

TESTE CHIMICE ORIENTATIVE DE MONITORIZARE A INTERACȚIUNII UNOR MATERIALE ORGANICE CU PARȚEA MINERALĂ A ORIZONTURILOR PEDOGENETICE DIN SERE SI SOLARII

**F. FILIPOV¹, D. BULGARIU²,
Laura BULGARIU³**

¹Universitatea de Științe Agricole și Medicină
Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” Iași
e-mail: ffilipov@univagro-iasi.ro;

²Universitatea „Al.I.Cuza”,
Facultatea de Geografie și Geologie, Iași
e-mail: dbulgariu@yahoo.com

³Universitatea Tehnică „Gh.Asachi”,
Facultatea de Inginerie Chimică, Iași
e-mail: lbulg@ch.tuiasi

In function of soils characteristics and the organic material used in composting process, the mixture ratio between these and the conditions in which occurs the decomposition processes of organic matter (aerobic or anaerobic), the compounds resulted from composting processes are different, both as type and as weight.

From this point of view, the data from literature cannot be generalized, these being characteristic for certain type of soil and for specific conditions. In consequence, the determination and differentiation methods of compounds resulted from composting processes have more a particular character and, most time a limited applicability in practice. In this paper are presented several utile chemical tests, both in establish of compounds nature which are eliminated in composting processes and for to obtain of some information about the evolution way of composting process of organic materials.

The tests proposed by as are based on the capacity of some chemical reagents to react selective with organic and inorganic compounds which contains sulphur, nitrogen and phosphorous. The practical sensibility (pDp) of tested reactions is conditioned by the nature of used reagent, chemical-mineralogical characteristics of soil samples and work conditions.

The tests have been realized on: (i) gas compounds resulted from organic compounds decomposition by direct and indirect reactions, after gas capitation in solutions adequate for their retention; (ii) the extracts obtained from solid phase after experiments. As reagents were used sulphanilic acid + α -naftilamine, diphenylamine, p-nitro-diazobenzen chloride, sodium nitroprusiate, p-amino-dimethylamine, antimony tartrate and cadmium acetate.

Keywords: *compost; humification; chemical tests.*

Compostarea materialelor organice de origine vegetală, asociate frecvent cu cele de origine animală și uneori cu cele de origine industrială, este un proces de descompunere și de sinteză a constituenților organici, asemănător cu procesul de humificare [2, 4, 11, 13]. Una dintre principalele deosebiri dintre cele două procese constă în faptul că procesul de compostare a materialelor organice are loc pe platforme special amenajate la suprafața solului, iar căldura rezultată în urma proceselor de descompunere a componentilor organici se degajă în mediu extern (în atmosferă). Căldură rezultată în urma procesului de humificare a materialelor organice din sol contribuie la încălzirea solului și influențează activitatea biologică din mediul edafic [9, 11, 16, 19]. Deosebirile menționate dintre cele două procese sunt relative întrucât, în unele cazuri, căldura degajată din descompunerea materialelor organice brute este utilizată la încălzirea solului din răsadnițe sau compușii energetici rezultați în urma fermentației metanice (biogazul) sunt utilizați ca sursă de energie.

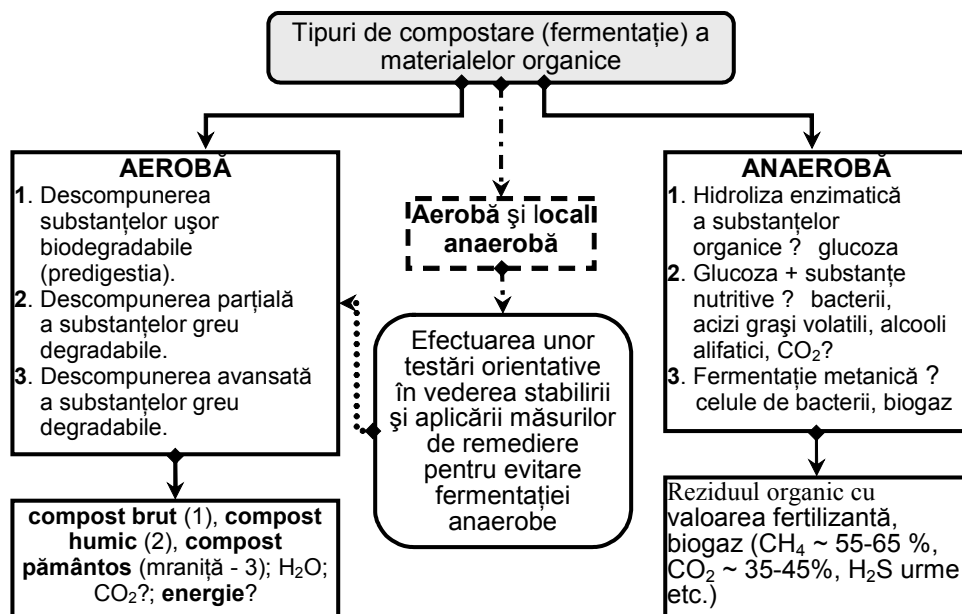


Figura 1. Tipuri de compostare (fermentație) a materialelor organice

În unele privințe, depunerea la suprafața solului a materialelor organice din areale forestiere și humificarea lor ulterioară se aseamănă cu procesul de compostare. O deosebire importantă între procesul de compostare și cel de humificare constă în heterogenitatea compozițională mai mare a materialelor utilizate la obținerea compostului (paie, coceni, tulpini de floarea soarelui, rumeguș, hârtie, diferite buruieni etc.) [4, 11, 13].

Materialele organice supuse humificării sunt dispersate în masa solului sau la suprafața acestuia, iar în urma formării compușilor humici rezultă și compuși organominerali. Compostarea materialelor organice are loc într-un spațiu mai restrâns cu mai multe intervenții antropice (menținerea unei conținut de apă în

domeniul optim, asigurarea unei aerații corespunzătoare, adăugarea de materiale organice sau minerale pentru corectarea valorii raportului carbon / azot etc.). Cu toate că materialele organice provenite din vegetația ierboasă sau forestieră se descompun în timp, prin compostarea dirijată a acestora perioada de obținere a unui compost humic se micșorează considerabil. Obținerea unui compost humic, cu însușiri asemănătoare substanțelor humice, implică și asigurarea unor condiții corespunzătoare de aerație în toată perioada în care au loc procese de descompunere și de sinteză compușilor organici cu stabilitate mai mare decât constituenții organici primari din care provin. Asigurarea condițiilor optime de aerație impune monitorizarea continuă a evoluției procesului de fermentație aerobă sau anaerobă (fig. 1) [1, 8, 21].

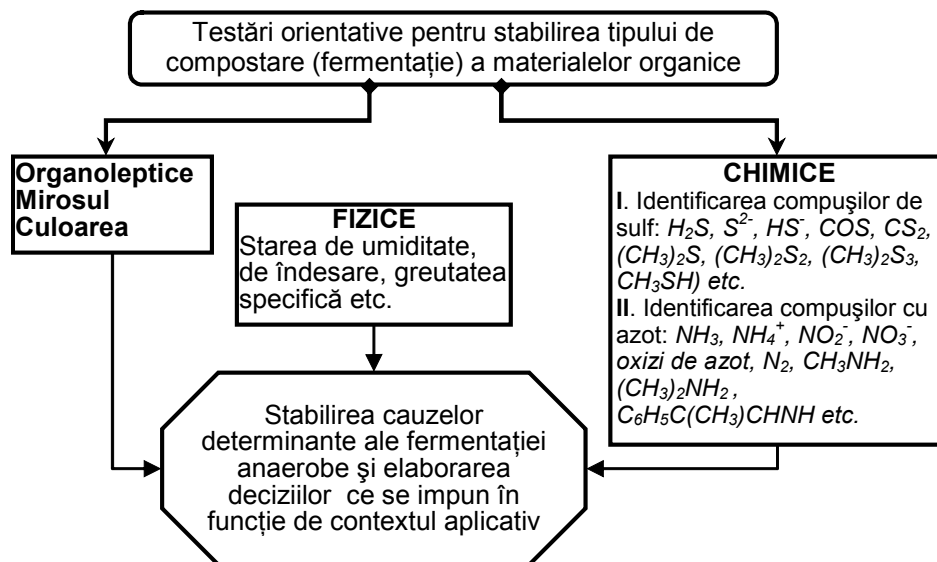


Figura 2. Teste orientative pentru stabilirea tipului de compostare (fermentație) a materiei organice

Gama de compuși care rezultă din procesele de compostare este extrem de variată, atât în ceea ce privește natura compușilor chimici, cât și în ceea ce privește conținuturile lor. În funcție de caracteristicile solurilor și a materialului organic supus procesului de compostare, raportul de amestecare dintre acestea, condițiile în care au loc procesele de descompunere a materiei organice (aerob sau anaerob) etc., compușii rezultați din procesele de compostare diferă, atât ca tip, cât și ca pondere (fig. 1, 2) [3, 11, 12, 13]. Din acest punct de vedere, datele care există în literatură nu pot fi generalizate, acestea fiind caracteristice pentru un anumit tip de sol și pentru anumite condiții. În consecință, metodele de determinare și diferențiere a compușilor rezultați din procesele de compostare au mai mult caracter particular și, de multe ori, o adaptabilitate redusă în practică [1, 8, 15, 20].

În această lucrare sunt prezentate o serie de teste chimice utile, atât în stabilirea orientativă a naturii compușilor care se elimină în procesele de compostare, cât și pentru obținerea unor informații referitoare la modulul de

evoluție a procesului de compostare a materialelor organice. Testele propuse de noi se bazează în principiu pe capacitatea unor reactivi chimici de a reacționa selectiv cu compușii organici și anorganici care conțin sulf, azot și fosfor. Selectivitatea acestor teste este condiționată de natura reactivului utilizat, caracteristicile chimico-mineralogice ale solurilor și condițiile de lucru. Rezultatele preliminare prezentate în această lucrare reprezintă o completare utilă a metodelor de monitorizare și control a evoluției procesului de compostare existente în literatura de specialitate [14, 17, 18]. Studiile efectuate de noi au avut în vedere o simplificare a procedeelelor de lucru fără a reduce însă precizia, sensibilitatea și selectivitatea acestora.

MATERIALE ȘI METODE

Probele de lucru. Pentru realizarea studiilor s-au utilizat două probe de sol cu caracteristici fizico-chimice diferite (tab. 1). Probele de sol au fost uscate la etuvă (70°C, 3 ore), mărunțite în mojar de agat și apoi trecute prin sita de 0,100 mm. Pentru lucru s-au reținut fracțiunile granulometrice < 0,100 mm, care au reprezentat 98,56 - 99,31 % din masa probelor de sol brute. Înainte de începerea testărilor probele de sol au fost supuse unor analize chimice și fizico-chimice (tab. 1), după metodologia obișnuită de analiză a solurilor [5, 6].

Tabelul 1

Caracteristicile fizico-chimice ale probelor de sol utilizate la efectuarea studiilor

Specificatii	Proba de sol A	Proba de sol C
Tip de sol	Antrosol hortic	Antrosol hortic
Orizontul	Ck	Aho
pH(H ₂ O)	6,15	7,62
Total carbon organic, %	1,36	5,57
NH ₄ ⁺ , μg / g	0,5772	0,7395
NO ₃ ⁻ , μg / g	0,6820	0,4340
SO ₄ ²⁻ , μg / g	2,2094	1,8251
T, mEchiv.g / 100 g sol	21,62	36,45
Minerale argiloase, %	14,81	29,50
Carbonați, %	7,27	2,63

Materialul organic utilizat pentru realizarea studiilor s-a obținut prin amestecare în cantități egale de paie de grâu, coceni de porumb (în prealabil mărunțite), rumeguș din lemn de brad (fără scoarță) și mranită pentru răsadnițe. Suma acestora a constituit cca 30 % din masa probelor (amestecurilor) studiate (tab. 2).

Aparatura și procedeul de lucru. Cantități bine determinate din probele de sol și amestecul de materiale organice (tab. 2) au fost omogenizate și introduse în instalația experimentală (fig. 3), unde au fost umectate cu apă distilată fierbinte (60-65°C). Pentru controlul temperaturii în instalație au fost montate două termometre, unul pentru măsurarea temperaturii în stratul de material solid și unul pentru măsurarea temperaturii în atmosfera din microreactor. Compușii volatili rezultați din descompunerea materialului organic au fost captați în soluții de H₂SO₄ 1 % (reținere: NH₃, SO₃ + SO₂), FeSO₄ (28 g în 64 mL apă distilată, acidulată cu 8,5 mL H₂SO₄ concentrat; reținere: oxizi de azot), NaOH 1 % (reținere: CO₂, SO₂ + SO₃) plasate în vase de absorbție (fig. 1). Procesul de descompunere a fost urmărit pe durata a 35 de zile. Testările au fost efectuate pe: (i) compușii gazoși rezultați din descompunerea

materialelor organice, prin reacții directe cu reactivii impregnați în hârtie de filtru și plasate în interiorul microreactorului și prin reacții indirecte după captarea gazelor în vasele de adsorbție, (ii) extractele obținute din faza solidă din microreactor după încheierea experimentelor – acestea s-au obținut prin amestecarea a 25 g fază solidă cu 50 mL HCl 0,1 M urmată de agitare magnetică cca 1 oră. Pentru fiecare reactiv testat (tab. 3) s-a estimat limita de recunoaștere în condițiile experimentale.

Tabelul 2

Detaliile tehnice privind testările efectuate

Proba	[g] amestec ⁽¹⁾	[g] sol	mL H ₂ O	T _{inițial} , °C	T _{final} , °C	$\bar{T}$, °C
A	97,3404	69,8138	10	28,55	63,75	44,19
C	102,5163	72,0641	10	30,20	60,15	41,53

⁽¹⁾Sol + amestec vegetal. T_{inițial}, T_{final} – temperatura în faza solidă din microreactor în momentul începerii, respectiv în momentul opririi experimentului, $\bar{T}$ - temperatura medie în faza solidă din microreactor pe durata realizării experimentului (35 zile).

Testul I. S-a urmărit identificarea anionului NO₂⁻ din extractele clorhidrice cu acid sulfanilic (1 % în acid acetic 30 %) și α-naftilamină (0,5 % în acid acetic 30 %). Testul se poate realiza pe placă de reacție sau sticlă de ceas fără o pretratare a extractului. Prezența anionului NO₂⁻ este indicată de apariția unei colorații roșii. Procedul poate fi adaptat și pentru determinări cantitative prin metoda colorimetrică.

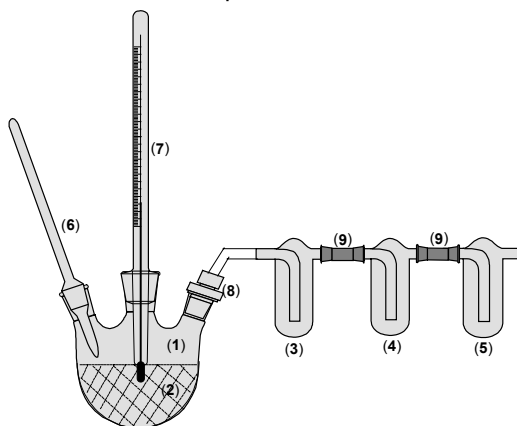


Figura 3. **Schema de principiu a instalației experimentale:** (1) microreactor, (2) amestec solid, (3) vas de absorbție cu soluție de H₂SO₄, (4) vas de absorbție cu soluție de FeSO₄, (5) vas de absorbție cu soluție de NaOH, (6), (7) termometre, (8) manșon pentru racordarea vaselor de absorbție, (9) manșoane de conectare a vaselor de absorbție

Testul II. S-a urmărit identificarea anionului NO₃⁻ din extractele clorhidrice cu difenilamină (25 mg NH₄Cl + 9 mL apă distilată + 25 mg difenilamină în 25 mL acid H₂SO₄ concentrat). La 1 mL extract clorhidric se adaugă 1-2 cristale de Na₂SO₃ și 0,5 mL H₂SO₄ 6 N, se agită vasul de reacție (eprubetă sau pahar Berzelius de 25 mL) și se lasă în repaus cca 15 minute. Se adaugă apoi 3-5 mL soluție de reactiv. Prezența anionului NO₃⁻ este indicată de apariția unei colorații albastre. Procedul poate fi adaptat și pentru determinări cantitative prin metoda colorimetrică.

Testul III. S-a urmărit identificarea ionului NH₄⁺ din extractele clorhidrice cu p-nitro-azobenzen (1 g p-nitroanilină dizolvată la cald în 20 mL HCl; după răcire se diluează cu 160 mL apă distilată, se agită puternic 20-30 minute și se adaugă în porțiuni mici 20 mL NaNO₂ 2,5 %; reactivul este stabil 48 ore). Testul se poate efectua

pe placă de reacție sau sticlă de ceas: la 1 picătură de extract se adaugă 1 picătură de reactiv și se alcalinizează cu 1-2 granule de CaO. Prezența ionului de amoniu este indicată de apariția unui inel de culoare roșie în jurul granulelor albe de CaO. Reacția poate fi adaptată și pentru determinarea amoniacului gazos – în acest caz se prepară o bandă de hârtie de filtru prin tratare cu soluție de reactiv și soluție 10 % de NaOH.

Tabelul 3

Reactivii utilizați pentru testări și scopul urmărit

Reactiv	Nr. test	Compuși vizati	Procedeu de determinare		
			Direct ⁽¹⁾	Soluție ⁽²⁾	Extract ⁽³⁾
Acid sulfanilic + α -naftilamină	I	NO_2^-	-	+	+
Difenilamina	II	NO_3^-	-	+	+
Clorură de p-nitro-diazobenzen	III	NH_4^+	+	-	+
Nitroprusiat de sodiu	IV	S^{2-} ; H_2S	+	-	+
p-Amido-dimetilanilina	V	H_2S	+	-	+
Tartrat de stibiu	VI	S^{2-} ; H_2S	+	-	+
Acetat de cadmiu	VII	S^{2-} ; H_2S	+	-	+

⁽¹⁾Determinare directă prin reacție cu reactivii impregnați în hârtie de filtru în interiorul microreactorului. ⁽²⁾Determinare indirectă după absorbția produșilor gazoși în vasele de adsorbție. ⁽³⁾Determinare directă în extract din faza solidă din microreactor.

Testul IV. S-a urmărit identificarea ionului S^{2-} din extractele clorhidrice și a H_2S din atmosfera microreactorului cu nitroprusiat de sodiu (soluție apoasă 1 %; reactivul este stabil 2 zile). Testul se poate efectua pe placă de reacție sau sticlă de ceas: la 1 picătură extract se adaugă 1 picătură de amoniac și 1 picătură de reactiv. Prezența ionului S^{2-} este indicată de apariția unei colorații roșii. Reacția poate fi adaptată și pentru determinarea H_2S gazos – în acest caz se prepară o bandă de hârtie de filtru prin tratare cu soluție de reactiv și expunere 1-2 minute la vaporii de amoniac.

Testul V. S-a urmărit identificarea ionului S^{2-} din extractele clorhidrice și a H_2S din atmosfera microreactorului cu p-amido-dimetilanilina. Testul se poate efectua pe placă de reacție sau sticlă de ceas: 1 picătură din extract se adaugă 1-2 picături de HCl concentrat și 1 cristal de reactiv. După dizolvarea acestuia se adaugă 1-2 picături de FeCl_3 0,1 %. Prezența anionului S^{2-} este indicată de apariția unei colorații albastre. Reacția poate fi adaptată și pentru identificarea amoniacului gazos.

Testul VI. Permite obținerea unor informații orientative referitoare la condițiile de aerație (aerobe sau anaerobe) prin testarea prezenței sulfurilor metalelor grele și în general a compușilor anorganici cu sulf. Într-un pahar Berzelius se iau 2,5-5 g compost și se tratează cu 15-20 mL HCl 18 %. Se acoperă paharul Berzelius cu o sticlă de ceas pe care a fost fixată o bandă de hârtie de filtru tratată în prealabil cu o soluție 1 % de tartrat de stibiu. La tratarea compostului cu HCl concentrat sulfurile metalice și parțial compușii organici cu sulf sunt transformați în H_2S care colorează reactivul în nuanțe de roșu-portocaliu. Testul poate fi efectuat și cu extractul clorhidric, însă sensibilitatea este mult mai mică.

Testul VII. Este similar ca procedeu de lucru și obiective testului VI. Reactivul utilizat în acest caz este o soluție 1 % de acetat de cadmiu. Prezența ionului S^{2-} și / sau a H_2S este indicată prin apariția unor colorații galbene.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Datele existente în literatura de specialitate și observațiile proprii referitoare la substanțele volatile rezultate în urma fermentației anaerobe a unor materiale

organice, au indicat faptul că în categoria compușilor organici volatili (responsabile de cele mai multe ori de apariția mirosurilor neplăcute din arealele situate în proximitatea unor depozite de materiale organice aflate în descompunere) sunt incluși: (i) *alcooli*: metanol, etanol, 2-propanol, butanol propanol, izobutanol, izopropanol; (ii) *acizi carboxilici*: acid propionic, butiric, izobutiric, izovaleric, aromatici, hidroxi-acizi și amino-acizi; (iii) *heterocicli cu azot*: indol, scatol, pirazin; (iv) *amine organice*: metilamină, etilamină, trimetilamină, amine alifactice superioare; (v) *compuși carbonilici*: formaldehidă, acetaldehidă, propionaldehidă, butiraldehidă, valeraldehidă, heptalaldehidă, octalaldehidă, decaaldehidă, izobutilaldehidă, diacetil, hexanol, cetone, 3-peptone; (vi) *mercaptani*: metil-mercaptan; (vii) *sulfuri organice*: dimetil-sulfat, dieti-sulfat; (viii) *esteri*: etil-formic, metil-acetat, propil-acetat, butil-acetat, izopropil-acetat și (ix) *compuși gazoși*: CO₂, CH₄, NH₃, H₂S etc. Identificarea și dozarea întregului spectru de compuși rezultați în procesul de compostare este o problemă extrem de dificilă, soluționabilă prin aplicarea unor procedee de lucru laborioase [8, 11, 12, 14, 17]. În practică, testele expeditivă cu caracter calitativ se bazează în special pe identificarea compușilor anorganici cu sulf și azot (NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, NH₃, SO₄²⁻, S²⁻, HS⁻, oxizi de azot și sulf etc.) [7, 8, 10, 13, 15, 18] (tab. 3). De obicei, viteza de formare a compușilor de acest tip, respectiv raportul cantitativ dintre aceștia, este corelată cu evoluția procesului de compostare a materialelor organice [1, 11, 13].

Testul I. Este simplu de realizat, rapid și specific pentru anionul azotit (nitrit). Reacția nu este interferată de alți compuși cu caracter reducător și nici de alte specii anorganice sau organice ale azotului. Testul poate fi jenat de prezența Fe²⁺ în extract de la concentrații > 0,05 moli / L. Efectul acestora poate fi eliminat prin tratarea extractului cu câteva picături de acid tartric (0,5 %). Ionii Fe³⁺, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻ nu jenează reacția. Sensibilitatea reacției este mai mică în cazul probei de sol cu un conținut mai ridicat de compuși organici (humus) și mai ridicată în cazul solului cu un conținut mai ridicat de carbonat (fig. 4). Nu se poate stabili însă o corelație directă între sensibilitatea reacției și conținutul de humus, respectiv carbonat din probele de sol.

Testul II. Este relativ ușor de realizat și poate fi specific pentru anionul azotat (nitrat) în absența altor compuși oxidanți din extract. Reacția este interferată de: NO₂⁻, Fe³⁺, MnO₄²⁻, CrO₄²⁻ etc. Efectul acestora poate fi eliminat prin reducere cu Na₂SO₃ în mediu de H₂SO₄. În aceste condiții reacția devine specifică și selectivă pentru anionul azotat. Anionul Cl⁻ mărește sensibilitatea reacției, iar ionii Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻ nu jenează reacția.

Testele I și II aplicate pe soluțiile de captare a oxizilor de azot din vasele de absorbție (FeSO₄ în H₂SO₄ și NaOH – fig. 3) nu dau rezultate pozitive. De asemenea, testele I și II pot fi aplicate și în cazul solurilor sărăturoase.

Testul III. Este specific pentru ionul amoniu numai în absența aminelor organice și a fenolilor (de obicei, acești compuși nu apar în extractele clorhidrice). Reacția este jenată de substanțele cu caracter puternic oxidant. În cazul solurilor cu un conținut mai ridicat de substanțe organice (humus) reacția poate fi negativă. În cazul solurilor cu conținuturi mai ridicate de carbonați (cazul solului C) reacția are

o sensibilitate mai ridicată (fig. 4). Ionii Fe^{2+} , Fe^{3+} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- nu influențează selectivitatea și sensibilitatea testului. Aplicarea acestui test la identificarea amoniacului gazos din atmosfera microreactorului nu a dat rezultate pozitive acceptabile.

Tabelul 4

Reactivii utilizați pentru testări și rezultatele obținute

Reactiv	Nr. test	Compuși vizați	sol			
				Procedeu	Rezultat	pDp
Acid sulfanilic + α -naftilamină	I	NO_2^-	A	Extract	+	5,11
			C		+	6,05
Difenilamina	II	NO_3^-	A	Extract	+	3,37
			C		+	4,72
Clorură de p-nitro-diazobenzen	III	NH_4^+	A	Extract	+	2,90
			C		+	5,64
Nitroprusiat de sodiu	IV	S^{2-} ; H_2S	A	Extract	+	5,08
			C		+	3,60
p-Amido-dimetilanilina	V	H_2S	A	Direct ⁽¹⁾	+	2,59
			C		+	4,15
Tartrat de stibiu	VI	H_2S ; S^{2-}	A	Direct ⁽¹⁾	+	2,27
			C		+	3,70
Acetat de cadmiu	VII	H_2S ; S^{2-}	A	Direct ⁽¹⁾	+	1,80
			C		+	2,59

⁽¹⁾Determinare directă prin reacție cu reactivii impregnați în hârtie de filtru și plasate în interiorul microreactorului. pDp – sensibilitatea practică a reacției.

Testul IV. Testul este specific pentru anionul S^{2-} . Anionul HS^- și H_2S liber nu dau această reacție. În mediu amoniacal colorația poate varia de la roșu-deschis la roșu-violet, în funcție de concentrația anionului S^{2-} , respectiv a H_2S . Testele efectuate cu bandă de hârtie de filtru impregnată cu reactiv au dat rezultate pozitive chiar la concentrații foarte mici de H_2S ($< 1 \mu\text{g} / \text{dm}^3$). În plus, testul permite realizarea unei diferențieri rapide între compușii cu sulf organici și cei anorganici. În cazul solurilor cu un conținut mai ridicat de compuși organici sensibilitatea testului este mai ridicată decât în cazul solurilor carbonatice (fig. 4). Ionii Fe^{2+} și Fe^{3+} pot influența sensibilitatea testului numai de la concentrații $> 0,02 \text{ moli} / \text{L}$ în extract, iar ionii Ca^{2+} și Mg^{2+} reduc sensibilitatea acestui test. Nu se pot stabili însă corelații directe între conținutul de compuși organici, respectiv carbonați și sensibilitatea testului. Ionii Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- nu influențează selectivitatea testului.

Testul V. Este specific anionului S^{2-} și în special H_2S liber. În ultimul caz sensibilitatea reacției este mai ridicată. Compușii organici cu sulf, HS^- și polisulfurile nu dau reacție pozitivă. Ionii Fe^{3+} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , NH_4^+ , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- nu influențează sensibilitatea. Sensibilitatea testului este mult mai mare în cazul solului cu un conținut mai ridicat de compuși organici. Testul poate fi aplicat și în cazul solurilor sărăturoase.

Testul VI. Este specific anionului S^{2-} și în special H_2S liber, în ultimul caz sensibilitatea reacției fiind mai mare. În plus, testarea H_2S în stare gazoasă nu este interferată de alți compuși. În cazul aplicării testului pe extractele clorhidrice, ionii

Fe^{2+} , Fe^{3+} , o serie de metale grele și compuși organici cu sulf (în special sulfurile organice și mercaptani), chiar la concentrații mici, reduc foarte mult sensibilitatea.

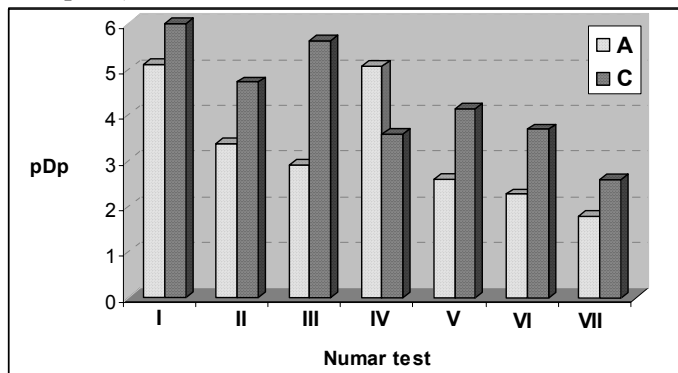


Figura 4. Variația sensibilității practice a testelor efectuate în funcție de tipul de sol (detalii în tabelele 1 și 4)

Testul VII. Este specific pentru anionul S^{2-} și în special pentru H_2S liber. În ultimul caz sensibilitatea reacției este mult mai mare. În extract clorhidric acest test are o sensibilitate mai ridicată decât testul VI, însă selectivitatea este mai redusă.

CONCLUZII

1. Identificarea și dozarea întregului spectru de compuși rezultați în procesul de compostare este o problemă extrem de dificilă, soluționabilă prin aplicarea unor procedee de lucru laborioase. În practică, testele expeditivă cu caracter calitativ se bazează în special pe identificarea compușilor anorganici cu sulf și azot (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , NH_3 , S^{2-} , HS^- , SO_4^{2-} , oxizi de azot și sulf etc.). De obicei, viteza de formare a compușilor de acest tip, respectiv raportul cantitativ dintre aceștia, este corelată cu evoluția procesului de compostare a materialelor organice.

2. Rezultatele preliminare prezentate în această lucrare reprezintă o completare utilă a metodelor de monitorizare și control a evoluției procesului de compostare existente în literatura de specialitate.

BIBLIOGRAFIE

1. Bernal, M.P., Paredes, C., Sanchez-Montero, M.A., Cegarra, J., 1998 – *Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide-range organic wastes*. Bioresour. Technol., 63, 91-99.
2. Borlan, Z., Hera, C., 1973 – *Metode de apreciere a stării de fertilitate a solului în vederea folosirii raționale a îngrășămintelor*. Ed. Ceres, București.
3. Brye, K.R., Norman, J.M., Bundy, L.G., Gower, S.T., 2001 – *Nitrogen and Carbon Leaching in Agroecosystems and Their Role in Denitrification Potential*. J. Environ. Qual., 30, 58-70.
4. Filipov, F., 2005 – *Pedologie*. Ed. „Ion Ionescu de la Brad”, Iași.
5. Florea N., Bălăceanu V. (coord.), 1987 - *Metodologia elaborării studiilor pedologice* (vol. I-III). I.C.P.A. București.

6. Foth, H.D., Withee, L.V., Jacobs, H.S., 1976 - *Soil science laboratory manual*. W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, 10 wo.
7. Fox, R.L., Olson, R.A., Rhoads, H.F., 1964 – *Evaluating the sulphur status of soils by plants and soil tests*. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 28, 243-246.
8. Frost D.I., Toth, B.L., Hoitink H.A.J., 1992 – *Quality control indicator – Compost stability*. Biocycle, 33, 62-66.
9. Harris, R.F., Arnold, S.M. 1995 – *Redox and energy aspects of soil bioremediation*, p. 55-87. In: H.D.Skipper and R.F.Turco (rd.) *Bioremediation: Science and applications*. SSSA Spec. Publ. 43, ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
10. Hoef, R., Walsh, L.M., Keeney, D.R., 1973 – *Evaluation of various extracts for available soil sulphur*. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 37, 401-404.
11. Inbar, Y., Chan, Y., 1990 – *Humic substances formed during the composting of organic matter*. Sol. Sci. Soc. Am. J., 54, 1316-1323.
12. Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982 – *Total carbon, organic carbon, and organic matter*, p. 539-579. In A.L.Page et al. (ed.): *Methods of soil analysis. Part 2* (2nd ed). Agron. Monogr. 9. ASA and SSA, Madison, WI.
13. Papacoste P., Zelinschi C., Dancău H., Popa E., Bonef G., 1986 - *Tehnologia compostării dirijate a nămolului de porci rezultat din crescătoriile de tip industrial cu ajutorul biopreparatelor*. În „Valorificarea pentru producția vegetală a nămolurilor și apelor uzate de la complexe zootehnice”. Centrul de materiale didactice și propaganda agricolă. Redacția de propaganda tehnică agricolă, București p.127 – 138.
14. Schnitzer, M., Schuppli, P., 1989 - *Method for the sequential extraction of organic matter from soil and soil fractions*. Journal of the American Soil Science Society, 53 (5), 1418-1424.
15. Spencer, K., Freney, J.R., 1960 – *A comparison of several procedures for estimating the sulphur status of soil*. Aust. J. Agric. Res., 11, 948-959.
16. Suzuki, I., 1974 – *Mechanisms of inorganic oxidation and energy coupling*. Ann. Rev. Microbiol., 28, 85-101.
17. Swift, R.S., 1996 - *Organic matter characterization*. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods* (eds. D.S.Sparks, J.M.Bartels, and J.M.Bigham), 1018-1020, Soil Science Society of America.
18. Tabatabai, M.M., 1982 – *Sulfur*, p. 501-538. In: A.L.Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
19. Thompson, D.C., Smiley, R.W., Craven Fowler, M., 1983 – *Oxidation status and gas composition of wet turfgrass thatch and soil*. Agron. J., 75, 603-609.
20. Tiedje, J.M., 1982 – *Denitrification*, p. 1011-1026. In: A.L.Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
21. Wu, L., Ma, L.Q., 2001 – *Effects of Sample Storage on Biosolids Compost Stability and Maturity Evaluation*. J. Environ. Qual., 30, 222-228.