

CZU: 631.863

## NĂMOLUL ORĂȘENESC DIN GEOTUBURI – OPORTUNITĂȚI DE VALORIFICARE ÎN CALITATE DE FERTILIZANT

Vasile PLĂMĂDEALĂ, Alexandru RUSU, Ludmila BULAT

*Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, Republica Moldova*

**Abstract.** This paper describes the advantages of geotube dewatering technology of municipal sewage sludge in comparison with traditional technology on air drying beds. When using geotube technology, dehydration process occurs faster due to reagents that provide clogging sludge. Applying the technology of dehydrating the sludge in geotube leads to reducing: the time required for dehydration from 18 months up to one month; the surface of land required for the dehydration from 6.0 to 1.25 ha, and respectively, for storage, from 27.7 to 3.65 ha. The emission of toxic gases into the atmosphere is reduced from 1.4 to 6.2 times. Compared with the traditional technology of air drying beds, the sludge dehydrated in geotubes contains 2 times more carbon and total nitrogen. Total phosphorus content had a slight tendency to decrease, total potassium concentration increases with 1.76 times. One ton of dried sewage sludge stored in geotube and stocked for one year has the humidity of 65% and contains 151 kg of organic matter, 9.0 kg N, 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 2.9 kg K<sub>2</sub>O. Heavy metal content is below the maximum limits that are allowed by national regulations from 2008. The application of sewage sludge as a fertilizer provided a specific increase of the total yield over the two years of 100.5 kg cereal units per 1 ton of sewage sludge at the dose of 18 t/ha and 45.5 kg cereal units per 1 ton of sewage sludge at the dose of 36 t/ha.

**Key words:** Sewage sludge; Dehydration technology; Geotubes, Soil; Fertilizer

**Rezumat.** Lucrarea descrie avantajele tehnologiei de deshidratare a nămolului orășenesc din geotuburi prin comparație cu tehnologia tradițională pe paturi de zvântare. La utilizarea tehnologiei prin geotuburi, procesul de deshidratare se petrece mai rapid datorită reagenților care asigură închegarea nămolului. Aplicarea tehnologiei de deshidratare a nămolului prin geotuburi favorizează reducerea timpului necesar deshidratării - de la 18 luni până la o lună, a suprafeței terenurilor necesare pentru deshidratare - de la 6,0 la 1,25 ha și, respectiv, a terenurilor pentru depozitare - de la 27,70 la 3,65 ha. Eliminarea gazelor toxice în atmosferă se reduce de 1,4 - 6,2 ori. În comparație cu rezultatele obținute prin tehnologia tradițională pe paturi de zvântare, nămolul deshidratat în geotuburi conține de 2 ori mai mult carbon și azot total. Conținutul fosforului total are o tendință nesemnificativă de micșorare, concentrația potasiului total se mărește de 1,8 ori. O tonă de nămol orășenesc deshidratat în geotuburi și stocat pentru un an, cu umiditatea de 65%, conține 151 kg materie organică, 9,0 kg N, 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> și 2,9 kg K<sub>2</sub>O, forme totale. Conținutul de metale grele se află sub limitele maxime permise dereglementările naționale din anul 2008. Aplicarea nămolului orășenesc ca îngrășământ a asigurat un spor specific de recoltă totală pe parcursul a 2 ani de 100,5 kg unități cereale per tonă de nămol la doza de 18 t/ha și 45,5 kg unități cereale per tonă la doza de 36 t/ha.

**Cuvinte cheie:** Nămol orășenesc; Tehnologie de deshidratare; Geotuburi; Sol; Fertilizare

### INTRODUCERE

Societatea pe Acțiuni "Apă Canal Chișinău" împreună cu specialiștii din Olanda și Polonia au început în anul 2008 testarea procesării nămolului orășenesc prin metoda geotuburilor - saci utilizați pentru deshidratarea nămolului, ca procedeu de lichidare a mirosului neplăcut. Conform comunicatelor de presă a Primăriei municipiului Chișinău procesul de deshidratare a nămolului prin geotuburi se petrece rapid, în 7-20 zile, fiind catalizat de reagenți care asigură închegarea nămolului și eliminarea surplusului de apă.

În luna septembrie a anului 2009 a demarat Proiectul - pilot de deshidratare a nămolului în geotuburi, după care au urmat lucrările prevăzute în cadrul Proiectului de Executare „Geotuburi”. În cadrul proiectului - pilot au fost deshidratate circa 90 mii m<sup>3</sup> de nămol brut. În acest sens au fost utilizați 40 de saci de diferite dimensiuni, fiind ocupată o suprafață de doar 1,25 ha de teren. La utilizarea tehnologiei tradiționale, pe paturi de zvântare, ar fi fost nevoie de 6 ha. Nămolul pompat în această perioadă a fost deshidratat în decurs de o lună. Anterior, pentru deshidratare era nevoie de o perioadă de 18 luni.

După deshidratare, nămolul din geotuburi este evacuat la locul depozitării o dată pe an, în perioada rece a anului (lunile decembrie-februarie), când procesele de degajare a mirosului specific și de răspândire a infecțiilor este minimal. Asemenea metodă de deshidratare a nămolurilor se utilizează și în unele țări din Uniunea Europeană. Doar că în aceste țări metoda geotuburilor nu este utilizată pentru întreprinderi atât

de mari ca stația de epurare din Chișinău. În legătură cu producerea acestei forme de nămol orășenesc a apărut necesitatea studierii lui. Scopul acestei lucrări constă în caracterizarea tehnologică și agrochimică a nămolului orășenesc deshidratat prin metoda geotuburilor și testarea lui în calitate de fertilizant.

### MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările au fost efectuate în perioada anilor 2010–2013. Drept material de studiu a servit nămolul orășenesc deshidratat în geotuburi de la stația de epurare a apelor uzate din municipiul Chișinău, cu un termen de stocare mai mare de un an. Probele de nămol au fost recoltate și analizate în perioada octombrie 2011 – octombrie 2012, în total fiind analizate 6 probe.

Pentru testarea efectului pe care-l are nămolul orășenesc asupra creșterii plantelor și modificării însușirilor solului s-au fondat experiențe de câmp. S-au experimentat două doze de încorporare a nămolului - 18 t/ha și 36 t/ha, calculate după cantitatea 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 calculată de la masa umedă: pH – 7,05; umiditate – 46,4%; materie organică – 22,2%; 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> – 0,06%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mobil – 0,15%. Raportul C:N a fost de 12:1. Nămolul a fost aplicat toamna înainte de efectuarea arăturii. De efectul direct al nămolului a beneficiat mazărea pentru boabe. În anul doi al experienței s-a cultivat grâul de toamnă. În timpul vegetației s-au efectuat lucrări specifice de erbicidare și combatere a bolilor și dăunătorilor. Experiențele s-au fondat la Stațiunea Experimentală a IPAPS „Nicolae Dimo”, situată în comuna Ivancea, raionul Orhei pe cernoziom levigat cu textură luto-argiloasă, conținutul de humus 3,8–4,0%, fosfor mobil 18–20 ppm (metoda Macighin), potasiu schimbabil – 270 ppm, pH 6,7 și aciditate hidrolitică – 26,5 me/kg.

La analiza solului s-au folosit următoarele metode de determinare: a humusului – metoda Tiurin, a fosforului mobil – prin dozarea colorimetrică a extractului Macighin, a potasiului schimbabil – prin fotometrie în flacăra a aceluiași extract. La analiza nămolului orășenesc s-au folosit următoarele metode: pentru umiditate – GOST 26713-85; pentru materia organică – GOST 27980-88; pentru azotul total – GOST 26715-75; pentru fosforul total – GOST 26717-85; pentru potasiu total – GOST 26718-85; pentru N-NO<sub>3</sub> – după Grandval – Leaju; pentru N-NH<sub>4</sub> – GOST 26716-85. Prelucrarea statistică a rezultatelor obținute a fost efectuată după B. Dospehov (1979).

### REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analizând informația prezentată de furnizorul de apă din municipiul Chișinău, deshidratarea nămolului orășenesc prin metoda geotuburilor se dovedește a fi eficientă (Tab.1).

**Tabelul 1.** Analiza comparativă a metodelor de deshidratare a nămolului orășenesc într-un ciclu anual la stația de epurare a mun. Chișinău (datele SA "Apă Canal Chișinău")

Nr. crt.	Indicatorul, unitatea de măsură	Metoda geotuburilor	Metoda paturi de zvântare
1.	Timpul necesar pentru deshidratare, luni	1,0	18
2.	Suprafața terenului necesară pentru deshidratare, ha	1,25	6,00
3.	Teren necesar pentru depozitarea nămolului deshidratat, ha	3,65	27,7
4.	Eliminarea gazelor toxice în atmosferă de pe suprafața 1 ha pe parcursul unui an, kg:		
	a) Hidrogen sulfizat	85	530
	b) Metan	3 600	5 000

Utilizarea acestei metode a permis micșorarea suprafeței terenurilor utilizate pentru depozitarea nămolului deshidratat de 7,6 ori, a timpului necesar pentru deshidratare – de 18 ori și a terenului necesar pentru deshidratare – de 4,8 ori. Concomitent cu aceasta, s-a micșorat și eliminarea gazelor toxice în atmosferă de pe unitatea de suprafață într-un an: la metan – de 1,4 ori; la hidrogenul sulfurat – de 6,2 ori. Conform datelor prezentate de Societatea pe Acțiuni „Apă Canal Chișinău”, în ultimii doi ani la stația de epurare se acumulează anual 110–115 mii m<sup>3</sup> de nămol deshidratat prin geotuburi, cu umiditatea de 78–82%. Apele de canalizare conțin la intrarea în geotuburi circa 96% umiditate, iar

după 40–45 de zile procentul de umiditate scade până la 78–82%. Evacuarea nămolului deshidratat din geotuburi la depozitul de fermentare se efectuează anual în lunile decembrie-februarie.

Rezultatele analizelor chimice efectuate cu probele de nămol deshidratat și stocat mai mult de un an sunt prezentate în tabelul 2.

**Tabelul 2.** Compoziția chimică a nămolului orășenesc deshidratat prin metoda geotuburilor la stația de epurare a apelor uzate din mun. Chișinău, raportată la masa cu umiditate naturală

Ingredientul analizat și unitatea de măsură	x?	Min	Max	S	V %	Sx	Sx %	Δx (+,-)
pH	7,4	7,1	7,8	0,5	6,7	0,35	4,8	1,1
Umiditate, %	65,1	45,4	81,5	16,4	25,2	8,2	12,6	26,2
Substanță organică, %	15,1	3,6	21,1	4,2	27,8	2,1	13,9	6,7
Cenușă, %	19,7	10,1	33,5	13,2	66,8	6,6	33,4	17,9
Carbon, %	7,6	6,8	10,6	2,1	27,8	1,0	13,9	3,4
Azot total, %	0,90	0,69	0,96	0,1	11,1	0,05	5,5	0,2
N-NO <sub>3</sub> , ppm	39,0	24,1	64,1	2,12	54,4	1,06	27,2	34,0
N-NH <sub>4</sub> , ppm	63,2	30,2	71,1	15,1	23,8	6,8	10,7	21,8
Fosfor total, %	0,99	0,94	1,05	0,05	4,5	0,02	0,002	0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -mobil, ppm	1450	1250	1680	0,12	0,02	0,06	33,3	20
Potasiu total, %	0,29	0,13	0,38	0,14	38,0	0,04	7,3	0,1
Calciu total, %	2,07	1,86	2,27	0,19	9,0	0,05	2,4	0,1
Magneziu total, %	0,42	0,14	0,85	0,31	73,0	0,08	19,0	0,2
Sulf total, %	0,30	0,15	0,52	0,14	45,0	0,04	13,3	0,1

Note: x - valoarea medie aritmetică; min - valoarea minimală întâlnită; max - valoarea maximală întâlnită; S - abaterea standard a mediei; V - coeficientul de variație; Sx - precizia mediei în mărimi absolute; Sx% - precizia relativă a mediei; Δx - intervalul de siguranță a mediei la probabilitatea 95%.

Nămolul studiat se caracterizează printr-o reacție slab alcalină. Valoarea pH-ului variază de la 7,1 până la 7,8, media alcătuită 7,4 unități. Abaterea standard a pH-ului este de 0,5%, iar coeficientul de variație - 6,7%. Umiditatea alcătuiește, în medie, 65,1%, cu o abatere standard de 16,4% și coeficientul de variație 25,2%. Conținutul substanțelor organice la umiditatea naturală a nămolului alcătuiește 15,1%. Abaterea standard a conținutului substanțelor organice este de 4,2%, iar coeficientul de variație - 27,8%. Coeficientul de variație a substanței organice față de cea uscată constatată de noi alcătuiește în medie 41%. Rezultate asemănătoare au fost obținute de savanții din România și din alte țări (Lixandru, Gh., Filipov, F. 2011).

Compoziția chimică demonstrează că nămolul orășenesc este o sursă importantă de materie organică și de elemente nutritive pentru sol și pentru plantele agricole. Nămolul orășenesc este foarte bogat în azot total, 0,90%, dar mai cu seamă în fosfor - element insuficient pentru 76 la sută din solurile agricole ale republicii (Andrieș, S., 2007). Conținutul fosforului total calculat la masa cu umiditate naturală este de 0,99%, cu o posibilă variație de la 0,94 la 1,05%. Abaterea standard a valorii medii în mărimi absolute este de 0,05%, iar coeficientul de variație - de 4,5%. Nămolurile orășenești au un conținut foarte scăzut de potasiu și sodiu, aceste elemente fiind eliminate, în cea mai mare parte, odată cu efluentul, de aceea ele nu pot reprezenta o sursă de potasiu pentru îmbogățirea solului cu acest element (Lixandru, Gh., Filipov, F., 2011). Nămolul studiat conține, în medie, 0,29% K<sub>2</sub>O raportat la masa cu umiditate naturală. Formele mobile de azot și fosfor alcătuiesc aproximativ 14–17% din conținutul lor total (Tab. 2).

Nămolul orășenesc, în comparație cu alte deșeuri organogene, conține diverse metale grele. Multe dintre acestea (Mn, Zn, Cu, B, Mo) sunt necesare plantelor ca microelemente nutritive. De multe ori, pe solurile cu agricultură intensivă, lipsa acestor microelemente conduce la diminuarea cantitativă și calitativă a recoltelor (Banaru, A. et al. 2003). Din acest punct de vedere, nămolul orășenesc se caracterizează ca un îngrășământ complex, care include toate elementele biofile.

Conținutul de metale grele din nămolul orășenesc al municipiului Chișinău este mult mai scăzut decât maximele admise de reglementările naționale în vigoare (Măsurile de protecție a solului... 2008) (Tab. 3). Cu toate acestea, metalele nocive pentru organismele vertebrate (Cd și Pb) sunt în cantități minime. De menționat că limitele maxime permise de reglementările naționale din anul 2008 sunt mai

puțin severe decât cele stabilite de Consiliul Comunității Europene prin Directiva 86/278/1988, după cum rezultă din tabelul 3.

**Tabelul 3.** Conținutul de metale grele din nămolul orășenesc obținut la stația de epurare Chișinău, ppm

Proveniența nămolului	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr	Mn
Pat-uri de zvântare	-	415	92	53	1120	511	401
Geotuburi	22	209	115	24	460	43	441
LMA (CE)	10	1000	300	750	2500	1000	-
LMA (RM)	40	1750	400	1200	4000	-	-

LMA (CE) – limite maxime admise de Directiva CE 86/278/1988.

LMA (Republica Moldova) – limite maxime admise în Republica Moldova (RM).

Sursa principală de metale grele sunt apele uzate de la întreprinderile industriale. Datorită modificărilor, din ultimii 10–15 ani în structura și volumele de producție ale întreprinderilor industriale din municipiul Chișinău s-au micșorat volumele apelor uzate și a scăzut și concentrația metalelor grele. Efectuând o analiză comparativă a tehnologiilor de deshidratare a nămolului orășenesc la stația de epurare a municipiului Chișinău și influența lor asupra compoziției nămolului (Tab. 4) putem menționa că la aplicarea tehnologiei geotuburilor, perioada de deshidratare este mai redusă comparativ cu tehnologia clasică. Conținutul carbonului și azotului total raportat la masa uscată a fost de circa două ori mai mare (21,8–11,4% și 2,58–1,41%). Conținutul fosforului total a avut o tendință de micșorare nesemnificativă – cu circa 10%, de la 3,13 până la 2,84%. Concentrația potasiului total a crescut de 1,8 ori, de la 0,47 până la 0,83%. Raportul carbon:azot este la același nivel (8:1) în cazul ambelor tehnologii, ceea ce se încadrează în limitele optime de asigurare a plantelor cu azot.

**Tabelul 4.** Analiza comparativă a compoziției chimice a nămolului orășenesc de la stația de epurare a municipiului Chișinău

Nr. crt.	Ingredientul analizat și unitatea de măsură	Tehnologia de deshidratare a nămolului			
		Geotuburi		Pat-uri de zvântare	
		Umiditatea naturală, %	Masa uscată	Umiditatea naturală, %	Masa uscată
1	Umiditatea, %	65,1	-	36,9	-
2	Substanță organică, %	15,1	43,3	14,4	22,8
3	Cenușă, %	19,7	56,4	48,7	77,1
4	Carbon, %	7,6	21,8	7,2	11,4
5	Azot total, %	0,90	2,58	0,89	1,41
6	N-NO <sub>3</sub> , ppm	39,0	112	65	103
7	N-NH <sub>4</sub> , ppm	632	1810	62	98
8	Fosfor total, %	0,99	2,84	1,98	3,13
9	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - mobil, ppm	1450	4154	2980	4720
10	Potasiu total, %	0,29	0,83	0,30	0,47

Nămolurile obținute de la epurarea apelor uzate orășenești se deosebesc esențial de îngrășămintele organice tradiționale nu numai după conținutul total al elementelor nutritive, dar și în privința formelor mobile, ușor accesibile plantelor. Din acest punct de vedere ele seamănă mai mult cu îngrășămintele industriale și deci pot influența benefic asupra plantelor încă din primul an de acțiune (Banaru, A. et al. 2003).

Testările în câmp ale nămolului orășenesc deshidratat prin metoda geotuburilor au demonstrat că în primul an de acțiune a nămolului recolta de mazăre boabe a crescut semnificativ, sporul fiind de 400 kg la doza de 18 t/ha și de 650 kg/ha la dublarea dozei (Tab. 5).

În anul doi de acțiune recolta grâului de toamnă s-a mărit considerabil. La doza de 18 t/ha producția de boabe a fost cu 34% mai înaltă decât la varianta martor, sol nefertilizat. Pe parcelele pe care s-au aplicat câte 36 t/ha de nămol, sporul de recoltă a constituit 22%, adică de 1,5 ori mai puțin decât la varianta tratată cu 18 t/ha. Aceste rezultate, pe lângă faptul că solicită cercetările cauzei, ne avertizează privitor la majorarea dozelor de nămol. S-ar putea ca acest fenomen să se refere numai la grâu sau culturile semănate în rânduri dese. Sperăm că în următorii ani aceste întrebări vor fi soluționate prin

**Tabelul 5.** Influența nămolului orășenesc asupra recoltei de mazăre și grâu de toamnă cultivate pe cernoziom levigat, kg/ha

Varianta	2012, primul an de acțiune. Mazăre boabe			2013, al doilea an de acțiune. Grâu de toamnă			Recolta totală pe 2 ani în unități cereale	Sporul de recoltă pe 2 ani în unități cereale	
	Recolta	Sporul de recoltă		Recolta	Sporul de recoltă			kg/ha	%
		kg/ha	%		kg/ha	%			
Martor	2900	-	-	3970	-	-	7450	-	-
Nămol orășenesc (18 t/ha)	3300	400	14	5300	1330	34	9260	1810	24
Nămol orășenesc (36 t/ha)	3550	650	22	4830	860	22	9090	1640	22
DL 5%, kg/ha	-	320	-	-	640	-	-	-	-

observații și analize mai aprofundate. Îngrășămintele organice, dar mai ales nămolul orășenesc, solicită cercetări în experiențe multianuale.

Revenind la discutarea rezultatelor obținute, constatăm că recolta totală pentru doi ani la variantele fertilizate cu nămol a constituit 9090 – 9260 kg/ha în comparație cu 7450 t/ha la varianta nefertilizată. Sporul specific de recoltă de la 1 tonă de nămol a fost de 100,5 kg unități cereale în cazul dozei 18 t/ha și 45,5 kg /t la doza de 36 t/ha. Aceasta ne face să credem că dozele mici de 18–20 t/ha nămol, vor fi mai eficiente atât din punct de vedere agronomic, după cum rezultă din experiențe, cât și în plan economic, întrucât vor fi utilizate cantități mai mici de nămol pentru unitatea de teren.

Având un conținut relativ înalt de materie organică și de elemente nutritive, nămolul orășenesc a contribuit la îmbunătățirea unor însușiri fizice, chimice și biologice ale solului. Datele din tabelul 6 reprezintă media determinărilor în probele de sol recoltate în primăvara primului și al doilea an de acțiune a nămolului.

**Tabelul 6.** Modificarea conținutului materiei organice și al formelor accesibile de fosfor și potasiu din sol sub influența nămolului orășenesc aplicat (media de doi ani, stratul arabil)

Varianta experienței	Materie organică, %		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm		K <sub>2</sub> O, ppm	
	Conținutul	Diferența	Conținutul	Diferența	Conținutul	Diferența
Martor	3,90	-	24,5	-	280	-
Nămol orășenesc, 18 t/ha	4,12	0,22	35,8	11,3	350	70
Nămol orășenesc, 36 t/ha	4,25	0,35	43,8	19,3	360	80

În limita așteptărilor și legităților stabilite s-a manifestat procesul de transformare a materiei organice, încorporate cu nămolul orășenesc. S-a observat o majorare semnificativă, cu 0,22-0,35% de la masa solului, a conținutului de materie organică în stratul arabil la variantele fertilizate. Conținutul de fosfor mobil a crescut, în comparație cu varianta nefertilizată, cu 11–19 ppm, iar cel de potasiu schimbabil – cu 70-80 ppm. Aceste majorări a fosforului și potasiului accesibil pentru plante se datorează nu numai cantităților aplicate de nămol, dar și influenței solubilizatoare a nămolului asupra rocilor și mineralelor din sol ce conțin fosfor și potasiu. Spre exemplu, la nivelul de 0,29% K<sub>2</sub>O total cu 18 t nămol s-a încorporat în stratul arabil 52,2 kg K<sub>2</sub>O, ceea ce corespunde mărimii de 22 mg/kg sol (22 ppm). Deci, în total s-a încorporat cu nămolul - 22 ppm K<sub>2</sub>O total, dar în solul acestei variante s-a găsit 70 ppm K<sub>2</sub>O accesibil. Forma accesibilă a potasiului a depășit mai mult de 1,4 ori (70:50) cantitatea de potasiu total încorporată cu nămolul.

**Tabelul 7.** Conținutul de metale grele (forme totale) din solul fertilizat cu nămol orășenesc, ppm (stratul arabil)

Varianta	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr	Mn	Mo
Martor	0	14	20	89	32	70	894	0,66
Nămol orășenesc, 18 t/ha	1,5	18	18	107	38	80	755	0,71
Nămol orășenesc, 36 t/ha	1,6	18	20	89	37	75	857	0,64
LMA*	3	140	75	300	300	100	1500	3

LMA\* = limitele maxime admise în sol. (HG. MO nr.193-194 din 28.11.2008)

Metalele grele din sol (forme totale) au suportat puține schimbări. În comparație cu varianta nefertilizată se observă o creștere a conținutului de Cd – cu 1,5-1,6 ppm, Cu – cu 4 ppm și Cr – cu 7 ppm (Tab.7), însă concentrația lor nu depășește limitele maxime admise în sol.

## CONCLUZII

Stația de epurare a apelor uzate din municipiul Chișinău produce anual 110–115 mii m<sup>3</sup> de nămol deshidratat în geotuburi cu umiditatea de 78–82%. După un an de la stocare, umiditatea scade până la circa 65%, ceea ce-l face din punct de vedere tehnologic bun pentru transportare și aplicare ca îngrășământ. Într-o tonă de nămol orășenesc deshidratat în geotuburi și stocat timp de un an se conțin 151 kg de materie organică, 9,0 kg de azot total, 9,9 kg de fosfor total, 2,9 kg de potasiu și 20,7 kg de calciu. Conținutul de metale grele se află sub limitele maxime admisibile. În comparație cu tehnologia clasică, la deshidratarea nămolului prin geotuburi timpul necesar deshidratării se reduce de 18 ori, suprafața terenului de deshidratare – de 4,8 ori, suprafața terenului de stocare – de 7,6 ori și eliminarea gazelor toxice în atmosferă – de 1,4–6,2 ori. Deshidratarea prin geotuburi a majorat de circa doua ori conținutul carbonului, azotului și potasiului total și l-a redus pe cel al fosforului total în nămolul orășenesc cu circa 10 %.

Aplicarea nămolului orășenesc deshidratat prin geotuburi ca îngrășământ, la doza de 18 t/ha, a asigurat în doi ani un spor total de producție de 1810 kg/ha cereale convenționale. La doza de 36 t/ha nămol sporul de recoltă a fost cu 2 la sută mai mic. Sporul specific de recoltă la 1 tonă de nămol aplicată a constituit 100,5 kg și, respectiv, 45,5 kg unități cereale convenționale.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANDRIEȘ, S., 2007. Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură. Chișinău: Pontos, 374 p. ISBN 978-9975-102-23-0.
2. BANARU, A. et al., 2003. Utilizarea nămolurilor de la epurarea apelor uzate orășenești la fertilizarea solurilor. In: Bilanțul activității științifice a USM în anii 2000-2002. Chișinău. pp. 341-342.
3. DOSPEHOV, B.A., 1979. Metodika polevogo opyta. Moskva: Kolos. s. 216-220.
4. LIXANDRU, Gh., FILIPOV, F., 2011. Îngrășăminte organice. Protecția calității mediului. Iași: Ed. „Ion Ionescu de la Brad”. 303 p. ISBN 978-973-147-093-1.
5. Măsurile de protecție a solului în cadrul practicilor agricole: reglementare tehnică. Aprobata prin hotărârea Guvernului RM nr 1157 din 13.10.2008. In: Monitorul Oficial al RM, nr. 193-194, pp. 12-17.

Data prezentării articolului: 28.07.2014

Data acceptării articolului: 02.10.2014