

CZU 631.879.2:631.412 (478)

POSTACȚIUNEA UTILIZĂRII SISTEMATICE A APELOR UZATE DE LA CREȘTEREA PORCINELOR ASUPRA PROPRIETĂȚILOR FIZICO-CHIMICE ALE CERNOZIOMULUI OBIȘNUIT

V. PLĂMĂDEALĂ

Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo” mun. Chișinău

Abstract: This paper focused on the particular interest regarding the influence degree of wastewater from pig breeding farms, applied systematically, during 15-20 years, on the degree of soil supply with nutrients and production increase of the crops cultivated on this type of land. During long-lasting experiences, it was practiced the direct effect and systematic use of wastewater in a dose of 2400 m³/ha. The data from systematic soil fertilization (1977-1992) allowed finding out that the humus content in the layer of 0-100 cm increased on average by 0.93%, the nitrate reached the values of 4-7 mg/100 g soil, which is 2-3 times higher than the maximum admissible concentration. Also, there were excessively increased mobile forms of phosphorus (8.4 mg/100 g soil) and potassium (181 mg/100 g soil) content, which exceeds the optimal norm by 2 and 6 times accordingly. The extremely high K₂O content of sodium enrichment led to moderate arable layer and low profile of the entire investigation. 15 years later, after the fertilization with wastewater (2007 year) finished, there remained a high content of humus, mobile phosphorus and potassium which positively influenced soil fertility. Also, K₂O content decreased by 2.5 times and moderate solonetz soil became weak solonetz or non-solonetz arable and deep layer.

Keywords: Exchangeable cations, Humus, Systematic fertilization, Sodium enrichment, Wastewater.

INTRODUCERE

În perioada dezvoltării intensive a sectorului zootehnic la întreprinderile de ramură se formau și se acumulau volume mari de ape uzate, care anterior erau utilizate pe terenurile agricole din jurul complexelor respective. Unul din cele mai eficiente și raționale procedee de utilizare a apelor uzate este folosirea lor în calitate de îngrășăminte lichide în asolamente intensive cu culturi furajere. Aplicarea lor în doze anuale optime, ecologic argumentate conduc la sporirea fertilității solului și productivității culturilor agricole (S. Abramov, 1979; N. Andreev, 1981), iar microflora patogenă din apele uzate, încorporate în sol, se distruge în rezultatul proceselor biologice (I. Bacanov, I. Lukianenko, 1977; Z. Boiko, 1985). Folosirea rațională a apelor uzate provenite din zootehnie, conduc la formarea unei baze furajere trainice de protecție a mediului ambiant.

Pe terenurile agricole, unde s-au utilizat apele uzate, s-a creat un regim satisfăcător de elemente nutritive. Prezintă un interes deosebit nivelul de influență a apelor uzate de la complexele de porcine, aplicate sistematic, în decurs de 15-20 ani, asupra gradului de asigurare a solului cu elemente nutritive și majorării producției culturilor agricole cultivate pe aceste terenuri.

Scopul lucrării constă în studierea postacțiunii apelor uzate de la complexul de porcine, utilizate sistematic, asupra principalelor proprietăți ale cernoziomului obișnuit.

MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările au fost efectuate în perioada 1977-2007 în experiența de lungă durată din comuna Cimișeni, raionul Criuleni. Obiectul de studiu este cernoziomul obișnuit cu textura argilo-lutoasă, conținutul de humus în stratul arabil 4,44%, azot total 0,25%, fosfor mobil 1,8 mg/100 g sol, potasiu schimbabil 36,5 mg/100 g sol (metoda Macighin), suma bazelor schimbabile este mare – 31,5 mc/100 g sol și reacția extractului apos neutră PH-7.2. Experiența a decurs în trei repetări. Suprafața parcelelor 1296 m² (36m x 36m). Ca sursă de fertilizare am utilizat apele uzate de la complexul de porcine. S-au testat următoarele doze: 400; 800; 1600 și 2400 mc/ha. Apele uzate au fost încorporate prin aspersiune cu agregatul Sigma-50, anual la prelucrarea de bază a solului și în perioada de vegetație la ierburile perene. Compoziția apelor uzate: reziduu total – 4,77 g/l; substanțe organice – 1,10-2,3 g/l; azot total 0,33-0,53 g/l; fosfor total – 0,15 g/l; potasiu – 0,46-0,60 g/l. Pe fondurile organizate în perioada de studiu s-a cultivat: lucernă, porumb + soia, porumb pentru siloz, floarea-soarelui, lucernă, porumb la siloz, grâu de toamnă, orz de toamnă, porumb boabe.

La analiza solului s-au folosit următoarele metode de determinare: humusul – metoda Tiurin; azotul

– după Kjeldahl; fosforul total – metoda Ginzburg; N-NO₃ – după Grandval – Leaju; fosforul mobil – prin dozarea calorimetrică după Macighin; potasiu schimbabil - după Macighin prin fotometrarea în flacără; cationii de schimb – metoda Ivanov; PH - metoda potențiomtrică; alcătuirea structurală, cernere uscată – metoda de cernere prin site; alcătuirea structurală, cernerea umedă – metoda Savinov; extractul apos – GOST 26428-85. La analiza apelor uzate s-au folosit următoarele metode: substanțele organice – GOST 27980-88; azotul total – GOST 26715-75; fosforul total – GOST-26717; potasiu total – GOST 26718-85.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Apele uzate provenite din sectorul zootehnic sunt un produs secundar de la creșterea bovinelor, porcinelor, păsărilor și altor animale. Ele reprezintă un amestec din fecale, urină, resturi de hrană, apă potabilă și tehnologică de spălare îmbibată cu agenți chimici folosiți la dezinfecție, nisip și alte impurități. Compoziția chimică a apelor uzate variază în funcție de specia animalelor și păsărilor, vârsta lor, tipul și felul nutrețurilor consumate, sistemul de întreținere, modul de dezinfecție. Prezența unor cantități de elemente fertilizante și marea lor accesibilitate pentru plante fac ca apa uzată să fie considerată un îngrășământ lichid complex azoto – potaso – fosfatic (V. Plămădeală et al., 1997; A. Rusu et al., 2012). În rezultatul cercetărilor efectuate în Laboratorul Îngrășăminte Organice și Fertilizarea Solului al Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo” s-a constatat o variație a conținutului de elemente nutritive și substanțe organice în apele uzate (tab. 1).

Tabelul 1. Conținutul elementelor nutritive în apele uzate provenite din zootehnie și industria alimentară (V. Plămădeală, V. Vrabie 2001; A. Rusu, V. Plămădeală et al., 2012)

Tipul apelor uzate	Umiditatea	Substanță organică	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Suma NPK
	%		kg/mc			
De la bovine	98,7	0,6	0,78	0,23	1,18	2,19
De la porcine	97,2	0,4	0,79	0,09	0,80	1,68
De la fermele avicole	99,1	0,51	0,91	0,11	1,41	2,43
De la producerea alcoolului	98,8	0,57	0,90	0,034	2,95	3,88

Influența fertilizatoare a apelor uzate a fost menționată în multiple cercetări efectuate în diferite condiții pedoclimatice, în care a fost stabilită eficacitatea lor ca îngrășământ organo-mineral (V.Vrabie, 1991; M. Curkan, 1985). Rezultatele numeroaselor experiențe au demonstrat, că apele uzate au o acțiune fertilizatoare înaltă asupra tuturor plantelor cultivate, mai cu seamă celor furajere. În lucrarea dată prezentăm rezultatele obținute la utilizarea sistematică, timp de 15 ani a apelor uzate, în doză de 2400 mc/ha anual și postacțiunea acestei doze, după 15 ani de la încetarea aplicării lor asupra principalelor proprietăți ale cernoziomului obișnuit.

Rezultatele obținute ne-au demonstrat, că conținutul apei higroscopice se micșorează pe profil cu adâncimea de la 5,0 – 5,3% în orizonturile humisfere până la 4,5 – 4,6% în roca parentală, iar coeficientul de higroscopicitate scade de la 9,4 – 10,1 până la 8,5-8,9. Valorile densității aparente se majorează lent în adâncime de la 1,25-1,28 g/cm³ în stratul 0-20 și 20-40 până la 1,49-1,55 g/cm³, în stratul 60-80 cm după 15 ani de la aplicare sistematică (a.1992) și de la 1,17-1,27 g/cm³ până la 1,48-1,52 g/cm³, după 15 ani de la încetarea aplicării sistematice a apelor uzate (a.2007).

Datele privind alcătuirea structurală a cernoziomului obișnuit la utilizarea sistematică a apelor uzate sunt prezentate în tabelul 2. Stratul arabil se caracterizează cu structura de calitate bună la aplicarea sistematică și mijlocie după 15 ani de la încetarea aplicării sistematice, iar agregatele structurale mici și mari dispun de o hidrostabilitate mare și foarte mare. Structura stratului postarabil este bulgăroasă, nesatisfăcătoare. Structura naturală a stratului 35-54 cm, nemodificat prin arătură, este bună, iar hidrostabilitatea structurală a agregatelor – foarte mare. Hidrostabilitatea mare a agregatelor structurale indică că solul dispune de un potențial ridicat de formare a unei structuri agronomic valoroase de tipul celei din stratul nemodificat prin arătură.

Tabelul 2. Alcătuirea structurală a cernoziomului obișnuit la aplicarea sistematică a apelor uzate de la complexul de porcine (numărător – cernerea uscată; numitor – cernerea umedă)

Adâncimea (cm)	Diametrul elementelor structurale (mm); conținutul (%)				Calitatea structurii (cernere uscată)	Hidrostabilitatea structurii
	>10	< 0,25	Suma 10 – 0,25	Suma >10 + >0,25		
Aplicarea a 2400 mc/ha, pe parcursul a 15 ani. A. 1992						
0 – 20	<u>18</u>	$\frac{7}{37}$	$\frac{75}{63}$	$\frac{25}{37}$	Bună	Mare
20 – 40	<u>20</u>	$\frac{5}{32}$	$\frac{75}{68}$	$\frac{25}{32}$	Bună	Mare
Postacțiunea apelor uzate, după 15 ani de la încetarea aplicării						
Ahp1 0 - 24	48,5	$\frac{0,5}{22,0}$	$\frac{49}{22}$	Mijlocie	Foarte mare	Mare
Ahp2 24-35	<u>67</u>	$\frac{0,3}{20,8}$	$\frac{32,1}{69,2}$	$\frac{67,9}{20,8}$	Nesatisfăcătoare	Mare
Ahk 35 - 54	32,0	$\frac{0,5}{20,8}$	$\frac{71,5}{75,9}$	$\frac{32,5}{20,8}$	Bună	Foarte mare

Datele medii privind schimbarea proprietăților chimice ale cernoziomului obișnuit sunt prezentate în tabelele 3, 4 și 5. Stratul arabil al solului studiat, până la fondarea experienței se caracterizează prin următoarele valori ale indicilor ecopedologici: humus – 4,44%; CaCO₃ – 1,43%; densitatea aparentă – 1,20 g/cm³; fosfor mobil – 1,8 mg/100 g sol; azot total – 0,22%; potasiu schimbabil – 36,5 mg/100 g sol; Ca⁺⁺ schimbabil – 28,5 mc/100g sol; Mg⁺⁺ schimbabil – 3,0 mc/100 g sol. Ca rezultat al conținutului înalt de substanță organică în apa uzată (1,1 – 2,3 g/l) de la complexul de porcine conținutul de humus în stratul 0 – 100 cm al cernoziomului obișnuit, fertilizat 15 ani cu această apă, s-a majorat cu circa 0,93%.

Majorări semnificative ale conținutului de humus se evidențiază pe întreg profilul humifer al solului – cu circa 1,37% pentru stratul 0 – 50 cm și 1,14% pentru stratul 50 – 100 cm. După 15 ani de la începerea fertilizării conținutul de humus în acest sol continuă să rămână înalt, cu toate că s-a micșorat cu circa 0,64% în stratul 0 – 50 cm și 0,50% în stratul 50 – 100 cm. Viteza medie anuală de micșorare a conținutului de humus pe parcursul a 15 ani constituie cca 0,04%. Majorarea conținutului de humus este un factor pozitiv al acțiunii și postacțiunii apelor uzate de la complexul zootehnic asupra solului studiat.

Tabelul 3. Acțiunea și postacțiunea apelor uzate de la complexul de porcine încorporate în sol în doză de 2400 mc/ha asupra conținutului de humus în cernoziomul obișnuit, %

Adâncimea standard, cm	Conținutul de humus		
	Până la aplicarea apelor uzate (a.1977)	După 15 ani de aplicare sistematică (a.1992)	Peste 15 ani de la încetarea aplicării (a.2007)
0 – 20	4,44	5,37	4,87
20 – 40	4,09	5,05	4,27
40 – 60	3,00	4,07	3,43
60 – 80	1,86	2,96	2,67
80 – 100	1,83	2,40	1,77
0 – 50	3,61	4,98	4,34
50 – 100	1,82	2,96	2,46
0 – 100	3,04	3,97	3,40

Tabelul 4. *Influența aplicării sistematice a apelor uzate pe parcursul a 15 ani asupra proprietăților agrochimice ale cernoziomului obișnuit, a. 1992*

Adâncimea, cm	pH	Humus, %	Azot total, %	Forme mobile (mg/100 g sol)		
				N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Aplicarea sistematică timp de 15 ani, a. 1992						
0 – 20	7,50	5,37	0,3	4,21	8,4	181
20 – 40	7,81	5,05	0,31	4,94	6,9	172
40 – 60	8,05	4,07	0,23	3,65	2,5	94
60 – 80	7,91	2,96	0,19	6,94	1,0	67
80 – 100	8,25	2,40	0,16	7,17	1,0	43
Postacțiunea după 15 ani de aplicare sistematică, a.2007						
0 – 20	7,39	4,87	0,28	1,07	7,9	72
20 – 40	7,46	4,27	0,23	0,72	5,3	48
40 – 60	7,71	3,43	0,20	0,59	1,5	32
60 – 80	7,90	2,67	0,16	0,32	1,2	23
80 – 100	8,15	1,77	0,15	0,23	1,0	19

Azotul total în sol este concentrat în materia organică. În stratul arabil conținutul azotului total în anul 1992 constituia 0,32% (C : N = 9,7), iar peste 15 ani după încetarea aplicării apelor uzate – 0,28% (C : N = 10,2). Micșorarea conținutului de azot în sol după încetarea fertilizării cu ape uzate are loc paralel cu micșorarea conținutului de humus, cu o viteză mai mare (tab. 4).

În anul 1992 (după 15 ani de aplicare sistematică a apelor uzate) conținutul nitraților în stratul radicular 0 – 60 cm al solului depășea nivelul optim de cca 2 ori, iar în stratul subiacent – 60-100 cm de cca 3,5 ori. Poluarea solului cu nitrați este una din consecințele negative ale fertilizării sistematice cu ape uzate de la complexul de porcine. După 15 ani de la încetarea aplicării apelor uzate (a.2007) conținutul nitraților în stratul 0 – 60 cm al solului studiat a scăzut semnificativ și s-a produs depoluarea completă a solului de nitrați. Dar, totuși, nu este exclusă levigarea acestora la adâncimi mai mari și în apele freactice.

Aplicarea sistematică a apelor uzate a condus și la majorarea conținutului de fosfor mobil și potasiu schimbabil în sol. În anul 1992, după 15 ani de aplicare a apelor uzate, conținutul de fosfor mobil în stratul arabil al solului constituia 8,4 mg/100 g sol, iar de potasiu mobil 181 mg/100 g sol. Conținutul înalt de fosfor mobil poate fi apreciat ca factor pozitiv pentru fertilizarea solului, iar conținutul prea înalt de potasiu schimbabil – ca factor negativ. Aceasta se confirmă și prin compoziția complexului absorbțiv, determinată de aceleași probe de sol (tab. 5). Solul studiat ca rezultat al conținutului înalt de cationi schimbabili monovalenți, în componența cărora predomină potasiu, se clasifică ca moderat solonețizat în stratul arabil și slab solonețizat în adâncime.

Tabelul 5. *Compoziția complexului absorbțiv al cernoziomului obișnuit la aplicarea apelor uzate de la complexul de porcine*

Adâncimea, cm	Cationii schimbabili, mc/100 g sol					% Na ⁺ + K ⁺ din sumă
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺	K ⁺⁺	Suma	
Aplicarea sistematică a apelor uzate în doză de 2400 mc/ha pe parcursul a 15 ani, a.1992						
0 – 20	24,6	3,3	0,3	4,5	32,7	14,8
20 – 40	27,6	2,9	0,4	2,6	33,5	9,0
40 – 60	34,5	3,0	1,0	1,5	40,0	6,3
60 – 80	33,3	2,9	1,5	1,0	38,7	6,5
80 - 100	33,0	2,7	1,6	0,9	38,2	6,3
Postacțiunea apelor uzate, după 15 ani după începerea aplicării a. 2007						
0 – 20	27,9	2,5	0,35	1,72	32,5	6,4
20 – 40	29,6	3,2	0,39	1,12	34,3	4,4
40 – 60	30,4	3,8	0,58	0,78	35,6	3,8
60 – 80	30,1	3,7	0,61	0,52	34,9	3,2
80 - 100	28,8	3,5	1,15	0,39	33,8	4,6

După 15 ani de la încetarea fertilizării cu ape uzate complexul absorbtiv al cernoziomului parțial și-a restabilit componența inițială a cationilor schimbabili, totuși stratul arabil a rămas rezidual slab solonețizat (tab. 5). Conținutul comparativ înalt al formelor mobile de fosfor și potasiu s-a păstrat și peste 15 ani după încetarea fertilizării cu ape uzate. Prin urmare, rezervele de elemente nutritive în solul postfertilizat cu ape uzate de la complexul de creștere a porcinelor sunt mari și pot asigura o capacitate înaltă de producție agricolă timp îndelungat. Problema constă în verificarea periodică, o dată la 5 ani, a conținutului elementelor nutritive în sol pentru a depista la timp momentul epuizării rezervelor acestora și necesității aplicării îngrășămintelor.

Conform rezultatelor compoziției extractului apos cernoziomul obișnuit cercetat este nesalinizat. În anul 1992 (după încetarea fertilizării cu ape uzate) conținutul sărurilor solubile pe profilul solului cercetat varia în limitele 0,066 – 0,113%, iar valorile reziduului total – în limitele 0,186-0,193%. După cum observăm, valorile reziduului total depășeau de 3 ori suma sărurilor solubile. Această depășire s-a produs din conținutul substanței organice labile acumulate în sol din apele uzate. După 15 ani de la încetarea fertilizării cu ape uzate, în anul 2007, conținutul sărurilor solubile în stratul arabil și subiacent alcătuia 0,051-0,057%. În adâncime conținutul sărurilor solubile a scăzut treptat până la 0,074-0,082%. Deosebiri esențiale dintre valorile reziduului total și sumei de săruri solubile nu există, ceea ce confirmă micșorarea totală a formelor labile de substanță organică în sol după 15 ani de la încetarea fertilizării cu ape uzate.

CONCLUZII

1. În rezultatul fertilizării sistematice (1977-1992) a cernoziomului obișnuit cu ape uzate de la complexul de porcine, conținutul humusului în stratul 0 – 100 cm a crescut considerabil – în medie cu 0,93% din conținutul materiei organice din apele uzate și resturilor vegetale. Solul a devenit poluat cu nitrați, conținutul acestora a atins valori de 4 – 7 mg/100 g sol, ceea ce este de 2-3 ori mai mult decât concentrația maximal admisibilă.

2. În această perioadă conținutul formelor mobile de fosfor și potasiu s-a majorat excesiv, corespunzător până la 8,4 și 181 mg/100 g sol, ceea ce depășește de 2 ori conținutul optimal de fosfor mobil și de 6 ori a potasiului schimbabil. Conținutul extrem de înalt al potasiului schimbabil a condus la solonețizarea moderată a stratului arabil și slabă a întregului profil.

3. După 15 ani de la încetarea fertilizării cernoziomului obișnuit cu ape uzate de la complexul de porcine (a.2007), s-a păstrat în sol conținutul înalt de humus, fosfor mobil și potasiu schimbabil, ce influențează pozitiv fertilitatea lui. Scăderea considerabilă a conținutului de potasiu schimbabil în sol (până la 72 mg/100 g sol) a contribuit la trecerea solului din moderat solubil și nesolonețizat în adâncime.

BIBLIOGRAFIE

1. Abramov, S.P. Vliânie židkoj frakcii bespodstiločnogo navoza na urožaj sel'skohozâjstvennyh kul'tur i plodorodie počv. V: Búleten' Počvennogo in-ta im. V.V. Dokučeva. 1979, vyp. 20, ss. 38-40.
2. Andreev, N.G. Korenoe ulučšenie kormoproizvodstva. V: Vestnik s.-h. nauk, nr. 3, 1981, ss. 76-87.
3. Bacanov, I., Lukianenko, I. Uborka i utilizaciâ navoza na svinokompleksah. Moskva: Rossel'hozizdat, 1977, ss. 123-140.
4. Boiko, Z.I. Vliânie stočnyh vod na plodorodie černozioma. V: Zemledelie, 1985, nr. 12, ss. 41-43.
5. Curkan, M.A. Agrohimičeskie osnovy primeneniâ organičeskih udobrenij. Kišinev: Știința, 1985, s. 212-218.
6. Plămădeală, V., Vrabie, V. Apele uzate provenite din zootehnie și industria de prelucrare a materiei prime agricole ca sursă de irigare și fertilizare. In: Sporirea eficienței de utilizare a energiei și apei în agricultura Moldovei: lucrările conf. șt., 21 sept. 2001. Chișinău, 2001, pp. 139-146.
7. Plămădeală, V. et. al. Buletin de monitoring ecopedologic (Modificarea stării de calitate a solului ca rezultat al utilizării apelor uzate de la complexele zootehnice). Ed. a V-a. Chișinău, 1997, 26 p.
8. Rusu, A., Plămădeală, V. et. al. Ghid de utilizare a îngrășămintelor organice. Chișinău: Pontos, 2012, pp. 7-19.
9. Vrabie, V. Influența fracției lichide de la gunoiul fără așternut asupra fertilității cernoziomului obișnuit și productivitatea culturilor pentru nutreț: autoreferat al tz. doct. Chișinău, 1991, 26 p.

Data prezentării articolului – **03.05.2012**