent. Plantele crescute în soluri ori vase de ghivece ce au fost amendate cu material impropriu compostat se opresc din creștere iar butonii florali devin în general mai galbeni și mor. Problema poate fi corectată uneori prin aplicarea suplimentară de îngrășăminte cu azot în momentul aplicării compostului, simptomele trecînd deseori neobservate pînă ce plantele rămân pipernicite. Tratarea problemei după apariția simptomelor este în general prea tîrzie.

Consiliul Compostării din Canada apreciază compostul ca fiind un amendament valoros pentru sol și o șansă de valorificare a tuturor reziduurilor organice. Compostul are un conținut ridicat de materie organică și ajută la refacerea multor proprietăți ale solului care s-au pierdut sau deteriorat în timpul folosirii. Deși compostul nu este considerat un fertilizant el conține elemente nutritive ce îmbunătățesc creșterea plantelor. Cînd se folosește în combinație cu fertilizanții, compostul acționează ca un fertilizant ce asigură plantelor elementele nutritive necesare pentru o perioadă de timp mai lungă decît prin aplicarea fertilizanților singuri.

Principalele efecte benefice ale compostului sunt:

- Îmbunătățirea creșterii plantelor și a rădăcinilor – s-a constatat că acolo unde compostul ia parte la formarea mediului de cultură plantele cresc mai puternic și au o producție mai ridicată; compostul aduce nu numai materie organică și elemente nutritive ci și microelementele esențiale necesare creșterii plantelor;
- Reduce viteza de cedare a elementelor nutritive – compostul leagă elementele nutritive, asigurînd cedarea și utilizarea lor într-o perioadă mai lungă de timp; fixarea elementelor nutritive reduce spălarea lor către apa freatică și de suprafață în timpul ploilor;
- Îmbunătățește porozitatea solului – activitatea microbiologică este esențială pentru solurile fertile; microorganismele descompun materia organică și pun la dispoziția plantelor elementele nutritive necesare dar acest lucru se petrece mai bine în solurile poroase, aerate; aportul ridicat de materie organică conduce la creșterea porozității solului;

- Îmbunătățește capacitatea de înmagazinare pentru apă – atât prin creșterea porozității solului cât și prin capacitatea compostului de a absorbi apă;
- Îmbunătățește rezistența solului la eroziunea prin apă și vânt – prin ameliorarea caracteristicilor fizice ale solului și creșterea mai rapidă a plantelor datorită accesibilității apei și elementelor nutritive; acoperirea mai rapidă a terenului reduce eroziunea solului prin apă și vânt;
- Reduce bolile plantelor – s-a demonstrat că aplicarea compostului inhibă incidența bolilor plantelor.

S-a crescut orz (*Hordeum vulgare* var. Leger), trifoi (*Trifolium repens* var. White Dutch) și canola (*Brassica napus* var. argentine) pe nisip amendat cu 4 tipuri de materiale organice și fertilizanți minerali timp de 6 săptămâni în casa de vegetație pentru a evalua performanțele acestor amendamente organice cu privire la creșterea și sănătatea plantelor. Cele 9 tratamente testate includ brichete de lucernă rehidratată, aplicată în 4 doze (10 %, 30%, 50% și 100% din volum), compost din lucernă, compost din gunoi de taurine și gunoi de taurine necompostat folosit ca standard 30% doza de amendare; fertilizarea normală a nisipului (20-20-20) și nisip neamendat (martor). Sau observat diferențe semnificative în germinarea semințelor, creșterea în înălțime și producția de biomasă pentru cele trei specii. Folosirea amendamentului din compost a îmbunătățit sănătatea plantelor și producția de biomasă (cu 317 % la 4970 %, în funcție de specie) comparativ cu nisipul netratat și a dat producții similare sau mai bune decât aplicarea regulată de fertilizanți organici.

Plantele crescute pe compost apar viguroase și prezintă numai simptome minime de stres de săruri și elemente nutritive. Tratamentul cu 10 % brichete de lucernă a produs plante cu o biomasă ușor mai redusă decât cele crescute pe compost și plantele fertilizate mineral, dar ele apar mai sănătoase, cu un foliaj de culoare verde închis și nu prezintă simptome de stres de săruri. În ciuda creșterii vegetative favorabile, se observă o întârziere și reducere a înfloritului, dintre care plantele de canola sugerează că doza de amendament de 10% poate produce un exces de elemente nutritive accesibile. Brichetele de lucernă rehidratate și folosite ca amendament în doză mai mare de 10% au inhibat germinația ori creșterea la toate cele trei specii. Folosirea gunoiului de grajd necompostat reduce semnificativ germinația la semințele de trifoi și canola. Semințele ce au reușit să germineze în acest tratament au produs plante semnificativ mai mari decât martorul, dar acestea au fost clorotice și au avut o parte importantă cu arsuri.

Rezultatele unei anchete au arătat că în Canada 59,2 % dintre utilizatorii de compost îl folosesc în grădini, cei care au pepiniere îl folosesc în proporție de 52,4%, iar cei ce amenajează peisajul în proporție de 35,7%. 35,7% din utilizatori îl folosesc în 2 sau mai multe direcții.