CUVÂNT ÎNAINTE

Pentru nici o specie de animale nu este mai actual dictonul că "*natura a fost oferită oamenilor pentru a fi stăpânită şi valorificată*" decât în cazul râmelor. Această afirmaţie are la bază ideea că în creşterea râmelor se porneşte de la rolul lor de a interveni în reciclarea deşeurilor şi are ca punct final producerea de îngrăşământ organic, numit biohumus. Din aceste considerente creşterea râmelor trebuie luată în serios şi privită ca o metodă biotehnologică fiabilă, sută la sută ecologică, pentru a neutraliza deşeurile, care sporind permanent pot afecta grav mediul înconjurător.

În unele localităţi în care se practică creşterea animalelor, ca urmare a faptului că nu există o strategie de dezvoltare a deşeurilor organice, sunt poluate apele freatice şi solurile cu compuşi ai azotului, bacterii patogene şi diverse toxine. Pentru a preveni aceste neajunsuri trebuie procedat la prelucrarea deşeurilor organice menajere, din agricultură şi din diverse ramuri ale industriei, ele devenind o problemă nu numai actuală dar şi de perspectivă.

Lucrarea prezentă, rod a unei minuţioase documentaţii bibliografice, îşi propune să pună la dispoziţia celor interesaţi cunoştinţe atât asupra comportamentului râmelor în mediul lor natural şi a fertilităţii solului, cât şi a elementelor de tehnologie a vermiculturii în vederea producerii humusului de râme. Un aspect de mare actualitate a fost destinat folosirii râmelor ca bioindicatori ai poluării solului.

În partea finală a lucrării, autorii tratează aspecte ce privesc calculul ratei de reproducere la râme, eşantionarea populaţiei de râme şi costurile de producţie în vermicultură.

În speranţa că prezenta lucrare se va constitui într-o utilă contribuţie la promovarea vermiculturii în România, aşteptăm puncte de vedere asupra materialului editat.

Autorii

INTRODUCERE

În vederea reconstituirii istoriei creşterii râmelor, începând cu scrierile din Egiptul Antic se consemnează importanţa acestora şi modalitatea de protejare prin lege.

Egiptenii, de pe vremea faraonilor, ştiau că fertilitatea ridicată a văii Nilului se datora abundenţei de râme, deoarece după inundațiile acestui râu s-au răspândit cantităţi importante de materie organică, pe care râmele au transformat-o în sol fertil.

Grecii, aveau cunoaştere despre activitatea profitabilă a râmelor în îmbunătăţirea solurilor.

Filozoful grec ARISTOTEL a denumit râmele "intestinele pământului", arătând activitatea ecologică şi fertilizatoare desfăşurată în mediul în care trăiesc.

În secolul al XIX-lea Charles DARWIN s-a dedicat cercetării în domeniul rolului râmelor în structura solului. Din cartea sa, intitulată "*Lumbricus terrestris*" se desprinde concluzia că "Tot pământul fertil existent în lume a traversat şi va traversa intestinele râmelor".

Primul om de ştiinţă care a recunoscut valoarea râmelor a fost naturalistul englez GILBERT WHITE în anul 1775, când a consemnat că "pământul fără viermi devine repede, greu fără fermentaţie şi în consecinţă steril".

În anul 1881, Charles DARWIN, a publicat cel mai complet studiu de până în acel moment, intitulat "Formarea pământului vegetal ca operă a râmelor", în care arată că pământul care se elimină prin anusul râmelor, este un pământ nou de cea mai bună calitate.

În lucrarea "Despre râmele de ploaie şi pământul fertil", DARWIN menţionează că în Scoţia, în cursul unui an, râmele procesează şi scot la suprafaţa solului aproximativ 4 kg de materie pe metru pătrat.

Paternitatea reproducerii râmelor în captivitate a primit-o dr. Thomas BARET, dar folosirea ei concretă s-a produs doar după anul 1950, când râmele au început să fie utilizate în producţia de îngrăşăminte organice şi ca făină de râme pe scară largă.

În creşterea dirijată a râmelor, pornirea a dat-o în anul 1947, Hugh CARTER (vărul fostului preşedinte a SUA), care a încercat să crească intensiv râme într-un

spaţiu închis dintr-o hală părăsită. Stimulat de exemplul acestuia, Ronald CADDY, un fost şofer de camion, rămas infirm după un accident, a început şi el să crească intensiv râme. În decurs de 10 ani, ambii au ajuns milionari în dolari.

În jurul acestor crescători mari, în SUA s-a înfiinţat un lanţ de mini-producători, care pe suprafeţe de 15 – 20 m^2 în jurul casei, reuşeau să câştige 4000 – 6000 dolari pe un ciclu de 3 luni. Rezultatele reuşite au atras oamenii de ştiinţă, care în jurul anilor 1950, la Universitatea de Stat din California au formulat concluzii interesante referitoare la posibilităţile de creştere intensivă a râmelor. Printr-o selecţie riguroasă şi stimularea însuşirilor pozitive s-a obţinut râma "Hibridul roşu de California" (Californian red worm). Acest hibrid foloseşte în nutriţia proprie diverse genuri de deşeuri organice, care au trecut de etapele procesului de fermentare. Prin aplicarea acestei tehnologii, bazată pe procese naturale, se evită poluarea mediului, care este inevitabilă folosind mijloace chimice.

Printre primii în lume care au procedat la cultura râmelor, făcând o bună propagandă folosirii în agricultură, au fost: OLIVER S.G. (1942), BARRET T.J. (1947), RODALE J. (1949) în SUA; PFEIFFER E. (1966, în Olanda) şi HOWARD A. (1944, în Anglia).

Ca urmare a celui de al II-lea război mondial şi a practicilor de chimizare a agriculturii, vermicultura a regresat. Abia după anul 1960, prin implementarea în agricultură a concepţiilor biologice şi a înţelegerii efectelor nefaste ale poluării cu chimicale, interesul practic pentru acest domeniu reînvie.

Un merit ştiinţific deosebit au adus trei publicaţii în domeniu: "The physiology of Earthworms" de LAVERACK M.S. (1963); "Biology of Earthworms" de EDWARDS C.E. şi LOFTY J.A. (1972); "The Earthworm Book" de MINNICH J. (1977).

Pe lângă acestea de o bună recunoaştere s-au bucurat cărţile "Biologia râmelor" de EDWARDS C. şi LOFTY C., în anul 1972, "Ecologia râmelor" de SATCHELL J.E., în anul 1983 şi "Utilizarea râmelor în managementul gunoiului" de EDWARDS C. şi NEUHAUSER R., în anul 1988.

Primele reuniuni ştiinţifice internaţionale consacrate în exclusivitate vermiculturii au fost ţinute în anul 1983 la *Roma*, care a fost intitulată "Simpozion Internaţional despre râme. Perspective agricole şi ecologice", în anul 1984, la *Manila* în Filipine şi a avut ca temă "Reciclarea resturilor organice cu ajutorul râmelor"; la *Cambridge*, în Anglia, a avut loc "Conferinţa internaţională asupra râmelor în gospodărirea mediului şi a resturilor organice"; iar la *Bologna*, în Italia, a avut loc un "Simpozion asupra râmelor".

Demnă de remarcat a fost apariţia mai multor Asociaţii sau Societăţi ştiinţifice destinate utilizării râmelor în activităţi utile societăţii umane. În acest scop, în SUA apare “The Californian Worm Growers Association”, în Filipine activează “Philippine Earthworm Growers Association Inc.”, iar în Franţa a luat fiinţă “Association Francaise Interprofessionalle pour le developement de la Lombriculture”. În anul 1985, s-a înfiinţat “The International Society of Vermiculture” care a avut sediul la Earpenden, Anglia. Scopul acestei societăţi a fost de stimulare a cercetării ştiinţifice în vederea utilizării râmelor în producerea de composturi, de proteină şi de folosire a râmelor în ameliorarea fertilităţii solurilor.

Producţii importante ale vermiculturii s-au realizat în SUA, Canada, Filipine, Italia şi Japonia, dar cercetări complexe privind creşterea speciilor de râme s-au făcut în Germania, Franţa, Anglia şi Ungaria.

Studiile realizate de cercetătorii americani privind procesarea resturilor organice, au condus la producerea humusului şi a hranei proteice. Printr-o selecţie amănunţită s-au creat exemplare cu un înalt nivel de reproducere şi capacitate ridicată de descompunere a deşeurilor organice şi chiar sintetice.

Biotehnologia recuperării deşeurilor la scară familială sau urbană, necunoscută până atunci, a început în SUA, s-a răspândit în Europa şi apoi în întreaga lume. Folosind tehnici moderne de producţie şi râma roşie Californiană s-a obţinut, prin compostare şi vermicompostare, humus de râmă, considerat cel mai valoros îngrăşământ organic cunoscut până în prezent.

În România un merit deosebit în sistematica şi creşterea râmelor a avut profesorul POP VICTOR de la Universitatea din Cluj-Napoca. Domnia sa a fost un strălucit cunoscător al sistematicii oligochetelor, realizând pe baza unor noi criterii legate de structura anatomică a musculaturii şi a dispoziţiei acesteia, cea mai modernă clasificare a râmelor. Această clasificare este şi astăzi acceptată în toată lumea. Ani mulţi a lucrat la o monografie privind *Lumbricidele*, pe care a terminat-o fiul său Victor V. POP, care a fost şi cel mai apropiat colaborator al său.

Cercetările efectuate de POP V. Victor şi colaboratorii în cadrul Centrului de Cercetări Biologice Cluj-Napoca au scos în evidenţă efectul vermicompostului obţinut asupra unor plante producătoare de legume (fasole, ţelină, roşii, ardei, castraveţi şi varză) sau de flori de grădină.

În cadrul Catedrei de Fiziologie animală Cluj-Napoca s-a studiat permeabilitatea tegumentului de *Lumbricus terrestris* cu ajutorul substanţelor radioactive. Cu această ocazie s-a constatat că intrarea de 45 Ca este foarte rapidă doar dacă râma ingeră pământ şi elimină rapid din glanda calciferă Calciu.

Cercetările au mai arătat că reacţiile de respiraţie au loc cu fixarea de bioxid de carbon.

În anul 1977, cercetătorul român JURUBESCU Vasile a studiat un amestec 2:1 compus din gunoi semifermentat de taurine şi tărâţe de grâu. Amestecul a fost distribuit pe o platformă betonată sub formă de fâşii longitudinale de 0,5/10 m. Substratul înşiruit a fost însămânţat cu tocătură de râme şi acoperit cu un strat de paie.

Prin procesul de vermicompostare s-a reuşit să se neutralizeze dejecţiile animaliere şi să le transforme în humus de râmă cu o mare capacitate fertilizantă. Proprietarii de ferme vegetale (de sere, solarii, plantaţii legumicole, viticole, pomicole etc.), vor avea posibilitatea de a-şi produce singuri fertilizanţi lichizi sau solizi, foliari sau radiculari, fungicidele şi insecticidele necesare. În acest fel îşi vor reduce substanţial costurile de producţie şi îşi vor proteja mediul înconjurător.

În doar 72 de ani de când s-au iniţiat primele cercetări, vermicultura a progresat substanţial, identificând şi monitorizând generatorii de reziduuri poluante, precum şi promovând tehnologiile moderne de reintegrare a acestora în circuitul agricol.

1. SISTEMATICA ZOOLOGICĂ A RÂMELOR

Râmele fac parte din: Domeniul *Eukaryota*; Regnul *Animalia*; Subregnul *Eumetazoa*; Subîncrengătura: *Lophotrochozoa* (https://ro.wikipedia.org/wiki/Anelide); Încrengătura *Anelide* (Annelida), a cărui nume provine din latinescul *Annulus* = inel, deoarece corpul lor este alcătuit din inele dispuse unul după altul de-a lungul axului principal al corpului (RADU Gh., RADU Varvara, 1972)

Corpul anelidelor, cu aspect tipic de "vierme", este alungit şi turtit dorso-ventral (la lipitori) sau cilindric (la râme).

Încrengătura *Annelida* cuprinde patru clase:

- clasa *Arhianelide* (*Archiannelida*): sunt organisme mici, care posedă parapode bine dezvoltate şi o constituţie simplă;

- clasa *Polichete* (*Polychaeta*): cuprinde anelide mari, care dispun de parapode bine dezvoltate, numeroşi peri şi organizaţie internă avansată;

- clasa *Oligochete* (*Oligochaeta*): caracterizate prin slaba dezvoltare a capului, absenţa parapodelor, peri rari, hermafrodite; numele de *Oligochaeta* provine din cuvintele greceşti "oligos" = puţin şi "chaiti" = păr;

- clasa *Hirudinee* (*Hirudinea*): posedă un cap slab dezvoltat, ventuze de fixare, nu au parapode şi nici peri, sunt hermafrodite.

Cele 2500 specii de *Oligochete* trăiesc în număr mare în ape dulci (*limicole*) şi în pământ (*tericole*), fiind rare în apele marine. În apă râmele s-au adaptat la fundul dinspre ţărm, unde trăiesc în mâl. Câteva râme se târăsc pe plantele acvatice sau cele din genul *Nais*, înoată.

O clasificare acceptată a mulţi specialişti (tabelul 1.1.) împarte subclasa ***Oligocheta,*** pe baza structurii morfofiziologice a aparatului genital, în trei ordine:

- ordinul ***Plesiopore*** (*Plesiopora*): porii masculi sunt aşezaţi pe segmentul următor segmentului testicular; spermatiile sunt poziţionate în regiunea segmentelor genitale sau absente; cuprinde specii care trăiesc în apă dulce sau marină, în pământ sau amfibii; denumirea de *Plesiopore* provine din cuvintele greceşti "*plesios*" = alături şi din "*porus*" = orificiu; cele mai cunoscute specii fac parte din genul: *Aeolosoma, Chaetogaster, Tubifex, Nais, Stylaria, Dero, Enchytraeus*;

- ordinul ***Prosopore*** (*Prosopora*): porii genitali masculi se găsesc pe acelaşi segment cu testiculele sau în segmentul ultimei perechi. Numele de *Prosopore* provine din grecescul "*prosos*" = înainte; Cele mai cunoscute specii aparţin genurilor: *Lumbriculus, Agriodrilus, Branchiobedella*;

- ordinul ***Opistopore*** (*Opisthopora*): porii genitali masculi sunt dispuşi mult înapoia segmentelor testiculare, denumirea de *Opistopore* are ca bază cuvântul grecesc "*opisten*" = în urmă; cele mai cunoscute specii aparţin genurilor: *Eisenia, Allolobophora, Lumbricus, Megascolides, Pheretima, Dendrobaena, Octolasium, Perionyx* şi *Eudrilus.*

Tabelul 1.1.

Clasificarea sistematică a speciilor de râme, aparţinătoare Regnului ANIMALIA, Subregnul BILATERIA, Infraregnul PROTOSTOMIA, Supraîncrengătura LOPHOZOA, Încrengătura ANNELIDA, Clasa CLITELLATA, Subclasa OLIGOCHAETA

SUPRAORDINUL	ORDINUL	SUBORDINUL	SUPRAFAMILIA	FAMILIA	GENUL	SPECIA
Metagynophora	Haplotoxida			Lumbricidae	Allolobophora	Allolobophora rosea
	Haplotoxida			Lumbricidae	Allolobophora	Allolobophora caliginosa
	Crassiclitellata	Lumbricina		Lumbricidae	Allolobophora	Allolobophora chlorotica
	Opisthopora	Crassiclitellata	Lumbricoidea	Lumbricidae	Allolobophora	Allolobophora oculata
	Crassiclitellata			Lumbricidae	Allolobophora	Allolobophora minuscula
	Haplotoxida			Lumbricidae	Dendrobaena	Dendrobaena rubidus
	Haplotoxida			Lumbricidae	Dendrobaena	Dendrobaena octaedra
	Crassiclitellata	Lumbricina		Lumbricidae	Dendrobaena	Dendrobaen attemsi
Metagynophora	Opisthopora	Crassiclitellata	Lumbricoidea	Lumbricidae	Dendrobaena	Dendrobaena pygmaea

	Crassiclitellata			Lumbricidae	Dendrobaena	Dendrobaena platyura
	Opisthopora	Crassiclitellata	Lumbricoidea	Lumbricidae	Eisenia	Eisenia foetida
	Haplotoxida			Lumbricidae	Eisenia	Eisenia hortensis
	Opisthopora			Lumbricidae	Eisenia	Eisenia tetraeda
	Haplotoxida			Lumbricidae	Lumbricus	Lumbricus terrestris
	Haplotoxida			Lumbricidae	Lumbricus	Lumbricus rubellus
	Haplotoxida			Lumbricidae	Lumbricus	Lumbricus festivus
	Haplotoxida			Lumbricidae	Lumbricus	Lumbricus castaneus
	Crassiclitellata	Lumbricina		Lumbricidae	Octolasium	Octolasium lacteum
	Crassiclitellata			Lumbricidae	Octolasium	Octolasium cyaneum
Metagynophora	Haplotaxida	Crassiclitellata	Megascolecoidea	Megascolecidae	Perionyx	Perionyx excavatus
	Crassiclitellata	Lumbricina	Eudriloidea	Eudrilidae	Eudrilus	Eudrilus eugenie

1.1. MORFOFIZIOLOGIA ANELIDELOR ŞI A OPISTOPORELOR

1.1.1. CARACTERELE MORFOFIZIOLOGICE GENERALE ALE ÎNCRENGĂTURII *ANELIDA*

Anelidele (din latinescul “annulus” = inel) sunt viermi cu corpul alcătuit din inele dispuse unul după altul în lungul axului lor principal al corpului. La anelide inelele sunt separate atât la suprafaţă cât şi în interiorul corpului, prin intermediul unor pereţi transversali, numiţi *diafragme* (disepimente) (fig. 1.1.). Aceşti pereţi transversali împart corpul animalului în părţi succesive, numite segmente sau metamere (de la grecescul *meta* = după; *meros* = parte). Succesiunea metamerelor se recunoaşte printr-o serie de organe care se repetă de la un metamer la altul. La nivelul fiecărui metamer se află o pereche de orificii excretoare, o pereche de ganglioni nervoşi, ramuri vasculare, glande genitale şi o cavitate generală, separată prin diafragme de segmentele vecine (fig. 1.2.). În acest mod se formează o cavitate celomică secundară, căptuşită cu un epiteliu peritoneal, numit *celotel* (mezotel). Din aceste considerente, anelidele posedă o ***metamerie celomică*** sau “metamerie adevărată” (Radu Gh., Radu Varvara, 1972).

Corpul anelidelor, cu aspect de “vierme”, este alungit, turtit dorso-ventral (la lipitoare) sau cilindric (la râmă) şi alcătuit din trei regiuni: ***cefalică*** (anterioară), *a trunchiului* (intermediară) şi ***anală*** (posterioară; numită *pigidiu*) (fig. 1.3.).

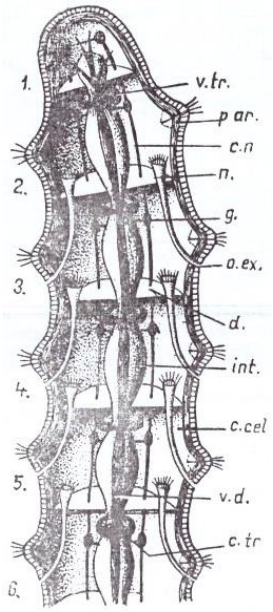


Fig. 1.1. Secţiune orizontală prin anelid

c.cel. – cavitate celomică; *c.n.* – conectiv nervos; *c.tr.* – comisură transversală; *d.* – disepiment (diafragm); *g.* – ganglion nervos; *int.* – intestin; *n.* - nefride; *o.ex.* – orificiu excretor; *par.* – parapod; *v.d.* – vas dorsal; *v.tr*. – vas transversal; *1–6* – primele şase segmente.
(după RADU Gh., RADU Varvara, 1972)

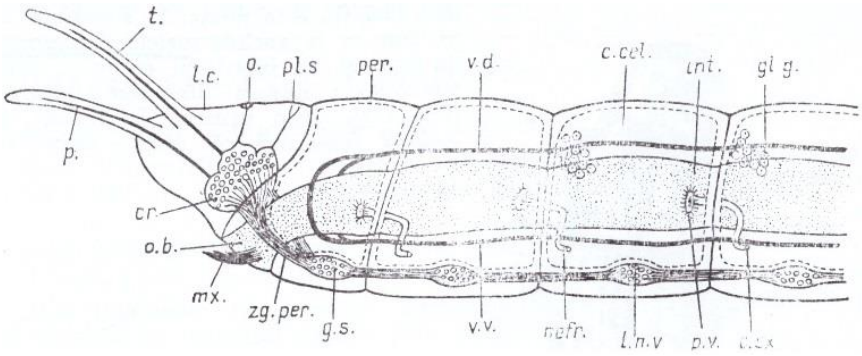


Fig. 1.2. Structura segmentelor unui anelid. Vedere laterală

c.cel. – cavitate celomică; cr. – creier (ganglion cerebroid); *gl.g.* - glandă genitală; *g.s.* - ganglion subesofagian; *int.* – intestin; *l.c.* – lob cefalic (prostumiu); *l.n.v.* – lanţ nervos ventral; *mx.* – maxilă; *nefr.* – nefridie; *o.* – ochi; *o.b.* – orificiu bucal; *o.ex.* – orificiu excretor; *p.* – palp; *per.* – peristomiu; *pls.* – placă sincipitală; *p.v.* – pavilion vibraţii; *t.* – tentacul; *v.d.* – vas dorsal; *v.v.* – vas ventral; *zg.per.* – zgardă periesofagiană
(după RADU Gh., RADU Varvara, 1972)

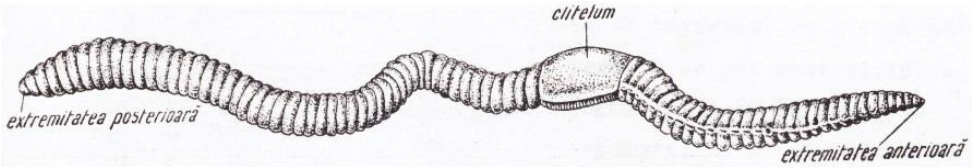


Fig. 1.3. Morfologia externă la *Lumbricus terrestris*.
Vedere dorsală a corpului
(după MATIC şi DĂRĂBANŢU, 1965)

Regiunea cefalică este formată din cap şi din orificiul bucal. Capul este alcătuit din două segmente (părţi): cefalic şi bucal. *Segmentul cefalic* (lobul cefalic) este poziţionat la extremitatea anterioară a corpului, înaintea segmentului pe care se găseşte gura, din care motive este denumit şi *prostomium* (prostomiu) (de la grecescul *pro* = înainte, *stoma* = gură). Acesta poartă principalele organe de simţ, în el se dezvoltă creierul. *Segmentul bucal,* numit şi *metastomium* (metastomiu), posedă pe partea ventrală gura. Denumirea de metastomium provine din cuvintele greceşti: *meta* = după şi *stoma* = gură. Uneori, la metastomium se adaugă unul sau mai multe segmente ale trunchiului, formând un segment puternic, numit *peristomium* (peristomiu), care reprezintă un proces de ***cefalizaţie*** ce dirijează funcţiile majore (deplasare, hrănire, apărare de duşmani etc.).

Trunchiul sau *soma (soma* =corp), cuprinde toate segmentele corpului (pot ajunge până la 800), care diferă în funcţie de specie sau vârstă. Ca urmare a faptului că segmentele trunchiului au aceeaşi structură internă şi externă, metameria este de tip *homonom* (din grecesul *homos* = egal, *nomos* = segment, de la *nemein* = a tăia, a segmenta). La speciile cu viaţă sedentară homonomia este alterată, astfel că metameria devine ***heteronomă*** (de la grecesul *heteros* = neegal, diferit), astfel că trunchiul are mai multe regiuni.

Pigidiul, este o formaţiune redusă la extremitatea posterioară a corpului. Pe pigidiu se deschide orificiul anal. Are caracteristica de a da naştere la segmente noi în toată perioada de creştere a individului. Celulele ţesuturilor, păstrează un caracter embrionar şi se înmulţesc permanent, alcătuind *o zonă generatoare*. Pigidiul, numit şi *telson, periproct* sau *segment anal*, nu este segmentat şi este lipsit de parapodii, nefridii sau organe genitale.

Lobul cefalic şi pigidiul nu posedă celom.

Cele mai importante caractere ale anelidelor sunt următoarele:

- *aparatul circulator*: este alcătuit dintr-un vas dorsal, un vas ventral şi vase metamerice;

- *aparatul respirator* este compus din branhii; prezintă pigmenţi respiratori, precum *clorocruorima* şi mai rar *hemoglobina*;

- *aparatul excretor* a evoluat până la stadiul de *metamefridii*, care sunt organe tubulare, deschise la ambele capete, atât spre exterior, prin pori excretori, cât şi spre cavitatea generală a corpului, prin pavilioane vibratile; prin faptul că metanefridiile se repetă în fiecare segment, acestea sunt denumite şi *organe segmentare*;

- *sistemul nervos* este de *tip catenar*. La nivelul fiecărui segment posedă doi ganglioni dispuşi simetrici pe partea ventrală şi legaţi între ei printr-o *comisură*. Ganglionii din toate metamerele sunt legaţi între ei prin două filete nervoase orientate longitudinal, numite *conective*, a căror înlănţuire poartă numele de ***catenă ventrală*** sau de ***lanţ ventral***. În momentul în care ganglionii simetrici sunt îndepărtaţi unul de altul, iar comisurile au aspectul barelor unei scări, formează sistemul nervos de *tip scalariform* (din grecescul *scala* =scară). În regiunea anterioară a corpului, lanţul ventral de ganglioni cerebroizi cuprind tubul digestiv (faringele sau esofagul) şi formează un inel sau zgardă perifaringiană sau inel sau zgardă periesofagiană.

- ***larva trocoforă*** este adaptată unei vieţi pelagice;

- fibrele musculare au structură netedă;

- între cele 7000 de specii de anelide există specii cu lungimi care oscilează între 0,2 mm şi 3 m lungime;

- culorile corpului sunt variate, trecând de la transparenţă sticloasă (formele pelagice), prin culori translucide, lăptoase, albastre sau verde, roşie şi cu aspect de irizaţii metalice;

- segmentele prezintă prelungiri laterale, numite *parapode*, precum şi peri cuticulari dispuşi (fig. 1.4.) în tufe sau izolaţi pe segmentele corpului;

- unele grupe de anelide (lipitori) posedă ventuze de fixare.

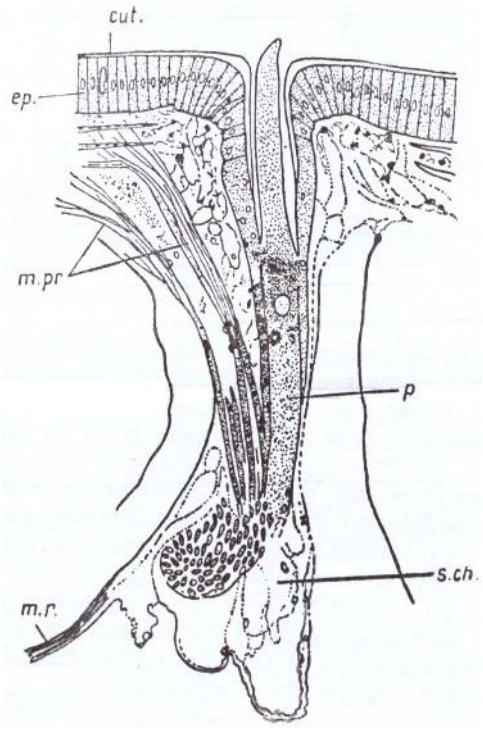


Fig. 1.4. Secţiune transversală prin regiunea anatomică a unui păr *la Lumbricus terrestris,*

cut. – cuticulă; *ep.* – epidermă; *m.pr.* – muşchi protractor al părului; *m.r.* – muşchi retractor al părului; *p.* – păr; *s.ch.* – sac chetiger sau foliculul părului (după RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972)

1.1.2. SUBCLASA OLIGOCHETE (*OLIGOCHAETA*)

1.1.2.1. Caractere generale ale subclasei *Oligochaeta*

Oligochetele (de la grecescul *oligos* = puţin; *chaiti* = păr) sunt anelide cu metamerie externă şi internă evidentă. Organismele acestei clase nu au parapode (excepţie făcând familia *Branchiobdella*), posedă un număr foarte redus de peri (cheţi) înfipţi direct în tegument. Corpul lor este lung, în general cilindric sau cu muşchi, alcătuit dintr-un protostomiu puţin dezvoltat, o soma (trunchi) cu metamerie

homonomă şi un pigidiu simplu. Corpul atinge o lungime care variază între 0,5 mm şi 2,10 m, iar numărul segmentelor se situează între 9 şi 600. Celomul, spaţios, este separat prin diafragme complete şi conţin un lichid bogat în celule, numite celomocite (www.animalia.go.ro/Annelida/Oligocheta).

Oligochetele sunt hermafrodite, ce au gonadele dispuse în segmentele anterioare, iar testiculele sunt plasate înaintea ovarelor. Elementele genitale se maturează în dilatări speciale ale pereţilor despărţitori, unde se află două perechi de saci seminali (ovisaci). La maturitate sexuală apare şi *clitelul* care secretă *coconul*, în care are loc depunerea ouălor şi dezvoltarea embrionară. Pe părţile laterale ale clitelumului se află două ridicături, numite *crestele pubertăţii*. Fecundaţia este prin acuplare reciprocă. Nu prezintă larvă liberă. Uneori prezintă fenomenul de poliploidie, care determină în mod obligatoriu o stare de partenogeneză. La unele forme de apă dulce se întâlneşte fenomenul de înmulţire asexuată (RADU GH. şi RADU Varvara, 1972).

Prezintă un sistem nervos de tip scalariform. Organele de simţ sunt slab dezvoltate. Sistemul circulator este închis. La majoritatea sângele este roşu, conţinând eritrocruorina dizolvată în plasmă. Tubul digestiv este drept şi simplu. Sistemul excretor este format la nivelul fiecărui segment (exceptând regiunea cefalică) dintr-o pereche de nefridii.

Corpul oligochetelor este, în majoritatea cazurilor, colorat (tabelul 1.2.) ca urmare a pigmenţilor din tegument, culorii sângelui, ţesutului cloragogen sau conţinutului tubului digestiv. Speciile acvatice sunt transparente şi puţin colorate sau opace şi albicioase. Multe dintre speciile de oligochete sunt acvatice sau tericole (pe soluri umede sau în profunzimea lor), iar speciile marine sunt relativ puţine. Speciile acvatice sunt bentale, dezvoltându-se pe un substrat fital. Puţine specii înoată în masa apei.

Multe dintre oligochete au un regim de hrană de tip *detritivor.* Unele specii tericole se hrănesc cu frunze putrezite. În cadrul speciilor acvatice se întâlnesc specii răpitoare (*Chaetogaster, Agriodrilus vermivorus*), specii microfage şi specii parazite (*Cirrodrilus*) a unor crustacee acvatice.

Subclasa *Oligochete* cuprinde circa 2500 de specii, a căror dimensiuni variază de la 0,5 – 0,8 mm lungime (*Chaetogaster parvus*) şi ajung la 3 m (*Megascolides australis*) (MATIC şi colab., 1983).

Tabelul 1.2.

Caractere morfofiziologice şi ecologice ale speciilor de râme din

familia *Lumbricidae* (www.animalia.go.ro/)

Denumirea ştiinţifică	Denumirea populară	Culoarea corpului	Lungimea corpului (cm)	Numărul de segmente	Răspândire
ALLOLOBOPHORA TERRESTRIS LONGA		brun-cenuşie	12 - 16	160 - 200	preferă solurile de cultură sau de grădină
ALLOLOBOPHORA ROSEA		de culoarea cărni	3 - 8	120 - 150	răspândită în zone cu umiditate mare
ALLOLOBOPHORA CALIGINOSA	râmă de grădină	cenuşie	6 - 17	100 - 200	în Europa centrală, preferă solurile de cultură sau de grădină ce conţin mult humus
ALLOLOBOPHORA LIMNICOLA		cenuşie	6 - 9	100 - 130	preferă solurile lutoase umede
ALLOLOBOPHORA OCULATA		roşie-deschis	4 - 8	90 - 150	preferă solurile lutoase umede
ALLOLOBOPHORA ANTIPAE		cenuşie	5 - 9	100 - 130	preferă solurile lutoase umede
ALLOLOBOPHORA CUPULIFERA		cenuşie	2 - 6	80 - 120	răspândit în pajişti umede
ALLOLOBOPHORA MINUSCULA		cenuşie	2 – 2,5	80 - 100	trăieşte în păduri de foioase umede
ALLOLOBOPHORA ICTERICA		cenuşiu-gălbuie	5 - 14	140 - 190	preferă solurile lutoase umede
ALLOLOBOPHORA CHLOROTICA		cenuşie	4 - 7	100 - 150	trăieşte în soluri calcaroase
DENDROBAENA RUBINA	vierme de copaci	palid-roşie	5 - 6	50 - 100	trăieşte în păduri de

					foioase şi în compost; se foloseşte ca momeală de pescuit
DENDROBAENA OCTAEDRA		arămie	2 - 4	80 - 100	trăieşte în soluri acide
DENDROBAENA ATTEMSI		roşcată	2 - 5	100 - 150	trăieşte, mai ales, în sere şi grădini
DENDROBAENA PYGMAEA		roşie dorsal şi albă ventral	1,5 – 2,5 (cea mai mică specie endemică)	90 - 100	răspândită în frunzar şi în pernele de muşchi din pădurile de foioase
DENDROBAENA PLATYURA		fumurie	9 - 17	120 - 160	răspândită în pădurile de luncă
EISENIA FOETIDA	râma vărgată de bălegar sau viermele de gunoi de grajd	pe fiecare segment, are o bandă transversală purpurie sau brună	3 – 13	80 - 110	- trăieşte în vegetaţie putrezită, compost şi în gunoi de grajd; - specie epigee, rareori găsită în sol
EISENIELLA TETRAEDA		măslinie-brună	2 - 6	100 - 130	trăieşte în mâlurile apelor
LUMBRICUS TERESTRIS	râma de grădină sau râma comună sau râma neagră	brun-violetă pământie, cu partea dorsală mai întunecată	9 - 30	110 - 180	trăieşte în pământ umed şi gros, în care sapă galerii adânci de 1 – 2 m

LUMBRICUS FESTIVUS		purpuriu	5 - 11	100 - 120	răspândită în păduri de foioase şi în pajişti
LUMBRICUS RUBELLUS	râma de litieră, râma roşie californiană; râma roşie de bălegar	purpuriu sau roşu-maronie, partea ventrală de culoare mai deschisă	7 - 12	95 - 150	agent important de degradare din pădurile de foioase
LUMBRICUS CASTANEUS		purpuriu-violet, maro sau galben ventral, are un clitellum portocaliu	3 - 7	82 - 100	trăieşte în păduri de foioase, unde degradează litiera
MEGASCOLIDES ENORMIS			300 cm 750 g		trăieşte în Australia, fiind cea mai mare râmă
OCTOLASIUM LACTEUM	râma albă	brun-gălbui	3 - 16		preferă solurile argiloase fertile
OCTOLASIUM CYANEUM		albăstruie	5 - 16	100 - 150	trăieşte în solurile calcaroase
PHERETIMA PRAEPINGUIS	"Dragon care poate trece prin pământ"				trăieşte în regiunile tropicale, duce o viaţă arboricolă, are o conformaţie turtită care-i

					măreşte suprafaţa de târâre
EUDRILUS EUGENIAE	târâtor de noapte African, roşu african, gigant roşu	verde-purpuriu uniform şi cu segmentele posterioare punctate, la căldură devine albastru sau violet	9 – 18,5 cm 5 – 6 g	161 - 211	nativă din regiunile tropicale din Africa de vest, este cel mai folosit pentru pescuit sportiv
PERIONYX EXCAVATUS	albastru indian, vierme de coajă	albastru irizat	4 – 8 cm 0,2 – 0,5 g	94 - 139	- trăieşte pe o suprafaţă mare în Asia tropicală; - este o specie epigeică

Ciclul de viaţă al râmelor, după opinia lui Maria Magdalena VAZQUEZ GONZALEZ (1999), cuprinde perioade tranzitorii între diverse etape şi faze, dificil de diferenţiat. Autoarea împarte ciclul de viaţă în două stadii:

- stadiul embrionar;
- stadiul postembrionar:
    - faza postnatală;
    - faza juvenilă (tineret);
    - faza clitelată: în creştere şi în platou;
    - faza senescentă.

Stadiul embrionar are loc în interiorul coconului, pe care adulţii îl depun în masa solului sau în stratul superficial al aşternutului sau puţin mai jos în cazul în care condiţiile de mediu nu sunt cele mai bune. Coconii au o culoare galbenă ca lămâia la unele specii, iar la altele sunt maro sau albi (fig. 1.5.). În general pe măsură ce îmbătrânesc se închid la culoare. Forma lor este de asemenea de lămâie.



Fig. 1.5. Coconii în care are loc dezvoltarea embrionară a râmelor
(https://labombrizrgia.com/tag/vermicultura)

Coconii conţin un număr variabil de embrioni (pot fi între 1 – 7 embrioni la specia *Eudrilus eugeniae*). Fertilitatea, dependentă de specie şi de condiţiile de mediu, este în medie de 3 – 4 râme tinere. Viabilitatea râmelor eclozate depinde de factorii externi de mediu şi de perioada de incubaţie. Incubaţia coconilor (mugurilor) poate dura între 11 – 27 de zile, deşi majoritatea râmelor tinere au apărut până în ziua a 16-a (la *Eudrilus eugeniae*).

Stadiul post-embrionar acoperă cealaltă parte a ciclului de viaţă la râme, mai exact spus de la ecloziune (naştere) până la moarte.

Faza postnatală: începe odată cu emersiunea râmei. Ca urmare a deficitului de pigmenţi din tegument prin transparenţă se observă tractusul digestiv şi sistemul circulator. Faza are o durată de 10 zile, deşi faza nu poate fi delimitată ca precizie.

Faza tineret (juvenilă): se extinde între faza postnatală şi apariţia clitelumului. Se caracterizează prin dinamismul indivizilor şi o creştere mare a lungimii şi a greutăţii corporale. Durata acestei faze depinde de specie şi de condiţiile de mediu. De obicei, faza postnatală este inclusă în faza de tineret.

Faza clitelată: începe cu apariţia clitelumului şi se sfârşeşte odată cu ecloziunea ouălor şi producerea de râme tinere. În această fază se disting două perioade:

- una în care râmele îşi continuă creşterea (80 – 90 zile la *Eudrilus eugeniae*);

- alta de platou (lung de 210 zile), când râmele îşi stabilizează sau pierd din greutate şi din lungime. Se pot observa deteriorări a clitelumului.

Faza postclitică: constă în scăderea în greutate sau în lungime şi are loc dispariţia cliteliumului.

Faza senescentă se caracterizează prin pierderea strălucirii cliteliumului, care devine întunecat la culoare.

În cadrul cercetărilor efectuate Maria Magdalena VAZQUEZ GONZALES (1999) a stabilit la 3 specii de râme (tabelul 1.3.) stadiile în care este divizat ciclul de viaţă a acestora.

Tabelul 1.3.

Ciclul de viaţă al unor specii comerciale de râme

(după Maria Magdalena VAZQUEZ GONZALEZ, 1999)

Specificare	UM	*Eudrilus eugeniae*	*Perionyx excavatus*	*Eisenia andrei*
Durata, stadiu embrionar	zile	11-16-19	21 – 26	18 - 19
Fertilitate	Tineret/râmă	2 – 3	2,5 – 3,5	1
Viabilitate	%	84	78	63
Postnatal (E.E.) şi juvenil (P.E. şi E.A.)	zile	60 – 80	45 – 60	56 – 60
Stadiu de adult	zile	290	> 365	
Ovipoziţie (maximă)		1,6	0,7	1,1

Cel mai scurt stadiu embrionat (11- 19 zile) a fost depistat la specia *Eudrilus eugeniae* şi cel mai lung la specia *Perionyx excavatus* (21 – 26 zile). Fertilitatea râmelor, exprimată prin numărul de râme ieşite dintr-un cocon este cel mai mic (de 1 tineret/râmă) la specia *Eisenia andrei*. La această specie se consemnează şi cea mai mică (63 %) viabilitate a tineretului.

Una din cele mai cunoscute râme la nivel mondial este *Lumbricus terrestris*, care este considerată a fi un tip reprezentativ în prezentarea caracterelor clasei *Oligocheta*.

1.1.2.2. Caracterele morfofiziologice ale principalelor specii de râme

1.1.2.2.1. *Lumbricus terrestris* (Linnaeus, 1958)

Denumirea populară: râma comună sau râma de grădină.

Răspândire: reprezentanţii familiei *Lumbricidae* trăiesc pe întreg globul pământesc, cu excepţia Antarcticii. În România trăiesc aproximativ 97 de membri ai acestei familii. Este întâlnită prin grădini şi pe câmp, în toate anotimpurile, exceptând iarna. Este o specie anecică.

Morfologia externă: râma comună are corpul aproape cilindric, uşor turtit dorso-ventral, mai ales în partea posterioară. În funcţie de vârstă, lungimea corpului poate ajunge la 30 cm. Segmentele, delimitate la exterior prin şanţuri circulare, pot ajunge până la 190. La toate oligochetele segmentaţia este homonomă.

Între segmentele 32 – 37 a treimii anterioare, râma adultă prezintă o îngroşare, numită *clitellum* (= samar) şi cu aspect de samar, se distinge prin culoarea şi dimensiunile ei (fig. 1.6.). Înainte de clitellum, corpul râmei posedă un număr constant de segmente, pentru ca posterior cliteliumului, segmentele să difere numeric în funcţie de vârstă. Extremităţile corpului râmelor sunt ascuţite, fapt ce face dificil de distins partea cefalică de cea codală, mai ales că au capul slab dezvoltat (RADU Gh. şi RADU Varvara, 1983).

Corpul râmelor este alcătuit dintr-un *prostomiu* lipsit de apendice perechi, *soma* metamerizată şi *pigidiul* scurt (fig. 1.7.), care poartă anusul (MATIC şi colab., 1983).

Prostomiul sau *lobul cefalic* este redus, lipsit de ochi şi de prelungiri tentaculare sau palpiforme. *Peristomiul*, fuzionat în parte la prostomiu, are în partea anterioară deschiderea orificiului bucal.

Fiecare segment al trunchiului (somă), nu posedă parapode, dar au câte 8 peri dispuşi în 4 perechi (2 latero-dorsale şi 2 latero-ventrale). Perii aceştia sunt simpli, mici, subţiri, dispuşi fiecare într-un sac chetiger şi îndreptaţi cu vârful înapoi. Perii servesc ca puncte de sprijin în înaintarea prin galeriile realizate în pământ. Prin intermediul muşchilor proprii perii pot fi mişcaţi în direcţii diferite (RADU Gh. şi RADU Varvara, 1983).

Pe părţile latero-ventrale ale segmentelor trunchiului (exceptând primele 3 – 4 segmente şi ultimul segment) se află un por excretor, dispus mai lateral şi mai înainte de părul extern al perechilor de peri latero-ventrali.

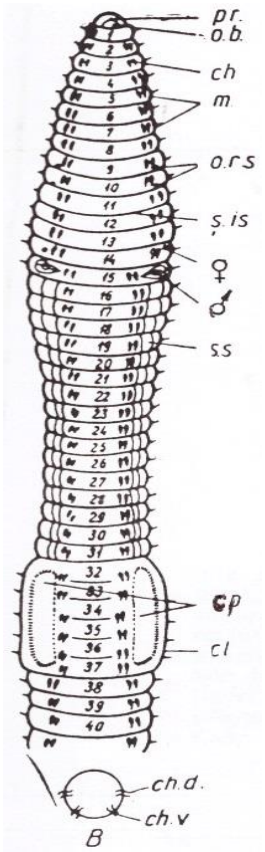


Fig. 1.6. *Lumbricus terrestris*.
A – Extremitatea interioară a corpului. Vedere ventrală;
B – Dispunerea pe segmenţi a cheţilor

ch. – cheţi; *ch.d.* – cheţi dorsali; *ch.v.* – cheţi ventrali; *c.p.* – crestele pubertăţii; *cl.* – clitelum; *o.b.* – orificiu bucal; *o.r.s.* – orificiile receptaculelor seminale;
m. – metamere; *pr*. – prostomiu; *ş.is*. – şanţuri intersegmentare; *ş.s.* – şanţ seminal; ♀ - orificiu genital femel; ♂ - orificiu genital mascul
(după MATIC şi colab., 1983)



Fig. 1.7. *Lumbricus terrestris*
(https://en.wikipedia.org/wiki/Lumbricus_terrestris)

Pe faţa ventrală, între segmentele 9 şi 15, se găsesc două perechi de orificii ale *receptaculelor seminale*, care sunt urmate de orificii genitale femele şi apoi de cele mascule.

Prin intermediul unui *por dorsal* dispus pe partea medio-dorsală a fiecărui segment de după al doilea segment corporal, cavitatea generală comunică cu exteriorul. Astfel, prin excitarea pielii de către diferiţi agenţi (uscăciune, alcool, acid acetic etc.) are loc o contracţie puternică, care determină să elimine apa prin porii dorsali din lichidul celomic. Acest lichid pe lângă faptul că udă şi spală tegumentul, posedă şi o acţiune bactericidă.

Culoarea corpului este provocată de pigmenţii din tegument, de sânge, de ţesutul cloragogen sau de conţinutul tubului digestiv.

Organizaţia internă: Tegumentul (fig. 1.8.), este acoperit de o membrană cuticulară, care prezintă un epiteliu ce abundă în glande unicelulare mucoase şi în corpusculi senzoriali. Ca o adaptare la respiraţia tegumentară epiteliul este extrem de vascularizat. Cilii de pe tegument lipsesc.

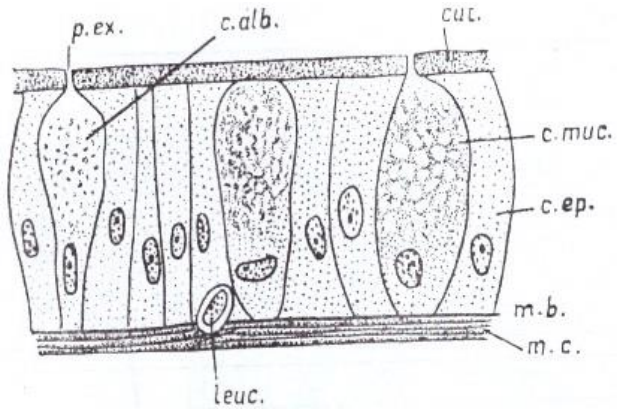


Fig. 1.8. *Lumbricus terrestris*. Secţiune transversală prin tegument

c.alb. – celule glandulare albuminoase, *c.ep.* – celule epiteliale; *c.muc.* – celule glandulare mucoase; *cut*. – cuticulă; *leuc.* – leucocit; *m.b.* – membrana bazală; *m.c.* – muşchi circulari; *p.ex.* – peri excretori ai glandelor unicelulare.
(după RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972)

Musculatura peretelui corpului, de tip neted, este completată cu muşchi circulari, externi şi longitudinali, interni.

Cavităţile celomice (fig. 11.9.) conţin un lichid incolor, în care se află leucocite.

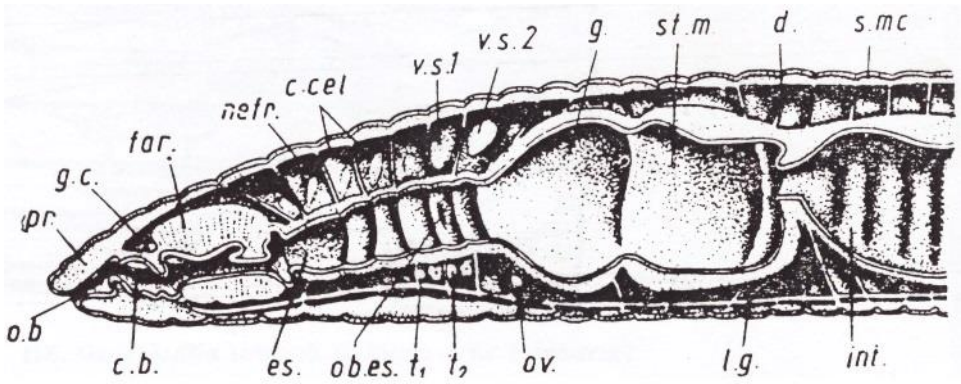


Fig. 1.9. *Lumbricus terrestris*. Secţiune sagitală prin regiunea anterioară

c.b. – cavitate bucală; *c.cel.* – cavităţi celomice; *d.* – disepimente; *es.* – esofag; *far*. – faringe; *g*. – guşă; *g.c.* – ganglion cerebroid; *int.* – intestin; *l.g.* – lanţ ganglionar ventral; *nefr.* – nefridii; *o.b.* – orificiu bucal; *o.b.es*. – orificiul buzunarelor esofagiene;

ov. – ovar; *pr.* – prostomiu (lob cefalic); *s.mc.* – sac musculocutaneu; *st.m*. – stomac musculos; t_1-t_2 – testicule; v.s_1-v.s_2 – vezicule seminale (după MATIC şi colab., 1983)

Segmentele sunt separate prin diafragme sau disepimente (fig. 1.10.).

Sistemul nervos este puţin dezvoltat, deoarece lipsesc organele de simţ cefalice. La râmă, ganglionii cerebroizi (fig. 1.11.) s-au deplasat mult posterior, astfel că ei se găsesc în segmentul al 3-lea. Ganglionii cerebroizi dorsali sunt legaţi prin inelul periesofagian ventral metamerizat. Ganglionul subesofagian este cel care ţine sub control activitatea motorie şi reflexele. În lanţul nervos se găsesc fibre nervoase gigante (neurocorde) (MATIC şi colab., 1983).

Sistemul nervos stomatogastric este format din nervi care pleacă din zgarda periesofagiană şi se resfiră în musculatura pereţilor gurii, a faringelui şi a intestinului anterior, unde formează mici ganglioni stomatogastrici (RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972).

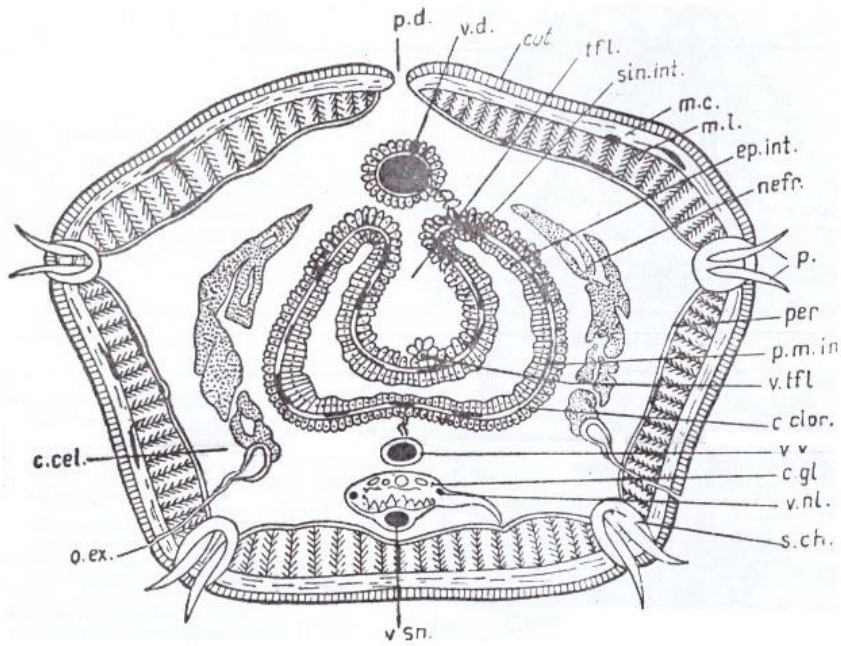


Fig. 1.10. *Lumbricus terrestris*. Secţiune transversală printr-un segment al corpului: *c.cel.* – cavitate celomică; *c.clor.* – pătură de celule cloragogene (splanchnopleura); *c.gl.* – catenă ganglionară; *cut.* – cuticulă; *ep.* – epidermă; *ep.int.* – epiteliu intestinal; *m.c.* – muşchi circulari ai sacului musculo-cutaneu; *m.l.* – muşchi longitudinali ai sacului musculo-cutaneu; *nefr.* – nefride; *o.ex.* – orificiu excretor; *p*. – peri; *p.d.* – por dorsal; *per.* – peristomiu (somatopleura); *p.m.int.* – pătura musculară a intestinului; *s.ch.* – sac chetiger; *sin.int.* – sinus sanguin intestinal; *tfl.* – tiflosolis; *v.d.* – vas sanguin dorsal; *v.nl.* – vas sanguin neuro-lateral; *v.s.n*. – vas sanguin neural; *v.tfl.* – vas sanguin al tiflosolisului; *v.v*. – vas sanguin ventral. (după RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972)

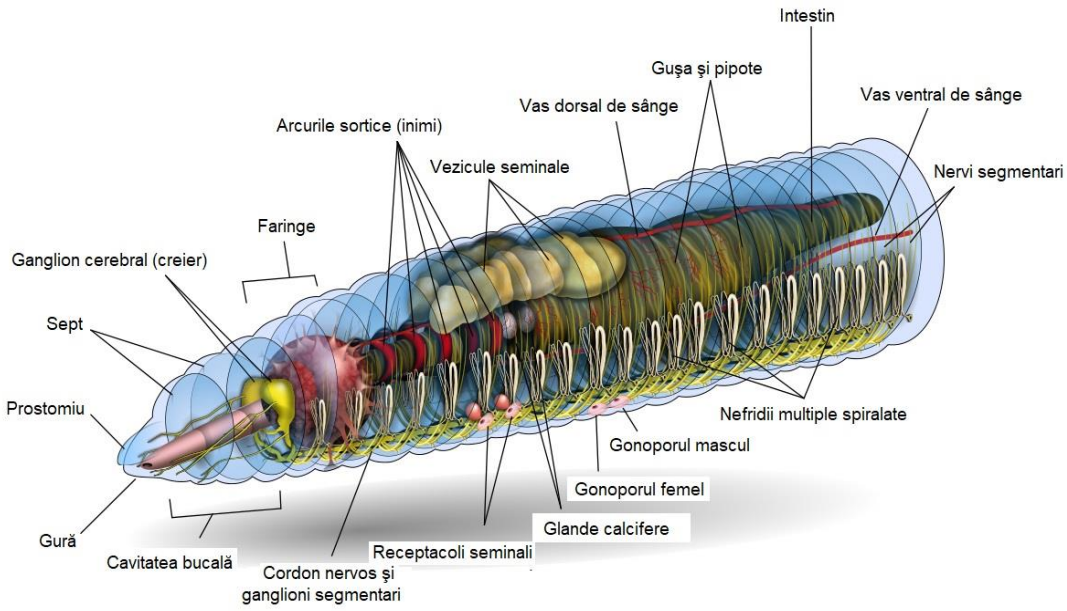


Fig. 1.11. *Lumbricus terrestris*. Capul râmei
(https://en.wikipedia.org/wiki/Lumbricus_terrestris)

Organele de simţ sunt, datorită mediului de viaţă, slab dezvoltate. Cu toate că nu au ochi, râmele percep lumina cu ajutorul unor celule senzitive, împrăştiate între celulele epidermei (fig. 1.12.). Aceste celule, posedă la interior un corpuscul, numit *faosom* (din grecescul *faos* = lumină şi *soma* = corp), sensibil la lumină. Sensibilitatea la lumină (sensibilitate dermatoptică) a râmelor este prezentă doar în regiunea anterioară a corpului şi slab în cea posterioară.

Între celulele epidermice rareori au fost depistate *statociste*, constituite dintr-o singură celulă.

Râmele sunt sensibile la acţiunea unor agenţi mecanici şi chimici.

Între celulele epidermice se găsesc celule senzitive cu peri osoşi şi muguri senzitivi (alcătuiţi prin gruparea de celule senzitive) (fig. 1.13.).

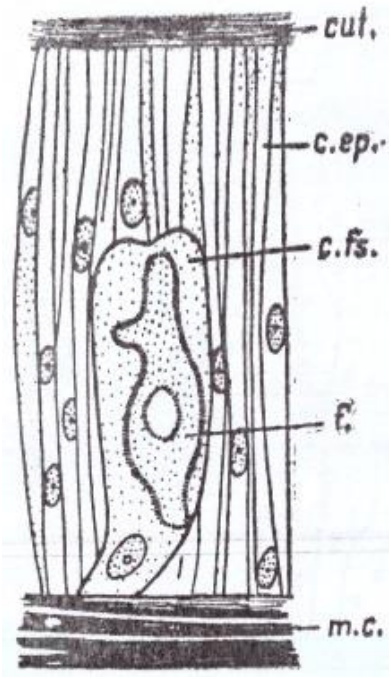


Fig. 1.12. *Lumbricus terrestris*. Secţiune transversală prin epidermă
cut. – cuticulă; *c.ep.* – celule epidermice; *c.fs.* – celule fotosensibile; *f.* – faosom; *m.c.* – muşchi circulari
(după RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972)

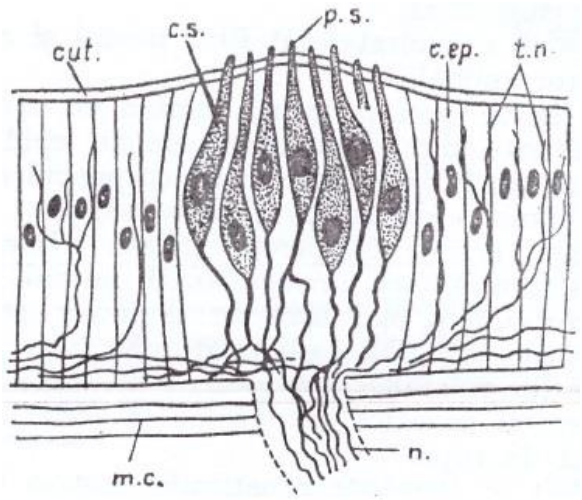


Fig. 1.13. *Lumbricus terrestris*. Secţiune transversală prin epidermă

c.ep. – celule epidermice; *c.s.* – celule senzitive; *cut.* – cuticulă; *m.c.* – muşchi circulari; *n.* – nerv senzitiv; *p.s.* – perişori senzitivi; *t.n.* – terminaţiuni nervoase libere
(după RADU Gh., RADU Varvara, 1972)

Aparatul digestiv, merge în linie dreaptă între gură şi anus. Cu toate că este bine diferenţiat, au unele particularităţi care se accentuează în funcţie de regimul de hrană. În partea anterioară aparatul digestiv începe cu ***cavitatea bucală*** (căptuşită cu cuticulă şi cu pereţi musculoşi), fiind urmată de un *faringe* (foarte musculos), un *esofag* (mai lung şi îngust), o ***guşă*** (largă cu pereţi subţiri), un *stomac muscular* (numit rânză; aproape la fel de larg ca şi guşa) şi *intestinul*, care se termină cu *orificiul anal* (fig. 1.14.).

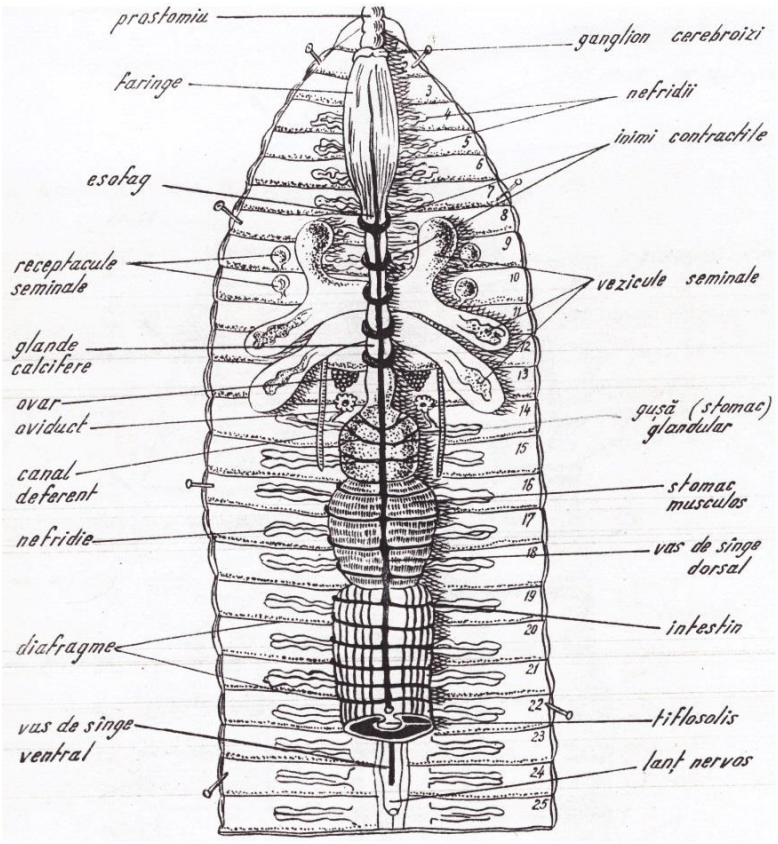


Fig. 1.14. *Lumbricus terrestris*. Organizaţia internă. Vedere dorsală
(după MATIC şi colab., 1965)

La nivel de esofag râma posedă trei perechi de diverticule laterale, numite *glande calcifere* sau *glandele lui Morren*, care se apreciază a fi o adaptare la viaţa în galerii, unde aerul se încarcă progresiv cu CO_2. Concomitent cu sporirea CO_2 în galerii sporesc şi ionii de Ca în sânge, formând *calcită*, care este eliminată de glandele calcifere. Calcita nu mai este reabsorbită la nivelul intestinului şi CO_2 fixat este înlăturat din organism.

De-a lungul părţii dorsale a intestinului, acesta prezintă un pliu adânc, numit *tiflosolis,* care sporeşte în mod evident suprafaţa lui de absorbţie. La *Lumbricidae* are diferite grade de dezvoltare, de la un pliu abia vizibil la invaginaţii adânci sau chiar multiple (pliuri secundare).

Epiteliul intestinului este ciliat şi conţine celule glandulare care secretă fermenţi digestivi. Intestinul are rol şi în osmoreglare prin eliminarea excesului de apă.

Oligochetele terestre sunt microfage, înghiţind o cantitate mare de humus, din care reţin bacteriile, drojdiile, protozoarele etc.

Aparatul respirator, lipseşte la râmă, astfel că respiraţia se realizează printr-un tegument abundent vascularizat. Pentru a se produce respiraţia, tegumentul trebuie menţinut umed, prin umezeala din mediu în care stă, prin glandele tegumentare şi prin eliminarea prin porii dorsali a lichidului celomic.

Aparatul circulator, este închis şi prezintă o serie de particularităţi. În regiunea esofagului, printre inelele vasculare metamerice care leagă vasul longitudinal dorsal şi vasul longitudinal ventral se găsesc cinci inele vasculare care înconjoară esofagul în segmentele 7 – 11. Aceste inele, sunt mai mici, dar au lumenul mai larg şi pereţii mai musculoşi decât vasele transversale, se contractă ritmic şi mişcă sângele. Din aceste considerente poartă numele de "*inele pulsatile*" sau de "*inimi contractile*". La oligochete există 3 vase longitudinale suplimentare (două dispuse pe părţile laterale cordonului nervos numite vase neurale laterale şi unul sub cordonul nervos, numit vasul subneural), care adună sângele din capilarele lanţului nervos şi-l duc în peretele corpului, iar apoi în vasul dorsal. Datorită hemoglobinei sângele oligochetelor este roşu, dar el cuprinde şi celule albe, cu proprietăţi amiboidale şi fagocitare.

Aparatul excretor, este format din *metanefridii*. În fiecare segment există câte o pereche de metanefridii, cu excepţia primelor trei segmente de la extremitatea anterioară şi ultimul segment de la extremitatea posterioară unde sunt absente. Nefridiile (fig. 1.15.) sunt alcătuite dintr-un canal întortocheat, a cărui treime

terminală, largă, formează o veziculă excretoare, cu pereţii musculoşi. Capătul tubului nefridian străbate diafragmul şi se deschide în cavitatea celomică a segmentului imediat anterior. La oligochete nefridia îndeplineşte funcţii de filtrare, secreţie şi resorbţie. La speciile terestre principala substanţă de excreţie o reprezintă ureea. La nivelul nefridei oligochetelor se resorb sărurile, proteinele, apa şi se echilibrează presiunea osmotică. În excreţie intervin şi celulele cloragogene, care înconjoară intestinul şi dobândesc o formă de sferă sau de pară. Acestea acumulează substanţe de excreţie, după care cad în lichidul celomic, de unde sunt eliminate prin nefridii.

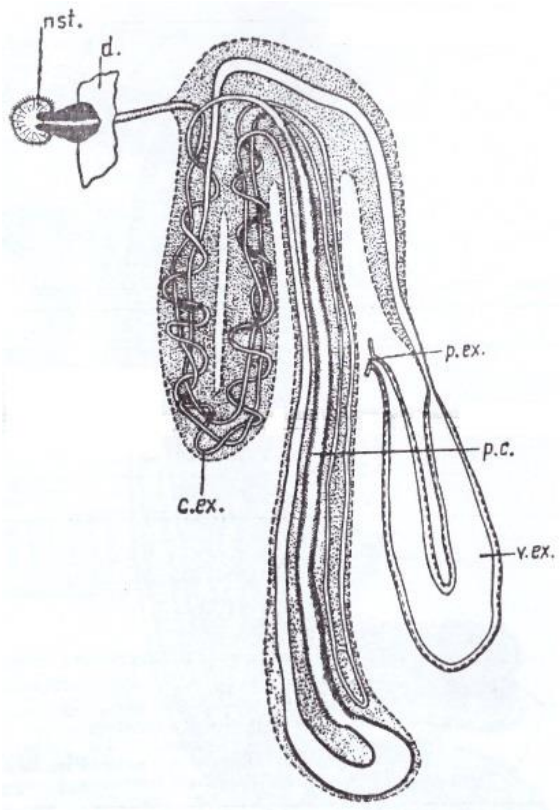


Fig. 1.15. *Lumbricus terrestris*. Nefridie.

c.ex. – canal excretor; *d.* – disepiment; *nst.* – nefrostom; *p.c.* – porţiune ciliată a canalului excretor; *p.ex.* – por excretor; *v.ex.* – veziculă excretoare (veziculă urinară).
(după RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972)

Reproducerea oligochetelor se produce în general pe cale sexuată, iar uneori pe cale asexuată.

Reproducerea sexuată. Oligochetele sunt hermafrodite proterandrice, care posedă gonade distincte derivate din peritoneul septal. Organele lor genitale sunt dispuse într-o regiune restrânsă a părţii anterioare a corpului.

Organele genitale femele a râmei *Lumbricus terrestris* sunt alcătuite din: ovare, receptacule ovulare, oviducte şi receptacule seminale.

Ovarele, în număr de două, au dimensiuni reduse şi sunt dispuse în segmentul al 13-lea, fiind ataşate de diafragmul anterior al acestui segment (fig. 1.16.).

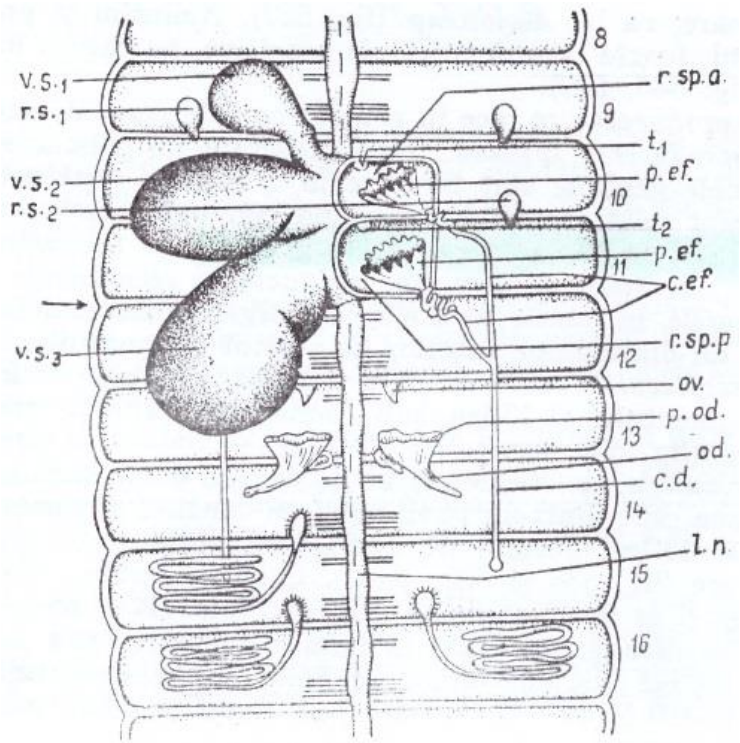


Fig. 1.16. *Lumbricus terrestris*. Aparatul genital

8 - 16 - segmente somatice; *c.d.* – canal deferent; *c.ef.* – canale eferente; *l.n.* – lanţ nervos ventral; *od.* – oviduct; *ov*. – ovar; *p.ef.* – pavilionul canalului eferent; *p.od.* – pavilionul oviductului; *r.s*$_1$ – *rs*$_2$ – receptacule seminale; *r.sp.a.* – *r.sp.p*. – rezervoare spermatice, anterior şi posterior; *t*$_1$, *t* – testicule; *vs*$_1$ – *vs*$_3$ – vezicule seminale

(după RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972)

Receptaculele ovulare, pereche, sunt înfundături ale diafragmului posterior al celui de al 13-lea segment cu aspect de buzunare ciliate şi deschidere spre ovare.

Oviductele, în număr de două şi de dimensiuni foarte mici, sunt alcătuite dintr-un pavilion şi un canal. Pavilionul, franjurat, este ataşat de diafragmul posterior al segmentului al 13-lea, iar canalul străbate diafragmul şi pătrunde în segmentul al 14-lea, deschizându-se separat pe faţa ventrală a acestuia.

Receptaculele seminale, în număr de patru, sunt poziţionate câte o pereche în segmentele 9 şi 10. Deschiderile lor, separate, sunt dispuse pe faţa ventrală, câte două între segmentele 9 - 10 şi 10 - 11, în lateral de perii ventrali.

Organele genitale mascule sunt compuse din: testicule, vezicule seminale, canale eferente, canale deferente şi gonaducte.

Testiculele, în număr de patru, sunt aşezate câte o pereche în segmentele 10 şi 11 (fig. 1.17.).

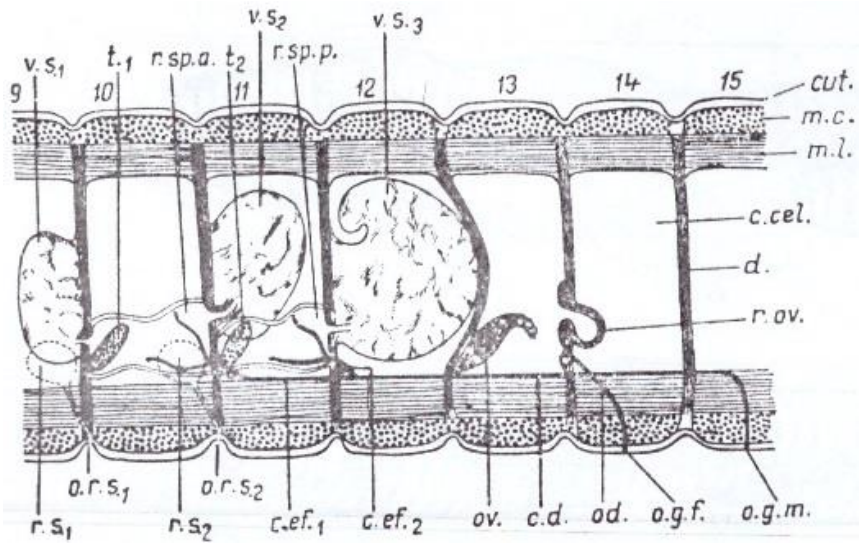


Fig. 1.17. *Lumbricus terrestris*. Secţiune parasagitală prin segmentele 9 – 15

c.cel. – cavitate celomică; *c.d.* – canal deferent; *c.ef.*$_1$, *c.ef.*$_2$ – canale eferente; *cut*. – cuticulă; *d*. – diafragm; *m.c.* – *m.l.* – păturile de muşchi circulari şi longitudinali; *od.* – oviduct; *o.g.f.* – *şi o.g.m*. – orificiile genitale femel şi mascul; *o.r.s*$_1$, *o.r.s*$_2$ – orificiile receptaculelor seminale; *ov.* – ovar; *r.ov.* – receptacul ovular; *r.s*$_1$, *r.s*$_2$ –receptacule

seminale; *r.s.p.a. – r.s.p.p.* – rezervoare seminale, anterior şi posterior; t_1, t_2 – testicule; $v.s_1$, $v.s_2$, $v.s_3$ – vezicule seminale
(după RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972)

Veziculele seminale sunt în număr de 3 perechi: anterioare (situate în segmentele 9 şi 10), mijlocii (poziţionate în segmentele 11 şi 12) şi posterioare (situate în segmentele 12 şi 13). Veziculele seminale anterioare şi mijlocii se reunesc la baza lor şi formează o cavitate comună, numită *rezervorul spermatic anterior*, în care se află testiculele anterioare. Veziculele seminale posterioare, mai mari ca celelalte, se reunesc la bază şi formează *rezervorul spermatic posterior*, care conţine testiculele posterioare. Pe lângă rolul de rezervor spermatic, în veziculele seminale se desfăşoară o parte a spermatogenezei.

Sperma formată şi depozitată în veziculele seminale, ajunge în cele 4 *canale eferente*, prevăzute cu un pavilion larg franjurat sau în rozetă. Prin unirea a câte două canale eferente se formează două *canale deferente*, care se îndreaptă spre partea posterioară a corpului. Străbătând diafragme şi segmente, canalele deferente se deschid separat pe partea ventrală a celui de-al 15-lea segment la nivelul unei *papile genitale*.

Gonoductele i-au naştere prin dedublarea nefridiilor, fiind poziţionate alături de acestea.

Împerecherea râmelor. Organisme hermafrodite proterandrice, râmele se reproduc prin împerechere şi nu prin autofecundare.

În vederea împerecherii două râme se alătură cu faţa ventrală, una de alta, regiunea cliteliană a uneia fiind în dreptul regiunii receptacolelor seminale ale celeilalte, deci cu extremităţile dispuse opus (fig. 1.18.). Prin intermediul unei secreţii abundente a glandelor capsulogene din regiunea genitală, dar îndeosebi a glandelor cliteliene, se înconjoară cu două centuri puternice cei doi parteneri, legându-i strâns unul de celălalt. Cu aceeaşi secreţie este învelit cu un manşon corpul fiecărui individ, între cele două centuri. Exceptând regiunea receptaculelor seminale, cealaltă parte a regiunii genitale a celor doi parteneri sunt izolate una de alta.

Astfel cuplaţi, fiecare individ elimină, prin orificiile genitale mascule, lichidul spermatic propriu, care înaintează prin două *şanţuri seminale* latero-ventrale, spre regiunea cliteliană proprie, fiecare mărginit de *crestele de pubertate* care apar la maturitate. În momentul în care sperma ajunge în regiunea cliteliană este absorbită de receptaculele seminale ale partenerului, înmagazinând-o în ele. După derularea, reciprocă şi simultană, a acestui proces, partenerii se separă.

Oligochetele proterandrice nu posedă la aceste momente ouă mature. În momentul în care ouăle ajung la maturitate, glandele cliteliului secretă un lichid albuminos din care se formează un manşon. Prin mişcări ale corpului manşonul este împins înspre regiunea genitală. Când manşonul ajunge în dreptul orificiului genital femel, ovulele sunt expulzate în lichidul albuminos al manşonului, pe când atunci când ajunge în regiunea receptaculelor seminale, acestea elimină sperma şi are loc *fecundaţia*. În cele ce urmează râma îşi retrage lent extremitatea cefalică a corpului din manşon. În urma retragerii corpului, manşonul se întăreşte şi îşi închide capetele, devenind un *cocon* tare şi rezistent. În interiorul acestuia, ouăle şi embrionii se dezvoltă, ca urmare a faptului că sunt protejaţi atât de uscăciune, cât şi de alţi factori dăunători.

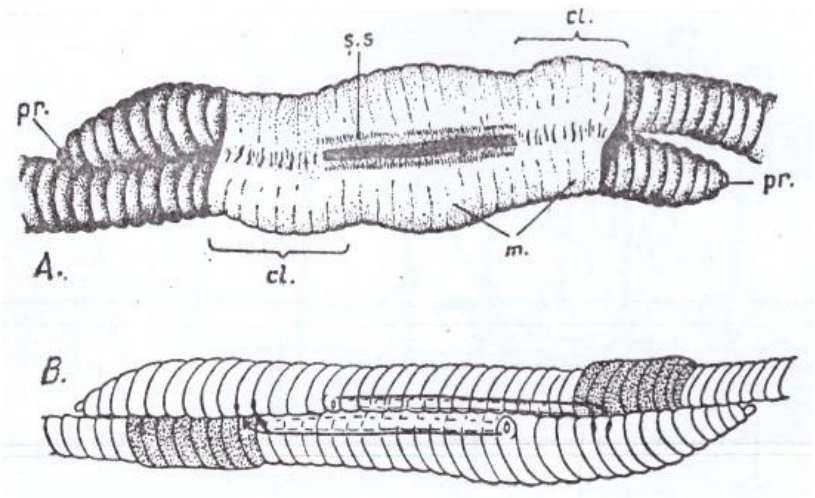


Fig. 1.18. Împerecherea râmelor (A) şi scurgerea lichidului spermatic către receptaculele seminale (B)

cl. – clitelum; *m.* – manşon mucos; *pr.* – prostomiu; *ş.s.* – şanţ seminal văzut prin transparenţa manşonului mucos.
(după RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972)

Coconul care înveleşte ouăle fecundate este depus, după uscare, în pământ până la o adâncime de 4 cm. În cazul în care condiţiile de mediu nu asigură supravieţuirea râmelor mici, coconul se poate deschide şi după câţiva ani. În condiţii optime de mediu, deschiderea se face după 2 – 3 săptămâni. La vârsta de 3 luni,

de la ecloziune, râmele ajung la maturitate sexuală, pe când dezvoltarea corporală completă, acestea o ating la vârsta de 6 – 7 luni (GAMBERINI, 1998).

Dezvoltarea ontogenetică (fig. 1.19.) se desfăşoară în interiorul coconului, fără a parcurge stadiul de larvă liberă de tip trocofor. Din coconul de *Lumbricus terrestris* se dezvoltă un singur individ tânăr, lung de 10 mm.

Celelalte ouă sau juvenilii ajunşi în cocon sunt devorate de individul care a apărut. Acest fenomen poartă numele de *adelfofagie*. Totuşi sunt specii de râme, la care din cocon ies mai multe larve.

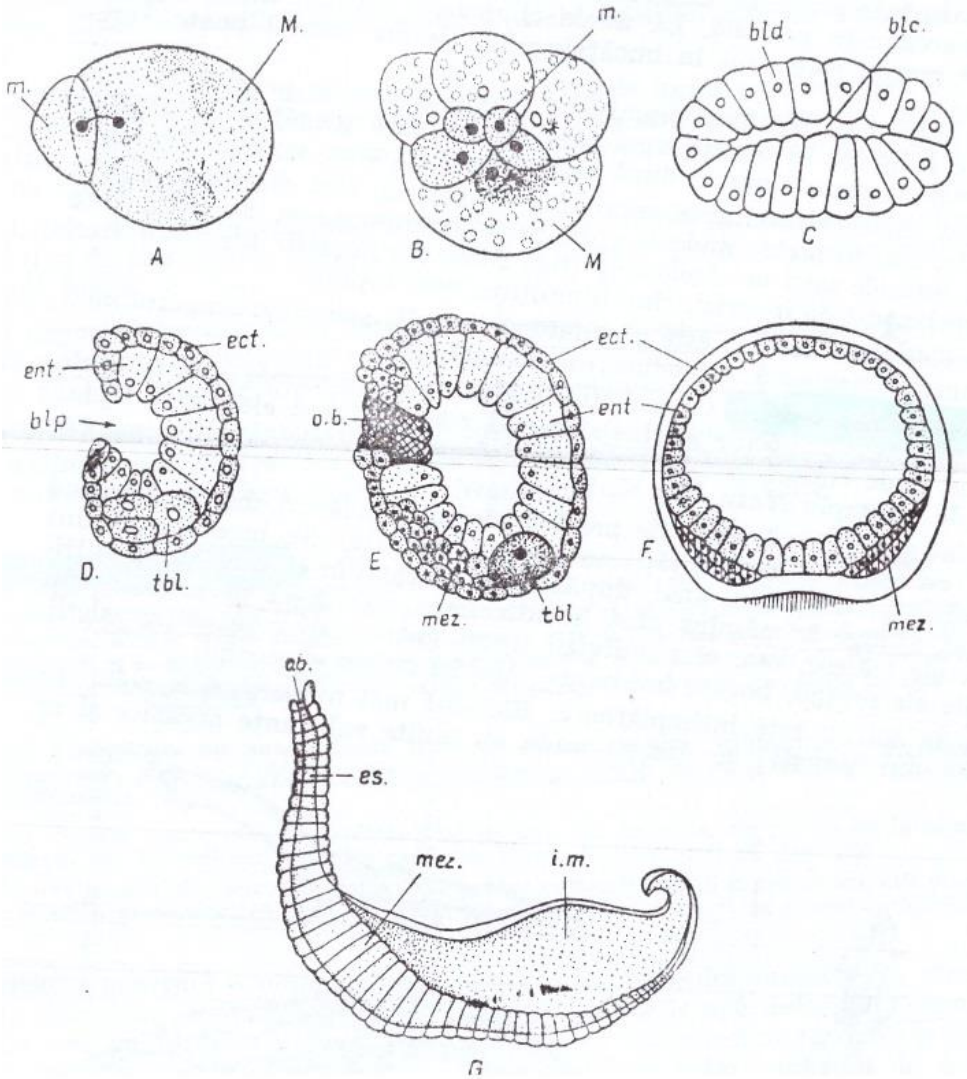


Fig. 1.19. *Lumbricus terrestris*. Dezvoltarea ontogenetică.

A, B – *Tubifex tubifex* (= *T. rivulorum*). Două stadii ale segmentării.

C – G *Lumbricus:* C. Blastula (placula). D, E, Gastrulaţia şi formarea mezodermului. F – Secţiune transversală prin embrion, într-un stadiu mai avansat. G – Embrion avansat, văzut lateral. Se vede mai bine banda mezodermică stângă, unită ventral cu cea dreaptă şi metamerizaţia pe cea mai mare întindere.

blc. – blastocvel; *bld.* – blastoderm; *bpl.* – blastopor; *ect.* – ectoblast; *ent.* – entoblast;

es. – esofag; *i.m*. intestin mijlociu; *m.* – micromere; *M.* – macromere; *mez.* - mezoblast; *o.b.* – orificiu bucal; *tbl.* .- teloblast.
(după RADU Gh. şi RADU Varvara, 1972)

Regenerarea şi reproducerea asexuată. Râmele au o mare putere de regenerare, care constă în faptul că partea anterioară a corpului îşi regenerează partea posterioară pierdută. Totuşi, partea posterioară nu poate regenera regiunea anterioară. Un rol important în regenerare îl are creierul prin neusecreţia sa. La specia acvatică, *Lumbriculus variegatus,* fiecare bucată ruptă din corp poate regenera un individ întreg.

Înmulţirea asexuată prin procese de regenerare se produce la *Lumbricide* prin: *arhitomie* (rupere în bucăţi şi apoi regenerare) şi prin *paratomie* (indivizii se separă după regenerarea părţilor lipsă) la aelosomatice.

1.1.2.2.1.1. Utilizarea cercetărilor moleculare în stabilirea sistematicii râmei *Lumbricus terrestris*

Specia de râme *Lumbricus terrestris* (Linnaeus, 1758), a fost supusă, timp de mai mulţi ani, unei dezbateri nomenclaturare. Din păcate aceste dispute nu s-au bazat pe elemente de heterogenitate, ci mai degrabă pe descrierile acestora şi pe actele nomenclaturare asociate cu numele speciei (JAMES şi colab., 2010).

Cercetările realizate pe secvenţe de coduri de bare ADN ale genei citocrom – oxidazei I obţinute nominal pentru *Lumbricus terrestris* şi 6 specii congenere evidenţiază existenţa a două linii distincte în limitele nominale ale lui *Lumbricus terrestris*. Dintre aceste linii, una cuprinde populaţia suedeză care a stat la baza exemplarului purtător al numelui de *Lumbricus terrestris*, iar cealaltă populaţie a dus la colectarea de sinteze de *Enterion herculeum* (Savigny, 1826). În ambele cazuri, pentru reprezentanţii vechi şi noi, s-au obţinut secvenţe de coduri de bare care certifică existenţa a două specii distincte.

Rezultatele cercetărilor le-au permis autorilor să desemneze un nou neotip pentru *Lumbricus terrestris*. *Neotipul* reprezintă un specimen tip, selectat ulterior descrierii unei specii, pentru a înlocui un tip preexistent care a fost pierdut sau distrus. Neotipul nou desemnat şi un *sintip* de *Lumbricus herculeus* au produs un ADN adecvat pentru secvenţierea unei părţi a genei citocrom-oxidazei I (COI). Informaţiile furnizate de secvenţe permit identificarea râmelor identice morfologic cu *Lumbricus terrestris* şi *Lumbricus herculeus*, indiferent de dimensiunea corpului şi

de numărul de segmente ale acestuia. *Sintipul* este oricare dintre două sau mai multe tipuri biologice care figurează într-o descriere a unui taxon în care nu a fost desemnat nici un holotip, nici un lectotip.

Cu toate progresele realizate în cercetarea moleculară dedicată speciei *Lumbricus terrestris* continuăm să nu ştim cine este această specie în realitate. Pentru a rectifica acest neajuns, s-a procedat la identificarea râmelor numite *Lumbricus terrestris* şi desemnarea unui *neotip* asemănător cu tipul provenit din localitatea Uppsala, din Suedia. Acest neotip a dispărut din Muzeul de Istorie Naturală, dar încă există exemplare din specia *Enterion herculeum*, care ulterior a fost plasată în sinonimia lui *Lumbricus terrestris*. Ulterior, cercetătării au detectat două *clustere* genetice în cadrul lui *Lumbricus terrestris* nominal. Acest fapt a dus la redeschiderea dezbaterii.

Prin lucrarea întocmită, JAMES şi colab. (2010) şi-au propus să revizuiască problema identităţii râmelor cu numele de *Lumbricus terrestris şi Lumbricus herculeus*, folosindu-se de cercetările în domeniul molecular şi al morfologiei. Cercetătorii au desemnat bun nou neotip, *Lumbricus terrestris*, şi au întocmit un registru de coduri ADN pentru un sintep de *Lumbricus herculeus.* Acest specimen cu cod de bare, a fost desemnat ca *lectotip* de *Lumbricus herculeus*. *Lectotipul,* reprezintă un exemplar ales în absenţa holotipului din materialul original, pentru a servi ca tip nomenclaturar. *Holotipu*l constă dintr-un exemplar pe baza căruia s-a făcut descrierea speciei.

În urma examinării a 200 de exemplare de *Lumbricus terrestris* din Europa şi America de Nord, s-a constatat existenţa a 4 exemplare *topotipice* faţă de fostul neotip de *Lumbricus terrestris* recoltat în Uppsala, Suedia, în anul 1972; un *sintep* de *Lumbricus herculeus* şi 5 congeneri: *Lumbricus castaneus,* Savigny, 1826; *Lumbricus centralis,* Bouche, 1972; *Lumbricus festivus,* Savingy, 1826; *Lumbricus prieteni,* Cognetti, 1904 şi *Lumbricus rubellus*, Hoffmeister, 1843.

Examenele morfologice au fost efectuate la *Lumbricus terrestris* nominal (inclusiv *Lumbricus herculeus*), 4 exemplare topotipice la neotipul *Lumbricus terrestris* din 1973, 6 exemplare din Parc du Chateau Brunoy şi 5 exemplare colectate din Parc du Gally (2008) de pe terenul Palatului Versailles.

Eşantioane de ţesuturi au fost prelevate de la 3 exemplare din toppsipul Uppsala *Lumbricus terrestris* (colectat în 1972), un sintep de *Lumbricus herculeus*, 5 congeneri şi 198 exemplare recente de *Lumbricus terrestris*.

În total, pentru examinarea genetică a divergenţei în genul *Lumbricus* au fost folosite 230 specimene din 6 specii *Lumbricus*. Liza ţesuturilor a fost efectuată în 50

UI de soluţie tampon de liză şi proteineză K, incubată la 50^0C. ADN-ul a fost extras urmând un protocol automatizat standard pe plăci din fibră de sticlă cu 96 de godeuri. Regiunea a 5-a a genei citocromoxidazei I a fost folosită ca un cod de bare standard al ADN şi amplificată utilizând primeri MO3 cu coadă LCO1490 şi HCO2198. Pentru amplificările PCR a fost folosit un protocol de reacţie PCR standard, iar produsele au fost verificate pe gel E-gel 96 Agaroză 2%. Reacţiile de secvenţiere au urmat protocoalele standard canadiene.

În Scandinavia 24 de specimene au fost identificate morfologic ca *Lumbricus terrestris.* ADN-ul a fost extras dintr-o mostră de ţesut de râmă cu kitul QIAGEN, după care s-au realizat reacţii PCR folosind primeri COI înainte şi invers. Analizele de distanţe au fost efectuate cu MEGA 4, utilizând algoritmul Neighbor-Joining. Distanţele au fost corectate cu parametrul Kimura-2. Robusteţea nodurilor a fost evaluată prin re-analiza a 100 de pseudoreplicări.

Rezultatele investigaţiilor lui JAMES şi colab. (2010) au evidenţiat faptul că *Lumbricus terrestris* este compus din două specii, mult discutate în literatura de specialitate. Prin examinare morfologică s-au făcut distincţii între *Lumbricus terrestris*, mediu şi mai mare şi *Lumbricus herculeus*, mediu sau mai mic. Cele două specii se disting bine prin datele moleculare, care vor fi valabile pe toate dimensiunile şi pe toate etapele de vârstă. Secvenţele specimenelor topotipice pentru neotipul absent la *Sims Lumbricus herculeus* a fost în clusterul *Lumbricus terrestris*.

Într-o situaţie similară sunt şi speciile de râme separate pe dimensiuni, culori ale corpului şi unele papile genitale. Astfel, *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) şi *Eisenia andrei* (Bouche, 1972) sunt separabile prin culoare, dar sunt două specii distincte genetic şi izolate.

Încă de la început, Savigny nu a atribuit un autor râmei *Enterion herculeum* şi nu a atenţionat ca fiind o specie nouă şi nici că este o denumire de înlocuire pentru un grup de specii nominale. În consecinţă, cele două nume nu sunt sinonime obiective, iar *Lumbricus herculeus* este un sinonim subiectiv al lui *Lumbricus terrestris*. În orice caz, descrierea succintă realizată de Savigny în anul 1826, este o indicaţie valabilă despre identitatea râmei şi intenţia autorului. Efectul muncii lui JAMES şi colab. (2010) a fost de a stabili un statut sinonim subiectiv (*Lumbricus herculeus*) la statutul de specie. Pe baza datelor moleculare şi a procedurei nomenclaturare, autorii au eliminat *Lumbricus herculeus* din sinonimia lui *Lumbricus terrestris* şi, în consecinţă, au restrâns specia *Lumbricus terrestris* la membrii grupului cel mai mare.

1.1.2.2.2. *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1843)

Denumirea populară: "râma de frunzar" sau "râma de litieră", "râma roşie de bălegar", "râma roşie californiană".

Răspândire: trăieşte în sol şi în special în frunzar, contribuind la degradarea acestuia. Un număr mare de "râme de litieră" pot fi întâlnite la marginea pădurilor de foioase unde stau în stratul de frunze moarte de pe sol (litieră) şi îndeosebi între frunzele maronii, umede şi lipite între ele. Pe metru pătrat de frunze se pot culege circa 100 de "râme de frunzar".

Morfologia externă: râma de frunzar seamănă mult cu râma comună (*Lumbricus terestris*). Prezintă un tegument lucios, de culoare purpurie sau roşu-maronie pe partea dorsală şi mai deschisă la culoare pe partea ventrală (fig. 1.20.). Corpul atinge lungimi cuprinse între 7 – 12 cm şi grosimi de 4 – 6 mm. Corpul este format din 95 – 150 de segmente. Acest vierme inelat posedă la maturitatea sexuală o formaţiune numită *clitelium*, ce reprezintă o îngroşare tegumentară care are rol în reproducere. Specia *Lumbricus rubellus* se deosebeşte de alte specii de râme prin faptul că posedă clitelium doar pe partea dorsală a corpului, mai exact spus pe inele 26 – 33. Acest caracter este propriu doar râmei de frunzar (BURUIAN, 2007).



Fig. 1.20. *Lumbricus rubellus*
(https://en.wikipedia.org/wiki/Lumbricus_rubellus#/media/File:Lumbricus.rubellus.jpg)

Organizaţia internă: înmulţirea râmelor de frunzar se realizează, când are toate condiţiile asigurate, din primăvară şi până în toamnă. Fiind organisme hermafrodite, aceste râme se înmulţesc doar pe cale sexuată, când prin alăturarea a doi indivizi între ei, se realizează un schimb reciproc de spermatozoizi. După ce a avut loc acuplarea, fiecare individ va secreta la nivelul clitelum-ului o substanţă albuminoasă, din care se va forma coconul. Un cocon, de formă rotundă şi de culoare albă, va conţine 8 – 10 ouă, dintre care după ce vor ecloza vor supravieţui 3 – 4 indivizi. În funcţie de temperatura ambientală ouăle se vor matura în aproximativ 3 săptămâni. În acest interval de timp coconul se măreşte şi îşi schimbă culoarea. Astfel el devine colorat în galben, maro şi în final în roşu. Mărimea lui este echivalentă cu a unui sâmbure de strugure. În momentul eclozionării râmele tinere au o culoare albă, cu nuanţe roz.

Lumbricus rubellus rezistă la temperaturi cuprinse între 2 şi 30^0C. Temperatura optimă la care se dezvoltă bine este de 18-22^0C. Sub 10^0C, adulţii nu formează coconi, iar indivizii tineri îşi reduc ritmul de creştere.

Iarna hibernează în mici caverne globulare din sol, la o adâncime destul de mică (40 – 50 cm). Primăvara revine la suprafaţă în stratul de frunzar. În urma consumării de resturi vegetale, elimină un compost de culoare neagră-brună, de calitate superioară. În pământul în care a fost crescut, poate fi păstrat în frigider sau la temperatura camerei timp de câteva săptămâni.

1.1.2.2.3. *Eisenia foetida* (Savigny, 1826)

Denumirea populară: râma de bălegar, viermele de gunoi de grajd, viermele roşu european, viermele roşu de Wiggler, viermele roşu californian, viermele de păianjen, viermele de păstrăv, viermele tigru etc.

Răspândire: este o specie nativă din Europa, de unde a fost introdusă şi pe celelalte continente, făcând excepţie Antarctica. Specia este adaptată pentru descompunerea materiei organice, se dezvoltă bine în vegetaţia putrezită, compost şi gunoi de grajd. Această specie de râme este *epigeene*, fiind rareori găsită în sol, mai mult deasupra lui sau în partea de sus a solului. Este cel mai utilizat vierme de compost din lume.

Morfologia externă: Din numele binomial de *Eisenia foetida*, termenul de "foetida" semnifică "miros neplăcut", datorită faptului că la manipulare acest vierme elimină un lichid murdar, picant, care poate fi şi o adaptare contra prădătorilor.

Pe fiecare segment al corpului prezintă grupuri de peri (numite *setae*) care se deplasează în interiorul şi în exteriorul corpului pentru a se prinde de suprafeţele din vecinătate, în paralel cu faptul că viermii se întind şi îşi contractă muşchii pentru a se deplasa înainte sau înapoi.

Această râmă, este printre cele mai mici, atinge la adulţi 3 – 4 cm lungime şi 5 – 6 mm diametru. Pe corp are benzi alternante între roşu-închis şi mai deschis (fig. 1.21.). Corpul ei este, în general, rotund, exceptând zona anusului care este uşor plată. Porţiunea caudală este uneori de culoare mai deschisă, adesea cu un vârf galben.



Fig. 1.21. *Eisenia foetida*
(https://dengarden.com/gardening/Life-Cycle-of-Red-Wiggler-Worms-or-Eisenia-Foetida)

ZIDĂRESCU (2008) este de părere că mulţi confundă râma din specia *Eisenia foetida* întâlnită, accidental, în grămezile de bălegar, cu râma din aceeaşi specie, cu denumirea ştiinţifică de *Eisenia foetida foetida*, care este înmulţită în captivitate. În stare liberă râma se hrăneşte pentru a trăi, pe când cea din captivitate, extrem de vorace, mănâncă zilnic echivalentul propriei greutăţi. Râmele care trăiesc în libertate au o durată a vieţii de 2 – 3 ani, pe când cele din captivitate supravieţuiesc 6 – 7 ani.

Organizaţia internă: asemănător cu alte specii de râme şi *Eisenia foetida* este hermafrodită şi dispune de organe de reproducere feminine şi masculine. Cu toate acestea, indivizii nu se pot autofecunda ci au nevoie de un partener pentru a se reproduce. După ce au ajuns la maturitate sexuală, doi indivizi se suprapun, cu capetele îndreptate spre direcţia opusă şi secretă o substanţă care fixează corpurile alăturat (fig. 1.22.). În cele din urmă cele două râme realizează schimbul de spermă. Ambii indivizi secretă apoi coconi care conţin fiecare mai multe ouă. Coconii, în formă de lămâie, au la început o culoare galben-aurie, devenind maronii pe măsură ce se apropie de ecloziune. Dintr-un cocon ies 3 – 6 larve vii. Ouăle de *Eisenia foetida* sunt incubate la temperaturi cuprinse între 20 - 30^0C timp de 21 – 30(72) zile. În cele ce urmează râmele tinere au nevoie de 40 – 60 de zile pentru a se transforma în adulţi. În condiţii optime, specia poate produce 2 – 3 coconi pe săptămână timp de 6 – 12 luni. Adulţii sunt apţi de împerechere când clitelurile lor

sunt de culoare portocalie. O râmă adultă are o durată medie de viaţă de 3 – 4 ani. Râmele de *Eisenia foetida* pot tolera temperaturi între 8 – 27^{0}C, suferă un stres sever la 30^{0}C şi mor atunci când temperatura atinge 32^{0}C.



Fig. 1.22. Ciclul de viaţă al viermilor roşii Wiggler
(https://dengarden.com/gardening/Life-Cycle-of-Red-Wiggler-Worms-or-Eisenia-Foetida)

Pentru a stabili potenţialul râmei de vermicompost *Eisenia foetida* ca procesator de deşeuri şi ca sursă de proteine, VENTER şi REINECKE (1988) au studiat ciclul de viaţă al acestei specii. Pe o perioadă de 600 de zile cercetătorii din Africa de Sud au urmărit procesele de dezvoltare, creştere şi reproducere la *Eisenia foetida* pe pat de gunoi de bovine în condiţii favorabile de umiditate (75 %), temperatură (25^{0}C) şi nutriţie. Cercetătorii au constatat că după o perioadă medie de incubaţie de 23 de zile, fiecare cocon a produs o medie de 2,7 eclozări de puiet. Aceşti indivizi tineri au atins maturitatea sexuală până la vârsta de 40 – 60 de zile (fig. 1.23.) şi au produs primii coconi în 4 zile de la împerechere.

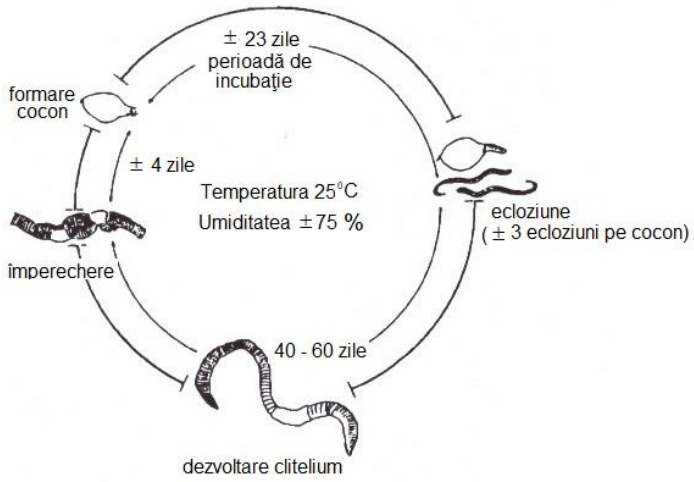


Fig. 1.23. Diagrama ciclului de viaţă la *Eisenia foetida* pe pat de gunoi de bovine la temperatură 25^0C şi umiditate de 75 %
(după VENTER J.M. şi REINECKE A.J., 1988)

O serie de cercetători au stabilit că speranţa de viaţă a indivizilor din specia *Eisenia foetida* s-a situat între 1 – 5 ani (EDWARDS şi LOFTY, 1977).

În privinţa producţiei de coconi aceasta a fost în medie de 3,8 coconi pe săptămână (EVANS şi McGUILD, 1948) sau între 2 – 5 coconi pe săptămână (EDWARDS şi colab., 1984; NEUHAUSER şi colab., 1980). După GRAFF (1982) fiecare individ poate realiza 3 coconi pe săptămână. În decursul vieţii faza de reproducere este între 30 – 40 de săptămâni, cu un vârf în producerea de coconi între 9 – 11 săptămâni.

Mediul nutritiv utilizat a fost compus din gunoi de grajd pur (fără paie şi fără urină) ce a fost învechit timp de 30 de zile. După ce mediul nutritiv a fost prelucrat prin măcinare fină s-a procedat la cernerea lui cu o sită cu ochiuri de 500 mm. Cercetările au evidenţiat existenţa unor corelaţii între mărimea produselor alimentare şi rata de creştere a masei corporale a râmelor. În mediul nutritiv preparat se adaugă apă distilată până se ajunge la o umiditate de 75 %.

La ecloziune viermii aveau o biomasă medie de doar 2,8 mg. În primele 60 de zile ei au înregistrat o creştere foarte lentă, rata medie fiind de 2,5 mg/vierme/zi. Între 60 şi 90 de zile, rata de creştere a viermilor a înregistrat un spor de 16 mg/vierme/zi. În ziua a 600-tea biomasa medie a viermilor a fost de 1,4 g. Pe ansamblu perioadei de observare (0 – 600 zile) creşterea medie a fost de 2,5

mg/vierme/zi. Cea mai mare valoare medie a biomasei a fost înregistrată de viermi la vârsta de 530 de zile când aceştia au cântărit în medie 1,5 g.

Râmele tinere de Eisenia foetida au atins maturitatea sexuală la vârsta de 40 – 60 de zile, moment pus în evidenţă de proiectarea în exterior a clitelumului. Formarea coconilor (fig. 1.24.) s-a declanşat după 4 zile de la împerechere. Producţia de coconi a început la 70 de zile de la ecloziune şi a continuat până la 600 de zile.

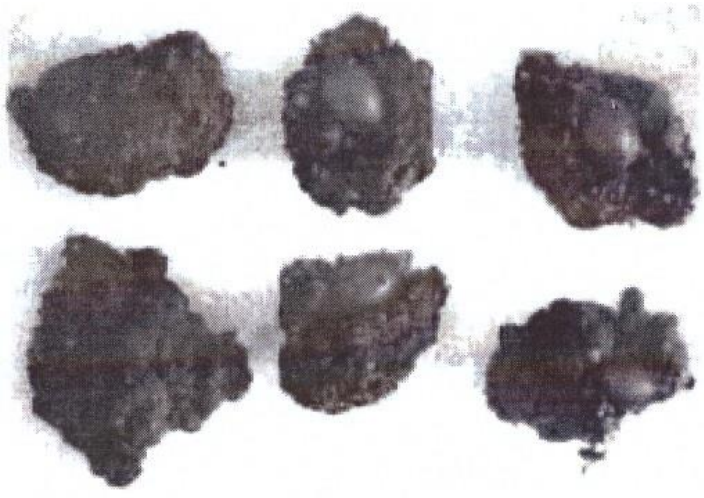


Fig. 1.24. Coconi *Eisenia foetida*
(după VENTER J.M. şi REINECKE A.J., 1988)

Din totalul coconilor, 29,6 % au eclozat un singur descendent şi 70,4 % din coconi au produs mai mult de un descendent.

La temperatura de 25^0C şi umiditatea de 80 % perioada de incubaţie a fost de 23 de zile, iar producţia de descendenţi pe cocon a fost de 2,7 de viermi/cocon. Coconii sunt produşi la o rată de 0,35 coconi/zi.

1.1.2.2.4. *Eisenia hortensis* (Michaelsen, 1890)

Denumire ştiinţifică similară: *Dendrobaena veneta*.

Denumire populară: "lăcustorul european", "vierme de grădină" ("hortensis" = a grădinii, derivate din latinescul "hortusul" care înseamnă grădină); "viermele albastru" (din latinescul "veneta" care înseamnă albastru).

Răspândire: trăieşte în Europa în adâncurile de pădure şi în solurile de grădină bogate în materie organică. Cu toate că este comercializat, în principal, ca vierme de momeală, are o popularitate în creştere, ca râmă de compostare. Preferă un mediu cu raport ridicat între carbon/azot. În acest sens sunt adecvate gropile de compost ridicate din materiale fibroase, provenite din ecosistemele forestiere de foioase.

Morfologia externă: *Eisenia hortensis* sau *Dendrobaena veneta* este o râmă de dimensiuni mijlocii, fiecare individ întreg cântărind aproximativ 1,5 g. Culoarea corpului este albastră, cu benzi sau dungi roz-gri, vârfurile cozilor sunt adesea cremoase sau galben-pal (fig. 1.25.). Dacă specia nu a fost hrănită adecvat, culoarea devine roz-pal.



Fig. 1.25. *Eisenia hortensis sau Dendrobaena veneta*
(https://en.wikipedia.org/wiki/European_nightcrawler#/media/File:Eisenia-hortensis-european-nightcrawler.jpg)

Organizaţia internă: râma *Eisenia hortensis* este un organism hermafrodit, care are organe genitale mascule şi femele. Doi viermi se alătură la nivelul clitelei, care devine proeminentă în timpul procesului de reproducere. Cei doi viermi fac

schimb de spermă. Ambii pot secreta coconi care conţin câte un ou. Coconii, în formă de lămâie sunt de culoare galben-pal la început, devenind maronii pe măsură ce râmele din interior devin mature. Aceşti coconi sunt vizibili cu ochiul liber.

Pentru a studia potenţialul speciei *Eisenia hortensis* a fost evaluat ciclul ei de viaţă. Dezvoltarea, creşterea şi reproducerea au fost urmărite prin întreţinerea râmelor, timp de 200 de zile, în gunoi de grajd fără urină, la 25^0C şi o umiditate de 80%. S-a stabilit o rată medie de 0,28 coconi/zi/vierme timp de 200 de zile. Perioada medie de incubare a coconilor a fost de 42,1 zile, cu o rată foarte scăzută (20%) a incubării. Numărul mediu de râme pe cocon care au eclozat a fost de 1,1, care ating maturitatea sexuală în 20 – 35 de zile, pentru ca la unii indivizi să dureze până la 130 de zile.

1.1.2.2.5. *Perionyx excavatus* (Perrier, 1872)

Denumirea populară: albastru indian sau vierme de coajă.

Răspândire: este o specie epigeică, ce trăieşte pe o suprafaţă mare în Asia tropicală (GATES, 1972). Râmele epigeice au o lungă durată a fazei de creştere şi o rată redusă de reproducere.

Morfologia externă: corpul acestei specii de râme hermafrodite posedă între 94 – 139 segmente şi atinge în stadiul de adult o lungime de 4 – 8 cm şi o masă corporală de 0,2 – 0,5 g. Culoarea corpului este albastru irizat (fig. 1.26.).



Fig. 1.26. *Perionyx excavatus*
(https://alchetron.com/Perionyx-excavatus#-)

Cercetătorii REINECKE şi HALLATT (1989) au stabilit că râmele din specia *Perionyx excavatus* au o viteză de creştere mai lentă decât speciile de vermicompostare *Eudrilus eugeniae* şi *Eisenia foetida*. Aceste animale vermiforme au corpul cilindric sau uşor aplatizat dorso-ventral. De-a lungul axei antero-posterioare corpul prezintă o serie de segmente succesive. În interior fiecare inel este separat de celălalt printr-un sept. Fiecare metamer sau grup de metamere exprimă specializări în diferite funcţii (VASQUEZ GONZALES Maria Magdalena, 1997).

Organizaţia internă: rata de creştere la *Perionyx excavatus* întreţinută pe gunoi de grajd de taurine atinge 3,5 mg/râmă/zi în primele 30 de zile. După 250 de zile râmele ajung la 600 mg biomasă. Dezvoltarea clitellului s-a produs între 17 - 45 de zile de la ecloziune, cu o medie de 27,8 zile. Producţia medie de coconi a fost în medie de 1,1 $\pm$ 0,12 coconi/râmă/zi. Producerea de coconi s-a declanşat de la o vârstă medie de 24 de zile. Perioada medie de incubare a fost de 18,7 $\pm$ 0,26 zile, iar rata de supravieţuire a juvenililor după ecloziune a fost de 63,4 % (REINECKE şi HALLATT, 1989). În cercetările realizate BIRUNDHA şi colab. (2013) au constatat că producţia de coconi a fost cuprinsă între 0,79 – 0,82 coconi/râmă/zi la temperatura de 25^0C. În comparaţie cu aceste valori EDWARDS şi colab. (1998) şi KNIERIEMEN (1985) au raportat o medie de 0,33 juvenili/râmă/zi. REINECKE şi colab. (1992) au observat un procentaj de coconi specific numărului de ecloziuni pe diverse substraturi organice. Astfel la prima ecloziune se produc între 44 – 56 % coconi, la a doua între 4 – 10 % şi la a treia ecloziune între 1 – 2 %. În medie numărul de eclozaţi per cocon variază în funcţie de substratul organic între 1,08 – 1,21.

1.1.2.2.6. *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867)

Denumirea populară: târâtorul de noapte african, roşu african, gigant roşu.

Răspândire: nativă din regiunile tropicale din Africa de Vest. Este râma cea mai frecvent folosită pentru pescuitul sportiv.

Morfologia externă: Corpul acestei râme atinge 9 – 18,5 cm lungime (în condiţii optime de cultură atinge 25 – 40 cm) şi 5 – 6 g greutate, fiind alcătuit din 161 – 211 segmente. Măsoară 4 – 8 mm lăţime. Culoarea corpului este roşu-

purpuriu uniform, cu segmentele posterioare punctate (fig. 1.27.). La căldură devine albastru sau violet (en.wikipedia.org/wiki/Eudrilus eugeniae).



Fig. 1.27. *Eudrilus eugeniae*
(https://en.wikipedia.org/wiki/Eudrilus_eugeniae#/media/File:African_Night_Crawler_2.jpg)

Organizarea internă: Clitelumul este întrerupt pe partea ventrală şi poziţionat pe segmentele 13, 14, 15 – 18, uzual pe 13, 14 – 18 (fig. 1.28.).

Vasul de sânge dorsal: este unic şi trunchiat înaintea inimilor anterioare (în primele 7 segmente); el se conectează la supraesofagienele pereche (în segmentele 7 – 14) şi se împerechează mediu extraesofagian la inimă.

Inimile: în segmentul 7 este poziţionată lateral, iar între 8 – 11 latero-esofagian. Toate inimile se destind cu sângele ajuns în ele, devenind pulsatile.

Glandele calcifiere: în segmentele 10 şi 11 se găsesc saci sferoizi ventrali, mari şi de culoare roz ca urmare a alimentării cu sânge a lamelelor interne; în segmentul 12, se găsesc o pereche de glande calcifere lobulare galbene plasate mai lateral de esofag şi dirijate posterior în segmentul 13.

Intestinul are originea în segmentul 14 sau în 14-15. Caeca şi tifosolul lipsesc. Glandele mici supraintestinale sunt prezente în 8 – 42 segmente, la unele între 62 – 132, acestea putând ajuta digestia şi/sau pot fi implicate în componenta imună a râmelor (BLAKMORE, 2015).

Nefridia: pereche mare, este înfăşurată în fiecare segment începând de la 6, dar nu sunt în mod evident veziculate.

Organele masculine: holandric cu doi saci mari, uni pari, văzuţi ventrali în segmentele 10 şi 11; veziculele seminale pereche ocupă segmentele 11 şi 12, fiind pline cu coagulum; fiecare testicul, dispus anterior, are o pâlnie, dispusă posterior, mică; spermatozoizii agregaţi în ducte, unde sunt uşor amestecaţi. Aparatul mascul, complicat, existând descrieri diferite; camera copulatorie conţine un penis drept şi curbat, cu o papilă rotundă.

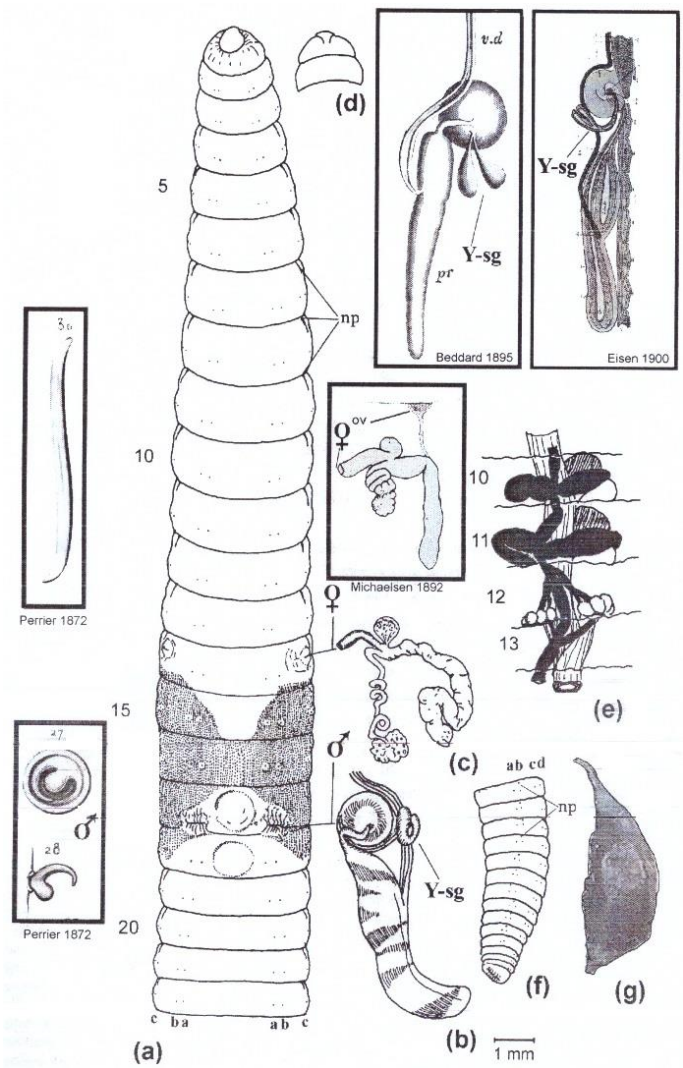


Fig. 1.28. *Eudrilus eugenie:* a) vedere ventrală; b) canal deferent unit cu musculatura euprostatelor care duce în centrul camerei copulatorii (caracteristic glandei este forma de Y, cu canale în partea dreaptă şi stângă), c) deschiderea spermatică şi oviductul combinat în ovisac opus glandei saculare la joncţiunea dintre canal şi ampulă, d) protomium, e) glandele calcifiere, inimile şi vasul dorsal; f) vedere dorso-laterală a segmentelor caudale care se restrâng la pigmere; g) cocon; organele mascule cu penis în papuc şi mereu mai mărit ca seta, organele femele prezintă ovarele cu "ov" (sau ovisacul); organele mascule împreună cu apendicele glandulare a bursei copulatrix fuzionează pentru a da "o formă de potcoavă singură" numită "glanda în formă de Y" producătoare de mătase (notată cu Y-sg) (după BLAKEMORE, 2015)

Aparatul mascul mai conţine o "glandă în formă de Y" care se deschide într-un canal aproape de vârful penisului. Produsul acestei glande în formă de Y este o secreţie asemănătoare cu cea a glandei de mătase a unei omizi, având rolul de a îndepărta sperma copulaţiei anterioare.

Organele femele: cele două perechi de ovare se găsesc în segmentele 13 şi 14. Tubii oviductului sunt încolăciţi în segmentul 14. Ovarele se conectează cu partea saculară a spermaticii, formând "receptaculul seminis". Ovisacul sau "receptaculum ovorum" se termină printr-un oviduct secund lung. Ovarul se conectează printr-un oviduct mai mare la ovisac, unde ouăle sunt fertilizate cu spermă şi se maturează, înainte de transferul embrionilor în coconi.

Prostatele: reprezentate de o pereche mare de euprostate digitiforme, cu musculatură albă, în segmentul 18 cu extindere până la 23; cu măriri musculare ale conductei pereche de spermă care se ataşează central la vârful camerei copulatorii. O conductă oarbă mică, glanda în formă de Y se ataşează la ridicătură.

Coconii: de culoare închisă, în formă de lămâie şi cu dimensiuni de 6 x 3 mm; poate avea între 1 – 8 ecloziuni.

Ating fecunditatea, greutatea, maturitatea şi producţia de biomasă la nivele ridicate la 25^0C decât la 15, 20 sau 30^0C. Greutatea individuală a râmelor depinde de densitatea populaţiei. Cel mai mare număr de coconi pe săptămână şi cel mai mare număr de ecloziuni pe cocon se obţin la 25^0C. La această temperatură, coconii de *Eudrilus eugeniae* eclozează în circa 12 zile şi râmele ating maturitatea sexuală în mai puţin de 35 zile după ecloziune. Ating greutatea maximă, în jur de 2,5 g, în curs de 8 – 10 săptămâni (https://bie.ala.au/species/urn:lsid:biodibersity.org.au:afd.taxon).

Cercetătorii REINECKE şi VILJOEN (1988) din Africa de Sud au studiat numărul de eclozări pe cocon şi de indivizi eclozaţi la specia de râme *Eudrilus eugenae* incubaţi în diferite straturi la temperatura de 25^0C (tabelul 1.3.).

Din totalul de 274 coconi luaţi în studiu au eclozat 166, la care perioada de incubaţie s-a situat în medie la 16,80 zile. Râmele care au produs coconi au avut vârsta între 70 – 100 de zile.

Numărul mediu de eclozări pe cocon a fost de 2,12 ± 0,09 râme tinere. Un lot mai mic de coconi incubaţi în gunoi de grajd, a produs în medie 2,7 ± 0,14 eclozări pe cocon.

Succesul eclozional al coconilor a fost de 84 % în gunoiul de bovine, 50 % în apă distilată şi 48 % pe hârtie de filtru umedă.

Tabelul 1.3.

Numărul de eclozări pe cocon şi de indivizi eclozaţi la *Eudrilus eugenae* în diferite substraturi la 25^{0}C

(după REINECKE şi VILJOEN, 1988)

Mediu	Nr. de coconi folosiţi	Nr. de coconi şi % de nr. total de coconi eclozaţi										Nr. de coconi eclozaţi	Succesul eclozării (%)	Număr mediu de eclozări	
		Număr de ecloziuni												la nr. total de coconi ± SE	la coconi eclozaţi ± SE
		1		2		3		4		5					
		nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%				
Gunoi de bovine	88	22	29,7	20	27,0	17	23,0	10	13,5	5	6,8	74	84,09	2,14±0,14	2,7±0,14
Apă distilată	126	29	46,0	15	23,8	12	18,0	3	4,9	4	6,3	63	50,0	1,04±0,11	2,1±0,45
Hârtie de filtru	60	13	44,8	14	48,3	2	6,9	-	-	-	-	29	48,3	0,78±0,13	1,6±0,12
TOTAL	**274**	**64**	**38,6**	**49**	**29,5**	**31**	**18,7**	**13**	**7,8**	**9**	**5,4**	**166**	**60,6**	**1,29±0,83**	**2,12±0,09**

2. COMPORTAMENTUL RÂMELOR ÎN ECOSISTEMUL LOR NATURAL

Râmele trăiesc în aproape toate solurile (păduri, savane, păşuni ş.a.), făcând excepţie unele medii extreme (gheţari, deşerturi, soluri foarte acide sau foarte sărate). Abundenţa şi diversitatea râmelor variază mult în funcţie de condiţiile climatice (temperatură, durata zilei lumină), pedologice (pH, conţinutul în materie organică), biologice (tipul de vegetaţie, disponibilitatea de hrană, abundenţa dăunătorilor) şi umane (forţa de muncă pentru prelucrarea solului ş.a.). Râmele sunt foarte abundente în solurile umede, cu o productivitate ridicată şi a căror pH este neutru (SIMIONESCU, 1983).

Râmele au capacitatea de a modifica într-un sens pozitiv, caracteristicile solului în care trăiesc, ridicând fertilitatea acestuia prin transformări chimice şi fizice. Prin mişcări reduse dar energice, râma sapă galerii minuscule care favorizează aerisirea solului şi desfăşurarea modificărilor biologice care duc la formarea humusului. Corpul râmei este acoperit cu un strat de mucozităţi care are un rol important în biologia acesteia. Pe fiecare metamer prezintă 4 peri retractili prin care se propteşte de sol, ajutând la înaintare în galeriile subterane. Cu toate că nu are organe auditive şi vizuale, posedă un sistem nervos eficient care îi permite să perceapă lumina şi să discearnă gustul alimentelor. Lipsite de organe specializate pentru respiraţie, realizează schimburile de gaze prin epidermă. Râma trece prin întreg tubul ei digestiv alimentul ingerat împreună cu solul. Din sol doar o treime este utilizat, cealaltă parte fiind expulzată în mediu.

În structura solului se întâlnesc neoformaţii biogene (fig. 2.1.) care sunt consecinţa acţiunii organismelor din sol şi sunt reprezentate prin:

- *coprolite*: formate din aglomerări de excreţii trecute prin aparatul digestiv al râmelor;

- *cervotocite*: reprezentate de canalele realizate de râme sau de alte animale mici (POPESCU, 2015).



Fig. 2.1. Aglomerări de excreţii trecute prin aparatul digestiv al râmelor (https://www.lumeasatului.ro/articole-revista/2524-prezenta-ramelor-criteriu-important-de-apreciere-a-fertilitatii-solului.html)

2.1. PROFUNZIMEA SOLULUI ÎN CARE TRĂIESC RÂMELE

Dispunerea râmelor în soluri nu este uniformă. Ele manifestă preferinţe în funcţie de valoarea pH-ului, de cantitatea de substanţă organică (evaluată în carbon) şi de raportul dintre carbon şi azot din sol. În distribuţia râmelor un rol are şi înclinarea pantei, acestea preferând terenurile plane. Obstacole de netrecut pentru râme reprezintă albia unui râu, pantele abrupte şi pădurile (www.zooland.ro/Cresterea ramelor).

Profunzimea solului locuit de râme depinde de specie. Astfel, speciile *Allolobophora calliginosa* şi *Allolobophora rosea* sapă galerii verticale cu diametrul de 6 mm până la o adâncime de 1 m. Speciile *Allolobophora terrestris longa* realizează galerii cu un diametru dublu care coboară, uneori, până la apa freatică, fără a depăşi 2 m adâncime. De asemenea pătrund adânc în sol şi speciile *Lumbricus polyphemus* şi *Octolasium lacteum*. Pe lângă galeriile verticale, râmele sapă şi galerii orizontale dispuse regulat şi destinate humusului produs şi rădăcinilor. Humusul reprezintă hrana de bază a rădăcinilor (www.animalia.go.ro).

Prin galeriile săpate în sol pătrunde apa din precipitaţii în adâncul acestora, asigurând rădăcinilor plantelor lichidul necesar absorbţiei mineralelor. În mod obişnuit prin galeriile verticale săpate, râmele ajung până la 1 m adâncime. Datorită activităţii metabolice, musculare şi digestive, râmele consumă oxigen şi elimină bioxid de carbon (CO_2). Ca urmare a faptului că CO_2 este mai greu ca aerul, CO_2 se acumulează în porţiunea profundă a galeriei, putând ajunge la concentraţii mari. O concentraţie de 25 % poate pune în pericol viaţa râmelor. În mod obişnuit acest proces nu are loc, deoarece râmele dispun de un mecanism special care anihilează CO_2 în sistemul respirator al râmelor.

În porţiunea anterioară a corpului posedă o glandă calciferă, în care se depozitează *carbonat de calciu* sub formă cristalină. Râmele posedă o respiraţie tegumentară, oxigenul pătrunzând prin pielea umedă în sânge, iar CO_2 tisular este cedat în sânge sub formă de *bicarbonat de calciu solubil* şi apoi condus la *glanda calciferă*, unde este transformat în *carbonat de calciu insolubil*. Odată absorbit este eliminat sub formă de *granule cristaline* în intestin, de unde împreună cu excrementele este adus la exterior.

Granulele cristaline sunt în legătură cu o serie de substanţe mucoase şi cu apă, pentru care ele menţin structura microgranulară a solului care favorizează infiltrarea de aer şi de apă. Drept urmare, glanda calciferă este un organ anexă a respiraţiei într-un mediu poluat cu CO_2. Fixând CO_2 glanda calciferă consumă oxigenul şi creează o depresiune prin care atrage aerul din exterior.

Acest proces de respiraţie, specific râmelor ilustrează un înalt grad de adaptare la condiţii speciale de mediu. Se afirmă că nici un alt organism nu a realizat o astfel de performanţă fiziologică şi biochimică.

Alte specii de râme, mai ales indivizii tineri, locuiesc, îndeosebi în stratul îmbogăţit cu humus. Râmele colorate, datorită pigmentării lor puternice sunt mai puţin sensibile la lumină şi trăiesc în apropiere de suprafaţă sau la suprafaţa solului. Din acest grup fac parte speciile: *Lumbricus rubellus, Lumbricus castaneus, Lumbricus terrestris şi Dendrobaena octaedra*.

2.2. DENSITATEA ŞI MIGRAŢIA RÂMELOR

Densitatea râmelor şi migrarea lor în adâncime este strâns legată de condiţiile de mediu, dar îndeosebi de conţinutul în humus, umiditate, natura, structura şi

temperatura solului. Au o densitate redusă în râme solurile cultivate cu fertilitate scăzută. O densitate ridicată şi un număr mare de specii se întâlnesc în solurile de pajişti, sărace în humus. În aceste soluri trăiesc *Allolobophora chlorotica, Allolobophora rosea* şi *Dendrobaena octaedra*. În număr redus sunt speciile *Lumbricus castaneus* şi *Dendrobaena rubida*. În zonele cu frunzar trăieşte specia *Lumbricus rubbellus*, iar în zone umede se întâlnesc speciile *Eiseniella tetraeda* şi *Octolasium cyaneum*.

Prin cercetările realizate, DARWIN a stabilit că într-un hectar de pajişte pot exista aproximativ 133000 de râme, prin a căror tuburi digestive se prelucrează 10000 kg de pământ/an, pe care-l îmbogăţesc în produşi azotaţi. Consumând substanţele organice din sol, râmele realizează cu atât mai multe galerii cu cât pământul este mai sărac în substanţe organice. Prin galeriile realizate, solul i-a contact cu aerul, crescând cu circa 3 mc la fiecare mp suprafaţă. În structura pajiştilor se pot întâlni până la 1400 galerii/mp. Adâncimea galeriilor diferă în funcţie de specie. Astfel, specia *Lumbricus terrestris* sapă galerii adânci de 102 cm, specia *Octolasium cyaneum* ajunge până la 56 cm adâncime, iar specia *Allolobophora nocturna* până la 33 cm adâncime. Cercetările au dovedit că în acelaşi tip de sol pot trăi împreună mai multe specii de râme, fapt dovedit de prezenţa unor galerii de adâncimi diferite. Prin prezenţa oxigenului în adâncimea solului o serie de substanţe organice sunt mineralizate de procesele oxidative produse de bacterii, ciuperci, protozoare sau mici insecte terricole. În porţiunea profundă a galeriilor săpate de râme, se pot acumula cantităţi importante de elemente minerale. Astfel, într-un an pe un hectar de teren se pot antrena în adâncuri cantităţi de peste 60 kg Na, 70 kg Ca, 30 kg fosfor şi 5 kg K.

2.3. APA ÎN EXCES DIN GALERII

Apa în exces care stagnează în galerii, determină râmele după ploi abundente, să părăsească solul şi să se deplaseze pe suprafaţa solului. Ieşirea din galerii este provocată de lipsa de oxigen.

Conform opiniei lui Adrian NICOLAE (2013) concepţia că râmele ies din pământ după ploaie, pentru a nu se îneca, este falsă. Preluând informaţiile furnizate de Dr. Chris LOWE, de la Universitatea din Preston, Marea Britanie, se consideră că râmele respiră prin piele şi au nevoie de umezeală pentru a fi active, putând

supravieţui câteva zile complet scufundate în apă. Cercetătorul britanic afirmă că explicaţia acestui comportament ar putea fi că ies din sol pentru a se împerechea. Nici această afirmaţie nu este plauzibilă, deoarece din cele 4400 de specii de râme ies din sol doar câteva specii. Acest comportament bizar al râmelor de a ieşi din sol după ploaie este pus de cercetătorul anterior amintit pe seama vibraţiei stropilor de apă care lovesc solul în timpul ploii şi seamănă cu sunetele generate de cârtiţe, marele devorator de râme.

2.4. pH-ul SOLULUI

pH-ul solului reprezintă un factor limitativ al răspândirii râmelor. Multe dintre speciile de râme preferă solurile cu reacţie neutră până la slab alcalină. Majoritatea speciilor de râme au ca valori limită un pH cuprins între 5,8 şi 8,3. Face excepţie specia *Dendrobaena octaedra* care se întâlneşte în perne de muşchi şi în turbării înalte, la un pH de 3,5. Un pH optim, cuprins între 7 şi 7,8 a fost depistat la specia *Allolobophora caliginosa trapezoides*. În solurile calcaroase trăieşte cu predilecţie *Octolasium lacteum*.

2.5. STRUCTURA GRANULOMETRICĂ A SOLULUI

Compoziţia granulometrică a solului este definită de RUSU (2019) ca fiind proporţia în care particulele de sol de diferite mărimi participă la alcătuirea acestuia. Faza solidă a solului este formată din categorii de particule de diferite mărimi, denumite fracţiuni granulometrice, care pot fi grupate în clase de mărimi (tabelul 2.1.).

Tabelul 2.1.

Clasificarea fracţiunilor granulometrice după mărime

(după ATTERBERG, 1912, citat de RUSU, 2019)

Denumirea clasei de mărime	U.M.	Diametrul
Nisip grosier	mm	2,0 – 0,2

Nisip fin	mm	0,2 – 0,02
Praf I	mm	0,02 – 0,01
Praf II	mm	0,01 – 0,002
Argilă	mm	sub 0,002
Argilă fizică	mm	sub 0,001

Aceste fracţiuni granulometrice au următoarele caracteristici:

- *nisipul grosier*: este afânat, foarte permeabil şi cu un început de capilaritate, are o slabă reţinere a apei, dar şi a substanţelor nutritive;

- *nisipul fin:* reţine apa pe care o ridică prin capilaritate, este uşor permeabilă pentru apă şi aer, posedă o coeziune redusă, poate fi uşor străbătut de rădăcini, absoarbe slab substanţele nutritive, este puţin activ fizico-chimic;

- *praful:* realizează spaţii lacunare mici care fac posibilă ridicarea apei prin capilaritate, reţine bine apa, absoarbe mai bina ca nisipul substanţele nutritive;

- *argila*: dimensiunile foarte mici îi conferă o coeziune mare, formează spaţii lacunare foarte mici, posedă o capacitate redusă pentru aer, reţine foarte bine apa, devine plastică, lipicioasă şi aderentă la unelte, prin uscare devine compactă, absoarbe foarte bine substanţele nutritive.

Compoziţia granulometrică a solului influenţează densitatea râmelor. În solurile nisipoase şi cele argiloase densitatea râmelor este redusă şi alcătuită din forme specifice. Astfel, în solurile nisipoase trăieşte specia *Allolobophiora calliginosa*, iar în solurile argiloase există specia *Octolasium lacteum*.

2.6. MODIFICAREA STRUCTURII (TEXTURA) SOLULUI

În studiul conţinutului fracţiunilor granulometrice RUSU (2019) identifică existenţa a trei clase texturale, care la rândul lor sunt împărţite în subclase texturale obţinute din combinarea procentuală a nisipului, prafului şi argilei.

După combinarea diferitelor procente de fracţiuni granulometrice, solurile sunt clasificate în soluri cu:

- *textură nisipoasă* (grosieră, uşoară): conţine un procent ridicat de nisip, care formează spaţii lacunare mari, nu reţin apa sau nutrienţii (aceştia se scurg în profunzime rapid), solurile devin uscate şi slab fertile;

- *textura lutoasă* (mijlocie): prezintă caracteristici intermediare între textura grosieră şi cea fină; posedă o bună capacitate de reţinere a apei fără să devină plastică; este uşor de lucrat; reţine substanţele nutritive; este cea mai favorabilă textură pentru majoritatea organismelor din sol;

- *textura argiloasă* (fină): udată are o stare plastică, iar uscată devine dură; posedă o porozitate totală ridicată; conţine pori foarte fini; prezintă o capacitate ridicată de reţinere a apei şi a substanţelor nutritive; are o capacitate redusă pentru aer; solurile cu o astfel de textură sunt reci şi sunt proprii unor procese de mineralizare reduse.

Textura solurilor se apreciază diferenţiat pe straturile solurilor, prin examinarea probei (cu ochiul liber sau sub lupă), se supune la teste simple (consistenţa la uscat, senzaţia la starea umedă, aderenţa, plasticitatea, rularea etc.).

Examinarea solului în stare uscată: se recoltează o probă, care se pipăie între degete, se sfărâmă cu unghia şi se apasă cu degetul în podul palmei. Se apreciază că solul este fin dacă grăuncioarele sunt mai tari, în cantitate mare, iar prin apăsare pătrund în piele.

Examinarea solului în stare umedă: se umectează solul şi se frământă între degete până când nu se mai percep agregatele structurale; se umectează în continuare solul până în momentul în care începe să se lipească de degete, dar apa nu se mai scurge din sol prin presare; solul umed devine lucios şi murdăreşte mâna, iar apoi se poate modela în podul palmei în formă de sul şi apoi în formă de inel.

Textura solului se poate aprecia folosind următoarele criterii (tabelul 2.2.):

Tabelul 2.2.

Criterii de recunoaştere în teren a texturii solului

(după RUSU, 2019)

Textura solului	**Aspectul materialului privit cu ochiul liber sau cu lupa**	**Consistenţa şi aspectul suprafeţei agregatelor în stare uscată**	**Senzaţia la frecare între degete, a materialului în stare umedă**	**Aderenţă**	**Plasticitate**	**Rulare în stare umedă***	**Modelare în stare umedă la punctul de aderenţă**

Nisipos (argilă sub 5 %)	- grăunţi de nisip practic nelegaţi, printre care se observă foarte mici cantităţi de particule fine	- agregate slab coezive şi cu suprafaţă aspră	- foarte aspră; degetele nu se murdăresc cu material fin pământos	- nulă	- nulă	- ruloul se formează, proba strânsă în mână ia o formă care la deschidere a mâinii are stabilitate mică la scuturare	- nu se pot modela suluri
Nisipo-lutos (argilă 6–12 %)	- predomină grăunţii de nisip mai mult sau mai puţin legaţi; printre aceşti grăunţi se observă cantităţi mici de material fin	- agregate puţin tari cu suprafaţă aspră; la frecare uşoară se desprind grăunţi de nisip de pe suprafaţa agregatului	- asprime puternică până la moderată; degetele se murdăresc uşor	- nulă	- nulă sau foarte slabă	- ruloul se formează dar este instabil şi se formează	- se pot modela sfere cu suprafaţa grăunţoasă ce se sfărâmă la încercarea de modelare
Luto-nisipos (argilă 13-20 %)	- aspect eterogen; mulţi grăunţi de nisip printre aglomerări de particule fine	- agregate tari, se sfărâmă prin apăsare puternică fără senzaţie dureroasă; suprafaţa făinos-aspră ce nu se lustruieşte prin frecare cu unghia	- făinos-aspră; degetele se murdăresc mult	- slabă până la moderată	- slabă până la moderată	- ruloul se formează dar crapă în bucăţi	- se pot modela suluri subţiri (2-3 mm) care crapă uşor şi se rup dacă se ţin de un capăt, nu se pot modela panglici
Lutos (argilă 21-32 %)	- fin şi omogen; cu lupa se observă clar grăunţi de nisip printre aglomerări de particule fine	- agregate foarte tari, se sfărâmă cu senzaţie dureroasă; suprafaţa neted făinoasă ce nu se	- făinos alunecoasă	- moderată până la accentuată lipicios	- plastic	- ruloul se formează în întregime, dar la îndoire în inel se rupe	- se pot modela suluri subţiri (2 mm) care nu se rup dacă se ţin de un capăt dar crapă dacă

	predominante	lustruieşte prin frecare cu unghia					se îndoiesc în inel, se pot modela panglici nerezistente
Luto-argilos (argilă 33-45 %)	- foarte fin şi omogen; se observă cu lupa puţini grăunţi mici de nisip printre aglomerări de particule fine şi foarte fine	- agregate foarte tari; se sfărâmă numai parţial (cu senzaţie dureroasă la apăsare); suprafaţa foarte făinoasă prin frecare cu unghia se lustruieşte formând oglinzi mici (întrerupte)	- unsuros - făinoasă	- foarte mare	- foarte plastic	- ruloul se formează şi se îndoaie în inel, dar inelul crapă	- se pot modela uşor suluri foarte subţiri (1-2 mm) ce se pot îndoi în inel fără a crăpa sau panglici subţiri care se rup la clătinare
Argilos (argilă peste 46 %)	- foarte fin şi omogen; lipsesc grăunţii de nisip; se observă numai aglomerări de particule fine şi foarte fine	- agregate extrem de tari ce nu se pot sfărâma sau mărunţi între degete; suprafaţă netedă alunecoasă; prin frecare cu unghia se formează oglinzi continui	- unsuros - alunecoasă	- foarte mare	- foarte plastic	- prin rularea solului se formează rulou complet care se îndoaie în inel fără a crăpa	- se pot modela uşor filamente ce se pot îndoi în inel sau panglici subţiri ce se pot îndoi în cerc, fără a crăpa
Scheletic sau pietros	- fragmente mari de rocă amestecate cu material fin	- prin separarea părţii scheletice rămâne o masă de sol care după însuşirile pe care le prezintă poate fi încadrată la una din speciile texturale menţionate					

În procesul de formare a solului textura acestuia are un rol deosebit de important. Astfel, o textură grosieră favorizează o levigare intensă, o diferenţiere

slabă a orizonturilor şi o bioacumulare redusă, pe când o textură fină se opune levigării intense, stimulează acumularea de humus şi favorizează gleizarea în exces de apă (RUSU, 2019).

Textura are un rol important în alegerea sortimentului de plante. Astfel, textura nisipoasă este favorabilă plantelor cu înrădăcinare profundă (viţa de vie, pomi fructiferi), pe când textura fină poate fi pentru acestea un factor limitativ.

Textura solului poate influenţa momentul aplicării lucrărilor agricole şi a măsurilor agrochimice. Astfel, solurile nisipoase se lucrează uşor, sunt permeabile pentru apă şi aer, dar au o capacitate de reţinere cationică redusă. În opoziţie cu acestea, solurile argiloase se lucrează greu, sunt compacte şi reci.

Prin triunghiul texturii se reprezintă grafic cele trei formaţiuni granulometrice ale solului (RUSU, 2019).

În acest scop se trasează un triunghi echilateral a căror vârfuri corespund 100 % argilă, 100 % nisip şi 100 % lut. Fiecare latură a triunghiului este împărţită în 10 intervale egale, care sunt unite prin trasarea unor paralele la laturi. Aceste laturi împart triunghiul în compartimente care cuprind toate categoriile de textură, în raport cu componentele structurale ale solului (fig. 2.2.).

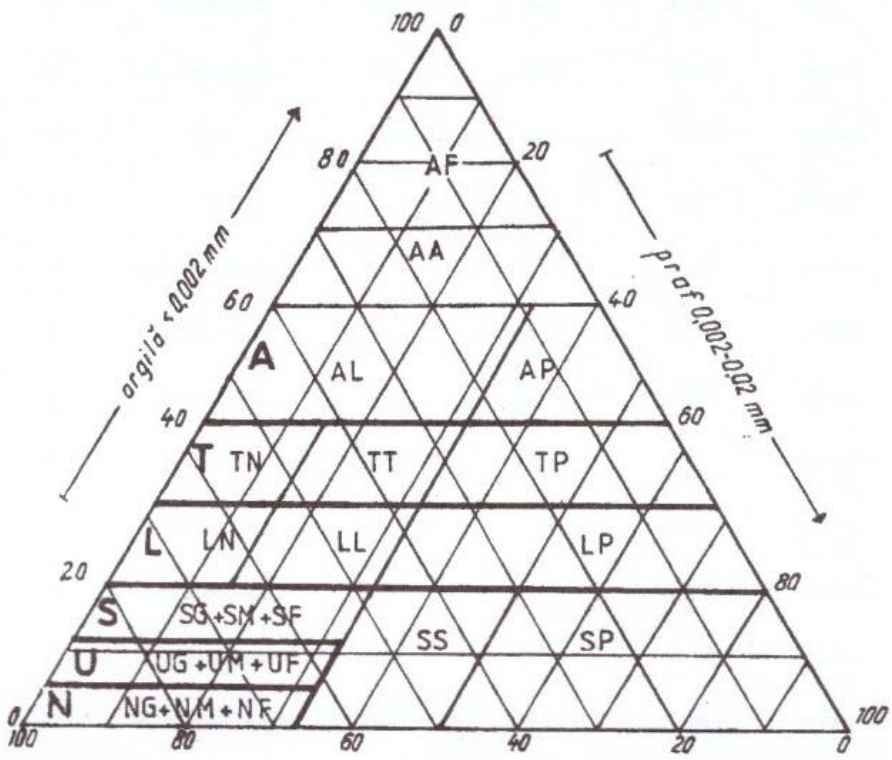


Fig. 2.2. Triunghiul texturii a fracţiunilor granulometrice din sol
(după RUSU, 2019)

În funcţie de rezultatele obţinute se stabilesc pe laturile triunghiului cele trei ponderi procentuale (argilă, nisip şi lut). Din aceste puncte se trasează linii paralele faţă de laturile opuse punctului maxim (adică 100 %). În punctul de intersectare a celor trei linii se identifică clasa de textură obţinută.

Pe baza Metodologiei Elaborării Studiilor Pedologice şi Agrochimice, elaborată în anul 1987, s-au stabilit grupe, clase şi subclase ale texturii (tabelul 2.3.).

Tabelul 2.3.

Caracteristicile structurii texturale a solurilor după care

se încadrează în clase şi subclase (după RUSU, 2019)

Simbol	Denumire	Argilă < 0,002 mm	Praf 0,002-0,02 mm	Nisip 0,02-2 mm	Raportul Nf/Ng
G	**texturi grosiere**	**≤ 12**	**≤ 32**	**≥ 56**	**oricare**
N	*nisip*	*≤ 5*	*≤ 32*	*63*	*oricare*
NG	nisip grosier	≤ 5	≤ 32	≥ 63	< 1
NM	nisip mijlociu	≤ 5	≤ 32	≥ 63	1-20
NF	nisip fin	≤ 5	≤ 32	≥ 63	> 20
U	*nisip lutos*	*6-12*	*≤ 32*	*56-94*	*oricare*
UG	nisip lutos grosier	6-12	≤ 32	56-94	< 1
UM	nisip lutos mijlociu	6-12	≤ 32	56-94	1-20
UF	nisip lutos fin	6-12	≤ 32	56-94	> 20
M	**texturi mijlocii**	**13-22**	**≤ 32**	**35-87**	**oricare**
		≤ 32	≥ 33	≤ 67	**oricare**
S	*lut nisipos*	*13-20*	*≤ 32*	*48-87*	*oricare*
		≤ 20	*≥ 33*	*≤ 67*	*oricare*
SG	lut nisipos grosier	13-20	≤ 32	48-67	< 1
SM	lut nisipos mijlociu	13-20	≤ 32	48-67	1-20
SF	lut nisipos fin	13-20	≤ 32	48-67	> 20
SS	lut nisipos prăfos	≤ 20	33-50	30-67	oricare
SP	praf	≤ 20	≥ 51	≤ 49	oricare
L	*lut*	*21-32*	*≤ 79*	*≤ 79*	*oricare*
LN	lut nisipo-argilos	21-32	≤ 14	54-79	oricare
LL	lut mediu	21-32	15-32	23-52	oricare
LP	lut prăfos	21-32	33-79	≤ 46	oricare
F	**texturi fine**	**≥ 33**	**≤ 67**	**≤ 67**	**oricare**
T	*lut argilos*	*33-45*	*≤ 79*	*≤ 67*	*oricare*
TN	argilă nisipoasă	33-45	14	41-67	oricare

TT	lut argilos mediu	33-45	15-32	23-52	oricare
TP	Lut argilos-prăfos	33-45	33-67	≤ 34	oricare
A	*argilă*	*≥ 46*	*≤ 54*	*≤ 54*	*oricare*
AL	argilă lutoasă	46-60	< 32	8-32	oricare
AP	argilă prăfoasă	46-60	33-54	≤ 21	oricare
AA	argilă medie	61-70	≤ 39	≤ 39	oricare
AF	argilă fină	≥ 71	≤ 29	≤ 29	oricare
C	sedimente cu peste 40 % $CaCO_3$				
P	roci compacte fisurate şi pietrişuri (permeabile)				
Z	roci compacte dure (nepermeabile)				

Structura (textura) **solului** reprezintă un factor limitativ în răspândirea şi migrarea în profunzime a râmelor. În solurile cu diverse stări de glomerulare, râmele se deplasează creând prin forare sau prin înghiţirea solului o galerie. În vederea forării galeriei râma presează solul cu extremitatea cefalică, care este subţiată prin contracţia muşchilor inelari, după care acest spaţiu restrâns dintre particulele solului, se umple prin creşterea volumului corpului prin contracţia muşchilor longitudinali. Pentru a înghiţi solul din faţa orificiului bucal, acesta va fi mai întâi muiat cu secreţii şi după aceasta va fi înghiţit. Prin activitatea desfăşurată de râme este modificată structura solului.

În solul străbătut de râme, cantitatea de excremente depuse nu este de loc de neglijat. În solul de pădure, excrementele totalizează 10000 kg/ha, iar într-o pajişte ating la 80000 kg/ha. În pajiştile tropicale şi în fâneţe sunt aduse la suprafaţă circa 210000 kg/ha de excremente. Cercetările au dovedit că râmele prelucrează până la 10 % din cantitatea de sol în care trăiesc. În Australia, Noua Zeelandă şi Rusia, unde s-au desţelenit întinse suprafeţe de teren s-au introdus râme europene. Din totalul excrementelor produse de râme, 70 % rămân în galerii şi 30 % le scot în afara acestora. (www.agenda.ro).

BLAKEMORE (2015) a studiat compoziţia chimică a excrementelor eliminate de râmele speciei *Eudrilus eugeniae* în urma prelucrării a două tipuri de sol (podzol nisipos şi vertisol argilos) pe care le-a comparat cu 100 % vermicompost ANC (African Nightcrawler = târâtorul nocturn african) obţinut din gunoi de grajd (tabelul 2.4.)

Tabelul 2.4.

Compoziţia chimică a excrementelor speciei *Eudrilus eugeniae* produse prin prelucrarea a două tipuri de sol: (A) podzol nisipos şi (B) vertisol argilos, comparativ cu (C) 100 % ANC vermicompost obţinut din gunoi de cal

(după BLAKEMORE, 2015)

Componentul	(A) Sol nisipos eliminat	(B) Sol argilos eliminat	(C) 100% vermicompost ANC
Umiditate	-	-	30 %
pH	6,2 [1,0]	7,0 [1,0]	6,8
Materie organică	~ 2,1 %[0,9]	~ 8,5 % [1,0]	36 %
Raportul C:N	17:01 [0,9]	13:01 [0,9]	15:01
Total C	1,2 % [0,9]	5,0 % [1,0]	~ 21-28 %
Total N*	0,07 % [1,0]	0,40 % [1,1]	1,89 %
P_2O_5(din P-Bicarb)*	0,005 % [0,8]	0,049 % [1,0]	2,49 %
K_2O (din K total)*	0,13 meq % [0,7]	3,4 meq % [1,9]	1,40 %
NO_3-N	3 [0,3]	44 ppm [1,9]	-
SO_4-S	6 ppm [0,7]	17 ppm [1,3]	-
Ca	2,2 meq % [0,8]	26 meq % [1,0]	5,09 %
Cu	0,5 ppm [0,8]	9,5 ppm [0,8]	95 ppm
Fe	-	-	2,63 %
Mg	0,76 meq % [0,8]	11 meq % [1,0]	0,17 %
Mn	35 ppm [1,0]	77 ppm [0,8]	1,233 ppm
Zn	6 ppm [0,8]	37 ppm [1,9]	329 ppm
Ponderea mediei în sol	[0,8] sau – 20 %	[1,2] sau + 20 %	-

În parantezele pătrate BLAKEMORE (2015) a redat conţinutul unei surse medii de sol, în care 1 % = 10000 mg/kg sau 10000 ppm (părţi pe milion). Prin semnul ~ a redat valoarea estimativă a conversiilor. Macronutrienţii totali N-P-K au în general mai puţină importanţă pentru composturi, acestea având o activitate microbiologică.

2.7. TOLERANŢA RÂMELOR LA TEMPERATURI SCĂZUTE

Toleranţa la temperaturi scăzute a râmelor denotă o mare sensibilitate. Astfel, la temperaturi de până la – 2^0C râmele pot fi afectate mortal. Deoarece nu au timp suficient pentru a coborî în profunzime, toamna târziu şi iarna râmele din straturile superioare ale solului devin victimele îngheţurilor nocturne. În mod normal cu factorii de mediu, precum temperatura şi umiditatea, devin nefavorabili, astfel că majoritatea râmelor se retrag în straturile mai profunde ale solului în vederea repausului de iarnă sau de vară. Totuşi la specia endemică *Allolobophora terrestris longa* repausul de vară se desfăşoară de la sfârşitul lunii mai şi până în septembrie, indiferent de evoluţia factorilor de mediu. În regiunile atlantice, cu climă relativ blândă, specia *Lumbricus terrestris* nu parcurge o hibernare propriu-zisă pentru că în nopţile lipsite de îngheţ iese la suprafaţa solului după resturi vegetale moarte.

Pe continentul european, râmele îşi realizează repausul de vară la adâncimi cuprinse între 20 – 40 cm, iar repausul de iarnă la adâncimi mai mari. Râmele îşi petrec diapauza în spaţii special construite pentru repaus şi întărite cu secreţie. În aceste spaţii râmele stau în poziţia încolăcită. În timpul diapauzei râmele pierd până la 50 % din greutatea iniţială. Pe parcurs ce umiditatea creşte râmele se trezesc la viaţă şi îşi reiau activitatea. Ca urmare a incapacităţii râmelor tinere de a săpa la fel de adânc ca cele mature, ele sunt poziţionate la adâncimi mai mici în stare rigidă, datorită uscăciunii. Uneori, unii indivizi îşi petrec perioadele de repaus în grupuri.

2.8. CAPACITATEA RÂMELOR DE ADAPTARE LA MEDIU

Capacitatea de adaptare la mediul înconjurător a speciilor de râme este diferit dezvoltată. În acest concept, specia *Allolobophora caliginosa trapezoides* dă în condiţiile unor soluri de stepă sau înţelenite, indivizi mai mari şi mai închişi la culoare decât în zonele umede. Un comportament similar a manifestat şi specia *Octolasium lacteum*, excepţia fiind aceea că indivizii aveau o culoare mai deschisă. În solurile slab acide se obţin indivizi mai mici decât în cele neutre sau slab alcaline. S-a

observat că altitudinea nu influenţează în mod evident componenţa speciilor. În regiunile cu nisipuri întinse râmele lipsesc cu desăvârşire. În solurile din zonele tropicale şi subtropicale trăiesc râme care sunt mai mari decât cele din Europa. Astfel, în Madagascar, este nativă specia *Kyonotus darwini*, care atinge lungimi de circa 80 cm, iar în Australia, trăieşte specia *Megascolides australis*, care atinge 2 m lungime şi 2 – 3 cm lăţime, fiind cea mai mare specie de viermi.

2.9. HRANA RÂMELOR

Din punct de vedere al hranei, râmele sunt animale saprofage, adică folosesc o categorie de substanţe organice în descompunere, care nu mai pot fi utilizate sub nici o altă formă de către om. În urma degradării, substanţa putredă intră în circuitul energetic al naturii. Alături de bacterii, de ciuperci şi de alte câteva forme epigee, râmele au un rol economic important în bugetul materiei organice vii sau moarte.

Hrana râmelor constă din *fracţiuni din sol*, care sunt alese de papile şi celule gustative, frunzele majorităţilor arborilor, trase în galerii şi consumate după o degradare microbiană. Frunzele de foioase sunt consumate cu plăcere de râme în primele săptămâni după moarte. Cu mult interes sunt consumate frunzele de cireş şi de păr, frunzele de trifoi roşu, frunzele de ceapă. Frunzele de fag sunt consumate nedegradate, la scurt timp după cădere. Râmele manifestă preferinţă pentru gunoiul de bovine, ovine, caprine şi de porci, refuzând gunoiul de găini.

Înainte de a fi consumat ţesutul foliar fie că este muiat cu secreţie salivară, fie că solul este îmbogăţit cu bacterii, ciuperci, alge, protozoare şi o serie de substanţe humice. Astfel pregătită, hrana este triturată de râme şi apoi amestecată în stomacul muscular cu boabe de nisip ingerate. După trecerea în intestinul mediu este efectuată digestia, cu participarea enzimelor digestive şi a concreţiunilor de calcar produse de glandele calcaroase. La nivelul intestinului are loc resorbţia. În timpul hrănirii, ca urmare a amestecului mecanic şi a reacţiei chimice a materialului de sol coloid, organic şi anorganic, neresorbit, se ajunge, în final, la formarea complexelor argilo-humice.

Cercetările efectuate pe specia de râme *Lumbricus terrestris* au stabilit că un individ ingeră în medie circa 80 mg frunze uscate/g ţesut/zi, ceea ce echivalează cu 2000 kg/ha. Prin tipul de hrănire, râmele sunt animale saprofage, deoarece utilizează materii organice aflate în descompunere, inutilizabile de către om

(https://animalia.go.ro/Annelida/Oligocheta.htm). În urma degradării, substanţa organică putredă, intră în circuitul energetic al naturii.

Râmele, împreună cu bacteriile, ciupercile şi alte organisme epigee, joacă un rol economic important. Determinările efectuate pe *Lumbricus terrestris* au arătat că din 244 g materie organică pe metru pătrat cât există într-un sol de pajişti, 112 g este folosită pentru metabolismul general, 56 g pentru energia musculară, 42 g pentru oxidarea sărurilor amoniacale în azotaţi. În acest mod peste 86 % din substanţa organică a ecosistemului din sol este prelucrată de râme în decursul ciclului vital.

Din pământul înghiţit de râme, acestea extrag substanţele organice pe care le degradează cu ajutorul enzimelor, absorbind elementele folositoare şi eliminând prin intermediul intestinului părţile de catabolism, în special azotaţi. Drept urmare excrementele râmelor conţin, cantităţi importante de săruri amoniacale şi de carbonat de calciu. Prin intermediul unui mucus secretat de tegument, excrementele râmelor sunt fixate pe pereţii galeriilor. O parte din excremente sunt scoase la exterior stratului de pământ lucrat.

2.10. DUŞMANII RÂMELOR

Duşmanii naturali ai râmelor se găsesc în sol şi în afara solului. În sol râmele sunt consumate de către cârtiţe, şoareci, gândaci şi larvele acestora. Pe suprafaţa solului râmele cad pradă păsărilor (găini, raţe etc.). După ploi torenţiale, râmele sunt obligate să părăsească galeriile pline de apă. Dacă soarele apare brusc, omoară, prin iradiere, multe râme (www.animalia.go.ro).

2.11. ACTIVITATEA BIOEDAFICĂ A SOLULUI

Activitatea bioedafică a solului este utilă râmelor prin faptul că favorizează formarea şi stabilizarea structurii glomerulare a solului, aerisirea şi circulaţia apei în sol. Pe parcursul hrănirii râmele degradează, amestecă şi combină substanţele humice cu componentele anorganice din sol, fapt prin care a mărit capacitatea de

absorbţie a solului şi a plantelor superioare, prin creşterea complexelor argilo-humice.

2.12. DIAPAUZA RÂMELOR

La râme apare o stare de diapauză determinată de oprirea activităţii nu datorită unor cauze externe (frig, uscăciune) ci provocată de procese interne, probabil de natură endocrină. Prin suprimarea activităţii râmele nu pierd din apa corpului, ele doar îşi reduc activitatea organelor genitale (MATIC şi colab., 1983).

În mod experimental s-a demonstrat că şi după extirparea ganglionilor cerebroizi râmele trec printr-o stare de diapauză.

3. FERTILITATEA SOLULUI ŞI POTENŢIALUL DE PRODUCŢIE A ACESTUIA

3.1. CONSIDERAŢII GENERALE ASUPRA FERTILITĂŢII SOLULUI

Se cunoaşte faptul că râmele au avut, în decursul timpului, un rol important în geneza şi menţinerea productivităţii solurilor, astfel că ocrotirea lor este imperativă în cadrul măsurilor orientate spre sporirea fertilităţii solurilor. Observaţiile realizate susţin că solurile bogate în râme sunt deosebit de fertile.

Fertilitatea solurilor este influenţată de un număr mare de însuşiri individuale ale acestora şi de multiplele procese care au loc în sol. Foarte importantă este capacitatea de transformare şi de acumulare a solului, în urma cărora sunt puse la dispoziţia plantelor substanţele nutritive necesare creşterii lor, proprii solului sau provenind din exterior (prin îngrăşare) (IANCU şi GOIAN, 1999).

Factorii edafici sunt reprezentaţi de totalitatea însuşirilor fizico-chimice şi biologice ale solului. După opinia lui LIXANDRU (1999) cei mai importanţi factori edafici sunt: structura şi textura, umiditatea, aeraţia, potenţialul capilar, conductibilitatea pentru apă, viteza de urcare, salinitatea, pH-ul, conţinutul în humus, macro şi microelementele minerale.

În determinarea fertilităţii solului, compoziţia lui granulometrică reprezintă un caracter stabil, greu de modificat. Prin aplicarea unor lucrări complexe se modifică conţinutul şi compoziţia chimică a humusului, structura etc. Un factor determinat în fertilitatea solului îl reprezintă activitatea biologică a acestuia.

În componenţa solului este prezentă materia organică alcătuită din următoarele categorii: vegetaţie şi animale vii, care se pot găsi sub formă de substanţe organice transformate sau în curs de transformare, humusul.

Toate organismele din sol, prezintă în funcţie de provenienţa carbonului, două tipuri de organisme: producători sau consumatori (descompunători). *Producătorii*, sunt autotrofi, deoarece folosesc carbonul anorganic din CO_2, pe când *consumatorii* (descompunătorii) sunt heterotrofi, deoarece folosesc CO_2 fixat de producători. Principalii producători de carbon sunt plantele vasculare, în care este fixat de plante

cu ajutorul energiei solare. O parte din carbonul produs este fixat în sol, în algele din sol şi în bacteriile chemiosintetizatoare. Consumatorii sunt reprezentaţi de animalele care folosesc ca hrană frunzele şi rădăcinile, precum şi de microorganisme. Plantele fixează energia sub formă chimică şi sintetizează materia organică datorită funcţiilor clorofilei. Prin energia stocată în resturile organice este posibilă viaţa microorganismelor în sol.

Comunitatea edafică sau *edafobiomul* (din grecescul *edaphon* = sol şi *bios* = viaţă) este alcătuită din totalitatea asociaţiilor vegetale şi animale din sol, formate din ciuperci, bacterii, muşchi, licheni, nevertebrate şi vertebrate, reunite în biocenoze specifice.

3.2. ROLUL MICROORGANISMELOR ÎN SOL

Microorganismele, organisme unicelulare şi pluricelulare, lipsite de diferenţieri ale ţesuturilor sau organelor, se împart în două grupe: *protiste inferioare* sau *procariote* şi *protiste superioare* sau *eucariote*. Din procariote fac parte: bacteriile, actinomicetele (bacteriile filamentoase) şi *cianofitele* (algele albastre-verzi). Din grupa eucariotelor fac parte: ciupercile, algele, protozoarele.

Bacteriile înregistrează numărul maxim în primii 5 cm, după care scad progresiv cu adâncimea. În sol peste 200 de genuri care formează colonii de *Arthrobacter* şi *Pseudomonas*, care utilizează ca substanţe organice: zaharuri, acizi humici, uleiuri şi pesticide. Alte genuri de bacterii fixează azotul nesimbiotic (anaerob – *Clostridium;* aerob – *Azotobacter*) prin formarea de nodule simbiotice de pe organe vegetale (*Rhizobium, Bradyrhizobium*). Bacteriile au rol în circuitul azotului în natură, respectiv în procesele de nitrificare şi de denitrificare. În procesul de nitrificare, bacteriile aerobe transformă amoniacul în nitraţi. Principalele bacterii fixatoare de azot fac parte din genurile: *Nitrobacter, Azobacter* şi *Nitrosomonas*. Bacteriile din genul *Nitrosocystis* transformă nitraţii în nitriţi, care sunt absorbiţi de vegetaţie în acizi aminaţi şi apoi în proteine. După moartea organismelor, proteinele sunt descompuse de bacterii în amoniac. În sol bacteriile se află într-o densitate de 10^9/g şi o biomasă de 2500 kg/ha.

Actinomicetele sunt bacterii heterotrofe care prezintă o morfologie de tip miceliu, mai fină ca a ciupercilor. Cele mai frecvent întâlnite genuri în sol sunt *Streptomyces şi Nocardia*, care pot degrada substanţe organice ce sunt dificil de

descompus. Densitatea lor în sol atinge 10^6/g. Se dezvoltă la temperaturi de peste 40^0C (*termofile*), dar majoritatea speciilor sunt *mezofile*. Actinomicetele sunt rezistente la uscăciune, nu se dezvoltă în soluri cu pH sub 5 ci în soluri alcaline. Agreează solurile bogate în materie organică de tip cernoziom. Sunt numeroase în primii 5 cm, după care scad progresiv cu adâncimea. În climatul temperat, actinomicetele ating o dezvoltare maximă primăvara şi toamna.

Ciupercile, puţin numeroase, contribuie la descompunerea substanţelor organice reziduale (ligninelor). Ele sunt răspândite în primii 10 cm de la suprafaţa solului, în special în litiera în curs de descompunere. Preferă solurile acide şi au un metabolism dominant aerob. Atunci când în sol există condiţii favorabile (nutrienţi, umiditate şi oxigenare) ciupercile se dezvoltă rapid, degradând substanţe organice variate (proteine, celuloză, lignine).

Algele sunt organisme microscopice, care trăiesc în medii umede şi bine luminate. Realizează cantităţi mari de biomasă (între 100 – 1000 kg/ha). Algele sunt organisme unicelulare, grupate în colonii sau filamente. Se clasifică în: *Cyanobacterii procariote* (alge albastre-verzi), *Cyanobacterii eucariote* (alge verzi), *Bacillariophycee* (diatomee) şi *Xanthophycee* (alge brune-verzi).

Algele se dezvoltă în soluri cu pH cu spectru larg (între 3,7 – 8,2) şi la o umiditate ridicată (de aproximativ 60 %). Algele acumulează substanţe organice în sol ca urmare a asimilării de CO_2 prin fotosinteză, şi-l vor îmbunătăţi în azot. Tot prin procesul de fotosinteză algele dezvoltă oxigenul, care stimulează activitatea microorganismelor aerobe din sol şi determină mineralizarea substanţelor organice, asigurând plantelor elementele necesare nutriţiei şi dezvoltării.

3.3. ROLUL FAUNEI ÎN SOL

În funcţie de dimensiunile animalelor care trăiesc în sol şi de acţiunea lor asupra solului, fauna acesteia poate fi grupată în: microfaună, mezofaună, macrofaună şi megafaună (IANCU şi GOIAN, 1999).

Microfauna cuprinde organisme foarte mici (sub 0,2 mm), cu forme efilate, care pot penetra prin capilarele solului. Din această grupă fac parte protozoarele şi nematodele.

Protozoarele fac parte din 5 încrengături, dintre care 3 posedă forme libere în sol (*Rhizopoda, Flagelatta şi Ciliata*) şi 2 sunt compuse şi parazite. Din punct de

vedere numeric în sol rizopodele se găsesc între 100 – 1000 de milioane/m^2. Greutatea loc oscilează între câteva grame şi câteva zeci de grame. *Rhizopodele* sunt reprezentate prin 2 specii*: Amibe şi Tecamibe*. Protozoarele posedă o mare capacitate de multiplicare. Cu toate că au o nutriţie diversificată, hrana de bază o constituie bacteriile. Protozoarele trăiesc la suprafaţa solului umed, precum şi în primii 15 cm ai acestuia. Prezintă o formă activă, în perioada cu umiditate ridicată şi o formă imobilă, de chist, în perioada uscată a anului. Suportă limite de pH între 3,5 – 9 şi o temperatură optimă între 19 – 25^0C.

Nematodele sunt microorganisme pluricelulare, capabile să paraziteze specii de animale şi vegetale. Trăiesc în număr de 1 – 30 milioane/m^2, în primii 10 – 20 cm de sol. Toţi netatozii duc o viaţă acvatică. Perioada uscată le distruge sau îi obligă să treacă la starea de chist. Sub această stare poate rezista zeci de ani.

Mezofauna cuprinde microorganisme care măsoară între 0,2 – 4 mm. Cea mai mare parte din mezofaună este alcătuită din două grupe de microartropode, respectiv din: *Colembole* şi *Acarieni*. Solurile cernoziomice, cultivate, sunt slab populate cu astfel de organisme mici, pe când solurile forestiere cu materie organică aflată în descompunere şi mineralizare avansată, conţin un număr crescut.

Macrofauna este alcătuită din animale, care ating dimensiuni între 4 – 80 mm şi se împart în: *Enchitreide, Lumbricide, Liriapode* ş.a.

Enchitreidele, sunt viermi de talie mică (3 – 30 mm), care toamna sau primăvara ating o biomasă de peste 100 kg/ha. Sunt sensibile la temperatură şi umiditate. Au un rol important în reglarea dezvoltării populaţiei de fungi şi bacterii.

Lumbricidele asigură în partea superioară a molisolului o masă de peste 1000 kg/ha, produsă în proporţie de 70 % din lumbricide, 20 % din artropode şi 10 % din nematode. Într-o zonă de silvostepă lumbricidele ingeră, digeră şi depun 300 t/ha/an, din care 70 % sunt ridicate la suprafaţă.

Miriapodele sunt microorganisme legate de prezenţa calciului şi de saturaţia în baze. Cele mai importante *Miriapode* sunt *Diplopodele*.

Megafauna constă din animale vertebrate care trăiesc în sol o parte din viaţă şi nu-l influenţează major. Din categoria megafaunei fac parte specii geobionte (cârtiţa, orbetele, unele reptile) sau geofile (spre exemplu rozătoarele), care trăiesc la suprafaţa solului spre a-şi procura hrana şi se adăpostesc în masa solului pe timp nefavorabil (LIXANDRU, 1999).

Râmele, prin activitatea benefică pe care o realizează, au un triplu rol în viaţa solului:

- prelucrarea substanţelor organice prin traversarea tubului digestiv şi excretarea lor;
- transferul substanţelor organice în adâncimea solului;
- afânarea solului.

Existenţa râmelor în sol denotă un sol fertil şi sănătos, care oferă în permanenţă posibilităţi de dezvoltare a faunei acestuia.

3.4. ROLUL SUBSTANŢELOR ORGANICE ÎN FERTILITATEA SOLULUI

Substanţa organică constituie o componentă de bază a fertilităţii solului, care are un rol important atât în procesele de creştere şi dezvoltare a organismelor din sol, cât şi în condiţionarea caracterelor fizice ale acestuia (IANCU şi GOIAN, 1999).

Componenţii organici ai solului sunt formaţi atât din organisme vii care trăiesc (microorganisme, animale şi plante), numite *edafon*, cât şi din substanţe rezultate din organisme moarte şi nealterate. Organismele vii, aparţinătoare regnului animal şi vegetal, au o participare redusă la procesul de humificare, pe care-l condiţionează. Cea mai ridicată pondere în sol o are substanţa organică moartă alcătuită din resturi vegetale (proaspete sau puţin descompuse) şi substanţe humice (resturi vegetale alterate profund, produşi de sinteză microbiană şi substanţe humice).

Componentele organice rămase în sol sau la suprafaţa acestuia, au o compoziţie chimică asemănătoare ţesuturilor vii din care provin. În componenţa lor intră: substanţe hidrocarbonate (zaharuri, amidon, celuloză, lignină, grăsimi, răşini), materiale azotate (sub formă de proteine) compuse din carbon, oxigen, azot, fosfor şi sulf; săruri minerale libere de calciu, magneziu, potasiu şi sodiu.

Substanţele organice cu o structură complexă se descompun şi servesc ca hrană pentru bacterii, cu eliminarea de CO_2 şi apă, energie şi zaharuri, amidon, celuloză şi proteine. O serie de substanţe sunt atacate mai lent, lăsând ca reziduuri: lignine, grăsimi, răşini şi tanini. Ţesuturile vegetale conţin următoarele substanţe organice: zaharuri şi amidon (1 – 18 %), celuloză (20 – 50 %), hemiceluloză (10 – 28 %), lignină (10 – 30 %), taninuri, substanţe colorante, grăsimi, ceruri (1 – 8 %) şi proteine (1 – 15 %).

Procesul de humificare constă din multitudinea de procese chimice şi biochimice prin care resturile din sol se transformă în *humus*. În sol, procesul de

humificare are loc când se asigură condiţii de favorabilitate. Prin transformări succesive ale unor particule organice mediul evoluează de la un sistem de substanţe sărace în azot, spre un alt sistem mai bogat tot în azot, dar şi îmbunătăţit în grupări carboxilice, ca urmare a participării intense a unor enzime bacteriene şi ale ciupercilor.

Procesul de formare a humusului depinde de conţinutul de apă al solului, de condiţii optime de climat (60 – 80 % umiditate relativă şi 10 – 30^0C temperatura solului). În absenţa oxigenului, microorganismele anaerobe derulează un proces biochimic mai lent decât degradarea oxidativă (combustia). Absenţa îndelungată a oxigenului duce la o descompunere putridă cu pierderi importante de azot, sulf şi fosfor. În cadrul procesului de humificare (fig. 3.1.), se petrec o multitudine de relaţii de oxidare enzimatică a polifenolilor şi de legare concomitentă de amoniac, aminoacizi, polipeptide şi alţi compuşi cu azot. Compuşii de natură fenolică pot reprezenta atât produse de metabolism ale microorganismelor cât şi produse de descompunere a ligninelor (IANCU şi GOIAN, 1999).

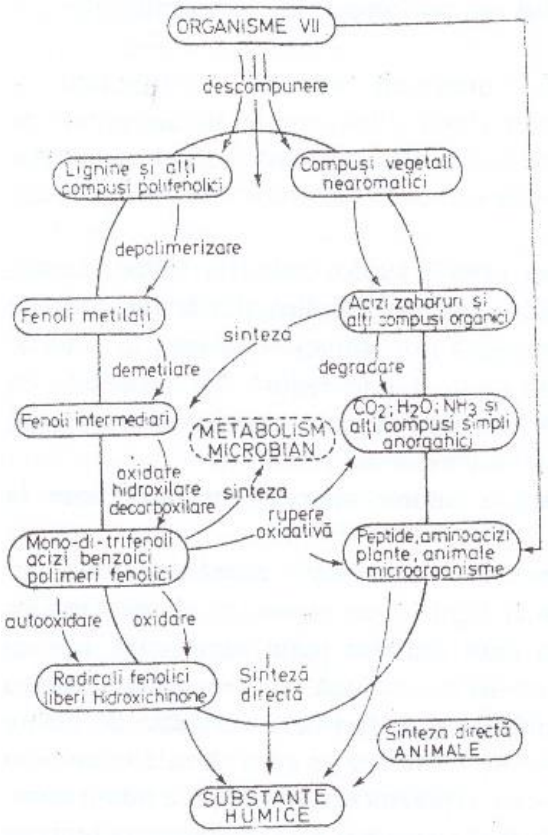


Fig. 3.1. Reprezentarea schematică a sintezei compuşilor humici

(după ELIADE, 1980, citat de IANCU Gh. şi GOIAN M., 1999)

În prima etapă a procesului de producere a humusului, se realizează un atac microbian asupra ţesutului vegetal, cu asigurarea sursei de energie şi carbon. Folosind compuşii asimilaţi, microorganismele sintetizează intracelular unii compuşi asemănători humusului, care sunt eliberaţi în mediu după moartea celulei microbiene. În etapa următoare a humificării, are loc degradarea extracelulară microbiană, cu formarea de acizi humici şi fulvici, care în final pot fi mineralizaţi.

În concluzie se poate afirma că humusul se formează cu ajutorul unor procese biologice, biochimice, chimice şi fizice, parcurse de materia organică moartă, cu prioritate de cea vegetală, microorganismele fiind elementul principal în derularea acestor procese.

Bilanţul humic constă din totalitatea resturilor organice încorporate în sol. El este rezultatul a două procese opuse: humificare şi mineralizare. În cadrul unei

rotaţii normale a culturilor, bilanţul humic se poate determina cu ajutorul relaţiei care urmează:

$$Mh = K_1 \times R_i - M \times K_2 + n$$

în care:

Mh = variaţia stocului de humus din sol;
R_i = cantitatea de substanţă uscată a reziduului organic încorporat;
K_1 = randamentul de humus al reziduului organic;
M = stocul de humus din sol;
K_2 = coeficientul anual de descompunere a humusului;
n = numărul de ani de rotaţie.

În locurile în care se adaugă resturi vegetale, procesele din sol suferă o schimbare de sens şi de intensitate în desfăşurarea proceselor de descompunere, fenomen cunoscut sub numele de *efect de activare*. Acest efect se declanşează ca urmare a activării şi sporirii microflorei care se dezvoltă pe reziduurile vegetale. În stare proaspătă, reziduurile vegetale au un raport C:N mai mic, deoarece sunt mai bogate în azot. Existenţa unei microflore variate, determină o activitate enzimatică crescută, fapt ce determină o accelerare a descompunerii humusului.

Coeficientul de humificare (izohumic) exprimă ponderea procentuală a substanţei organice încorporată în sol şi transformată în humus stabil. El poate înregistra valori cuprinse între 0,2 şi 0,5.

Coeficientul de humificare înregistrează valori ce diferă în funcţie de materia organică încorporată în sol şi de raportul C:N. Atunci când raportul C:N este mic (produse sărace în celuloză şi bogate în azot), elementele minerale se descompun rapid, iar humusul creat este în cantitate mică. În schimb dacă raportul C:N este mare (gunoi cu paie, paie, coceni), descompunerea este lentă, dar se formează o cantitate mare de humus.

Coeficientul de mineralizare a humusului stabil constă din cantitatea de humus descompusă în unitatea de timp, raportată la conţinutul total de humus din sol. Acest coeficient oscilează între 0,008 şi 0,2. Se estimează că mineralizarea atinge, în medie, între 1,5 – 2 %/an, dependent de condiţiile externe, tip de sol cu ansamblu de caractere fizice, chimice şi biologice. În solurile nisipoase sau bine aerate, precum cernoziomurile, procesul de mineralizare atinge 2 – 3%/an. Solurile foarte bine texturate şi cele calcaroase ating un coeficient de mineralizare a

humusului foarte scăzut, de 0,5 – 1 %/an, ca urmare a reducerii activităţii microbiene (IANCU şi GOIAN, 1999).

4. BIODEGRADAREA CONTROLATĂ A DEŞEURILOR ORGANICE

4.1. DEFINIREA NOŢIUNILOR DE COMPOSTARE ŞI VERMICULTURĂ

Biodegradarea controlată vizează prelucrarea anterioară folosirii ca îngrăşământ a deşeurilor organice. Lucrarea este cunoscută sub denumirea de *compostare* (MAN şi IVAN, 1999).

Compostarea reprezintă procesul de transformare pe cale microbiologică a deşeurilor celulozice şi proteice, din surse menajere sau industriale, precum şi a dejecţiilor animale şi a nămolurilor organice de la staţiile de epurare a apelor, într-un produs nepoluant, cu înaltă valoare nutritivă şi energetică pentru microorganismele din sol şi pentru plantele superioare, precum şi un excelent amendament pentru starea fizică şi chimică a solurilor (POP V.V. şi colab., 1987).

Compostul este numit produsul obţinut prin compostare, care reprezintă o formă a materiei organice ce poate fi folosită pentru îngrăşarea terenurilor agricole.

Metodele de compostare a resturilor organice se bazează, în marea lor majoritate pe accelerarea unor procese bacteriene de descompunere şi resinteză a materiei organice. În prima fază, oxidativă, a acestor procese, se eliberează căldură prin care temperatura interioară a materialului supus compostării urcă până la 50 – 70^0C. Totuşi, composturile obţinute prin metode bacteriene accelerate prin ridicarea temperaturii până la 70^0C, nu pot realiza un produs final de aceeaşi valoare cu a humusului solurilor naturale.

În literatura noastră de specialitate şi în vorbirea curentă se foloseşte mai frecvent termenul de "*fermentare*" (exemplu "gunoi fermentat") decât cel de "*compostare*".

Printr-un procedeu care se bazează pe folosirea intensivă a unor specii de râme din familia *Lumbricidae*, specia *Eisenia foetida*, ca agent de compostare s-a recurs la prelucrarea resturilor organice, prin aşezarea lor într-un strat subţire, fără încingere, la temperaturi de sub 25^0C.

În limba română, compostarea cu ajutorul râmelor, poartă denumirea de "*vermicultură*" sau de "*vermicompostare*", care în limba engleză sunt cunoscute prin termenii: *vermicomposting* sau *vermcomposting*, în limba franceză este denumit cu

cuvintele: *lombricompost* sau *lombricompostage* (lombric, semnificând râmă), iar în limba germană este apelat cu termenul de *Wurmkompost*.

Vermicompostul, reprezintă un produs granular, de culoare brună, ce se obţine ca urmare a descompunerii materiei organice (deşeuri vegetale) consumate de diverse specii de râme. Biohumusul sau vermicompostul constituie un îngrăşământ natural, uşor absorbabil de către plante.

Vermicomposturile au următoarele caracteristici:

- prezintă o structură aerată pe care o imprimă şi solurilor pe care se administrează;
- se maturează mai rapid decât composturile care se produc pe baza unor procese microbiene cu degajare de temperaturi ridicate;
- au un conţinut ridicat de microelemente;
- posedă un conţinut ridicat în forme schimbabile de P, K, Ca, S şi Mg;
- prezintă un conţinut ridicat în acizi humici şi fulvici;
- au un conţinut ridicat în substanţe stimulatoare de creştere;
- influenţează favorabil dezvoltarea populaţiilor microbiene şi de mezofaună din sol;
- dispun de un conţinut ridicat de substanţe care inhibă dezvoltarea germenilor patogeni (cum ar fi *Salmonela*), posedând o capacitate de dezintoxicare a solurilor.

Trebuie subliniat, că procesul vermicompostării, în comparaţie cu alte procedee de compostare, pare a fi mai natural şi chiar poate fi accelerat prin creşterea densităţii râmelor la populare.

4.2. DEŞEURI ŞI REZIDUURI BIODEGRADABILE

În contextul conţinutului acestui capitol vom încerca să definim noţiunile de deşeu şi de reziduu.

Deşeul, defineşte ca noţiune, parte (rest) dintr-un produs, materie primă, material, producţie sau parte care cade (rămâne) sau se degradează în cursul recoltării, prelucrării industriale, creşterii sau în alte activităţi, fără a mai putea fi folosite conform destinaţiei iniţiale. O parte dintre deşeuri se pot recupera şi valorifica sub formă de materie primă sau după o prelucrare prealabilă (MAN şi IVAN, 1999).

Reziduul, reprezintă părţi din deşeuri care nu se pot recupera la locul de producere.

Materia organică produsă în mod natural în biosferă, este în întregime regenerabilă şi ia parte la ciclurile biogeochimice.

Drept urmare a proceselor naturale (fotosintezei, chemosintezei) şi a activităţilor practice ale oamenilor, în biosferă apar deşeuri şi reziduuri. Din producţia vegetală, producţia animală şi din industria alimentară apar: deşeuri agricole şi produse neîntrebuinţate ale florei spontane, deşeuri şi reziduuri zootehnice şi din industria alimentară, reziduuri menajere, stradale şi industriale, ape uzate şi nămolurile de decantare, deşeuri şi reziduuri speciale.

Producţia primară netă a vegetației spontane din România reprezintă în jur de 55% din producţia brută, fiind evaluată la 129 milioane t/an, din care 105 milioane tone revin pădurilor. Producţia primară a culturilor agricole din ţara noastră atinge aproximativ 97 milioane tone şi are o productivitate de 9 t/an/ha.

Producţia secundară a culturilor agricole constă din:

- *paiele de cereale şi păstăile de leguminoase*: în ţara noastră se cultivă 3,5 milioane ha cu cereale păioase, care produc 1500 – 2000 kg paie şi pleavă/ha. Paiele se folosesc ca aşternut în adăposturile de animale, se industrializează sau se folosesc ca furaje pentru rumegătoare. Pentru a le ridica valoarea nutritivă şi digestibilitatea paiele se prelucrează prin: *procedee mecanice şi fizice* (tocare, umectare, înmuiere, opărire, melasare, saramurare, însilozare în amestec), *chimice* (amonizare, tratare cu uree, salino-sodică, acido-bazică) şi *biotehnici* (dospire, prelucrare cu drojdie furajeră pe suport de paie);

- *coceni de porumb*: în România se cultivă circa 4 milioane ha cu porumb şi se obţin 8 – 10 milioane tone coceni şi 2 – 3 milioane tone ciocălăi de porumb. Doar în urma reciclării, cocenii şi ciocălăii de porumb se pot valorifica în hrana rumegătoarelor;

- *reziduuri biodegradabile* reciclate în vederea administrării în hrana unor animale: tulpini, capitole şi coji de seminţe de floarea soarelui, vreji de leguminoase şi de cartofi, puzderie de in şi de cânepă, frunze şi colete de sfeclă şi de morcov, resturi de la culturile de grădină, lăstari şi frunze de viţă de vie, lăstare şi frunze de hamei;

- *resurse din flora spontană*: ierburi şi plante crescute pe terenuri virane, perdele de protecţie, şanţuri, poieni, livezi, bălţi şi mlaştini (rogoz, stuf) ş.a.; pot fi recoltate şi prelucrate (compostate) spre a fi administrate animalelor;

- *resurse din silvicultură*: sunt constituite din *furaj arborifer* (crengi mici, frunze, lăstari), *fructe de pădure* (jir, ghindă, castane, alune), *cetină de conifere*;

- *deşeurile şi reziduurile zootehnice*: cuprind reziduuri de digestie (materii fecale), reziduuri de metabolism (urina), conţinut adăugat (aşternut, apă tehnologică, resturi de furaje, corpuri străine), suc de siloz, ape pluviometrice şi reziduale, cadavre, confiscate, placente, avortoni. Cele mai importante reziduuri zootehnice sunt: *gunoiul de grajd* sau *bălegarul* (este un amestec de fecale, urină, aşternut şi resturi furajere provenite de la bovine, ovine, cabaline, porcine sau păsări întreţinute pe aşternut temporar sau permanent); *dejecţii semilichide* (tulburează) (alcătuite din fecale, urină şi apă tehnologică în diverse proporţii; unii le denumesc "dejecţii industriale"; se produc în adăposturi cu pardosea de tip grătar şi evacuarea hidraulică, din fermele de vaci de lapte, tineret taurin, porcine şi păsări în baterii); *dejecţii păstoase* (alcătuite doar din fecale şi urină); colectate cu racleţi sau lopată mecanică; se produc în fermele de bovine).

Cu ajutorul metodei lui WOLL (citat de IONESCU şi colab., 1985) se poate calcula cantitatea de gunoi de grajd dintr-o fermă, cu formula:

$$Qd = \left(\frac{H}{2} + A\right) x\ 4$$

în care:

Qd = cantitatea de dejecţii, în kg/animal/zi;
H = substanţa uscată din hrană, în %
A = substanța uscată din aşternut, în %

La animalele domestice întreţinute în stabulaţie se obţine o cantitate de dejecţii, care se determină după relaţia:

$$Qd = Mv \times 25$$

în care:

Qd = cantitatea de dejecţii, în tone;
Mv = masa vie, în tone.

4.2.1. CANTITĂŢILE DE DEJECŢII SOLIDE SAU LICHIDE, PRECUM ŞI DE RESTURI PRODUSE DE SPECIILE DE ANIMALE

Cantitatea de dejecţii proaspete produse de diferite specii şi categorii de animale, este prezentată în tabelele 4.1. şi 4.2.

Masa corporală medie standard pe specii şi categorii de animale corelată cu cantitatea medie zilnică de dejecţii produse, este prezentată în tabelul 4.3.

Raportat la 100 kg masă vie, bovinele, porcinele şi ovinele excretă zilnic fecale şi urină în jur de 6 kg, adică 6% din masa corporală.

JURUBESCU (1977) semnalează că pentru fiecare kg spor masă corporală se elimină între 5 şi 20 kg egestă completă; pentru 1 kg ouă se elimină 5 kg egestă mixtă, iar pentru 1 litru de lapte se elimină 1,5 – 3 kg egestă completă.

Tabelul 4.1.

Cantităţile de dejecţii proaspete (kg/cap/zi) eliminate de diferite specii şi categorii de animale (după MAN şi IVAN, 1999)

Specia şi categoria de animale	Cantitatea de dejecţii (kg/cap/zi)					
	Stabulaţie permanentă			Ziua la păşune, noaptea la grajd		
	Fecale	Urină	Total	Fecale	Urină	Total
Cai	16-20	4-5	20-25	8-10	2-3	10-13
Vaci de lapte	20-30	10-15	30-45	10-15	5-7	15-22
Taurine la îngrăşat	18-21	7-9	25-30	9-10	3-5	12-15
Viţei	10-22	4-8	14-30	5-10	2-4	7-14
Oi adulte	0,7-3	0,7-1,5	1,4-4,5	0,3-1,5	0,2-0,5	0,5-2
Capre adulte	5	7	12	-	-	-
Scroafe gestante	3,5-4	7-8	10-12	-	-	-
Porci la îngrăşat	2,5-3,5	3-4	5,5-7,5	-	-	-
Purcei şi tineret	1-1,5	0,7-1	1,7-2,5	-	-	-
Găini la baterii	-	-	0,175	-	-	-
Pui broiler baterii	-	-	1,8	-	-	-

			(0-8 săpt)			
Pui broiler pe aşternut	-	-	12 (0-8 săpt)	-	-	-
Iepuri de casă	-	0,04-0,1	-	-	-	-

Tabelul 4.2.

Cantitatea de dejecţii pe cap de animal şi zi

(după MAN şi IVAN, 1999)

Specia	Masa corporală (kg)	Cantitatea de dejecţii kg/cap/zi	% din masa corporală
Vaci lapte	450	30	6,6
	600	40-50	6,5-8
Viţei	80-100	5-7	0,5-7,5
Tineret la îngrăşat	450	30	6,6
Porci	45	3	7
	60	4,2	7
	80	5,6	7
Păsări	2	0,11-0,20	5,5-10

Tabelul 4.3.

Cantitatea de dejecţii pe cap şi zi

(după MAN şi IVAN, 1999)

Specia şi categoria de animale	Masă corporală vie (kg)	Cantitatea de dejecţii (kg/cap/zi)
Vaci de lapte	500	45
Taurine la îngrăşat	600	45
Taurine la îngrăşat	410	35
Scroafe reproducţie	100	11
Porci graşi	100	10
Porci graşi	65	4,60
Ovine	50	2,30
Păsări	3	0,09

Cantitatea de gunoi ce poate fi folosită ca îngrăşământ natural, de la o vacă de lapte (U.V.M.) se apreciază a fi de 9 – 12 tone pe an. O U.V.M. taurine, ovine, caprine, produce o cantitate egală cu de 10 ori greutatea medie corporală pe stand lung, de 7 – 8 ori pe stand scurt şi de 14 ori în stabulaţie liberă. Producţia de purin se poate aproxima ca fiind pentru o vacă complexă la 15 litri/zi.

Dejecţiile semilichide (tulbureală) (tabelul 4.4.), se obţin de la vaci de lapte întreţinute pe stand scurt cu covor de cauciuc, în adăposturi pentru tineret taurin pe pardoseală grătar şi evacuare hidraulică, în complexele de porcine, în halele cu păsări în baterii, în saivane de ovine pe grătar şi în hale cu iepuri crescuţi în cuşti pe fose adânci (MAN şi IVAN, 1999).

Tabelul 4.4.

Cantităţile medii de tulbureală (l/cap/zi) ce se pot obţine în principalele tipuri de exploataţii zootehnice (după MAN şi IVAN, 1999)

Specia şi categoria de animale	Dejecţii semilichide produse (l)	Tulbureală
Vaci de lapte	90-12	cu apă tehnologică
Tineret taurin perioada I-a	30-35	cu apă tehnologică
Tineret taurin perioada a II-a	35-45	cu apă tehnologică
Porcine, evacuare hidraulică	9-33	cu apă tehnologică
Găini în baterii (g/cap/zi)	140-150	fără apă tehnologică

La iepurii de casă, GIDENNE şi LEBAS (1987) au stabilit că ingesta de furaj este corelată cu excreţia de fecale (crotine) dure (tabelul 4.5.). Cea mai mare cantitate de crotine dure (180 g/zi/individ) o produc iepuroaicele în lactaţie, iar cea mai redusă tineretul (45 g/zi/individ) destinat sacrificării.

Tabelul 4.5.

Indicatori tehnici privind producerea de dejecţii (crotine dure şi urină) de către iepurii de casă (după BURA, 2012)

Categoria de iepuri	Cantitatea zilnică de crotine dure produse (kg/zi)	Cantitatea zilnică de urină produsă (l/zi)

	media	limite	media	limite
Iepuroaice adulte lactante	0,180	0,15-0,20	0,28	0,25-0,30
Iepuroaice adulte gestante	0,075	0,07-0,08	0,1	0,09-0,11
Iepuroi adulţi	0,075	0,07-0,08	0,1	0,09-0,11
Tineret femel reproducere	0,075	0,07-0,08	0,1	0,09-0,11
Tineret mascul reproducere	0,075	0,07-0,08	0,1	0,09-0,11
Tineret livrabil	0,045	0,04-0,05	0,09	0,08-0,10
Adulţi reformaţi	0,075	0,07-0,08	0,1	0,09-0,11

Din determinările efectuate s-a constatat că 100 de femele (inclusiv masculi aferenţi, tineretul de înlocuire şi tineretul pentru carne) produc zilnic circa 35 – 40 kg crotine (crote) tari şi 70 – 80 l de urină. Această masă corespunde unui volum de 105 – 110 dm^3, când dejecţiile sunt eliminate zilnic fără separarea urinei şi 70 – 80 dm^3 după decantarea urinei.

În cazul hrănirii iepurilor cu furaj combinat granulat, producţia de dejecţii poate ajunge la 250 – 400 g crotine şi 0,5 – 0,8 l urină pe cuşcă – mamă.

4.2.2. COMPOZIŢIA CHIMICĂ A DEJECŢIILOR ANIMALE

Pentru a preveni încărcarea excesivă cu dejecţii animale într-o exploataţie zootehnică, trebuie să cunoaştem producţia de azot a acestora. În acest scop, este necesar să cunoaştem compoziţia chimică a dejecţiilor animalelor domestice şi să ne raportăm la normele de protecţie a mediului.

Gunoiul de grajd (tabelul 4.6.) este un fertilizant natural foarte valoros pentru culturile vegetale. Din compararea compoziţiei chimice a dejecţiilor diverselor specii de animale reiese că excrementele de iepuri de casă sunt mult mai bogate în N, P_2O_5 şi Ca decât a celorlalte specii.

Tabelul 4.6.

Compoziţia chimică a bălegarului de diferite specii

(după REBREANU, 1983; MAN C., 1986)

Specia de la care provine	Apă	Substanţă organică	N	P_2O_5	K_2O	Ca
	%	%	%	%	%	%
Cabaline	71,3	25,4	0,58	0,28	0,53	0,21
Taurine	77,5	20,3	0,34	0,16	0,40	0,31
Ovine	64,6	31,8	0,83	0,23	0,67	0,33
Porcine	72,4	25,8	0,45	0,19	0,60	0,08
Găini pe aşternut	35,0	-	1,76	1,70	1,00	-
Iepure de casă	50,97	45,25	0,75	1,00	0,20	0,92

Pe baza compoziţiei chimice medii a dejecţiilor solide şi lichide proaspete (tabelul 4.7.), precum şi a conţinutului în reziduuri şi compuşi chimici eliminaţi de diferite specii de animale (tabelul 4.8.), se poate aprecia că zilnic, diferitele specii şi categorii de animale elimină prin rezidii, compuşii utili compostării materiilor organice (tabelul 4.8.).

Programul naţional de monitorizare integrată a solului, aprobat prin Ordinul comun al Ministerului Mediului şi Gospodăririi Apelor şi Ministerului Agriculturii, Pădurilor şi Dezvoltării Rurale, nr. 242 şi respectiv nr. 197/2005, prevede pentru zonele vulnerabile la poluarea cu nitraţi o limită de încărcare cu îngrăşământ organic de 250 kg azot total/ha de fâneţe şi de 210 kg azot total/ha de terenuri arabile.

Cercetările au dovedit (JURUBESCU, 1977) că o tonă masă vie de păsări excretă anual 240 kg azot, porcinele 190 kg azot, taurinele 140 kg azot.

Dejecţiile semilichide conţin 70 – 95% apă şi 5 – 30% substanţă uscată. Încărcătura organică depăşeşte de 3 – 6 ori pe cea a apelor reziduale fecaloid-menajere.

Tabelul 4.7.

Compoziţia medie a dejecţiilor lichide şi solide, proaspete (% din materia brută) (după BĂRSAN N., 1960, citat de MAN şi IVAN, 1999)

Specificare	Apă	Subst. uscată	N	P_2O_5	KO_2	CaO
Fecale						
Bovine*	83,8	16,2	0,29	0,17	0,10	0,35
Ovine	65,5	34,5	0,55	0,31	0,15	0,46
Cabaline	75,5	24,3	0,44	0,35	0,35	0,15

Porcine	82,0	18,0	0,60	0,41	0,26	0,09
Urină						
Bovine*	93,8	6,2	0,58	0,00	0,49	0,01
Ovine	87,2	12,8	1,95	0,01	2,26	0,16
Cabaline	90,1	9,9	1,55	0,00	1,50	0,45
Porcine	96,7	3,3	0,43	0,07	0,83	0,00
Mixte						
Găini	56,0	44,0	1,63	1,54	0,85	2,40
Gâşte	77,1	22,9	0,55	0,54	0,95	0,84
Raţe	56,6	43,9	1,00	1,40	0,62	1,70
Porumbei	54,9	48,1	1,76	1,78	1,00	1,60

* la 500 kg greutate vie

Tabelul 4.8.

Reziduuri şi compuşi chimici eliminaţi zilnic de diferite specii şi categorii de animale (după MAN şi IVAN, 1999)

Specia şi categoria	Total reziduu	Azot	P_2O_5	Sodiu	Total subst. solid
Taurine					
Vaci rase de lapte	40,8	0,15	0,06	0,01	0,88
Vaci rase de carne	40,8	0,15	0,06	0,01	0,88
Juncani carne	23,0	0,07	0,04	0,004	0,93
Junici lapte	23,0	0,07	0,04	0,004	0,93
Viţei	11,3	0,36	0,01	0,004	0,24
Ovine					
Oi	5,44	0,022	0,016	0,0009	0,095
Miei	3,60	0,013	0,009	0,0004	0,050
Cabaline	**25,00**	**0,110**	**0,04**	**0,004**	**0,86**
Porcine	**6,35**	**0,028**	**0,019**	**0,003**	**0,08**
Păsări (media)	**0,14**	**0,0018**	**0,0012**	**0,00011**	**0,0005**
Găini şi curci pentru carne	0,07	0,0007	0,0003	0,0008	0,005
Puicuţe şi broileri	0,04	0,0015	0,00009	0,00004	0,003
Curci pentru ouă	0,14	0,0020	0,000018	0,00018	0,009

Iepurele de casă este un animal erbivor nerumegător, la care cecotrofia este un act fiziologic necesar. La iepure, comparativ cu la rumegătoare, rolul rumenului este preluat de cecum, dispus în partea terminală a intestinului, fapt pentru care principii nutritivi nu pot fi utilizaţi la prima trecere prin tubul digestiv. Iepurele poate beneficia de elementele nutritive din furaje doar prin reingerarea propriilor sale excremente sub formă de crotine moi (cecotrofe), care sunt acoperite cu mucus şi au o umiditate ridicată, de 70 – 80%.

Crotinele moi sunt preluate cu gura direct de la anus şi înghiţite fără să fie mestecate. La a doua trecere prin tubul digestiv, nutreţurile ajung în colon, unde sunt deshidratate (umiditatea coboară de la 45% la 5%) şi transformate în crotine dure.

Prin a doua trecere prin tubul digestiv al iepurilor de casă conţinutul în proteină brută scade cu 21,6% (de la 32,3% la 10,7%) (tabelul 4.9.), aminoacizii, vitamina B şi C scad.

În fecalele de iepure de casă cele mai ridicate nivele ale azotului şi ale potasiului (tabelul 4.10.) au fost depistate în fecalele de tineret în creştere.

Tabelul 4.9.

Compoziţia chimică a crotinelor dure şi moi (cecotrofe) la iepurele de casă

(după BUD şi Adriana POP, 2005)

Compoziţia chimică	U.M.	Crotine tari	Crotine moi (cecotrofe)
Substanţă uscată (S.U.)	%	58,9	29,3
Proteină brută	%	10,7	32,3
Grăsime brută	%	2,7	2,2
Celuloză brută	%	51,1	28,5
Cenuşă	%	5,2	7,9
Substanţe extractive neazotate	% din S.U.	30,2	29,5

Tabelul 4.10.

Compoziţia chimică a fecalelor şi urinei de iepure de casă

(după BUD şi Adriana POP, 2005)

Specificare	U.M.	Femele lactante		Tineret în creştere		Animale adulte în repaus sau în gestaţie	
		Urină	Fecale	Urină	Fecale	Urină	Fecale
Azot	%	1,2	1,3	1,6	1,9	1,2	1,2
Fosfor (P_2O_5)	%	0,1	1,4-1,7	0,02-0,03	1,4-1,7	0,03-0,04	1,4-1,7
Potasiu (K_2O)	%	1,0	0,5	0,75	1,2	1,0	0,5
Calciu	%	0,1	1,7-1,9	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4

Trebuie avut în vedere că unităţile zootehnice, de compostare şi cele de prelucrare a produselor de origine animală, nu primesc autorizaţie de funcţionare decât dacă respectă normele legale privind protecţia mediului ambiant.

4.2.3. BIOCONVERSIA RESURSELOR ARBORIFERE ŞI A FRUCTELOR DE PĂDURE

În viermicultură se recurge la bioreciclarea unor furaje arborifere (frunze, crengi mici, lăstari), fructe de pădure (ghindă, jir, castane, alune) şi cetină de conifere.

Adăugând peste stratul de compost maturat, un nou strat compus din frunze de arbori, lăstari sau crengi mici (tabelul 4.11.) se transformă în biohumus o materie organică valorificabilă doar parţial.

Tabelul 4.11.

Conţinutul în săruri minerale şi proteine în frunzele şi lăstarii unor arbori şi arbuşti (după NEGRUŢIU A., citat de NESTEROV şi colab., 2010)

Nr. crt.	Specia de arbori şi arbuşti	Compoziţia chimică substanţă uscată (în mg/100 g)					
		MnO	N	P_2O_5	K_2O	CaO	Proteine
FRUNZE							

1	*Rhamus frangula* (Cruşin)	29,57	5148,5	1844,7	2173,7	1857,8	32177,5
2	*Betula verrucosa* (Mesteacăn)	45,27	3654,4	1087,5	1541,1	1922,0	28840,0
3	*Salix caprea* (Salcie căprească)	73,10	3697,0	1399,3	2135,7	2419,2	23106,2
4	*Corylus avellana* (Alun)	18,84	2525,5	1300,7	1027,9	2326,7	15784,4
5	*Populus tremula* (Plop tremurător)	4,75	4366,2	1284,8	2509,6	1960,0	27288,9
6	*Carpinus betulus* (Carpen)	47,91	3546,2	1453,5	768,5	1974,4	22163,7
7	*Robus idaeus* (Zmeur)	26,28	2348,1	1210,7	2459,5	1800,0	14675,6
8	*Pinus Sylvestris* (Pin silvestru)	20,88	1245,9	5760,0	969,9	1174,1	7787,5
9	*Fagus sylvatica* (Fag)	18,84	1815,7	421,4	334,2	2440,1	11348,7
10	*Tilia cordata* (Tei cu frunza mică)	-	-	1680,2	2820,1	1057,1	-
LĂSTARI							
11	*Populus tremula* (Plop tremurător)	11,99	1597,1	507,3	1118,7	2159,9	9988,5
12	*Carpinus betulus* (Carpen)	16,10	1188,9	447,5	727,0	2116,8	7430,9
13	*Salix caprea* (Salcie căprească)	7,8	1297,4	542,0	992,1	4072,1	8109,0
14	*Fagus sylvatica* (Fag)	18,41	1210,0	439,2	447,7	2107,9	7568,3
15	*Corylus avellana* (Alun)	-	1178,0	448,5	844,4	2108,8	7363,0
16	*Tilia cordata* (Tei cu frunza mică)	18,46	1524,4	638,6	1420,5	2979,0	9527,8

17	*Quercus robur* (Stejar)	11,26	943,7	190,1	520,8	2158,8	4898,1
18	*Robus idaeus* (Zmeur)	17,99	1206,5	1269,7	1426,4	2457,9	7540,2
19	*Robinia pseudo acacia* (Salcâm)	-	1639,3	405,9	1191,0	3352,9	10246,2
20	*Fraximus excelsior* (Frasin)	-	538,7	295,1	17552,9	2814,3	3367,4

Dintre frunzele studiate cel mai ridicat conţinut în proteine are frunza de cruşin (32177,5 mg/100 g) şi cel mai scăzut nivel a celui de pin (7787,5 mg/100 g). Cele mai bogate în CaO sunt frunzele de fag (2440,1 mg/100 g) şi cele mai sărace sunt frunzele de tei cu frunză mică (1057,1 mg/100 g). Cel mai ridicat conţinut de N au avut frunzele de cruşin (5148,5 mg/100 g), de P_2O_5 frunzele de pin (5760 mg/100 g) şi în KO_2 frunzele de tei (2820,1 mg/100 g).

În ceea ce priveşte compoziţia chimică a substanţei uscate din lăstari, cei mai bogaţi în N au fost lăstarii de salcâm (1639,3 mg/100 g), în P_2O_5 lăstarii de zmeur (1269,7 mg/100 g), în K_2O lăstarii de frasin (1752,9 mg/100 g), în CaO lăstarii de salcâm (3352,9 mg/100 g) şi în proteine lăstarii de salcâm (10246,2 mg/100 g).

Fructele arborilor şi arbuştilor, prin conţinutul lor în proteine, lipide, glucide, săruri minerale şi vitamine (tabelul 4.12.), contribuie la creşterea rezistenţei corporale a vieţuitoarelor care le ingeră.

Tabelul 4.12.

Compoziţia chimică comparată a ghindei, jirului şi a castanelor

(după NESTEROV şi colab., 2010)

Nr. crt.	Sortiment	Substanţe componente (%)			
		Substanţă uscată	Proteine	Lipide	Celuloză
1	Ghindă	85,00	5,70	4,40	6,80
2	Jir	88,90	13,30	27,40	18,50
3	Castane	89,10	7,20	5,40	2,90

Compoziţia chimică a fructelor de arbori diferă între ele. Astfel, jirul, conţine cantităţi importante de grăsimi, proteine şi celuloză, în timp de ghinda şi castanele,

conţin cantităţi mult mai scăzute în aceşti principii nutritivi. Aceste fructe se distribuie pe compost pentru viermicompostare după zdrobire şi măcinare.

Fructele de arbori şi arbuşti fructiferi din pădure încep să fie consumate pornind cu cireşul, care fructifică în lunile iunie – iulie. Multe fructe se coc în lunile septembrie – octombrie (tabelul 4.13.).

O serie de fructe, cum ar fi merele şi perele pădureţe, corcoduşele, afinele, cătina albă ş.a. se caracterizează printr-un aport important de vitamine şi săruri minerale.

Tabelul 4.13.

Vârsta şi ciclul de fructificare, precum şi producţia de fructe şi frunze la arborii şi arbuştii din terenurile învecinate

(după NESTEROV şi colab., 2010)

Nr. crt.	Specia	Vârsta la care fructifică (ani)	Ciclul de fructificare	Luna de coacere	Producţia de fructe (kg/arbore)	Recoltarea frunzelor	Recoltarea fructelor
1	Scoruşul (*Sorbus aucuparia*)	10 – 15	anual-munte; 2-3 ani - deal	septembrie	2 – 5	vara	consumate de pe ramuri
2	Mărul pădureţ (*Malus silvestris*)	8 – 10	anual	septembrie	25 – 30	toamna	cad pe sol
3	Părul pădureţ (*Pirus pyraster*)	8 – 10	anual	septembrie	25 - 30	toamna	cad pe sol
4	Corcoduşul (*Prunus cerasifera*)	5 – 8	anual	august-octombrie	40 – 100	iarna	cad pe sol
5	Porumbarul (*Prunus spinosa*)	-	anual	toamna	-	iarna	consumate de pe ramuri
6	Prunul (*Prunus domestica*)	4 – 5	anual	septembrie-octombrie	26 – 60	toamna	cad pe sol
7	Cireşul sălbatic (*Prunus avium*)	8 – 10	anual	iunie-iulie	20 – 25	toamna	-
8	Alunul (Corylus avellana)	10	anual	toamna	5 – 10	vara	consumate de pe ramuri
9	Castanul porcesc	10 – 15	2-3 ani	-	50 – 100	toamna	-

	(*Aesculus hippocastanum*)						
10	Măceşul (*Rosa canina*)	-	anual	toamna	1 – 4	vara	consumate de pe ramuri
11	Păducelul (*Crataegus monogyna*)	10 – 12	anual	toamna	3 – 5	vara	-
12	Socul (*Samucus nigra*)	4 – 6	anual	septembrie	1 – 2	vara, iarna	-
13	Cornul (*Cornus mas*)	5 – 9	anual	toamna	3 – 5	vara	consumate de pe ramuri
14	Lemnul câinesc (*Ligustrum vulgare*)	3	anual	toamna	1 – 1,5	iarna	consumate de pe ramuri
15	Afinul (*Vaccinium myrtillus*)	-	anual	iulie-august	200–300 kg/ha	vara	-
16	Stejarul (*Quercus robur*)	60 – 80	5-8 ani	ghindă	600–1200 kg/ha	15 – 30 ani	cad pe sol
17	Fagul (*Fagus sylvatica*)	60 - 70	5-6 ani	jir	400–800 kg/ha	vara	cad pe sol

Vegetaţia forestieră poate fi valorificată prin vermicompostare de primăvară şi până la căderea frunzelor, iar în lunile de toamnă târzie prin intermediul frunzarelor (tabelul 4.14.).

Tabelul 4.14.

Valoarea nutritivă a frunzelor de arbori comparativ cu a fânurilor

(după CORLĂŢEANU S., citat de NESTEROV şi colab., 2010)

Nr. crt.	Nutreţuri	Substanţă uscată	Proteină brută	Grăsime	Valoare nutritivă
		%	%	%	UN/kg
1	**Fânuri din vegetaţia spontană**				
	- munte	95,92	13,81	3,03	0,55
	- deal, coline	85,90	10,85	2,75	0,49
	- şes	85,06	9,88	2,75	0,32
2	**Fânuri cultivate**				
	- leguminoase şi graminee	84,82	10,85	3,35	0,48
3	**Frunze de:**				
	- salcâm	90,42	17,37	6,02	0,46
	- plop	84,00	10,80	8,70	0,52
	- salcie	88,35	12,17	3,57	0,68
	- cetină verde	91,95	7,24	10,60	0,51

Vegetaţia forestieră poate avea un rol important în nutriţia râmelor aproape în tot cursul anului. Această afirmaţie se bazează pe analizele chimice efectuate care au evidenţiat că frunzele provenite de la diverse specii de arbori au o valoare nutritivă superioară fânurilor din vegetaţia spontană sau cultivată.

În vederea completării deficitului de furaje fibroase, recoltate în cantităţi insuficiente sau de slabă calitate, se constituie frunzare, ca rezerve furajere pentru toamnă şi iarnă.

Pentru stabilirea necesarului de frunzare pentru furajarea de iarnă, se are în vedere că frunzele (partea consumabilă) reprezintă între 50 – 67 % din greutateas snopilor recoltaţi (tabelul 4.15.).

Tabelul 4.15.

Cantitatea şi procentul de frunze din snopii de frunzare

(după NESTEROV şi colab., 2010)

Nr. crt.	Proveniență frunzarului	Greutatea totală (kg)			% din frunze
		Snopi	Lujeri	Frunze	
1	Tei (*Tilia sp.)*	2,5	1,2	1,3	52,0
2	Frasin (*Fraxinus excelsior*)	2,4	0,8	1,6	66,6
3	Salcie căprească (*Salix caprea*)	1,9	0,7	1,2	63,1
4	Ulm (*Ulmus foliacea*)	1,8	0,6	1,2	66,6
5	Carpen (*Carpinus betulus*)	4,0	1,5	2,5	62,5
6	Soc negru (*Sambucus nigra*)	4,2	1,9	2,3	54,7
7	Stejar (*Quercus sp.*)	5,5	2,6	2,9	52,72
8	Plop (*Populus tremula*)	4,7	2,3	2,4	51,0
Total		27,0	11,6	15,4	57,0

Prin uscare, frunzele pierd între 23 – 50 % din greutate lor (tabelul 4.16.). Modul de uscare şi de păstrare a frunzelor este extrem de important în eficientizarea acestei acţiuni şi asigurarea unui furaj de calitate.

Tabelul 4.16.

Diferenţa între greutatea frunzelor verzi şi uscate

(după NESTEROV şi colab., 2010)

Nr. crt.	Specia	Greutatea frunzelor (kg)		% frunze uscate
		Verzi	Uscate	
1	Tei	50	13,66	27,32
2	Stejar	50	19,50	39,00
3	Carpen	50	18,16	36,32
4	Salcie	60	20,00	33,33
5	Mesteacăn	50	15,94	31,88
6	Salcâm	50	11,38	22,76
7	Arţar	50	25,00	50,00
8	Urzică	50	12,00	24,00

4.3. BIOTEHNICI DE COMPOSTARE

În procesul de compostare este imperios necesar să se facă deosebire între materialele brute cu care s-a început compostarea (paie, coceni, frunze, lemn, deşeuri din livezi, dejecţii animale, celuloză, textile, lână etc.) şi stadiul de descompunere a acestora. Pe parcursul compostării se disting următoarele faze: *compost brut* (se recunosc materiile primare), *compost semifăcut, compost făcut* (mare parte convertit în humus) şi *compost pământos* (mraniţa).

Un compost bun trebuie să aibă următoarea compoziţie chimică: aproximativ 50 % substanţă organică; pH între 7 şi 8, azot total: 0,2 – 0,4 %, fosfor: 0,5 – 2 %; K, Ca, Mn, Mg: 1 %, miros plăcut, aspect omogen în toată grămada şi umiditatea sub 40 % (MAN şi IVAN, 1999).

În funcţie de procedeul de compostare folosit, aceasta are o durată de 3 – 4 luni, 6 luni sau un an.

Biotehnicile de compostare se clasifică în raport cu calitatea şi cantitatea deşeurilor utilizate, precum şi cu dotarea tehnică şi scopul urmărit în *compostare în sistem gospodăresc* (extensivă; intensivă: aerobă, anaerobă, aerob-anaerobă; alte biotehnici de compostare) şi *compostare de tip industrial*.

4.3.1. BIOTEHNICI DE COMPOSTARE ÎN SISTEM GOSPODĂRESC

4.3.1.1. Compostarea extensivă

Această biotehnică porneşte de la punerea deşeurilor animale şi vegetale în grămezi nesistematice, plasate fie lângă adăposturi fie la capătul parcelei de teren agricol care urmează a fi fertilizată. Cu toate că această biotehnică durează un an, compostarea este incompletă. Dezavantajele biotehnicii constau în faptul că se pierd o serie de elemente fertilizante, ca urmare a faptului că nu se atinge în timpul fermentării decât maximum 40 – 45^{0}C şi nu este posibilă inactivarea germenilor

patogeni, a elementelor (ouă şi larve) parazitare şi a seminţelor de buruieni. Prin aplicarea acestei biotehnici poluarea mediului este pronunţată.

4.3.1.2. Compostarea intensivă

4.3.1.2.1. Compostarea intensivă aerobă

Biotehnica compostării intensive aerobe cuprinde *procedeul biodinamic* a lui R. STEINER şi *procedeul Indore* a lui A. HOWARD. În cadrul acestei biotehnici se pot folosi toate categoriile de deşeuri organice, precum: gunoi de grajd, paie, buruieni, pleavă, fân degradat, frunze, vreji, alge, deşeuri din livezi şi din vii, legumicultură, rumeguş, hamei etc. Înainte de a fi folosite se recurge la mărunţirea sau zdrobirea resturilor vegetale. Raportul optim C:N este de 33:1.

În cadrul acestei tehnici de compostare straturile se depun afânat pentru a se aera, la interval de 2 – 3 săptămâni. Procesul de compostare se realizează pe *platforme* (dispuse la suprafaţa terenului cu înălţimea de maxim 2 m) sau în *fose* (late de 1,2 m şi adânci de 0,9 m), pe o durată de aproximativ 3 luni. În fermele mici, platforma (grămada) pentru fermentarea gunoiului sau a altor deşeuri poate avea: baza mare de 2,5 – 4 m, baza mică de 1 m şi înălţimea de 1,8 – 2 mm (MAN şi IVAN, 1999).

Dat fiind că biodegradarea aerobă este exotermă, temperatura în interiorul compostului urcând până la 55 – 60^{0}C sau chiar la 70 – 80^{0}C (tabelul 4.17.), agenţii patogeni pot fi inactivaţi, la fel ouăle şi larvele de paraziţi, precum şi seminţele de buruieni.

Datorită pierderilor mari de azot, compostul rezultat are o valoare mai redusă ca îngrăşământ.

4.3.1.2.2. Compostarea intensivă anaerobă

Pe o platformă (grămada) destinată compostării, lată de 4 m şi lungă în funcţie de nevoi, se depun deşeuri cu umiditate mare (peste 70 %) în straturi de peste 2 m grosime, care pentru a elimina aerul se tasează. În urma pierderii oxigenului se dezvoltă o microfloră aerobă, care descompune lent şi incomplet celuloza, hemiceluloza, pectinele şi parţial lignina (MAN şi IVAN, 1999).

Compostarea anaerobă poate dura între 6 – 12 luni. Pierderile de azot sunt mici şi compostul are o valoare fertilizantă mare. Această compostare se realizează pe platforme semiîngropate sau platforme îngropate.

Ca urmare a faptului că în interiorul compostului se realizează o temperatură scăzută (20 – 25^{0}C iarna şi 30 – 35^0 vara) nu se pot inactiva germenii patogeni din acesta. Pentru a fi distruşi se aplică alte mecanisme.

Tabelul 4.17.

Valorile factorilor de proces tehnologic în compostare

(după DOMINGUEZ şi EDWARDS, 2015)

COMPOSTARE	
FACTORI PROCES	**VALORI**
Raport C:N al deşeurilor	25:1 la 30:1
Dimensiunea iniţială a particulelor	10 – 15 mm pentru sistemul agitat şi aerare forţată.
Conţinutul de umiditate	55 – 60 % (o valoare mai mare este posibilă când se folosesc agenţi cu paie sau aşchii de lemn).
Oxigen	0,6 – 1,8 mc/zi/kg: solide volatile sau menţinut oxigenul la 10 – 18 %. Revenirea temperaturii sau controlul oxigenului aerului este posibilă în aerarea forţată a sistemelor aeriene.
Temperatură	55 – 60^{0}C
Agitarea	Fără agitare periodică se rotesc sistemele simple. Scurgerile scurte din agitaţie viguroasă în sistemele mecanizate.
Dimensiunea rândurilor	Orice lungime; 1,5 m înălţime x 2,5 m lăţime; lăţime pentru aerare naturală.
Dimensiunea reactorului	Înălţimea este extrem de critică, iar vasele mai mari de 3 m pot duce la probleme grave în ventilaţie.
Agenţi patogeni umani	Au fost ucişi după stagiul termofilic al procesului de compostare.
Timp scurs	Faza de auto-încălzire şi faza termofilă (aproximativ o săptămână) sunt urmate de lunile verii “de vindecare” la temperaturi mezofile.

4.3.1.2.3. Compostarea mixtă aerob - anaerobă

Biotehnica mixtă aerob – anaerobă sau metoda KRANTZ, combină cele două metode (aerobă şi anaerobă). Compostarea mixtă se poate realiza pe o platformă dispusă: la suprafaţă, semiîngropată şi îngropată (ca o fosă) (MAN şi IVAN, 1999).

În vederea compostării, pe platformă se pun straturi de deşeuri organice groase de 0,8 – 1 m care se lasă la aerare (afânare) timp de 3 – 4 zile. În acest interval de timp se produce fermentaţia aerobă, după care se tasează şi se adaugă noi straturi. Când compostul atinge o înălţime finală de 3 – 4 m, acesta se acoperă cu un strat de pământ. Procesul de compostare durează 4 – 5 luni, iar în masa compostului temperatura coboară la 55^0C şi nu distruge organismele patogene. Este o metodă greoaie şi nu s-a răspândit la noi.

4.3.1.3. Alte biotehnici de compostare în sistem gospodăresc

Dacă în cazul biotehnicilor clasice aerobe sau anaerobe prezentate sunt compostate dejecţiile solide (gunoiul de grajd) produse în crescătoriile de animale, există şi alte biotehnici care utilizează nămolul de decantare, reziduurile menajere, stradale, fecale umane, mâlul apelor, plantele acvatice şi deşeurile vegetale neconvenţionale (altele decât paiele, pleava, fânul degradat).

4.3.1.3.1. Biotehnica compostării nămolului de decantare din staţiile de epurare

În România s-au întreprins cercetări privind compostarea nămolurilor de decantare a dejecţiilor semilichide provenite din complexele de porci. Prin biodegradarea spontană sau prin biodegradarea controlată (prin administrarea unor preparate microbiene din culturi de bacterii şi ciuperci selecţionate) s-au produs şarje de compost (MAN şi IVAN, 1999). În acest scop, nămolul a fot amestecat cu paie sau alte deşeuri vegetale în proporţie de 2 – 4 părţi paie la 1 parte nămol, pentru a corecta raportul C:N de la 18:1, cât are nămolul de porc, la peste 25:1 şi s-a ajuns la un raport de 44:1. S-a remarcat că procesele de biodegradare spontană şi controlată s-au desfăşurat în condiţii optime, s-au produs modificări fizice (temperatură, umiditate), chimice (materie organică, azot total, nitraţi) şi bacteriologice specifice procesului de compostare. Un compost de bună calitate a

fost obţinut prin amestecuri de produse vegetale cu nămol şi biopreparate de culturi bacteriene, actinomicete şi ciuperci selecţionate. Rezultatele obţinute în compostarea dirijată a nămolurilor de porci cu diferite deşeuri vegetale sunt prezentate în tabelul 4.18.

Tabelul 4.18.

Compoziţia chimică a unor composturi din nămol porcin cu diferite resturi vegetale

(după STEFANIC şi CHIRNOGEANU, 1982, citaţi de MAN şi IVAN, 1999)

Varianta de compostare (9 părţi nămol la o parte paie) (în greutate)	Umiditatea finală (kg apă/t)	Cenuşă (%)	Carbon organic (%)	Azot total (%)	Fosfor total (%)	C:N	Azot nitric N (mg/100 g)
Nămol + paie de grâu	335	56,8	21,4	2,04	1,86	10,5	22,2
Nămol + coceni de porumb	315	64,3	15,0	1,03	1,71	14,5	22,7
Nămol + tulpini de floarea soarelui	481	66,4	16,7	1,67	2,86	10,0	20,0

4.3.1.3.2. Biotehnica compostării reziduurilor menajere, stradale şi industriale

În ultimii ani în comunităţile rurale se folosesc reziduuri menajere, stradale şi industriale. Compoziţia reziduurilor, foarte variată, cuprinde materiale *uşor degradabile* (resturi alimentare) şi *cu fermentare lentă* (hârtie, cartoane). Prin compostare controlată se obţine un compost care are o compoziţie chimică favorabilă vermiculturii. În prezent se practică compostarea în comun a reziduurilor menajere cu nămolurile de decantare a staţiilor de epurare. În multe ţări compostarea se face fie în sistem gospodăresc aerob pe platforme de colectare sau staţii de epurare sau în staţii industriale cu compostare rapidă sau ultrarapidă a reziduurilor menajere, stradale şi industriale (MAN şi IVAN, 1999).

4.3.1.3.3. Biotehnica compostării aerobe a amestecurilor complexe de deşeuri şi reziduuri diverse

În unele ţări din Asia şi America se recurge la compostarea unor amestecuri formate din deşeuri vegetale, plante acvatice, dejecţii animale şi umane, mâlul unor ape, deşeuri menajere şi nămolul unor staţii de epurare, folosind biotehnici de tip gospodăresc, care nu solicită o dotare tehnică pretenţioasă.

4.3.1.3.4. Biotehnica paielor compostate şi a altor deşeuri vegetale pentru a obţine “gunoiul artificial”

O serie de deşeuri vegetale, printre care şi paiele sunt bogate în celuloză, hemiceluloză şi lignină, dar sunt sărace în azot. În acest caz, microorganismele vor hidroliza substratul doar atunci când au la dispoziţie azot. Din aceste considerente deşeurile vegetale sunt la început tratate cu săruri de amoniu, azotaţi, uree, cianamidă, săruri de calciu, fosfor şi potasiu, apoi umectate şi clădite în grămadă, care compostează în decurs de 3 luni. Compostul rezultat, de bună calitate, este denumit şi “*gunoi artificial*”.

4.3.1.3.5. Procedee de grăbire a biodegradării în grămezi de compostare

Pentru a obţine un compost de calitate şi a reduce durata biotransformărilor substratului organic s-au folosit următoarele adausuri.

- se introduc în grămada de compostare unele biopreparate, reprezentate de produse macerate ale unor plante medicinale (urzică, muşeţel, păpădie, coada calului etc.);
- se prepară maiele din culturi selecţionate de bacterii, ciuperci şi actinomicete, care se introduc în grămada ce va fi supusă compostării;
- se introduc concentrate enzimatice în grămada de compostare;
- se aduce raportul C:N la valori de 33:1 sau mai mari;
- se corectează pH-ul;
- se controlează aerarea şi umiditatea în grămada de compostare.

4.3.1.4. Biotehnici de compostare în sistem industrial

În scopul asanării mediului înconjurător de deşeuri şi reziduuri, precum şi pentru a obţine produse noi au apărut noi biotehnici de compostare dirijată.

Cu toate că pe plan mondial există o multitudine de biotehnici, acestea pot fi sistematizate în două faze:

- *în prima fază*: se separă din reziduurile menajere şi stradale corpurile dure şi masele plastice, se amestecă reziduurile cu nămolurile organice, se ajustează raportul C:N la 25:1 cu dejecţii, după care se introduc în containere; se oxigenează conţinutul în mod forţat şi continuu şi se adaugă culturi microbiene termofile, care determină o creştere a temperaturii, în câteva ore, la 50 – 60^0C; după o dezodorizare rapidă, procesul de compostare se încheie în decurs de 2 – 14 zile; se procedează la uscarea compostului cu aer cald până atinge 30% umiditate, se brichetează şi se ambalează;
- *în faza a doua*: după terminarea compostării, deşeurile se depozitează în fose sau pe platforme betonate, în grămezi bine aerate, înalte de 1,5 – 3 m; se asigură materialului compostat o umiditate de 50 – 60%, un raport C:N de 20 – 25:1 după 3 – 4 luni;
- *în faza de condiţionare finală*: după ce se sortează din compost corpurile dure (metale, sticle, mase plastice, bolovani), partea utilă rămasă se macină, se cerne (prin site cu orificii de 10 cm şi apoi de 2 cm). În raport cu doleanţele cumpărătorului produsul final se ambalează (în saci sau în pungi) sau se livrează în vrac (MAN şi IVAN, 1999).

Este unanim acceptat că prin reciclarea deşeurilor organice, cu un grad ridicat de poluare, se obţine un îngrăşământ care ne satisface ca şi strategie economică şi ecologică pe termen lung.

4.4. TIPURI DE COMPOST

Procesul de compostare se bazează pe activităţile microbiale prin care sunt transformate materialele organice, precum sunt: iarba tunsă, frunzele şi crengile care cad, resturile de la bucătărie, într-un fertilizant organic, denumit **compost**.

Compostarea se poate realiza atât în aer liber, cât şi în mediu controlat, excepţie făcând zonele polare şi deşerturile. Prin intermediul procesului de compostare sunt transformate materialele organice din fluxul deşeurilor produse de colectivităţile umane sub formă de gunoi de bucătărie, resturi de la restaurante, gunoi de la animale, frunze, resturi vegetale din curţi şi grădini, hârtie şi carton, lemn, mâlul de la canalizări şi altele (www.scoaladingradina.ro).

Compostul prezintă următoarele proprietăţi favorabile: ajută la reţinerea apei în sol, permite reciclarea resturilor organice din curte, grădină şi bucătărie, introduce organisme benefice în sol, neutralizează compostul din sol, reduce poluarea din rampele de gunoi, reprezintă o alternativă ecologică la fertilizanţii de sinteză.

În cadrul procesului de compostare, microorganismele consumă odată cu materia organică şi oxigen, generând căldură care determină evaporarea apei şi eliberarea de CO_2 în atmosferă. Prin apa evaporată şi CO_2 eliberat se pierde aproape jumătate din greutatea iniţială a grămezii de compost şi reduce volumul materiei prime. Pentru a se transforma într-o materie asemănătoare cu humusul trebuie gestionaţi adecvat parametrii principali: O, N, C, umiditatea şi temperatura.

Cele mai importante elemente ale descompunerii microbiene sunt reprezentate de carbon (C) şi azot (N). Carbonul, sursa principală de energie, este elementul esenţial (> 50 %) a celulelor microorganismelor. Materiile organice cu un conţinut ridicat de carbon, sunt denumite *materii brune*. Azotul, componenta principală a proteinelor, aminoacizilor, acizilor nucleici şi enzimelor, are rol important în dezvoltarea microorganismelor. Materiile organice care conţin mult azot sunt denumite materii verzi. Un compost de calitate se formează cu un raport C:N cuprins între 25:1 şi 30:1. Procesul de compostare va fi activ până la limitele 20:1 sau 40:1,

dar timpul de procesare va fi mai lung (tabelul 4.19.). În situaţia în care raportul C:N este sub 20:1, carbonul existent va fi utilizat în totalitate, fără a stabiliza tot azotul. Azotul în exces se pierde în atmosferă, sub formă de amoniac, grămada de compost mirosind urât. La un raport C:N de peste 40:1, timpul de compostare va fi mult mai mare, ca urmare a absenţei azotului.

În compost nu se pun materiale nebiodegradabile (metale, sticlă, plastic), produse animaliere (carne, brânzeturi), plante bolnave sau tratate cu pesticide (tabelul 4.20.).

Tabelul 4.19.

Raportul C:N la diferite materiale organice

(www.scoaladingradina.ro)

Materie bogată în azot (N)		**Materie boigată în carbon (C)**	
Specificare	**Raport C:N**	**Specificare**	**Raport C:N**
Zaţ de cafea	20-25:1	Frunze uscate	40-60:1
Dejecţii de pasăre (găinaţ)	10:1	Coji de nuci	40-50:1
Iarbă tunsă	12-17:1	Fân	40-50:1
Resturi din bucătărie	10-23:1	Paie	80-100:1
Balegă de vacă/cal	20-25:1	Rumeguş	200-500:1
Pene şi păr	30:1	Hârtie şi carton	300-500:1
Fructe	35:1	Lemn tocat	500-700:1

Tabelul 4.20.

Materiale care se pun sau nu se pun în compost

(www.scoaladingradina.ro)

Ce se pune în compost	**Ce nu se pune în compost**
Resturi vegetale de la bucătărie	Cenuşă
Carton şi hârtie	Citrice
Fân şi paie	Carne, oase, sânge, grăsime
Frunze	Brânzeturi
Zaţ	Ulei folosit
Coajă de ou	Orez fiert sau crud
Pene	Plante bolnave
Buruieni fără seminţe	Fecale de pisică şi de câine

Iarbă tunsă	Lemn tratat
Păr	Plante sau gazon tratate cu pesticide
Pene	Materiale care nu se biodegradează, precum: metale, sticlă, materiale plastice

În procesul aerobic de compostare microorganismele oxidează carbonul, folosind oxigenul şi rezultând CO_2. Dacă oxigenul este insuficient procesul devine anaerobic, iar grămada de compost dobândeşte un miros urât. Procesele aerobice de compostare au nevoie de o concentraţie minimă de oxigen de 5 %. Prin întoarcerea periodică a grămezii, aerul atmosferic, care conţine 21 % oxigen, se asigură oxigenul necesar.

Pentru a supravieţui microorganismele au nevoie de apă, pentru că sub 15 % umiditate a grămezii de compost procesul de descompunere a acestuia se va opri. O umiditate optimă pentru buna desfăşurare a compostării este de 50 %. La o umiditate relativă de peste 60 % se reduce considerabil mișcarea aerului şi se creează condiţii de anaerobioză, însoţite de mirosuri neplăcute.

Putem aproxima, umiditatea compostului luând o mână de materie din grămadă şi strângând-o puternic. În cazul în care mâna devine umedă, dar nu picură apă, putem aprecia că umiditatea este optimă, dacă din compost picură apă înseamnă că apa este în exces, pe când atunci când nu se simte umezeala deloc, înseamnă că este prea uscat.

Procesul de compostare devine eficient de la 26^0C în sus şi optim la o temperatură de 50^0C sau mai mare. Într-o grămadă de compost de un metru cub prin activitatea microorganismelor de descompunere se poate produce o temperatură de până la 70^0C, la care se pot distruge agenţii patogeni umani (la 55^0C), seminţele de buruieni (la 63^0C) şi larvele de insecte.

Clasificarea composturilor se poate realiza şi în raport cu sursa de materie organică utilizată. În acest sens, ŞERBAN (2010) consemnează existenţa următoarelor tipuri de compost: compost de casă (vermicompost); compost de grădină; compost comunitar; compost de câmp; compost de ciupercării.

4.4.1. COMPOST DE CASĂ SAU VERMICOMPOST

Aşa cum îi spune şi numele, el este produs în casă din deşeuri menajere. Atunci când prelucrarea acestora se realizează prin intervenţia râmelor, avem de-a face cu un vermicompost.

În componenţa vermicompostului intră dejecţii de râmă (coprolite), materii organice aflate în diferite stadii de descompunere, humus, coconi de râme, râme vii şi alte organisme. Coprolitele, conţin o masă biologic activă formată din bacterii, enzime şi fracţiuni organice nedigerate de râme, pe când humusul reprezintă un material bogat în acid humic şi substanţe uşor asimilabile de către plante, precum calciu, fier, potasiu, sulf şi fosfor.

4.4.2. COMPOST DE GRĂDINĂ SAU DE CURTE

Reprezintă un îngrăşământ organic obţinut în urma fermentării controlate a unui amestec de deşeuri zootehnice cu resturi vegetale produse în curţile (grădinile) ţărăneşti.

Ca urmare a faptului că într-o exploataţie familială se produc zilnic mici cantităţi de deşeuri organice, se recurge la divizarea procesului de compostare în două etape:

- în prima etapă se procedează la colectarea materialelor organice în recipiente betonate (fig. 4.1.) amenajate în curtea casei (fermei) şi în apropierea sursei de materiale;



Fig. 4.1. Compost de grădină obţinut în bazine din beton
(după ŞERBAN, 2010)

- în a doua etapă are loc compostarea propriu-zisă, care se desfăşoară pe un teren îndepărtat de locuinţele oamenilor (la cel puţin 12 m), adăposturile animalelor şi de surse de apă potabilă (la cel puţin 8 m). Pentru a respecta aceste cerinţe este de preferat să fie ales cel mai apropiat capăt a parcelei care urmează a fi fertilizat cu acest tip de îngrăşământ organic.

4.4.3. COMPOST COMUNITAR (URBAN)

Denumirea de compost comunitar sau urban derivă de la faptul că acest compost se produce pe platformele (gropile) de gunoi orășenești, prelucrând deşeuri organice colectate de la populaţie.

Procesul de compostare se produce în două etape:

- în prima etapă: se colectează selectiv deşeurile, adică separat materialele organice şi separat cele anorganice (plastic, metal, sticlă, textile sintetice etc.);
- în a doua etapă: se supun compostării centralizate materiale organice.

4.4.4. COMPOST DE CÂMP

Acest compost se realizează direct în câmp din resturi vegetale rămase după recoltarea plantelor cultivate şi din buruienile care le-au însoţit în cultură.

Compostul se mai poate realiza din plantele cultivate ca îngrăşăminte verzi, în amestec cu o cantitate mică de pământ luat din stratul superficial al solului pe care au crescut (www.gazetadeagricultura.info/plante/608-agrote).

4.4.5. COMPOST PENTRU CIUPERCI

Acest tip de compost se poate produce doar în spaţii acoperite (beciuri, magazii, remize, şoproane, etc.).

În componenţa compostului pentru ciuperci intră un amestec compus din gunoi de cal şi/sau de păsări, paie (de grâu, secară, triticale, orz sau ovăz)

proaspete (nu mai vechi de un an) şi nealterate, precum şi substanţe minerale (amendamente calcaroase, superfosfat, uneori uree tehnică sau must de gunoi). Ciupercilor trebuie să li se asigure un mediu nutritiv cu un conţinut adecvat de carbon şi de azot, precum şi cu un pH cuprins între 7 – 8.

Acest tip de compost, dacă se respectă tehnologia de compostare, se produce într-un interval de timp relativ scurt, de aproximativ 30 de zile (ŞERBAN, 2008).

Spaţiu de cultură a ciupercilor *Agaricus bisporus, Agaricus edulis şi Coprinus comatus* solicită o pregătire minuţioasă (MATEESCU, 2008). Pentru cultura acestor ciuperci se folosesc trei tipuri de substraturi:

- *substratul clasic*: compus din gunoi de cal şi paie de grâu sau de orz;
- *substratul mixt* (semisintetic): alcătuit din paie de grâu, gunoi de porc şi de păsări;
- *substratul sintetic*: constituit din paie de grâu, gunoi de păsări, amendamente organo-minerale (colţi de malţ sau germeni de malţ de la fabrica de bere).

4.4.5.1. Substraturi nutritive destinate culturii ciupercilor

4.4.5.1.1. Compostarea ciupercilor pe substrat nutritiv clasic

În cadrul acestei tehnici substratul nutritiv este compus din gunoi de cal şi paie de grâu sau de orz, zdrobite cu roţile (şenilele) unui tractor sau cu furca.

Substratul nutritiv se pregăteşte pe platforme acoperite (în remize, magazii şi şoproane) şi betonate, care dispun de sursă de apă şi curent electric trifazic.

Pentru ciuperci, pregătirea substratului nutritiv, proces denumit şi cu termenul de compostare, se derulează în două faze:

- *faza anaerobă* (preînmuiere): are o durată de 10 – 12 zile, iar în ziua a 6-a are loc un proces de preînmuiere a componentelor substratului pentru declanşarea unei fermentaţii aerobe;
- *faza aerobă* (compostarea propriu-zisă): durează 12 – 14 zile şi presupune dispunerea compostului în strat afânat. În această fază, la interval de 3 – 4 zile, când în compost se ating temperaturi de 65 – 70^{0}C, se efectuează întoarceri. Pe parcursul întoarcerilor pentru fiecare 1000 kg de substrat nutritiv pe următoarele amendamente: 25 kg ipsos (carbonat de calciu) şi îngrăşăminte minerale: 3 kg uree tehnică, 7 kg superfosfat, 7 - 8 kg sulfat de amoniu (tabelul 4.21.).

Tabelul 4.21.

Amendamente şi îngrăşământ administrate (kg/t) în procesul de compostare

(după MATEESCU, 2008)

Specificare	U.M.	Ipsos	Superfosfat	Sulfat de amoniu	Uree tehnică cu 40 % azot
Aşezarea	kg	5	-	-	3
Întorsul I	kg	5	-	-	-
Întorsul II	kg	5	-	4	-
Întorsul III	kg	5	3	3-4	-
Întorsul IV	kg	5	4	-	-
TOTAL	kg	25	7	7-8	3

În 1 – 2 zile de la punerea în platformă se declanşează procesul de compostare a substratului nutritiv. Periodic, pentru a crea condiţiile de microclimat necesare microorganismelor declanşatoare a proceselor de fermentare, se procedează la întoarcerea compostului (tabelul 4.22.).

În momentul întoarcerii compostului trebuie să avem în vedere (MATEESCU, 2008) următoarele condiţii tehnologice:

- compostul vechi de la marginea platformei, care nu a suferit un proces de fermentaţie, va fi introdus pe mijlocul noii platforme
- se va vântura compostul cu furca;
- în vederea întoarcerii compostului, muncitorii nu se vor urca cu picioarele pe platformă, deoarece vor tasa compostul, fapt ce va afecta fermentarea aerobă;

- înainte de fiecare întoarcere se va curăţa şi dezinfecta spaţiul din jurul platformei;

- udarea se face, dacă este nevoie, la prima întoarcere; în caz de udare excesivă se face o nouă vânturare sau se administrează suplimentar 1 – 2 kg ipsos/tonă.

După 3 – 4 întoarceri în decurs de 16 zile compostul se apreciază ca fiind pregătit şi poate fi supus pasteurizării naturale. Doar ulterior compostul va fi introdus în localul de cultură.

Tabelul 4.22.

Fluxul tehnologic pentru pregătirea compostului necesar culturii ciupercilor *Agaricus bisporus; Agaricus edulis şi Coprinus comatus*

Sistem clasic (compost clasic) din paie şi gunoi de cal, 1 ciclu/an

(după MATEESCU, 2008)

Specia / Perioada		**Lucrarea**
Agaricus bisporus; Coprinus comatus	***Agaricus edulis***	
1 – 30 VII	1 – 30 IV	*Aprovizionarea cu materii prime şi auxiliare*: - gunoi de cal – 60 kg/m^2; - paie de grâu – 10 kg/m^2.
1 VIII	1 V	*Preînmuierea materialelor* - 5 zile Faza I
7 VIII	7 V	*Omogenizarea la preînmuiere* Ziua a 6-a
11 VIII	11 V	*Preînmuierea* – 4 zile Faza a II-a
12 VIII	12 V	*Aşezarea la compostare aerobă* Dimensiunile platformei: - lăţime 1,8 – 2,0 m; - înălţime 1,7 – 1,8 m.
26 VIII	26 V	*Executarea întoarcerilor compostului* La intervale de 3 – 4 zile, respectiv în zilele de 4, 7, 10, 14 de la aşezare

26 VIII	26 V	*Administrarea îngrăşămintelor şi amendamentelor* - Ipsos – 25 kg/t; - superfosfat – 7 kg/t (simplu concentrat); - sulfat de amoniu 7 – 8 kg/t.
29 VIII	29 V	*Pasteurizarea naturală* - crearea unor canale de aerisire în compost - acoperirea cu folie de plastic; - realizarea unei temperaturi de 55 – 60^{0}C, timp de 48 ore.
30 VIII	30 V	*Stabilirea calităţii compostului* - fără miros de amoniac; - paiele să se rupă uşor; - umiditatea 65 – 67 %.

4.4.5.1.2. Compostarea ciupercilor pe substrat nutritiv mixt (semisintetic)

În componenţa compostului mixt (semisintetic) intră gunoi de porc uscat (30 kg/m^2), gunoi de păsări (10 kg/m^2) şi paie de grâu sau de orez (15 kg/m^2) (tabelul 4.23.).

Tabelul 4.23.

Fluxul tehnologic pentru pregătirea compostului necesar culturii ciupercilor *Agaricus bisporus; Agaricus edulis şi Coprinus comatus*

Sistem clasic (compost mixt din paie, gunoi de porc şi gunoi de păsări), 1 ciclu/an, cultură clasică (după MATEESCU, 2008)

Specia / Perioada		**Lucrarea**
Agaricus bisporus; Coprinus comatus	***Agaricus edulis***	
1 – 30 VII	1 – 30 IV	*Aprovizionarea cu materii prime şi auxiliare*: - gunoi de porc – 30 kg/m^2; - gunoi de păsări – 10 kg/m^2; - paie de grâu sau orez – 15 kg/m^2.
1 VII – 31 VII	11 IV – 1 V	*Uscarea gunoiului de porc*
1 VIII	1 V	*Preînmuierea* – 12 zile

		La 6 zile se omogenizează gunoiul de porc şi pasăre în amestec cu paie de grâu, orz sau orez, aşezat în straturi succesive în platforme.
7 VIII	7 V	*Omogenizarea compostului*
13 VIII	13 V	*Aşezarea la compostarea aerobă*
27 VIII	27 V	*Executarea întoarcerii compostului* Se efectuează 4 întoarceri la intervale de 3-4 zile, respectiv ziua a 4-a, a 8-a, a 11-a şi a 14-a. *Administrarea îngrăşămintelor şi a amendamentelor*: - uree – 2 kg/t la aşezare; - ipsos – 24 kg/t – câte 6 kg/t la fiecare întors..
28 VIII	28 V	*Pasteurizarea naturală*: - crearea unor canale de aerisire în compost; - aerisirea în compost; - acoperirea cu folie de plastic; - realizarea unei temperaturi de 55 – 60^{0}C timp de 48 de ore.
30 VIII	30 V	*Stabilirea calităţii compostului* (substratului nutritiv) - fără miros de amoniac; - paiele să se rupă uşor; - umiditatea 65 – 67 %.

Componentele compostului sunt preînmuiate timp de 12 zile. La interval de 6 zile se procedează la omogenizarea şi la completarea umidităţii compostului.

Faza aerobă a compostării durează 14 zile, în decursul cărora se efectuează 4 întoarceri – vânturări ale compostului, după care se realizează pasteurizarea naturală (MATEESCU, 2008)

În timpul întoarcerii compostului i se va aplica acestuia 2 kg uree/tonă (la aşezare) şi 24 kg ipsos/tonă (câte 6 kg/tonă la fiecare întors a compostului).

4.4.5.1.3. Compostarea ciupercilor pe substrat nutritiv sintetic

În componenţa compostului sintetic (tabelul 4.24.) produs în anotimpul rece (decembrie – februarie) pe platforme acoperite, ferite de îngheţ, intră:

- paie de grâu, orez: 1000 kg (adică 25 kg/m^2);

- gunoi de pasări: pe suport solid: 400 kg (10 kg/m^2);
- uree tehnică: 20 kg (0,5 kg/m^2);
- ipsos: 60 kg (1,5 kg/m^2);
- colţ de malţ: 150 kg (5 kg/m^2).

Procesul de compostare a substratului nutritiv sintetic se desfăşoară în două etape:

- *faza anaerobă* sau *de preînmuiere*: se realizează în 12 – 14 zile; în acest interval de timp se îmbină în mod eşalonat paiele puse în bazinul special amenajat sau pe o platformă betonată prevăzută cu bazin de colectare a mustului în scopul reutilizării (MATEESCU, 2008). Paiele preînmuiate se aşează pe platforma de îmbinare. La interval de 7 zile compostul se omogenizează şi se adaugă jumătate din cantitatea de uree;

- faza *a II-a aerobă* sau *de compostare propriu-zisă*: compostul se aşează afânat pe platforma din hala de compostare. Din momentul în care temperatura se ridică la 60^{0}C, la interval de 3 – 4 zile, se întoarce mecanizat compostul. Cu această ocazie, se completează umiditatea, la primul întors se adaugă ipsosul şi colţii de malţ, iar la celelalte întoarceri se administrează amendamentele (ipsos) şi îngrăşămintele organo-minerale. Prin reaşezarea cât mai afânată pe noua platformă se urmăreşte să se favorizeze procesele de fermentaţie aerobă.

Tabelul 4.24.

Fluxul tehnologic pentru pregătirea compostului necesar culturii ciupercilor *Agaricus bisporus; Agaricus edulis şi Coprinus comatus*

Sistem clasic (compost sintetic pe bază de paie şi gunoi de păsări), 1 ciclu/an, cultură clasică şi 3 – 5 cicluri/an cultură intensivă (după MATEESCU, 2008)

Specia / Perioada		**Lucrarea**
Agaricus bisporus; Coprinus comatus	***Agaricus edulis***	
1 – 30 VI	1 – 10 IV	*Aprovizionarea cu materii prime şi auxiliare*: Materii prime: paie de grâu, orez – 25 kg/m^2; gunoi de păsări pe suport solid – 10 kg/m^2; Materii auxiliare: colţi de malţ – 5 kg/m^2; uree tehnică – 0,5 kg/m^2; ipsos – 1,5 kg/m^2.
2 VIII	3 V	*Preînmuierea materiilor prime* – 2 zile - paie de cereale; - gunoi de păsări.

		Modalitate: - în bazin; - prin udarea eşalonată a straturilor platformei.
5 VIII	6 V	*Aşezarea compostului în platforma de preînmuiere – 7 zile* - se adaugă ½ din cantitatea de uree.
12 VIII	13 V	*Omogenizarea compostului* - 1 zi Din platforma de preînmuiere.
16 VIII	17 V	*Preînmuierea* – 4 zile Faza a II-a - se adaugă cealaltă jumătate din cantitatea de uree
17 VIII	18 V	*Aşezarea la compostarea aerobă*. Dimensiunile platformei: - lăţime 1,8 – 2,0 m; - înălţime 1,7 – 1,8 m. *Executarea întoarcerilor compostului*. La intervale de 3 – 4 zile, respectiv în zilele de 4, 7, 10, 14 de la aşezare. *Administrarea îngrăşămintelor şi a amendamentelor* La întorsul I şi II: - Se adaugă colţii (germenii) de malţ; -. Se adaugă ipsosil.
29 VIII	30 V	*Pasteurizarea naturală:* Refacerea platformei în următoarele condiţii: - crearea unor canale de aerisire în compost; - acoperirea cu folie de plastic; - realizarea unei temperaturi de 55 – 60^{0}C timp de 48 de ore.
31 VIII	1 VI	*Stabilirea calităţii compostului* - fără miros de amoniac; - paiele să se rupă uşor; - umiditatea 65 – 67 %.

4.4.5.2. Pasteurizarea naturală

Prin fermentarea aerobă creşte temperatura din interiorul compostului la 55 – 60^0C. Operaţiunea de pasteurizare se efectuează în perioada caldă a anului, la toate tehnologiile de realizare a compostului pentru cultură, în mod asemănător. Prin această activitate se îmbunătăţesc calităţile compostului şi se distrug mulţi dăunători (MATEESCU, 2008).

Las 1 – 2 zile după cea de-a patra întoarcere, se realizează a cincea întoarcere. Cu această ocazie în masa compostului se plasează tuburi de tablă zincată cu diametrul de 30 – 35 cm. La terminarea aranjării platformei se scot tuburile din compost, rămânând doar canalele de aerare.

Vara, pentru sporirea aerării, se folosesc "capre" de lemn (înalte de 30 – 50 cm), peste care se pune compostul şi în partea superioară a acestora se pun tuburi de ventilaţie. Pe suprafaţa platformei cu compost se aşează o folie de polietilenă, lăsând canalele de aerisire libere (MATEESCU, 2008).

Astfel pregătită, platforma de compost se menţine timp de 2 zile, până atinge o temperatură de 55 – 60^0C, chiar şi în straturile de suprafaţă.

La sfârşitul procesului de compostare rezultă un substrat nutritiv cu pH cuprins între 7,2 – 8, umiditatea de 63 – 65 %, culoarea cafenie-deschis, strâns în mână este elastic, paiele compostului prezintă rezistenţă la rupere, mirosul de amoniac este perceptibil.

După pasteurizare dirijată compostul are următoarele caracteristici: culoare brună sau uşor negricioasă cu pete albe, textura (apreciată prin strângere în mână) este moale, paiele se rup uşor, dăunătorii lipsesc, miros plăcut, extractul din substrat aproape incolor şi lipsit de bacterii mobile.

4.4.6. COMPOSTAREA BOKASHI OBŢINUT DIN DEŞEURI BIOGENE ÎMBUNĂTĂŢITE ÎN MICROORGANISME EFICIENTE

Acest produs este un compost finit, produs de fermentarea diferitelor deşeuri biogene cu ajutorul unor microorganisme. Denumirea de Bokashi vine din limba japoneză şi înseamnă "transformare grămadă". Este un proces anaerob, nefiind aerisit.

Prin introducerea unor *microorganisme eficiente* (EM) în compost se elimină putregaiul din grămada de compost şi se economiseşte timpul de lucru. Multitudinea de elemente nutritive, îndeosebi azotul, rămân în continuare în compostul Bakashi, fără a fi eliminate în atmosferă, menţinându-se în compost.

Compostul EM:

- durează câteva săptămâni;
- oxidează la temperaturi scăute;
- completarea grămezii este necesară doar dacă se adaugă material nou, dacă materialul este prea uscat sau prea umed;
- după 6 – 8 săptămâni puterea de germinare a diferitelor seminţe este suprimată prin procesul de mucegăire;
- generează mirosuri.

Compostul convenţional:

- cu pământ aerob durează mai mult;
- din cauza temperaturilor ridicate substanţele organice se oxidează; de aceea este necesară întoarcerea grămezii mai des, altfel elemenetele valoroase sunt eliminate în atmosferă;
- prin răscolirea grămezii apar mirosuri generate de conţinutul în amoniac;
- timpul de compostare este mai îndelungat.

Metoda de compostare Bokashi accelerează procesul de formare a compostului şi suprimă putregaiul, favorizează activitatea microbiană din sol şi îmbunătăţeşte starea fizică, chimică şi biologică (www.multikraftromania.ro/compost-Bokaschi).

Prin aplicarea metodei Bokashi creşte producţia şi calitatea recoltei, ca o consecinţă a următoarelor aspecte:

- se îmbunătăţeşte calitatea şi fertilitatea solului;
- se amplifică formarea de humus în sol;
- se vitalizează viaţa din sol;
- se măreşte capacitatea solului de depozitare a apei şi a elementelor nutritive;
- se încălzeşte mai rapid solul primăvara – solurile tratate cu EM sunt cu 3 - 4^0C mai calde;
- se stimulează formarea rădăcinilor;
- se măreşte rezistenţa plantelor;
- se coc mai uniform fructele;
- plantele şi fructele sunt mai bogate în vitamine;
- se îmbunătăţeşte rezistenţa culturilor la depozitare.

4.4.6.1. Producerea compostului EM – Bokashi

În scopul producerii compostului Bokashi se folosedc o multitudine de deşeuri biogene, precum: tărâţe de grâu, pleavă, paie tocate, deşeuri de bucătărie (exceptând carnea), rumeguş, iarbă, crengi mărunţite, frunze, gunoi de grajd (de la capre, păsări şi cai), precum şi alte materii organice. Deşeurile biogene din copaci sau tufe (conifere, rododendron) sunt prelucrate separat.

4.4.6.2. Aşezarea grămezii

Grămada de compost va fi structurată în 65 % gunoi de ngrajd (bălegar biogen) şi 35 % material de structură (spre exemplu: rumeguş, maşchii de lemn, paie, frunze etc.). În permanenţă întreaga grămadă va avea o umiditate cuprinsă între 35 – 40 % (www.multikraftromania.ro/compost-Bokaschi).

În momentul amenajării grămezii, se va pulveriza întreg materialul de compost cu soluţie (de la 110 până la 1100, circa 1 litru) EM de la EM-Activ/m^2, în funcţie de umiditatea materialului folosit. În perioada următoare materialul tratat cu EM va fermenta fără alte intervenţii. Fermentarea se va produce din primăvară până în toamnă în decurs de 6 – 8 săptămâni şi iarna, când grămezile sunt mari, după 8 – 10 săptămâni.

În situaţia în care se constată o creştere a umidităţii materialului supus compostării, acesta va fi amestecat din nou. La fiecare nouă intervenţie de amestecare se impune ca materialul de compost să fie pulverizat şi apoi bine amestecat cu 0,1 litru EM-Activ/m^2, pentru a prevebni apariţia de mirosuri şi de repornire a fermentaţiei anaerobe. Pe ansamblu, trebuie ca până la aşezarea grămezii finale, materialul de compost este necesar să conţină pe m^2 cel puţin 1 litru EM-Activ, amestecat omogen în compoziţie.

4.4.6.3. Procesul de fermentaţie

Din momentul în care grămada pentru compost a atins un nivel de umidatate de 35 – 40 %, aceasta nu ar mai trebui întoarsă sau aerisită. Din primăvară până toamna, compostul va fi fermentat în 6 – 8 săptămâni, pe când iarna, când grămezile sunt mai mari este nevoie de 8 – 10 săptămâni până se va obţine compostul EM-finit (www.multikraftromania.ro/compost-Bokaschi).

Atunci când se adaugă material nou, pentru a nu întrerupe fermentaţia, este necesar ca materialul deja tratat şi amestecat să fie pulverizat cu 0,1 litri EM-Activ (Ema)/m^2, iar materialul netratat cu 1 litru EM-Activ/m^2.

4.4.6.4. Împrăştierea compostului Bokashi

Mirosul plăcut acid al compăostului împrăştiat în strat subţire pe câmp va fi încorporat în culturile de câmp. După o perioadă de 2 – 4 săptămâni compostul Bokashi va forma un sol nutritiv pentru flori, culturi de câmp şi alte plante.

Conţinutul acid al pH-ului compostului Bokashi în stare proaspătă permite plantarea sau însămânţarea chiar şi după o săptămână după împrăştierea compostului.

4.4.7. COMPOSTAREA EXCREMENTELOR UMANE

În anul 1994, cercetătorul Joseph JENKINS a enunţat termenul de "*Humanure*", pentru a prezenta procesul de reciclare prin compostare în scopuri agricole a excrementelor umane constituite din fecale şi din urină (https://biblioteca.regielive.ro/proiecte/ecologie/compost).

Neologismul de "*humanure*" include o combinaţie realizată între fecale şi urină, ca material ce suplimentează carbonul. Prin compostare fecalele şi urina sunt eliminate favorizând întoarcerea substanţelor nutritive conţinute în sol şi prevenind degradarea solului. Prin faptul că materia fecală şi urina umană dispun de un nivel ridicat de azot, fosfor, potasiu, carbon şi calciu, compostul rezultat echivalează cu mulţi fertilizanţi. Prin evitarea folosirii apei potabile la toaletă, humanure contribuie la conservarea apei dulci şi previne poluarea apelor subterane şi contaminarea solului.

Pentru a fi folosit pe culturi, humanure trebuie să parcurgă procesul de descompunere termofilă în urma căruia sunt distruşi agenţii patogeni dăunători, iar pentru a diminua potenţialul phytotoxin este necesar să traverseze o a doua etapă mezofilă. Datorită temperaturii externe de compostare, humanure ucide agenţii patogeni umani, procesul de descompunere având o durată îndelungată care poate ajunge la 1 – 2 ani.

Pe marginea şoselelor din Suedia şi în Parcurile Naţionale din SUA şi Marea Britanie sunt instalate *toalete de compostare* (fig. 4.2.). Pe lângă aceste toalete construite în fabrici, mai există şi altele construite de om pentru uzul casnic. Toaleta de compostare este o toaletă uscată care aplică o procesare aerobă a excrementelor fără a utiliza apă sau folosind volume mici de apă (0,5 litri/utilizare),

prin compostare sau prin descompunere aerobă. În mod obişnuit, excrementele umane sunt amestecate cu rumeguş, nucă de cocos şi turbă, sprijinind astfel procesul aerob, absorbind lichidele şi reducând mirosul.



Fig. 4.2. Procesarea bioologică a unui amestec organic în toalete de compostare
(www.chrome-effect.ru)

Toaletele de compostare construite în fabrici sunt echipate cu ventilatoare pentru aerisire, un sistem de încălzire destinat păstrării temperaturii la un nivel optim propice procesului de compostare şi pentru a se evapora urina. După fiecare folosire în toaletele de compostare se adaugă o cantitate redusă de material absorbant de carbon (cum ar fi rumeguş, nucă de cocos sau muşchi de turbă), pentru a realiza un bun proces de aerare, absorbţia lichidului şi a crea o barieră de miros. Pentru a fi sigur că procesul are loc, proprietarii de toalete de compostare folosesc la început culturi microbiene. Prin intermediul unui scaun de toaletă se colectează excreţiile într-un dispozitiv de compostare (fig. 4.3.). Un sistem vacuumetric poate spăla orizontal sau în sus, cu o cantitate mică de apă (0,5 l/utilizare), pentru compostare. Procesul de compostare se realizează într-o groapă betonată dispusă sub scaunul de toaletă, cu volum mare. Această amenajare asigură volumul necesar pentru întregul parcurs a unui an şi chiar pentru mai multe scaune de toaletă (fig. 4.4.).

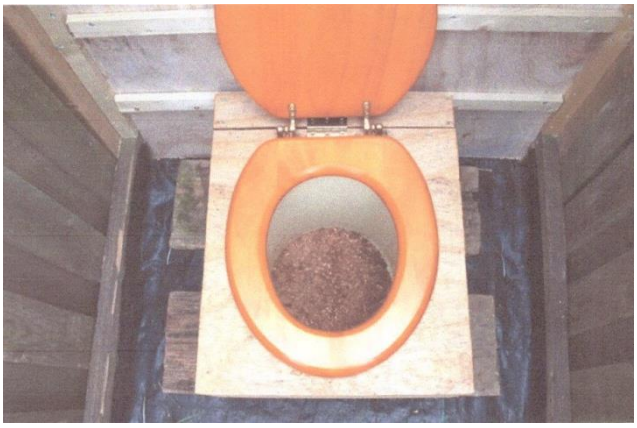


Fig. 4.3. Producerea de material fertilizant din dejecţii umane
(www.chrome-effect.ro)



Fig. 4.4. Procesul de compostare într-o groapă de beton
(www.chrome-effect.ru)

Toaletele construite de om pentru uzul casnic pot prezenta fie recipiente mobile echipate cu aeratoare, fie rezervoare din beton înclinate.

Toaletele disecatoare funcţionează recurgând la uscarea excrementelor în vederea distrugerii agenţilor patogeni (https://biblioteca.regie.live.ro/proiecte/ecologie/compost).

Principiul de funcţionare a toaletelor stradale sau casnice în Finlanda precizează următoarele aspecte:

- rezervorul, încălzit, are fundul închis şi poate fi poziţionat în interior sau în exterior;

- deasupra scaunului se găseşte un rezervor în care se toarnă o umplutură de origine naturală care conţine carbon (rumeguş sau turbă). După fiecare folosire a toaletei, o anumită parte din umplutură se toarnă în rezervorul de excremente;

- dulapul uscat este dotat cu ventilaţie care va îndepărta din încăpere mirosurile acumulate;

- periodic, în rezervorul cu dejecţii se adaugă o soluţie biologică de bacterii, care accelerează procesul de compostare;

- în partea din spate a toaletei; prin intermediul unei uşi speciale, este ridicat din bazinul de compostare, îngrăşământul finit (www.chrome-effect.ru).

Acest tip de toaletă nu necesită costuri suplimentare cu apa sau cu electricitatea.

4.4.7.1. Producerea compostului humanure în toalete fără scurgere

Pe întreg Globul pamântesc se produc miliarde de tone de deşeuri organice, care pot fi compostate şiu reântoarse în sol. Excrementele şi urina sunt resurse benefice, secretatre de corpurile animale după parcurgerea proceselor digestive. Vorbim de deşeuri atunci când aruncăm excrementeşe şi urina. Dacă le compostăm şi le folosim, ele devin resurse. Excrementele omului crează probleme mari mediului în care ajung, reprezintă o cale de transmitere a bolilor şi privează umanitatea de o sursă de fertilizare a solului. Oamenii defecă şi folosesc apa pentru igienizare, de regulă, apă potabilă. După ce o poluăm o aruncăm, fără a şti unde merge (www.agricultura-sustenabila.blogspot.com/2011/Josef-Jenkins-tc).

Obiectivele oricărei toalete compostor constau în tratatrea sigură şi igienică a materiei fecale, economisirea apei, funcţionarea cu un nivel minim de întreţinere şi consum de energie redus, operarea fără mirosuri neplăcute şi reciclarea Umraniţei spre a fi redată solului (www.calibarverde.ro/blog/totul-despre-toaleta-compostor).

Toaleta în sine trebuie să se afle în interiorul sau în apropierea spaţiului de locuit, putând fi destul de confortabilă. Nu necesită nici electricitate şi nici apă. Totuşi, ncesită 4 litri de apă pentru curăţarea a două rezervoare (găleţi) de 20 litri. Un adult are nevoie la două săptămâni de 4 litri de apă pentru a curăţa cele două găleţi de 20 litri cu Umraniţă în cazul toaletei cu rumeguş. În comparaţie cu acest

caz la toaletele cu apă o persoană foloseşte zilnic 114 litri de apă pentru a trage apa la toaleta standard. Compostul gestionat adecavt, se va încpălzi suficient pentru a dezinfecta locul în cauză şi pentru a-l folosi în grădină. Procesul de compostare este rapid şi Umraniţa este transformată în scurt timp (în cîetva zile într-o substanţă inofensivă care nu atrage muştele).

Pe timpul compostării Umraniţei aceasta se părtrează acoperită complet după fiecare adăugare de compost.

4.4.7.1.1. Toaleta care produce compost uscat fără a utiliza apă

În prezent au fost proiectate următoarele tipuri de toalete care produc compost:

- toaleta care produce compost minimizând consumul de apă şi reutilizând nutrienţii existenţi în excremente: excrementele colectate în rezervor produc compostul pe parcursul a patru etape(faza mezofilică, temofilică, de rpăcire şi de conservare) (fig. 4.5.). Grămada de compost nu trebuie să fie prea fierbinte deoarece îşi distruge propria comunitate biologică. În rezervoare se adaugă materiale organice uscate (cum ar fi rumeguş) cu dorinţa de a reglementa raportul C/N, umiditatea şi pentru compostare termofilă. În funcţie de modalitate se derulează acest proces, maturizarea compostului se derulează într-un timnp mai scurt sau mai lung. Urina poate fi orientată spre canal sau folosită separat. Produsul final, humusul (humanure) are o fertilitate mai ridicată, îmbunătăţeşte structura solului şi capacitatea de a-şi menţine umiditatea;

- toaleta care produce compost fără a utiliza energie sau apă: depinde de căldură la un nivel moderat (fig. 4.6.) atinsă în procesul de compostare (http://ecology.md/md/page/toaleta-care-produce-compost-principii-generale);

- la subsolul clădirii se instalează un container de sticlă, lung de 3 m cu fundul în pantă. Containerul este conectat cu două conducte verticale, una pentru toaletă şi cealaltă pentru deşeuri de bucătărie. În vederea declanşării procesului de compostare pe fundul containerului se aşează un strat de muşchi de turbă, iarbă cosită şi pământ. Procesul aerob din compost este asigurat prin ventilaţie naturală. Prin intermediul unei conducte de aerisire care urcă peste acoperiş sunt eliminate mirosurile. În momentul în care o ridicăm capacul toaletei sau a conductei de gunoi se îndreaptă spre un recipient aflat în subsol fărp ca mirosurile să intre în casă. În primii 2 ani de depozitare nu se acordă nici o atenţie conţinutului containerului.

Ulterior compostul maturat se foloseşte în grăsină. Studiile au dovedit absenţa agenţilor patogeni din compost;

- există toalete care produc compost în gropi sau camere de stocare cu devierea urinei sau simple, fără devierea acesteia, cu exploatarea durabilă a unuia sau a mai multor recipiente. Toate sistemele enumerate (fig. 4.7.) au principii generale dre funcţionare;

- toaletele în care se realizează compostarea posedă după rezervoare amplasate direct pe pământ şi care funcţionează alternativ. În cazul zonelor umede rezervoarele sunt protejate cu o pardosea betonată, rezistentă la apă. În primul rezervor se pune compost până se umple, după care este golit printr-o deschidere proprie.



Fig. 4.5. Toaletă cu rezervor pentru producerea compostului şi sistem de ventilaţie

(http://ecology.md/md/page/toaleta-care-produce-compost-principii-generale)



Fig. 4.6. Toaletă uscată
(http://ecology.md/md/page/toaleta-care-produce-compost-principii-generale)



Fig. 4.7. Toaletă ecologică

(http://ecology.md/md/page/toaleta-care-produce-compost-principii-generale)

***Schema generală a unei toalete care produce compost*:** deasupra rezervoarelor care acumulează compostul este poziţionată o placă cu un orificiu pentru fecalele umane, o pâlnie pentru colectarea urinei şi o ţeavă pentru apă. Urina şi apa sunt revărsate peste un pat cultivat, depus în afara toaletei. Volumul rezervoarelor este în aşa fel dimensionat încât să ajungă pentru o depozitare timp de 9 luni, când agenţii patogeni mor. Se obţine un compost negru, poros, cu miros plăcut de pământ şi aproape uscat. Pe acest compost nu se găsesc muşte şi nici nu are miros. Patul de cultivare se întreţine doar prin tundere. Anterior depunerioo fecalelor, fiecare rezervor se umple pe jumătate cu paie, crengi şi frunze uscate, în scopul asigurării procesului de compostare cu necesarul de carbon. În momentul în care se constată că conţinutul rezervorului devine umed şi miroase strident, se introduc prin orificiul pentru fecale suplimentar paie. După fiecare folosire a toaletei se adaugă o lingură de cenuşă sau de var. În momentul ăn care primul rezervor s-a umplut, se închide orificiul de acces în acesta şi se foloseşte cel de-al doule rezervor. După ce cel de-al doilea rezervor este aproape plin, se deschide primul rezervor şi compostul de elimină. Când este gol, acesta se unmple cu paie, crengi şi frunze uscate. Apa folosită la spplare, diluează urina care nu mai miroase, se absorabe repede în sol şi hrăneşte plantele. Toaletele care produc compost uscat, aplicând tehnologia separării urinei de fecale umane, are avantajul că economiseşte 20 % din consumul de apă de uz casnic.

4.4.7.1.2. Toaleta care produce compost utilizând apa

O metodă bună de colectare şi reciclare este cea brevetată de Aquatron (www.aquatron.se). Sistemul foloseşte o toaletă normală (cu apă) (fig. 4.8.). Apa este folosită pentru transportul deşeurilor (fecale + hârtie şi urină + apă). Deşeurile trec printr-un separator unde solidele (fecale + hârtie) sunt separate de lichide (urină + apă). Lichidele cad într-o **cameră biologică**, prevăzută cu ***4 compartimente***. Când un compartiment se umple, cu ajutorul unei manivele se trece la compartimentul următor. Aproximativ după un an, compoartimentul plin devine compost şi poate fi golit în grădină sau adăugat la o grămadă de compost pentru amestec. Lichidele trec printr-un ***filtru cu ultraviolete*** care omoară viruşii şi bacteriile. Astfel, lichidul care rezultă poate fi considerat apă grie şi poate fi infiltrat în sol sau evacuat la canalizare (respectînd normele în vigoare). Cu un astfel de

sistem nimic nu se risipeşte şi se păstrează confortul. În plus, la un sistem Aquatron pot fi conectatre mai multe WC-uri (www.bclavenue.com).



Fig. 4.8. Toaletă construită în propria gospodărie
(http://ecology.md/md/page/toaleta-care-produce-compost-principii-generale)

Sistemul este recomandat pentru casele de vacanţă şi în zonele unde accesul cu camionul pentru golire este limitat. Este foarte uşor de întreţinut. Punctele pozitive faţă de toaleta uscată este lipsa de miros în cabina de toaletă, nu trebuie adăugat material după fiecare utilizare. Punctele negative: nevoia de apă, nevoia de pantă gravitaţională, nevoia de curent pentru filtru cu ultraviolete (opţional), nevoie de grădină pentru infiltrare (irigare) şi depunerea compostului.

4.5. METODE DE COMPOSTARE

În funcţie de recipientul în care se produce întâlnim: compostare în groapă sau în şanţ, compostare în container, compostarea în container cu 3 compartimente şi compostare rapidă sau metoda Berkley (www.scoaladingradina.ro).

4.5.1. COMPOSTAREA ÎN GROAPĂ SAU ÎN ŞANŢ

Caracteristici generale: metoda constă în mod practic în săparea unei gropi sau a unui şanţ (fig. 4.9.) în locul în care se doreşte înfiinţarea unei grădini sau extinderea acesteia. Groapa sau şanţul se vor umple cu resturi vegetale, după care se vor acoperi cu pământul scos din săpăturile anterioare. Această metodă de compostare are o nevoie redusă de udare şi nu necesită întoarcerea resturilor vegetale.



Fig. 4.9. Compostarea în şanţ
(http://scoaladingradina.ro/s/wp-content/uploads/2016/03/Ghid-7-Compost.pdf)

Etapele compostării, constau din:

- se alege locul de compostare aproape de locul de producere a resurselor vegetale, adică de grădină sau de bucătărie;

- se sapă o groapă (de 50/50/50 cm) sau un şanţ (lat de 50 – 80 cm, adânc de 30 – 50 cm şi lung în funcţie de posibilităţi); în cazul în care se vor planta pomi fructiferi se va săpa o groapă, iar dacă se doreşte să realizaţi un strat pentru o viitoare grădină se sapă un şanţ;

- se umple groapa cu resturi vegetale şi se acoperă cu pământul scos în urma săpării gropii sau a şanţului;

- în decurs de 5 – 6 luni microorganismele şi râmele vor descompune resturile vegetale.

Această metodă de compostare se va iniţia toamna devreme pentru ca primăvara să fie semănate legumele sau plantaţi pomii fructiferi sau arbuştii.

Uneori, se poate săpa o groapă (de minim 30 cm adâncime) printre plantele existente în grădină, care în timp va oferi suport nutritiv pentru plantele aflate în jurul ei, contopindu-se cu grădina.

4.5.2. COMPOSTAREA ÎN CONTAINER

Caracteristici generale: în practica acestei metode de compostare se folosesc două tipuri de containere pentru compostare: staţionare şi rotative. Containerele staţionare sunt confecţionate din gard de sârmă (fig. 4.10.), cutii de lemn sau din paleţi (fig. 4.11.). Containerele rotative (fig. 4.12.) sunt construite dintr-un butoi şi un suport. Butoiul prezintă o uşiţă prin care se introduce materia care urmează a se composta. Cu ajutorul suportului butoiul se poate roti, grăbind compostarea. Containerul staţionar prin contactul direct cu solul permite organismelor benefice, precum râmele, să transforme resturile vegetale.



Fig. 4.10. Containerele staţionare confecţionate din gard de sârmă
(http://scoaladingradina.ro/s/wp-content/uploads/2016/03/Ghid-7-Compost.pdf)





Fig. 4.11. Containerele staţionare confecţionate din cutii de lemn sau din paleţi
(http://scoaladingradina.ro/s/wp-content/uploads/2016/03/Ghid-7-Compost.pdf)



Fig. 4.12. Containerele rotative construite dintr-un butoi şi un suport
(http://scoaladingradina.ro/s/wp-content/uploads/2016/03/Ghid-7-Compost.pdf)

Etapele compostării cu container staţionar:

- în funcţie de cantitatea de resturi se va construi un container de 1 mc sau mai mare, în funcţie de cantitatea de resturi existentă;
- pe fundul containerului se va amenaja un strat de ramuri subţiri sau de paie gros de 10 – 15 cm, destinat drenajului şi aerării compostului;
- se adaugă materia de compost în straturi de 5 – 10 cm; se alternează un strat de materie bogată în azot cu alta bogată în carbon până se ajunge la înălţimea de 1 m;
- după fiecare strat adăugat materialul se udă;
- peste un strat gros de materie bogată în carbon se adaugă un strat de bălegar, iar peste se pune un strat bogat în carbon, acestea grăbind procesul de compostare;
- se acoperă grămada de compost cu o folie de plastic sau un covor vechi;
- în timpul întoarcerii se pot adăuga noi materiale de compost;
- la grămada organizată primăvara, compostul se va putea folosi după 5 – 6 luni, pe când la cea iniţiată toamna procesul de compostare durează 8 – 9 luni.

4.5.3. COMPOSTAREA ÎN CONTAINERE CU TREI COMPARTIMENTE

Caracteristici generale: se construieşte un container compus din trei compartimente lipite între ele. Fiecare compartiment are un volum de 1 mc. Sistemul este avantajos pentru compostarea resturilor din grădini. Pentru a rezista la intemperii, toate scândurile folosite la confecţionarea containerului vor fi tratate cu antiseptic. Asamblarea pereţilor laterali se face cu şuruburi. Containerul de lemn va avea 3 m lungime şi 1 m lăţime, fiind împărţit în 3 compartimente. Containerul va fi acoperit cu un capac în ansamblu sau cu un capac pe fiecare compartiment (fig. 4.13.).

Etapele compostării în container cu 3 compartimente constau în:

- respectând raportul C:N şi umiditatea se iniţiază procesul de compostare în primul compartiment;

- la prima întoarcere se va transfera compostul în containerul din mijloc, pentru ca la următoarea întoarcere să se înapoieze în primul compartiment, procesul se va repeta până se umple primul compartiment, după umplere acesta se lasă nederanjat până la terminarea procesului de compostare;

- se depun primele cantităţi de compost în compartimentul din mijloc (numerotat cu 2); pe măsură ce depozitul de compost creşte, se transferă în cel de-al treilea compartiment; se întoarce în mod repetat din compartimentul 3 în 2; compostarea finală va avea loc în compartimentul 3;

- se va lăsa în permanenţă un compartiment gol pentru a putea întoarce materialul de compost din celelalte; cel mai favorabil pentru aceste întoarceri este compartimentul din mijloc (fig. 4.14.).



Fig. 4.13. Container din lemn compus din trei compartimente lipite între ele
(http://scoaladingradina.ro/s/wp-content/uploads/2016/03/Ghid-7-Compost.pdf)



Fig. 4.14. Container compus din trei compartimente de compostare separate
(http://scoaladingradina.ro)

4.5.4. COMPOSTAREA RAPIDĂ SAU METODA BERKLEY

Caracteristici generale: denumirea metodei de Berkley provine de la locul în care a fost dezvoltată, adică Universitatea Berkley din California. Denumirea de

compostare rapidă provine de la obţinerea compostului în decurs de o lună, mult mai rapid decât se obţine prin alte metode de compostare la care durează în general 5 – 9 luni. Prin compostare rapidă procesul de compostare este iniţiat primăvara şi finalizat toamna. În cadrul compostării rapide temperatura din interiorul grămezii atinge până la 70^0C, ceea ce va favoriza eliminarea agenţilor patogeni şi seminţele de buruieni. În cadrul metodei rapide de compostare toate materiile organice vor fi grupate de la începutul procesului şi nu adăugate pe parcurs. La startul compostării biomasa va trebuie să însumeze minim 1 mc, pentru a activa la potenţialul maxim (www.scoaladingradina.ro).

Etapele compostării:

- se amenajează o grămadă, în câmp deschis şi mai rar într-un container (se manipulează mai greu compostul), alternând un strat de materie bogată în C cu unul bogat în N, până se atinge înălţimea de 1,5 m;
- se udă fiecare strat adăugat din nou;
- la mijlocul grămezii se pune un strat de activare, format din: urzică, tătăneasă, coada şoricelului sau un strat de compost maturat;
- se verifică zilnic umiditatea şi la nevoie se intervine;
- la 4 zile de la formarea grămezii de compost se procedează la întoarcerea materiei organice, înglobând materialul de pe margini, încă necompostat, în mijlocul grămezii şi cel de la interior, în descompunere, la exterior;
- între ziua a 6-a şi a 8-a temperatura în grămadă poate atinge chiar 70^0C, cu un optim între 55 şi 65^0C; în aceste zile în grămadă apare un mucegai alb, determinat de o bacterie termofilă care contribuie la compostare; pentru determinarea temperaturii în interiorul grămezii de foloseşte un termometru cu tijă;
- din două în două zile se procedează la întoarcerea grămezii, punând marginile la interior;
- la 18 – 22 zile de la formarea grămezii, când compostul s-a răcit, se apreciază că acesta a ajuns la stadiul final şi se poate folosi; prezenţa râmelor în grămadă reprezintă un indicator al terminării procesului de compostare (www.scoaladingradina.ro).

Pentru a nu încetini procesul de compostare, pe timp ploios, se va acoperi grămada cu un material impermeabil.

4.6. MAŞINI ŞI ECHIPAMENTE PENTRU PREGĂTIREA ŞI

TRANSFORMAREA ECOLOGICĂ A COMPOSTULUI

În ultimele decenii s-au făcut eforturi pentru transformarea oricărui reziduu organic din grădini, parcuri, culturi agricole, păduri etc., în composturi ce vor fi folosiţi ca fertilizanţi naturali. În acest scop, din dorinţa de a favoriza procesul de compostare şi realizarea unui produs final de calitate, s-au realizat maşini pentru tocarea materialului lemnos, mărunţirea, aerarea, omogenizarea şi cernerea compostului.

4.6.1. MAŞINI PENTRU MĂRUNŢIREA, CERNEREA, AERAREA ŞI OMOGENIZAREA COMPOSTULUI

O modalitate sustenabilă de valorificare a rezidurilor organice provenite de la toaletarea arborilor, gardurilor vii, din bucătărie, grădinărit (frunze, iarba, plante etc.) şi dejecţii de animale, este realizată prin compostarea acestora.

Compostul obţinut este folosit drept fertilizant natural, ecologic, prin distribuire pe suprafeţe de teren arabile, culturi legumicole şi floricole, contribuind la sporirea cantitativă şi calitativă a producţiei.

Devenind un loder de piaţă, firma PEZZOLATO O.C.M. SpA-ENVIE-Cuneo, Italia, a cărui reprezentant în România este firma TMC Lemn Invest SRL, a creat o gamă modernă de maşini destinate pregătirii compostului şi a pământului pentru flori şi grădinărit (https://tmclemninvest.ro/masini-pentru-compost.html).

Maşinile de compost produse cuprind echipamente pentru mărunţirea deşeurilor organice solide, cernere, aerare şi omogenizare a compostului. Aceste maşini sunt încadrate în gama S-MF, gama L şi gama PRT-PRS.

Maşinule din gama S-MF aparţin gamei de echipamente mărunţitoare pentru întreţinerea parcurilor şi grăsinilşor (fig. 4.15.). În urma mărunţirii resturilor vegetale se obţine un compost de bună calitate pentru flori şi legume. Maşinile mărunţitoare, în funcţie de necesităţi, pot avea dimensiuni diferite (tabelul 4.25.).



Fig. 4.15. Maşini de mărunţire pentru compost
(https://tmclemninvest.ro/masini-pentru-compost.html)

Tabelul 4.25.

Maşini pentru mărunţireas deşeurilor lemnoase din parcuri şi grădini
(https://tmclemninvest.ro/masini-pentru-compost.html)

Model tocător	Deschidere maximă rolă deschizătoare (mm)	Diametru cameră mărunţire (mm)	Număr de ciocane (bucăţi)	Productivitatea orală (mc)
S 5500	150	460	72	16
S 7000	200	530	64	20
S 9000	350	780	92	30 – 40
S 10000	400	960	28	60
MF 10000	400	960	14	80 – 120
S 18000	400	1000	62	160

Aceste maşini pot fi acţionate: de la priza de putere a unui tractor (G), cu un motor Diesel (M) şi cu un motor electric (E).

Maşinile din gama L au în componenţă ciucuri rotative (fig. 4.16.) prin intermediul cărora separă deşeurile uscate de cele umede. Dimensiunile la care se construiesc aceste echipamente sunt redate în tabelul 4.26.



Fig. 4.16. Ciururi rotative pentru rafinarea finală a compostului
(https://tmclemninvest.ro/masini-pentru-compost.html)

Tabelul 4.26.

Maşini pentru rafinarea finală a compostului
(https://tmclemninvest.ro/masini-pentru-compost.html)

Model tocător	Diametru cilindric ciur (mm)	Lungime totală ciur cilindric (mm)	Înălţime de la paviment minisiloz de alimentare (mm)	Productivitatea orală (mc)
L 2000	1100	2000	2650	15 – 25
L 3000 Mini	1250	3500	2200	15 – 30
L 3000	1800	3000	2200	20 - 40

Acţionarea acestor maşini se poate face: de la priza de putere a unui tractor (G), cu un motor termic independent (M) şi cu un motor electric (E).

Maşinile din gama PRT-PRS cuprins echipamente de întoarcere a compostului, ocazie cu care se realizează aerarea şi omogenizarea (fig. 4.17.) acestuia. Dimensiunile acestor maşini sunt prezentate în tabelul 4.27.





Fig. 4.17. Maşini dr aerare şi omogenizare a compostului
(https://tmclemninvest.ro/masini-pentru-compost.html)

Tabelul 4.27.

Maşini de aerare şi omogenizare a compostului
(https://tmclemninvest.ro/masini-pentru-compost.html)

Model tocător	Limita operativă (mm)	Înălţime operativă (mm)	Productivitatea orală (mc)
PRT 2500	2500	1400	500
PRS 2500	2500	1400	650
PRS 3000	3000	1800	1000

Modelul PRT este acţionat de la priza de putere a unui tractor, iar modelul PRS este autonom cu motor propriu şi deplasat pe şenile.

4.6.2. MAŞINI PENTRU TOCAREA RESTURILOR DIN GRĂDINĂ ŞI TRANSFORMAREA LOR ECOLOGICĂ ÎN COMPOST

Din dorinţa de ale transforma în material fertilizant orice deşeu din grădina casei este supusă procesului de compostare şi de transformare în humus. Materiaklele din grădină se pot diferenţia în material de tăiere dur (crengi, tufe, gard viu etc.) şi material de tăiere moale (plante vestejite, resturi de legume şi fructe etc.).

Tabelul 4.28.

Compoziţia compostului duin grădină

(www.hornbach.ro)

Materiale care pot intra în compost	Materiale care nu pot intra în compost
Crengi tăiate din pomi, tufe şi gard viu	Sticlă şi metal
Deşeuri de la bucătărie	Pietre
Iarbă cosită	Material plastic
Resturi de fructe şi legume	Cenuşă de huilă
Plante vestejite	Oase, resturi de carne
Cenuşă de lemn (max. 3 %)	Resturi de mîncare gătită
Rumeguş şi aşchii din lemn	Plante bolnave
Frunziş	Buruieni cu seminţe
Coji de ouă	Ziare şi reviste color
Zaţ de cafea	Coji de citrice şi banane

Procesul de compostare se realizează în grămada de compost fie în lada de compost, dispuse într-un loc lipsit de vânt, suficient de umbros. Suprafaţa solului nu trebuie să fie acoperită cu beton sau cu folie de material plastic, dar este necesar să fie în contact cu solul. Suprafaţa de teren trebuie să fie suficient de mare ăentru a permite accesul în fermă şi cernerea materialeleor obţinute.

Recipientele pentru producerea compostului pot fi reprezentate de lăzi deschise cu grilaj, lăzi închise din material plastic şi grămezi de compost din scânduri (www.hornbach.ro).

Pentru a realiza transformarea ecologică a materialelor dure în compost se realizează tocarea mecanizată a acestora şi se împrăştie pe solul din grădină tot compostul rezultat.

4.6.2.1. Alegerea tocătorului de resturi vegetale

Ca sursăp de alimentare cu energie, tractoarele de resturi vegetale se pot clasifica în aparate care funcţionează :

- cu curent nalternativ de 220 volţi;
- cu curent de înaltă tensiune de 330 volţi,
- acţionate de un motor pe benzină.

Tipul de tocător de resturi vegetale depinde nde cantitatea de material prelucrat. Astfel, într-o grădină simplă unde se prelucrează un volum redus de resturi vegetaler este satisfăcător un tocător acţionat cu curent electric. Într-o grădină mare sau de pomicultor este util un tocător cu curent de înaltă tensiune sau de un tocător de resturi vegetale cu motor pe benzină.

După intensitatea zgomotului pe care-l scoate în timpul tocării motoarele pot fi ***silenţioase*** sau *zgomotoase* (www.hornbach.ro/proiecte/tocarea-si-compostarea).

În funcţie de soluţia constructivă aplicată se disting zdrobitoare silenţioase *cu role* sau ***cu turbină***.

Tocătorul de resturi vegetale cu role (fig. 4.18.) este echipat cu un mecanism de tăiere cu role cu cuţite sau de frezare. În cazul acestui mecanism de tăiere materialul vegetal este strivit între rolă şi contraplacă. În acest proces mecanic se rup fibrele resturilor vegetale fapt ce facilitează o descompunere mai rapidă. Tocătoarele cu rolă prin faptul că au şi funcţia de mers înapoiu, permit deblocarea. Tocătoarele cu rolă sunt foarte silenţioase.



Fig. 4.18. Tocător de resturi vegetale cu role
(www.hornbach.ro/proiecte/tocarea-si-compostarea)

Tocătorul de resturi vegetale cu turbină cu lame (fig. 4.19.) prezintă o rolă conică cu mai multe lame ascuţite pentru tocat. Acest tip de tocătoare sunt adecvate pentru material moale şi tare de tocat.



Fig. 4.19. Tocător de resturi vegetale cu turbină cu lame
(www.hornbach.ro/proiecte/tocarea-si-compostarea)

Tocătorul de resturi vegetale cu lame (fig. 4.20.) conţine un volant cu lame care mărunţeşte materialul şi o coroană de lame ndispusă la mijloc care mărunţeşte

crengi subţiri, tije şi frunze. Prin această tocare se obţin felii subţiri şi plate de lemn, care se descompun mai lent decât aşchiile de lemn tocate.



Fig. 4.20. Tocător de resturi vegetale cu lame
(www.hornbach.ro/proiecte/tocarea-si-compostarea)

4.6.2.2. Compostarea resturilor vegetale

Deşeurile voluminoase de grădină după ce au fost mărunţite prin tocare sunt transformate într-o masă bună pentru compost. În recipientul destinat compostării materialul lemnos tocat se amestecă bine cu deşeuri de grădină umede. În acest mod se realizează un amestec de umiditate medie care va accelera transformările în compost, în acesta dezvoltându-se microorganismele favorabile unei trabsformări rapuide. La interval de 2 – 3 săptămâni trebuie procedat la amestecarea compostului cu furca.

În lada de compost din grădină (fig. 4.21.) săptămânal se adaugă iarbă cosită. Ca urmare a faptului că iarba cosită este foarte umedă, este bogată în azot mşi impermeabilă la aer, ea trebuie să fie amestecată (în proporţie de 2:1) cu material lemnos tocat. Amestecarea periodică va accelera procesul de transformare în compost şi va preveni formarea de zone uscate (www.hornbach.ro/proiecte/tocarea-si-compostarea).



Fig. 4.21. Ladă pentru compost de grădină
(www.hornbach.ro/proiecte/tocarea-si-compostarea)

După un interval de 3 – 5 luni amestecul constituit din deşeuri din grădină se va transforma într-un *compost brut*, în care sunt mai mabundente o serie de microorganisme, dar este mai sărac în humus. Structura lui îl recomandă să fie adecvat pentru milcirea (strat de protecţie) copacilor şi a tufelor. *Compostul maturat*, sfărâmicios şi cu miros de pământ de pădure, va fi aplicat pe stratul superior al solului şi nu încorporat în sol. Compostul maturat se formează în decurs de 1 – 2 ani, când dobândeşte o granulaţie mai fină şi nu i se mai pot identifica nstructurile. Deşi compostul maturat are o valoare fertilizantă mai redusă decât compostul brut, fiind mai bogat în auxine protejează plantele împotriva bolilor şi dăunătorilor. Procesul de maturare a compostului poate fi accelerat prin rearanjarea de 1 – 2 ori/an, a straturilor de compost.

5. TEHNICA OBŢINERII GUNOIULUI DE GRAJD FERMENTAT

Gunoiul proaspăt de grajd este constituit din dejecţii solide şi lichide ale animalelor, precum şi din aşternutul îmbibat de acestea.

5.1. AŞTERNUTUL ANIMALELOR

Aşternutul, se aşează pe pardosea în spaţiul ocupat de animal, asigurându-i acestuia un pat moale, uscat şi călduros. Ca aşternut se pot folosi materiale vegetale ca: paie de graminee, fân de calitate inferioară, coceni de porumb, vreji de leguminoase, coji de floarea soarelui, puzderie de in, rogoz, papură, pipirig, muşchi de pădure, frunze uscate, rumeguş de lemn, talaş de lemn (TOMESCU şi MARSCHANG, 1975).

Cantitatea de aşternut administrată zilnic, exprimată în paie este la bovinele adulte întreţinute pe pat scurt de 2 – 3 kg, pe pat mijlociu de 3 – 4 kg şi pe pat lung de 4 – 5 kg, la tineretul taurin de 3 – 4 kg şi la viţei de 2 – 3 kg; la bovine în stabulaţie liberă cu aşternut permanent 5 – 6 kg; la cabaline de tracţiune 2 – 3 kg; la porcine 1 – 1,5 kg; ovine pe aşternut permanent 0,25 kg şi la păsări 0,1 – 0,2 kg (TOMESCU şi MARSCHANG, 1975).

În funcţie de durata menţinerii lui aşternutul poate fi:

- *aşternut temporar*: se înlocuieşte total o dată pe săptămână şi doar părţile murdărite de fecale şi urină de câte ori este necesar;
- *aşternut permanent*: se păstrează în adăpost 2 – 6 luni; se adaugă periodic un strat de aşternut gros de 30 – 35 cm, astfel încât la sfârşitul perioadei de întreţinere a animalelor în adăpost aşternutul să fie gros de 70 – 100 cm.

5.2. DEJECŢIILE SOLIDE ŞI LICHIDE

Dejecţiile solide şi lichide, cunoscute şi sub denumirea de materii fecale, sunt constituite din substanţele nutritive din furaje care nu au fost digerate şi asimilate (tabelul 5.1.), fiind excretate prin materiile fecale şi reprezentând un îngrăşământ valoros pentru plante după fermentare.

Tabelul 5.1.

Substanţele nutritive analizate la diferite deşeuri animaliere

(după EDWARDS şi colab., 1998)

Nutrienţi	U.M.	Deşeu solid de taurine	Deşeu solid de porc	Deşeu solid de cal	Gunoi de curcan	Noroi gros de canalizare
Umiditatea	%	80,40	86,50	78,30	82,30	85,70
Substanţa uscată	%	85,06	83,90	74,15	78,12	79,54
C total	%	41,41	37,90	33,55	35,20	37,92
N total	%	2,20	2,60	1,80	2,60	4,50
NH_4 – N	mg/g	3,59	5,10	2,10	6,32	2,19
pH		7,40	7,70	7,00	8,40	6,60
Conductivitate	mScm	1,40	2,10	0,60	5,12	1,60

Cantităţile de materii fecale obţinute zilnic sunt de 15 – 20 kg la cabaline, 40 – 45 kg la taurine la îngrăşat, 1 – 3 kg la ovine şi 0,5 – 3,5 kg la porcine (TOMESCU şi MARSCHANG, 1975). În cazul iepurilor de casă, iepuroaicele la alăptare produc zilnic: 150 – 200 g crotine dure şi 250 – 300 ml urină, adulţii în repaus excretă zilnic: 70 – 80 g crotine dure şi 100 ml urină, iar tineretul în creştere elimină zilnic: 40 – 50 g crotine dure şi 80 – 100 ml urină (BURA, 2012).

Cantitatea de gunoi de grajd proaspăt produs în decursul unui an atinge 9000 kg pentru un cal, 14000 kg pentru o vacă, 2000 kg pentru un porc, 900 kg pentru o oaie şi 15 – 18 kg pentru o găină. Fecalele de oaie sunt sărace în apă, iar cele de taurine sunt cele mai apoase.

EDWARDS şi colab. (1998) au studiat greutatea deşeurilor proaspete la diferite temperaturi (tabelul 5.2.)

Tabelul 5.2.

Greutatea maximă (mg/g) a deşeurilor animaliere proaspete la diferite temperaturi

(după EDWARDS şi colab., 1998)

Maximum greutate (mg/g)						
Temperatura (^{0}C)	**Deşeu solid de taurine**	**Deşeu solid de porc**	**Deşeu solid de cal**	**Deşeu curcan cu baza pe paie**	**Deşeu curcan cu baza pe aşchii**	**Noroi aerobic**
15	23,00	42,60	3,90	1,50	2,50	52,40
20	29,80	42,10	7,80	4,30	2,10	61,60
25	29,30	29,80	7,80	4,30	3,30	54,00
30	30,80	32,90	11,70	4,30	3,70	69,00

Chiar din momentul excreţiei, fecalele conţin multe microorganisme a căror activitate se declanşează în adăpost şi se intensifică treptat până când materia organică s-a descompus complet. În urma descompunerilor iniţiate în adăpost se degajă mirosuri care viciază atmosfera, făcând necesară evacuarea lor din adăpost cât mai frecvent.

După cum atrage atenţia DECUN (2007), gunoiul de grajd proaspăt nu se poate folosi ca îngrăşământ ca urmare a faptului că cea mai mare parte din substanţele nutritive şi minerale pe care le conţine nu sunt solubile şi nici asimilabile de către plante. În procesul de fermentare a gunoiului de grajd, microorganismele descompun substanţele organice complexe în compuşi humici şi săruri minerale utile plantelor.

Concomitent, substanţele azotate eliberează uşor azotul din gunoiul de grajd proaspăt, pe când după fermentare se schimbă în combinaţii mult mai stabile.

Cercetările efectuate au dovedit că gunoiul de grajd în stare proaspătă influenţează în mod nefavorabil dezvoltarea plantelor, prin faptul că favorizează o

înmulţire excesivă a microorganismelor din sol, care consumă azotul sau îl pun în libertate în detrimentul plantelor şi al bacteriilor nitrificante.

Folosirea gunoiului de grajd proaspăt nu se recomandă deoarece conţine o multitudine de microorganisme patogene, ouă şi larve de paraziţi, seminţe de buruieni.

Din aceste considerente, gunoiul de grajd proaspăt trebuie supus, înainte de a fi folosit ca îngrăşământ, fermentaţiei microbiene, produsă pe platforme amenajate special.

Durata perioadei de fermentare depinde de tipurile de dejecţii folosite. Astfel, perioada de fermentaţie are o durată de 5 – 7 luni pentru dejecţiile de taurine, 5 – 6 luni pentru cele de cabaline, 3 – 4 luni pentru ovine, 10 – 11 luni pentru porcine şi 14 - 16 luni pentru cele de păsări. În schimb, dejecţiile iepurilor pot fi folosite ca substrat nutritiv imediat după colectare.

Urina, este o altă componentă a gunoiului de grajd, care este mai bogată în compuşi ai azotului, uşor solubili, precum uree, acizi urici şi hipurici.

5.3. PLATFORMA PENTRU DEPOZITAREA ŞI FERMENTAREA GUNOIULUI DE GRAJD

Platforma pentru depozitarea şi fermentarea gunoiului de grajd se amenajează la marginea terenului agricol pe care urmează a fi fertilizat sau în incinta fermei zootehnice.

Terenul pe care se va amenaja platforma de gunoi de grajd trebuie să respecte următoarele cerinţe:

- să fie uşor mai ridicat decât terenul din jur, pentru a preveni acumularea apelor din precipitaţii;

- terenul să fie astfel orientat încât vânturile să bată dinspre locuinţe şi adăposturi înspre platforma de gunoi;

- platforma de gunoi să fie la 100 – 200 m de adăposturile de animale, la 300 – 400 m de locuinţe şi la distanță mai mare de sursele de apă potabilă.

Forma platformelor de gunoi este dreptunghiulară, având între 4 – 9 m lăţime şi lungime variabilă în funcţie de cantitatea de gunoi de grajd produsă. Se cunosc două tipuri de platforme:

- *platformă cu baza formată dintr-o placă de beton*: este înclinată (4 – 5 %) spre extremităţi, înconjurată cu o riglă şi cu un gard din zidărie înalt de 50 – 70 cm (opreşte infiltrarea urinei în sol); la colţuri prezintă rezervoare pentru acumularea urinei (fig. 5.1.);

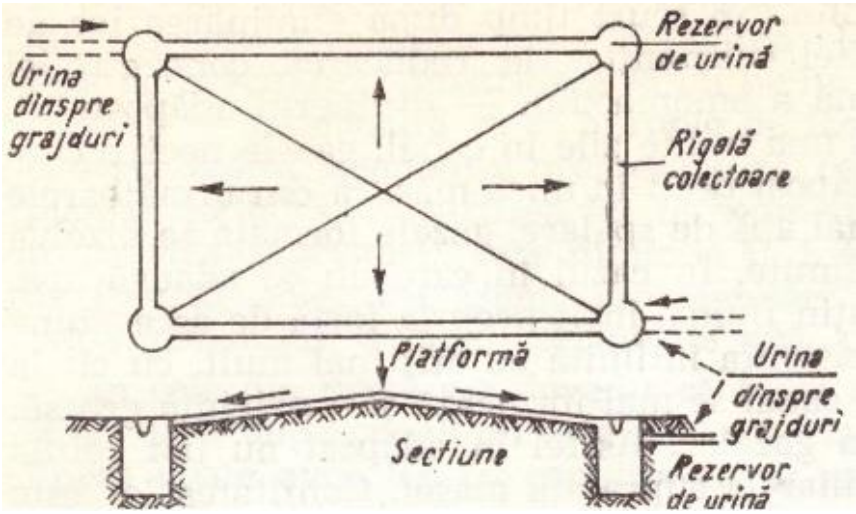


Fig. 5.1. Platformă de gunoi formată dintr-o placă de beton, înclinată spre margini, înconjurată cu o rigolă, având la colţuri rezervoare de urină
(după TOMESCU V. şi MARSACHANG FR., 1975)

- *platformă cu baza înclinată*, cu zid de jur împrejur şi rezervor de urină (fig. 5.2.).

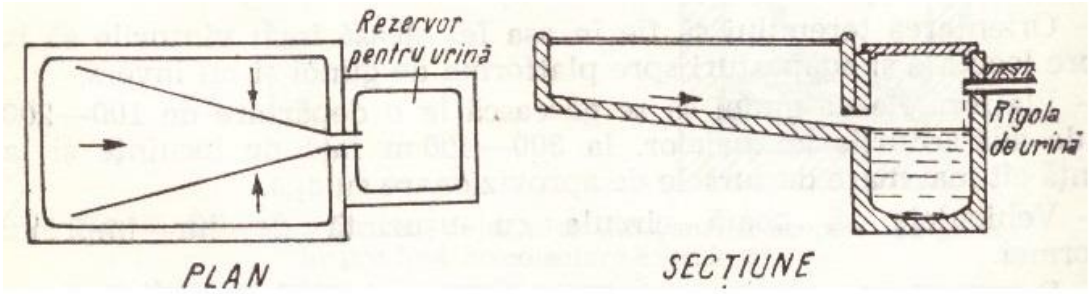


Fig. 5.2. Platformă de gunoi, cu baza înclinată, cu zid înconjurător şi rezervor pentru urină
(după TOMESCU V. şi MARSACHANG FR., 1975)

Pentru a proteja gunoiul de acţiunea puternică a soarelui, precipitaţiilor şi a vânturilor se construieşte deasupra platformei un acoperiş în două ape (TOMESCU şi MARSACHANG, 1975).

Dimensiunile platformei pentru gunoiul de grajd sunt în funcţie de specia şi numărul de animale, de durata perioadei de stabulaţie, de cantitatea de aşternut adăugată, de sistemul de fermentaţie practicat şi de timpul păstrării gunoiului de grajd pe platformă.

În cazul fermentării la cald a gunoiului de grajd depozitat în grămezi înalte de 1,5 – 2 m, se asigură următoarele suprafeţe pe animal:

- *dacă gunoiul se scoate la câmp o dată pe an*: se asigură 6 – 7 m^2 bovinelor, 4 – 5 m^2 cabalinelor, 3 – 4 m^2 tineretului bovin şi cabalin până la vârsta de 2 ani, 1,5 m^2 suinelor, 0,5 m^2 ovinelor şi caprinelor;

- *dacă gunoiul se duce la câmp de două ori pe an*: suprafeţele se reduc la jumătate.

În situaţia în care gunoiul de grajd este depozitat timp de doar 2 – 3 luni pe platformă, se asigură următoarele suprafeţe: 2 – 2,5 m^2 pentru bovine, 1,4 – 1,75 m^2 pentru cabaline, 1 – 1,25 m^2 pentru tineret bovin şi cabalin, 0,4 – 0,5 m^2 pentru suine, 0,2 – 0,3 m^2 pentru ovine şi caprine (GLIGOR şi colab., 1965).

DECUN (2007) propune o platformă de gunoi betonată şi cu înclinaţie (4 – 5 %) spre centru (fig. 5.3.), pentru a face posibilă scurgerea mustului de bălegar spre bazinul colector.

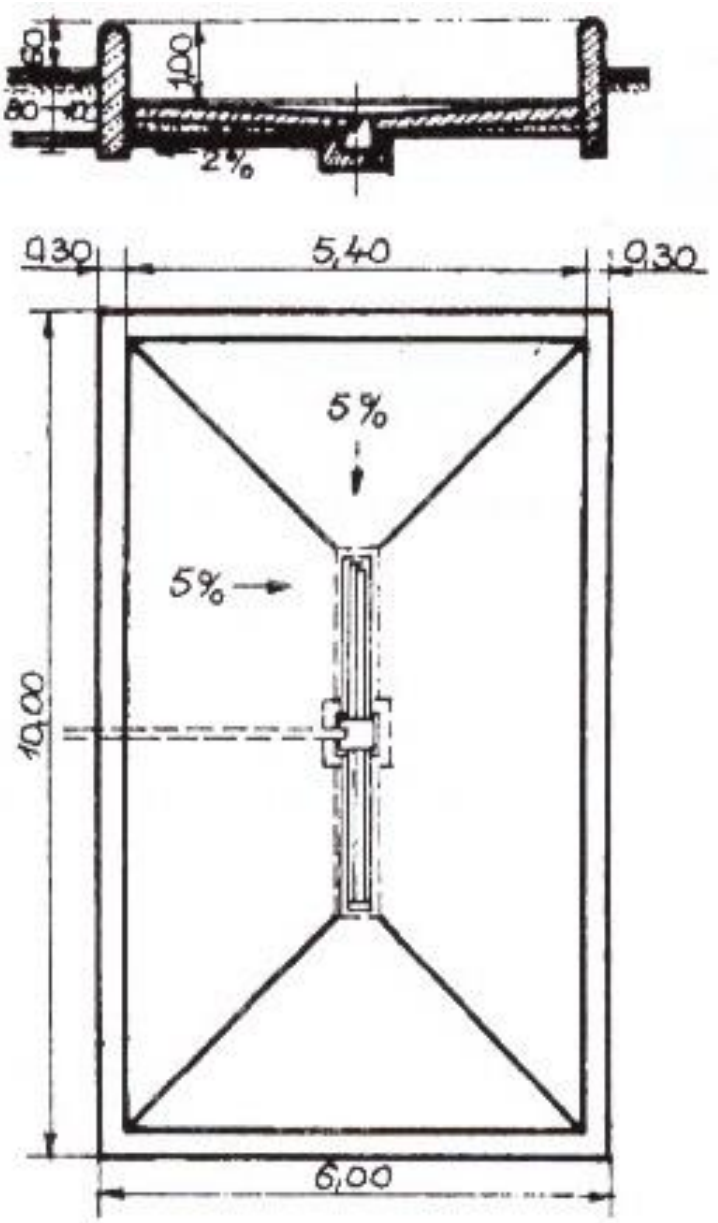


Fig. 5.3. Schiţa unei platforme de gunoi betonate
(după DECUN M., 2007)

5.4. FERMENTAREA GUNOIULUI DE GRAJD

În procesul de fermentare a gunoiului intervin o serie de specii de bacterii, ciuperci şi alte microorganisme. La începutul procesului de fermentare unele specii se multiplică abundent, după care pe măsură ce mediul se modifică mor şi se dezvoltă alte microorganisme.

În procesul de descompunere aerobă a fecalelor intervine o floră bogată în bacterii, actinomicete şi ciuperci. Fiecare component al florei este adaptat la un mediu particular, pe o durată limitată. În decursul compostării aerobe, în primele zile ale acestui proces predomină bacteriile metafile, pentru ca la 5 – 10 zile să domine bacteriile termofile, iar în faza terminală să fie mai numeroase actino-micetele (TOMESCU şi MARSHANG, 1975).

Intervalul de timp cât durează fermentarea gunoiului de grajd depinde de condiţiile de umiditate, temperatură şi aerare. Cea mai intensă fermentare se produce la o umiditate cuprinsă între 55 – 75 %. Dacă gunoiul de grajd se usucă, sub acţiunea temperaturilor ridicate a mediului şi a vânturilor puternice, acesta trebuie umezit cu apă, cu urină sau cu must de gunoi. Atunci când gunoiul de grajd este prea umed, se amestecă cu paie sau cu gunoi mai uscat.

În raport de modalitatea de aşezare în grămadă şi de procesare a gunoiului pe platformă, se disting 3 tipuri de fermentare: la rece, la cald şi mixt.

Fermentarea la rece (*anaerobă*) constă în punerea la iniţierea procesului a unui strat de 20 – 30 cm de paie, coceni, vreji sau turbă, peste care se pun straturi de gunoi cu suprafaţa de 2 – 3 m^2 şi înălţimea de 1 m. După ce s-a presat bine straturile de gunoi se acoperă cu capace din lemn sau cu împletituri de nuiele. În zilele care urmează se pun deasupra noi cantităţi de gunoi, până când gunoiul presat atinge 3 – 4 m înălţime. În acest moment gunoiul se acoperă cu un strat de pământ gros de 15 – 20 cm. În aceeaşi manieră, treptat se ridică, strâns lipite între ele, grămezi de gunoi de grajd până se acoperă întreaga platformă. După completare, grămezile de gunoi se înconjoară cu scânduri (împletituri de nuiele) şi se lasă la fermentat timp de 3 – 5 luni. Pe toată durata procesului de fermentaţie trebuie menţinută o umiditate de 65 – 75 % şi o temperatură în interiorul gunoiului de 35^0C în sezonul de vară şi de 20 – 25^0C în cel de iarnă. Prin utilizarea acestei metode se obţine un îngrăşământ de bună calitate, dar în care nu s-au distrus

germenii patogeni, ouăle de paraziţi şi fără a fi afectată puterea germinativă a seminţelor de buruieni (TOMESCU şi MARSCHANG, 1975).

Fermentarea la cald (*aerobă*) constă în dispunerea în mod afânat a gunoiului de grajd în grămezi (cu suprafaţa de 2 – 3 m^2 şi înălţimea de 1,5 – 2 m). Acestea se clădesc una alături de alta, până este acoperită întreaga platformă. În interiorul grămezilor se atinge o temperatură de 65 – 80^0C care, în timp, distruge microorganismele nesporulate şi inactivează seminţele de buruieni.

În cursul fermentaţiei aerobe, microorganismele modifică permanent compoziţia chimică a gunoiului de grajd, ritmul de transformare depinzând de nivelul de aerare, umiditate etc. În prima fază are loc descompunerea substanţelor complexe (celuloză, proteină, uree etc.) în produşi mai simpli. Reacţiile de descompunere a substanţelor complexe sunt reacţii exoterme, care conduc la modificarea temperaturii din profunzimea grămezilor de gunoi de grajd.

În urma "autoîncălzirii" gunoiului de grajd se produc modificări ale populaţiilor de microorganisme. Astfel, după ce este atinsă temperatura de 30 – 35^0C dispar unele specii psichrofile, până la temperatura de 44 – 45^0C se dezvoltă intens speciile mezofile, iar până la 65 – 80^0C se dezvoltă numai microorganismele termofile (DECUN, 2007).

Din momentul în care temperatura scade, ca urmare a reducerii substratului nutritiv pentru microorganismele termofile, a creşterii temperaturii peste punctul termic mortal, a reducerii gradului de aerare şi a umidităţii, se dezvoltă mai ales actinomicetele şi ciupercile microscopice.

În funcţie de intensitatea procesului de fermentare, diferă şi numărul total de germeni. Astfel, la început gunoiul de grajd conţine în medie 60 miliarde de germeni, care prin ridicarea temperaturii interne ajung la 71,6 miliarde, iar la sfârşitul procesului de fermentare conţin doar 17,5 miliarde de germeni vii la un gram.

În situaţia în care gunoiul de grajd a fost depus pe platformă fără a fi tasat suplimentar se estimează că în aproximativ 2 – 3 luni, germenii patogeni, ouăle şi larvele de paraziţi, precum şi seminţele de buruieni au fost distruse. Prin faptul că germenii patogeni sunt distruşi în cadrul fermentării aerobe (fig. 5.4.) sub acţiunea căldurii biologice, acest proces a fost denumit "*sterilizare biotermică*" sau "*decontaminare biotermică*".

Cu toate că fermentarea aerobă este preferată din punct de vedere igienic, ea determină pierderea unor cantităţi ridicate de C, N, P organic, ca urmare a descompunerii substanţelor organice până la produşii finali (CO_2, NH_3, H_2O ş.a.). (DECUN, 2007).



Fig. 5.4. Neutralizarea dejecţiilor animaliere cu ajutorul râmelor
(după EDWARDS şi colab., 1998)

Fermentarea mixtă (*metoda Krantz*) combină metoda aerobă cu cea anaerobă. Pe platformă se pun grămezi de gunoi înalte de 0,8 – 1 m, care sunt lăsate să fermenteze aerob timp de 3 – 4 zile, iar apoi sunt presate. În cele ce urmează se adaugă deasupra noi straturi de gunoi, până se ajunge la o înălţime totală de 3 – 4 m. După care se acoperă gunoiul de grajd cu un strat de pământ gros de 15 – 20 cm. Prin această tehnică, fermentarea durează 4 – 5 luni. Dezavantajele metodei constau că solicită multă mână de lucru şi nu distruge microorganismele.

5.5. TIPURI DE GUNOI DE GRAJD OBŢINUTE PRIN FERMENTARE

După parcurgerea procesului de fermentare se obţin 4 tipuri de gunoi de grajd:

1. **gunoi proaspăt**: paiele au o culoare neschimbată, iar extractul apos din gunoi are culoare galbenă;
2. **gunoi semifermentat**: paiele dobândesc o culoare brună, iar greutatea gunoiului se micşorează;
3. **gunoi bine fermentat**: paiele nu pot fi distinse uşor, iar greutatea iniţială a gunoiului s-a redus cu circa 50 %;
4. **gunoi putred sau mraniţă**: are un aspect pământos, iar greutatea faţă de cea iniţială scade la 25 %.

6. ELEMENTE ESENŢIALE ALE VERMICULTURII

Interesul pentru râme a fost confirmat de capacitatea acestora de a modifica, în sens pozitiv, caracteristicile solului în care trăiesc, sporindu-i fertilitatea prin transformări fizice şi chimice. În vederea deplasării, râmele sapă minuscule galerii prin intermediul cărora solul se "aerează". Râmele sunt foarte bune "reciclatoare" de substanţe organice, pe care le ingeră în scop nutritiv, iar după digestie le redepozitează în sol sub o formă biologică mai uşor asimilabilă de către plante (GAMBERINI, 1998).

În urma neutralizării dejecţiilor animaliere de către râme, acestea sunt transformate în humus de râmă care este utilizat ca fertilizant sau ca substraturi pentru floricultură, legumicultură, pomicultură, viticultură etc.

La alegerea sistemului de neutralizare a dejecţiilor animaliere şi la transformarea lor în vermicompost (reprezintă o multitudine de elemente, alcătuite din dejecţiile râmelor, hrana neprocesată, impurităţi de orice natură, corpuri străine, materiale organice etc.) sau în humus de râmă (reprezintă dejecţiile râmelor), trebuie să avem în vedere următoarele aspecte:

- stabilirea produsului pe care-l vom obţine: humus de râmă sau vermicompost;
- fiabilitatea metodei alese: raportul preţ : calitate produs final;
- stabilirea folosirii humusului de râmă pentru nevoi personale ale exploataţiei sau pentru comercializare (CAZACU Lari, 2009).

6.1. MATERIALUL BIOLOGIC FOLOSIT ÎN VERMICOMPOSTARE

Pentru a produce vermicompost trebuie să avem o densitate maximă constantă a populaţiei de râme, iar pentru a produce râme densitatea râmelor adulte trebuie să fie suficient de scăzută, pentru ca rata reproducerii să fie în limite normale (MUNROE, 2009).

Râmele crescute în scop comercial sunt de obicei de *tip epigeic*.

Cercetătorii EDWARDS şi LOFTY (1972) au consemnat că la nivel mondial există aproximativ 1800 de specii de râme. În cadrul acestora s-au diferenţiat, după nivelul la care trăiesc în sol, trei tipuri de râme:

- *tipul anecic*: termenul de *anecic* provine din grecescul pentru "***afară din pământ***"; cuprinde râme care noaptea vin la suprafaţă spre a trage hrana în galerii adânci, situate în straturile minerale ale solului; un reprezentat al tipului este: târâtorul de noapte canadian (*Eudrilus engeniae*);

- *tipul epigeic*: cuvântul *epigeic* este de origine greacă și înseamnă "*pe pământ*"; cuprinde râme care trăiesc în deșeurile de la suprafața solului, consumând substanța organică în descompunere; nu au galerii permanente în sol;

- *tipul endogeic*: provine din grecescul „*endogeic*" care se traduce prin "*în pământ*", trăiesc în galerii superficiale şi se hrănesc cu materie organică din sol, astfel că rar vin la suprafaţă.

În condiţiile climatice ale Europei şi inclusiv ale României, pentru neutralizarea dejecţiilor animale în vederea protejării mediului se folosesc următoarele specii de râme: *Eisenia foetida* (râma vărgată de bălegar), *Lumbricus terrestris* (râma comună sau de grădină), *Lumbricus rubellus* (râma de frunzar), *Perionyx excavatus* (albastru indian, viermele de coajă), *Eudrilus engeniae* (târâtorul de noapte African) şi *Dendrobaena veneta* (echivalentă cu *Eisenia hortensis*, râma de compost).

6.2. SUBSTRATUL DE CREŞTERE (PATUL) A RÂMELOR

Patul reprezintă un element hotărâtor în creşterea râmelor, ca urmare a faptului că amestecul de materii organice care-l compun vor servi atât ca substrat de creştere, cât şi ca aliment pentru râme.

Important este că substratul de creştere a râmelor trebuie să posede însuşirea de a menţine umiditatea şi de a fi suficient de poros pentru a favoriza schimbul de gaze. El nu trebuie să fie infectat cu paraziţi şi nici poluat cu insecticide, precum nici să conţină reziduuri din plastic sau din cauciuc (GAMBERINI, 1998).

Materialele folosite la realizarea substratului de creştere a râmelor posedă o amplă structură de substanţe organice care pot fi folosite ca substrat doar după o fermentare completă. În caz contrar, ca urmare a temperaturilor ridicate atinse în procesul de fermentare, putem provoca moartea râmelor. Materialele folosite ca

substrat pentru râme vor fi alese dintre cele mai uşor de găsit în zonă, fiind preferate materialele cu un conţinut proteic redus şi cu un conţinut ridicat de fibră şi celuloză. În realizarea substratului se pot folosi materiale fibroase, iar nivelul proteic necesar râmelor poate fi atins prin suplimentare, atunci când se realizează un mediu de creştere care corespunde cerinţelor fiziologice ale râmelor (GAMBERINI, 1998).

Prin materialele folosite la realizarea paturilor se urmăreşte să se realizeze un habitat stabil, care să îndeplinească următoarele condiţii:

- *să prezinte o mare putere de absorbţie a apei*: umiditatea substratului de creştere influenţează activitatea normală a râmelor (râmele respiră prin piele, care trebuie să fie în permanenţă umedă) şi trebuie să atingă 70 – 80 %, nivel pus în evidenţă la strângerea substratului în pumn, când apa se scurge printre degete;

- *să prezinte un potenţial de afânare bun*: compactarea prea puternică a materialului de substrat reduce sau elimină schimbul de oxigen şi face dificilă supravieţuirea râmelor. Porozitatea totală a substratului este influenţată de dimensiunile, forma, textura, rezistenţa şi rigiditatea structurii particulelor încorporate;

- *să posede un conţinut redus de proteine şi/sau azot* (raport Carbon - Azot ridicat): printr-un proces biologic lent, râmele îşi consumă patul aflat în proces de descompunere; un raport ridicat proteine/azot este asociat cu un proces de încălzire care creează condiţii improprii pentru viaţa râmelor. De aceea, procesul de încălzire este acceptabil în straturile de hrană din vermicultură, nu şi în cel de aşternut.

MUNROE (2009) consemnează că selecţia materialelor pentru pat este cheia succesului în vermicultură. Amestecurile optime folosite la crearea substratului de creştere reprezintă un element important în asigurarea condiţiilor optime de viaţă a râmelor.

Pentru a realiza un substrat de creştere bun unele materiale se pot utiliza singure, pe când altele se pot folosi în diferite combinaţii.

Sporul de creştere la râme a fost calculat de BIRUNDHA şi colab. (2013), după formula lui MAZANTSEVA (1982), redată în cele ce urmează:

$$S.c. = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

în care:

S.c. = sporul de creştere în greutate, în mg/râmă/zi;

W_1 = greutatea iniţială a râmelor, în mg;

W_2 = greutatea finală a râmelor, în mg;

t_1 = vârsta râmei la startul experimentului, în zile;
t_2 = vârsta râmei la sfârşitul experimentului, în zile;

În funcţie de deşeurile organice folosite BIRUNDHA şi colab. (2013), au determinat (tabelul 6.1.) sporul de creştere a râmelor din specia *Perionyx excavatus*, până la vârsta de 100 de zile.

Tabelul 6.1.

Sporul de creştere la râmele din specia *Perionyx excavatus* hrănite cu diverse deşeuri organice pe o perioadă de 100 de zile

(după BIRUNDHA şi colab., 2013)

Vârsta râmei (zile)	Sporul de creştere (mg/râmă/zi)			
	Aşternut de frunză	Deşeu de paie	Fibră de cocos	Nămol presat
10	0,95 ± 0,05	0,73 ± 0,04	0,26 ± 0,01	1,09 ± 0,09
20	1,93 ± 0,12	0,90 ± 0,07	0,35 ± 0,03	1,98 ± 0,15
30	2,35 ± 0,16	1,41 ± 0,11	0,74 ± 0,05	2,43 ± 0,18
40	2,91 ± 0,23	1,86 ± 0,14	0,98 ± 0,07	2,99 ± 0,25
50	3,40 ± 0,25	2,13 ± 0,19	1,46 ± 0,13	3,52 ± 0,27
60	3,82 ± 0,32	2,48 ± 0,25	1,57 ± 0,13	3,95 ± 0,29
70	3,91 ± 0,34	2,82 ± 0,21	2,08 ± 0,19	4,25 ± 0,38
80	4,12 ± 0,35	3,20 ± 0,29	2,30 ± 0,17	4,57 ± 0,33
90	4,30 ± 0,38	3,04 ± 0,26	2,15 ± 0,19	4,81 ± 0,41
100	3,65 ± 0,31	2,88 ± 0,27	2,06 ± 0,18	4,73 ± 0,44

Cele mai importante caracteristici ale materialelor utilizate în realizarea paturilor de creştere a râmelor au vizat: nivelul de absorbţie, potenţialul de afânare şi raportul carbon – azot (C:N) al fiecărui material (tabelul 6.2.).

Testele efectuate de Centrul pentru Agricultură Organică din Canada pe un amestec de gunoi de grajd (baligă) de cal şi muşchi de turbă au evidenţiat un raport C:N ridicat pentru balega de cal, caracteristici de afânare bune (ca urmare a conţinutului ridicat de paie) şi un nivel de absorbţie bun a umidităţii, aspecte pentru care acest amestec poate fi un mediu excelent pentru râme. În vederea îmbunătăţirii capacităţii de absorbţie şi cu mici valori a raportului C:N se adaugă muşchiul de turbă sau hârtia (sau cartonul) mărunţită.

Tabelul 6.2.

Principalele materiale folosite la realizarea patului de creştere a râmelor

(după MUNROE, 2009)

Nr. crt.	Materialul	Nivelul de absorbţie	Potenţialul de afânare	Raport C:N
1	Balegă de cal	mediu - bun	bun	22 – 56
2	Muşchi de turbă	bun	mediu	58
3	Porumb însilozat	mediu - bun	mediu	38 – 43
4	Fân – în general	scăzut	mediu	15 – 32
5	Paie – în general	scăzut	mediu - bun	48 – 150
6	Paie - ovăz	scăzut	mediu	48 – 98
7	Paie – grâu	scăzut	mediu - bun	100 – 150
8	Hârtie din fluxul de deşeuri municipale	mediu - bun	mediu	17 – 178
9	Ziare	bun	mediu - bun	170
10	Carton ondulat	bun	mediu	563
11	Scoarţă – esenţă tare	scăzut	bun	116 – 436
12	Scoarţă – esenţă moale	scăzut	bun	131 – 1285
13	Deşeuri mărunţite de gater – talaş	scăzut	bun	563
14	Deşeuri fibre de hârtie	mediu - bun	mediu	250
15	Deşeuri măcinate de hârtie	bun	mediu	54
16	Rumeguş	scăzut - mediu	scăzut - mediu	142 – 750
17	Aşchii de la curăţatul arbuştilor	bun	scăzut	53
18	Aşchii de lemn tare	scăzut	scăzut	451 – 819
19	Aşchii de lemn moale	scăzut	scăzut	212 – 1313
20	Frunze (uscate, libere)	scăzut - mediu	scăzut - mediu	40 – 80
21	Tulpini de porumb	scăzut	bun	60 – 73
22	Coceni de porumb	scăzut - mediu	bun	56 - 123

Pot crea un substrat de creştere excelent hârtia sau cartonul tocate, în combinaţie cu resurse organice de fermă, precum paiele şi fânul. De asemenea, reziduul de la fabricarea hârtiei prezintă o capacitate de absorbţie ridicată şi particule mici ca dimensiuni, care completează în mod favorabil raportul C:N şi

posedă proprietăţi favorabile unei bune agregări a paielor, fânului, cojii de arbuşti şi a talaşului.

Pentru a realiza patul de creştere a râmelor din materiale diferite se poate interveni cu furca (în cazul unor operaţiuni mici), cu un tractor cu cupă (în cazul unor operaţiuni mai mari) sau cu un amestecător de furaje (în cazul unor operaţiuni de vermicompostare comercială).

Într-un proiect a căror activităţi au durat 18 luni, s-a evaluat posibilitatea de a creşte râme cu hrană pentru găini. În cadrul experienţelor s-au testat două substraturi de creştere (bălegar de cal şi muşchi de turbă) şi două furaje (zaţ de cafea şi okara: este formată din cheagul rămas de la tofu de soia). Fiecare experienţă a fost instalată în câte un container alcătuit din cutii de plastic. Studiul a urmărit 4 combinaţii:

- pat de creştere din bălegar de cal cu zaţ de cafea ca sursă de hrană;
- pat de creştere din bălegar de cal cu okara ca sursă de hrană;
- pat de creştere din muşchi de turbă cu zaţ de cafea ca sursă de hrană;
- pat de creştere din muşchi de turbă cu okara ca sursă de hrană.

În cadrul cercetărilor s-a urmărit evoluţia finală (după 18 săptămâni) a numărului mediu de râme şi masa individuală a râmelor. S-a constatat că în cadrul combinaţiilor: balegă de cal cu zaţ de cafea şi muşchi de turbă cu zaţ de cafea s-au produs cele mai multe râme. Combinaţiile cu okara au produs cea mai mare biomasă (MUNROE, 2009).

Cu multă convingere, Lari CAZACU (2009) ne atenţionează că stratul de creştere şi înmulţire a râmelor este foarte important, nerecomandând ca producătorii de biohumus să-şi producă singuri acest ingredient, deoarece acesta prezintă circa 200 de componente care formează un mediu optim în care râmele se vor înmulţi şi depune coconi. Se afirmă că prin modificarea unui singur component denaturează procesul de reproducere a râmelor.

Procentul de râme eclozate se determină după următoarea formulă:

$$E\ \% = \frac{\mathrm{N_{ce}}}{\mathrm{N_{ci}}}\ \mathrm{x}\ 100$$

în care:

E % = procentul de eclozaţi cu succes, în %;

N_{ce} = numărul de coconi eclozaţi;

N_{ci} = numărul de coconi incubaţi;

BIRUNDHA şi colab. (2013) au stabilit la râmele din specia *Perionyx excavatus* procentul de indivizi clitelaţi pe substraturi organice diferite (tabelul 6.3.).

Tabelul 6.3.

Procentul de indivizi clitelaţi din specia *Perionyx excavatus* pe substrat organic diferit

(după BIRUNDHA şi colab., 2013)

Durata incubaţiei (zile)	Procentul de clitelate			
	Aşternut de frunză	Deşeu de paie	Fibră de cocos	Nămol presat
25	2,50	2,50	-	-
27	22,50	17,50	5,00	5,00
28	40,00	32,50	20,00	27,50
29	62,50	55,00	32,50	50,00
31	75,00	67,50	57,50	67,50
33	87,50	80,00	75,00	82,50
35	92,50	87,50	82,50	90,00
37	97,50	92,50	90,00	95,00
38	100,00	100,00	97,50	100,00
39	-	-	100,00	-

Pentru realizarea substratului de creştere şi GAMBERINI (1998) consemnează că pot fi folosite numeroase materiale, dintre care cel mai important este gunoiul de grajd maturat prin fermentare timp de 4 – 5 luni. Se mai pot folosi şi alte materiale, precum: hârtie, paie, muşchi de turbă. Cele mai bune substraturi de creştere se obţin prin amestecuri şi nu utilizând un singur material. Rezultate superioare s-au obţinut din amestec între gunoi de grajd şi turbă în cantităţi egale, la care se poate adăuga noroi de depunere (o treime din total).

Pentru formarea stratului de creştere a speciei *Lumbricus terrestris* (râma neagră) LYON (1991) a folosit un amestec de soluri grase sau de soluri poroase cu materie organică (vegetaţie moartă sau putredă). Amestecul realizat a respectat un raport între materia organică şi sol de 1:3 – 1:4. În realizarea amestecului nu se vor folosi soluri nisipoase sau prea argiloase.

6.3. HRANA RÂMELOR

Un aspect foarte important al creşterii râmelor îl reprezintă asigurarea hranei acestora. În mod teoretic, hrana râmelor se prepară din dejecţii animaliere şi din resturi vegetale. Înainte de a alege materialele pe care le vom folosi pentru prepararea hranei râmelor, se va proceda la stabilirea materialului de bază (în cazul nostru un tip de gunoi de grajd).

Râmele consumă aproape orice material organic, de origine vegetală sau animală, manifestând însă preferinţă pentru unele alimente (MUNROE, 2009). Cea mai folosită materie primă în hrana râmelor este balega produsă de diverse specii de animale domestice, cu predilecţie cea de bovine. Acest gunoi, produs în cantităţi mari în exploataţii cu efective numeroase, este hrana cea mai folosită. De o bună apreciere se bucură şi gunoiul de iepure de casă colectat de sub cuşti. În cazul în care dejecţiile solide şi lichide sunt amestecate, necesită un timp de maturare. Dacă, totuşi, prin orice tehnică se separă solidele de lichide, partea solidă se poate folosi direct fără a se proceda la fermentarea ei.

Experienţele efectuate de LYON (1991) care a introdus în cutii de lemn (150 x 90 x 45 cm) sau în bidoane de oţel tăiate longitudinal (40 cm diametru şi 30 cm adâncime) sol utilizat, gros de 20 – 25 cm şi uşor umezit, dar nu ud. Peste substratul de creştere folosit s-a adăugat ca hrană: 0,46 kg terci, cu 15 % proteină brută (P.B.), compus din păsat pentru broileri şi din ¼ kg untură de porc sau un tip de grăsime vegetală. Hrana adăugată a măsurat 7,5 cm de la suprafaţa solului. Uneori, terciul a fost înlocuit în structura amestecului cu făină de porumb.

Privitor la specia de râme *Lumbricus rubellus*, BURUIAN (2007) consemnează că aceasta se hrăneşte cu frunzar, resturi de produse vegetale din gospodărie, respectiv: iarbă cosită, frunze şi lăstari de viţă de vie (nestropită cu pesticide), frunze de pomi fructiferi căzute toamna, frunze şi tulpini de legume, frunze de foioase (în primele săptămâni de la cădere), frunze de cireş şi de păr, frunze de ceapă, resturi de legume, frunze de fag imediat după cădere. Nu se vor

administra spre consum frunzele de nuc, tulpinile şi frunzele de roşii şi de cartofi. Dintre resturile menajere se pot administra în hrană: cojile de legume, fructele, produsele cerealiere. Se apreciază ca fiind foarte utile cojile de ouă zdrobite şi măcinate, deoarece aduc un aport important de calciu.

Pentru viermele roşu din California (www.lalombrizroja.com/tag/vermicultura) sunt otrăvitoare atât frunzele cât şi fructele de pomi fructiferi care au primit tratamente cu produse fitosanitare. De asemenea sunt dăunători copacii răşinoşi, castanii, nucile şi stejarii, deoarece atât răşinile cât şi taninurile sunt otrăvitoare pentru râme.

Tabelul 6.4.

Furaje folosite în hrana râmelor

(după MUNROE, 2009)

Hrană	Avantaje	Dezavantaje	Observaţii
Gunoi de bovine	Nutriţie bună, hrană naturală, necesită puţină adaptare.	Conţine seminţe de buruieni care fac necesară precompostarea	Gunoiul de grajd este parţial descompus şi gata pentru consumul râmelor
Gunoi de păsări	Conţinutul mare de azot; nutriţie bună; produs de valoare ridicată.	Nivelurile ridicate de proteină sunt periculoase pentru râme; trebuie folosite în cantităţi mici; râmele trebuie adaptate pentru că nu sunt obişnuite cu această materie primă; poate fi precompostat, dacă este folosit cu precauţie.	GADDIE şi DOUGLAS (1975) sugerează că gunoiul de păsări nu este potrivit pentru râme, pentru că este "fierbinte"; GEORG (2004) a arătat că râmele se pot adapta dacă gunoiul de păsări în paturi este de 10 % din volum sau mai puţin.
Gunoi de oaie/capră	Nutriţie bună; produs de bună calitate.	Necesită precompostare (conţine seminţe de buruieni); particulele de dimensiuni mici pot duce la aglomerare,	Cu aditivi corecţi pentru a creşte raportul C:N, gunoiul de oaie este bun ca pat de creştere, se maturează în 3 – 4 luni.

		necesitând materiale suplimentare de afânare	
Gunoi de porc	Nutriţie bună; produce un vermicompost foarte bun.	De obicei este în stare lichidă; trebuie deshidratat sau utilizat cu cantităţi mari de pat foarte absorbant.	Vermicompostul realizat din gunoi de porc depăşeşte celelalte vermicomposturi, precum şi îngrăşămintele comerciale.

Hrană	**Avantaje**	**Dezavantaje**	**Observaţii**
Gunoi de iepure	Conţinutul de azot este similar celui din gunoiul de pasăre, oferind o nutriţie bună; conţine un foarte bun amestec de vitamine şi minerale; hrană ideală pentru râme.	Trebuie scursă urina înainte de a-l folosi; se poate supraîncălzi dacă sunt prea mari cantităţile; nu e prea disponibil.	Unii crescători de iepuri din SUA pun paturile de râme sub cuştile de iepuri pentru a prinde crotinele, ca acestea să cadă prin podeaua cu ochiuri de sârmă a cuştii.
Resturi de alimente proaspete (ex. coji, deşeuri din pregătirea alimentelor, resturi).	Nutriţie excelentă, conţinut bun de umiditate.	Conţinutul ridicat de azot poate duce la supraîncălzire; carnea şi deşeurile bogate în grăsimi pot crea condiţii anaerobe şi mirosuri, care atrag dăunători; nu trebuie să fie incluse fără precompostare.	Cele mai bune deşeuri alimentare sunt: zaţul de cafea (este bogat în azot, nu este gras sau urât mirositor şi atractiv pentru râme); rădăcinoasele (ex. coji de cartofi), rezistă la degradare şi necesită o lungă perioadă de timp pentru a fi consumate.
Deşeuri alimentare precompostate	Nutriţie bună; descompunerea parţială de către râme face digerarea mai	Nutriţie mai scăzută decât deşeurile alimentare proaspete.	Vermicompostarea poate accelera procesul de întreţinere în operaţiile convenţionale de

	uşoară şi mai rapidă; poate conţine carne şi resturi de grăsimi; tendinţă slabă de în încălzire		compostare; creşte valoarea produsului final.

Hrană	Avantaje	Dezavantaje	Observaţii
Biosolide (deşeuri umane)	Nutriţie excelentă; pot fi nămoluri activate sau nonactivate şi nămoluri septice; obţinere de venituri din gestionarea deşeurilor.	Metale grele şi/sau contaminanţi chimici; miros urât în timpul aplicării în paturi (râmele preiau controlul relativ rapid); patogenii pot supravieţui dacă procesul nu este complet.	Vermitech Pty Ltd. din Australia a avut succes cu acest produs, dar ei folosesc sisteme automatizate; teste făcute în Florida au demonstrat că râmele distrug patogenii umani la fel de bine ca şi compostarea termofilă.
Alge marine	Nutriţie bună; rezultă un produs bogat în micronutrienţi benefici.	Sarea trebuie extrasă, fiind în detrimentul râmelor; prezenţa lor variază în funcţie de regiune.	Crescătorii de vaci din SUA produc vermicompost certificat organic, din balegă de vită, scoarță şi alge de mare.
Paie de leguminoase	Conţinutul mare de azot face din acestea o hrană bună şi un pat corespunzător.	Nivelurile umidităţii nu sunt aşa mari ca la alte alimente, cerând multe completări şi monitorizare.	Râmele consumă boabe, dar nu pot digera miezul mare şi dur; acesta trece în excremente adunându-se în paturi, rezultând o supraîncălzire bruscă.
Carton ondulat (inclusiv cerat)	Nutriţie excelentă datorată aportului ridicat de proteine	Trebuie mărunţit (varietatea cerată) şi/sau înmuiat	Crescătorii de râme susţin că acest carton

	din lipiciul folosit la unirea straturilor de carton, râmele preferă acest material.	(necerată) înainte de hrănire; trebuie precompostat până trece de stadiul termofil.	ondulat stimulează reproducerea râmelor.
Peşte, resturi de găini, resturi de sânge, animale moarte	Conţinutul ridicat de azot asigură o bună nutriţie şi oportunitatea de a transforma deşeurile problematice într-un produs de bună calitate.	Trebuie precompostat până trece de stadiul termofil.	Compostarea resturilor (de peşte, de sânge etc.), este dificilă şi produce mirosuri puternice. Trebuie efectuată doar în sisteme de recipiente; solicită multă afânare.

În studiile întreprinse de CREMENEAC Larisa (2004) reiese că pot fi folosite ca surse de hrană pentru râme: gunoiul de grajd, compostul de grădină, lemnul, hârtia şi cartonul tocat, precum şi orice substanţă organică aflată în descompunere. Autoarea consideră că cele mai bune surse trofice pentru râme sunt: produsele lactate, gunoiul de grajd de iepure şi de cal. În linii de ansamblu se apreciază că o hrană bună pentru râme conţine suficient azot, care va fi transformat de către bacterii în proteine. Sub această formă vor fi ingerate de către râme (fig. 6.1.). În cazul în care populaţia de râme se reproduce într-un ritm lent se va administra o hrană mai bogată în proteine.

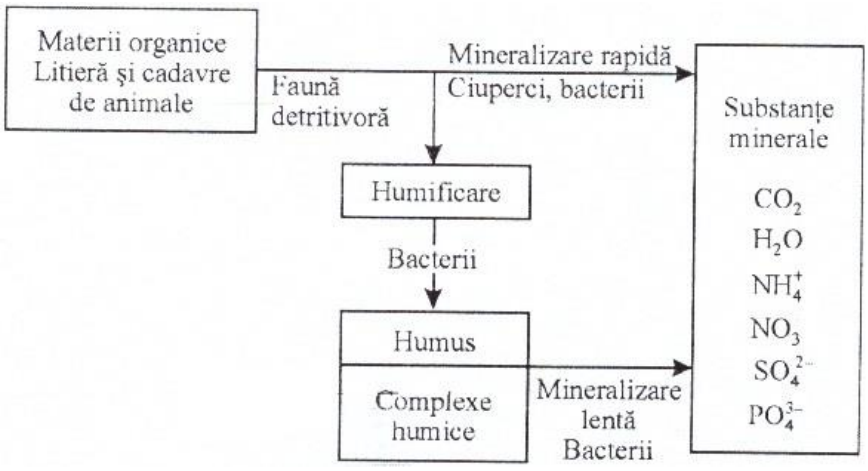


Fig. 6.1. Procesul de humificare a materiei organice

(după FILIPOIU şi colab., 2006)

Performanţele nutritive ale râmelor au la bază procentajul substratului consumat în diferite etape ale vermiculturii. Formula de calcul este următoarea:

$$Hc\ \% = \frac{\mathrm{A} - \mathrm{B}}{\mathrm{A}}\ \mathrm{x}\ 100$$

în care:

Hc % = hrana consumată procentual, în %;

A = greutatea totală a substanţei organice în vermicultură;

B = greutatea materialului utilizat;

BIRUNDHA şi colab. (2013) au determinat potenţialul vermicul al speciei *Perionyx excavatus* pe substraturi organice diferite (tabelul 6.5.).

Tabelul 6.5.

Potenţialul vermicul al speciei *Perionyx excavatus* pe substraturi organice diferite

(după BIRUNDHA şi colab., 2013)

Substraturi	Biomasa individuală maximă	Nr. mediu pe cocon	Succesul ecloziunii (%)	Nr. de ecloziuni în procente/coconi			Nr. mediu de ecloziuni pe cocon	% de hrană utilizată
				1	2	3		
Aşternut de frunză	225,85 ± 12,66	0,64	65,38	56	8	1	1,15	96,5 ± 6,33
Deşeu de paie	195,52 ± 9,33	0,31	54,00	49	5	0	1,09	87,5 ± 5,00
Fibră de cocos	157,33 ± 7,00	0,25	48,05	44	4	0	1,08	69,0 ± 3,66
Nămol presat	251,89 ± 15,33	0,79	67,24	55	10	2	1,21	91,0 ± 5,66

6.4. CULTURI DE RÂME ÎN CONDIŢII DE LABORATOR

Culturile de dimensiuni reduse, organizate de POP V.V. şi TEODOREANU M. (1984) în condiţii de laborator, au permis montarea mai multor variante de hrană cu repetiţiile necesare într-un spaţiu mic şi ilustrarea faptului că sunt mai costisitoare decât cele organizate în exterior.

Cercetările au fost efectuate într-un *laborator suprateran* în care s-a menţinut o temperatură în jurul lui 23^0C şi un *laborator subteran* amenajat într-o pivniţă adâncă şi umedă, cu temperatura de 15^0C.

Pentru realizarea culturilor de râme s-au utilizat următoarele tipuri de vase:

- *vase dreptunghiulare* de material plastic cu dimensiunea de 32/28/14 cm şi acoperite cu plăci de sticlă de geam de 34/34 cm; hrana pentru râme a fost aşezată pe o adâncime de 10 cm;
- *lăzi de lemn dreptunghiulare* cu dimensiunile de 45/35/17 cm cu fundul din tablă de aluminiu perforată;

Vasele de creştere au fost aşezate pe stelaje.

Hrana pentru *Eisenia foetida* a fost asigurată în următoarele variante experimentale:

- gunoi de grajd;
- gunoi de grajd peste un pat de uruială de ciocălăi de porumb în raport 1/1;
- gunoi de grajd peste un pat din frunze de arţar din anul precedent; raport de volum de 1/1;
- gunoi de grajd peste un pat din frunze de carpen, din căzătura din anul precedent;
- gunoi de grajd, peste un pat de muşchi de turbă, raport 1/1;
- gunoi de grajd, peste un pat din cetină de molid.

În fiecare vas s-au introdus 150 de indivizi adulţi şi subadulţi, număr ce corespunde unei densităţi de 1680 indivizi/m^2. Indivizii introduşi în experiment au avut o masă medie de 0,220 g/individ.

Pentru fiecare variantă experimentală POP V.V. şi TEODOREANU M. (1984) au studiat sporul de densitate şi de biomasă (tabelul 6.6.). În cadrul fiecărui vas de cultură s-a efectuat numărarea indivizilor şi cântărirea lor pe clase de vârstă (adulţi + subadulţi, juvenili).

Tabelul 6.6.

Densitatea (nr. indivizi/m^2) şi biomasa (greutatea vie în g/m^2) populaţiilor la *Eisenia foetida* din experienţele de creştere în laborator, valori medii pentru 3 repetiţii

(după POP V.V. şi TEODOREANU M., 1984)

Varianta	Hrana	Adulţi - subadulţi		Juvenili		Total		Greutatea medie a indivizilor adulţi (g)
		Densitatea	Biomasa	Densitatea	Biomasa	Densitatea	Biomasa	
1	Gunoi de grajd	1370	288	1209	27	2588	315	0,257
2	Gunoi de grajd + uruială ciocălăi de porumb	4155	615	728	19	4883	1634	0,438
3	Frunze arţar + gunoi de grajd	1758	435	202	16	1960	515	0,319
4	Frunze carpen + gunoi de grajd	2621	824	112	9	2733	833	0,354
5	Gunoi de grajd + muşchi turbă	4570	1115	358	13	4928	1128	0,270
6	Gunoi de grajd (neatins)	1053	189	907	31	1960	220	0,180
7	Gunoi de grajd	1658	418	2621	89	4279	507	0,374
8	Gunoi de grajd, cetină molid (Laborator subteran)	2912	328	6473	233	9385	561	0,147
9	Gunoi de grajd (Laborator subteran)	4099	509	8019	260	12118	769	0,123
10	Gunoi de grajd, tescovină	381	63	650	24	1031	85	0,160

Cercetările au pornit de la o densitate de 1680 indivizi/m^2, consemnând un spor de densitate cuprins în 1,2 x (varianta 6) şi 7,2 x (varianta 9). Pornind de la o biomasă medie de 370 g/m^2, s-a obţinut, în cadrul variantei 2 (gunoi de grajd şi uruială de ciocălăi) un spor maxim de biomasă de 4,4 ori varianta iniţială în decurs de 6 luni. Cel mai mic spor de biomasă, de 1,3 ori, s-a realizat de către varianta 7 (gunoi de grajd) în 3 luni de creştere.

Cercetările lui POP V.V. şi TEODOREANU M. (1984) au scos în evidenţă că în cadrul culturilor intensive realizate se pot atinge densităţi de 4000 – 12000 indivizi la m^2, cărora le corespunde o biomasă de 500 – 1500 g sau 0,5 – 1,5 kg/m^2.

Cercetările efectuate pe râme *Eisenia foetida* adulte au arătat că cele mai mari greutăţi corporale s-au realizat la varianta 2, de 0,438 g, iar cea mai mică la varianta 9 (gunoi de grajd), de 0,123 g/individ.

6.4.1. OBŢINEREA VERMICOMPOSTULUI ÎN CUTII DE PLASTIC CU CAPAC

În cadrul Asociaţiei Românbe de Permacultură s-a realizat proiectul “Educaţia pentru sustenabilitate. Grădina ca o resursă pedagogică pentru o dezvoltare durabilă”, finanţat prin granturi SEE 2009 – 2014 în cadrul Fondului ONG în România.

Obţinerea de vermicompost s-a efectuat într-o caserolă de plastic cu capac, cu dimensiunile de 50/60 x 30/40 cm. Pe jumătate din lungimea carserolei este disousă o plasă de sită, care se fixează de cutie cu ajutorul unor orificii realizate în pereţii acesteia şi cu sfoară groasă (www.scoaladingradina.ro).

Mediul de cultură în vederea obţinerii de vermicompost are în componenţa sa următoarele componente (tabelul 6.7.).

Râmele recoltate din grădină sau cumpărate de la magazinul de pescuit au la dispoziţie hranăp suficientă care le permite un proces de înmulţire rapiud. Pentru a le asigura oxigenul necesar în capacul caserolei se fac găuri. O râmă consumă pe zi o cantitate de hrană echivalentă cu propria greutate. Din dorinţa de a asigura râmelor condiţii ca şi cele din sol caserola se va poziţiona într-un loc întunecos. În spaţiul în care caserola cu răme va fi poziţionată temperatura naambientală va bputea oscila între 5 – 28^{0}C.

Pe tot parcursul testării pământul, nisipul şi resturile vegetale trebuie să fie umede. Umiditatea este considerată a fi optimă când strâns în pumn amestecul asigurat din el curge doar o picătură de apă.

Tabelul 6.7.

Mediul de dezvoltare a râmelor

(www.permacultura.ro)

Stratul	Mediul	Proporţia din volumul recipientului
primul	nisip	10
al doilea	pamânt	50
al treilea	hârtie reciclată, carton în bucăţi	20
al patrulea	resturi vegetale	20
apă	menţinut umed	udat la 2 – 3 zile

Când jumătate de caserolă a fost plină, cealaltă jumătate va rămâne goală până când râmele reuşesc să consume toată partea vegetală asigurată. În decurs de 3 – 4 săptămânbi se va remarca dispariţia stratului vegetal, rămânând doar râme şi pământ. După ce stratul cu vegetaţie ţşi pământ se vor aşeza în a doua jumătate a caserolei, râmele vor fi atrase de hrana pusă l dispoziţie, treecând prin ochiurile plasei care desparte cutia înn două părţi (fig. 6.2.).

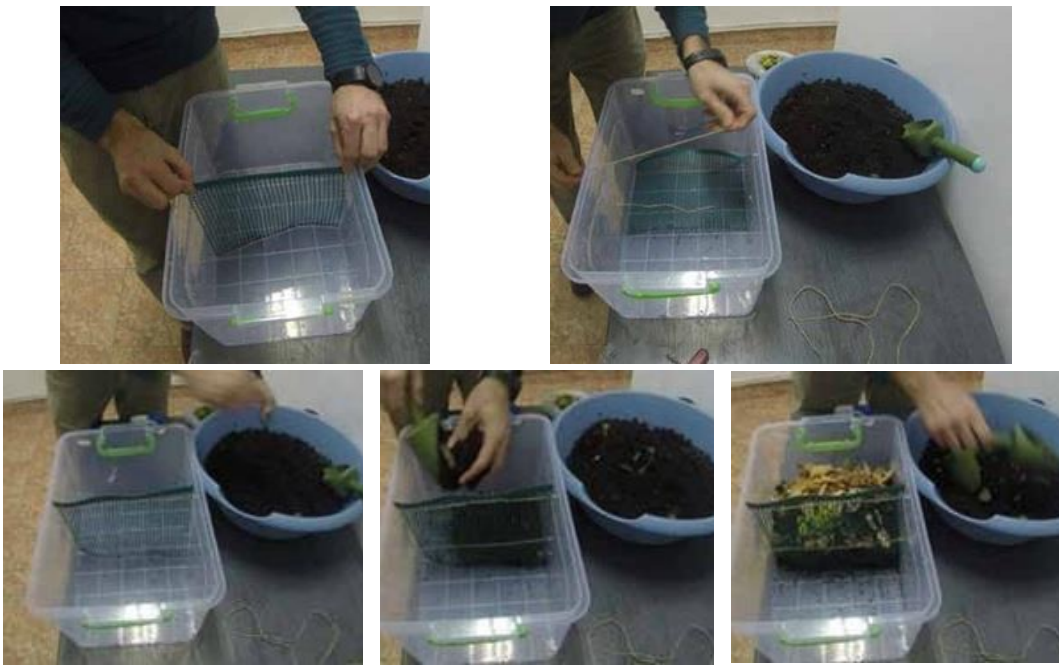


Fig. 6.2. Producerea vermicompostului în caserole de plastic

(www.scoaladingradina.ro)

După alte 1 – 2 zile de la a doua populare, în prima jumătate, cea cu vermicompost, procedăm la recoltarea acestuia şi folosirea acestuia ca îngrăşământ în grădină.

În decursul a 3 – 4 săptămâni se adaugă la interval de 3 – 4 zile resturi vegetale şi hârtie. Cu o săptămână înainte de a umple a doua parte a caserolei procesul de completare a hranei se întrerupe, creând posibilitatea materiein organice de a se descompone, înainte de a fi consumată de către râme.

6.5. FACTORII DE MEDIU CARE INFLUENŢEAZĂ CREŞTEREA ŞI DEZVOLTAREA RÂMELOR

În absenţa oricărui tip de protecţie se creează probleme în creşterea râmelor, care merg de la fuga râmelor până la mortalitatea excesivă a acestora.

Înainte de a introduce râmele în substratul de creştere este necesar să ne asigurăm că acesta are reacţia solului (pH-ul) adecvată, umiditatea necesară, temperatura optimă şi aerarea corespunzătoare.

6.5.1. REACŢIA SOLULUI (pH-ul)

Reacţia solului (pH-ul) este exprimată între 0 şi 14. Substratul a cărui pH este între 0 şi 7 este acid, iar a celui care între 7 şi 14 este bazic. pH-ul de 7 indică o substanţă neutră. Măsurarea pH-ului unei substanţe se poate realiza cu hârtie de turmesol şi cu pH-metru (fig. 6.3.). Cercetătorii californieni susţin că alimentele de râme trebuie să aibă un pH între 6,5 şi 7,5, iar valorile optime se încadrează între 6,8 şi 7,2 (www.lalombriyroja.com/tag/vermicultura). MARTIN şi colab. (2004), afirmă că râmele se dezvoltă la valori ale pH-ului cuprinse între 4,2 şi 8,0. Pentru o cultură intensivă de râme se apreciază că este optim un pH neutru. Pentru a menţine volumul pH-ului în jurul valorii neutrale de 7 se foloseşte pentru solurile acide, ca element de tamponare, varul.



Fig. 6.3. pH-metru şi contor de umiditate analogic
(www.lalombrizroja.com/tag/vermicultura)

Râmele pot supravieţui într-un substrat de creştere cu pH cuprins între 5 şi 9, este de părere EDWARDS (1998), cu toate că mulţi cercetători afirmă că râmele preferă un pH de 7 sau uşor mai ridicat. GEORG (2004) a stabilit un pH optim cuprins între 7,5 – 8 şi că pH-ul substratului de creştere a râmelor are în timp tendinţa de a se reduce. Astfel, dacă sursele de hrană sunt alcaline, pH-ul tinde spre neutru sau spre uşor alcalin. În cazul în care substratul de creştere este acid (zaţ de cafea, muşchi de turbă), pH-ul poate lua valori mult sub 7. MUNROE (2009) afirmă că pH-ul poate fi ridicat prin adaos de carbonat de calciu (var). pH-ul acid al substratului de creştere poate fi scăzut, dacă în patul acid va fi introdus muşchi de turbă.

Procesul de prelucrare a deşeurilor organice trebuie menţinut la un pH cuprins între 7 – 8 unităţi. Prin modificarea activităţii substratului nutritiv cu o unitate de la optim nu se produc schimbări esenţiale în modul de viaţă şi în activitatea râmei (www.zooland/Cresterearamelor3865html). Ca urmare a creşterii acidităţii la 5 – 6 unităţi şi în absenţa aeraţiei în substratul nutritiv, are loc reducerea numărului de indivizi tineri şi a masei corporale a râmelor mature. Pentru a putea regla nivelul

acidităţii substratului nutritiv la nivelul optim se recomandă ca în caz de mediu acid să se administreze cretă sau var, iar în caz de substrat bazic să se distribuie sol cu aciditate crescută sau turbă.

6.5.2. UMIDITATEA

La râme respiraţia se petrece prin piele, fapt pentru care mediul în care trăiesc trebuie să fie permanent umed. În cazul în care pielea râmei se usucă, aceasta moare. Materialul din care s-a amenajat substratul de creştere a râmelor trebuie să aibă o mare capacitate absorbantă şi să reţină apa foarte bine, astfel că râmele să prospere (MUNROE, 2009).

Productivitatea râmelor este redusă când nu li se asigură condiţii de viaţă optime. Cel mai dificil criteriu de satisfăcut este absorbţia, fiindcă atât paiele cât şi fânul nu sunt prea bune la a reţine umiditatea.

Pentru creştere şi pentru reproducere râmele au nevoie de multă umiditate, precum şi de un substrat de creştere umed şi sfărâmicios, da nu saturat de apă. După ce populaţia de râme s-a “instalat”, substratul nu se mai udă, timp de câteva zile, mai exact spus până când primii 3 – 5 cm se usucă. Din acest moment substratul de creştere se udă până la atingerea unei umidităţi normale (GEORGESCU şi colab., 2001).

Aşternutul folosit trebuie să posede capacitatea de a reţine suficientă umiditate astfel că râmele să aibă un mediu propice de trai (tabelul 6.7.).

Tabelul 6.7.

Nivelul umidităţii substratului de creştere în diverse faze ale vermiculturii

Nr. crt.	Indicator vermicultură	Limite (%)	Optim (%)	Autor
1	Compostare convenţională	45 – 60	-	RINK şi colab., 1992
2	Vermicultură	75 – 90	80 – 90(85)	DOMINGUEZ şi EDWARDS, 1997
3	Creştere şi reproducere	-	75 – 80	GEORG, 2004
4	Vermicultură	70 – 80	-	MARTIN şi colab., 2004
5	Râme folosite ca hrană pentru păsări de curte sau momeală	-	> 80	MASON şi colab., 1999

Ca urmare a faptului că râmele respiră prin piele este periculos pentru acestea un nivel al umidităţii substratului de creştere mai mic de 50 %. Pe lângă căldurile şi frigurile extreme, doar umiditatea scăzută ucide aşa de rapid râmele.

LYON (1991) a constatat că umezirea solului ori de câte ori se administrează hrană (de 1 – 2 ori/săptămână) asigură umiditate suficientă.

Conform observaţiilor lui MUNROE (2009) greutatea medie a unei râme creşte în paralel cu umiditatea substratului de creştere. Acest aspect sugerează că în procesul de vermicultură conceput pentru a produce râme ca hrană pentru păsările de curte sau pentru momeli se asigură o umiditate de peste 80 %, pe când în procesul de vermicompostare este suficientă o umiditate de 70 – 80 %. Umiditatea de 70 – 80 % poate fi pusă în evidenţă prin strângerea substratului în pumn şi apa se scurge printre degete.

Cercetătoarea Maria Magdalena VAZQUEZ GONZALES (1999) specifică faptul că râmele necesită un substrat cu o umiditate între 70 – 80 % în funcţie de specie. Autoarea consemnează existenţa a două metode de determinare a umidităţii substratului.

Prima metodă constă din cântărirea substratului umed, uscarea acestuia şi cântărirea din nou. Pe baza acestor determinări se stabileşte umezeala după formula:

$$Umid = (G\ um - G\ us) \times 100$$

în care:

Umid = umiditatea substratului, în %;
G um = greutatea substratului umed, în g;
G us = greutatea substratului uscat, în g;

A doua metodă, constă în strângerea substratului umed în mână şi consemnarea numărului de picături de apă. Umiditatea se evaluează astfel:

1. Substratul nu ia forma mâinii şi nu picură……...< 70 % U.R.
2. Substratul ia forma mâinii şi nu picură……70 – 80 % U.R.
3. Substratul ia forma mâinii şi picură < 10 picături……..80 – 90 % U.R.
4. Se obţin mai mult de 10 picături……..…….> 90 % U.R.

6.5.3. TEMPERATURA

Pentru a prelucra substratul de creştere la un nivel optim, râmele au nevoie de o temperatură cuprinsă între 20 – 25^{0}C. Atunci când temperatura substratului ajunge la 14 – 18^{0}C are loc încetinirea activităţii de reproducere, iar la 7 – 12^{0}C procesul de reproducere este stopat. La temperaturi de sub 7^{0}C râmele intră în hibernare (www.zooland). În urma creşterii sau a scăderii dramatice a temperaturii substratului este influenţată atât reproducerea cât şi nivelul de prelucrare a deşeurilor organice.

În literatura de specialitate consultată (www.happydranch.com) se specifică faptul că râma *Eisenia foetida* se dezvoltă bine la o temperatură cuprinsă între 20 – 25^{0}C, dar că poate tolera şi temperaturi care au limite între 4 – 27^{0}C. La temperaturi de peste 29,5^{0}C ele devin stresate, iar la peste 32^{0}C pot muri.

Pentru ca râmele să producă un număr cât mai mare de coconi şi ca aceştia să fie prolifici, se recomandă temperaturi de 17 – 20^{0}C (MARTIN şi colab., 2004).

După constatările lui MUNROE (2009) râmele de compost pot supravieţui şi la temperaturi de peste 30^{0}C, dar preferă în jur de 20^{0}C. La temperaturi de peste 35^{0}C râmele părăsesc zona, iar dacă nu pot migra vor muri în scurt timp. La temperaturi de peste 20^{0}C este stimulată funcţia de reproducere. În procesul de vermicompostare râmele *Eisenia foetida* preferă o temperatură de 15^{0}C, iar în cel de vermicultură necesită 20^{0}C.

Specia *Eisenia foetida* poate supravieţui şi la temperaturi de 0^{0}C, dar nu se reproduce la temperaturi de sub 10^{0}C şi nici nu consumă cantităţi mari de hrană. Cu trupul încremenit în substratul de creştere îngheţat, râmele vor muri atunci când nu vor mai consuma hrană.

În funcţie de nivelul temperaturii râmele de compost se împrăştie prin substratul de creştere (dispus sub formă de grămezi, şire sau în paturi). Astfel, în perioada de iarnă, în şirele de compostare dispuse sub cerul liber, în care temperatura internă determinată de căldura rezultată din descompunere vine în contrast cu temperaturile scăzute din exterior, râmele se vor aduna în grup restrâns la o adâncime la care temperaturile sunt aproape de cele optime. Râmele se vor aduna iarna în număr mare pe partea sudică a şirelor şi vara pe partea nordică a acestora. Unele specii de râme se dezvoltă la temperaturi ridicate, dacă solul este umezit şi umbrit. LYON şi colab. (2000) susţin că cele mai bune locuri pentru amplasarea culturilor de râme sunt sub copaci sau sub acoperişuri ferite de lumina solară.

În România, S.C. Delata exclusiv S.R.L. Timişoara produce tunele deltacover (fig. 6.4.) şi plase antipăsări (www.deltaexclusiv.ro). Frecvent folosite în creşterea dirijată a râmelor.

Colectivul de cercetători condus de KHAN M.A., de la Universitatea din Chicago, SUA, au studiat în anul 2010 răspunsurile fiziologice ale râmelor din specia *Lumbricus terrestris* la modificările de temperatură.

Râmele din specia *Lumbricus terrestris* au fost aclimatizate în timp la o temperatură medie a habitatelor de 10^0C (± cu 2 – 6^0C), când au atins cu 15% o rată de respiraţie şi cu 40 % concentraţia de hemoglobină (Hb) mai mare decât cea realizată la temperatura mediului.



Fig. 6.4. Tunele pentru creşterea râmelor
(după ZIDĂRESCU C., 2008)

La o temperatură medie de 14^0C s-a înregistrat o creştere cu 60 % a ratei de respiraţie şi cu 50 % a concentraţiei de hemoglobină (Hb) în sânge în raport cu temperatura mediului.

La temperaturi de 20 – 23^0C atât rata de respiraţie cât şi sinteza de hemoglobină au scăzut cu 85 % şi respectiv 35 % în raport cu cele de la 14^0C. KHAN M.A. şi colab. (2010) apreciază că reducerea concentraţiei de hemoglobină în sânge la temperaturi mai ridicate, determină scăderea activităţii enzimei sângelui acid aminoalaulinic (ALAD). Prin expunerea la temperaturi de 20 – 23^0C a râmelor palide aclimatizate la inhibitorul ALAD (plumb) a fost compromisă concentraţia de hemoglobină în sânge şi redusă rata de respiraţie. Concomitent prin expunerea la

hexaclorbenzen (HCB, indicator al sintezei haeme) şi la clorură ferică (intensificator al sintezei haeme) nu a fost depăşit efectul inhibitor al temperaturii înalte asupra sintezei hemoglobinei. La temperaturi de 20-23^{0}C s-a redus afinitatea hemoglobinei pentru oxigen, fapt confirmat de reducerea concentraţiei de oxi-hemoglobină (HbO) din sânge. Ca urmare a diminuării concentraţiei de hemoglobină în sânge şi a afinităţii acesteia pentru oxigen se produce o reducere de oxigen livrat celulelor, ceea ce limitează nivelul metabolismului aerobic (glicoliza, fosforilarea oxidativă). Acest fenomen este ilustrat de creşterea concentraţiei de glucoză din sânge şi de reducerea activităţilor "in vitro" ale componentelor sistemului de transport al electronilor mitocondriali (ETS), precum: NADH – citocrom reductaza, succinat dehidrogenaza, citocrom oxidaza şi ATP-azele.

Cu toate că între 6 – 23^{0}C, la nivelul mării, nu se reduce semnificativ concentraţia de oxigen din aer, la temperaturi ridicate scade concentraţia de hemoglobină şi de oxi-hemoglobină putând provoca o hipoxemie severă. Acestea pot conduce spre inhibarea activităţii enzimelor respiratorii mitocondriale (ETS). Prin inhibarea sintezei şi hidrolizei ATP poate provoca un deficit de energie utilă peristaltismului/localizarea fictivă a muşchilor corpului şi ai inimii (indică o reducere a ritmului cardiac), pentru a uşura difuzia şi transportul gazelor.

Temperaturile ajunse la un nivel ridicat (20 – 23^{0}C) încetinesc ritmul cardiac al râmelor şi provoacă stres hiperosmotic (hipovolemie). O creştere a temperaturii solului la peste 18^{0}C are menirea de a inhiba sinteza de hemoglobină, oxigenarea hemoglobinei, activitatea enzimelor respiratorii, încetineşte ritmul cardiac şi provoacă stresul hiperosmotic. Aceste temperaturi pot să fie letale populaţiilor de râme, dacă ele se manifestă în prezenţa unor inhibitori metabolici sau a unor toxici respiratori.

6.5.4. AERAREA

Dat fiind faptul că râmele preiau din mediul înconjurător oxigenul prin piele, ele pot supravieţui la concentraţii scăzute de oxigen şi limite înalte de bioxid de carbon. De asemenea pot trăi şi sub apă, dacă în aceasta se află oxigen dizolvat. Totuşi, în lipsa completă a oxigenului, râmele mor.

Oxigenul se poate consuma total, dacă substratul de creştere este saturat de apă, moment în care bacteriile anaerobe pot produce substanţe nocive râmelor, precum amoniacul (MARTIN şi colab., 2004).

În iernile aspre râmele supravieţuiesc în interiorul şirelor îngheţate cu oxigenul disponibil în apa încorporată în acestea.

În substraturile destinate vermicompostării râmele pot supravieţui în galeriile lor bine izolate, dacă există mici deschideri de ventilaţie. Cel mai bine râmele trăiesc atunci când ventilaţia este bună şi materialul care compune substratul de creştere este destul de poros şi bine aerisit. De fapt, râmele aerează substratul de creştere, circulând în mod liber prin el. Totuşi, substratul nu trebuie să fie prea dens pentru a nu împiedica deplasarea râmelor în interiorul lui.

Amestecurile folosite la realizarea substratului de creştere oferă nu numai protecţie, în caz de temperaturi extreme, dar şi un stoc adecvat de oxigen.

Procesul de realizare a amestecurilor pentru substratul de creştere poate fi făcut manual (cu o furcă), cu tractor cu cupă şi cu un amestecător de furaje.

7. SISTEME DE PRODUCERE A HUMUSULUI DE RÂME

Transformarea gunoiului de grajd în fertilizanți ecologici, solizi sau lichizi, cu efecte foarte puternice asupra plantelor, se poate realiza prin aplicarea unor sisteme a căror rezultat final urmăreşte obţinerea de vermicompost sau de humus pur de râmă.

Pe baza cunoştinţelor acumulate, MUNROE (2009) distinge două sisteme: discontinue de tip lot şi cu flux continuu.

Sistemul discontinuu de tip lot, constă în aceea că substratul de creştere şi hrana sunt amestecate, râmele adăugate făcând celelalte activităţi fără intervenţia omului. Din această grupă fac parte şirele şi containerele.

Sistemul cu flux continuu, constă în plasarea râmelor în substratul de creştere, pentru ca apoi să se adauge treptat substrat nou şi hrană de bază.

MUNROE (2009) clasifică tipurile de sisteme şi de variante, astfel:

- şiruri, cu variantele:

- grămezi statice înşiruite (flux discontinuu de tip lot);
- şire hrănite la vârf (flux continuu);
- pene/icuri (flux continuu);

- paturi sau **containere**, cu variantele:

- paturi hrănite la vârf (flux continuu);
- containere stivuite (flux discontinuu de tip lot sau flux continuu);

- reactoare cu flux continuu.

În Revista Ferma din anul 2009 (nr. 9, pag. 80), Lari CAZACU clasifică metodele de vermicompostare în: metoda grămadă, metoda grămadă migratoare, metoda şiruri, metoda patul rulant, metoda patul suprateran fix şi platformă.

7.1. SISTEME DE TIP ŞIRURI

Cuprinde următoarele variante de vermicompostare:

7.1.1. GRĂMEZI STATICE ÎNŞIRUITE

Acest sistem discontinuu de tip lot, cuprinde grămezile statice înşiruite care sunt simple grămezi formate din substratul de creştere amestecat în partea superioară cu hrană. În aceste grămezi sunt inoculate râme, care sunt lăsate în repaus până când compoziţia acestora este complet prelucrată.

Grămezile, cu aspect de şir , au de obicei o formă alungită (fig. 7.1.), dar pot fi şi pătrate sau dreptunghiulare sau de alte forme. Înălţimea acestor grămezi nu trebuie să depăşească un metru.



Fig. 7.1. Şiruri paralele de grămezi
(după ZIDĂRESCU C., 2008)

Pentru a oferi un mediu adecvat râmelor trebuie să ne preocupe componenţa substratului de creştere, precum şi adaosul. Astfel, MUNROE (2009) a constatat că

prin alegerea ca substrat de creştere doar a gunoiului de taurine maturat procesul de reproducere a avut o evoluţie lentă. Prin suplimentarea substratului de creştere cu cantităţi importante de fân şi de paie a crescut porozitatea grămezilor înşiruite, iar reproducerea s-a amplificat (BACHERT şi colab., 2008).

Într-un alt experiment s-a folosit carton, ca substrat de creştere şi gunoi de bovine şi găinaţ de pasăre, ca hrană. Materialele au fost amestecate cu ajutorul cupei unui tractor. S-a realizat un raport între 1:9 şi 1:19 între găinaţul de pasăre şi fibre tocate, precum şi un raport de 1:2 între gunoiul de bovine şi fibre tocate de carton. Aceste amestecuri au fost dispuse în grămezi înalte de 1 m, late de 3 m şi lungi de 50 m (fig. 7.2.). Şirurile au fost inoculate prin plasarea deasupra a unor şiruri mici (înalte de 30 cm şi cu diametrul de 1 m), compuse din compost bogat în râme (fig. 7.3.). Migrarea râmelor în profunzimea solului a fost oprită de stratul de argilă, aflat ca bază de postare a şirelor (MUNROE, 2009).

Prin acţiunea râmelor şi a bacteriilor implicate în compostare până la sfârşitul toamnei, şirurile şi-au redus volumul, ajungând la aproximativ jumătate din înălţimea lor iniţială. În primăvară (luna aprilie) s-a constatat că populaţiile de râme s-au redus mult, dar totuşi o parte din râmele adulte şi mulţi coconi au supravieţuit. În luna iulie toate şirurile posedau populaţii mari de râme active. În ceea ce priveşte performanţele dintre materiile prime au fost identificate diferenţe între ele (tabelul 7.1.).



Fig. 7.2. Şiruri de vermicompostare din carton tocat şi gunoi de grajd
(după MUNROE, 2009)



Fig. 7.3. Amestec de gunoi de grajd şi de râme gata de inseminarea
(http://lalombrizroja.com/tag/vermicultura/)

Tabelul 7.1.

Performanţele amestecurilor de materii prime reflectate de creşterea biomasei râmelor şi de cantitatea de material procesat
(după GEORG, 2004)

Amestec	Valoarea maximă a creşterii biomasei râmelor	Proporţia procesării materialului iniţial la valoarea maximă a biomasei
Gunoi de bovine (33 %)	1,65 ori	25 – 35 %
Gunoi de pasăre (5 %)	2,56 ori	40 – 50 %
Gunoi de pasăre (10 %)	5,00 ori	90 – 95 %

Cele mai bune performanţe au fost realizate din amestecul 1:9 de carton cu găinaţ de păsări. Astfel, biomasa râmelor a crescut de 5 ori, iar materialul folosit a fost aproape tot (90 – 95 %) compostat (MUNROE, 2009).

Când se apreciază că hrana a fost complet compostată, se procedează la extragerea râmelor, iar vermicompostul obţinut se foloseşte la fertilizarea diverselor plante.

Grămezile migratoare reprezintă un procedeu asemănător celor a şirurilor statice (CAZACU Lari, 2009), cu deosebirea că atunci când materia primă a fost complet consumată, lângă grămada veche se pune una nouă. Prin dispunerea lor lipită, râmele migrează spre hrana proaspătă în decursul verii.

În timpul toamnei şirurile vechi vor fi eliminate şi vermicompostul utilizat imediat sau stocat pentru a fi folosit în primăvara următoare.

7.1.2. ŞIRURI HRĂNITE LA VÂRF

Şirurile hrănite la vârf constituie o metodă cu flux continuu. În cadrul acesteia se plasează mai întâi substratul de creştere, după care se inoculează râme şi se acoperă periodic cu straturi subţiri de hrană (sub 10 cm). Râmele consumă hrana la interfaţa dintre substratul de creştere şi hrană, iar excrementele râmelor cad la baza şirei. În timp şirul se stratifică, astfel în partea de jos are produsul finit, la mijloc substratul de creştere consumat parţial şi la vârf hrana proaspătă. Pentru a înlocui materialul consumat treptat de râme se adaugă periodic straturi noi de substrat de creştere (MUNROE, 2009).

Avantajele hrănirii la vârf din şiruri constau în controlul facil al operatorului asupra mediului râmelor, cu ocazia hrănirilor periodice se pot evalua şi corecta anumite elemente tehnologice (ritmul de hrănire, pH-ul, umiditatea, temperatura etc.), se obţine o producţie de humus de râmă mai bună şi un ritm de reproducere mai mare a râmelor.

Dezavantajele acestui sistem constau în dificultăţile determinate de condiţiile de iarnă, la fiecare hrănire din timpul iernii se scoate capacul şirului, ceea ce constituie un efort fizic suplimentar.

Recoltarea râmelor şi a vermicompostului se face prin îndepărtarea a 10 - 20 cm din partea de sus a şirului, cu un încărcător frontal sau cu un tractor cu cupă (BOGDANOV, 1996). Râmele colectate vor fi folosite la însămânţarea unor şiruri

amenajate ulterior. Materialul rămas va fi folosit în mare parte ca vermicompost, iar materialul neprocesat de râme, se va cerne şi va fi reintrodus în proces.

7.1.3. PENE/ICURI

Vermicompostarea în structuri de tip “ic” este o variantă cu flux continuu, la care într-o structură de tip îngrăditură triunghiulară (3 laturi) se plasează o populaţie de râme cu tot cu substratul de creştere. Laturile “icului” au o înălţime de 0,9 – 1 m şi sunt confecţionate din beton, lemn sau baloţi de paie sau de fân (MUNROE, 2009).

Hrana proaspătă se adaugă, după un program de alimentare bine stabilit, prin partea deschisă a triunghiului. Râmele urmează mereu hrana proaspătă şi lasă în urmă materialul prelucrat. În momentul în care materialul a ajuns la capătul deschis al triunghiului, se îndepărtează latura din spate a triunghiului şi se recoltează cu un încărcător materialul finit. După aceasta se adaugă a patra latură şi se inversează direcţia de umplere. Acest proces poate fi continuat pe termen nelimitat.

Pe timp de iarnă partea activă a “icurilor” se va proteja cu un strat izolator de fân sau de paie. Pentru a asigura spaţiu adecvat depunerii de material o lăţime a unei laturi ar fi ideală dacă ar avea 1,82 m (fig. 7.4.). Lungimea optimă depinde de cantitatea de material procesat, de mărimea populaţiei de râme şi de timpii necesari pentru procesare.

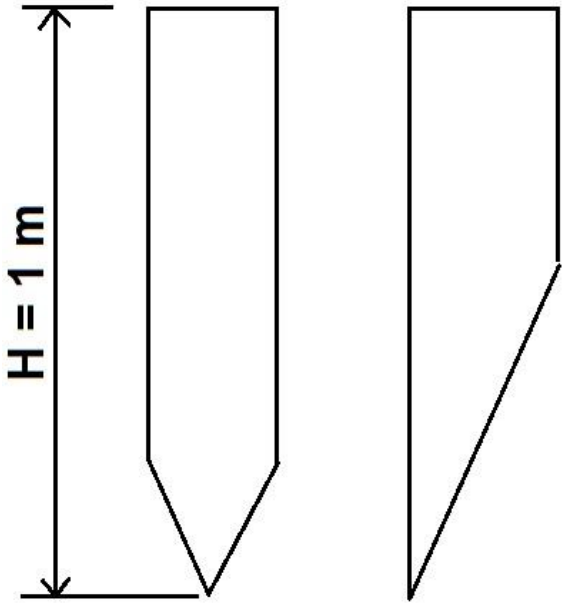


Fig. 7.4. Structuri de vermicompostare de tip pene şi ic (originală)

7.2. PATURI SAU CONTAINERE

7.2.1. HRĂNIREA PE VÂRFUL PATULUI

Între paturile hrănite la vârf şi şirele hrănite la vârf există mari diferenţe. Una dintre acestea constau în aceea că şira nu are pereţi, dar patul este încadrat de 4 pereţi şi o podea. Paturile pot fi dispuse în spaţii neîncălzite (hambare, copertine, corturi etc.). Iarna pot fi izolate deasupra, cu o pernă, cu saci plini cu paie sau cu baloţi de paie.

Paturile pot fi construite din blocuri de azbociment unite cu mortar (MUNROE, 2009), din cutii de lemn cu dimensiunile de 150 x 9 x 45 cm (LYON, 1991). Pentru a avea o durată mai mare, cutiile din lemn au fost unse cu catran pe exterior şi bine ceruite cu parafină pe interior.

JUAN GONZALO ANGEL (2015) a consemnat faptul că procesul de producere a fertilizanţilor a început doar după 3 luni de reproducere a râmelor.

Procesul de producţie s-a derulat cu 32 de paturi, cu dimensiunile de 3 x 2 x 0,6 m fiecare.

Paturile pentru râme prezintă avantajul de a fi mai restrânse ca şirele, fiind mai uşor controlabile din punct de vedere al condiţiilor de mediu. Dezavantajul creşterii râmelor în paturi constă în costul suplimentar al paturilor.

Lari CAZACU (2009) prezintă două tipuri de paturi:

- **Patul rulant** (simplu sau suprapus, drept sau înclinat): este cea mai nouă şi mai productivă metodă pentru producerea de vermicompost sau humus de râmă. Patul este alcătuit din 4 module care acţionează împreună şi sunt complet automatizate (fig. 7.5.). În cadrul acestei metode se produce pe o suprafaţă de 100 mp, o tonă de vermicompost sau 0,5 tone de humus de râmă pe zi. Dat fiind faptul că toate condiţiile de muncă sunt controlate, metoda are nevoie de un singur om.

- **Patul suprateran fix** (fig. 7.6.): este suspendat pe suporţi la înălţimea de 60 cm de sol. În acest pat hrana râmelor se introduce pe deasupra, pe când vermicompostul se extrage pe partea inferioară.

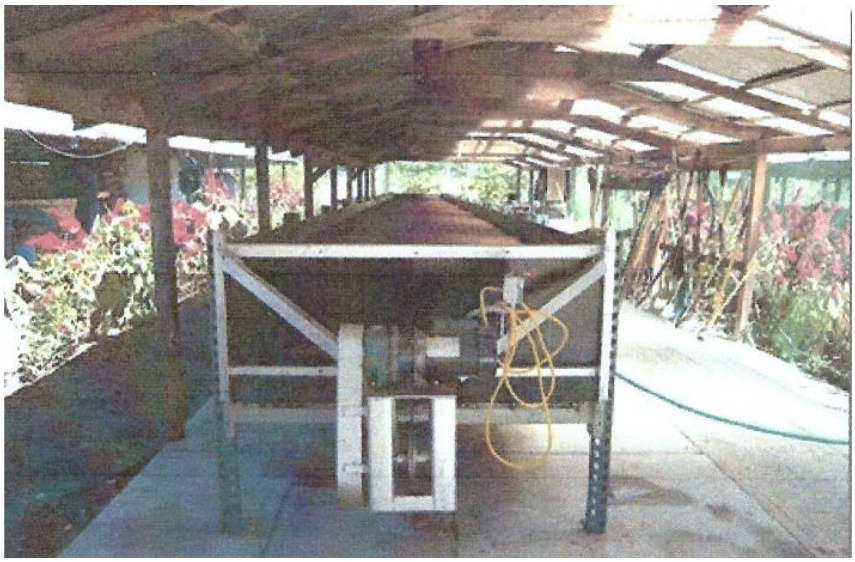


Fig. 7.5. Pat rulant simplu pentru producerea de vermicompostare
(după RISSDOREFER, 2016)

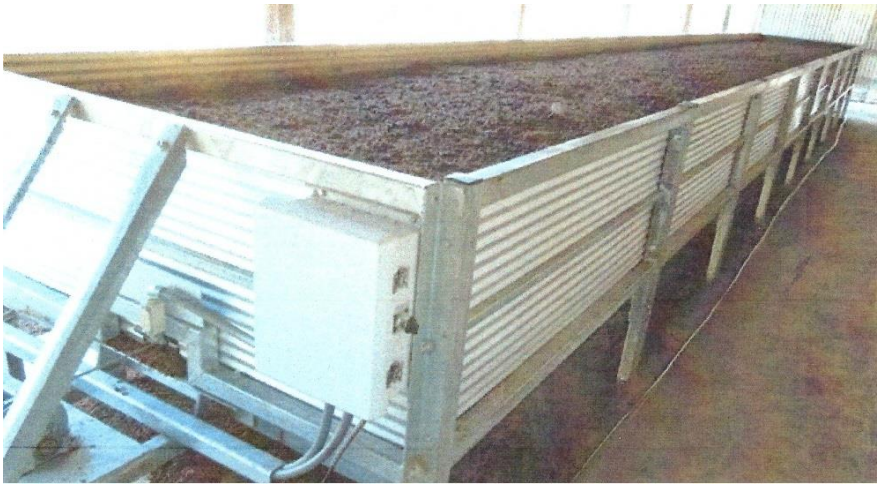


Fig. 7.6. Pat suprateran fix
(după RISSDOREFER, 2016)

7.2.2. CONTAINERE STIVUITE

Containerele folosite pentru vermicompostare sunt stivuite pe verticală într-un adăpost neîncălzit. Pentru a putea fi ridicate manual pline cutiile trebuie să fie suficient de mici. În caz contrar se poate recurge la manipularea cu un stivuitor.

Sistemul poate avea un *flux continuu* prin faptul că hrana se poate administra în mod continuu, fapt ce implică o manipulare continuă a cutiilor (MUNROE, 2009).

Sistemul poate avea şi un principiu discontinuu de lot deoarece materialul este preamestecat şi apoi plasat în cutie, după care se adaugă râmele şi se depun pe verticală cutiile pentru o perioadă predeterminată, iar apoi se golesc.

În anii 2003 – 2004, GEORG (2004) a testat un amestec de 1:2 între gunoi de grajd de bovine şi carton mărunţit, pe care l-a pus în cutii stivuite (fig. 7.7.). Cutiile măsurând 1,2 mp au avut adâncimea de 30 sau de 45 cm. Pe timpul iernii cutiile au fost izolate la partea superioară şi laterală. Materialul amestecat a fost menţinut în cutii timp de 6 luni (între luna decembrie şi iunie). Ca urmare a descompunerii gunoiului de grajd se producea în prima lună în containere 30 – 40^0C, iar apoi

atingând temperaturi superioare celor de îngheţ, materialul folosit nu a îngheţat în restul iernii.



Fig. 7.7. Cadru de lucru pentru containere stivuite
(după MUNROE G., 2009)

În decurs de 6 luni materialele au fost procesate, iar populaţiile de râme au crescut de 3 ori. Vermicompostul din toate cutiile a fost maturat şi abundent. În final el a fost testat în creşterea plantelor, unde a dat rezultate foarte bune.

Dezavantajele acestui sistem constau din:

- cheltuielile mari de înfiinţare: adăpost neîncălzit, cutii, hrana, echipament de stivuit cutiile;

- la recoltare, când râmele sunt amestecate cu produsul, fie că se recurge la un recoltator, fie că se adună materialul în grămezi şi râmele migrează într-un material nou (MUNROE, 2009).

7.3. REACTOARE CU FLUX CONTINUU

Într-o cutie dreptunghiulară suspendată, lată de 3 m, există substratul de creştere şi râmele prelucrătoare. În cadrul acestui sistem materialul hrănitor este adăugat pe deasupra, iar produsul final (excrementele produse de rână) este eliminat printr-o grilă poziționată în partea inferioară, acţionată prin intermediul unor pârghii hidraulice. Acestea se deplasează de-a lungul părţii inferioare a grătarului şi afânează materialul stocat în reactor astfel că el cade (MUNROE, 2009). (fig. 7.8.)



Fig. 7.8. Procesarea deşeurilor norganice de către râme
(după RISSDORFER, 2016)

Noţiunea de “flux continuu” este determinată de faptul că râmele se deplasează liber în paturile lor, deoarece materialul hrănitor este distribuit în partea de sus, după care coboară prin reactor (după ce a traversat intestinele râmelor) şi iese prin partea inferioară a cutiei.

O unitate cu “flux continuu” gestionată corect poate procesa pe o suprafaţă de aproximativ 92 mp o cantitate de 2 – 3 tone de deşeuri organice pe zi (BOGDANOV, 2004).

MUNROE (2009) scoate în evidenţă că unităţile cu “flux continuu” sunt cele mai eficiente sisteme de vermicompostare cunoscute.

7.4. SISTEMUL PLATFORMĂ

Platforma pentru râme se construieşte din beton, pentru a evita prezenţa unor "oaspeţi" nedoriţi (şoareci, cârtiţe, şerpi, broaşte, păsări etc.). Platforma va fi amenajată cu o anumită pantă de scurgere a apelor spre canalele marginale. În acest mod se previne degradarea substratului de creştere printr-o umiditate excesivă şi moartea râmelor prin asfixiere.

Durata de viaţă a platformei în vederea producerii humusului este pe termen nelimitat. În permanenţă râmele îşi vor derula ciclul lor de viaţă, generaţii succedându-se firesc (Lari CAZACU, 2009).

Avantajul producerii humusului de râmă pe sistemul de tip platformă constă în omogenitatea humusului de râmă şi în necesitatea de a efectua o singură analiză fizico-chimică a humusului populaţiei de râme.

Cercetătorii de la USAMV Cluj-Napoca GEORGESCU Bogdan şi IOZON Doina (2001), citând pe SÎRBU M. (1999), consemnează o platformă betonată pentru gunoi de grajd, prevăzută cu rigole de scurgere şi cu un ingenios sistem de celule cu înălţime reglabilă. Prin intermediul pereţilor mobili, realizaţi din scândură, este posibilă înălţarea lor şi creşterea stratului de gunoi de grajd. Concomitent se poate menţine o umiditate corespunzătoare deoarece pereţii de scândură facilitează scurgerea surplusului de apă.

8. TEHNOLOGIA VERMICULTURII ŞI A VERMICOMPOSTĂRII

Vermicultura se ocupă cu creşterea râmelor în vederea comercializării sau pentru vermicompostare.

Vermicompostarea este procedeul prin care râmele sunt folosite pentru a converti materiile organice (de obicei deşeuri) în humus de râmă, produs denumit vermicompost (MUNROE, 2009).

Prin transformarea gunoiului de grajd fermentat în fertilizanţi (solizi s-au lichizi, foliari sau radiculari) deosebit de eficienţi în producerea de straturi în legumicultură, pomicultură, viticultură, floricultură etc. se pot aduce economii, dar şi venituri, potenţialilor beneficiari ai acestor tehnologii.

Dejecţia pură de râmă, greu solubilă în apă, conţine toate cele 16 elemente de care plantele au nevoie. Cercetările au dovedit că prin concentraţiile în azot, fosfor, potasiu, magneziu, calciu şi în alte elemente nutritive, fertilizanţii sunt cei mai benefici plantelor. Aceste elemente nutritive sunt eliberate gradual, în concordanţă cu nevoile plantelor (ZIDĂRESCU, 2008).

8.1. SUBSTRATUL NUTRITIV

Substratul nutritiv reprezintă primul strat al patului (sistemului de creştere) în care sunt încorporate râmele. Substratul, constituie baza patului şi se formează din substanţe organice. Este de dorit ca substratul să posede între 20 – 25% celuloză. Substratul va fi gros de 15 cm pe timpul verii şi de 25 cm pe timpul iernii. Într-o manieră realistă, atât substratul, cât şi materia organică care serveşte ca hrană pentru râme sunt constituite din gunoi de grajd. Trebuie avut grijă ca la achiziţionarea de substrat la care s-a folosit gunoi de grajd fermentat, temperatura lui interioară să nu treacă peste 25^0C. Se evită astfel a se folosi gunoi de grajd în stadiul de fermentare, deoarece în interiorul acestuia se ajunge la temperaturi de 70 – 80^0C, care împreună cu nivelul acidităţii şi cu gazele eliberate în timpul fermentaţiei, vor provoca moartea râmelor (MUNROE, 2009).

Substratul se poate aşeza direct pe pământ, când nu există pericolul de băltiri, dar cel mai bine este să fie dispus pe o folie de material plastic impermeabil, pentru a evita umezeala excesivă.

În situaţia în care gunoiul de grajd este foarte bogat în proteine, se va răspândi hârtie sau carton peste baza substratului, sporind contribuţia celulozei la formarea substratului.

Dacă stratul a fost aşezat pe pământ (fig. 8.1.), acesta va fi irigat cu apă potabilă (fig. 8.2.), până când substratul va fi bine umezit. Prin această operaţiune se reduce aciditatea excesivă a substratului şi se îndepărtează acidul uric conţinut în ureea din gunoiul de grajd. Pentru reducerea rapidă a aciditătii substratului se adaugă 300 g carbonat de calciu pe metru pătrat.

Din momentul în care substratul a fost preparat, acesta se udă de 3 ori pe zi timp de 4 zile consecutive, iar apoi o dată pe săptămână. Pe caniculă se va uda ori de câte ori este nevoie pentru a păstra o umiditate optimă.

După 30 de zile şi din moment ce aciditatea este controlată, substratul este pregătit pentru a primi râmele (MUNROE, 2009).



Fig. 8.1. Alimente încorporate în paturi.
(http://lalombrizroja.com/tag/vermicultura/)



Fig. 8.2. Instalaţie de irigaţii prin pulverizare pentru udarea paturilor
(http://lalombrizroja.com/tag/vermicultura/)

Paturile late de 2 m şi lungi de 50 m vor fi aprovizionate cu hrană cu un tractor cu remorcă care circulă pe alei suficient de largi. Dacă paturile sunt late de 1 m aprovizionarea se va face cu roaba (fig. 8.3.).



Fig. 8.3. Includerea unui strat de gunoi pe paturi
(după MUNROE, 2009)

8.2. TESTUL DE SUPRAVIEŢUIRE A RÂMELOR

Pentru a determina calitatea substratului nutritiv înainte de a încorpora râmele în substrat sau pentru a folosi noi nutreţuri trebuie efectuat testul *de supravieţuire a râmelor* (http://lalombrizroja.com/tag/vermicultura/).

Testul este realizat într-o cutie de lemn cu dimensiunile de 30 x 30 x 20 cm, în care se pune un strat de substrat nutritiv cu grosimea de 5 – 10 cm. Pe părţile laterale ale cutiei, în apropierea fundului acesteia, se fac găuri cu diametrul de 1 cm, pentru a favoriza aerarea gunoiului de grajd. După aceea se stropeşte cu apă substratul din cutie până devine umed, iar apoi se pun peste substrat 20 de râme adulte, fără a le acoperi cu acesta. Ca urmare a faptului că operaţiunea se derulează la lumina zilei, râmele vor intra rapid în substrat. Dacă după 24 de ore toate râmele sunt vii şi au o stare fiziologică bună este un semn că gunoiul de grajd este corespunzător. În cazul în care o râmă a evadat prin orificiile de drenaj sau a murit, este o atenţionare că gunoiul de grajd nu îndeplineşte toate condiţiile şi că încă trebuie aşteptat pentru fermentarea completă a acestuia. Atunci când nu se dispune de suficient timp pentru ca gunoiul de grajd să se matureze, se poate interveni pentru reducerea acidităţii prin administrarea de carbonat de calciu.

8.3. ÎNCORPORAREA RÂMELOR ÎN SUBSTRAT

După depăşirea testului de supravieţuire a râmelor în substrat se recurge la încorporarea (inseminarea) râmelor în substrat. Râmele sunt transportate în cutii de expediere în amestec de vârste şi categorii (inclusiv de coconi cu ouă) cu nutreţuri (fig. 8.4.). Amestecul format din râme şi alimente se scoate din cutiile de expediere (fig. 8.5.) şi se pune pe substratul patului udat cu apă până devine umed.



Fig. 8.4. Încorporarea râmelor în substratul de creştere
(după CAZACU Lari, 2009)

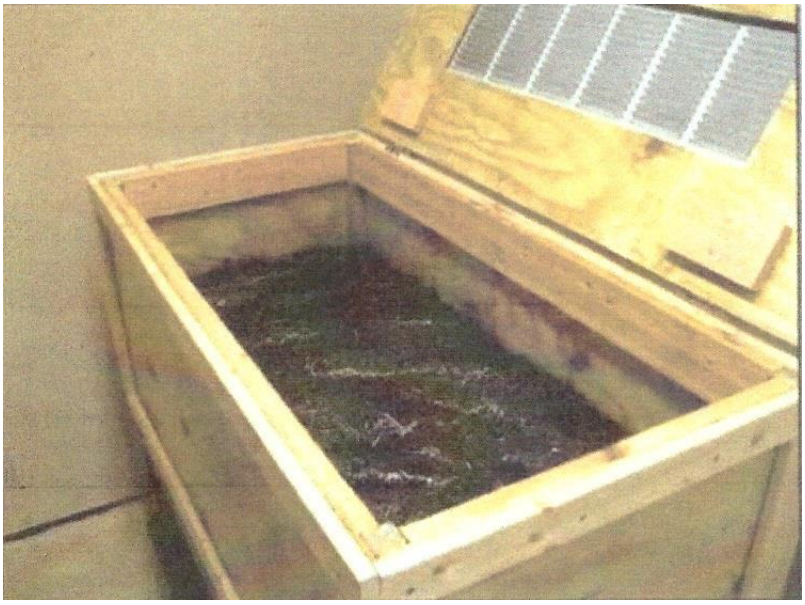


Fig. 8.5. Cutie pentru transport râme
(după RISSDÖRFER, 2016)

Încorporarea râmelor în substrat se realizează la lumina zilei, de preferat în primele ore ale dimineţii când sub influenţa luminii râmele se ascund repede în substrat.

În prima săptămână patul este controlat zilnic, pentru a depista existenţa unor anomalii. În permanenţă substratul se va menţine umed.

În alimentaţia râmelor se vor adăuga nutreţuri noi doar după 30 de zile de la inseminare (www.lalombrizroja.com/tag/vermicultura).

Cel mai favorabil moment pentru a efectua încorporarea râmelor în substrat este între lunile martie şi octombrie, când nu există diferenţe mari între temperatura gunoiului de grajd din substrat şi din cutiile de transport. În schimb dacă inseminarea râmelor se realizează în lunile reci ale anului este necesar să se ia măsuri de precauţie pentru a evita diferenţele de temperatură.

După inocularea cu râme, cultura trebuie udată săptămânal şi săpată la fiecare 2 – 3 săptămâni. După 6 luni se recurge la înlocuirea substratului.

O informaţie utilă privind introducerea râmelor în substrat ne furnizează GAMBERINI (1998), care arată că după terminarea pregătirii substratului se procedează la introducerea unui număr variabil de râme, dependent de stadiul lor

de maturitate. Astfel, pe metru liniar de substrat se introduc 40000 de râme tinere sau până la 10000 de râme adulte.

Popularea cu râme a substratului se poate face cu: indivizi vii sau cu ouă. *Indivizii vii* sunt distribuiţi pe suprafaţa substratului, după care ei vor intra rapid în substrat. Atunci când râmele nu intră în substrat sau intră cu mare întârziere, înseamnă că substratul nu este acceptat de acestea. Ouăle de râme (fig. 8.6.) sunt folosite la popularea substratului când aprovizionarea (cu râme vii) se face de la distanţe mari, fapt pentru care se întâmpină dificultăţi la transportul acestora.

Indiferent de metoda aplicată pentru introducerea râmelor se procedează în mod asemănător la pregătirea substratului. Ouăle se distribuie direct pe substrat, folosind 5000 de ouă (în coconi) la 1 mp.

Pentru a-şi menţine substratul umiditatea constantă, după ce s-a procedat la răspândirea ouălor, acestea se acoperă cu un strat gros de 4 – 5 cm de substrat. Apoi se iau măsuri de a menţine umiditatea constantă, acoperind substratul cu iută care se udă la anumite intervale de timp. Substratul se poate lăsa descoperit, dar trebuie udat la intervale mai scurte de timp.

La o temperatură cuprinsă între 18 – 22^0, din ouă eclozează în decurs de 7 zile râme mici (puiet), care nu vor fi deranjate timp de peste 40 de zile.

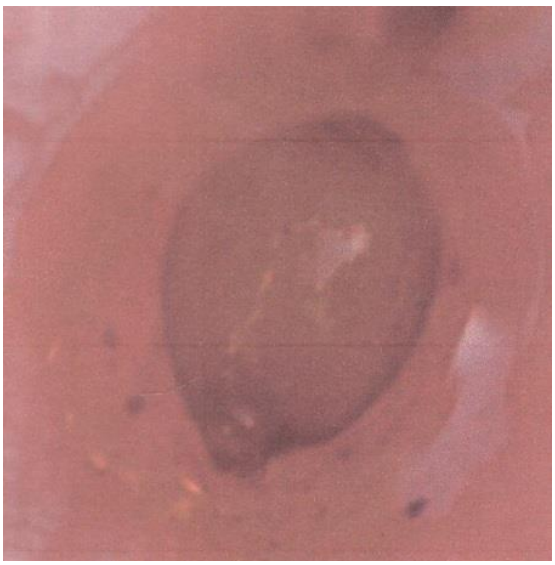


Fig. 8.6. Ou de vierme de compost

(www.catoire-fantasgue.be/ver-a-compost-seigneuar-aneaux)

Din momentul pornirii activităţii în substratul de creştere, acesta trebuie supravegheat pentru a vedea dacă umiditatea şi hrana se înscriu în parametrii solicitaţi.

8.4. ÎNGRIJIREA SUBSTRATULUI ŞI HRĂNIREA RÂMELOR

Alegerea locului pentru vermicultivare are un rol important în procesul de prelucrare a deşeurilor organice. Locul ales pentru această destinaţie trebuie să fie situat într-o zonă accesibilă pentru a manipula deşeuri organice şi să fie uşor înclinat pentru a da posibilitatea apei de a se scurge în timpul udatului sau a ploilor abundente.

După un interval de timp de circa 30 de zile de la încorporarea râmelor în substrat, trebuie declanşată administrarea de nutreţuri, care constau, cel mai adesea, din gunoi de grajd de la diferite specii de animale domestice.

Anterior administrării spre consum a oricărui tip de hrană trebuie realizat testul de supravieţuire a râmelor. În acest scop, cu ajutorul unei furci se plasează pe suprafaţa substratului un strat de gunoi de grad, lăsând liber o bandă lată de 10 – 15 cm, care se întinde de la un capăt la altul. Rolul acestei benzi fără nutreţuri este acela ca râmele să posede un loc sigur în care să se retragă în cazul în care hrana administrată nu are caracteristici nutritive adecvate şi este respinsă de aceasta.

La fiecare administrare de nutreţuri, grosimea stratului alimentar diferă în funcţie de anotimpul anului. Astfel, în lunile calde, între lunile martie şi octombrie, acest strat va avea o grosime de 8 – 10 cm. Nu se recomandă ca această grosime să fie depăşită deoarece apare pericolul unei posibile fermentări şi drept urmare a unei supraîncălziri. Este de dorit ca hrana să se administreze o dată la 2 săptămâni, schimbând, la distribuţii succesive, tipul de gunoi de grajd, pentru a stimula consumul de nutreţuri şi procesul de reproducere a râmelor, ambele cu impact asupra unor producţii mai mari.

În sezonul rece, între lunile noiembrie – februarie, râmele îşi continuă producţia, dar cu o intensitate inferioară celei din lunile calde. În acest sezon nutreţurile nu sunt distribuite pe toată suprafaţa substratului, ci se aşează pe banda lată de 10 – 15 cm. În porţiunea distribuită stratul de nutreţuri administrat are 10 –

15 cm grăsime. Ca urmare a faptului că stratul superficial este prea rece, râmele, plasate la o adâncime mai mare, vor consuma doar până la 5 cm. După o perioadă de 15 – 20 de zile de consum de nutreţuri noi, râmele vor consuma din stratul anterior, intact. În timpul foarte rece, activitatea râmelor este extrem de redusă (http://lalombrizroja.com/tag/vermicultura/).

În timpul iernii este foarte potrivit ca gunoiul de grajd să conţină multe paie. Dacă acest tip de gunoi nu este disponibil în cantităţi suficiente se pot adăuga paie într-o proporţie de până la 20 % din amestec, nivel care asigură fermentarea. În perioada rece juvenilii în activitate au nevoi nutritive mai mici decât în sezonul cald.

Gunoiul de grajd, compostul de grădină, lemnul, hârtia şi cartonul tocat, precum şi orice substanţă organică aflată în descompunere, pot fi folosite ca surse de hrană pentru râme. Produsele lactate, precum şi gunoiul de grajd de iepure de casă sau de cal, sunt apreciate a fi cele mai bune surse trofice pentru râme. În general, o hrană bună pentru râme, trebuie să conţină suficient azot, care va fi transformat de către bacterii în proteine, formă sub care sunt consumate de râme.

Hrănirea se face întotdeauna la suprafaţa substratului de creştere, pregătind amestecuri care se aştern sub formă de fâşii, fapt ce permite râmelor să se adune la suprafaţă. Hrănirea se face la acelaşi interval de timp, de obicei o dată pe săptămână. În cazul în care hrana este pe terminate, fie că se măreşte intervalul la care se administrează, fie că se reduce cantitatea de hrană administrată. Dacă se observă că râmele nu cresc sau nu se înmulţesc suficient de repede, se procedează la distribuirea unei hrane mai bogate în proteine.

În exploataţiile mari sectoarele măsoară 1 m lăţime şi 50 m lungime, iar substratul nutritiv este gros de 25 – 35 cm, vara şi 35 – 45 cm, iarna. În cadrul exploataţiilor mici se folosesc grămezi de dejecţii cu lăţimea de 1 m şi lungimea de 2 m, precum şi cu grosimea substratului nutritiv sub 50 cm.

Pentru a nu afecta mediul, se va controla mereu aciditatea. În caz că aceasta este în exces, se intervine cu pulbere de carbonat de calciu sau se menţine o umiditate corespunzătoare prin irigări constante, prin intermediul unui sistem de irigare de joasă presiune. Pentru a nu stimula fuga râmelor nu trebuie să se ude noaptea.

8.5. ECHIPAMENTE ŞI VERIGI TEHNOLOGICE ÎN VERMICULTURĂ

8.5.1. FORMAREA PARCELELOR, LOJELOR, SECTOARELOR ŞI GRĂMEZILOR PENTRU CULTURA RÂMELOR

În cadrul procesului tehnologic în vermicultură un rol important îl are formarea parcelelor, lojelor, sectoarelor şi a grămezilor.

În exploataţiile mari, *sectoarele*, late de 1 m şi lungi de 50 m, se împart în *loje*, cu dimensiunile de 1 m lăţime şi 2 m lungime (fig. 8.7.). Prin urmare, un sector este format din 25 de loje. Sectoarele pot fi puse pe suprafaţa solului, pe suprafeţe asfaltate şi uşor înclinate sau pe suprafeţe de pe care s-a înlăturat stratul afânat. Sectoarele mai pot fi amplasate în şanţuri, adânci de 40 – 50 cm, betonate (fig. 8.8.). Înainte de plasarea substratului nutritiv, pe fundul sectorului se pune un strat de paie gros de 5 cm (Larisa CREMENEAC, 2004).

În exploataţiile mici se realizează *grămezi de dejecţii* (gunoi de grajd ş.a.), care au fost supuse fermentării. Aceste grămezi au lăţimea de 1 m şi lungimea de 2 m sau chiar mai mult.

Pentru o prelucrare completă, care are o durată de 6 luni, într-o lojă se vor plasa între 30000 – 100000 de râme. O dată terminată prelucrarea substratului nutritiv, râmele se vor reamplasa în loje noi. Prin 3 – 4 reamplasări o mare parte din populaţia de râme va fi înlocuită. Pe parcursul a 6 luni, cât durează prelucrarea, substratul va fi în permanenţă stropit, dimineaţa şi seara. În sezonul cald (martie – octombrie) în lojele şi sectoarele noi, o dată la 2 săptămâni, se va distribui hrană suplimentară. Prima administrare a acesteia se efectuează la 30 de zile după plasarea râmelor.

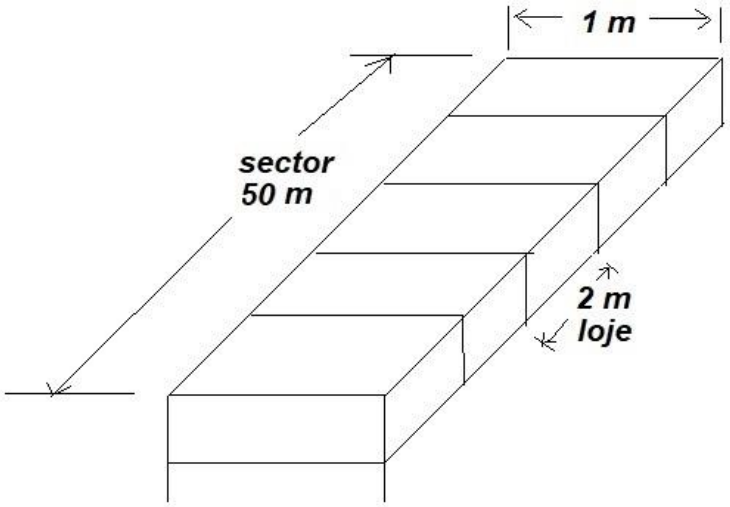


Fig. 8.7. Paturi pentru cultura râmelor (originală)

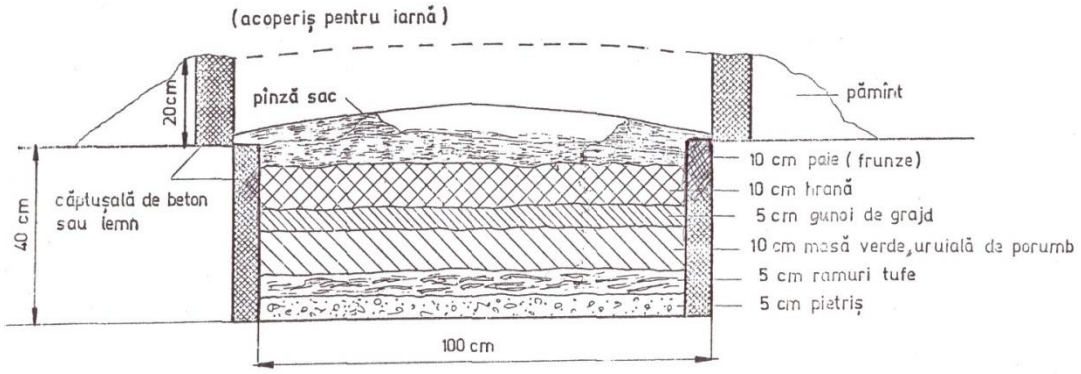


Fig. 8.8. Secţiune transversală printr-un şanţ de creştere în exterior a lumbricidelor (după POP V.V., 1985)

În sezonul rece (noiembrie – februarie), lojele, sectoarele şi grămezile de deşeuri organice, în care se realizează vermicultura, se vor acoperi cu paie, rogojini sau pânză de sac.

8.5.2. CULTURA RÂMELOR ÎN RECIPIENTE ŞI PE SUPRAFEŢE ÎMPREJMUITE

Culturile de râme pot fi postate în *recipiente* de diverse dimensiuni sau în *suprafeţe împrejmuite* cu lemn sau cu beton. Aceste recipiente nu necesită să fie prevăzute cu fund.

Pentru culturile de mică productivitate se pot folosi diverse recipiente, cum ar fi ghivece de flori, găleţi, butoaie, oale vechi etc., care au fundul găurit pentru drenarea apei în exces (fig. 8.9.). Pentru a putea controla temperatura cu mai multă uşurinţă, cultura se va îngropa parţial în sol.

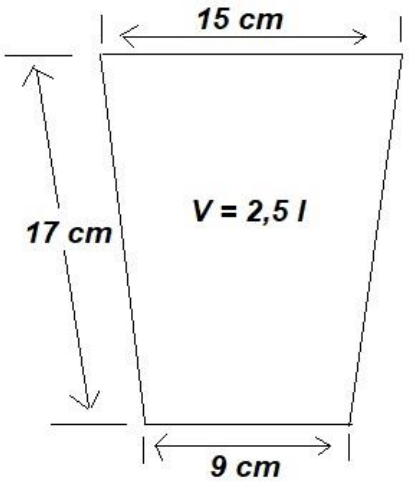


Fig. 8.9. Vas de vegetaţie (original)

Cercetătorul american LYON (2000) a testat creşterea râmelor în cutii din lemn, cu dimensiunile de 150 x 90 x 45 cm şi în bidoane de tablă tăiate în două părţi egale şi având un diametru de 40 cm şi o adâncime de 30 cm. Înainte de a fi folosite cutiile de lemn au fost unse cu catran (smoală) pe exterior şi ceruite cu parafină pe interior. Biotoxinele din tablă au fost acoperite pe interior cu catran fierbinte sau cu două straturi de vopsea de ulei. Pentru pregătirea substratului se utilizează pământuri grase sau soluri poroase şi materie organică (vegetaţie moartă sau putredă), într-o proporţie de 1:3 – 1:4. Pentru realizarea acestui amestec nu se vor folosi soluri nisipoase sau prea argiloase.

În containerele realizate, peste amestecul cu sol, cu adâncimea de 20 – 25 cm şi umezit, se pune hrană sub formă de terci, alcătuit din păsat pentru broileri amestecat cu untură de porc. Se poate ca terciul să fie înlocuit cu făină de porumb. Hrana se administrează, în cantitate de 6,2 kg/mc/lună, de 1 – 2 ori pe săptămână. Trebuie supravegheat consumul de hrană, pentru ca hrana neconsumată va contamina substratul de creştere. Solul va fi umezit ori de câte ori se va administra hrană. LYON (2000) sugerează că recipientele pentru creşterea râmelor pot fi ţinute în locuri răcoroase (pivniţa casei), la temperaturi de 14 – 16^{0}C. În perioadele reci cultura va fi acoperită cu o cutie de carton.

În cadrul centrului de Cercetări Biologice Cluj-Napoca echipa de cercetători compusă din POP V.V. şi colab. (1985) au proiectat şi experimentat recipiente de compostare construite la suprafaţa solului din pereţi de plăci de beton (fig. 8.10.). Recipientele aveau dimensiunile de 200 x 100 cm şi înălţimea pereţilor de 40 cm. Fundul recipientelor posedă un strat de balast şi de nisip pentru a favoriza drenajul. Pentru a proteja substratul nutritiv de insolaţia puternică, recipientul a fost prevăzut cu acoperiş mobil din pânză de sac întinsă pe suport de plasă de sârmă.

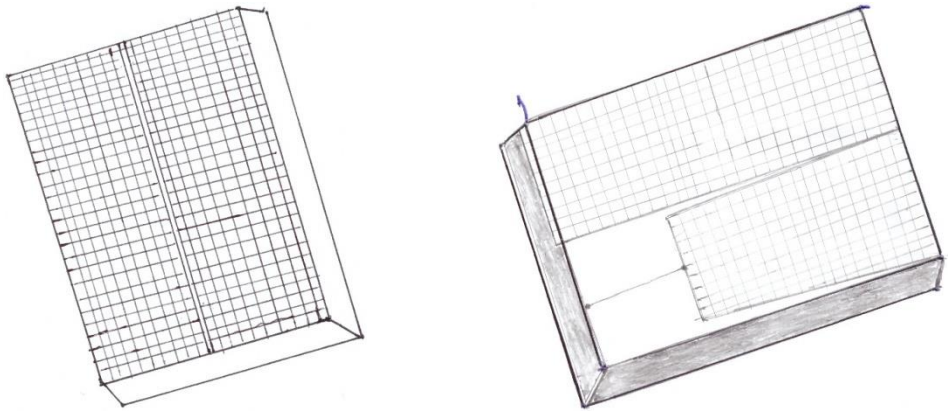


Fig. 8.10. Recipiente de compostare cu pereţi din plăci de beton şi capac din plasă de sârmă (original)

În recipientul amenajat s-a pus la montarea experienţei gunoi de grajd (o singură dată, în luna mai), peste care s-au adăugat, aproape săptămânal, deşeuri menajere, până s-a acoperit suprafaţa compostului. Când nu au fost suficiente deşeuri menajere, s-a adăugat şi masă verde (buruieni şi iarbă proaspătă). În funcţie

de nevoi s-a recurs la udarea substratului. Deşeurile menajere au conţinut mai cu seamă resturi vegetale şi foarte puţine resturi de provenienţă animală (coji de ouă, viscere şi oase de peşte), precum şi o cantitate redusă de hârtie. De obicei râmele au fost hrănite o dată la 10 – 15 zile.

8.5.3. CULTURA RÂMELOR PE PLATFORME

În cartea italianului GAMBERINI A. (1998) intitulată "Zootehnie alternativă" este dezvoltată ideea de substrat, care reprezintă concomitent şi substratul trofic al culturii râmelor. Elementul esenţial al creşterii râmelor este patul, constituit din amestecul de material organic care va servi atât ca nutreţ, cât şi ca substrat de creştere.

Putem evita prezenţa unor musafiri nedoriţi, realizând patul pe o platformă din ciment, care este înclinată spre margini, pentru a ajuta la îndepărtarea apei în exces (BURA, 2004). Patul poate fi pus sub cerul liber direct sau sub un acoperiş, care-l protejează de efectele razelor solare (fig. 8.11.).



Fig. 8.11. Culturi de râme umbrite de copertine
(după ZIDĂRESCU, 2008)

Pentru a menţine patul şi râmele pe platformă, acestea se vor pune în vase sau bazine. Vasele se vor îngropa între 35 - 70 cm adâncime în sol, rămânându-le

în afară peste 15 cm. În interiorul vaselor se va pune substratul, care va constitui şi hrană pentru râme. În componenţa substratului vor intra numeroase materiale organice, dintre care un rol important deţine, gunoiul de grajd şi noroiul de epurare, care dacă nu conţin substanţe toxice, sunt foarte bune pentru creşterea râmelor.

Recipientele vor fi construite din plăci de beton sau din cărămidă. Fundul acestuia se va amenaja dintr-un material care permite drenajul apei din substrat. În acest scop pot fi folosite plăci de beton cu distanţe între ele şi postate pe un pat de pietriş.

Recipientele (vasele) pot fi dispuse şi complet afară, la suprafaţa solului, fapt ce permite eliminarea apei prin găuri sau fisuri în fundul vasului. În urma îngropării parţiale a recipientelor sunt determinate următoarele avantaje: o uniformitate mai bună a temperaturii solului, o mai scăzută evaporare a apei, o diminuare a udării substratului pentru a asigura umiditatea necesară râmelor. În cazul recipientelor dispuse la suprafaţa solului, dezavantajele constau din: se resimt mai repede condiţiile de mediu, au o suprafaţă de evaporare mai mare, necesită o irigare mai îndelungată şi solicită mai multă forţă de muncă.

Substratul realizat din materiale organice prezente în zonă, se aşează în straturi de 40 cm înălţime şi 1 m lăţime şi lungime variabilă, de obicei de 1 m. Din metru în metru straturile se întrerup, iar între rânduri se lasă spaţiul necesar pentru a trece cu căruciorul.

În cadrul acestei tehnologii se folosesc ca substraturi: hârtie, paie, muşchi de turbă. Dat fiind faptul că dacă se foloseşte un singur material organic nu se obţin rezultate favorabile, s-au experimentat amestecuri formate din: gunoi de grajd şi turbă în proporţii egale sau la acestea se mai adaugă noroi de epurare (1/3 din total).

Hrănirea râmelor este asigurată de substratul de creştere, la care se adaugă periodic părţi din substanţe neutilizate (gunoi de grajd de bovine, de iepuri, de păsări sau de suine). Indiferent de tipul de hrană aleasă, aceasta trebuie administrată la suprafaţa substratului şi niciodată la interior.

Pe baza cercetărilor efectuate, JURUBESCU (1977) face cunoscută o metodă de utilizare a unui amestec din gunoi de grajd de taurine, semifermentat şi tărâţe de grâu, într-o proporţie de 2:1. Acest amestec a fost dispus pe o platformă betonată sub formă de fâşii longitudinale, late de 0,5 m şi lungi de 10 m. Amestecul a fost însămânţat cu tocătură de râme, după care a fost acoperit cu un strat de paie. După câteva săptămâni materialul biologic a fost recoltat.

8.5.4. CULTURA RÂMELOR ÎN CONTAINERE

MASON şi colab. (1999) au studiat *creşterea râmelor în containere* de plastic, lemn sau beton, cu latura de 1,5 m. În vederea realizării unei culturi intensive, recipientele se introduc într-o încăpere în care se asigură o temperatură constantă de 18^0C. În recipiente se instalează un pat de turbă moale şi umed, cu un pH cuprins între 6,5 – 6,8. Cultura este însămânţată cu râme (1 kg râme la 9 mp) la mijlocul acesteia. Dimineaţa, se procedează la umectarea substratului, după ce s-a împrăştiat hrana, în cantitate de 250 g/mp. În contact cu apa hrana se umezeşte şi râmele se ridică la suprafaţă, unde încep să consume timp de o oră. Hrana neconsumată indică fie o rată de hrănire prea ridicată, fie o degradare a substratului (ca urmare a unei umidităţi prea mici sau prea mari, a lipsei oxigenului şi a temperaturii inadecvate). Periodic substratul este afânat cu furca.

În România, POP V.V. şi colab. (1985) au experimentat vermicompostarea deşeurilor menajere în containere mici din *material plastic* cu dimensiunile de 32 x 28 x 14 cm, ţinute pe stelaje amplasate în spaţii reduse (pivniţe, coridoare, încăperi goale etc.). Pe fundul vaselor de cultură s-a pus un strat gros de gunoi de grajd de 2 – 5 cm. Peste acesta s-a aşezat gunoi menajer compus din resturi vegetale şi animale, precum şi o cantitate redusă de hârtie. Vasele de cultură erau umplute în proporţie de 2/3 din volum şi acoperite cu un capac de sticlă pentru a împiedica evaporarea. Pentru a le face mai accesibile, înainte de administrare deşeurile menajere mai grosiere au fost tocate prin maşina de tocat carne. Râmele au fost hrănite o dată la 10 – 15 zile, cu un strat gros de 2 – 3 cm. Patul s-a menţinut umed folosind apă stătută preluată de la robinet. În spaţiile de creştere s-a menţinut o temperatură între 19 – 25^0C.

8.5.5. CULTURA RÂMELOR ÎN LĂZI DE MARE CAPACITATE

Începând din anul 2018 la Dragşina, judeţul Timiş, se produce prin vermicompostare biohumus. În acest scop, unitatea dispune de 4 lăzi (fig. 8.12.), late de 3 m şi lungi de 40 m. Substratul se aşează în ladă la grosimea de 80 cm. Activitatea se desfăşoară în flux continuu hrana fiind administrată râmelor pe la

partea superioară, iar pe la cea inferioară se recoltează biohumusul. Pe un metru pătrat de substrat se însămânţează 5 – 10 kg de râme. Pentru ca ele să lucreze au nevoie de o temperatură optimă cuprinsă între 15 – 25^0C. În fiecare săptămână se administrează 2 cm de hrană şi tot cu 2 cm se recoltează prin partea inferioară, vermicompostul.

Pentru hrănirea râmelor se produce în decurs de 6 luni un substrat nutritiv obţinut din gunoi de grajd de la bovine, ovine şi cabaline, alături de care se mai întrebuinţează lucernă verde şi crengi tocate de esenţă tare. În acest mod se obţine compostul (www.stiriagricole.ro/ideideafaceri,2016).

Toate componentele compostului se amestecă într-un utilaj special, după care se descarcă pe un platou sub forma unor "biloane" (movile) (fig. 8.13.). În primele 2 săptămâni în biloane se ajunge la o temperatură de 50 – 70^0C, prin care se realizează un proces de sterilizare. Prin acest proces se distrug seminţele de buruieni, iar agenţii patogeni dispar.



Fig. 12. Lăzi destinate vermicompostării

(http://www.radiotimisoara.ro/2016/07/25/fabrica-de-rame-din-timis)

În momentul în care temperatura începe să scadă se procedează la rotirea periodică a compostului, timp de 4 – 6 luni. Atunci când compostul are temperatura de 15 – 20^0C, el poate fi considerat un compost maturat, gata de a deveni hrană pentru râme.

La fabrica de biohumus de la Dragşina, materia primă prelucrată cu ajutorul râmelor roşii, se cerne (fig. 8.14.) în două sortimente cu granulaţia de 0 – 4 mm şi 4 – 8 mm. Materialul finit (fig. 8.15.) este ambalat în saci de 40 de litri şi în saci de 1000 litri (fig. 8.16.).



Fig. 8.13. Biloane cu componentele compostului
(http://www.radiotimisoara.ro/2016/07/25/fabrica-de-rame-din-timis)





Fig. 8.14. Prelucrarea finală a biohumusului la fabrica de la Dragşina
(www.radiotimisoara.ro/2016/07/25/fabrica-de-rame-din-tm)



Fig. 8.15. Vermicompost
(http://www.radiotimisoara.ro/2016/07/25/fabrica-de-rame-din-timis)



Fig. 8.16. Ambalarea vermicompostului în saci de 1000 litri
(http://www.radiotimisoara.ro/2016/07/25/fabrica-de-rame-din-timis)

8.5.6. CULTURA RÂMELOR ÎN STRAT GROS PE PLATFORME BETONATE

Un procedeu de vermicompostare este reprezentat de cel al depozitării gunoiului de grajd *în strat gros* sau *în grămadă*. Procedeul este aplicat pe platforme betonate pentru gunoi de grajd, prevăzute cu rigole şi cu celule din pereţi mobili din scândură, cu înălţime reglabilă. Acest procedeu solicită un spaţiu limitat şi realizează o compostare grupată (GEORGESCU B. şi Doina IOZON, 2001).

În cadrul vermicompostării în grămadă trebuie avut în vedere că temperatura substratului va creşte datorită proceselor de fermentare microbiană, ajungând după câteva zile la 40^0C, iar după 8 zile la o temperatură de 60^0C. În decurs de 3 săptămâni temperatura se stabilizează, rămânând constantă, după care scade, astfel încât după 2 luni ajunge în jurul la 30^0C. Prin temperaturile ridicate realizate în grămadă au loc pierderi de umiditate, fapt ce necesită udarea din când în când.

Din momentul în care temperatura a scăzut (la 22 – 28^0C) grămezile se vor însămânţa cu *Eisenia foetida* în diferite locuri ale suprafeţei substratului. După ce râmele au descompus stratul superior, ele vor migra în zonele mai profunde ale

substratului, Materialul de compostat prelucrat cu ajutorul râmelor, va atinge o adâncime de 30 – 40 cm, mijlocul grămezii rămânând fără râme în zonele de reducţie în care are loc formarea de H_2S.

La sfârşitul procesului de descompunere, grămada va fi formată dintr-un mijloc dens, unsuros şi slab aerat, precum şi dintr-o zonă de margine, afânată şi humificată.

În vederea obţinerii unui material descompus mai unitar, grămezile de compost se reamestecă de 1 – 4 ori, iar râmele se deplasează spre noi surse de hrană. S-a remarcat că straturile prea tasate şi cu puţin aer, ori cele cu umiditate în exces împiedică răspândirea râmelor în întregul substrat.

După reamestecare şi stropire simultană, temperatura compostului va creşte cu câteva grade (GEORGESCU B. şi Doina IOZON, 2001).

Observaţiile efectuate de diverşi cercetători au dovedit că în compostul în grămadă populaţia de râme este mai redusă decât în compostul în straturi pe suprafeţe întinse. În zonele mărginaşe *Eisenia foetida* are o densitate de sub 100 exemplare/litru de substrat.

8.5.7. CULTURA RÂMELOR PE O SUPRAFAŢĂ ÎNTINSĂ ŞI ÎN STRAT SUBŢIRE

Pe baza rezultatelor multor ani de cercetare HESSING P. AUGUSTING a elaborat bun procedeu de *compostare pe o suprafaţă întinsă, în strat subţire*.

În zona de compostare, gunoiul de grajd este întins, după ce a fost amestecat cu un adaos de 10 – 15 % pământ mineral. Primul strat va avea o înălţime de până la 30 cm (GEORGESCU B. şi colab., 2001).

Împrăştierea substratului pe o suprafaţă întinsă permite o bună aerisire şi previne o încălzire prea mare. Aceste caracteristici permit însămânţarea cu *Eisenia foetida* imediat. După ce râmele au descompus primul strat, se creşte grămada de compost prin adăugare repetată de gunoi de grajd proaspăt. Tot timpul stratul superior va fi singura zonă activă de descompunere. În căutare de hrană, râmele migrează permanent, din materialul vechi, de jos, în cel nou, de la suprafaţă.

Viteza de deplasare a râmelor din straturile adânci în cele superficiale, este provocată de variaţiile factorilor de microclimat specifici anotimpurilor.

Vara, râmele *Eisenia foetida* populează, după 2 zile, materialul supus compostării, făcând să dispară mirosul specific de gunoi de grajd. Un compost dispus pe o suprafaţă întinsă conţine între 200 - 500 râme/litru substrat activ (10 cm). Din greutatea compostului circa 7 % reprezintă biomasa râmelor. Apa în exces generată de ploi determină procese de putrezire. Din cauza excesului de umiditate râmele îşi pierd vitalitatea, dobândesc un aspect palid şi mor. Ca urmare a umidităţii mari şi de lungă durată, râma fie că stă în stratul exterior sau superior al compostului, fie că părăseşte stratul de compost şi se deplasează noaptea la distanţe destul de mari în zone cu umiditate redusă. Râmele *Eisenia foetida* au ca temperaturi optime, cele cuprinse între 22^0C şi 28^0C.

Iarna, râmele îşi reduc activitatea de compostare în raport direct proporţional cu temperatura. În jurul temperaturilor de 10 – 12^0C îşi încetează activitatea. Compostul pentru a se menţine la o temperatură optimă pentru râme se procedează la acoperirea lui cu paie sau cu alte aşternuturi (GEORGESCU B. şi colab., 2001).

Acest procedeu de compostare în strat subţire se poate aplica cu succes pe platforme de gunoi betonate, prevăzute cu rigole şi cu celule de depozitare.

Cercetările ştiinţifice efectuate, le-au permis lui DOMINQUEZ şi EDWARDS (2015) să stabilească caracteristicile vermicompostării, pe care le prezentăm în tabelul 8.1.

Tabelul 8.1.

Caracteristicile vermicompostării

(după DOMINGUEZ şi EDWARDS, 2015)

Factori proces	Valori
Raport C:N al deşeurilor	de la 25:1 la 30:1
Dimensiunea iniţială a particulelor	10 – 20 mm (valori mai mari încetinesc procesul)
Conţinutul de umiditate	80 – 85 % (limite 60 – 90 %)
Oxigen	Râmele roşii menţin condiţiile aerobe
Temperatură	15 – 25^0C (limite între 4 – 30^0C)
pH	> 5 şi < 9
Conţinutul în azot din deşeuri	< 0,5 mg azot/g deşeu
Conţinutul deşeurilor	< 0,5 %
Dimensiunea rândurilor	Orice lungime şi lăţime, 50 cm înălţime (valori mai mari încetinesc procesul sau chiar îl estompează)

Dimensiunea reactor	40 m lungime x 2,5 m lăţime x 1 m adâncime (deşeurile trebuie adăugate în strat subţire de 5 – 10 cm)
Agenţi patogeni umani	Ucişi după 70 de zile de vermicompostare
Timp scurs	De la 4 – 12 luni în rânduri, până la 30 – 60 zile în sistemele reactor continui

În cadrul procesului de vermicompostare cele mai importante caracteristici tehnice sunt: asigurarea unui raport C:N între 25:1 şi 30:1, dimensiunile particulelor între 10 – 20 mm, umiditatea de 80 – 85%, temperatura compostului de 15 – 25^{0}C, pH între 5 şi 9, conţinutul deşeurilor în azot mai mic de 0,5 mg azot/g deşeu etc.

Conform experienţelor întreprinse în Republica Slovacia de LAC Jan (1991) în producţia de humus trebuie să se asigure: un raport C:N de 25:1 (± 15 %), o umiditate de 80 %, o temperatură a compostului între 18 – 22^{0}C şi un pH între 7 – 7,6.

8.6. RECOLTAREA RÂMELOR

În procesul de compostare convenţională nu se impune separarea lucrătorilor de produs, deoarece bacteriile aerobe care realizează într-o şiră compostarea sunt împrăştiate odată cu produsul finit pe un anumit câmp sau produsul se cerne în vederea păstrării.

În procesul de vermicompostare râmele au nevoie de un timp mai îndelungat pentru a se reproduce şi devin prea scumpe pentru a le abandona după fiecare şarjă de produs.

Se procedează la recoltarea râmelor, în special pentru a le vinde, iar apoi pentru a forma substraturi de creştere noi. Prin mutarea unei părţi dintr-un pat vechi se începe un pat nou, înlocuind materialul cu aşternut nou şi cu hrană nouă (MUNROE, 2009).

Pentru a putea vinde râme ele trebuie separate, cântărite şi apoi transportate pe un mediu steril (cum este spre exemplu turba). Pentru a întreprinde această acţiune, se procedează la separarea râmelor de substrat (pat) şi de vermicompost.

După constatările lui MASON şi colab. (1999) prima recoltare de râme se realizează după 3 luni de la iniţierea culturii, pentru ca în continuare să se realizeze din 4 în 4 săptămâni.

Pentru recoltarea râmelor, BOGDANOV (1996) prezintă 3 metode: manuală, migraţiune şi mecanică. La rândul lui JURUBESU (1997) consemnează tot 3 metode de recoltare a râmelor: recoltarea directă din substrat, utilizarea unui plan (masă) de recoltat şi recoltarea mecanizată.

8.6.1. RECOLTAREA RÂMELOR DIRECT DIN SUBSTRAT

Recoltarea râmelor direct din substrat este o metodă simplă, dar presupune mai multă forţă de muncă. Aşa cum îi spune numele, râmele sunt culese manual, direct din substrat. În vederea atragerii râmelor în partea superioară a substratului se va administra un nutreţ (spre exemplu făinuri) la suprafaţă. Pentru a facilita atragerea râmelor, nutreţul se va umecta. În decurs de 48 de ore râmele vor migra în masă spre zona cu nutreţ, de unde vor putea fi recoltate din primii 10 – 15 cm de substrat.

8.6.2. RECOLTAREA RÂMELOR CU UN PLAN (MASĂ) DE RECOLTARE

Recoltarea râmelor cu un plan (masă) de recoltare constă în dispunerea în substratul de creştere a unei mese cu laturi de 1 – 2 m şi suficient de robustă. Deasupra mesei se pun becuri, care pot lipsi dacă masa beneficiază de lumină naturală. Prin administrarea de făinuri umectate se va favoriza concentrarea râmelor în porţiunea superioară a substratului. Cu o maşină specială se vor decupa primii 10 – 15 cm de substrat şi se vor pune pe masa deja pregătită. Cu o mătură mică se va îndepărta pământul, iar râmele vor fi recoltate şi supuse selecţiei individuale. În mod asemănător operaţiunea se repetă şi cu următorii 10 -15 cm de substrat, până când se observă că nu mai sunt râme în substrat.

8.6.3. RECOLTAREA MECANIZATĂ A RÂMELOR

Recoltarea mecanizată a râmelor are rolul de a reduce cheltuielile cu forţa de muncă. Pentru cernerea substratului cu râme se foloseşte un ciur cilindric, mare, prevăzut cu orificii cu diametre tot mai mari, care se roteşte încet. Prin înaintarea substratului spre ieşire elimină în mod progresiv elementele componente de diverse dimensiuni şi izolează râmele de substrat.

Canadienii realizează recoltarea râmelor prin metode: manuale, migrare şi mecanice (MUNROE, 2009).

8.6.4. METODELE MANUALE DE RECOLTARE A RÂMELOR

Metodele manuale de recoltare a râmelor sunt folosite de micii producători care vând râme pentru momeli sau pentru vermicompostare. Metoda constă în culesul râmelor cu mâna direct din substrat. În acest scop se pune substratul pe o suprafaţă plană, luminată de deasupra, astfel că râmele coboară în substrat sub suprafaţa acestuia. Acest proces se repetă de mai multe ori. Râmele sortate sunt măturate într-un container şi pregătite pentru livrare. Această operaţiune necesită multă muncă şi se aplică doar dacă avem de-a face cu o exploataţie mică, dar cu o valoare mare a râmelor.

8.6.5. METODE DE AUTORECOLTARE (MIGRARE) A RÂMELOR

Metodele de autorecoltare (migrare) au ca principiu de bază tendinţa râmelor de a migra spre noi teritorii în căutare de hrană sau pentru a părăsi condiţiile nefavorabile de mediu (uscăciune, lumină). Ca echipamente se folosesc: site sau saci de ceapă.

Metoda sitei utilizează o casetă care are la partea inferioară o sită cu ochiuri de 6,35 mm diametru sau de 3,17 mm. Metoda cunoaşte două variante: sistemul migraţiei în jos şi sistemul migraţiei în sus.

Sistemul migraţiei în jos constă în faptul că folosind lumină puternică determinăm râmele să coboare printr-o sită dintr-un container într-o casetă, cântărită anterior şi căptuşit cu turbă umedă. După ce toate râmele au coborât, se

îndepărtează compostul din container şi se pune o nouă serie de compost bogat în râme. Procedeul se repetă până când caseta cu turbă ajunge la greutatea dorită.

Sistemul migraţiei în sus, diferă de precedentul sistem, prin faptul că o casetă cu ochiuri de plasă în partea de jos este poziţionată direct pe patul râmelor. În casetă se pun câţiva centimetri de muşchi de turbă umed, care a fost stropit cu hrană atractivă pentru râme (găinaţ de pasăre, zaţ de cafea, gunoi proaspăt de bovine). Conform aprecierii vizuale se stabileşte când au migrat suficiente râme sus în cutie.

8.6.6. METODA MECANICĂ DE RECOLTARE A RÂMELOR

Se realizează o separare a râmelor de către vermicompost, cu ajutorul unui cilindru rotativ lung de 2,5 – 3 m şi cu diametrul de 0,7 – 1 m. Cilindrul are pereţii dintr-o plasă cu ochiuri de mărimi diferite şi este rotit de un motor electric mic, dispus la un capăt al cilindrului. Tamburul este dispus sub un anumit unghi (fig. 8.17.). La capătul de sus al sitei se introduc compoziţia substratului, împreună cu râmele şi cu excrementele acestora. Pe măsură ce cilindrul se roteşte, se scurg prin sită excrementele, iar râmele sunt dirijate prin tamburul circular şi cad pe la capătul inferior într-o roabă.



Fig. 8.17. Dispozitiv pentru recoltarea de râme
(după MUNROE, 2009)

8.6.7. REAMPLASAREA RÂMELOR ÎN LOJĂ (SECTOARE)

În articolul intitulat "Creşterea râmelor" (www.zooland.ro) se arată că după prelucrarea completă a substratului nutritiv, trebuie să recurgem la *reamplasarea râmelor în loje* (sectoare) noi. În acest scop, se sistează hrănirea timp de 14 zile, după care de-a lungul lojei pe centru, se adaugă un substrat nutritiv, în care râmele se vor integra. După ce râmele s-au integrat în substratul nutritiv, se înlătură împreună cu acesta şi se plasează în alte loji (grămezi) cu substrat nutritiv. Repetând de 3 - 4 ori aceste activităţi se recoltează cea mai mare parte din populaţia de râme.

Pentru a realiza o producţie mare de râme şi pentru a limita deranjarea substratului nutritiv în mod inutil, trebuie procedat la recoltarea lor periodică. Astfel, s-a constatat că prin recoltarea râmelor la un interval de 30 de zile se diminuează densitatea populaţiei, rămânând mai mult spaţiu şi hrană pentru celelalte râme, substratul se aeriseşte mai bine producând o oxigenare şi o afânare, ce oferă condiţii râmelor pentru a se deplasa uşor spre sursele de hrană şi de a se reproduce (Larisa CREMENEAC, 2004).

8.6.8. RECOLTAREA RÂMELOR PE O FAŢĂ DE MASĂ IMPERMEABILĂ

Cea mai utilizată metoda de recoltare a râmelor, constă în folosirea unei feţe de masă impermeabilă, pe care se pune, cu furca, din primii 20 cm de substrat. Această operaţiune se realizează la lumină puternică. Se procedează apoi la împrăștierea substratului cu râme pe faţa de masă. După ce materialul a fost bine nivelat se aşteaptă câteva minute, timp în care râmele se îngroapă în substrat până spre faţa de masă. Se procedează apoi la înlăturarea substratului rămas fără râme şi se repetă operaţiunea cu aducerea altui substrat cu râme. După ce a realizat o masă de râme, acestea se culeg manual de pe faţa de masă. Râmele ce au fost recoltate se introduc într-o găleată în care s-a pus puţin muşchi umed de pădure.

8.7. CERNEREA, SELECŢIA ŞI TRANSPORTUL RÂMELOR

Substratul de creştere, împreună cu râmele din interior, se vor scoate din cutiile container şi se vor pune fie într-o casetă cu sită în partea inferioară, fie într-un tambur cu sită rotativă (LYON, 1991).

Prin cernere râmele sunt eliberate de substratul de creştere şi adunate, în găleţi de 4 litri, unde se lasă în repaus 30 de minute.

Se procedează apoi la selecţia râmelor după dimensiuni şi în funcţie de destinaţia pe care o vor avea. Râmele care au o lungime de 6 – 7 cm se vor folosi fie pentru reproducere (cele mai valoroase), fie ca momeală. Cele de mărimi inferioare sunt apreciate a fi râme tinere şi vor fi utilizate pentru noi populări sau pentru hrănirea puietului de peşte sau a găinilor (GAMBERINI, 1998).

Înainte de a fi vândute, râmele se pun pe muşchi de turbă, pentru a-şi curăţa timp de 3 – 4 zile tubul digestiv. În urma acestui proces fiziologic râmele devin aproape transparente, rezistente şi vioaie.

Râmele sunt ambalate, în vederea transportului, în cutii din carton rezistent la umezeală, care permit schimbul de gaze. În interiorul cutiilor de transport se pune turbă (nepresată tare) care va asigura un mediu adecvat transportului. În general, trebuie avut în vedere că o cutie de 4 litri poate asigura un spaţiu adecvat pentru 100 de râme.

Pe tot parcursul transportului râmele se vor păstra în locuri răcoroase şi ferite de soare (LYON, 1991).

8.8. PROIECTAREA UNEI MICI CRESCĂTORII DE RÂME PENTRU PESCUIT

Pe site-ul www.clubideiafaceri.ro se prezintă un model de “Crescătorie de râme pentru pescuit”. Această categorie de exploataţii lumbricicole de dimensiuni mici se bazează pe prelucrarea deşeurilor din gospodărie în 40 – 50 de containere de plastic sau de lemn. Pentru a menţine substratul umed este necesar accesul la o sursă de apă.

Pentru realizarea unei ferme mici de râme de nivel familial trebuie să parcurgem următoarele etape tehnologice:

- *se amenajează spaţiul de creştere*: cele 40 – 50 de containere sunt dispuse într-un spaţiu întunecos;

- *se realizează substratul nutritiv*: pe fundul containerelor se pun bucăţi de ziar umede (nu ude), peste care se pune pământ de grădină, coji zdrobite de ouă fierte şi iarbă. Amestecul realizat se va menţine mereu umed (nu ud);

- *se plasează râmele în substrat*: se procedează la stropirea substratului realizat cu multă apă, după care se plasează râmele. Operaţiunea de plasare a râmelor se efectuează sub o sursă puternică de lumină, pentru a determina râmele să se retragă în cel mai scurt timp în substrat;

- *se hrănesc râmele*: cu o mare diversitate de deşeuri, produse din casă (coji de fructe, coji de ouă) şi hârtie. Nu vor primi ca hrană alimente acide, precum orice fel de citrice (lămâi, portocale ş.a.);

- *se colectează râmele*: în vederea colectării, râmele sunt hrănite dintr-o singură parte a containerului, o dată pe săptămână. Râmele, simţind hrana proaspătă, se vor obişnui să se deplaseze spre zone cu hrană. După o săptămână râmele vor fi separate de pământ şi pot fi recoltate;

- *se face selecţia râmelor după dimensiuni*: pentru reproducere sau pentru momeli se reţin râmele adulte care au o lungime de 6 – 7 cm, iar cele de lungimi inferioare sunt destinate pentru noi populări sau pentru hrănirea puietului de peşte sau a puilor de păsări (găini, fazani etc.);

- *se pregătesc râmele pentru vânzare*: se pun 3 – 4 zile pe muşchi de turbă pentru a-şi curăţa tubul digestiv de excremente, după care sunt puse în cutii de carton rezistent la umezeală. Se vor transporta în locuri răcoroase, ferite de soare.

Pentru a înființa o fermă de râme se înregistrează afacerea la registrul Comerţului la capitolul “Ferme mixte şi alte animale”. Se procedează apoi la obţinerea Certificatului de producător şi a Autorizaţiei de mediu pentru activitatea de producţie de râme de pescuit.

Pentru înfiinţarea unei culturi noi de mici dimensiuni, se folosesc recipiente din plastic sau din lemn. Aceste recipiente pot prezenta o înălţime între 20 şi 30 cm, precum şi o capacitate de depozitare variabilă în funcţie de cantitatea de resturi menajere pe care urmează a fi vermicompostate cu ajutorul râmelor. Astfel, Gabriela GIMBĂŞANUL (2016) consemnează că pentru a descompune 1 kg de resturi alimentare este nevoie de o suprafaţă de 33 cm. Trebuie urmărit ca recipientul folosit la vermicompostare să fie suficient de înalt pentru a adăposti primul strat, resturile alimentare şi râmele care se hrănesc în straturile superioare. În fundul recipientului se realizează 8 – 12 găuri pentru drenaj şi aerisire.

Vasul în care se va produce vermicompost se va ridica pe cărămizi şi sub el se va pune o tavă în care se va colecta lichidul scurs, care poate fi administrat plantelor ca îngrăşământ.

8.8.1. FOLOSIREA RÂMELOR CA MOMEALĂ VIE LA PESCUIT

Momelile folosite în pescuitul sportiv au rolul de a atrage atenţia peştilor şi de a-i ademeni. Reuşita la pescuit este dată de instinctul pescarului în a-şi alege locul de pescuit, ţinând cont de prezenţa şi abundenţa vegetaţiei, precum şi de adâncimea apei.

Momelile pentru pescuitul sportiv (după opinia lui TEODORESCU, 1981) se împarte în 3 grupe: momeli naturale vii, momeli naturale produse din alimente şi momeli de imitaţie şi sintetice.

Momelile naturale vii se pot clasifica în: momeli de râme, viermi şi larve; momeli de insecte şi momeli din animale mici (şoareci, broaşte).

Momeli naturale provenite din alimente sunt o sursă diversificată, ce cuprinde boabele de cereale oleaginoase, amestecuri fierte din făină şi cu melasă, precum şi unele resturi de la abatoare (sânge, intestine etc.).

Momeli de imitaţie şi sintetice sunt extrem de diversificate şi conţin: linguriţele (nălucile), woblerele, şoarecii, broaștele, insectele.

Pentru pescuitul sportiv se foloseşte ca momeli naturale vii râmele, lipitorile şi viermii.

Râma reprezintă o momeală universală pentru toate speciile de peşti, de la cei paşnici la cei răpitori. Pentru crap şi biban este suficientă o formaţiune dintr-o râmă în vârful acului, pe când pentru lipan, mreană, văduviţă, ţipar râma trebuie să acopere tot acul dar capul să rămână liber peste spin. La alte specii la care se folosesc ace mici, nu trebuie acoperit tot acul cu râmă, ci se face o buclă mică liberă între vârf şi tija acului. Peştele, lacom, muşcă din buclă şi va înghiţi tot acul.

De-a lungul corpului, râma posedă nişte noduli tari care sunt în fapt centri nervoşi, care odată înţepaţi grăbesc moartea râmei.

8.8.1.1. Specii de râme folosite ca momeli la pescuit

Conform opiniei lui TEODORESCU (1981) pe teritoriul ţării noastre se folosesc ca momeli la pescuit următoarele specii: râma de rouă sau de ploaie, râma de piatră, râma roşie de gunoi de grajd, râma de lemn putred de pădure şi râma de baltă.

8.8.1.1.1. Râma de rouă sau de ploaie

Trăieşte în solul de grădină şi culturi agricole. Atinge lungimi de peste 15 cm. Părăseşte galeriile pe întuneric, mai ales după ploaie sau după rouă. Dacă noaptea ies complet din galerii, târându-se prin iarbă, la apusul soarelui şi ivitul zorilor scot doar capul. Dacă prindem râma din galerie de cap, nu se va trage brusc puternic deoarece opune rezistenţă şi se va rupe. În schimb dacă aşteptăm câteva secunde ea cedează şi se scoate uşor.

Prinderea râmelor pe timp de noapte se poate face folosind lumina produsă de o lumânare mare, de un felinar de excursie sau de o lanternă de buzunar cu filtru galben, deoarece ele se sperie de lumina strălucitoare.

Depozitarea râmelor un timp îndelungat, până la folosirea lor ca momeală, într-o ladă de lemn sau într-o cutie de metal. În aceste recipiente se pune un strat gros de 20 – 30 cm de pământ de pădure, bine mărunţit, care va fi apoi umectat (reavăn). Pământul se va acoperi cu frunză sau cu iarbă. El se va păstra într-o pivniţă răcoroasă.

Transportul râmelor se va face în cutii de metal sau de lemn., Atât păstrarea cât şi transportul râmelor nu se face în pungi de plastice.

Primele râme folosite pentru pescuit sunt cele mai moleşite, pentru a nu se degrada mai tare. Râmele nefolosite nu se vor arunca, ci le vom pune înapoi în recipientul de păstrare (TEODORESCU, 1981).

8.8.1.1.2. Râma de piatră

Aceste râme trăiesc ascunse sub pietre dispuse în locuri umede sau în nisipul fin de pe malurile apelor. Reprezintă o momeală preferată de toate categoriile de peşti din apele curgătoare deoarece atrag peştele. Ating dimensiunile mai mici decât râmele de ploaie. Culoarea lor este albă-argintie, cu un inel dispus în zona anterioară a corpului, spre cap. Datorită rezistenţei ei este preferată de pescari.

Această “râmă de apă” reprezintă cea mai bună hrană pentru păstrăvi (Ghidul pescarului sportiv, 2001).

8.8.1.1.3. Râma de baltă

Trăieşte în solul umezit de jurul bălţilor şi a mlaştinilor. Atinge până la 25 cm lungime. Corpul lor, de culoare neagră-verzui, este rigid şi aspru la pipăit, fapt pentru care se păstrează bine pe ac. Este o râmă favorabilă pescuirii şalăului, somnului, bibanului şi a crapului de dimensiuni mai mari. I se mai spune şi “râma şerpească” (TEODORESCU, 1981).

8.8.1.1.4. Râma de lemn putred de pădure

Trăieşte în pădurile de foioase cu sol afânat sau nisipos, cel mai adesea în aluviunile cu trunchiuri de copaci putrede depuse pe malurile râurilor. În căutarea acestor râme se scormoneşte cu un băţ în aluviuni. La un moment dat se lasă să se usuce, pentru ca apoi să se scormonească şi mai adânc. Corpul acestor râme este mai lung decât a râmelor roşii de gunoi de grajd, are o culoare verzui-albicioasă şi un miros, la fel de neplăcut, ca şi râmele roşii de gunoi.

8.8.1.1.5. Râma roşie de gunoi de grajd

Trăieşte pe terenuri umede cu grămezi de gunoi de grajd sau cu compost menajer. Au o lungime de 8 – 10 cm şi sunt subţiri. Au corpul de culoare roşie, cu dungi fine de culoare galbenă pe spate. Ca urmare a faptului că au un miros de putred, de gunoi, sunt folosite mai puţin de către pescari. Totuşi, reprezintă o momeală atrăgătoare pentru roşioară, plătică, scobar, caracudă, biban ş.a. Se poate cultiva, realizând într-o groapă nu foarte adâncă, un amestec de gunoi de grajd, frunze în proces de putrezire, pământ şi humus afânat.

Este o specie care se găseşte primăvara de timpuriu şi toamna târziu, atunci când alte specii de râme s-au retras în pământ. Are o structură rezistentă, motiv pentru care se rupe greu din cârlig şi continuă să trăiască mult timp.

Prinderea râmelor se realizează, de obicei, săpând în pământ în căutarea lor. O altă metodă de recoltare constă în baterea în locul în care ştim că sunt râme a unui par până la adâncimea de 30 cm, pe care-l vom mişca într-o parte şi în alta.

Ca urmare a presiunii exercitate de par asupra solului din jur, râmele vor ieşi la suprafaţa acestuia, de unde pot fi capturate.

Depozitarea râmelor. După ce au fost capturate râmele fie că sunt puse direct în cârlig, fie că sunt păstrate o perioadă oarecare de timp în care îşi elimină conţinutul digestiv de pământ şi devin mai rezistente. Provizia de râme se face pe mai multe luni. În acest scop, se pune pământ din locul în care s-au recoltat râmele, într-o oală mai mare. Pentru a evita compactarea pământului se realizează straturi alternative de pământ şi de muşchi, după care se pun râmele, care se trag în pământ şi rămân vii până la folosirea la pescuit. Periodic pământul se va umecta. La interval de o lună se va proceda la înnoirea pământului şi periodic acesta se va răscoli. Pentru a hrăni râmele, zilnic, le vom hrăni punând 1 – 2 linguri de lapte dulce, iar uneori vom administra o lingură de zaţ de cafea. Astfel întreţinute râmele devin mai rezistente, se rup cu dificultate şi rămân vii în cârlig mult timp.

Transportul râmelor la pescuit se va face într-un săculeţ de pânză în care s-a pus o rezervă de râme şi puţin pământ sau muşchi umed. Din acesta se scot râme şi se pun într-o cutie de tinichea sau de lemn pe care pescarul o păstrează în apropiere.

VOICAN şi colab. (1981) consemnează că râmele pot fi întreţinute în lădiţe din lemn (de dimensiuni ce se impun) în care se aşează pământ negru. Deasupra acestuia se pune făină de grâu fiartă şi răcită, la care se adaugă o cantitate redusă de drojdie de bere. În decurs de 14 – 16 zile râmele se înmulţesc. Puietul de râmă se va administra în perioada de început de hrănire activă a puietului de peşte. Pentru recoltarea râmelor mici se va folosi o lupă. După circa 3 săptămâni se procedează la înlocuirea pământului cu altul proaspăt recoltat şi se introduc alţi reproducători.

8.8.1.2. Tehnici de cultură restrânsă a râmelor pentru pescuit

În gospodăriile personale, pescarii pot să producă un anumit număr de râme pe care le folosesc în scop personal, le vând prin diverse magazine de unelte de pescuit (2 lei pentru 50 râme sau 4 lei pentru 100 râme, fără TVA). Biohumusul

produs de râme pot să-l vândă cu 20 lei/litru producătorilor de flori, căpşuni etc. Cu ajutorul râmelor o mică exploataţie poate obţine un profit de până la 100.000 lei/an. Crescătorul de râme realizează cheltuieli cu achiziţia de bălegar fermentat, care se cifrează la 7000 lei/an.

Ca spaţii de creştere pescarii pot folosi răsadniţe asigurate periodic cu hrană şi udate după nevoi.

O cultură de râme se poate realiza într-o găleată de 10 litri cu fundul perforat (cu găuri de 2 – 3 mm) pentru evacuarea apei în exces şi prevenirea atacului cârtiţelor. La fundul găleţii se pune hârtie care se udă bine. Se recurge apoi la îndepărtarea apei în exces, după care hârtia umedă se afânează. Peste stratul de hârtie se pun râme înglobate în pământul care le înconjoară în mediul natural. Deasupra stratului de pământ se pune hrana râmelor, care constă din legume răzuite, frunze de varză, fructe mărunţite, cartofi tăiaţi, coji de cartofi. Deasupra hranei se pune un carton gros şi pământ, care se umezesc la interval de 4 – 5 zile. După terminarea procesului de prelucrare a substratului, întreg materialul rezultat de vermicompostare se cerne şi se separă râmele. Cu râmele recoltate se începe un alt ciclu de producţie.

Râma roşie de gunoi de grajd se poate şi ea creşte în recipiente de 10 litri, cum ar fi găleţi sau ghivece pentru arbuști (https://ghidpescuit.ro/atelier-pescuit/nade-momeli-pescuit). În vederea construirii patului pe fundul găleţii se pun bucăţi mici de carton rupt cu mâna, care se umezesc. Deasupra patului se pune hrana râmelor constituită din balegă de vacă şi de cal, recoltată de pe păşune şi lăsată să se usuce la soare timp de 2 – 3 săptămâni. Recipientul este acoperit cu un capac perforat.

8.9. CRITERII CE TREBUIE RESPECTATE PENTRU AMENAJAREA ŞI EXPLOATAREA UNEI FERME DE RÂME

Pentru amenajarea şi exploatarea unei ferme de râme (după părerea lui Maria Magdalena GONZALES şi VAZGUEZ, 1999), trebuie luate în considerare următoarele criterii tehnologice:

- zona destinată amenajării paturilor de creştere a râmelor trebuie să fie cât mai aproape posibil de piaţa de desfacere şi de sursa de materie primă (gunoi de grajd etc.), astfel încât transportul să nu facă produsul prea scump, făcând exploatarea imposibilă financiar;

- zona destinată reproducerii trebuie să fie dispusă într-un loc uşor accesibil, cu drumuri bune şi în perioadele de ploaie;

- pentru a evita problemele de sănătate publică ferma de râme nu va fi amplasată în apropierea locuinţelor umane de la marginea localităţilor;

- ferma de râme se va amplasa în zone mai înalte şi cu posibilităţi de scurgere a apei (sub 10 % înclinare), pentru a nu fi expuse inundării paturilor de creştere a râmelor;

- în apropierea paturilor de creştere a râmelor trebuie să existe o sursă de apă potabilă, fără pericol de contaminare;

- în perioadele caniculare paturile se expun pe direcţia N-S;

- se vor amenaja zone de reproducere a râmelor cu condiţii suplimentare de umbrire a paturilor;

- se impune existenţa unei surse de energie electrică pentru alimentarea motoarelor pompei de apă etc.;

- pentru a nu expune extracţia râmelor de către animalele domestice (pui, porci etc.) suprafaţa fermei va fi împrejmuită şi permis accesul doar la personalul de întreținere;

- instruirea personalului ce se ocupă cu întreţinerea râmelor;

Ca şi criterii biologice se vor avea în vedere următoarele:

- paturile de reproducere se vor popula cu o cantitate de râme care fac parte dintr-o singură specie, care vor avea o pondere adecvată fiecărei etape de dezvoltare (adulţi, juvenili, coconi);

- se va distribui o cantitate de 1 kg de râme pe metru pătrat care reprezintă între 1000 – 1200 indivizi adulţi şi juvenili la *Eisenia foetida* şi *Eisenia andrei*, precum şi între 800 – 1000 indivizi de *Eudrilus eugeniae*;

- crescătorul trebuie să menţină un stoc de râme de reproducere, care vor fi destinate extinderii suprafeţelor de creştere din exploataţie sau vor fi vândute altor crescători aflaţi la prima populare;

- transferul efectivului de reproducători se realizează în cutii de lemn, cu capac perforat; substratul acoperit cu hârtie, poate rămâne până la 72 de ore;

- hrănirea râmelor se face cu alimente adecvate care pot fi consumate în cel mai scurt timp.

Pentru a menţine umiditatea optimă a substratului, se poate practica irigarea:

- în flux fin şi dispersat (ca un spray): nu provoacă găuri şi nici nu compactează substratul;

- irigare de tip “apă ceaţă”.

În ambele cazuri de irigare, aspersoarele sunt dispuse apropiat şi în rând. Irigarea se face iarna timp de 45 minute, iar vara de 3 ori pe zi, timp de 15 minute.

Irigarea se mai poate efectua prin “picurare”, dimineaţa devreme.

9. COMERCIALIZAREA RÂMELOR

Râmele din mediul natural sunt produse în mod dirijat şi pot fi comercializate ca momeli pentru pescuit, activitate pentru care există o piaţă bine dezvoltată şi în ţara noastră. Magazinele de unelte de pescuit achiziţionează râme la preţuri stimulative pe care le vând pescarilor spre a le folosi ca momeli (BURA, 2004).

Râmele pot fi utilizate ca hrană vie pentru puietul de peşte de cultură (sturion, crap, caras argintiu, lin, somn, ţipar etc.) sau a celor de acvariu (caras auriu, specii exotice ş.a.).

Făina obţinută din corpul uscat al râmelor este bogată în proteine, cu o valoare biologică ridicată.

Râma este foarte bună "reciclatoare" de substanţe organice, pe care le consumă pentru a se hrăni, iar după digestie le redistribuie solului sub o formă biologică mai uşor de asimilat de către plante.

În jurul râmei s-a dezvoltat o înfloritoare activitate comercială.

9.1. COMERCIALIZAREA RÂMELOR SUB FORMĂ DE FĂINURI PROTEICE

Solicitarea râmelor pe piaţa mondială este urmarea conţinutului ridicat în proteine şi în aminoacizi esenţiali. În medie, greutatea uscată a râmelor (reprezentată de greutatea întregului corp după deshidratare completă) măsoară între 15 – 20 % din greutatea vie.

La *Lumbricidae* POP V.V. (1987) aproximează următoarea compoziţie chimică generală a corpului:

- apă: 70 – 95 %;
- proteină: 5 – 30 % sau 53 – 71 % din greutatea uscată;
- lipide: 1 – 17 % sau 17 % din greutatea uscată;
- substanţe minerale: 9 – 23 % din greutatea uscată.

Din studiul acestor date se poate desprinde concluzia că majoritatea corpului conţine după apă, proteine, fapt datorat câmpurilor musculare longitudinale şi circulare.

În urma investigaţiilor realizate de SCHULTZ şi GRAFF (1977) a reieşit că la râmele *Eisenia foetida* corpul conţine 66,3 % proteină brută, 7,9 % lipide, 14,2 % glucide şi 11,6 % cenuşă brută (tabelul 9.1.). Comparând această structură chimică cu cea de făină de peşte, drojdie şi şrot de soia, reiese că făina de peşte conţine mai multă proteină brută (69 %) şi cenuşă brută (17,4 %), drojdia este mai bogată în lipide (8,5 %) şi glucide (23,5 %), iar şrotul de soia abundă în glucide (41,1 %).

Tabelul 9.1.

Compoziţia chimică brută (% din SUA) a *Eseniei foetida* şi a altor furaje

(după SCHULTZ şi GRAFF, 1977)

Specificare	*Eisenia foetida*	Făina de peşte	Drojdie obţinută pe "n" parafină	Şrot de soia
Proteină brută	66,3	69,0	60,0	51,2
Lipide	7,9	5,1	8,5	1,0
Glucide	14,2	8,5	23,5	41,1
Cenuşă brută	11,6	17,4	8,0	6,7

Corpul uscat al râmei *Eisenia foetida* conţine, după determinările realizate de GRAFF O. (1982), 15 aminoacizi (tabelul 9.2.).

Făina obţinută din corpul uscat al râmelor *Eisenia foetida* este bogată în acid glutamic (13,4 g/100 g proteină), acid asparaginic (11 g/100 g proteină), leucină (8,2 g/100 g proteină) şi lizină (7,5 g/100 g proteină).

Cercetările comparative efectuate de SCHULTZ şi GRAFF (1977) au scos în evidenţă că nu există diferenţe mari între compoziţia în aminoacizi a proteinei din *Eisenia foetida* şi făina de peşte şi drojdie, dar există un conţinut puţin mai scăzut în metionină şi cistină faţă de făina de peşte, iar ceilalţi aminoacizi corespund cerinţelor animalelor de fermă (tabelul 9.3.).

În cazul folosirii furajelor vegetale care au un conţinut scăzut de lizină în alimentaţia speciilor de animale de fermă se poate folosi în completare făină de râme, care are un conţinut ridicat în lizină (7,5 g/100 g proteină).

După afirmaţiile lui DAVID (1995) făină de râme are un conţinut bogat în proteine brute (peste 60 % din SU), grăsimi nesaturate (aproximativ 10 % din S.U.) şi printr-o cantitate mică de cenuşă (aproximativ 4 % din S.U.). Aceste valori, dovedesc că, făina de râme este comparabilă cu făina de carne şi de peşte, care sunt folosite astăzi în raţiile destinate creşterii animalelor de fermă.

Tabelul 9.2.

Conţinutul în aminoacizi a corpului uscat al speciei *Eisenia foetida*

(după GRAFF O., 1982)

Nr. crt.	Aminoacidul	UM	Valoarea
1	Acid asparaginic	g/100 g proteină	11,0
2	Threonină	g/100 g proteină	4,7
3	Serină	g/100 g proteină	4,8
4	Acid glutamic	g/100 g proteină	13,4
5	Alanină	g/100 g proteină	6,0
6	Cistină	g/100 g proteină	1,4
7	Valină	g/100 g proteină	5,2
8	Metionină	g/100 g proteină	1,8
9	Isoleucină	g/100 g proteină	4,7
10	Leucină	g/100 g proteină	8,2
11	Tirozină	g/100 g proteină	3,0
12	Fenilalanină	g/100 g proteină	3,5
13	Lizină	g/100 g proteină	7,5
14	Histidină	g/100 g proteină	2,3
15	Arginină	g/100 g proteină	6,1

Compoziţia acizilor prezintă interes datorită raportului dintre acizii graşi saturaţi şi nesaturaţi, raport favorabil celor din urmă. Printre acizii graşi nesaturaţi cei mai importanţi sunt acidul linoleic şi derivaţii lui, precum şi acidul lauric, care are valori reduse în grăsimea animală.

Pentru stabilirea valorii nutritive au fost efectuate probe atât “in vitro” cât şi “in vivo”, iar măsurarea digestibilităţii proteinelor “in vitro” s-a făcut prin metode diferite. Astfel, măsura PDR (Protein Digest Rezidue) a fost puternic corelată (r = 0,982) cu NPU (consumul specific al proteinelor). Consumul net de proteine a avut la făina de râme o valoare de 30 – 34, care este inferioară altor făini de calitate mijlocie (40 – 45).

Valoarea măsurată a digestibilităţii “in vitro” a făinii de râmă este destul de ridicată (91,60 %) şi de apropiată de cea a făinii de peşte (93,50 %).

Indexul chimic pentru conţinutul (triptofanului) în făina de râmă are o valoare de 65,33, faţă de 40 pentru făina de carne.

Tabelul 9.3.

Conţinutul în aminoacizi a proteinei (% din proteina) din făina obţinută din *Eisenia foetida* în comparaţie cu alte furaje proteice şi cerinţele în aminoacizi pentru pui şi purcei (după SCHULZ şi GRAFF, 1977)

Aminoacidul	*Eisenia foetida*	Făina de peşte	Drojdie obţinută pe "n" parafină	Cerinţe pentru pui	Cerinţe pentru purcei
Lizina	7,5	8,0	7,8	5,3	5,0
Metionina	1,8	2,7	1,5	3,8	3,5
Cistina	1,4	1,1	1,1	3,8	3,5
Arginina	6,1	5,6	4,7	5,5	1,2
Histidina	2,3	2,2	2,0	2,0	1,3
Isoleucina	4,7	4,2	4,8	3,9	3,5
Leucina	8,2	7,1	7,3	7,2	4,2
Fenilalanina	3,5	3,9	4,3	6,5	3,5
Tirozina	3,0	3,0	3,7	6,5	3,5
Treonina	4,7	4,3	5,3	3,5	2,9
Valina	5,2	4,8	5,4	4,2	3,1

Evaluând valoarea biologică a proteinei din făina de râme *Eisenia foetida* cu alte furaje proteice SCHULTZ şi GRAFF (1977) au constatat că digestibilitatea proteinei de râmă este la fel de mare ca şi în cazul făinii de peşte şi a drojdiei (tabelul 9.4.). Se mai poate constata că atât valoarea biologică cât şi proteina netă utilizată a fost mai mare la râme decât la drojdie.

Tabelul 9.4.

Valoarea biologică a proteinei din făina de râme (*Eisenia foetida*) şi a altor furaje proteice (SCHULTZ şi GRAFF, 1977)

Furaj	Proteina digestibilă	Bilanţul azotului	PNU	REP
Eisenia foetida	84,8	84,1	78,8	4,0
Făina de peşte	82,6	85,9	79,8	3,9
Drojdie	82,4	77,4	71,2	3,2

Notă: PNU = Proteina Netă Utilizată; REP = Rata Eficienţei Proteinei

Determinările chimice efectuate asupra făinii de râme arată o pondere de 67 % proteină brută şi de 7 % grăsime din greutatea uscată.

Într-un experiment realizat în Australia s-a stabilit că prin includerea în furajul de bază a făinii de peşte şi a celei de făină de râme, se aduce un aport dietetic important şi creşteri similare în greutate a porcilor.

Însuşirile cu totul deosebit ale făinii de râme au fost dovedite prin experimente , analize chimice şi teste de digestibilitate pe animale.

9.2. COMERCIALIZAREA RÂMELOR CA MOMEALĂ SAU CA HRANĂ VIE PENTRU PEŞTI ŞI PĂSĂRI

În multe ţări ale lumii o pondere importantă a luat piaţa de *momeală de pescuit*. Datorită corpului lor musculos râmele sunt foarte vioaie şi în cârligul undiţei.

Râmele se folosesc ca *hrană vie* pentru hrănirea puietului de peşte în primele stadii de dezvoltare. Un randament foarte bun au dat la creşterea păstrăvilor, unde au înlocuit hrana concentrată. Concomitent s-a dovedit că puietul este mult mai sănătos şi nu este expus la boli. Rezultatele foarte bune s-au obţinut în crescătoriile de crap, lin şi anghilă.

În primele zile de viaţă, larvele de sturioni se hrănesc cu conţinutul sacului vitelin. Ajunse la vârsta de 6 – 12 zile larvele de sturioni trec, în decurs de 2 – 4 zile, de la hrănirea vitelină la hrănirea activă.

În cadrul tezei de doctorat, MUSCALU-NAGY Cristina (2007) a experimentat folosirea râmelor din specia *Eisenia foetida* în hrana speciei de sturioni cega (*Acipenser ruthenus*). Pentru producerea de râme şi-a amenajat un bazin cu dimensiunile de 7 m lungime, 1 m lăţime şi 0,7 m înălţime. Substratul de creştere a râmelor a fost alcătuit din 90 % bălegar de taurine şi 10 % din dejecţii de iepuri de casă şi de nutrii. Ca hrană s-a folosit fie din resturi vegetale (coji de cartofi, frunze de varză, fructe fermentate), fie produse de origine animală (grăsimi, resturi menajere, ulei ars de gătit). Parametrii de creştere ai râmelor au permis formarea a trei loturi: martor, hrănite cu produse vegetale şi hrănite cu produse animale. Lotul mare a cuprins râme recoltate din mediul înconjurător. De la fiecare lot s-au recoltat 15 litri substrat (0,015 m^3) din care s-au recoltat manual râmele, care au fost

clasificate în trei categorii în funcţie de lungime. Astfel, râmele din categoria I au avut între 2,2 – 5,5 cm lungime, a II-a între 5,5 – 8 cm şi a III-a 8 – 10 cm lungime.

Din analiza tabelului 9.5. se observă că râmele hrănite cu resturi vegetale au avut media de masă corporală mai mică decât la cele hrănite cu resturi animale, la toate categoriile de dimensiuni. La lotul hrănit cu resturi vegetale s-au recoltat 51,72 g de râme, ceea ce echivalează la 1 mc de cultură o producţie de 3,448 kg biomasă de râme. La lotul hrănit cu produse animale au fost recoltate în total 64,8 g râme, ceea ce echivalează cu o productivitate de 4,320 kg biomasă/mc cultură. Din totalul biomasei 55,62 % provine în urma hrănirii cu resturi de origine animală şi 44,38 % din hrănirea cu resturi de origine vegetală.

Tabelul 9.5.

Caracteristicile populaţiei de râme din specia *Eisenia foetida* hrănite cu resturi de origine animală sau vegetală (după MUSCALU-NAGY Cristina, 2007)

Indicatori	Categoria I	Categoria a II-a	Categoria a III-a	Alte
Hrănite cu resturi de origine animală				
Număr de râme	207	214	35	7
Masa corporală totală (g)	17,7	32,5	12,5	2,1
Masa corporală medie (g)	0,057	0,151	0,357	0,300
Hrănite cu resturi de origine vegetală				
Număr de râme	46	260	48	22
Masa corporală totală (g)	0,92	32	14,7	4,1
Masa corporală medie (g)	0,020	0,123	0,306	0,186

În *hrana păsărilor de casă* consumul de râme reprezintă o hrană preţioasă, prevenind apariţia de boli la pui, precum deformarea sistemului osos şi a celui muscular. Râmele constituie o hrană favorabilă pentru puii de fazan la care previne anemia.

Purceii care primesc în hrană râme, realizează un spor suplimentar de 20 % faţă de cei hrăniţi cu furaje concentrate.

Făina proteică obţinută din râme imprimă o bună calitate nutreţurilor concentrate în care intră ca adaos.

9.3. OBŢINEREA ŞI VALORIFICAREA HUMUSULUI DE RÂMĂ

Între humusul natural, din sol şi humusul produs de râme există o mare diferenţă. Astfel, humusul este considerat a fi cel mai important produs al râmelor, fiind de fapt excrementele acestora.

Compoziţia în nutrienţi a humusului de râme îl recomandă ca pe cel mai valoros îngrăşământ organic cunoscut până în prezent. Producătorii de hrană Bio îl consideră ca fiind foarte bun în horticultură, legumicultură, pomicultură, silvicultură, înlocuind atât îngrăşămintele organice cât şi pe cele chimice.

În urma traversării pereţilor celulari, deşeurile organice sunt descompuse în componente simple pe care plantele le pot absorbi direct.

Pe baza analizei chimice şi biologice a nutrienţilor (tabelul 9.6.) s-a constatat că humusul râmelor (biocompostul sau vermicompostul) conţine de 11 ori mai mult potasiu, de 3 ori mai mult magneziu, de 7 ori mai mult fosfor şi de 5 ori mai mult azot decât gunoiul de grajd.

Dejecţiile pure de râmă sunt apreciate de ZIDĂRESCU (2008) ca fiind cel mai bun fertilizator, deoarece posedă concentraţii mari de bacterii şi de microorganisme benefice, stimuli biologici activi ai plantelor, vitamine, aminoacizi şi antibiotice, adăugate în decursul procesului de digestie al râmelor. Dejecţiile de râmă sunt de 100 de ori mai bogate în elementele enunţate anterior, decât cele din gunoi de grajd şi nu conţin deloc îngrăşăminte chimice.

Acizii humici transformă dejecţiile pure de râmă într-un produs valoros, cu calităţi speciale. Acizii humici reprezintă rezerva de bază de nutrienţi în sol şi, de asemenea, îmbunătăţesc regimul de apă şi aer.

În componenţa dejecţiilor pure de râme mai intră: auxină, giberelină şi citoquinină.

Cercetările au dovedit că o tonă de humus este de 5 ori mai eficace decât o tonă de gunoi de grajd. Ca urmare a faptului că râmele asimilează 40 % şi elimină 60 % din materialele ingerate, din 1,5 tone de gunoi de grajd se obţine o tonă de humus de râme.

În lumea compostării convenţionale, se afirmă că dintr-o tonă de intrări rezultă 0,75 mc compost, a cărui greutate variază în funcţie de conţinutul de umiditate,

aceasta fiind de obicei de 0,5 tone. Astfel spus, 50 % din masa compostului se pierde, mai ales ca umiditate şi ca CO_2, dar şi ca azot se pierde ca amoniac.

Tabelul 9.6.

Profilul nutrienţilor din gunoi de grajd, dejecţii pure de râme şi vermicompost

Nr. crt.	Profilul nutrienţilor din dejecţiile pure de râme şi din humusul produs			Profilul nutrienţilor din vermicompost şi din gunoi de grajd (http://agri.nic.in/vermiculture.htm)			Profilul nutrienţilor din vermicompost şi compost de grădină (www.google.com/imgres?imgurl)		
	Nutrient	**Dejecţie pură de râmă** (după ZIDĂRESCU, 2008)	**Humus râmă** (după CBB-Bio Consult Olanda)	**Nutrient**	**Vermicompost**	**Gunoi de grajd**	**Nutrient**	**Vermicompost**	**Compost de grădină**
1	Azot (N)	1,2 – 2,0 %	1,73 %	N (%)	1,6	0,5	N (%)	0,51- 1,61	0,8
2	Fosfor (P)	0,8 – 1,6 %	1,42 %	P (%)	0,8	0,5	P (%)	0,19 – 1,02	0,35
3	Potasiu (K)	0,5 – 1,0 %	1,44 %	K (%)	0,5	0,9	K (%)	0,15 -0,73	0,48
4	Magneziu (Mg)	0,5 – 1,0 %	0,98 %	Mg (%)	0,7	0,2	Mg (%)	0,093 – 0,568	0,57
5	Fier (Fe)	0,5 – 1,0 %	1,21 %	Fe (ppm)	175,0	146,5	Fe (%)	0,205 – 1,331	1,169
6	Calciu (Ca)	4,0 – 6,0 %	6,74 %	Ca (%)	0,5	0,9	Ca (%)	1,18 – 7,61	2,27
7	Umiditate	50 – 60 %	58,52 %	Mn (ppm)	96,5	69,0	Mn (%)	0,010 – 0,204	0,041
8	Substanţă organică	30 – 70 %	44,0 %	Cu (ppm)	5,0	2,8	Cu (%)	0,0026 – 0,0048	0,0017
9	Acizi humici	până la 15 %	-	Zn (ppm)	24,5	14,5	Zn (%)	0,0042 – 0,1100	0,0012
10	Acizi fulvici	până la 7 %		Raport C:N	15,5	31,3	Na (%)	0,058 – 0,158	< 0,01
11							Carbon organic (%)	9,8 – 13,4	12,2

Acţiunea benefică a humusului de râme asupra dezvoltării plantelor a fost dovedită prin folosirea acestuia la:

- plantarea pomilor fructiferi: se presară în contact cu rădăcinile pomului 200 – 300 g humus, se acoperă cu pământ şi apoi se udă;
- plantarea răsadurilor în legumicultură: se mocirlesc rădăcinile într-un amestec consistent cu apă;
- plantarea de plante ornamentale: se aplică la rădăcini 100 – 150 g humus;
- la producerea de răsaduri: în substratul de turbă se introduce 1 – 3 % humus sau se împrăştie 200 g humus pe mp;
- la replantarea răsadurilor: se pun în gropile efectuate în prealabil circa 50 g humus/plantă.

Cercetările efectuate de POP V.V. şi colaboratorii (1987) în cadrul Centrului de Cercetări Biologice Cluj-Napoca au căutat să evidenţieze efectul vermicompostului obţinut în exterior (pe o platformă din curtea C.C. B. Cluj-Napoca) sau în interior (în culturi realizate în vasele din laborator) asupra unor plante. Astfel, dintre legume s-a urmărit evoluţia la fasole, ţelină, roşii, ardei, castraveţi şi varză, iar dintre florile de grădină la Cârciumăreasă (*Zimmia*) şi la "Nu mă atinge" (*Impatiens*). Lotul martor a fost cu sol neîngrăşat, lotul V_1 a fost pe sol îngrăşat cu compost de exterior şi V_2 cu sol îngrăşat cu compost de interior.

Experienţele au durat 3 luni. La terminarea experienţelor s-a măsurat la fiecare plantă: înălţimea (cm), numărul de frunze, greutatea totală a părţii aeriene (uscată la etuvă la 102^0C), numărul de fructe, greutatea fructelor (proaspete) (tabelul 9.7.). Au mai fost recoltate probe şi pentru analize fiziologice (conţinutul în pigmenţi asimilatori).

Din analiza acestui tabel reiese cu multă claritate că vermicompostul, atât din exterior cât şi cel din interior, a exercitat un efect stimulator asupra creşterii plantelor, care au fost timpul mai viguroase, mai verzi şi mai turgescente. La fel şi florile de grădină au avut o răsărire mai timpurie şi o dezvoltare superioară celor din lotul martor.

O altă concluzie constă în aceea că vermicompostul de interior a avut un efect mult mai puternic asupra plantelor decât vermicompostul de exterior. Rezultatele mai slabe ale vermicompostului de exterior s-au datorat pierderilor de substanţe printr-o prea îndelungată compostare.

În vederea stimulării creşterii şi a coacerii producţiei de roşii, ardei, castraveţi, aceştia s-au cules în mai multe etape. În acest scop, pe lângă cele 250 - 300 g

humus puse la rădăcina plantelor se mai adaugă la fiecare recoltă câte 100 g la rădăcina plantei.

Tabelul 9.7.

Efectul vermicompostului asupra creşterii şi dezvoltării unor plante de legume (fasole, ţelină, roşii, ardei, castraveţi, varză) şi flori de grădină (Cârciumăreasă şi Nu mă atinge) (după POP V.V. şi colab., 1987)

Caracteristica plantei	Varianta experimentală	Fasole	Ţelină	Roşii	Ardei	Castraveţi	Varză	Cârciumăreasă	Nu mă atinge
Înălţimea plantei (cm)	Martor	69,00±11,00	37,33±3,85	45,53±3,54	23,33±2,78	61,50±12,23	13,33±1,22	52,66±5,43	49,66±3,73
	Vermicompost de exterior	93,00±8,97	38,33±3,48	53,16±3,06	22,00±1,63	76,67±22,63	13,00±1,01	57,00±0,59	45,00±3,07
	Vermicompost de interior	137,00±8,39	49,33±2,03	55,00±4,59	28,16±0,74	108,67±2,06	16,33±1,69	46,00±1,17	61,33±0,89
Greutatea plantei (g)	Martor	6,14±2,12	5,14±0,67	3,10±0,05	2,18±0,08	3,87±0,20	5,10±1,49	5,47±0,77	4,24±1,11
	Vermicompost de exterior	8,37±0,35	6,78±0,43	4,02±0,13	2,97±0,24	4,37±0,33	5,05±0,86	5,64±0,66	4,67±0,33
	Vermicompost de interior	16,24±0,52	11,23±1,38	8,41±1,27	5,32±0,85	10,35±0,60	13,57±6,46	7,43±0,49	7,68±1,62
Numărul de frunze	Martor	14,67±3,18	19,67±1,76	20,33±2,78	19,00±1,56	29,00±7,22	14,33±1,48	24,67±4,13	86,33±9,92
	Vermicompost de exterior	14,00±1,53	22,67±5,18	20,33±3,24	28,67±6,34	23,33±6,45	13,66±2,23	22,00±2,69	79,00±12,12
	Vermicompost de interior	29,67±1,86	38,67±8,30	39,33±5,43	28,67±1,79	64,67±10,02	11,33±1,50	34,66±6,81	123,33±24,80
Numărul de fructe	Martor	6,00±2,52	-	1,00±0,59	1,00±0,00	2,00±0,58	-	4,00±0,58	19,00±6,68
	Vermicompost de exterior	9,00±0,58	-	1,00±0,00	1,00±0,59	5,67±2,37	-	4,33±0,34	32,33±4,76
	Vermicompost de interior	14,33±2,03	-	2,67±1,22	3,00±1,17	4,66±0,89	-	7,00±1,02	31,33±0,57
	Martor	23,42±10,20	-	35,69±34,41	27,33±2,25	5,15±4,09	-	7,19±0,51	6,28±0,57

Greutatea fructelor (g)	Vermicompost de exterior	25,98±4,28	-	55,82±22,09	47,11±6,79	16,67±6,34	-	6,95±0,85	12,00±1,17
	Vermicompost de interior	36,73±2,85	-	83,96±25,89	55,21±2,22	42,81±7,22	-	9,32±1,46	12,00±2,56

Pentru realizarea lângă case şi pe stadioane de *gazon* cu o iarbă care să aibă o densitate mare şi o culoare mai vie, acesta se udă abundent şi se fertilizează cu 50 – 100 mg humus/mp.

Un studiu complementar efectuat asupra dezvoltării plantelor (a evidenţiat existenţa indicatorilor de fertilitate) tratate cu humus sau cu gunoi de grajd + îngrăşământ chimic. Determinările efectuate la Universitatea din Torino au scos în evidenţă că solul are un grad de fertilitate de 0,22 f.i. (indicator de fertilitate), în urma aplicării de gunoi de grajd se obţine un coeficient de 0,43 f.i., iar prin aplicarea a 10 % humus se obţine un coeficient de 0,54 f.i. S-a constatat că plantele tratate cu humus au avut o rădăcină mai dezvoltată şi mai ramificată, un număr mai mare de frunze şi în înălţime a plantelor cu 20 – 30 % mai mare.

Prin folosirea dejecţiei pure de râme în producţia de legume se înregistrează următoarele efecte:

- creşte de 4 ori energia de germinaţie şi de 40 de ori germinaţia seminţelor;
- răsadurile se dezvoltă cu 10 – 15 zile mai de timpuriu;
- randamentul culturilor sporeşte cu 30 – 50 %;
- prin aplicarea pe frunze a soluţiei de dejecţii pure de râme în amestec cu apă în proporţie de 1/10, scad costurile cu pesticidele;
- se realizează o producţie prietenoasă cu mediu, legumele au un gust plăcut şi o calitate nutriţională deosebită, precum şi un conţinut mare de vitamine (ZIDĂRESCU, 2008);
- produsele obţinute cu dejecţii pure de râmă, conţin cele mai scăzute cantităţi de nitraţi (tabelul 9.8.).

Tabelul 9.8.

Conţinutul în nitraţi (mg/kg) din legume produse cu diverşi fertilizanţi

(după ZIDĂRESCU, 2008)

Produsul legumicol	Conţinutul în nitraţi (mg/kg) din legume obţinute cu:		
	fertilizanţi chimici	bălegar	dejecţii pure de râme
Castraveţi	273	70	5
Roşii	83	37	8
Varză	280	140	128
Ceapă	120	60	36
Ardei	75	38	10
Morcovi	480	111	37

Efectele folosirii dejecţiilor pure de râmă asupra producţiei de flori şi căpşuni sunt următoarele:

- se obţin plante excelent adaptate;
- plantele puternice au o creştere de 3 ori mai rapidă în decurs de 5 – 6 săptămâni decât cele normale (ZIDĂRESCIU, 2008).

Efectele utilizării dejecţiei pure de râme în producţia de cartofi constau din:

- un randament mai mare cu 40 – 70 %;
- efectul sporeşte în timp, concomitent cu acumularea dejecţiilor pure de râme în sol;
- creşte conţinutul de amidon al cartofilor cu 15 – 45 %.

Prin utilizarea dejecţiei pure de râme în viticultură se asigură:

- dezvoltarea rapidă şi stabilă a materialului plantat;
- reducerea momentului atingerii maturităţii cu un an, a dezvoltării volumetrice şi a numărului de rădăcini;
- scăderea momentului primei producţii de struguri;
- diminuarea costurilor şi vânzarea mai de timpuriu a materialului biologic destinat plantării viţei de vie de primă clasă (ZIDĂRESCU, 2008).

Consecinţele folosirii dejecţiei pure de râme în domeniul producţiei pomilor fructiferi, arbuştilor ornamentali şi trandafirilor sunt următoarele:

- succes în transferuri de până la 100 %;
- dezvoltarea mai rapidă a materialului plantat;
- diminuarea intervalului până la prima producţie de fructe;
- se obţin fructe mai mari, mai aspectuoase, cu un gust mai plăcut, pur ecologice, mai bogate în vitamine şi cu o perioadă de conservare mai lungă;
- se obţin fructe cu coacere mai timpurie cu 15 zile.

În cazul producerii de gazon, prin administrarea de dejecţii pure de râme se obţine o reuşită la plantare de 100 %, o creştere rapidă şi sănătoasă a ierbii, se previne şi se remediază “iarba galbenă” (ZIDĂRESCU, 2008).

Vermicompostul (biohumusul) produs de firma S.C.DUO BIO S.R.L. din localitatea Dragşina, judeţul Timiş (www.gobiohumus.ro) este utilizat cu rezultate foarte bune pentru seminţe, flori, legume, pomi, viţă de vie, cereale, oleaginoase, gazon, păşuni, arbuşti.

Din experienţa acumulată a reieşit că prin folosirea vermicompostului a crescut producţia de grâu Bio cu 62 %, producţia de roşii cu 43 %, producţia de

struguri cu 18 %. Rezultate asemănătoare s-au obţinut şi la rapiţă şi la floarea soarelui.

Recomandările firmei S.C. DUO BIO S.R.L. Dragşina sunt:

- germinare seminţe: se amestecă o parte vermicompost cu 3 – 4 părţi sol;
- legume pentru răsad: 30 – 50 ml vermicompost la un litru turbă standard;
- legume în spaţii protejate: 1 – 6 mc/ha;
- legume în câmp: 1 – 5 mc/ha;
- cereale şi plante tehnice: 1 – 3 mc/ha;
- legume şi flori transplantare: se amestecă o parte vermicompost cu 3 – 5 părţi sol;
- pomi şi arbuşti fructiferi: 0,2 – 0,5 l/plantă;
- viţă de vie: 0,3 – 0,5 l/plantă;
- fertilizare flori şi plante ornamentale de interior: 20 – 30 ml/plantă, la un ghiveci de 1 l;
- vermicompostul poate fi aplicat în jurul unei plante la fiecare 2 – 3 luni în perioada de vegetaţie;
- trebuie irigat, obligatoriu, după fiecare aplicare a biohumusului.

9.4. EXTRACTUL LICHID DE HUMUS DE RÂME

Producătorii agricoli vegetali, pentru a-i da activităţii o tentă ecologică, folosesc humusul de râmă în stare solidă, lichidă sau în suspensie, reducând substanţial costurile de producţie. Proprietarii de ferme vegetale, de sere, solarii, plantaţii viticole, pomicole, legumicole etc., îşi pot produce singuri fertilizanţii solizi sau lichizi, foliari sau radiculari (CAZACU Lari, 2009).

Humusul de râme se recoltează întotdeauna primăvara, după care se lasă o perioadă scurtă la maturat, pentru ca apoi să fie folosit.

Se procedează în continuare la prepararea extractului lichid de humus de râmă, care se aplică pe resturile vegetale ale culturilor deja recoltate. În comparaţie cu practicile curente folosite în agricultură, prin cantitatea de humus produsă de resturile vegetale introduse în sol creşte de 25 – 30 de ori.

Extractul lichid de humus de râmă după ce a fost preparat se va distribui foliar, în cantitatea de 50 l/ha sau radicular, aproximativ 150 l/ha, ca fungicid, insecticid sau fertilizant.

În funcţie de tipul de cultură, humusul de râme se aplică pe teren în stare solidă, în doze de până la 3000 litri (echivalent cu 1800 kg/ha).

În perioada care va urma, după aplicarea humusului de râmă pe teren şi renunţarea la îngrăşămintele chimice, solul va redeveni sănătos, favorizând reapariţia râmelor în profunzimea lui.

Humusul de râmă conferă solului o structură aerisită, neaglutinată.

9.4.1. TEHNOLOGIA PRODUCERII EXTRACTULUI LICHID DE HUMUS DE RÂMĂ

Extractul de humus de râmă poate fi aplicat diluat sau nu, în funcţie de randamentul instalaţiei de stropit. Pentru a reduce consumul de carburant extractul de humus de râmă se aplică concomitent cu recoltarea (www.arhiva.lumeasatului.ro). Ca urmare a acţiunii miliardelor de microorganisme răspândite pe plante în momentul recoltării, are loc o degradare rapidă a resturilor vegetale stropite.

Extractul lichid de humus se aplică prin stropire în doze de 50 litri/ha.

Instalaţia de producere a extractului lichid de humus de râmă este alcătuită dintr-un vas care posedă la partea inferioară un robinet, pompă de aer, furtun cu microperforaţii, sac textil cu perforaţii de 0,4 mm. Aceste componente au dimensiunile proporţionale cu cantitatea de extract ce se prepară în 24 de ore pentru o anumită suprafaţă de teren. După ce se pune humusul de râmă în sacul textil cu perforaţii de 0,4 mm, acestea se introduc în vasul în care a fost introdusă apa asigurând un raport humus/apă de 1/9. Se porneşte apoi pompa care introduce aer prin furtunele de microperforaţii. În decurs de 20 – 24 de ore s-a obţinut extractul lichid de humus de râmă.

Principiul de obţinere a extractului lichid de humus de râme constă în faptul că: microorganismele existente în humusul râmelor în prezenţa oxigenului introdus prin barbotare în apă, în condiţii optime de temperatură şi hrană, încep să se multiplice. Pentru a sigura hrana microoganismelor din humus, la începutul procesului se introduc în vas cantităţi reduse de făină de peşte şi de melasă (zahăr).

La terminarea procesului de preparare a extractului, humusul de râmă se scoate şi se usucă timp de 20 – 30 zile. Cu humusul zvântat se va prepara un nou extract, dar la un raport humus/apă de 1/4. După a doua întrebuinţare, humusul de râmă se poate folosi fie ca fertilizant, fie pentru prepararea unor substraturi agricole obţinute prin amestecarea humusului cu pământ în raport de 1/4 – 1/6.

Extractul de humus de râmă are o eficienţă ridicată dacă este aplicat la maximum 4 ore de la preparare. În funcţie de condiţiile de mediu el poate fi distribuit: dimineaţa, seara sau pe timp înnorat. Dacă nu se poate administra extractul lichid de humus de râmă se procedează la continuarea oxigenării în vas şi la adăugarea de hrană (făină de peşte şi melasă).

Hrănirea râmelor se face cu următoarele produse ecologice:

9.4.2. BIOHUMUS ŞI EXTRACT DE BIOHUMUS (LICHID) ECOBALANCE

Ecobalance lichid este un îngrăşământ organic pur ecologic, fără conservaţi, produs din extract de humus de râmă (http://999.md/ro/28570134).

Componenţa:

- conţine săruri de acizi humici, acizi huminici, fulvo acizi, aminoacizi, micro (NPK) şi macro-elemente, bacterii vii şi alte substanţe uşor de absorbit;
- conţine cele 16 elemente de care plantele au nevoie să crească, 40 – 45 % umiditate, 55 – 65 % substanţe organice, 25 – 32 % substanţe humice, 1,0 – 2,0 % azot total, 1,5 – 3,0 % fosfor total (P_2O_5), 1,2 – 2,0 potasiu obişnuit (K_2O), 4,0 – 6,0 % calciu, 0,6 – 2,3 % magneziu, 0,6 – 2,5 % fier, 60 – 80 mg mangan/kg;
- microflora patogenă absentă din sol, ouă de helminţi lipsă, concentraţie mare de bacterii şi microorganisme benefice, stimulenţi biologici activi, vitamine ş.a.

Acţiune:

- stimulează creşterea plantelor şi a sistemului imunitar, rezistenţa la boli şi la schimburile bruşte de temperatură;
- previne: alternarioza, mucegaiul cenuşiu, favorioza, mana, putrezirea rădăcinilor, septorioza, rizoctonioza, rapănul;
- nu este toxic, reţine mult apa în sol, remediază solurile afectate de folosirea îndelungată a substanţelor chimice, face solul mai pufos şi mai lejer.

Utilizare:

- se diluează în raport de 1:10 şi se administrează sistemului foliar prin stropire;

- se diluează în proporţie de 1:50 şi se administrează sistemului radicular prin irigare;

- se distribuie seara sau dimineaţa;

- este compatibil cu majoritatea fungicidelor, insecticidelor şi erbicidelor;

- la pomii fructiferi, arbuşti şi viţă de vie: se pune 100 – 300 g/plantă; la plantare în groapă se amestecă cu solul, după care se irigă abundent; la rădăcină se amestecă cu solul şi se irigă;

- la legume: se pune 30 – 50 g/plantă; la plantare în groapă, se amestecă cu solul, după care se irigă abundent; la rădăcină (pe tot parcursul anului) se amestecă cu solul şi se irigă;

- la flori şi plante decorative: se pune 10 g/ghiveci de un litru; la plantare în grupă se amestecă cu solul după care se irigă abundent; la rădăcină se amestecă cu solul şi se irigă;

- la gazon: se pune 50 – 100 g/mp; la plantare se repartizează uniform pe întreaga suprafaţă apoi se irigă; după tundere se repartizează uniform pe întreaga suprafaţă după care se irigă;

- la cerealiere: se pune 500 – 1000 kg/ha: se împrăştie uniform pe toată suprafaţa, toamna sau primăvara, înainte de semănare;

- se va păstra la 5 – 25^{0}C şi ferit de lumină.

Interzis:

- amestecul cu zeama bordeleză şi sulfat de cupru şi de fier.

9.4.3. BIOHUMUSUL LICHID: FERTILIZANT HUMIC ACTIV

Biohumusul lichid este un îngrăşământ organic 100 %, un fertilizant humic activ, pur ecologic, care stimulează creşterea şi sănătatea plantelor, devenind mai rezistente la schimbări bruşte de temperatură sau la boli (https://biohumussol.ro/produs/biohumussol-lichid-1l/) (fig. 9.1.).

Componenţa:

- conţine săruri de acizi humici, acizi huminici, fulvoacizi, aminoacizi, micro- şi macro-elemente, bacterii vii şi alte substanţe uşor asimilabile;

- conţinutul de metale grele este mult mai redus decât normele stabilite.

Acţiune:

- determină o germinare mai bună, sistem radicular mai puternic, reţinere mai bună a umezelii în plante, înmugurire accelerată, creştere mai rapidă şi rezistenţă la unele bacterii şi fungi dăunători;

- previne apariţia şi creşterea microflorei patogene, diminuează nivelul nitraţilor din fructe şi legume, blochează absorbţia metalelor grele de către plante din sol, sporeşte conţinutul de fructoză, proteine şi vitamine, stimulează înflorirea fertilitatea, îmbogăţeşte gustul şi rezistenţa produselor;

- stimulează prin stropire şi irigare sistemul foliar şi radicular al plantelor, sporind numeric şi dimensional frunzele şi rădăcinile;

- suprimă ciupercile dăunătoare din sol; remediază solurile afectate de administrarea îndelungată de substanţe chimice; creşte retenţia apei în sol;

- nu este toxic, nu arde plantele, se poate folosi în orice cultură, în seră sau în câmp; nu oferă condiţii de viaţă pentru E. coli, Salmonella şi alţi dăunători.



Fig. 9.1. Recipiente de îmbuteliere a biohumusului

(https://biohumussol.ro/produs/biohumussol-lichid-1l/)

Utilizare:

- proporţia de diluare, între 1/10 până la 1/100, este condiţionată de sistemul de irigare;

- pentru fertilizarea foliară se utilizează soluţia 1/100 (un litru fertilizant în 100 litri apă);

- pentru fertilizarea radiculară se utilizează soluţia 1/50;

- pentru tratamentul de presemănare se vor înmuia seminţele în soluţie 3 % (1/30) timp de până la 24 de ore şi se vor semăna în cel mult 2 zile de la tratament.

Interzis:

- amestecul cu sulfatul de cupru şi a soluţiei bordeleză.

9.4.4. EXTRACTUL LICHID DE HUMUS DE RÂMĂ: FUNGICID ŞI FERTILIZANT

Extractul lichid de humus este folosit la orice fel de cultură, fără restricții, este produs după o tehnologie de preparare foarte simplă şi la costuri mici. Folosirea extractului determină plantele să dea sporuri de producţie mai mari, se scurtează perioada până la fructificare şi coacere, prelungeşte perioada de depozitare, fără pierderi (CAZACU Lari, 2009)

Componenţa:

- extractul conţine miliarde de microorganisme benefice plantelor; care se localizează pe suprafaţa plantei şi în rizosferă, ocupând chiar şi porţiunile de nişă favorabile instalării microorganismelor dăunătoare;

- prezintă o multitudine de specii de fungi, bacterii, nematode şi protozoare, care produc hormonii, enzime, vitamine, nutrienţi, aminoacizi şi elemente minerale necesare plantelor.

Acţiune:

- se poate aplica pentru sistemul foliar şi radicular prin stropire sau irigare, spre a creşte numeric şi dimensional frunzele şi rădăcinile (fig. 9.2.);



Fig. 9.2. Sistemul radicular al plantelor tratate cu extract lichid de humus de râmă (https://www.revista-ferma.ro/articole/afaceri-agricole/extractul-lichid-de-humus-de-rama-fungicid-si-fertilizant, CAZACU Lari, 2009)

- suprimă ciupercile dăunătoare din sol şi remediază solurile afectate de folosirea îndelungată a substanţelor chimice;

- creşte retenţia apei în sol şi micşorează cantitatea de apă folosită la irigare cu 30 %;

- previne atacul unor agenţi patogeni asupra plantelor de cultură*: Alternaria spp.* (alternarioza), *Botrytis spp.* (mucegaiul cenuşiu), *Fusarium spp.* (fuzarioza), *Peronospora spp.* (mana), *Phytophthora cinnamomi, Pythium spp.* (putrezirea rădăcinilor), *Pseudomonas syringae* (arsura bacteriană la mazăre), *Rhizoctonia solani* (rizoctonioza), Septoria spp. (septorioza), *Thielviopsis basciola* (putregaiul negru al tutunului), *Ventura inegualis* (rapănul mărului).

Utilizare:

- se poate dilua în proporţie de la 1/10 până la 1/100, în funcţie de sistemul de irigare;

- nu este toxic, nu arde plantele, nu are restricţii la folosire;

- nu oferă condiţii de viaţă pentru E. coli, Salmonella şi alţi dăunători.

Interzis:

- nu poate fi stocat şi trebuie aplicat în maximum 12 ore de la terminarea preparării.

9.5. PRODUSE OBŢINUTE DIN VERMICULTURĂ ŞI UTILIZĂRILE LOR

Consecinţele utilizării râmelor în procesul de vermicultură constă în următoarele:

- controlul tehnic şi economic al poluanţilor organici solizi;
- cresc drenajul, porozitatea şi aerarea solului ca urmare a contribuţiei sistemului propriu de galerii;
- ca urmare a deplasării de la un nivel la altul se amestecă particulele minerale cu materia organică aflată la suprafaţa solului, favorizând formarea unor complexe coloidale utile pentru plante;
- folosirea râmelor ca bioindicatori ai poluării solului;
- la 4 ore după ce a fost preparat, extractul lichid de humus de râmă se distribuie foliar (50 l/ha) sau radicular (150 l/ha), ca fungicid, insecticid sau fertilizant;
- humusul de râmă se foloseşte în stare solidă, lichidă sau în suspensie, reducând substanţial costurile de producţie;
- humusul de râme, în funcţie de tipul de cultură, se aplică pe teren în stare solidă, în doze de până la 3000 litri (echivalent cu 1800 kg/ha);
- făina de râme este folosită ca sursă de proteine în alimentaţia animalelor domestice;
- râmele adulte sunt folosite ca momeală pentru pescuitul sportiv şi ca hrană vie pentru peştii de acvariu, puietul de peşte crescut în sistem acvacol, pentru puietul de fazani sau de găină;
- prin activitatea enzimatică a conţinutului tubului digestiv unele specii de râme pot elimina agenţii patogeni întâlniţi (spre exemplu *Salmonella tiphimurium*);
- vermicultura este considerată un centru de biosisteme destinate reciclării materiei organice poluante, în vederea obţinerii de beneficii ecologice şi sociale economice mari.

9.5.1. ÎNGRĂŞĂMINTE ŞI FITOSANITARE ECOLOGICE DE LA BHS (Bio Humus Sol)

Pachetul “Micul Fermier” are inclus următoarele produse:

- Biohumussol Lichid 1 L: îngrăşământ organic care stimulează creşterea şi sănătatea plantelor;
- Etamin 250 ml: biostimulator NPK ecologic, care asigură absorbţia microelementelor şi a substanţelor active;
- Bioprotekt 250 ml: insectofungicid organic cu rol protector pentru plante.

Mod de preparare: în 10 litri de apă se adaugă: 100 ml Biohumussol, 30 ml Etamin (15 ml pentru răsaduri) şi 25 ml Bioprotekt (50 m în caz de atac de dăunători în cultură).

Se aplică la 1 – 2 săptămâni sau când este ncesar.

Preţ pachet: 113 lei

10. DĂUNĂTORII ŞI BOLILE RÂMELOR

Râmele posedă o multitudine de dăunători, începând cu cârtiţa, care le urmăreşte în structura solului, la suprafaţa terenului sunt urmărite şi devorate de arici, şoareci de câmp, broaşte, salamandre, tritoni, păsări (în special de cele nocturne) şi coleoptere (le pot consuma prin rupere în bucăţi). Dintre insecte cei mai voraci sunt acarienii roşii.

Cei mai frecvenţi dăunători ai râmelor sunt:

- cârtiţele (fig. 10.1.) sunt mamifere insectivore adaptate la viaţa subterană (geobiont), ce sapă în pământ galerii care formează o reţea complicată care converg spre un culcuş central. Pământul din galerii îl scot la suprafaţă, formând muşuroaie caracteristice (https://ro.wikipedia.org/wiki/Cartita) pentru ele râmele reprezintă o hrană naturală; în cuiburile de cârtiţe se găsesc depozite de râme vii, cărora aceste mamifere le rup inelele 3 – 4, locul în care se găsesc ganglionii cerebroizi, în urma căreia râma nu moare, dar rămâne nemişcată şi proaspătă până în momentul în care va fi devorată. Atunci când mişcările de înaintare ale cârtiţei sunt lente râmele pot să se ascundă coborând mai în adânc. Pentru percepţia cârtiţelor râmele se servesc de prostomium, organul specializat pentru simţul tactil şi vibrator. În acest caz râmele fie îşi sapă galerii mai adânci, fie ies la suprafaţa solului, unde este posibil să poată scăpa. Cârtiţele reprezintă un mare pericol dacă au acces la substratul de creştere a râmelor (GADDIE şi DOUGLAS E.D., 1975). Pentru a preveni atacul şirurilor sau a altor sisteme dispuse în aer liber pe câmpuri, MUNROE (2009) recomandă întreruperea unor bariere sub şiruri, constând din plasă de sârmă, pavaj, folie impermeabilă sau strat de lut (fig. 10.2.).

- păsările: pot reprezenta un pericol major pentru râme prin faptul că descoperă stratul superior al paturilor şi simţind prada, vin în număr tot mai mare (fig. 10.3.). Pentru a preveni acest atac se instalează pe şiră un capac din orice material. Cel mai eficace mijloc de prevenire a atacului păsărilor fiind un covor vechi, care poate reţine umiditatea şi preveni acumularea excesivă de apă. Acest covor nu trebuie să aibă o structură sintetică deoarece nu permite respiraţia. În timp, un covor de calitate se descompune şi va fi consumat de râme.

- miriapozii sunt insecte care devorează râmele de compost şi coconii acestora. De obicei aduc un prejudiciu minor, deoarece nu se înmulţesc prea mult

în şirele sau în paturile de râme. Atunci când devin o problemă, pentru a reduce numărul lor, se procedează la umezirea puternică a patului (aproape de inundare). Fără a afecta râmele, apa va ridica la suprafaţă miriapozii şi alte insecte dăunătoare, unde acestea sunt distruse cu o lampă de mână cu gaz (GADDIE şi DOUGLAS, 1975).



Fig. 10.1. Cârtiţă (*Talpa europea*)
(https://ro.wikipedia.org/wiki/Cartita)



Fig. 10.2. Pat aşezat pe o folie impermebilă
(http://lalombrizroja.com/tag/vermicultura/)



Fig. 10.3. Găini ciugulind râme
(https://www.lumeasatului.ro/stiri-agricultura/zootehnie-medicina-veterinara/3824-cele-mai-frecvente-afectiuni-ale-pasarilor-in-sezonul-cald.html)

- furnicile creează probleme importante deoarece consumă hrana râmelor (MYERS Ruth., 1969). Deoarece furnicile sunt atrase de zahăr, se va evita introducerea în alimentaţia râmelor de componente nutritive dulci. De asemenea, se va căuta să se menţină pH-ul structurii patului la peste 7.

- acarienii: în procesul de vermicompostare apar trei tipuri de acarieni: albi, maro şi roşii. Acarienii albi şi maro sunt concurenţi la hrana râmelor, provocând pierderi economice. Acarienii roşii sunt adevăraţi paraziţi ai râmelor, sugând sânge sau lichid din organismul adulţilor sau doar fluidul din coconi (SHERMAN Rhonda, 1997). Pentru a preveni atacul acarienilor roşii se poate interveni asigurând un pH neutru sau alcalin, o umiditate de sub 85 % şi adăuga carbonat de calciu, cât este necesar.

- paraziţii: râmele fac parte din cadrul protozoarelor, sporozoare şi mai ales din nematodele mici. Totuşi, nu li se cunoaşte nici o boală bacteriană, ceea ce dovedeşte că posedă mecanisme eficace de apărare microbiană, care nu sunt încă elucidate.

Literatura de specialitate consemnează faptul că râmele de compost nu sunt supuse bolilor provocate de microorganisme. Râmele pot suferi de o boală numită “cultura acră”, cauzată de condiţiile de mediu.

"**Cultura acră**" sau "**otrăvirea proteică**": apare ca urmare a unei cantităţi prea mari de proteine în substratul de creştere a râmelor. În urma hrănirii excesive a râmelor, în pat se acumulează proteină, care prin dezintegrare produce gaze şi acizi (GADDIE şi DOUGLAS, 1975). Râmele afectate de această boală au clitellumul umflat, se târăsc în mod dezordonat pe partea superioară a patului, iar substratul devine acru. Pentru a nu folosi antibiotice se poate interveni în prevenirea culturii acre, blocând supra-alimentaţia şi monitorizând şi ajustând pH-ul la un nivel neutru sau uşor superior (MYERS Ruth., 1969).

Râmele pot fi otrăvite şi prin stropirea frunzelor şi fructelor căzute cu produse fitosanitare. De asemenea sunt dăunătoare râmelor răşinile unor copaci şi taninurile de castan, stejar, nucă.

11. FOLOSIREA RÂMELOR CA BIOINDICATORI AI POLUĂRII SOLULUI

11.1.TESTE DE TOXICITATE REALIZATE PE RÂME

Unele organisme din sol au capacitatea de a detecta şi apoi de a evita solurile contaminate. Potenţialul stresor a solurilor posedă relevanţă ecologică ca urmare a relaţiilor directe dintre biodiversitatea solului şi calitatea lui ca habitat pentru organisme.

Colectivul de cercetători compus din MOŞNEANG Crina Laura, DOMA O.Al. şi CRISTINA T.R. (2012) au prezentat testele de poluare a solului realizate pe râme, artropode (*Collembola*), oligochete (*Enchytracidae*). Prin faptul că aceste teste se bazează pe modificări comportamentale, este necesară identificarea speciilor care evită solurile contaminate şi intensitatea răspunsului în raport proporţional cu gradul de contaminare.

Pentru detectarea poluanţilor din apă şi din sol s-au folosit ca indicatori de toxicitate vieţuitoare de dimensiuni reduse. Toxicitatea mediului acvatic s-a testat pe Păstrăvul curcubeu (*Onchorhynchus mykiss*), *Daphnia magna*, plevuşcă (*Pimephales promelas*), peşti zebră. Testele de toxicitate ale solului s-au făcut pe artropode (*Falsomia candida*), pe râme (*Eisenia andrei, Eisenia foetida*) şi pe *Tubifex tubifex*.

Testul de toxicitate pe râme *Eisenia andrei* este un test biologic pe sol timp de 14 zile, în care sunt cuprinse organisme sensibile la chimicale şi a căror abilităţi locomotorii le permit să evite mediile contaminate. Această metodă biologică de testare foloseşte pentru măsurarea toxicităţii fie una sau mai multe probe, fie amestecuri de sol contaminat cu sol potenţial contaminat. În aceste cazuri se folosesc râmele ca organisme de testare. Fiecare probă de sol poate fi testată pentru toxicitate fie cu o concentraţie unică, fie cu concentraţii multiple. În acest mod se obţin mai multe concentraţii ca urmare a amestecului unor cantităţi cântărite de sol de testare, cu sol de control negativ sau cu sol de referinţă.

Testul de toxicitate pe râme *Eisenia foetida foetida* vizează stabilirea de către aceste râme a toxicităţii acute. Această specie de râme este susceptibilă la

chimicale, are un ciclu biologic scurt, ajung la maturitate la 7 – 8 săptămâni (la 20^0C).

Testul de expunere a râmelor la substanţe toxice impregnante pe hârtie de filtru (testul de screening) se efectuează în scopul identificării chimicalelor toxice din sol. Pentru a creşte claritatea acestui test, testul propriu-zis va fi precedat de un test de constatare. În cadrul testului principal de screening se vor utiliza 5 sau mai multe diluţii seriate. La fiecare diluţie se vor efectua 10 repetări, în fiecare flacon fiind pusă o râmă. Pentru sporirea preciziei testului se pot realiza 20 de repetări. Fiecare diluţie va fi însoţită de un flacon de control. Probele realizate se ţin la întuneric timp de 48 ore şi se consemnează existenţa mortalităţilor după 72 ore.

Testul de toxicitate cu sol artificial constă în păstrarea râmelor în probe de sol artificial în care se realizează o concentraţie specifică substanţei de testare. La 7 şi la 14 zile de la aplicare se va evalua mortalitatea. Temperatura de testare se va situa la 20 ± 2^0C. Pentru ca râmele să nu migreze şi să rămână în mediul de testare se realizează la lumină continuă. Testul premergător celui principal se va face în 5 concentraţii.

Într-un recipient de sticlă se va plasa 750 g mediu de testare şi 10 râme. În prealabil, aceste râme au fost ţinute timp de 24 de ore în sol artificial, iar apoi au fost spălate şi aşezate pe suprafaţa mediului de testare. Pentru a preîntâmpina uscarea mediului de testare şi a-l menţine în condiţii specifice, se acoperă recipientele cu un film de plastic perforat, timp de 14 zile. Pentru fiecare tratament se fac 4 repetări. Fiecare test se va realiza în 4 flacoane de control, tratate cu solventul folosit în testare şi însoţite de 10 râme.

Folosind râmele ca organisme de testare se poate determina potenţialul toxic al solurilor poluate cu metale grele. Prin testele de eficacitate biologică utilizate râmele au un răspuns extrem de constant la solurile poluate. De aceea râmele sunt considerate a fi instrumente de screening pentru evaluarea riscului ecologic a terenurilor contaminate.

Artropodele şi Oligochetele manifestă modificări comportamentale prin care evită solurile contaminate, iar intensitatea răspunsului variază în funcţie de gradul de contaminare.

11.2. DETERMINAREA POLUĂRII SOLULUI DIN JURUL FERMELOR DE SUINE

Interesul pentru determinarea poluării solului din jurul fermelor de suine din judeţul Timiş, cel mai puternic judeţ din România în domeniu, a impus colectivului de cercetători compus din MOŞNEANG Crina Laura, PAP Andreea şi CRISTINA T.R. (2015) de la Facultatea de Medicină Veterinară din Timişoara, să preleve probe de la distanţe diferite de ferme prin care să stabilească gradul de poluare a suprafeţelor limitrofe. Aceste date au fost comparate cu cele de pe un sol de referinţă, lipsit de poluare cu dejecţii.

Prin numeroase cercetări întreprinse în decursul timpului s-a stabilit că fiecare zonă pedoclimatică posedă o anumită componenţă a speciilor de râme şi de mezofaună. Numeric (tabelul 11.1.), râmele pot varia pe zone de la câteva mii până la câteva milioane la hectar. Ca pondere, râmele reprezintă 94 % din biomasa faunei din sol.

În timpul migrării lor, râmele transportă sol din orizonturile superioare, humifere, în orizonturile inferioare, ocazie cu care transportă şi un număr important de microorganisme. Ca urmare a pasajului substanţelor organice şi anorganice prin tubul digestiv al râmelor şi ai componenţilor mezofaunei se formează complexe argilo-humice. Coprolitele acestora, reprezintă un mediu favorabil activităţii microbiologice şi contribuie la elaborarea materiilor humice. La rândul lor, materiile humice sunt legate fizico-chimic de argile şi formează complexe organice.

În deplasările lor râmele ingeră sol pe care-l transferă de la suprafaţă în orizonturile inferioare şi invers, precum şi deschid galerii prin care influenţează proprietăţile fizico-chimice ale solului. Râmele umplu galeriile lor abandonate cu sol din orizonturile humice, care conţin o pondere importantă de materie organică.

Cercetările efectuate au folosit 5 organisme de testare (râme) pentru fiecare tip de sol şi 5 repetări pe tip de sol. În paralel s-au realizat pentru solul de referinţă 5 repetări pe 5 râme fiecare. Cele 11 tipuri de sol identificate au fost testate comparativ cu un sol curat, de referinţă, pentru care s-au folosit 275 de râme de testare şi 55 % râme de control.

Tabelul 11.1.

Dinamica populaţională a speciei *Eisenia foetida* în funcţie de sezon

(după IORDACHE Mădălina Maria, 2008)

Nr. crt.	Specificaţie	U.M.	Anotimpul			
			Toamna	Iarna	Primăvara	Vara
1	Număr total de indivizi	pe mp	2450	3965	8460	4888
2	Număr indivizi adulţi	pe mp	1680	1760	3810	432
3	Număr indivizi prediclitelaţi	pe mp	540	540	790	504
4	Număr indivizi juvenili	pe mp	150	1250	2280	3488
5	Număr larve	pe mp	nenominalizat	410	1650	464
6	Număr coconi	pe mp	nenominalizat	850	3970	184
7	Biomasă totală indivizi	g/mp	775	980	1570	527
8	Biomasă indivizi adulţi	g/individ	0,33	0,40	0,32	0,29
9	Biomasă indivizi preclitelaţi	g/individ	0,28	0,25	0,21	0,22
10	Biomasă indivizi juvenili	g/individ	0,15	0,10	0,09	0,08
11	Biomasă coconi	mg/cocon	nenominalizat	12,03	22,57	19,12
12	Activitate de împerechere	%	10,5	3,8	1,1	4,9

Râmele de testare din specia *Eisenia foetida* au prezentat o masă corporală cuprinsă între 250 – 600 mg/individ. În timpul testărilor (14 zile) râmele nu au fost hrănite. Probele de sol au cântărit circa 350 mg. Ele au fost introduse în borcane de sticlă cu capacitatea de 500 ml şi acoperite cu folii transparente, perforate.

Probele de sol au fost prelevate în jurul fermelor de suine de la Pădureni, Voiteni, Ciacova, Peciu Nou şi Parţa, de la o distanţă de 100 – 300 m (notată cu a), 500 – 1000 m (notată cu b) şi peste 1000 m (notată cu c). Înainte de începerea

testului s-a procedat la cântărirea râmelor şi masa lor corporală individuală a fost consemnată în tabelul 11.2.

Probele au fost examinate la populare (s-a observat prezenţa sau absenţa râmelor pe suprafaţa solului – la o oră), la 7 zile (s-a evaluat supravieţuirea) şi la 14 zile (s-a înregistrat mortalitatea şi modificarea comportamentului).

O supravieţuirea de 100 % a fost consemnată în proba de sol recoltată de la Ciacova, la o distanţă de fermă de 100 – 300 m (tabelul 11.3.). Cea mai scăzută supravieţuire (92 %) a fost consemnată pentru probele de la 100 – 300 m la Voiteni, între 500 – 1000 m la Pădureni, Ciacova şi Peciu Nou, iar peste 1000 m la Peciu Nou. Valorile intermediare ale supravieţuirii (96 %) s-au înregistrat între 100 – 300 m la probele recoltate de la Pădureni, Peciu Nou şi Parţa, iar între 500 – 1000 m la Voiteni şi Parţa.

Tabelul 11.2.

Masa corporală individuală a râmelor (mg/individ)

(după MOŞNEANG şi colab., 2015)

Testul	PĂDURENI		VOITENI		CIACOVA		PECIU NOU			PARŢA	
	proba 1[a]	proba 1[b]	proba 2[a]	proba 2[b]	proba 3[a]	proba 3[b]	proba 4[a]	proba 4[b]	proba 4[c]	proba 5[a]	proba 5[b]
B_1	265,4	264,4	324,7	578,7	462,1	574,6	366,4	556,3	577,7	374,7	446,7
	343,5	446,4	455,6	466,7	256,3	464,3	256,7	440,1	556,6	353,4	456,4
	545,1	545,2	476,6	356,7	545,2	464,4	355,6	303,4	500,8	264,6	463,7
	400,1	315,6	544,6	287,6	434,4	534,5	367,6	467,8	377,1	564,5	354,6
	342,0	545,6	256,7	343,4	488,9	564,5	356,6	570,7	409,9	332,1	432,2
B_2	340,0	400,1	589,9	456,7	254,5	546,7	474,5	533,5	322,0	534,5	356,7
	454,0	324,1	461,7	237,8	564,6	567,6	556,1	654,6	299,9	325,4	352,5
	554,1	333,4	400,2	252,0	289,9	475,3	345,4	454,3	381,1	343,5	356,8
	391,1	434,3	356,9	450,0	376,8	267,6	333,3	535,6	325,5	364,7	464,6
	400,5	555,4	298,0	365,7	476,8	300,1	350,0	356,4	455,6	435,2	547,8
B_3	533,6	468,9	365,6	535,1	268,5	254,4	556,3	467,4	311,0	321,2	553,2
	545,7	562,2	454,5	511,1	386,8	464,6	254,6	557,8	288,9	378,8	532,2
	344,9	400,9	266,3	490,9	356,6	277,5	277,9	567,3	270,0	368,6	468,8
	298,0	454,1	443,1	260,7	265,5	280,0	250,5	352,2	350,7	568,6	257,5
	299,0	345,6	458,8	300,9	365,4	488,7	279,1	409,0	290,2	465,4	276,3
B_4	546,2	535,0	267,8	400,3	466,9	376,7	546,6	467,6	276,7	364,2	455,7
	442,3	432,0	450,0	269,1	566,7	546,5	675,4	554,5	453,3	564,6	285,3
	542,2	400,3	361,1	298,0	467,8	367,5	675,4	553,2	536,4	344,5	368,8

	332,2	399,9	454,6	377,7	565,6	405,0	354,4	343,4	477,0	445,4	506,4
	499,9	261,0	374,4	541,0	455,4	435,7	311,1	500,1	575,6	556,4	366,0
B_5	500,0	276,8	446,5	453,5	438,7	464,7	263,6	334,5	453,3	355,6	534,5
	564,3	511,1	456,4	468,8	465,4	546,7	556,7	546,6	535,3	353,8	335,6
	311,1	265,7	264,4	568,0	466,8	432,2	334,5	353,4	256,8	467,8	362,2
	432,2	543,1	355,4	344,6	300,6	409,0	256,6	555,6	266,0	578,8	454,2
	300,1	520,2	326,7	264,3	450,1	365,4	464,4	345,4	377,4	592,3	256,6

Notă: B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 = recipiente de testare

a = probă luată la 100 – 300 m de fermă

b = probă prelevată la 500 – 1000 m de fermă

c = probă prelevată de la peste 1000 m de fermă

Tabelul 11.3.

Rata de supravieţuire (%) a râmelor pe solurile în testare aflate la diverse distanţe de fermele de suine (după MOSNEANG şi colab., 2015)

Localitatea	U.M.	Probă recoltată la distanţă de fermă:			Probă de control
		100 – 300 m	500 – 1000 m	peste 1000 m	
Pădureni	%	96	92	-	100
Voiteni	%	92	96	-	100
Ciacova	%	100	92		100
Peciu Nou	%	96	92	92	100
Parţa	%	96	96	-	100

La observaţiile efectuate în ziua 0; 7 şi 14 de testare nu s-au înregistrat tulburări comportamentale ale râmelor vii.

Testul acut de apreciere a mortalităţii râmelor a fost realizat cu costuri reduse şi a avut o importanţă mare în stabilirea unor rezultate concludente în testele de ecotoxicitate.

11.3. STABILIREA ECO-TOXICITĂŢII SOLULUI CU AJUTORUL RÂMELOR

O preocupare majoră în asigurarea calităţii vieţii omului şi animalelor o are ecotoxicitatea solului şi a apei. Ca o consecinţă firească au fost puse la punct numeroase metode de stabilire a gradului de poluare a mediului.

Într-o manieră sintetică şi clară, MOŞNEANG Crina Laura şi CRISTINA T.R. (2014) au descris metodele de testare cunoscute. Astfel în cadrul Protocolului OECD 207, au prezentat testul de toxicitate pe hârtie de filtru şi testul de toxicitate pe sol artificial.

11.3.1. PROTOCOL OECD 207

În cadrul acestui protocol s-a folosit ca material biologic o singură specie de râme, *Eisenia foetida*. Această specie a fost aleasă ca urmare a faptului că nu sapă galerii prea adânci în sol şi a preferinţei acestei râme pentru solurile bogate în substanţă organică, provenită din resturi vegetale aflate în descompunere sau din dejecţii animale.

Protocolul OECD 207 cuprinde două teste de toxicitate: pe hârtie de filtru şi pe sol artificial.

11.3.1.1. Testul de toxicitate pe hârtie de filtru

În cadrul acestui test se folosesc eprubete de sticlă (lungi de 8 cm şi cu diametrul de 3 cm) cu fundul plat, care se căptuşesc cu hârtie de filtru tăiată la dimensiuni potrivite. Substanţa de testare se dizolvă în apă distilată, acetonă, hexan sau cloroform (în funcţie de solubilitate). Se ia 1 ml soluţie şi se pune în fiecare eprubetă de testare, pentru ca apoi eprubeta să se pună în poziţie orizontală înaintea unui curent slab de aer pentru a se usca hârtia de filtru din interiorul eprubetelor. Odată uscate, în fiecare eprubetă se pune 1 ml de soluţie de testare şi apă distilată în eprubeta martor. Se închid apoi eprubetele cu dopuri perforate (cu un orificiu de aerare).

Cu trei ore înaintea introducerii râmelor în eprubete, acestea se ţin pe hârtie de filtru umedă, pe care să-şi golească tubul digestiv. Apoi ele se spală şi se usucă.

În timpul testului eprubetele se ţin în tăvi, în poziţie orizontală, la temperatura de 22 $\pm$ 2^0C şi pe întuneric. După 72 de ore de la începerea experimentului de testare se verifică mortalităţile. Sunt apreciate ca fiind moarte râmele care nu răspund la stimuli mecanici (IORDACHE M.M., 2008).

11.3.1.2. Testul de toxicitate pe sol artificial

Solul artificial conţine 10 % turbă de Sphagmum, 20 % argilă caolin şi 70 % nisip industrial. Peste solul artificial creat se adaugă un amestec de substanţă în testare cu apă distilată.

Cu 24 ore înainte de începerea experimentului râmele se ţin într-un alt vas pentru a fi spălate. În fiecare vas de cultură se pun 750 g sol artificial şi 10 râme spălate. Fiecare vas de cultură se acoperă cu folie de plastic perforată (împiedică evaporarea şi permite aerarea mediului de testare).

Testul durează 14 zile. La 7 şi la 14 zile se face controlul mortalităţii râmelor aflate în testare, când conţinutul vaselor de cultură se pune pe o tavă, după care se sortează râmele şi se testează reacţia la stimulii mecanici.

Pentru evaluarea rezultatelor testului de toxicitate pe sol artificial se stabilesc următoarele criterii:

- biomasa medie vie;
- numărul de râme vii (tratament la începutul şi la sfârşitul testului);
- modificări morfopatologice apărute: leziuni, ulceraţii ale tegumentului, capacitatea de săpare a galeriilor;
- rata mortalităţii pentru proba martor şi probele de testare;
- graficul curbei concentraţiei/efect;
- umiditatea solului artificial la începutul şi la sfârşitul testului;
- concentraţia testelor de toxicitate la care mortalitatea râmelor a fost 0 % sau 100 %.

11.3.2. PROCEDEE ANALITICE DE STABILIRE A ECOTOXICITĂŢII SOLULUI

În scopul identificării calitative şi măsurării cantitative a unor componente din amestecuri complexe se utilizează "*Gaz – cromatografia cuplată cu spectrometria de masă*" (GC – MS).

Pentru a asigura identificarea calitativă a componentelor organice cu metoda GC – MS, se va respecta spectrul de masă a compuşilor cunoscuţi sau necunoscuţi, care trebuie să corespundă întregului registru de spectre de masă.

Strategia analizei cantitative vizează zona picurilor cromatogramelor de masă sau monitorizarea ionică. Prin tehnica de monitorizare ionică, spectrometrul nu este setat pentru scanarea tuturor meselor ci face salturi de la o masă la alta. Spectrometrul este reţinut mult timp la o masă aleasă din timp, după care masa se îmbunătăţeşte, motiv pentru care sensibilitatea globală a experimentului se ridică de la 100 la 1000.

11.4. LEGISLAŢIE EUROPEANĂ ŞI ROMÂNEASCĂ ÎN DOMENIUL MANAGEMENTULUI DEJECŢIILOR

11.4.1. LEGISLAŢIA EUROPEANĂ

Directiva nr. 676/12 decembrie 1991: se referă la protecţia apelor împotriva poluării cu nitraţi proveniţi din surse agricole.

Directiva nr. 278/12 iunie 1998 CEE: privind protecţia mediului, stabileşte metalele grele din sol, atunci când se folosesc nămoluri de epurare în agricultură (tabelul 11.4.).

Tabelul 11.4.

Valorile limită pentru concentraţiile de metale grele în sol

Parametri	Valori limită (mg/kg)	Parametri	Valori limită (mg/kg)
Cadmiu	1 – 3	Plumb	500 – 300
Cupru	50 – 140	Zinc	150 – 300
Nichel	30 - 75	Mercur	1 – 1,5

Directiva nr. 83/3 noiembrie 1998 CE: privind calitatea apei destinate consumului uman stabileşte următorii parametri chimici din apă (tabelul 11.5.)

Tabelul 11.5.

Valorile limită ale parametrilor chimici din apă

Parametri chimici	Unitatea de măsură	Valoarea parametrilor	Parametri chimici	Unitatea de măsură	Valoarea parametrilor
Cadmiu	μg/l	5	Plumb	μg/l	10
Cupru	mg/L	2	Zinc	mg/L	1

Nichel	µg/l	20	Mercur	µg/l	50

Directiva nr. 63/22 septembrie 2010: privind protecţia animalelor utilizate în scopuri ştiinţifice.

11.4.2. LEGISLAŢIA ROMÂNEASCĂ

Legea 458/2002: consemnează un nivel maxim de azotaţi de 50 ppm şi de azotiţi de 0,5 ppm. Depăşirea acestor nivele sunt periculoase pentru om. La animale nivelurile toxice de azotaţi sunt între 133 – 220 ppm, când sunt riscante pe o perioadă îndelungată, 661 – 880 ppm, sunt nesigure şi cresc pierderile, iar peste 880 ppm, determină intoxicaţii acute şi nu se recomandă folosirea.

Ordonanţa de Urgenţă nr. 195/2005: face referiri la protecţia apelor de suprafaţă, subterane şi a ecosistemelor acvatice, pentru evitarea efectelor negative asupra mediului şi sănătăţii umane.

Ordinul nr. 296/11 aprilie 2005 şi Ordinul 216/13 aprilie 2005 aprobă. Programul cadru de acţiune în zone vulnerabile la poluarea cu nitraţi din surse agricole. În tabelul 11.6. sunt redate normele de calitate ale apei potabile şi câteva aspecte comparative. Legislaţia prevede pentru zonele vulnerabile la poluare administrarea a maxim 250 kg azot/ha pe fâneţe şi 210 kg azot/ha pe terenuri arabile. Pe solurile nisipoase se prevede o perioadă închisă maximă între 1 august şi 1 februarie.

Hotărârea de Guvern nr. 964/13 octombrie 2000: prevede aprobarea Planului de acţiune pentru protecţia apelor împotriva poluării cu nitraţi proveniţi din surse agricole. H.G-ul mai prevede modalităţile de combinare cu îngrăşăminte organice în vederea aplicării pe teren.

Ordinul nr. 241/26.03.2005 şi Ordinul 196/17.04.2005 au aprobat lista cu localităţile pe judeţe unde există surse de nitraţi din activităţi agricole şi a listei localităţilor din bazinele/spaţiile hidrografice unde există surse de nitraţi din activităţi agricole (zone vulnerabile şi potenţial vulnerabile).

Ordinul nr. 245/26.03.2005: pentru aprobarea Metodologiei de evaluare a riscului substanţelor periculoase din mediul acvatic folosind ca teste ecotoxicologice alge verzi, dafmă şi peşti. Zonele vulnerabile la poluarea cu nitraţi au fost stabilite pe baza condiţiilor naturale de sol, climă şi hidrogeologice, precum şi a transferului nitraţilor către corpurile de ape subterane şi de suprafaţă şi pe baza bilanţului de

azot produs prin dejecţiile animale sau extras de culturi vegetale (tabelul 11.7.). Au fost identificate trei tipuri de zone vulnerabile: potenţiale, surse actuale şi surse istorice.

Tabelul 11.6.

Normele comparative de calitate a apei potabile

Nr. crt.	Parametrul	Unitate de măsură	Directiva CEE	Norme Organizaţia Mondială a Sănătăţii
1	Turbiditate	mg/L	10	
2	Temperatura	^{0}C	25	
3	pH		6,5 - 8,5	6,5 – 8,5
4	Conductivitate	μS/cm	400	
5	Cloruri	mg/L	25	250
6	Sulfaţi	mg/L	250	400
7	Calciu	mg/L		
8	Magneziu	mg/L	50	
9	Sodiu	mg/L	150	200
10	Potasiu	mg/L	12	
11	Aluminiu	mg/L	0,2	0,2
12	Oxigen dizolvat	% saturaţie	Saturaţie>75% exceptând apele subterane	
13	Nitraţi	mg/L	50	44
14	Nitriţi	mg/L	0,1	
15	H_2S	μg/L	Organoleptic nedetectabil	Organoleptic nedetectabil
16	Hidrocarburi dizolvate	μg/L	10	
17	Fenoli	μg/L	0,5	
18	Fier	μg/L	200	300
19	Mangan	μg/L	50	100
20	Cupru	μg/L		1000
21	Zinc	μg/L		5000
22	Fosfaţi	mg/L	5000	
23	Fluor	μg/L		1500
24	Argint	μg/L	10	
25	Arsen	μg/L	50	50
26	Cadmiu	μg/L	5	5
27	Cianuri	μg/L	50	100

28	Crom	µg/L	50	50
29	Mercur	µg/L	1	1
30	Nichel	µg/L	50	50
31	Plumb	µg/L	50	50
32	Stibiu	µg/L	10	
33	Seleniu	µg/L	10	10
34	Pesticide totale	µg/L	0,5	
35	Benzen	µg/L		10
36	CCl_4	µg/L		3
37	Clordan	µg/L		0,3
38	Clorbenzen	µg/L		0,1 – 3
39	Cloroform	µg/L		30
40	2,4 D	µg/L		100
41	DDT	µg/L		1
42	1,2-dicloretan	µg/L		10
43	1,2-dicloretenă	µg/L		0,3
44	Heptaclor şi heptaclorepox	µg/L		0,1
45	Hexaclorbenzen	µg/L		0,01
46	Gamma HCH (lindan)	µg/L		3
47	Metoxicolor	µg/L		30
48	Pentaclorfenol	µg/L		10
49	Tetracloretenă	µg/L		10
50	Tricloretenă	µg/L		30
51	2,4,6-Triclorfenol	µg/L		10

Tabelul 11.7.

Cantităţile anuale de dejecţii şi nutrienţi pe specii de animale

(după MOSNEANG şi CRISTINA, 2014)

Specia	Greutatea medie	Producţia anuală de gunoi de grajd	Volumul anual de gunoi de grajd	Producţia anuală de nutrienţi		
	(kg)	(kg)	(litri)	N	P_2O_5	K_2O
Viţei sugari	0 – 50	2.817	3.521	20	4	14
Viţei (0,3-1 an)	50 – 250	4.930	6.162	35	5	26
Bovine (1-2 ani)	250 – 600	7.746	9.683	55	20	43
Vaci de lapte	> 400	11.408	14.261	81	15	54
Porci	98	1.733	2.167	13	4	8
Porci la îngrăşat	68	1.467	1.833	11	4	7
Porci la îngrăşat	90	2.000	2.500	15	5	10
Scroafe gestante	125	1.333	1.667	10	4	7
Scroafe cu purcei	170	5.067	6.333	38	13	25
Vieri	160	1.733	2.167	13	4	8
Oi/Capre	45	843	1.054	7	1	5
Păsări reproducţie	1,8	18	22	0,36	0,18	0,18
Păsări la îngrăşat	0,9	12	15	0,36	0,07	0,1
Cai	450	9.000	12.857	45	8	28

11.5. UTILIZAREA RÂMELOR *EISENIA FOETIDA* CA INDICATORI DE POLUARE A SOLURILOR DIN APROPIEREA FERMELOR DE SUINE DIN BANAT

Prin analize chimice efectuate pe probe de sol, MOŞNEANG Crina Laura şi colab. (2014) au identificat cantităţile de nitraţi şi fosfaţi, pe care le-au comparat cu limitele admise de legislaţia în vigoare. Folosind râmele din specia *Eisenia foetida* ca indicatori de poluare, autorii au evaluat comportamentul de evitare a solurilor cu

potenţial poluant prelevate de la diferite distanţe de fermele de la Pădureni (P_1), Parţa (P_2), Peciu Nou (P_3), Voiteni (P_4) şi Ciacova (P_5).

Prin injectarea în sol a dejecţiilor lichide provenite de la suine are loc o creştere a nivelului de fosfor, pe când poluarea cu nitraţi are efecte toxice asupra organismelor acvatice şi asupra sănătăţii umane.

În urma aplicării dejecţiilor animale în cantităţi mari poate fi afectat echilibrul mediului, ducând la acumularea în plantele furajere a toxinelor şi deranjând lanţul trofic dintre animal şi om.

Pentru determinarea cantităţii de nitraţi din probele recoltate s-a folosit metoda spectrofotometrică bazată pe proprietatea nitraţilor de a reacţiona cu acidul fenol–disulfonic cu formare de nitroderivaţi de culoare galbenă, a cărei intensitate este direct proporţională cu concentraţia nitraţilor în proba analizată. Pentru fiecare probă s-au citit absorbanţele care au fost redate tabelar (tabelul 11.8. şi tabelul 11.9.)

Tabelul 11.8.

Absorbanţele şi valoarea nitraţilor din sol

(după MOŞNEANG Crina şi colab., 2014)

Probe	Absorbanţa citită		Valoarea înregistrată a nitraţilor din sol (ppm)	
5	0,005	0,008	0,125	0,200
10	0,002	0,005	0,050	0,125
50	0,004	0,001	0,100	0,002
P1a	0,251	0,248	6,275	6,200
P1b	0,238	0,243	5,950	6,075
P2a	0,217	0,218	5,425	5,450
P2b	0,215	0,219	5,375	5,475
P3a	0,235	0,235	5,875	5,875
P3b	0,229	0,226	5,725	5,650
P4a	0,119	0,115	2,975	2,875
P4b	0,113	0,116	2,825	2,900
P4c	0,120	0,122	3,000	3,050
P5a	0,138	0,140	3,450	3,500

P5b	0,149	0,148	3,725	3,700
C	0,146	0,145	3,650	3,625

Tabelul 11.9.

Absorbanţele şi valoarea fosfaţilor din sol

(după MOŞNEANG Crina şi colab., 2014)

Probe	Absorbanţa citită		Valoarea înregistrată a fosfaţilor din sol (ppm)	
0,05	0,010	0,010	5,700	5,700
0,1	0,010	0,015	5,700	5,677
0,3	0,090	0,092	5,315	5,381
0,5	0,181	0,187	4,877	4,923
0,7	0,205	0,203	4,836	4,846
1,0	0,026	0,026	5,699	5,699
P1a	0,022	0,028	5,718	5,689
P1b	0,025	0,029	5,704	5,685
P2a	0,017	0,018	5,743	5,738
P2b	0,020	0,022	5,728	5,718
P3a	0,033	0,034	5,665	5,661
P3b	0,027	0,027	5,694	5,694
P4a	0,022	0,023	5,718	5,714
P4b	0,027	0,025	5,694	5,704
P4c	0,021	0,026	5,723	5,699
P5a	0,043	0,051	5,617	5,579
P5b	0,039	0,039	5,636	5,636
C	0,015	0,017	5,677	5,743

Analizele chimice efectuate pentru stabilirea nitraţilor şi fosfaţilor de sol arată că aceştia se încadrează în limitele legislaţiei în vigoare.

Pentru folosirea râmelor din specia *Eisenia foetida* ca indicatori de poluare echipa de cercetători compusă din MOŞNEANG Crina Laura şi colab. (2014) au prelevat probe de sol din jurul fermelor de suine de la Pădureni, Parţa, Peciu Nou,

Voiteni şi Ciacova de la o distanţă de 100 – 300 m, 500 – 1000 m şi peste 1000 m. Pentru comparaţie s-au folosit probe de sol curate (martor) prelevate din zone lipsite de contaminanţi.

Pe solurile prelevate de la Pădureni (tabelul 11.10.) s-a observat că râmele evită solurile cu potenţial de la o distanţă de 100 – 300 m de fermă în comparaţie cu solurile preluate de la 500 – 1000 m de fermă unde s-au identificat mai multe râme.

Tabelul 11.10.

Dinamica populaţională a râmelor *Eisenia foetida* în solurile de testare de la Pădureni (după MOŞNEANG şi colab., 2014)

Probe sol Pădureni 1					
DT	a	b	c	d	e
Numărul de râme/compartiment					
P1	5	1	-	1	4
P2	-	-	-	3	1
P3	2	2	3	1	2
C1	-	3	1	2	1
C2	1	1	4	1	1
C3	2	3	2	2	1
Probe sol Pădureni 2					
DT	A2	B2	C2	D2	E2
Numărul de râme/compartiment					
P1	3	1	2	2	1
P2	1	1	5	1	4
P3	1	3	-	2	1
C1	1	5	1	2	1
C2	1	-	1	2	3
C3	3	-	1	1	-

La Parţa s-a constatat că râmele folosite ca indicator de poluare (tabelul 11.11.) evită solurile prelevate de la 100 – 300 m de fermă şi se găsesc în număr mai mare între 500 – 1000 m distanţă de fermă.

În cazul probelor prelevate de la Peciu Nou (tabelul 11.12.) s-a consemnat un număr mai mare de râme în solurile prelevate de la 100 – 300 m, pe când la distanţe

de 500 - 1000 m şi peste 1000 m s-a remarcat că râmele evită solurile supuse testării.

Prin recoltarea solurilor de la Voiteni (tabelul 11.13.) s-a constatat că la 100 – 300 m distanţă de fermă râmele indicatoare de poluare nu au preferinţă faţă de un anumit tip de sol prin comparare cu solul martor.

Testele efectuate pe probe prelevate de la Ciacova (tabelul 11.14.) au evidenţiat că râmele evită solurile poluate în comparaţie cu solurile martor, indiferent de distanţa de prelevare, faţă de ferma de suine.

Tabelul 11.11.

Dinamica populaţională a râmelor *Eisenia foetida* în solurile de testare de la Parţa (după MOŞNEANG şi colab., 2014)

Probe sol Parţa 1					
DT	f	g	h	i	j
Numărul de râme/compartiment					
P1	-	1	2	-	2
P2	4	-	1	1	1
P3	-	-	2	4	1
C1	2	4	1	1	4
C2	2	1	2	3	1
C3	2	4	2	1	1
Probe sol Parţa 2					
DT	F2	G2	H2	I2	J2
Numărul de râme/compartiment					
P1	1	2	3	-	6
P2	1	3	1	4	-
P3	1	5	1	1	-
C1	-	-	1	-	-
C2	7	-	2	5	2
C3	-	-	2	-	2

Tabelul 11.12.

Dinamica populaţională a râmelor *Eisenia foetida* în solurile de testare de la Peciu Nou (după MOŞNEANG şi colab., 2014)

Probe sol Peciu Nou 1					
DT	k	l	m	n	n
Numărul de râme/compartiment					
P1	2	-	3	1	6
P2	5	1	-	3	1
P3	1	1	1	2	1
C1	-	1	2	1	-
C2	1	5	1	2	2
C3	1	2	3	1	-
Probe sol Peciu Nou 2					
DT	k2	l2	m2	n2	o2
Numărul de râme/compartiment					
P1	1	2	4	1	-
P2	2	-	1	1	3
P3	3	2	-	1	1
C1	4	1	-	1	1
C2	-	1	-	3	5
C3	-	4	5	3	-

Probe de sol Peciu Nou 3					
DT	k3	l3	m3	n3	o3
Numărul de râme/compartiment					
P1	5	1	-	1	-
P2	1	3	-	-	-
P3	3	3	1	1	-
C1	1	-	1	7	1
C2	-	2	3	1	1
C3	-	1	5	-	8

Tabelul 11.13.

Dinamica populaţională a râmelor *Eisenia foetida* în solurile de testare de la Voiteni (după MOŞNEANG şi colab., 2014)

Probe sol Voiteni 1					
DT	p	q	r	s	t
Numărul de râme/compartiment					
P1	-	2	1	3	-
P2	2	1	6	4	2
P3	1	2	-	1	-
C1	2	2	1	1	2
C2	2	3	-	-	4
C3	3	-	2	1	2
Probe sol Voiteni 2					
DT	p2	q2	r2	s2	t2
Numărul de râme/compartiment					
P1	2	3	2	2	1
P2	2	-	5	1	-
P3	2	-	1	1	-
C1	-	3	1	-	1

C2	1	4	1	1	4
C3	3	-	-	5	4

Tabelul 11.14.

Dinamica populaţională a râmelor *Eisenia foetida* în solurile de testare de la Ciacova (după MOŞNEANG şi colab., 2014)

Probe sol Ciacova 1					
DT	u	v	w	x	y
Numărul de râme/compartiment					
P1	-	1	3	5	1
P2	4	4	-	-	1
P3	1	1	2	-	1
C1	2	1	1	3	2
C2	2	1	3	2	2
C3	1	2	1	-	3
Probe sol Ciacova 2					
DT	u2	v2	w2	x2	y2
Numărul de râme/compartiment					
P1	1	2	-	2	-
P2	1	5	-	1	1

P3	1	1	2	3	4
C1	4	1	6	1	1
C2	2	1	1	1	1
C3	1	-	1	2	3

Un studiu complex de sol recoltat din apropierea fermelor de suine din judeţul Timiş de la anumite distanţe (100 – 300 m; 500 – 1000 m şi peste 1000 m) a efectuat MOŞNEANG Crina Laura şi colab. (2016) (tabelul 11.15.).

În cadrul cercetărilor au fost localizate ferme de suine din punct de vedere al latitudinii şi longitudinii, a fost stabilită ora prelevării, temperatura şi presiunea atmosferică, vremea la prelevare, umiditatea relativă, subtipul de sol, caracteristicile solului şi componenţii principali ai probei.

Tabelul 11.15.

Locaţiile probelor de sol şi parametrii selectaţi (după MOŞNEANG Crina Laura şi colab., 2016)

		Ferma 1	Ferma 2	Ferma 3	Ferma 4	Ferma 5	Control
Localizare GPS	latitudine	$45^0$35′51″	$45^0$28′8″	$45^0$30′40″	$45^0$36′23″	$45^0$37′43″	$45^0$74′94″
	longitudine	$21^0$13′06″	$21^0$14′21″	$21^0$7′42″	$21^0$3′28″	$21^0$8′19″	$21^0$22′72″
Ora prelevării		10,30	11,00	10,00	12	11,30	8,00
Temperatura (^{0}C)		24	24	23	25	25	22
Presiunea atmosferică (hPa)		1016	1012	1015	1020	1019	1015
Vremea la prelevare		senin	senin	senin	senin	senin	senin
Umiditatea relativă (%)		63	61	58	55	55	60
Subtip (-uri) de sol		Cernoziom + Cambisol humic	Cernoziom + Cambisol humic	Cernoziom + Luvisol haplic	Cernoziom + Cambisol humic	Cernoziom + Cambisol humic	Cernoziom + Cambisol humic
Caracteristicile solului		Humus negru – soluri bogate şi calciu disponibil (Ca) ioni la limită în particulele de sol + textură grosolană, nivel cu uşoară pantă ondulată	Humus negru – soluri bogate şi calciu disponibil ioni la limită în particulele de sol + textură grosolană, nivel cu uşoară pantă ondulată	Humus negru – soluri bogate şi calciu disponibil ioni la limită în particulele de sol + gri/maro moderat de bogată în materie organică care urmează stratului de argilă relativ saturat la bază	Humus negru – soluri bogate şi calciu disponibil în particulele de sol + textură grosolană, nivel cu uşoară pantă ondulată	Humus negru – soluri bogate şi calciu disponibil ioni la limită în particulele de sol + gri/maro moderat de bogată în materie organică care urmează stratului de argilă relativ saturat la bază	Humus negru – soluri bogate şi calciu disponibil ioni la limită în particulele de sol + textură grosolană, nivel cu uşoară pantă ondulată

Probă:	**a**	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**	**c**	**a**	**b**	**a**
Nitraţi (ppm)	2,365	2,605	7,020	1,850	1,670	1,375	3,105	4,570	5,400	3,865	9,840	1,485
Fosfaţi (ppm)	0,745	0,575	0,275	2,300	0,315	0,510	0,025	0,025	0,575	0,815	0,525	1,200
Cloriţi (ppm)	10,0	30,0	35,0	20,0	30,0	45,0	20,0	35,0	60,0	45,0	55,0	40,0
pH	7,5	7,7	7,8	8,0	7,5	7,6	7,7	7,7	7,8	7,4	7,6	7,5

Notă: a = colectat probe de la 100-300 m de fermă; b = colectat probe de la 500-1000 m de fermă; c = colectat probe de la peste 1000 m de fermă

12. CALCULUL RATEI DE REPRODUCERE LA RÂME

Râmele sunt, în general, specii *epigeice* (care trăiesc "pe pământ") se reproduc într-un ritm rapid, atunci când beneficiază de condiţii favorabile de întreţinere.

Râmele ajunse la maturitate, pentru a se înmulţi numeric, trebuie să se împerecheze între ele, cu toate că fiecare individ posedă ambele organe genitale, mascule şi femele (fig. 12.1.). În timpul împerecherii, două râme se alipesc cu faţa ventrală *cliteliană*. Cu o secreţie abundentă cei doi genitori sunt înconjuraţi de două centuri puternice, numite *coconi* sau *capsule*, unde are loc incubarea ouălor.

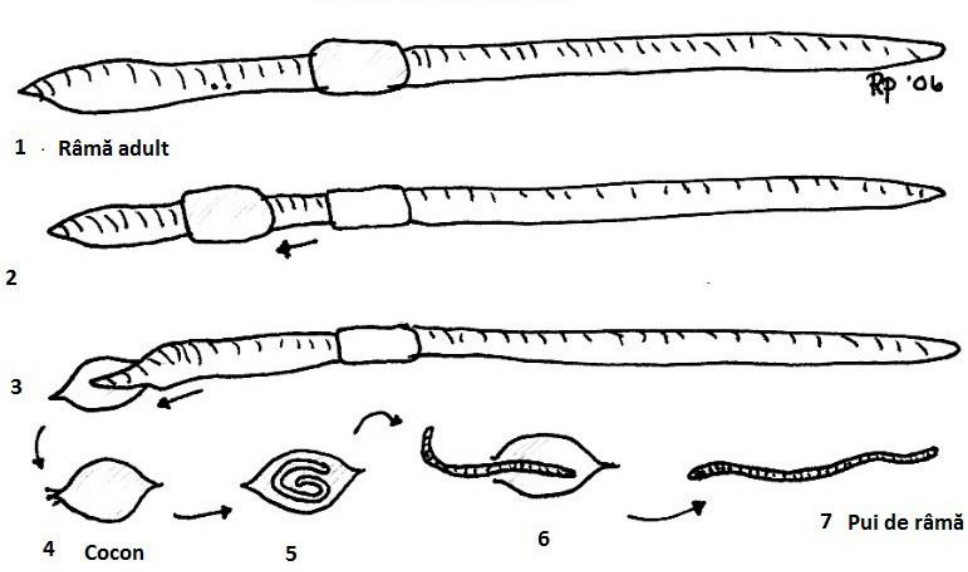


Fig. 12.1. Ciclul de viaţă al râmei
(www.scoaladingradina.ro/mic/indrumator-vermicompostul)

După cuplare, fiecare individ elimină spermă, care ajunsă în regiunea cliteliană este absorbită de receptacolele seminale ale partenerului, unde este înmagazinată. După acest moment partenerii se separă şi se secetă un lichid

albuminos din care se formează un manşon. Prin deplasarea manşonului ovulele sunt fecundate de către spermatozoizi. În urma retragerii corpului, manşonul se întăreşte şi se închide la capete, devenind un *cocon* rezistent, în care ouăle şi embrionii se dezvoltă. Coconii au o lungime de 0,85 – 1 mm.

Coconul, conţinând ouăle fecundate, este depus în pământ, până la adâncimea de 4 cm. În condiţii optime de mediu coconul se deschide după 2 – 3 săptămâni. În decurs de 3 – 4 luni râmele ajung la maturitate sexuală şi încep propriu lor ciclu reproductiv.

Râmele depun ouă la intervale de 7 – 8 zile şi din fiecare cocon ies 5 – 15 râme mici (juvenili).

Pentru a se dubla populaţia de râme în decurs de 60 – 902 zile, trebuie să li se asigure următoarele condiţii: să primească o hrană bogată în elemente nutritive, patul să fie bine aerat, să aibă o umiditate cuprinsă între 70 – 90 %, temperatura să oscileze între 15 – 22(30)^{0}C, iar biomasa iniţială să se încadreze între 2,5 – 5 kg/mp.

Biomasa râmelor pe unitatea de suprafaţă a patului mai este cunoscută şi sub denumirea de densitate de stocare iniţială. Dacă s-au pus 5 kg de râme într-o cutie cu suprafaţa de 2 mp, putem afirma că ***densitatea de stocare iniţială*** este de 2,5 kg/mp. Cercetătorii americani MARTIN şi colab. (2004) au constatat că dacă popularea este declanşată cu o populaţie redusă (sub 2,5 kg râme/mp) se va întârzia declanşarea unei reproduceri intensive, iar la densităţi mult mai reduse se poate stopa complet procesul de reproducere. Doar peste o anumită densitate râmele se pot întâlni mai frecvent şi acupla mai des. La densităţi mai reduse, râmele pur şi simplu nu se găsesc şi deci nici împerechea nu se produce.

Râmele speciei *Eisenia foetida* manifestă un proces de reproducere rapid la o temperatură de 20 – 25^{0}C, iar ciclul lor biologic durează 52 de zile. La temperaturi de sub 15^{0}C, cultura de râme devine nerentabilă economic, ca urmare a unei rate a reproducerii foarte lentă. În America, însămânţarea culturilor cu râme se realizează la densităţi iniţiale de 100 – 500 râme adulte/0,1 mp.

După pregătirea substratului pentru râme se procedează la introducerea acestora în număr variabil, în raport cu vârsta lor. Astfel, râmele tinere se introduc circa 40000 de exemplare pe metru liniar de substrat, iar când sunt adulte numărul lor la popularea iniţială se poate reduce la 10000 de râme/ metru liniar de substrat (MASON şi colab., 1999).

Prin selecţia efectuată în California pe specia *Eisenia foetida* s-au obţinut indivizi cu 4 cicluri de reproducere pe an (tabelul 12.1.). Ca urmare a unei frecvenţe

ridicate de împerechere această specie de râme produce un cocon la 7 – 10 zile. Fiecare cocon conţine 10 juvenili în 3 luni, din care eclozează 3 juvenili:

- 3 coconi x 3 juvenili = 9 juvenili/lună;
- 3 luni x 9 juvenili/lună = 27 juvenili/3 luni;
- pierderile de efectiv ating între 50 – 80 %;
- păstrarea de efectiv între 8 – 13 râme, cu o medie de 10 juvenili/lună;
- înmulțirea efectivului de râme = 10 x 10 x 10 x 10 = 10000 râme/an.

Aceste valori se pot obţine doar în condiţii de laborator. În condiţii proprii activităţii productive, ca urmare a intervenţiei diferiţilor factori climatici şi ai omului, se apreciază că o producţie de 1500 de juvenili anual reprezintă un management al reproducerii strălucit (http://lalombrizroja.com/tag/vermicultura).

Pe măsură ce densitatea inițială trece de 5 kg/mp începe să se reducă ritmul de reproducere a râmelor, ca urmare a creşterii concurenţei pentru spaţiu şi pentru hrană (MUNROE, 2009). Spre deosebire de autorul anterior menţionat, EDWARDS (1999) este de părere că cele mai frecvente densități în procesul de vermicompostare sunt situate între 5 – 10 kg/mp, cu toate că se poate obţine o densitate bună chiar şi la 20 kg/mp. BOGDANOV (1996) consemnează faptul că cei care cultivă râme au obiceiul de a stoca 5 kg/mp şi că atunci când densitatea s-a dublat, paturile se despart, densitate revenind la valoarea ei iniţială.

Cultivatorii de râme afirmă că la fiecare 60 de zile biomasa râmelor se dublează. Din acest considerent, în mod teoretic, un stoc iniţial de 10 kg de râme, poate ajunge în decurs de un an la 640 kg râme, iar după doi ani la 40000 kg. În mod practic, această realizare este greu de atins. În cadrul unor proiecte pilot realizate de Centrul de Agricultură Organică din Canada (OACC) s-a obţinut o creştere de biomasă de doar 10 ori în 12 luni. Calculele teoretice ar fi dus la o creştere de 64 de ori. La obţinerea unor indicatori mai mici de reproducere, stau unele inconveniente legate de hrana, patul, umiditatea, pH-ul, temperatura asigurate (MUNROE, 2009).

În containerele de plastic, MANSON şi colab. (1999) recomandă însămânţarea culturii cu 1 kg de râme la 9 mp, punându-le la mijlocul recipientului.

Tabelul 12.1.

Ciclul biologic la unele specii de râme

Specia / **Autorul**		**U.M.**	***Eisenia foetida*** după POP V.V. şi TEODOREANU M. (1984)	***Eisenia foetida*** după GRAFF O. (1982)	***Perionyx excavatus*** după BIRUNDHA şi colab. (2013)	***Lumbricus rubellus*** după BURUIAN (2007)	***Lumbricus terrestris*** https://en.wikipedia.org/wiki	***Eisenia hortensis*** www.researchgate.net	***Eudrilus eugeniae*** https://en.wikipedia.org
Durata ciclului biologic		zile	52	52	± 48				
Rata de creştere		mg/râmă/zi			3,43				
Apariţia clitelumului		zile			± 25				17 - 45
Debitul producerii de coconi		zile			± 28				24
Rata producţiei de coconi		coconi/râmă/zi			0,82	0,28		0,28	
Durata incubaţiei		zile	19	17	± 19	21	14 - 21	42,1	18,7
Indicele de ecloziune		%			67,27	20		20	
Nr. de juvenili produşi de un cocon		juvenili/cocon	3,1	3,5	1,21	1,1		1,1	1,6
Durata dezvoltării juvenililor		zile	80 - 110	90	-				56 - 70
Greutate adulţi - medie		g/râmă	0,273	0,700					2,5
Dimensiuni coconi	lungime	mm	3,90	3,87		0,85 - 1			
	lăţime	mm	3,10	3,17					
Maturitatea sexuală		zile		65	42	179	90	20-35(130)	35
Ating dezvoltarea corporală completă		luni					6 - 7		
Nr. de coconi depuşi anual		coconi / an/individ				79 - 106			
Longevitate		zile				682 - 719			

13. EŞANTIONAREA POPULAŢIEI DE RÂME FOLOSITE ÎN VERMICULTURĂ

În anul 1999, cercetătoarea Maria Magdalena VAZQUEZ GONZALEZ, a întreprins un studiu al faunei edafice dintr-o pădure din Rezervaţia Biosferei Sian Ka′an din Mexic.

Raportul final al proiectului s-a terminat cu o analiză a unor elemente tehnologice şi economice.

Testarea hranei nou administrate râmelor: are în vedere pentru fiecare metru pătrat (mp) de gunoi de grajd s-au poziţionat 2 tone (to) de gunoi/an. În scopul testării într-o cutie de lemn cu dimensiunile de 30 x 30 x 10 cm s-au introdus împreună cu gunoiul de grajd cu care se vor hrăni adulţii şi juvenilii şi 50 de râme.

După 24 de ore dacă râmele apreciază că gunoiul de grajd este în stare prea proaspătă nu intră în el, ci stau lipite de pereţii cutiei sau ies din aceasta. Dacă condiţiile de hrănire sunt inadecvate râmele pot să sară din cutie. În situaţia în care gunoiul de grajd asigură condiţiile necesare râmelor, acestea pătrund în substrat.

Dacă în cutie rămân 49 de râme (una a părăsit cutia sau a murit) se va utiliza ca hrană materialul pus la dispoziţie. Pe când dacă în cutie au rămas 48 de râme sau mai puţin gunoiul de grajd nu se poate încă folosi.

Paturile, alimentate lateral, utilizează doar 30 % din suprafaţa unui hectar (1 ha = 10000 mp). Prin compartimentarea la sol se foloseşte 48 % din 10000 mp.

$$10000 \times 4{,}8 = 4800 \text{ mp}$$

Dotarea tehnică trebuie să îmbine armonios elementele de mecanizare, irigare, dimensionare, aranjamentul paturilor şi forţa de muncă.

Productivitatea. În mod teoretic, râmele asimilează 40 % din ceea ce consumă, diferenţa de 60 % transformându-se în humus sau dejecţii de râmă. În mod practic, însă, doar 50 % din materia organică este valorificată într-un ciclu de cultură, ca urmare a pierderilor.

Trebuie început prin a evalua cantitatea de materie organică necesară pentru hrănirea râmelor şi să stabilim cantitatea de humus ce se va produce.

Pentru fiecare metru pătrat populat se administrează 2 tone materie organică/an. Dintr-o tonă de materie organică râmele produc 600 kg de humus (teoretic) sau 500 kg de humus (practic).

Exemplu:

- un animal produce între 15 – 20 kg gunoi de grajd/zi;
- într-o exploataţie cu 600 de animale acestea produc:

600 animale x 15 kg/animal/zi x 365 zile = 3285000 kg gunoi de grajd/an

= 3285 to gunoi de grajd/an

- dacă 50 % din materia organică este convertită în humus:

3285 to gunoi de grajd : 2 (50 %) = 1642 to humus

Exemplu:

Dacă avem 6000 to de gunoi de grajd/an şi 50 % se transformă în humus

6000 to gunoi de grajd : 2 (50 %) = 3000 to humus

Dacă un metru pătrat are nevoie de 2 tone de materie organică/an şi avem 6000 to gunoi de grajd/an

6000 to gunoi : 2 = 3000 mp

Dacă 1 ha cu 3000 mp populaţi (însămânţaţi) produce 3000 to humus/an

1 ha cu 4800 mp populaţi produce 4800 tone de humus

Producţia de biomasă. La prima însămânţare se introduce 1 kg biomasă/mp, care se triplează la fiecare 3 sau 4 luni. Dacă realizăm o recoltă la fiecare 4 luni vom realiza 3 recolte pe an. Biomasa se poate exprima în indivizi/mp sau kg/mp (tabelul 13.1.).

Tabelul 13.1.

Producţia de biomasă a râmelor

(după VAZQUEZ GONZALES Maria Magdalena, 1999)

Specificare	Suprafaţa destinată vermiculturii (mp)	x 3 kg/mp	x 3 recolte/an
Producţia anuală	3000	9000	27000
Biomasa	4800	14400	43200

Eşantionarea, trebuie realizată lunar, constând în evaluarea stării populaţiei tinere produse. Acest fapt ne ajută să cunoaştem structura populaţiei de râme şi recolta optimă de biomasă.

În vederea eşantionării sunt prelevate mostre de 20 x 20 x 30 cm de-a lungul patului, împărţindu-l pe straturi de 10 cm. Din fiecare strat analizat se extrag râmele adulte, tineretul (juvenilii) şi mugurii (coconii). Probele prelevate sau eşantionate sunt puse pe o foaie metalică marcată în straturi de 10 cm fiecare.

Din substrat pe părţile laterale, lipsite de pereţi, se extrag eşantioanele folosind o lopată de grădinărit.

Eşantionarea ne spune:

- stratul în care sunt râmele: în vermicultură se folosesc râme epigeice, care se hrănesc mai mult cu straturile superficiale (în primii 10 cm). Dacă condiţiile sunt nefavorabile, râmele coboară în cel de-al doilea strat, iar dacă sunt foarte rele, coboară în cel de-al treilea strat. În condiţii normale 80 % din râme se află în primul strat;

- în ce cantitate: pentru *Eisenia andrei* şi *Eisenia foetida* se consideră o recoltă adecvată cea de 20000 râme/mp, iar pentru *Eudrilus eugeniae* se apreciază că biomasa la recoltare poate fi de 3 kg/mp;

- componenţa populaţiei: în mod obişnuit populaţia de râme trebuie să fie compusă din 40 % adulţi, 60 % tineri, iar coconii trebuie să reprezinte dublu faţă de adulţi. În populaţiile tinere, indivizii tineri sunt mai rezistenţi decât cei adulţi, la condiţiile nefavorabile de mediu (umiditate scăzută, temperatură ridicată). Un deficit de adulţi din populaţia de râme poate indica existenţa unor condiţii de mediu nefavorabile, care le pun în pericol sănătatea (tabelul 13.2.).

Pentru a stabili populaţia totală de râme se însumează eşantioanele (adulţi + tineret) din fiecare ciclu de producţie.

525 + 586 + 654 = 1765 indivizi

Totalul râmelor se împarte la numărul de cicluri de producţie:

1765 : 3 = 588,3 indivizi/ciclu de producţie

588,3 x 25 mp = 14677 indivizi/mp

Pentru speciile de râme *Eisenia andrei* şi *Eisenia foetida* nu este adecvată recoltarea acestora deoarece încă nu s-a atins densitatea de 20000 indivizi/mp.

Componenţa populaţiei: tineret 69,2 % şi adulţi 27 %

Locaţia populaţiei: 0 – 10 cm – 78,98%

10 – 20 cm – 22,04 %
20 – 30 cm – 2,38 %

Tabelul 13.2.

Componenţa populaţiei de râme pe nivele ale straturilor în decursul fiecărui ciclu de producţie (după VAZQUEZ GONZALES Maria Magdalena, 1999)

Ciclul de producţie	Stratul	Adulţi	Tineret	Coconi	Total
1	0 – 10	250	160	80	410
	10 – 20	70	30	14	100
	20 – 30	11	4	0	15
	Total	**331**	**194**	**94**	**525**
2	0 – 10	300	174	71	474
	10 – 20	80	21	10	101
	20 – 30	3	8	0	11
	Total	**383**	**203**	**81**	**586**
3	0 – 10	400	110	60	510
	10 – 20	98	30	20	128
	20 – 30	10	6	16	16
	Total	**508**	**146**	**96**	**654**

14. COSTURILE DE PRODUCŢIE ÎN VERMICULTURĂ

În întreaga lume râmele sunt considerate cea mai bună momeală de pescuit sportiv deoarece este foarte atractivă pentru peşti ca urmare a mişcării, culorii şi aromei sale.

Comerţul cu râme utilizate ca momeală vie pentru pescuitul sportiv a deţinut o pondere importantă în dezvoltarea vermiculturii în multe ţări ale lumii.

Urmare a dificultăţilor întâmpinate de pescari în anumite momente ale anului în obţinerea din mediu natural de râme s-a favorizat expansiunea rapidă a locurilor de reproducere în captivitate unde se pot găsi în orice moment râme vii.

Biomasa de râme este o sursă importantă de proteine (conţine până la 70 % proteine din substanţa uscată) utilizate în hrana animalelor. Datorită conţinutului în aminoacizi şi al altor componente, râmele au p largă utilizare farmacologică.

Prin intermediul vermiculturii sunt neutralizate efectele poluante ale gunoiului de grajd, gunoiului urban, deşeurile organice industriale ş.a.

În proiectarea şi execuţia unei exploataţii de vermicultură trebuie să se aibă în vedere respectarea normelor de protecţie a mediului şi concomitent, interesele tehnico-economice ale proprietarului.

S-a stabilit că o fermă de 50 – 100 de vaci de lapte, care produce zilnic 20 l lapte/cap, nu atinge un rezultat economic eficient. Din acest considerent, trebuie sporite eforturile pentru valorificarea unor produse secundare din fermele de taurine, cum ar fi: gunoiul de grajd (compus din amestecul de bălegar cu aşternut de paie sau cu rumeguş, la care se adaugă resturi vegetale neconsumate), dejecţii semilichide (amestec de urină cu fecale) şi purinul sau mustul de gunoi de grajd (reprezintă un amestec format din urină, apă folosită la igienizarea animalelor, substanţe organice din fecale şi din alte lichide) (CRĂCIUN, 2009).

Pentru valorificarea gunoiului de grajd de la 50 – 100 vaci de lapte este necesară o platformă de 320 mp, a cărui cost este de 140.000 – 160.000 lei, de pe care s-ar putea fertiliza 50 – 100 hectare. Cele mai mari cheltuieli fiind cu manopera (Lari CAZACU, 2009).

Pentru dimensionarea capacităţii de stocare a bazinelor de purin se are în vedere faptul că o vacă de lapte produce în medie aproximativ 20 l purin/zi, iar de la un tineret se obţine mai puţin de 10 l purin/zi. Atunci când purinul se evacuează

anual, bazinul de stocare se dimensionează estimând un volum de 3 mc/taurină adultă şi 1,5 mc/tineret taurin.

În vederea dimensionării platformei de gunoi de grajd trebuie avut în vedere că într-o perioadă de stabulaţie de 220 – 240 de zile, se produc: la bovinele adulte 9 – 10 tone/cap, cabalinele 6 – 7 tone/cap şi ovine 0,8 – 0,9 tone/cap.

Volumul de dejecţii semilichide nediluate produse de 100 capete taurine sunt prezentate în tabelul 14.1.

Tabelul 14.1.

Volumul (mc) de dejecţii semilichide obţinute într-o fermă de taurine

(după CRĂCIUN, 2009)

Specificare	Volumul dejecţiilor semilichide (mc) produse în:		
	1 zi	1 lună	6 luni
100 vaci de lapte	4,3	120	780
100 tineret taurin de 250 kg	1,0	28	180
100 tineret taurin de 400 kg	2,9	80	520

În primii trei ani de vermicultură s-au realizat următoarele costuri de producţie:

- în primul an: 2100 lei pentru râme şi substrat;
- în al doilea an: 2400 lei, pentru substrat;
- în al treilea an: 9600 lei, pentru substrat. Pentru ca platforma să atingă o suprafaţă de 320 mp (de la 80 mp şi respectiv 240 mp) se vor cheltui între 6000 – 12000 lei (Lari CAZACU, 2009).

În decursul celor trei ani, cheltuielile cu râmele, substratul de înmulţire, construcţie platformă şi din alte cheltuieli, vor ajunge la maximum 30000 lei, care vor fi recuperaţi din cheltuieli cu îngrăşămintele chimice.

ZIDĂRESCU (2008) consemnează că dejecţia pură de râmă are un cost de producţie de 0,01 lei/litru fertilizant. Aplicând între 1000 – 1400 litri/ha, costurile cu fertilizarea sunt foarte reduse.

În vederea unor întrebuinţări diverse, dejecţiile pure de râmă se amestecă în diverse proporţii cu: nisip, turbă, perlit, vermiculit şi sol, pentru a obţine substraturi. Spre exemplificare se sugerează următorul model de calcul pentru plantele filoacide:

- costuri:

- turbă acidă: 0,16 lei/litru;
- dejecţii pure de râmă: 0,01 lei/litru;
- sacul: 0,5 lei/sac;
- manoperă ambalare amestec: 0,15 lei/sac;
- cost total: 2,35 lei;

- preţul en-gros ≈ 10 lei/sac de 20 litri;
- profit: 7,65 lei/sac.

Vermicompostul (biohumusul) produs de S.C. DUO BIO S.R.L. Dragşina, judeţul Timiş este un produs acceptat în UE ca amendament pentru agricultura ecologică (conform regulamentului CE nr. 889/2008, 834/2007) şi certificat CERES GmbH (din 12 mai 2016).

Preţurile biohumusului produs la Dragşina (tabelul 14.2.) sunt pentru materie organică ambalată în găleţi (1, 2, 5 şi 10 litri) şi în saci (15, 40 şi 1000 litri).

Tabelul 14.2.

Preţurile biohumusului produs la Dragşina, judeţul Timiş

(www.gobiohumus.ro)

Ambalajul	Volumul (L)	Preţul (în lei)	Preţul (în EURO)
Găleţi	1	4,5	1,00
	2	6,5	1,44
	5	15,6	3,46
	10	23,4	5,20
Saci	15	32,5	7,22
	40	78,0	17,33
	1000	1750	388

În SUA, în ultima perioadă de timp s-a manifestat un interes crescut pentru cultura râmelor spre a fi folosite ca momeli în pescuitul peştilor. Deşi pare o activitate profitabilă, creşterea râmelor, în acest scop, nu este exagerat de eficientă. Folosite ca momeli, râmele roşii din cultură nu sunt aşa de ieftine ca şi cele din natură. Dacă preţul râmelor din natură este de aproximativ 25 dolari/1000 de râme, atunci cele crescute în ferme pot să atingă valori de sub 15 dolari/1000 râme, fapt dificil de realizat. Totuşi, în perioadele secetoase râmele de cultură pot fi profitabile, deoarece cele din natură sunt greu de găsit (

Ca şi sursă de proteină, râmele sunt foarte scumpe şi sunt procesate cu dificultăți. Astfel, se ajunge ca făina de râme, care atinge un conţinut de proteină de 65 %, costă aproximativ 10 dolari/kg, neputând concura cu preţul de 2,5 dolari/kg al făinii de peşte sau de soia.

GLOSAR

ACIDUL DEZOXIRIBONUCLEIC (ADN)	= este o macromoleculă alcătuită dintr-un lanţ de nucleotide mai mici. Molecula, dublu catenară a ADN-ului este răsucită sub formă dublu-spiralată înfăşurată spre dreapta. Pasul spiralei este compus din 10 nucleotide. Cele două partenere conţin întreaga informaţiei şi constituie baza fizică a transmiterii caracterelor.
ACIZI HUMICI	= grupă de acizi organici de culoare închisă, până la negru-maroniu, conținând substanţe azotoase care pot fi separate prin leşiere şi cu ajutorul unor acizi minerali.
ADELFOFAGIE	= ouăle şi juvenilii din cocon sunt devoraţi de individul care a eclozat primul.
AEROB	= organisme cu viaţa dependentă de prezenţa oxigenului molecular liber în mediul extern. Procesul de descompunere a reziduurilor organice în prezenţa oxigenului (spre exemplu: bălegarul de grajd, plante în descompunere, frunze ş.a.).
AFÂNARE	= lucrare agrotehnică efectuată asupra pământului, la suprafaţă, pentru a facilita aerisirea, penetrarea apei în sol, precum şi distrugerea buruienilor.
AGENT DE POLUARE	= substanţă care produce poluarea mediului înconjurător
AGENT INFECŢIOS	= microorganismele care invadează ţesuturile unor plante sau animale, în organismul cărora se multiplică şi cauzează o boală.
ANAEROB	= organisme capabile să se dezvolte în absenţa oxigenului molecular liber. Microorganismele anaerobe au un rol important în procesele de fermentaţie şi putrefacţie. Reziduurile animaliere (taurine, suine, păsări) sunt introduse într-un rezervor (container) şi

	supuse procesului de descompunere anaerobă pentru a obţine gazul metan, care este utilizat pentru producerea energiei electrice. Materia organică rămasă după descompunere (numit compost) poate fi folosită ca îngrăşământ.
AREAL	= spaţiu pe care sunt răspândiţi indivizii unor specii
ARHITOMIE	= regenerarea corpului râmei după ruperea acesteia în bucăţi.
BACTERII	= microorganisme monocelulare (unicelulare), împărţite în familii (coci, bacili, vibrioni sau spirocheţi) pe baza afinităţilor, a morfologiei şi a particularităţilor biologice. Posedă un rol esenţial în circulaţia azotului şi a carbonului în natură, prin a căror acţiune contribuie la descompunerea materiei organice. Au un rol important în circuitul materiei în natură. Sunt răspândite în sol, aer, apă şi corpul vieţuitoarelor. Bacteriile patogene pot provoca îmbolnăviri la animale şi plante.
BIOHUMUS	= excremente, coprolite, eliminate de râme în urma procesului de digestie.
BIOTOP	= mediu de viaţă creat în anumite condiţii climatice unde se stabilesc specii vegetale şi animale, alcătuind biocenoze.
CAMBISOL	= soluri argiloase şi de culoare maronie.
CARBONAT DE CALCIU	= var, oxid de var; var stins versus hidroxid de calciu.
CEAI DE COMPOST / BIOHUMUS	= soluţie preparată în mod aerob (1 kg biohumus/10 l apă aerată c.p. 24 de ore) sau anaerob (ilden fără aerare; c.p. o săptămână), se aplică radicular sau foliar (D = 10 : 10; 1,20 l apă).
CELULOZĂ	= substanţă organică care alcătuieşte pereţii celulari ai plantelor, care are o largă întrebuinţare în industria hârtiei, a fibrelor artificiale etc.
CERNOZIOM	= grup de soluri de culoare închisă, cu o bună fertilitate naturală, formate în condiţiile climatului continental.

	După conţinutul în humus, există mai multe tipuri de cernoziom: carbonatic, castaniu, ciocolatiu, levigat.
CHITINĂ	= substanţă organică care formează partea scheletică din tegumentul insectelor.
CIUR	= obiect pentru cernut materiale pulverulente sau granulare, confecţionate fie dintr-o reţea deasă de sârmă fie dintr-o bucată de tablă sau din piele, perforate, fixate pe o ramă.
CLITELLUM	= este o formaţiune care apare la râmele adulte şi cuprinde părţile dorsală şi laterală a 6 segmente (32 – 37). Se remarcă prin culoarea şi prin dimensiunile ei diferite. Numărul de segmente a corpului este constant înainte de clitellum şi variabil după acesta.
CLUSTER	= un grup mic sau o mulţime de animale sau de plante.
COCON	= în urma retragerii corpului din manşon, acesta se întăreşte şi îşi închide capetele, devenind tare şi rezistent. În interiorul acestuia, ouăle şi embrionii se dezvoltă, iar la 2 – 3 săptămâni se deschide şi are loc eclozarea.
COMPOSTAREA	= reprezintă procesul de transformare biologică a deşeurilor celulozice şi proteice, din surse menajere sau industriale, precum şi a dejecţiilor animale şi a nămolurilor organice de la staţiile de epurare a apelor, într-un produs nepoluant, cu înaltă valoare nutritivă şi energetică pentru microorganismele din sol şi pentru plantele superioare, precum şi un excelent amendament pentru starea fizică şi chimică a solului.
COMPOSTUL	= este numit produsul obţinut prin compostare, care reprezintă o formă a materiei organice ce poate fi folosită pentru îngrăşarea terenurilor agricole.
CONGENER (din lat. congener “con” = “cu” şi “genus” = “neam”)	= care aparţine aceleaşi specii sau aceluiaşi gen cu alt animal sau altă plantă.

CORPUSCULUL FAOSOM (din grecescul “faos” = lumină şi “soma” = corp)	= din celulele senzitive împrăştiate între celulele epidermei, este sensibil la lumină. Sensibilitatea la lumină este mai puternică în regiunea anterioară decât în cea posterioară.
DECONTAMINARE	= este o tehnică ce se efectuează pentru îndepărtarea agenţilor nocivi sau contagioşi.
DESCOMPUNĂTOR	= organisme (bacterii, ciuperci şi protozoare microscopice) care se hrănesc cu organisme moarte, pe care le transformă în substanţe minerale.
DEŞEUL	= defineşte ca noţiune, o parte dintr-un produs, materie primă, material, producţie sau parte care cade şi se degradează în cursul recoltării, prelucrării industriale, creşterii sau în alte activităţi, fără a mai putea fi folosite conform destinaţiei iniţiale.
DEŞEU BIODEGRADABIL	= deşeu care suferă descompuneri aerobe sau anaerobe; din această categorie fac parte deşeurile alimentare, resturi de plante, hârtie, carton, lemn etc.
ECLOZIUNE	= ieşirea juvenililor din ou.
EDAFOBIONUL (din gr. “edaphox” = sol şi “bios” = viaţă)	= este alcătuit din totalitatea asociaţiilor vegetale şi animale din sol, formate din ciuperci, bacterii, muşchi, licheni, nevertebrate şi vertebrate, reunite în biocenoze specifice.
FACTORII EDAFICI	= sunt reprezentaţi de totalitatea însuşirilor fizico-chimice şi biologice ale solului.
FIBRĂ	= corp solid în formă de filament, foarte subţire, de provenienţă vegetală, animală, minerală sau sintetică, folosit în diferite domenii de activitate. Fibra lemnoasă, are celula vegetală alungită, pereţii îngroşaţi şi lignificaţi.
FOETIDA	= miros neplăcut
GLANDELE CALCIFERE	= sunt reprezentate de trei perechi de diverticule laterale poziţionate la nivelul esofagului, care sunt o adaptare la viaţa în galerii, unde odată cu sporirea CO_2 în galerii sporesc şi ionii de calciu din sânge, formând calcită, care este eliminată de glandele calcifere.

GRANULOMETRIE	= operaţiunea de determinare a mărimii (calibrului) particular constitutive ale rocilor detritice şi a frecvenţei granulelor (%) cu anumite dimensiuni, stabilind categoriile granulometrice.
GUNOI DE GRAJD	= dejecţiile solide şi lichide ale animalelor de fermă, în amestec cu nutreţurile şi paiele de aşternut, supuse unui proces de fermentare. Este un material organic bogat în azot, fosfor şi săruri de potasiu, motiv pentru care se foloseşte ca îngrăşământ agricol natural.
HALOFOBE	= specii de animale sau vegetale care nu pot trăi în medii sărate.
HIBERNARE	= starea în care unele animale îşi petrec iarna, având unele funcţii vitale încetinite (prin încetinirea activităţilor metabolice).
HOLOTIP (din gr. holos = întreg, tot, integral, total)	= exemplar animal sau vegetal pe baza căruia s-a făcut descrierea speciei.
HOMOTIPIE	= reprezintă interacţiunile care au loc între indivizii aceleiaşi specii.
HORMON	= produs de secreţie a organismelor animale şi vegetale, care reglează modul de funcţionare al anumitor organe ale acestora. Hormonii contribuie la dezvoltarea şi funcţionarea normală a organismului.
HORMONI VEGETALI (precum auxina)	= condiţionează procesul de creştere al plantei.
HORTICULTURĂ	= ştiinţă agronomică ce cuprinde activităţi de grădinărit şi cultivare a plantelor în vederea folosirii acestora pentru alimentaţie sau în scopuri decorative.
HRANĂ	= în această categorie intră tot ce serveşte nutriţiei. Substanţa absorbită de organism, pe baza căreia acesta produce energie.
HUMICOL	= organisme care trăiesc în soluri bogate în humus, la o adâncime nu prea mare, în interdependenţă cu alte organisme care trăiesc la suprafaţa solului.
HUMIFAG	= organisme care se hrănesc cu humus.

HUMIFICARE	= reprezintă procesul de descompunere a materialului organic din sol şi amestecul ulterior de humus cu pământul mineral. Humificarea are loc în primul rând datorită acţiunii microorganismelor în timpul descompunerii enzimatice a polimerilor superior, dar la descompunere participă şi fauna saprofagă din sol (humificare biologică). Humusul formează cu argila un complex stabil, argilohumic, cu rol esenţial în reţinerea şi circulaţia sărurilor minerale nutritive; humificarea este strâns legată de mineralizare.
HUMINE	= indică grupe de materiale cu conţinut de humus, de culoare neagră, uşor acide, polimerizate cu conţinut de carbon şi având o compoziţie chimică eterogenă. Conţinutul de apă şi de materiale absorbite este restrâns. Huminele rezultă în urma îmbătrânirii (polimerizării) acizilor humici, se depozitează puţin în sol şi se descompun greu.
HUMOS	= termen care indică soluri cu conţinut de humus de 1 – 10 %. Dacă un sol are un conţinut de humus de 1 – 2 % este considerat unul slab, cu 2 – 4 % este tolerabil şi cu 4 – 10 % este bogat. Dacă conţinutul în substanţe organice este slab, se numeşte sărac în humus, între 10 şi 15 %, este numit foarte bogat (atunci când este şi mlăştinos, este turbă).
HUMUS	= reprezintă un amestec de substanţe organice amorfe aflate în sol; “pământul vegetal”; provine din descompunerea parţială a resturilor vegetale şi animale, sub acţiunea microorganismelor. Humusul formează cu argila un complex stabil, argilo-humic, care are un rol esenţial în reţinerea şi circulaţia sărurilor minerale nutritive. Substanţele nutritive conţinute, se formează atât prin mineralizare rapidă cu ajutorul ciupercilor şi bacteriilor cât şi prin mineralizare lentă cu ajutorul bacteriilor complexelor humice.

HUMUS BRUT	= strat acid de humus (cu pH sub 4,5) comun solurilor puţin aerate. Este un podzol de tundră, de mlaştină sau de păduri. Se formează în condiţii ecologice diferite, ca de exemplu în zonele friguroase şi umede, care duc la decalcifierea solurilor şi descompunerea îngreunată a organismelor.
JUVENIL	= stadiu de dezvoltare ontogenetică la râme cuprins între stadiul de ou şi de adult.
LECTOTIP (din gr. “lektos” = ales, triat)	= exemplar ales în absenţa holotipului din materialul original pentru a servi ca tip nomenclaturar.
LUVISOL	= un sol argilos, cu o mare capacitate de schimb de ioni şi având o mare saturaţie bazică.
MATERIAL ORGANIC	= substanţă produsă de un animal sau plantă, în compoziţia căreia intră carbonul.
MULCI	= strat de protecţie pentru copaci sau arbuşti
NEFERTIL	= solul nefertil conţine o cantitate redusă de substanţe nutritive; folosind îngrăşăminte poate creşte gradul de fertilitate al solului, pe când o administrare inadecvată poate duce la deteriorarea acestuia.
NEOTIP	= reprezintă un specimen tip, selectat ulterior descrierii unei specii, pentru a înlocui un tip preexistent care a fost pierdut sau distrus.
NEUTRAL	= un sol ce nu este nici acid şi nici alcalin, ci este neutru; are un pH de 7.
NITISOL	= un tip de sol argilos, cu o capacitate de schimb redusă
NUTRIENT	= substanţe nutritive. hrănitoare, precum proteinele, lipidele, vitaminele, care se găsesc în furaje (alimente) şi au rolul de a furniza organismului energia necesară pentru a creşte, a se reface. Substanţele necesare plantelor autotrofe pentru a creşte şi a se înmulţi sunt: cationii K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}; anionii: NO_3^-, PO_4^{3-}; SO_4^{2-} şi substanţe cu conţinut de carbon, hidrogen, oxigen,

	azot, fosfor, potasiu, calciu, magneziu şi sulf; microelemente şi elemente sub formă de urme.
PAT DE RÂME	= substrat din amestec de reziduuri de materii organice în prealabil precompostate (ex. celulozice bogate în C) care este populat cu râme spre a fi procesat.
PERMEABILITATE TEGUMENT	= însuşirea unor membrane (ex. tegumentul) de a fi penetrate de diverse substanţe chimice fluide. Permeabilitatea poate fi caracterizată prin eficienţa de permeabilitate sau de coeficientul de permeabilitate.
RÂMA (*Lumbricus terrestris*)	= vierme inelat care se hrăneşte cu substanţe organice din solul pe care îl înghite atunci când îşi sapă galeriile.
RECICLARE	= operaţiunea de refolosire a deşeurilor recuperabile, în vederea păstrării rezervelor naturale, economisirea materiilor prime şi a energiilor.
REGENERAREA	= la râme, partea anterioară a corpului îşi regenerează partea posterioară pierdută. Partea posterioară nu poate regenera partea anterioară.
REPELENT	= substanţă care prin însuşirile organoleptice (gust, miros) pe care le are îndepărtează rozătoarele, insectele etc.
REZIDUUL	= reprezintă părţi din deşeuri care nu se pot recupera la locul de producere.
RIZOSFERĂ	= strat de pământ, de aproximativ 2 m, în care se dezvoltă rădăcinile plantelor, de unde absorb substanţele minerale; locurile cu rădăcinile plantelor constituie locul de dezvoltare a bacteriilor, ciupercilor, protozoarelor şi nematodelor. În aceste locuri rădăcinile se dezvoltă datorită substanţelor organice eliminate de plante, prin exudaţie.
SUBSTANŢE HUMICE	= din descompunerea substanţelor organice provin compuşii moleculari foarte rezistenţi la procesul de descompunere microbiană.
SYNTYP	= este oricare dintre două sau mai multe tipuri biologice care figurează într-o descriere a unui taxon în care nu a fost desemnat nici un holotip, nici un lectotyp. În

	încercările moderne de a publica descrieri de specii sau subspecii, bazate pe sintipuri, taxonii sunt înlocuiţi cu lectotypuri. Un lectotip poate fi desemnat prin sinteze, reducând celelalte specimene la statutul de *paralectotip*. Acestea nu mai sunt de tip purtător de nume, cu toate că atunci când lectotipul este pierdut sau distrus, se foloseşte un locuitor, numit *neotip*. Atunci când se constată că specimenele dintr-o serie de sintepuri aparţin unor taxoni diferiţi, ele pot cauza instabilitate nomenclaturală şi specia nominală poate fi interpretată în diferite moduri.
TIPUL ANECIC DE RÎME ("anecic" = provine din grecescul "afară din pamânt")	= cuprinde râme care noaptea vin la suprafaţa solului spre a trage hrana în galerii adânci, situate în straturile minerale ale solului.
TIPUL EPIGEIC DE RÂME ("epigeic" = în limba greacă înseamnă "pe pământ")	= cuprinde râme care trăiesc în deşeurile de la suprafaţa solului consumând substanţa organică în descompunere; nu au galerii permanente în sol;
TIPUL ENDOGEIC DE RÂME ("endogeic" = în limba greacă înseamnă "în pământ")	= cuprinde râme care trăiesc în galerii superficiale şi se hrănesc cu materie organică din sol, astfel că vin rar la suprafaţă.
TOFU	= produs originar din Japonia, sub formă de pastă preparată din "lapte" de soia fiert şi coagulant, presată în diverse forme şi cu aspect de brânză telemea, de culoare gălbuie.
TOPOTIP (din gr. "topos" = "loc, spaţiu, areal, regiune")	= organism cu acelaşi habitat cu al tipului original.
TURBĂ	= este constituită din plante moarte care sunt doar parţial descompuse în mlaştini şi lent carbonizate.
VALOAREA NUTRITIVĂ	= a alimentului, determină cantitatea de energie furnizată de organism. Aceasta reprezintă cantitatea

	de energie obţinută ca urmare a consumului unui anumit produs alimentar.
VERMICOMPOSTARE	= compostare făcută cu ajutorul râmelor.
VERMICOMPOSTUL	

BIBLIOGRAFIE

1. ANGEL J.G., 2015, Cum să profiţi de gunoiul de grajd şi producţia de humus. www.tvagro.tv.
2. BACHERT C., BIDLINGMAIER W., WATTANACHIRA S., 2008, Manual privind producerea compostului în grămezi (şiruri) neacoperite; Publicat de European Compost Network ECN/ORBIT Weimar Germany waste@uni/weimar.de.
3. BIRUNDHA M., JOHN PAUL J.A., MARIAPPAN P., 2013, Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* in different organic wastes. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, vol. 2, nr. 2, pag. 28-35.
4. BLAKEMORE J.R., 2015, Eco-toxonomic profile of an iconic vermicomposter the African Nighterawler earthworm, *Eudrilus eugeaniae* (Kinberg, 1867); African invertebrates, vol. 56(3), 527-548.
5. BOGDANOV P., 1996, Vermicultura comercială: cum să construim o afacere prosperă cu râma roşie. Vermi Co Press, Oregon, 83 pp.
6. BOGDANOV P., 2004, Singurul mare producător de vermicompost din lume. http://www.vermic.com.
7. BOUCHE M.B., 1972, Lombriciens de France. Ecologie et Systemarique, INRA, Versailles, France.
8. BOUCHE M.B., 1977, Strategies lombriciennes, Soil organisms as Components of Ecosystems, Biol. Bull., Stockholm, 25, 122-132.
9. BUD I., 2002, Acvaristica. Ed. Academic Press, Cluj-Napoca.
10. BUD I., POP Adriana, 2005, Iepuri – creştere, hrănire, înmulţire şi valorificare. Ed. Risoprint Cluj-Napoca.
11. BURA M., 1995, Iepuri de casă: creştere şi valorificare. Ed. Ceres Bucureşti, 160 pag.
12. BURA M., GROZEA A., 1997, Îndrumător de lucrări practice la Acvacultură. LITO USAMVB Timişoara.
13. BURA M., 2004, Idei pentru noi afaceri. Creşterea râmelor. Revista Ferma, an 6, nr. 1(27), pag. 49.

14. BURA M., 2012, Proiectarea fermelor de iepuri de casă. Ed. Eurobit Timişoara, 260 pag.
15. BURUIAN P., 2007, Creşterea râmelor; www.pescuitul.ro/ps/page.phd/id/râme
16. CAZACU Lari, 2009, Extractul lichid de humus de râmă:fungicid şi fertilizant. Revista Ferma, nr.3(70).
17. CAZACU Lari, 2009, Neutralizarea dejecţiilor cu ajutorul vermiculturii (I). Revista Ferma, an 11, nr. 6(73), pag. 62.
18. CAZACU Lari, 2009, Neutralizarea dejecţiilor cu ajutorul vermiculturii (II). Revista Ferma, an 11, nr. 7(74), pag. 73.
19. CAZACU Lari, 2009, Neutralizarea dejecţiilor cu ajutorul vermiculturii (III). Revista Ferma, an 11, nr. 9(76), pag. 80.
20. CHETREANU Diana, 2015, Cum îţi produci singur compost: 2 metode explicate pas cu pas. www.cartiagricole.ro/produceri-compost
21. CRĂCIUN I., 2009, Fertilizarea cu îngrăşăminte organice pe păşuni şi pe fâneţe. Revista Ferma, nr. 12(79), pag. 29 – 30.
22. CREMENEAC Larisa, 2004, Tehnologia vermiculturii şi bioconversia deşeurilor organice. www.iatp.md/agroplus/5.htm+A
23. CRISTA F., GOIAN M., 2008, Agrochimia si agricultura durabila, Ed. Eurobit, ISBN 978-973-620-786-0, 255.
24. CRISTA F., RADULOV Isidora, SALA F., LATO Alina, 2011,. Agrochimie - metode de analiza, Ed. Eurobit, ISBN 978-973-620-787-7, 222.
25. RADULOV Isidora, LATO Alina, BERBECEA Adina, CRISTA F., Analiza chimica a solului, Ed. Eurobit, ISBN 978-973-620-786-0, 100.
26. CRISTA F., 2017, Conservarea fertilității solului şi managementul nutrienţilor, Ed. Eurobit, ISBN 978-973-132-377-0, 172.
27. DARWIN Ch., 1977, Formarea humusului sub acţiunea râmelor, cu observaţii asupra obiceiurilor lor. Ed. Academiei R.S.R. Bucureşti.
28. DAVID E., 1995, Ghidul fermierului pentru râme. Lessiter Publications, Brookfield, Wisconsin, 112 pag.
29. DECUN M., 2007, Igiena animalelor şi a mediului. Ed. Mirton Timişoara, 571 pag.
30. DECUN M., 2008, Managementul reziduurilor zootehnice. Revista Ferma, nr. 12(67), pag. 49.

31. DOMINGUEZ J., EDWARDS C.A., 1997, Efectele stocurilor şi conţinutului umezelii în creşterea şi maturarea la *Eisenia andrei* (Oligochete) în gunoiul de porc. In Biochim. Bio. Sol., vol. 29, nr. 3, 4, pp. 743–746.
32. DOMINGUEZ J., EDWARDS C.A., 2010, Relationships between composting and vermicomposting. https://www.slideshare.net/x3G9/adx81.
33. DRĂGHICI C., 1991, Potenţialul poluant al dejecţiilor de la taurine şi mijloacele de inactivare. Lucr. Şt. Târgu Mureş, pag. 174-183.
34. EDWARDS C.A., LOFTY J.R., 1972, Biologia râmelor. Chapman şi Hall Ltd., Londra, 283 pag.
35. EDWARDS C.A., LOFTY J.R., 1977, Biologia râmei; Chapman and Hall, Londra.
36. EDWARDS C.A., 1998, Folosirea râmelor în descompunerea şi gestionarea deşeurilor organice. St. Lucie Press Beca Raton, pag. 327-354.
37. EDWARDS C.A., DOMINGUES J., NEUHAUSER E.F., 1998, Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* (Perr.) (Megascolecidae) as factors in organic waste management. Biol. Fertil Soil, 27, 155 – 161.
38. FEISTHAUER N., 2003, Using earthworm behavior to assess contaminated soil. ESG International, Environmetal Science and Engineering, http://www.esemag.com/archive/0503/earthworm.html.
39. FILIPOIU M., BURLACU G., FRUMOSU L., 2006, Ecologia: dicţionar enciclopedic. Ed. Tehnică Bucureşti, 1036 pag.
40. GADDIE R.E., DOUGLAS E.D., 1975, Râme pentru ecologie şi profit. Bookworm Publishing Company, California, 180 pag.
41. GAMBERINI A., 1998, Zootecnia alternativa. Ed. Agricole della Calderini Bologna, pag. 119 – 129.
42. GATES G.E., 1972, Burmese e arthworms. An introduction to the systematics and biology of megadrile oligochaetes with special reference to southeast Asia. Trans. Am. Philos. Soc. 62:1 – 326.
43. GEORG C.F., 2004, Fezabilitatea dezvoltării pieţei fermelor organice şi de tranziţie pentru procesarea deşeurilor organice de fermă şi a deşeurilor municipale folosind vermicompostarea la scară largă. www.alternativeorganic.com/.
44. GEORGESCU D., 1997, Animale nevertebrate: morfofiziologie. Ed. Didactică şi Pedagogică Bucureşti.
45. GEORGESCU B., IOZON Doina, 2001, Utilizarea speciei *Eisenia foetida* în vermicompostarea gunoiului de grajd în strat gros. Agricultura,

Revista de ştiinţă şi practică agricolă, an 10, nr. 1-2(37-38), pag. 99-102.

46. GEORGESCU B., IOZON Doina, MIERLIŢĂ D., 2001, Valorificarea superioară a gunoiului de grajd prin vermicompostare în strat subţire. Agricultura, Revista de ştiinţă şi practică agricolă, an 10, nr. 1-2(37-38), pag. 103-106.
47. GIDENNE T., LEBAS F., 1987. Estimation quantitative de la caecotrophie chez le lapin en croissance: variation en fonction de l`âge. Ann. Zootech., 36, 225-236.
48. GIMBĂŞANUL Gabriela, 2016, Vermicompostul sau cum pot fi folosite râmele la obţinerea celui mai eficient îngrăşământ natural. http://agrointel.ro
49. GLIGOR V., Popescu D., GURGHIŞ Şt., 1965, Igiena animalelor domestice. Ed. Agrosilvică Bucureşti.
50. GRAFF O., 1982, Vergleich der Regenwurmarten *Eisenia foetida* und *Eudrilus eugeniae* hinsichtlich ihrer Eignung zur Protein-gerwinnung aus Abfallstoffen, Pedobiologia, 23.
51. GROZEA Ioana, 2003, Zoologie agricolă. Curs. Ed. Mirton Timişoara.
52. GUERRE N.M., 2019, Manual de vermicompostare şi vermicultură. https://books.google.ro/books/isbn:9897230475.
53. HALLATT L., REINECKE A.J., VILJOEN S.A., 1990, The life cycle of the oriental compost worm *Perionyx excavatus* (Oligochaeta); South Afr. J. Zool., 25:41-45.
54. IANCU Gh., GOIAN M., 1999, Optimizarea fertilizării prin folosirea unor resurse agricole cu rol humic. Ed. Mirton Timişoara, pag. 243.
55. IANOŞ Gh., GOIAN M., 1995, Solurile Banatului – evoluţie şi caracteristici agrochimice. Ed. Mirton, Timişoara.
56. IONESCU Al., JINGA I., ŞTEFANIC Gh., 1985, Utilizarea deşeurilor organice ca îngrăşământ. Ed. Ceres Bucureşti.
57. IORDACHE Mădălina Maria, 2008, Cercetări privind influenţa unor elemente de tehnologie agricolă asupra pedofaunei (lumbricidelor) cu rol în restaurarea fertilităţii solurilor, Timişoara, 4 – 208.
58. JAMES S.W., PORCO D., DECAENS Th., RICHARD B., ROUGERIE R., ERSEUS Cr., 2010, ADN-ul codurilor de bare dezvăluie diversitatea criptică în *Lumbricus terrestris L.,* 1758 (Clitellata): învierea lui *L. herculeus* (Savigny, 1826); https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015629.

59. JENKINS J., 2011, Toaleta uscată – Umraniţa; www.agricultura-sustenabila.biogspot.com/2011
60. JENKINS J., 2015, Umraniţa, un ghgid de treaba…mare. Cum să produceţi compost din excremente umane; www.cartidintei.wordpress.com/2015/05/12/J.JENKIS.
61. JURUBESCU V., 1977, Reciclarea nepoluantă a reziduurilor zootehnice. Ed. Ceres Bucureşti.
62. KALE R.D., 1993, Vermiculture: Scope for new Biotechnology. In Earthworm Resources and Vermiculture: Zoological Survey of India. Calcutta.
63. KASZONI Z., 1976, Acvariu. Ed. Sport – Turism Bucureşti.
64. KHAN M.A., HURLOCK P., AHMEND S.A., 2010, Răspunsuri fiziologice la modificări de temperatură şi hem de sinteză în globul *Lumbricus terrestris* (Annelida: Oligochaeta). Wiley Periodicals, Inc, Chicago.
65. KNIERIEMEN D., 1985, Biomass production through the propagation of thermophilic earthworms. Bitter A. (Ed) Hauser, Tubingen.
66. LAC Jan, 1991, Technologicky postup pri velkochovocii daždovky hmojnej (*Eisenia foetida*); Bioterra spol.s.r.o. Dolny bar, Bratislava.
67. LARBIER M., LECLERCQ B., 1994, Nutriţia şi alimentaţia păsărilor. Ed. Alutus-D, Bucureşti, 336 pag.
68. LIXANDRU B., 1999, Ecologie şi protecţia mediului. Vol. I şi Vol. II. Ed. Presa Universitară Română Timişoara, pag. 498.
69. LYON F.W., 1991, Rearing earthworms. Ohio State University Extension Fact Sheet, HYG-2133-96.
70. LYON F.W., 2000, Rearing earthworms. Ohio State University Extension Fact Sheet.
71. MAN C., 1986, Curs de zooigienă. Tipo “Agronomia” Cluj-Napoca. ED. a II-a.
72. MAN C., IVAN I., 1999, Strategii în managementul deşeurilor şi reziduurilor. Ed. Mesagerul Cluj-Napoca, 175 pag.
73. MANEA I.Gh., 1980, Sturionii. Ed. Ceres Bucureşti.
74. MANOLACHE C., BOGULEANU G., 1978, Tratat de zoologie agricolă. Dăunătorii plantelor cultivate. Ed. Academiei, 1, 158.
75. MARTIN J.P., BLACK J.H., HAWTHORNE R.M., 2004, Earthworms biology and production. www.edis.ifos.ufl.edu.
76. MASON W.T.Jr., ROTTMAN R.W., DEQUINE J.P., 1999, Culture of earthworms for bait or fish food. University of Florida Extension Institute of Food and Agricultural Sciences.

77. MATEESCU N., 2008, Ciupercile. Ed. MAST Bucureşti, pag. 222.
78. MATIC Z., DĂRĂBANŢU C., 1965, Lucrări practice de Zoologia nevertebratelor. Ed. Didactică şi Pedagogică Bucureşti.
79. MATIC Z., NĂSTĂSESCU Maria, PISICĂ C-tin., SOLOMON Libertina, SUCIU Maria, TOMESCU N., 1983, Zoologia nevertebratelor. Ed. Didactică şi Pedagogică Bucureşti.
80. MAZANTSEVA G.P., 1982, Growth pattern in the carthworm *Nocodrilus calignosus* (*Oligachaeta. Lumbricidae*) during the first of life. Pedobiol, 23, 272-276.
81. MOŞNEANG Crina Laura, DOMA O.Al. şi CRISTINA T.R., 2012, Introducere în metode de detectare a poluanţilor şi specii utilizate ca animale de experiment în laboratoare. Medicamentul veterinar, vol. 6(2), pag. 69-74.
82. MOSNEANG Crina Laura, CRISTINA T.R., 2014, Mic ghid de stabilire a eco-toxicităţii solului şi apelor. Medicamentul veterinar, vol. 8(1).
83. MOŞNEANG Crina Laura, GRUIA Alexandra, ORDODI V.L., BĂLOI Al., CRISTINA T.R., 2014, Bioanaliza impactului poluanţilor proveniţi din apele şi solurile regiunii Banat, Medicamentul veterinar, vol. 8(2), decembrie.
84. MOŞNEANG Crina Laura, PAP Andreea, CRISTINA T.R., 2015, Râmele ca bioindicatori în detectarea poluării solului din jurul fermelor de suine din judeţul Timiş. Medicamentul veterinar, vol. 9(1), pag. 64-73.
85. MOŞNEANG Crina Laura, OPRESCU I., DUMITRESCU E., MUSELIN F., BORLEA G.F., DAVID G., CRISTINA T.R., 2016, Soil eco-risk assessment using test: A Romanian case study of five swine farm surroundings. Journal of soil and water conservation, vol. 71, nr. 5, pag. 414 - 419.
86. MUNROE G., 2009, Manual de compostare şi vermicultură. Centrul pentru Agricultură Organică din Canada. Traduceri Ecologice Independente TEI, 47 pag.
87. MUNTEAN C., LUPA L., NEGREA A., CIOPEC M., 2009, Analiza chimică şi fizico-chimică cu aplicaţii în protecţia mediului. Politehnica, 187-220.
88. MUSCALU-NAGY Cristina, 2007, Cercetări privind creşterea şi dezvoltarea cegăi (*Acipenser ruthenus*) în sistem cu apă recirculantă. Teză de doctorat, USAMVB Timişoara.

89. MYERS Ruth., 1969, ABC-ul afacerii cu râme. Ed. Shields Publications, Eagle Rver, Wisconsin, SUA, 64 pag.
90. NATAL DA LUZ T., RIBEIRO R., SOUSA J.P., 2004, Avoidance tests with Collembola and Earthorms as early screening tools for site-specific assessment of polluted soils. Environmetal Toxicology and Chemistry, vol. 23, nr. 9, pag. 2188-2193.
91. NESTEROV V., GĂRGĂREA P., IONESCU O., 2010. Hrana vântului. Ed. Ceres, Bucureşti.
92. NEUHAUSER E.F., HARTENSTEIN R., KAPLAN D.L., 1979, Second progress report of the potential use of earthworms in sludge conference. Silver Springs, Md.
93. NICOLAE A., 2013, De ce ies râmele din sol după ploaie? https://stiintasitehnica.com/de-ce-ies-ramele-din-sol-dupa-ploaie
94. POP V.V., TEODOREANU M., 1984, Producerea de lumbricide ca sursă de proteină neconvenţională de proteină pentru animale şi păsări. Centrul de Cercetări Biologice Cluj-Napoca.
95. POP V.V., TEODOREANU M., 1984, Surse noi de proteine pentru hrana peştilor din crescătorii intensive. Centrul de Cercetări Biologice Cluj-Napoca.
96. POP V.V., BOSICĂ I., OSVATH T., TEODOREANU M., 1987, Experimentarea de modele pentru producerea de lumbricide şi humus. Centru de Cercetări Biologice Cluj-Napoca.
97. POPESCU V., 2015, Articol Revista Lumea satului. https://www.lumeasatului.ro/articole-revista/2524-prezenta-ramelor-criteriu-important-de-apreciere-a-fertilitatii-solului.html
98. RADU Varvara, RADU Gh., MATIC Z., CĂDARIU M., BOŢOC M., CRISTESCU A., DĂRĂBANŢU C., 1956, Zoologia nevertebratelor. Îndrumător de lucrări practice. Partea I. Litografia Învăţământului Cluj.
99. RADU Gh., RADU Varvara, 1972, Zoologia nevertebratelor. Ed. Didactică şi Pedagogică Bucureşti.
100. RADU Gh., RADU Varvara, 1983, Zoologia nevertebratelor. Vol. I şi II. ED. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
101. REBREANU Şt.L., 1983, Creşterea iepurilor de casă. Ed. Ceres Bucureşti.
102. REINECKE A.J., HALLATT L., 1989, Growth and cocoon production of *Perionyx excavatus* (Oligochaeta). Biol. Fertil. Socil. 8:303-306.

103. REINECKE A.J., VILJOEN S.A., SAAYMANN R.J., 1992, The suitability of *E. eugeniae, P. excavatus* and *E. fetida (Oligochaeta*) for vermicomposting in Southern Africa in terms of their temperature requirements. Soil. Biol. Biochem, 24:1295-1307.
104. RINK R. şi colab., 1992, Ghid de compostare la fermă. Serviciul de Resurse Naturale, Agricultură şi Inginerie. Ithaca, NY.
105. RISSDOREFER, 2016, Ferma de … râme. O ferma serioasa de care doar "glumetii" ar mai putea rade, ignorandu-i avantajele; Jurnalul-bucurestiului, 29 octombrie 2016 (https://www.jurnalul-bucurestiului.ro/ferma-de-rme-o-ferma-serioasa-de-care-doar-glumetii-ar-mai-putea-rade-ignorandu-i-avantajele/)
106. RUSU T., 2019, Textura solului – aprecierea în teren, determinarea în laborator şi rolul acesteia; http://www.agricultura365.ro
107. SCHULTZ E., GRAFF O., 1977, Zur Bewertung von Regenwurmmchl aus *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) als Eiweissfuttermittel. Landbauforsch, Volkenrode 27, 261-218.
108. SHERMAN Rhonda, 1997, Controlul dăunătorilor acarieni în paturile râmelor. http://www.bac.ncsu.edu/people/faculty/sherman.
109. SIMIONESCU I., 1983, Fauna României. Ed. Albatros Bucureşti.
110. STANCIU M., 1976, Creşterea peştilor de acvariu. Complexul muzeal de ştiinţe ale naturii Constanţa.
111. ŞERBAN D., 2010, Care sunt principalele tipuri de compost? Agroromânia. https://www.gazetadeagricultura.info/plante/608-agrotehnica/1825-care-sunt-principalele-tipuri-de-compost.html
112. TESIO C., 2001, Elemente de Zoologie. Ed. Universităţii Bucureşti, pag. 91 – 98.
113. TOMA V., 2019, Stadiile fermentării gunoiului de grajd. https://agroromania.manager
114. TOMESCU V., MARSCHANG Fr., 1975, Igiena animalelor domestice. Ed. Didactică şi Pedagogică Bucureşti, 326 pag.
115. TEODORESCU S., 1981, Cartea tânărului pescar sportiv. ED. Sport – Turism Bucureşti, 318 pag.
116. VAZQUEZ GONZALEZ Maria Magdalena, 1999, Studiul faunei edafice într-o pădure de inundaţii joase din Rezervaţia Biosferei. Sian Ka′an Quintana Roo; www.conabio.gob.mx/instruction/proyectos/results.

117. VENTER J.M., REINECKE A.J., 1988, The life-cycle of the compost worm *Eisenia foetida* (Oligochaeta); South African Journal of Zoology, 23(3), 161-165.
118. VINTILESCU Maria Antoaneta, POPESCU Silvia, 1992, Dicţionar zoologic. ED. Ametist Bucureşti, 312 pag.
119. VINTILĂ T., 2009, Biogazul produs prin fermentaţie în substrat. Revista Ferma, nr. 2(69), pag. 74 – 75.
120. VINTILĂ T., 2009, Biogazul: provenienţă şi întrebuinţări variate. Revista Ferma, nr. 6(73), pag. 64 – 65.
121. VOICAN V., RĂDULESCU I., LUSTUN L., 1981, Călăuza piscicultorului. Ed. Ceres Bucureşti.
122. WOLLMANN Constanţa, 1995, Obţinerea larvelor de diptere pe substrat de dejecţii de pasăre în condiţii naturale şi influenţa acestora asupra creşterii şi dezvoltării puietului de crap. Simpozion internaţional Galaţi, pag. 209 – 212.
123. ZIDĂRESCU C., 2008, Vermicultura, la graniţa dintre agricultură şi biotehnologie. Revista Ferma, nr. 6(61), pag. 28-29.
124. XXX, 1984, OECD 207 Guidelines for the Testing of chemicals/Section 2. Effects on Biotic Systems, Earthworm, Acute Toxicity Tests.
125. XXX, 2004, Familia *Lumbricidae* (râme); www.animalia.go.ro.
126. XXX, 2007, Biological Test Method: Tests for Toxicity of Contaminated Soil to Earthworms (*Eisenia andrei; Eisenia fetida or Lumbricus terrestris*), EPS 1/RM/43.
127. XXX, 2008, Creşterea râmelor. http://zooland.ro/Cresterea-râmelor-3865.html.
128. XXX, 2013, Vermicompostagen; https://pt.wikipedia.org/wiki/Wermicompostagen
129. XXX, 2014, Vermicultura – o îmbunătăţire rapidă a solului; https://ecology.md/md/page/vermicultura-o-îmbunătăţire-rapidă
130. XXX, 2015, Viermele roşu din California. Manual de vermicultură. http://lalombrizroja.com/tag/vermicultura.
131. XXX, 2015, Tests for Toxicity of Contaminatedf Soil to Earthworms (*Eisenia andrei, Eisenia foetida or Lumbricus terrestris)*, EPS 1/RM/43, June 2004; http://publications.gc.ca/collections/collection2013/ec/En49-7-1-43eng.pdf.

132. XXX, 2016, Idei de afaceri: cum realizează doi timişoreni un fertilizant natural cu ajutorul milioanelor de râme; http://www://stiriagricole.ro/idei-de-afaceri.
133. XXX, 2019, *Eisenia fetida*. https://translate.googleusercontenct.com/translate
134. XXX, 2019, *Eisenia fetida*, http://www://en.wikipedia.org/wk/eisenia-fetida
135. XXX, 2019, Taxonomy and Nomenclature. www.itis.gov/servlet/SingleRpt
136. XXX, 2019, Taxonomy – *Eisenia fetida* (red wiggler worm). www.uniprot.org.taxonomy/6396
137. XXX, 2019, *Eisenia fetida*. www.indiamart.com/proddetail/eisenia-fetida-ear
138. XXX, 2019, *Eisenia fetida*. www.carthwormwatch.org/blogs.
139. XXX, 2019, *Eisenia fetida*. www.biologywise.com/eisenia-fetida
140. XXX, 2019, *Eisenia fetida*. www.wormsetc.com/worms-etc-blog/2013/re.
141. XXX, 2019, *Red wiggler*. www.unclejimswormfarm.com/anatomy-red-wiggler-comp.
142. XXX, 2019, *Dendrobaema veneta*. www.en.wikipedia.org/wiki/European-nighterawler
143. XXX, 2019, Life Cycle *Eisenia foetida*. www.dengarden.com/gardening/Lihe-Cycle-of-Red-Wiggler
144. XXX, 2019, *Dendrobaena veneta*. www.researchgate.net/publication/283745209
145. XXX, 2019, www.arhiva.lumeasatului.ro/extractul-lichid-de-humus-de-râmă-2-427html.
146. XXX, 2019, https://999.md/ro/28570134/biohumus-şi-extract-din-Biohumus(lichid)Ecobalance.
147. XXX, 2019, www.arhiva.lumeasatului.ro/extractul-lichid-de-humus-de-râmă-2-427html.
148. XXX, 2019, www.biohumussol.ro/produs/biohumussol-lichid-fertilizant-humic-activ.
149. XXX, 2019, https://en.wikipedia.org/wiki/Eudrilus eugeniae
150. XXX, 2019, https://animaldiversity.org/accounts/Eudrilus-eugeniae/classification
151. XXX, 2019, https://bie.ala.au/species/urn:lsid:biodibersity.org.au:afd.taxon
152. XXX, 2019, *Perionyx excavatus;* https://animaldiversity.org./accounts/Perionyx-excavatus/clasification.
153. XXX, 2019, Crescătoria de viermi pentru pescuit. www.clubideiafaceri.ro

154. XXX, 2019, La lombricultura o Vermicoltura. Una ideea rentabile: https://www.youtube.com/watch
155. XXX, 2019, Vermicultura Tehnology. https://books.google.ro/books/isbn=1439809887
156. XXX, Pescuitul de la A la Z. Ghidul pescarului sportiv. Ed. Venus Bucureşti, 222 pag.
157. XXX, Pescuitul la Somn – creează; www.creează.com/familii/pescuit/Pescuitul-la-somn884
158. XXX, Momeli animale – Q didactic; www.qdidactic.com/dezvoltare/pescuit/momeli/animale442
159. XXX, Momeli naturale – Scrib; www.scrib.com/doc/Momeli-naturale
160. https://ghidpescuit.ro/atelier-pescuit/nade-momeala-pescuit
161. https://ro.wikipedia.org/wiki/Anelide
162. https://animalia.go.ro/Annelida/Oligocheta.htm
163. http://999.md/ro/28570134
164. http://lalombrizroja.com/tag/vermicultură
165. https://en.wikipedia.org/wiki
166. https://en.wikipedia.org
167. https://en.wikipedia.org/wiki/Lumbricus_terrestris
168. https://en.wikipedia.org/wiki/Lumbricus_rubellus#/media/File:Lumbricus.rubellus.jpg
169. https://www.groworganic.com/redworms-eisenia-foetida-800-1200-lb.html
170. https://en.wikipedia.org/wiki/European_nightcrawler#/media/File:Eisenia-hortensis-european-nightcrawler.jpg
171. https://alchetron.com/Perionyx-excavatus#-
172. https://en.wikipedia.org/wiki/Eudrilus_eugeniae#/media/File:African_Night_Crawler_2.jpg
173. https://dengarden.com/gardening/Life-Cycle-of-Red-Wiggler-Worms-or-Eisenia-Foetida
174. http://www.radiotimisoara.ro/2016/07/25/fabrica-de-rame-din-timis-produce-biohumus-pentru-agricultura-ecologica-pe-model-austriac/?fbclid=IwAR2QhDMB1FWnHhaDFc1lGav1-dWc4kGMWNa-9qkslz_gm2FmsJRiWsEBXyQ
175. https://ghidpescuit.ro/atelier-pescuit/nade-momeli-pescuit
176. https://biblioteca.regielive.ro/proiecte/ecologie/compost

177. http://scoaladingradina.ro/s/wp-content/uploads/2016/03/Ghid-7-Compost.pdf
178. https://www.tiias-pets.net/index.php?route=product/product&product_id=958
179. http://ecology.md/md/page/toaleta-care-produce-compost-principii-generale
180. http://scoaladingradina.ro
181. https://tmclemninvest.ro/masini-pentru-compost.html
182. https://ro.wikipedia.org/wiki/Cartita
183. https://www.lumeasatului.ro/stiri-agricultura/zootehnie-medicina-veterinara/3824-cele-mai-frecvente-afectiuni-ale-pasarilor-in-sezonul-cald.html
184. www.animalia.go.ro/Annelida/Oligocheta
185. www.animalia.go.ro
186. www.zooland.ro/Cresterea ramelor
187. www.zooland/Cresterearamelor3865html
188. www.lalombrizroja.com/tag/vermicultura
189. www.happydranch.com
190. www.deltaexclusiv.ro
191. www.stiriagricole.ro/ideideafaceri,2016
192. www.zooland.ro
193. www.gobiohumus.ro
194. www.biohumussol.ro/produs/biohumussol-lichid-fertilizant-humic-activ-1l
195. www.researchgate.net
196. www.gobiohumus.ro
197. www.chrome-effect.ro
198. www.chrome-effect.ru
199. www.scoaladingradina.ro
200. www.gazetadeagricultura.info/plante/608-agrote
201. www.catoire-fantasgue.be/ver-a-compost-seignevar-aneaux
202. www.multikraftromania.ro/compost-Bokaschi
203. www.agricultura-sustenabila.blogspot.com/2011/Josef-Jenkins-tc
204. www.calibarverde.ro/blog/totul-despre-toaleta-compostor
205. www.aquatron.se
206. www.bclavenue.com
207. www.hornbach.ro
208. www.hornbach.ro/proiecte/tocarea-si-compostarea

209. www.permacultura.ro
210. www.scoaladingradina.ro/mic/indrumator-vermicompostul