

DOI: 10.5281/zenodo.4320001

CZU: 631.873.1

## MODEL TEHNOLOGIC DE VALORIFICARE CA ÎNGRĂȘĂMÂNT A NĂMOLULUI ORĂȘENESC TRATAT ȘI DESHIDRATAT ÎN GEOTUBURI

*Vasile PLĂMĂDEALĂ, Ludmila BULAT, Alexandru RUSU*

**Abstract.** The article reflects the key points on the use of dehydrated urban sludge in geotubes as organic fertilizer in agriculture. The technological model was developed based on the results of the testing the urban sludge from geotubes during the 2011 – 2019 yrs. In field experiments, on leached chernozem with clay loam texture, two application doses were tested – 18 and 36 t/ha calculated based on the nitrogen quantity applied with these doses – 170 kg and 340 kg N/ha. The chemical composition shows that urban sludge is an important source of organic matter and nutrients and is characterized as a complex organic fertilizer containing all biophilic elements. Compared to bovine manure with bedding (conventional), urban sludge from geotubes contains two times more nitrogen, three times more phosphorus and about 20% more organic matter. The application of 20 t/ha of sludge during eight years ensured a specific annual income per ton of sludge of 81 MDL. The specific income spent per 1 MDL was about 1.24 MDL.

**Key words:** Urban sludge; Geotubeș; Dehydration; Chemical composition; Fertilizer application; Efficiency.

**Rezumat.** În articol sunt reflectate principalele aspecte privind utilizarea nămolului orășenesc deshidratat în geotuburi în calitate de fertilizant organic în agricultură. Modelul tehnologic a fost întocmit în baza rezultatelor testării nămolului orășenesc din geotuburi în perioada anilor 2011–2019. În experiențe de câmp, pe cernoziom levigat cu textură luto-argiloasă, s-au experimentat două doze de încorporare – 18 și 36 t/ha, fiind calculate în baza cantității de azot ce s-a aplicat odată cu aceste doze – 170 kg și 340 kg N/ha. Compoziția chimică demonstrează că nămolul orășenesc este o sursă importantă de materie organică și elemente nutritive și poate fi caracterizat drept un îngrășământ complex, care conține toate elementele biofile. Comparativ cu gunoiul de bovine cu așternut (convențional), nămolul orășenesc din geotuburi conține de două ori mai mult azot, de trei ori mai mult fosfor și cu circa 20% mai multă materie organică. Aplicarea a 20 t/ha de nămol pe un interval de 8 ani a asigurat un venit specific de 81 lei la o tonă de nămol. Venitul specific pentru 1 leu cheltuit a constituit 1,24 lei.

**Cuvinte-cheie:** Nămol orășenesc; Geotuburi; Deshidratare; Compoziție chimică; Fertilizare; Eficiență.

### INTRODUCERE

Principalul act normativ al Uniunii Europene care reglementează gestionarea nămolului de la stațiile de epurare, atunci când este vorba de utilizarea acestora în agricultură, este directiva 86/278/CEE din 12 iunie 1986. În Republica Moldova, problema nămolului de epurare face obiectul Hotărârii Guvernului nr. 1157 din 13 octombrie 2008 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Măsurile de protecție a solului în cadrul practicilor agricole”. Nămolul orășenesc provenit de la stațiile de epurare este recunoscut mai mult ca material poluant și mai puțin ca sursă de elemente nutritive, cu efect benefic asupra solului și producției vegetale. Nămolul de la diferite stații are o compoziție chimică foarte complexă determinată de sectoarele și activitățile din care provine.

Utilizarea în agricultură reprezintă metoda principală de degajare a nămolului orășenesc și o formă de punere în valoare a conținutului de materie organică și elemente nutritive din acesta. Pentru a diminua efectul poluant al nămolului ce se va folosi în agricultură și pentru a valorifica la maximum elementele nutritive pe care le conține, este necesar ca aceste mase reziduale să fie tratate în mod corespunzător. Nămolul trebuie aplicat numai pe soluri adecvate, în dozele și epocile stabilite, la un anumit sortiment de culturi recomandate, asigurându-se un control adecvat al calității factorilor de mediu (Leonard, I. et al. 2007; Mihalache, M. et al. 2006).

La stabilirea dozelor de nămol ce pot fi aplicate pe terenurile agricole se vor lua în calcul conținutul de azot total, conținutul de metale grele, precum și necesarul de elemente nutritive al speciei cultivate. Ultimul factor este relativ, având în vedere că mărirea excesivă a dozelor de nămol poate conduce la creșterea conținutului de metale grele în sol și plante (Lixandru, Gh., Filipov, F. 2012). Ținând cont de rezultatele studiilor realizate, precum și de legislația în vigoare referitoare la utilizarea nămolului, se recomandă ca modernizarea stațiilor de epurare să cuprindă și tehnologia de tratare în vederea valorificării acestuia în agricultură.

Scopul lucrării de față constă în stabilirea punctelor-cheie în valorificarea nămolului orășenesc ca îngrășământ în agricultură pentru sporirea fertilității solului și productivității culturilor agricole.

## MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost efectuate în perioada 2011–2019. Experiențele au fost fondate la Stațiunea Experimentală a Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, situată în comuna Ivancea, raionul Orhei, pe cernoziom levigat cu textură luto-argiloasă. Conținutul de humus în sol a fost de 3,8-4,0%, fosforul mobil a constituit 18-20 ppm (după metoda Macighin), potasiul schimbabil – 270 ppm, pH-ul – 6,7 și aciditatea hidrolitică – 26,5 me/kg. Ca material de studiu a servit nămolul orășenesc deshidratat în geotuburi (cu termenul de stocare mai mare de un an) de la stația de epurare a apelor uzate din municipiul Chișinău. Pentru testarea influenței nămolului orășenesc asupra creșterii plantelor și modificării însușirilor solului s-au efectuat experiențe de câmp. S-au experimentat două doze de încorporare – 18 și 36t/ha, fiind calculate în baza cantității de azot ce s-a aplicat odată cu aceste doze – 170 kg și 340 kg N/ha.

Nămolul folosit în experiență avea următoarea compoziție chimică: pH – 7,05; umiditate – 46,4%; materie organică – 15,1%; azot total – 0,93%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total – 1,00%; K<sub>2</sub>O total – 0,29%; N-NH<sub>4</sub> – 606 ppm; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1450 ppm. Raportul C:N = 12:1. Nămolul a fost aplicat toamna, înainte de efectuarea arăturii.

Analiza nămolului orășenesc s-a efectuat după următoarele metode: umiditatea – GOST 26713-85; materia organică – GOST 27980-88; azotul total – GOST 26715-75; fosforul total – GOST 26717-85; potasiul total – GOST 26718-85; N-NO<sub>3</sub> – după Grandval–Leaju; N-NH<sub>4</sub> – GOST 26716-85. Modelul tehnologic a fost elaborat în urma totalizării rezultatelor științifice obținute și publicate în revistele și culegerile periodice (Plămădeală, V. et al. 2013ab, 2017).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Anual, în Republica Moldova se formează circa 70 mii tone de nămol orășenesc calculat la umiditatea de 50%. Jumătate din această cantitate se acumulează în municipiul Chișinău, unde, pe parcursul ultimilor 8-9 ani, s-a implementat o tehnologie nouă de deshidratare a nămolului prin geotuburi, în această perioadă fiind acumulate circa 550 mii tone. Geotuburile reprezintă niște saci gigantici, confecționați din material semipermeabil, în care se pompează apele de canalizare. Prin pereții geotuburilor se poate scurge, prin osmoză inversă, apa, nu însă și particulele solide. Datorită substanțelor floclante ce se adaugă, particulele se coagulează, intensificându-se procesul de cedare și separare a apei de fracția solidă.

**Principalele etape de prelucrare a nămolului evacuat din geotuburi.** Nămolul tratat și deshidratat în geotuburi, cu umiditatea de 78-82%, se transportă în perioada rece a anului la depozitul de fermentare, unde este stocat pentru nu mai puțin de 12 luni. În acest răstimp, umiditatea lui scade la 55-65%, fapt ce-i acordă proprietăți tehnologice convenabile pentru a fi distribuit cu mașinile de împrăștiat îngrășăminte organice solide.

**Caracteristica nămolului din geotuburi.** În comparație cu tehnologia tradițională, perioada de deshidratare prin metoda geotuburilor este de circa 18 ori mai redusă. Conținutul carbonului și al fosforului total se micșorează astfel de circa 2,0-2,3 ori, iar azotul și potasiul total rămân la același nivel. La vărsarea în geotuburi, apele de canalizare conțin circa 96% umiditate. După 40-45 de zile conținutul umidității scade la 78-82%. Transportarea nămolului deshidratat din geotuburi la depozitul de fermentare se efectuează anual, în lunile decembrie-martie.

Compoziția chimică demonstrează ca nămolul orășenesc este o sursă importantă de materie organică pentru sol și de elemente nutritive pentru plantele agricole. El este foarte bogat în azot total (0,83%), dar mai cu seamă în fosfor – element foarte deficitar pentru sol și agricultură. Conținutul fosforului total, calculat la masa cu umiditate naturală de circa 60%, este de 0,99%, cu o variație de la 0,94 la 1,05%. Nămolul orășenesc are un conținut foarte scăzut de potasiu și sodiu, de aceea el nu poate reprezenta o sursă de îmbogățire a solului cu aceste elemente (Tab.1). În comparație cu alte deșeuri organogene, nămolul orășenesc conține diverse metale grele. Multe dintre acestea sunt necesare plantelor ca microelemente nutritive, iar lipsa lor pe solele cu agricultură intensivă conduce la diminuarea cantitativă și calitativă a recoltelor. Astfel, nămolul orășenesc se caracterizează ca un îngrășământ complex, cu toate elementele biofile necesare. Comparativ cu gunoiul de bovine cu așternut, care este acceptat ca îngrășământ organic

etalon, nămolul orășenesc din geotuburi conține, la aceeași umiditate, de peste două ori mai mult azot, de trei ori mai mult fosfor și cu 20% mai multă materie organică.

**Tablelul 1.** Compoziția chimică a nămolului orășenesc din mun. Chișinău deshidratat prin geotuburi, raportată la masa cu umiditate naturală

Ingredientul, unitatea de măsură	Conținutul depistat		
	mediu	minim	maxim
pH	7,4	7,1	7,8
Umiditatea, %	65,1	45,4	81,5
Substanță organică, %	17,4	13,6	21,1
Cenușă, %	21,8	10,1	33,5
Carbon, %	8,7	6,8	10,6
Azot total, %	0,83	0,69	0,96
N-NO <sub>3</sub> , mg/100 g	3,90	2,41	6,41
N-NH <sub>4</sub> , mg/100 g	63,2	30,2	71,1
Fosfor total, %	0,99	0,94	1,05
Fosfor mobil (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), mg/100 g	146	125	168
Potasiu total, %	0,29	0,20	0,38
Calciu total, %	2,07	1,86	2,27
Magneziu total, %	0,49	0,14	0,85
Sulf total, %	0,34	0,15	0,52
Sodiu total, %	0,02	0,01	0,04

**Încărcătura nămolului cu metale grele.** Conținutul de metale grele din nămolul orășenesc, deși mare în comparație cu alte îngrășăminte organice, este într-un raport relativ optimal față de azot și necesitățile plantelor. Dintre elementele benefice pentru culturi se remarcă manganul, borul, molibdenul și zincul. Alte elemente, ca nichelul, cobaltul, cuprul, cromul, se găsesc în cantități ce depășesc necesitățile plantelor de 37-65 ori, comparativ cu conținutul în azot al nămolului, iar cele precum arsenul, cadmiul, mercurul, plumbul sunt vădit toxice pentru plante.

**Necesitatea în timp a nămolului și a solului tratat cu acesta.** După compoziția sa chimică, nămolul orășenesc de la stațiile de epurare ale apelor uzate din Republica Moldova nu depășește concentrațiile maxime admise stabilite prin Hotărârea Guvernului nr. 1157/2008 (Tab. 2). Utilizarea nămolului se va realiza de fiecare dată cu analiza sa chimică preventivă, precum și a solului tratat, în vederea monitorizării dinamicii conținutului de elemente biofile și metale grele.

**Tablelul 2.** Conținutul mediu și concentrațiile maxime admise (CMA) ale formelor totale de metale grele în nămolul orășenesc și în solurile Republicii Moldova, mg/kg masă uscată

Specificarea indicatorilor	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Cr	Co	Mn
Conținutul mediu în sol (Кирилюк, 2006, c. 29-30)	0,41	32	39	20	71	0,19	91	13	790
CMA în sol	3	140	75	300	300	1,5	100	50	1500
Conținutul mediu în nămol	22	209	115	24	460	-	43	9	300
CMA în nămol	40	1750	400	1200	4000	25	-	-	-
CMA ce poate fi introdusă anual în solurile agricole	0,15	12	3	15	30	0,1	1	-	-

Monitorizarea prin analize chimice a nămolului ce urmează a fi încorporat, precum și a solului fertilizat cu acesta, este necesară nu numai din considerentul că multe dintre elemente nu sunt corelate cantitativ cu necesitățile plantelor, dar și pentru că concentrația lor în nămol poate varia mult. Mai mult decât atât, după toate tratamentele descrise, în nămol pot rămâne în stare viabilă anumite mezoorganisme parazitare pentru om și animale, cei mai rezistenți dintre acestea fiind helminții, după prezența cărora se estimează starea sanitară a nămolului. Având în vedere toate acestea, nămolul pregătit pentru

folosire și solul tratat se vor analiza periodic sub aspectul dinamicii principalilor indici agrochimici, al concentrației de metale grele și al prezenței helminților.

**Recoltarea probelor de nămol pentru analize.** Din platforma (grămada) de nămol de până la 1000 tone se recoltează 3 probe medii, iar din platforma de peste 1000 tone se recoltează 6 probe medii, care se analizează separat. Proba medie se extrage dintr-un punct reprezentativ al platformei pe toată înălțimea ei, cu sonda pedologică pe adâncimea fiecărui strat de 20 cm. Probele parțiale de la toate adâncimile unei sonde se amestecă pe o peliculă. Din amestec se ia o probă medie cu masa de circa 1 kg, care se introduce în două pungi de celofan, îmbrăcate una în alta. Eticheta probei se pune în punga exterioară. Din pungi se elimină aerul, iar ele se leagă și se păstrează, până la expediere, într-un loc rece și întunecos. Ulterior, după același procedeu se efectuează recoltarea celorlalte probe medii. Probele recoltate și etichetate se transportă în laborator cât mai repede posibil. Până la analize și pe durata efectuării lor, probele înregistrate se păstrează în frigider. În eticheta probei se va înregistra: 1) denumirea materialului; 2) locul de amplasare al platformei (grămezii); 3) volumul sau masa grămezii; 4) durata de stocare; 5) data recoltării probei; 6) numele executorului.

**Metodele aplicate la analiza nămolului.** Pentru nămolul orășenesc, la fel ca și pentru celelalte îngrășăminte organice solide, sunt indicate următoarele metode de analiză: umiditate – GOST 26713-85; materia organică – GOST 27980-88; cenușă – GOST 26714-85; azot total – GOST 26715-85; azot amoniacal – GOST 26715-85; azot nitric calorimetric cu acid fenoldisulfonic, fosfor total – GOST 26717-85; potasiu total – GOST 26718-85; pH – GOST 27979-88; metalele grele – după metodele descrise de A. B. Кузнецов, А. П. Фесюн et al. (1989).

**Valabilitatea analizelor și certificarea nămolului ca îngrășământ.** O dată pe an, nămolul tratat și pregătit pentru folosire ca îngrășământ este supus analizelor privind umiditatea, materia organică, cenușa, azotul, fosforul și potasiul (forme totale), viabilitatea ouălor de helminți. O dată la 5 ani se verifică conținutul de metale grele (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr, Co, Mn). Rezultatele privind indicatorii agrochimici și prezența sau absența helminților sunt valabile timp de un an, cele privind concentrația de metale grele – timp de 5 ani. Fiecare lot de nămol pregătit pentru folosire ca îngrășământ trebuie să fie însoțit de un certificat care cuprinde rezultatele analizelor menționate, recomandări de utilizare, denumirea, adresa și datele de contact ale producătorului de nămol.

**Monitorizarea calității solului tratat cu nămol.** Anual, primăvara, pe parcursul unei perioade de 5 ani de la încorporarea nămolului, se recoltează probe medii de sol de la adâncimea 0-20 cm. O probă medie se compune din 20 de probe individuale și se recoltează de pe o suprafață de 5-10 hectare din solă. În probele medii de sol se va analiza conținutul de materie organică, azot amoniacal, azot nitric, fosfor și potasiu accesibil. În probele din primul și din al cincilea an se va analiza conținutul de cadmiu, cupru, nichel, plumb, zinc, mercur, crom, cobalt și mangan.

**Culturile agricole la care se administrează ca îngrășământ nămolul orășenesc.** Nămolul orășenesc se folosește ca îngrășământ organic la culturile agricole a căror producție valorificabilă nu se utilizează ca produs alimentar în stare proaspătă. Se recomandă ca nămolul să se aplice la porumb, sfecla de zahăr, sfecla furajeră, tutun, rapiță, păioase. Ca și celelalte îngrășăminte organice, nămolul se aplică toamna, înainte de lucrarea de bază a solului prin arătură cu răsturnarea brazdei.

**Dozarea nămolului orășenesc.** Doza de aplicare a nămolului la un hectar se calculează în funcție de conținutul de azot total. Cantitatea de azot total ce se administrează o dată cu nămolul pentru o perioadă de 3-5 ani nu trebuie să depășească 170 kg/ha azot. Aceasta se calculează după formula:

$$D=17:N,$$

unde **D** – doza de nămol cu umiditate naturală, t/ha; **N** – conținutul de azot în nămol, %; **17** – coeficientul ce include în calcul doza maximă admisă de azot și recalcularea nămolului din kilograme în tone. De exemplu, la aplicarea nămolului cu un conținut de 0,75% azot, doza va fi de 23 t/ha (17:0,75).

**Distribuirea pe suprafața solei preconizate pentru fertilizare.** Mașina de distribuit îngrășăminte organice solide (MIG6A, Triton, Simoseau, PTD-5, POI-6 etc.) se reglează la doza calculată conform fișei tehnice a mașinii. Mașina se verifică și pe teren cu una-două încărcături cântărite. Se numără căușele de nămol încărcate cu excavatorul în bena mașinii. După umplerea benei, nămolul încărcat se nivelează cu căușul excavatorului. Nivelul nămolului cântărit și nivelat se marchează pe pereții benei cu semne vizibile pentru excavatorist. Este necesar ca de fiecare dată să se încarce aceeași masă de nămol, același

număr de căușe. Nivelul nămolului încărcat trebuie să coincidă întotdeauna cu marcajul fixat pe pereții benei după încărcătura cântărită.

**Determinarea fâșiei de distribuire a nămolului dintr-o încărcătură.** Dacă se știe doza de aplicare a nămolului și masa de nămol încărcată în mașină, suprafața de teren pe care trebuie distribuită o încărcătură se calculează după formula:

$$S = 10000 M:D,$$

unde **S** – suprafața parcelei, m<sup>2</sup>; **M** – masa nămolului încărcat în mașină, t; **D** – doza nămolului, t/ha; **10000** – coeficientul de calculare a hectarului în metri pătrați.

De exemplu, dacă doza de aplicare a nămolului este de 23 t/ha, iar în mașina de distribuit gunoi se încarcă câte 5 tone, atunci o încărcătură de nămol trebuie distribuită pe 2174 m<sup>2</sup> (10000·5:23). După lățimea de împrăștiere a nămolului (măsurată în timpul verificării mașinii) se calculează lungimea fâșiei pe care se distribuie o încărcătură. Dacă lățimea de distribuire a nămolului este de 6 m, atunci lungimea fâșiei pe care se va distribui o încărcătură va fi de 362 m (2174 m<sup>2</sup>:6 m). Distribuirea este mai precisă, mai uniformă și mai comodă dacă în prealabil se fixează semne vizibile pe linia de deplasare a mașinilor, precum și la locul până unde acestea trebuie să ajungă cu distribuirea unei încărcături.

**Tehnica distribuirii.** La aplicare este necesară o distribuire cât mai uniformă a nămolului pe suprafața solului. Abaterea de la doza calculată nu trebuie să fie mai mare de 10%. Între fâșiile învecinate nu trebuie să rămână goluri, adică suprafețe neacoperite cu nămol. Totodată, marginile laterale ale fâșiilor învecinate trebuie să se suprapună pe o extindere cuprinsă între 10-17% din lățimea fâșiei. În mărimi absolute, pentru mașinile de capacitate medie (4-6 tone), marginile suprapuse vor fi cu lățimea de până la 1 m, iar pentru cele de capacitate mare – de până la 2 m. Mașina încărcată intră de la un colț al solei și distribuie nămolul de-a lungul unei margini relativ drepte a acesteia, deplasându-se până la semnele la care trebuie să se descarce în totalitate. Următoarea mașină începe distribuirea nămolului din locul unde precedentă a terminat încărcătura. Între capetele fâșiilor dintre mașini nu trebuie să rămână goluri sau suprapuneri de nămol pe o distanță mai mare de 1 m. Următoarea linie de deplasare a mașinilor trece paralel cu prima, la un interval egal cu lățimea de distribuire a îngrășământului, măsurat de la linia precedentă de deplasare a mașinii.

Îndată după distribuirea nămolului, în aceeași zi, solul fertilizat se discuieste în vederea încorporării preparatorii a nămolului și minimalizării pierderilor de amoniac și efectuarea cât mai rapidă a arăturii.

**Eficacitatea economică a aplicării nămolului orășenesc.** Cheltuielile pentru aplicarea nămolului orășenesc se deduc din cheltuielile pentru motorină (74%), amortizarea mașinii (17%) și salariul mecanizatorului (9%). Pentru încorporarea unei tone de nămol orășenesc fermentat se cheltuie, în medie, 260 lei (la o distanță de 3,0 km). La nivelul prețurilor din anul 2018, costul pentru fertilizare este, în medie, 1380 lei (80 \$).

**Tab. 3.** Eficacitatea economică a aplicării nămolului orășenesc ca îngrășământ, 20 t/ha

Specificarea indicatorilor și unitatea de măsură	Mărimea
1. Sporul recoltei totale pe patru ani de la 20t/ha nămol orășenesc, kg	3890
2. Valoarea sporului total pe patru ani, (3890 kg · 3,00 lei/kg), lei	11670
3. Cheltuieli pentru aplicarea nămolului orășenesc (260 lei/t·20 tone), lei	5200
4. Venitul net (11670-5200), lei	6470
5. Venitul specific pe 1 tonă nămol orășenesc (6470 : 20 : 4 ani), lei	81
6. Venitul specific pe 1 leu cheltuit (6470 : 5200), lei	1,24
7. Rentabilitatea cheltuielilor (6470 · 100: 5200), %	124
8. Termenul de recuperare a cheltuielilor (10660 · 100 : 23340 = 46 %), ani	2

De exemplu, factorul de calcul pentru 1 tonă de nămol la doza de 25 t/ha la distanța de 3,0 km este de 0,188 (260:1380) (Rusu, A. 2012). Cunoscând datele privind costul sporului de producție de la nămolul orășenesc încorporat și privind cheltuielile pentru aplicarea lui, se poate analiza, prin diferență, eficacitatea economică a nămolului ca îngrășământ. Calculele au demonstrat că aplicarea nămolului orășenesc în calitate de fertilizant pentru culturile de câmp este rentabilă (Tab. 3). Prețul de realizare a boabelor de

grâu de toamnă în luna iunie a anului 2019, conform datelor de la Bursa cerealelor din portul Constanța, a constituit 159 euro (3000,00 lei MD).

**Puncte-cheie pentru reușita utilizării durabile a nămolurilor orășenești.** Pentru utilizarea eficientă și durabilă a nămolurilor orășenești sunt necesare:

1. controlul permanent al rețelelor de colectare, care să asigure producerea unui nămol curat. Prima condiție pentru a obține nămoluri de calitate, care vor fi ușor acceptate pentru aplicarea pe terenurile agricole, ține de ceea ce se aruncă în apele uzate, mai ales produsele nocive;
2. informarea tuturor părților implicate privitor la procesele de tratare, la eventualele riscuri de contaminare a mediului, astfel încât folosirea nămolurilor orășenești să fie acceptată de agricultori și consumatori în cunoștință de cauză;
3. organizarea la nivel teritorial, printr-o repartizare rațională, a terenurilor agricole pe care se va aplica nămolul orășenesc; estimarea producției de nămol orășenesc ce trebuie distribuită pe terenurile agricole, a terenurilor disponibile în funcție de soluri, culturi și alte suprafețe;
4. controlul analitic bine organizat, care va garanta cunoașterea nămolurilor ce se folosesc și a solurilor receptoare; efectuarea regulată a analizelor pentru a cunoaște calitatea nămolului și a solului;
5. planificarea eficientă a aplicării nămolului orășenesc în vederea valorificării la nivel optim a proprietăților lui fertilizante. În acest sens este necesar un demers rațional pornind de la date agronomice precise care vor asigura rezultate bune pentru culturi în agricultura durabilă;
6. un cod al bunelor practici de aplicare a nămolurilor orășenești, conform căruia fiecare intervenient să facă exact ceea ce trebuie să facă. Precizarea procedurilor prin intermediul comunicării orale și în scris va permite cunoașterea acestora de către toți participanții și evitarea falselor manevre care ar putea sta la originea unor incidente;
7. un responsabil bine identificat care se va ocupa de organizarea șantierelor și va servi ca interlocutor pentru a ști la cine trebuie de adresat la nivel local și la nivel raional;
8. un organism independent care va valida datele furnizate de producătorul de nămoluri; crearea posibilităților de informare și sensibilizare a cetățenilor în raport cu eforturile depuse. Cunoașterea situației naționale privind asanarea și igienizarea apelor, a dificultăților întâmpinate și a soluțiilor aplicate vor permite conștientizarea protecției mediului.

## CONCLUZII


Respectarea întocmai a cerințelor stipulate în actualul model tehnologic va conduce neapărat la diminuarea esențială a poluării mediului, mai cu seamă a apelor de suprafață și a solurilor de pe terenurile agricole destinate fertilizării cu nămolul orășenesc, dar și la evitarea mirosului neplăcut din atmosferă. Respectarea dozelor științific argumentate de aplicare a nămolului și a spectrului de culturi agricole cultivate pe terenurile respective va favoriza menținerea și sporirea fertilității solului și a productivității culturilor de câmp cultivate pe aceste terenuri.


## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE


1. LEONARD, I., DUMITRU, M., VRÎNCEANU, Nicoleta, MOTELICĂ, D. M., TANASE, Veronica (2007). Metodologie de utilizare a nămolului orășenesc în agricultură. Timișoara: Solness. 194 p. ISBN 978-973-729-107-3.
2. LIXANDRU, Gh., FILIPOV, F. (2012). Îngrășăminte organice: protecția calității mediului. Iași: Ed. Ion Ionescu de la Brad. 444 p. ISBN 978-973-147-093-1.
3. MIHALACHE, M., DUMITRU, M., RĂDUCANU, Daniela, GAMENT, Eugenia (2006). Valorificarea în agricultură a nămolurilor orășenești. Timișoara: Solness, 169 p. ISBN 978-973-729-073-1.
4. PLĂMĂDEALĂ, V., RUSU, Al., BOUNEGRU, T. (2013). Compoziția chimică a formelor noi de deșeuri organogene provenite din sectorul zootehnic privat, gospodăria comunală și industria vinicolă. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 17-21. ISBN 1857-0003.
5. PLĂMĂDEALĂ, V., BOUNEGRU, T., SIURIS, A. (2013). Indicii agrochimici și potențialul fertilizator a deșeurilor provenite din sectorul zootehnic privat, gospodăria comunală și industria vinicolă. In: Știința agricolă, nr. 2, pp. 17-21. ISBN 1857-0003.
6. PLĂMĂDEALĂ, V., BULAT, Ludmila (2017). Modificarea indicilor agrochimici și agrofizici ai cernoziomului levigat sub influența nămolului orășenesc deshidratat în geotuburi. In: Solul și îngrășămintele în agricul-

- tura contemporană. In: Solul și îngrășămintele în agricultura contemporană : conf. ști. intern., 6-7 sept. 2017, Chișinău, pp. 121-124. ISBN 978-9975-71-927-8.
7. PLĂMĂDEALĂ, V., BULAT, Ludmila, RUSU, A. (2017). Nivelul recoltelor și calitatea producției plantelor de câmp la fertilizarea cu nămol orășenesc. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 52(1): Agronomie și Agroecologie, pp. 152-156. ISBN 978-9975-64-301-6,
  8. RUSU, A., PLĂMĂDEALĂ, V., SIURIS, A. et al. (2012). Ghid de utilizare a îngrășămintelor organice. Chișinău: Pontos. 116 p. ISBN 978-9975-51-300-5.
  9. КУЗНЕЦОВ, А. В., ФЕСЮН, А. П., САМОХВАЛОВ, С. Г., МАХОНЬКО, Э. П. (1989). Методические указания по определению тяжелых металлов почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. Москва: ЦИНАО. 57 с.

### INFORMAȚII DESPRE AUTORI

**PLĂMĂDEALĂ Vasile**  <https://orcid.org/0000-0001-9537-0458>  
doctor în științe agricole, conferențiar cercetător, Laboratorul Agrochimie, Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, Republica Moldova

**RUSU Alexandru**  <https://orcid.org/0000-0001-8418-8458>  
doctor habilitat în științe agricole, conferențiar cercetător, Laboratorul Agrochimie, Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, Republica Moldova

**BULAT Ludmila**  <https://orcid.org/0000-0003-4435-695X>  
cercetător științific, Laboratorul Agrochimie, Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, Republica Moldova

Data prezentării: 19.06.2020

Data acceptării: 04.08.2020