

DOI: <https://doi.org/10.55505/sa.2022.1.03>

CZU: 631.452

BILANȚUL ELEMENTELOR NUTRITIVE LA APLICAREA DEȘEURILOR LOCALE ORGANOGENE PE CERNOZIOM LEVIGAT

Vasile PLĂMĂDEALĂ, Ludmila BULAT, Natalia BÎSTROVA

Abstract. The article presents the balance of nitrogen, phosphorus and potassium when applying different types and doses of farmyard manure and sewage sludge on leached chernozem for five crops (winter wheat, winter barley, grain corn, sunflower and grain peas). The calculation of nutrient element balance was performed based on the research carried out in the period 2011-2020 in the Laboratory of Soil Agrochemistry and Plant Nutrition (Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection "Nicolae Dimo"). A negative balance of biophilic elements was established in the control unfertilized variant regardless of the cultivated crop. In the fertilized variants the nitrogen balance was positive under green peas and sunflower and deficient under spiked cereals and corn. Phosphorus balance was positive under all crops when applying twice the dose of manure, while potassium balance has positive values for all crops, except corn. At the experimental field level, a deficient balance of nitrogen and a positive balance of phosphorus and potassium were established.

Key words: Agricultural crops; Farmyard manure; Sewage sludge; Soil; Balance; Nitrogen; Phosphorus; Potassium.

Rezumat. În articol este prezentat bilanțul azotului, al fosforului și al potasiului la aplicarea diferitor tipuri de gunoi de grajd și nămol orășenesc, în doze diferite, pe cernoziom levigat pentru cinci culturi (grâu și orz de toamnă, porumb boabe, floarea-soarelui, mazăre boabe). Calcularea bilanțului elementelor nutritive s-a efectuat în baza cercetărilor efectuate în perioada 2011–2020 în cadrul Laboratorului Agrochimia Solului și Nutriția Plantelor (Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dimo". În varianta martor (nefertilizată) s-a constatat un bilanț negativ al elementelor biofile indiferent de cultura cultivată. În variantele fertilizate, bilanțul azotului a fost pozitiv în cazul mazării și al florii-soarelui și deficitar în cazul spicoaselor și al porumbului. Bilanțul fosforului a fost pozitiv pentru toate culturile la dublarea dozei de deșeu, iar bilanțul potasiului a înregistrat valori pozitive la toate culturile, cu excepția porumbului. La nivel de câmp experimental s-a stabilit un bilanț deficitar de azot și bilanț pozitiv de fosfor și potasiu.

Cuvinte-cheie: Culturi agricole; Gunoi de grajd; Nămol orășenesc; Sol; Bilanț; Azot; Fosfor; Potasiu.

INTRODUCERE

Azotul, fosforul și potasiul sunt macroelemente primare foarte importante pentru buna funcționare a proceselor complicate de dezvoltare a plantelor. Azotul accesibil plantelor se formează și se acumulează în sol în urma descompunerii materiei organice de către microorganismele. În experiențele de câmp de lungă durată s-a stabilit că fiecare 1% de humus din stratul arabil de sol asigură plantele cu 24 kg/ha de azot accesibil (Donos, A. 2008; Recomandări..., 1994). Compușii cu fosfor sunt acumulatori și surse de energie, participă activ la diferite reacții biochimice în celule. Insuficiența acestui element, îndeosebi în primele perioade de dezvoltare, influențează negativ toate procesele metabolice de creștere și dezvoltare a plantelor. Conținutul fosforului în solurile Republicii Moldova constituie 0,12-0,20%, dar formele mobile, accesibile plantelor, constituie numai 0,2-0,3% din conținutul total (Andrieș, S. 2012; Zagorcea, C. 1989). Rolul potasiului în viața plantelor de asemenea este multiplu. Acesta este un însemnat regulator în metabolismul substanțelor și participă activ la procesele de fotosinteză. Conținutul potasiului total în solurile Republicii Moldova alcătuiește 1,0-2,5%, are ca origine rocile de solificare și depinde de compoziția mineralogică și textura acestora (Andrieș, S. 2011).

În urma valorificării intensive a solului în agricultură o mare parte a macroelementelor primare a fost exportată din circuit odată cu producția principală și secundară. La momentul actual, bilanțul biologic al acestor macroelemente în solurile arabile este negativ. Acest fapt duce la scăderea fertilității solului și a productivității culturilor agricole.

Pentru determinarea stării de calitate a solului sunt utilizate diferite metode. Printre acestea se enumeră și metoda determinării bilanțului elementelor biofile în sistemul sol–plantă, care permite evidențierea schimbărilor cantitative în articolele de aport și export la nivel de solă, asolament, gospodărie agricolă, raion, republică. Rezultatele se aplică la elaborarea complexului de măsuri pentru sporirea fertilității solului, pentru optimizarea nutriției minerale a plantelor de cultură și protecția mediului împotriva poluării și degradării.

MATERIALE ȘI METODE

Calcularea bilanțului azotului, fosforului și potasiului pentru cinci culturi (grâu și orz de toamnă, porumb și mazăre pentru boabe, floarea-soarelui) s-a efectuat în baza cercetărilor efectuate în perioada 2011–2020 în cadrul Laboratorului Agrochimia Solului și Nutriția Plantelor.

În perioada de investigații, în câmp experimental au fost cultivate: leguminoase pentru boabe (2 ani), spicoase de toamnă (3 ani), porumb pentru boabe (4 ani) și floarea-soarelui (1 an). S-au experimentat patru tipuri de gunoi de grajd (de bovine, amestecat, de păsări și de porcine), utilizate în dozele echivalente cu N_{170} , N_{340} și N_{425} kg/ha, și nămol orășenesc deshidratat în geotuburi, utilizat în dozele echivalente cu N_{170} , N_{340} și N_{680} kg/ha. Gunoiul de grajd s-a aplicat în toamna anilor 2010 și 2014, iar nămolul orășenesc – în toamna anilor 2011 și 2014, sub arătură. De acțiunea directă a gunoiului de grajd a beneficiat porumbul pentru boabe. În anul 2011, la aplicarea nămolului orășenesc, de acțiunea directă a acestuia a beneficiat mazărea, iar în anul 2014 – porumbul pentru boabe.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Leguminoase pentru boabe. S-a stabilit că bilanțul azotului la varianta martor însăși mântăată cu mazăre pentru boabe variază în limite înguste, cu valori pozitive de 5 kg/ha. În variantele fertilizate, la aplicarea diferitor tipuri de gunoi de grajd și nămol orășenesc, indiferent de doza aplicată, bilanțul azotului a fost pozitiv la al doilea an de acțiune a gunoiului și la acțiunea directă a nămolului orășenesc. Valori pozitive mai pronunțate (+32 kg/ha) s-au stabilit la aplicarea gunoiului amestecat și a nămolului orășenesc în doză echivalentă cu N_{340} kg/ha. La aplicarea gunoiului de porcine, bilanțul azotului a fost echilibrat (+12 kg/ha) (Tabelul 1).

Tabelul 1. Bilanțul elementelor biofile în experiența cu diferite tipuri de gunoi de grajd și nămol orășenesc la cultivarea culturilor leguminoase (mazăre pentru boabe), kg/ha

	Bilanțul								
	azotului			fosforului			potasiului		
	2012	2020	medie	2012	2020	medie	2012	2020	medie
Martor	+8	+1	+5	-25	-17	-21	-77	-54	-65
Gunoi bovine N_{170}	+38	-6	+16	+2	-21	-19	-65	-65	-65
Gunoi bovine N_{340}	+51	-7	+22	+30	-22	+8	+16	-68	-26
Gunoi bovine N_{425}	+13	-6	+4	+48	-21	+27	-72	-65	-69
Gunoi amestecat N_{170}	+28	-5	+12	+11	-18	-7	-59	-58	-59
Gunoi amestecat N_{340}	+67	-5	+32	+54	-20	+34	-21	-61	-41
Gunoi amestecat N_{425}	+30	-7	+12	+140	-23	+117	-51	-73	-62
Gunoi păsări N_{340}	+49	-8	+20	+120	-24	+96	-3,8	-75	-39
Gunoi porcine N_{340}	+29	-6	+12	+317	-21	+296	+12	-65	-27
Martor	-12	-5	-9	-24	-17	-21	-74	-52	-63
Nămol orășenesc N_{170}	+30	-15	+8	-31	-20	-26	-66	-61	-64
Nămol orășenesc N_{340}	+72	-9	+32	+86	-24	+62	-55	-77	-66
Nămol orășenesc N_{680}	-	-5	-5	-	-18	-18	-	-58	-58

Bilanțul fosforului la varianta martor a alcătuit în medie -21 kg/ha. La aplicarea diferitor tipuri de gunoi de grajd și nămol orășenesc în doză de N_{170} kg/ha, bilanțul fosforului a fost negativ la al doilea an de acțiune a gunoiului și la acțiunea directă a nămolului orășenesc. Valorile bilanțului fosforului la aplicarea dozei de N_{170} au constituit -7 și -19 kg/ha la gunoiul amestecat și gunoiul de bovine și -26 kg/ha la nămolul orășenesc. Valori pozitive mai pronunțate s-au stabilit la aplicarea, în doză echivalentă cu N_{340} kg/ha, a gunoiului amestecat (34 kg/ha), nămolului orășenesc (62 kg/ha), gunoiului de păsări (96 kg/ha) și de porcine (296 kg/ha) (Tabelul 1).

S-a stabilit că bilanțul potasiului la varianta martor însăși mântăată cu mazăre pentru boabe a atins va-

loarea medie de -65 kg/ha. La aplicarea diferitor tipuri de gunoi de grajd și nămol orășenesc, în doze diferite (N_{170} , N_{340} și $N_{425-680}$ kg/ha), bilanțul potasiului a fost negativ la al doilea an de acțiune a gunoiului și la acțiunea directă a nămolului orășenesc. Valorile bilanțului potasiului la aplicarea acestor doze au constituit de la -26 până la -69 kg/ha în cazul gunoiului de bovine, de la -41 până la -62 kg/ha în cazul gunoiului amestecat și de la -58 până la -66 kg/ha în cazul nămolului orășenesc (Tabelul 1).

Culturile păioase de toamnă. Bilanțul azotului în cazul culturilor păioase, și anume al grâului și al orzului de toamnă, a fost cercetat separat. În varianta martor, la cultivarea grâului și orzului de toamnă, bilanțul azotului este profund negativ (Tabelul 2). Valoarea medie pe doi ani la grâu alcătuiește -26 kg/ha, iar la orz -74 kg/ha. Valori negative ale bilanțului azotului la grâul de toamnă s-au stabilit și în varianta cu aplicarea gunoiului de grajd amestecat în doza N_{170} -57 kg/ha. La aplicarea celorlalte tipuri de fertilizanți, indiferent de doze, bilanțul azotului la grâul de toamnă a fost echilibrat, cu valori cuprinse între -15 și +12 kg/ha.

Tabelul 2. Bilanțul elementelor biofile în experiența cu diferite tipuri de gunoi de grajd și nămol orășenesc la cultivarea păioaselor de toamnă, medie pe trei ani, kg/ha

Varianta	Bilanțul		
	azotului	fosforului	potasiului
Martor	-50	-28	-26
Gunoii bovine N_{170}	-40	+5	+14
Gunoii bovine N_{340}	-27	+41	+55
Gunoii bovine N_{425}	-40	+58	+57
Gunoii amestecat N_{170}	-57	+9	+6
Gunoii amestecat N_{340}	-19	+58	+47
Gunoii amestecat N_{425}	-32	+90	-23
Gunoii păsări N_{340}	-43	-12	-22
Gunoii porcine N_{340}	-52	+33	-17
Martor	-58	-29	-26
Nămol orășenesc N_{170}	-47	+1	-23
Nămol orășenesc N_{340}	-3	+45	-5
Nămol orășenesc N_{680}	+74	+145	+40

Un bilanț negativ al azotului la cultura orzului s-a constatat la aplicarea tuturor tipurilor de gunoi de grajd, indiferent de doză. Valori profund negative s-au stabilit la aplicarea dozei echivalente cu N_{170} -70 și -86 kg/ha -, și N_{340} -49 și -89 kg/ha. Bilanțul azotului are valori negative în cazul ambelor culturi la aplicarea nămolului orășenesc în varianta martor și în cea cu doza de N_{170} kg/ha. Valorile profund negative la varianta martor constituie -54 kg/ha (la grâu) și -59 kg/ha (la orz). La aplicarea dozei echivalente cu N_{170} valorile negative ale bilanțului sunt mai reduse și alcătuiesc -46 și -49 kg/ha. Aplicarea nămolului orășenesc în doza echivalentă cu N_{340} la ambele culturi menține un bilanț echilibrat, cu valori cuprinse între -15 și +11 kg/ha.

Bilanțul fosforului la cultivarea grâului și orzului de toamnă este profund negativ în varianta martor și constituie -28 kg/ha (Tabelul 2). Valori negative ale bilanțului fosforului la grâul de toamnă s-au stabilit în varianta cu aplicarea gunoiului de grajd amestecat și de bovine în doza echivalentă cu N_{170} - între -16 și -20 kg/ha. La aplicarea celorlalte doze de gunoi de grajd, indiferent de tip, bilanțul fosforului la grâul de toamnă a fost pozitiv, cu valori cuprinse între +28 și +59 kg/ha. Un bilanț negativ al fosforului la cultura orzului s-a constatat la acțiunea gunoiului de păsări și de porcine în doza de N_{340} . Bilanțul fosforului a fost echilibrat la ambele culturi la aplicarea nămolului orășenesc. În varianta martor s-au înregistrat valori medii profund negative la ambele culturi -29 kg/ha (Tabelul 2). La aplicarea dozei echivalente cu N_{170} valorile medii alcătuiesc +1 kg/ha. Incorporarea nămolului orășenesc în dozele echivalente cu N_{340} și N_{680} menține un bilanț pozitiv cu valori cuprinse între +45 și +145 kg/ha.

Bilanțul potasiului la cultivarea grâului și orzului este negativ în varianta martor, constituind -26 kg/ha (Tabelul 2). Valori negative s-au stabilit și în varianta cu aplicarea gunoiului de păsări și porcine în

doza echivalentă cu N_{340} – între -17 și -22 kg/ha. La aplicarea celorlalte doze de gunoi de grajd, de orice tip, bilanțul potasiului la grâul și orzul de toamnă a fost pozitiv, cu valori cuprinse între +6 și +57 kg/ha. Bilanțul a fost echilibrat la ambele culturi la aplicarea nămolului orășenesc în doza N_{340} . La aplicarea dozei echivalente cu N_{170} , valorile bilanțului alcătuiesc -23 kg/ha. Aplicarea nămolului orășenesc în dozele echivalente cu N_{340} și N_{680} la ambele culturi menține un bilanț pozitiv de +40 kg/ha.

Culturile prășitoare. În funcție de an, bilanțul azotului la cultivarea porumbului pentru boabe variază între 0 și -135 kg/ha, în medie -48 – -76 kg/ha (Tabelul 3). Cele mai pronunțate valori negative ale bilanțului s-au stabilit în variantele cu aplicarea gunoiului de bovine și a gunoiului amestecat în doza echivalentă cu N_{170} – între -71 și -76 kg/ha. Aplicarea diferitor tipuri de gunoi de grajd în doze echivalente cu N_{340} kg/ha și N_{425} kg/ha compensează o bună parte din azotul consumat. În comparație cu rezultatele pentru doza N_{170} kg/ha, acest deficit constituie circa 14%. Comparând gradul de compensare a deficitului de azot în funcție de tipul de gunoi aplicat, s-a stabilit că compensarea are loc în ordine descrescândă după cum urmează: gunoiul de bovine – -66 kg/ha, gunoiul de păsări – -64 kg/ha, gunoiul amestecat și gunoiul de porcine – 63 kg/ha.

În cazul florii-soarelui s-a stabilit un bilanț echilibrat al azotului în varianta nefertilizată și în variantele cu aplicarea gunoiului de păsări și porcine în doza echivalentă cu N_{340} kg/ha și a gunoiului amestecat în doza echivalentă cu N_{170} kg/ha. În variantele cu aplicarea gunoiului de bovine și a gunoiului amestecat în dozele echivalente cu N_{340} și N_{425} kg/ha, la al treilea an de acțiune bilanțul azotului la floarea-soarelui a fost pozitiv și a constituit, corespunzător, 41-43 kg/ha și 35-39 kg/ha. Utilizarea nămolului orășenesc în calitate de îngrășământ organic la cultivarea porumbului și florii-soarelui are aceeași influență asupra bilanțului azotului ca și gunoiul de grajd. La porumb, bilanțul a fost negativ în toate variantele experimentale. La floarea-soarelui, bilanțul azotului a fost negativ în varianta martor, cu valoarea -26 kg/ha. La aplicarea nămolului în doza echivalentă cu N_{170} kg/ha, bilanțul a fost echilibrat, iar la dozele echivalente cu N_{340} și N_{680} kg/ha a atins valori pozitive de 20 și 63 kg/ha.

Bilanțul fosforului la cultivarea porumbului pentru boabe în varianta martor variază, în funcție de an, în limitele 35-46 kg/ha (Tabelul 3). Valori negative s-au stabilit în variantele cu aplicarea gunoiului de bovine și a gunoiului amestecat în doza echivalentă cu N_{170} – între -15 și -23 kg/ha. Aplicarea gunoiului de bovine în doze echivalente cu N_{340} kg/ha și N_{425} kg/ha compensează fosforul consumat. Bilanțul în aceste variante este echilibrat, între 0 și +9 kg/ha. La aplicarea gunoiului amestecat în doze echivalente cu N_{340} și N_{425} kg/ha, bilanțul fosforului este pozitiv – +14 și, respectiv, +72 kg/ha. Gunoiul de păsări și de porcine aplicat în doza de N_{340} kg/ha menține un bilanț profund pozitiv de fosfor ce constituie, în medie, +40 și +155 kg/ha.

Tabelul 3. Bilanțul elementelor biofile în experiența cu diferite tipuri de gunoi de grajd și nămol orășenesc la cultivarea culturilor prășitoare, kg/ha

Varianta	Porumb pentru boabe (medie pe trei ani)			Floarea-soarelui		
	Bilanțul					
	azot	fosfor	potasiu	azot	fosfor	potasiu
Martor	-66	-41	-48	+7	+30	+240
Gunoi bovine N170	-71	-23	-14	+20	+88	+356
Gunoi bovine N340	-61	+0,1	+23	+41	+141	+433
Gunoi bovine N425	-66	+9	-19	+43	+171	+505
Gunoi amestecat N170	-76	-15	-26	+5	+100	+402
Gunoi amestecat N340	-48	+14	+1	+35	+156	+452
Gunoi amestecat N425	-65	+72	-17	+39	+189	+524
Gunoi păsări N340	-64	+40	-5	-7	+13	+257
Gunoi porcine N340	-63	+155	-13	-7	+34	+276
Martor	-109	-40	-47	-27	+30	+237
Nămol orășenesc N170	-115	-24	-46	0	+85	+342
Nămol orășenesc N340	-113	-6	-29	+20	+135	+397
Nămol orășenesc N680	-125	+13	-14	+63	+224	+430

La cultivarea florii-soarelui s-a stabilit un bilanț echilibrat al fosforului (+13 kg/ha) numai în varianta cu aplicarea gunoiului de păsări în doza de N_{340} kg/ha. În variantele cu aplicarea gunoiului de bovine, amestecat și de porcine în doze de N_{340} și N_{425} kg/ha, bilanțul a fost pozitiv în al treilea an de acțiune – 141–171 kg/ha și 156–189 kg/ha (Tabelul 3).

Utilizarea nămolului orășenesc în calitate de îngrășământ organic la cultivarea porumbului și florii-soarelui are aceeași influență asupra bilanțului fosforului ca și gunoiul de grajd. La porumb, bilanțul a fost negativ doar în varianta martor (-24 kg/ha). La floarea-soarelui, bilanțul a fost pozitiv în toate variantele, cu valori de la 30 până la 224 kg/ha.

La cultivarea porumbului pentru boabe, în varianta martor, bilanțul potasiului în sol variază în funcție de an, situându-se în limitele -41 și -51 kg/ha (Tabelul 3). Valori negative ale bilanțului s-au stabilit și în variantele cu aplicarea gunoiului de bovine și a gunoiului amestecat în doza de N_{170} -14 și, respectiv, -26 kg/ha. Aplicarea gunoiului amestecat și de bovine în doza echivalentă cu N_{340} kg/ha compensează potasiul consumat. Bilanțul la aceste variante este echilibrat la gunoiul amestecat (+1 kg/ha) și pozitiv la gunoiul de bovine (+23 kg/ha). La aplicarea gunoiului amestecat și de bovine în doza de N_{425} kg/ha și a gunoiului de porcine în doza de N_{340} kg/ha, bilanțul potasiului este negativ și alcătuiește în medie, -17, -19 și, respectiv, -13 kg/ha. Gunoiul de păsări utilizat în doza de N_{340} kg/ha menține un bilanț echilibrat de -5 kg/ha.

La cultivarea florii-soarelui s-a stabilit un bilanț profund pozitiv al potasiului în toate variantele cu aplicarea gunoiului de grajd și a nămolului orășenesc, inclusiv în varianta martor. Valorile pozitive ale bilanțului la aplicarea diferitor tipuri și doze de gunoi de grajd și nămol orășenesc au variat, corespunzător, de la +257 la +505 kg/ha și de la +342 până la +430 kg/ha (Tabelul 3).

Rezultatele obținute la determinarea bilanțului azotului în câmp experimental în perioada anilor 2011–2020, în funcție de factorii de acumulare și de consum, sunt prezentate în Tabelul 4. Bilanțul azotului a fost negativ în varianta nefertilizată (martor), constituind -31 kg/ha.

Tabelul 4. Bilanțul elementelor biofile la experiența cu diferite tipuri de gunoi de grajd și nămol orășenesc în perioada anilor 2011 – 2020

Varianta	Azot			Fosfor			Potasiu		
	aport	consum	bilanț ±kg/ha /an	aport	consum	bilanț ±kg/ha /an	aport	consum	bilanț ±kg/ha/ an
Martor	868	1178	-31,0	177	396	-219	993	1103	-110
Gunoi bovine, N_{170}	1296	1547	-25,1	479	464	+15	1555	1331	+224
Gunoi bovine, N_{340}	1624	1724	-10,0	747	454	+293	1984	1362	+622
Gunoi bovine, N_{425}	1534	1739	-20,5	838	493	+345	1991	1509	+482
Gunoi amestecat, N_{170}	1341	1553	-21,2	589	486	+103	1602	1375	+227
Gunoi amestecat, N_{340}	1654	1730	-7,6	961	504	+457	1932	1473	+459
Gunoi amestecat, N_{425}	1549	1780	-23,1	1280	498	+782	1945	1425	+520
Gunoi păsări, N_{340}	1318	1590	-27,2	703	497	+206	1413	1316	+97
Gunoi porcine, N_{340}	1279	1570	-29,1	1317	464	+853	1416	1281	+135
*Martor	759	1188	-42,9	154	331	-177	856	918	-62
Nămol orășenesc, N_{170}	1253	1598	-34,5	476	423	+53	1228	1175	+53
Nămol orășenesc, N_{340}	1579	1724	-14,5	769	280	+489	1412	1248	+164
**Nămol orășenesc, N_{680}	994	1105	-11,1	767	259	+508	1209	772	+437

*în perioada 2012–2020; ** în perioada 2015–2020

Aplicarea gunoiului de bovine și a gunoiului amestecat în doza echivalentă cu N_{170} kg/ha a contribuit la micșorarea deficitului de azot în sol. Valorile negative au alcătuit -25,1 și -21,2 kg/ha. Dublarea dozei la ambele tipuri de gunoi a condus la o micșorare mai esențială a deficitului de azot. În aceste variante s-a înregistrat un bilanț echilibrat, cu valori de -7,6 și -10,0 kg/ha/an. Incorporarea gunoiului de păsări și de porcine în doza de N_{340} kg/ha, pentru toată perioada investigată, a format un bilanț cu valori negative de -27,2 și -29,1 kg/ha/an. O influență mai benefică și o acțiune mai pronunțată asupra bilanțului a avut-o gunoiul amestecat, urmat de gunoiul de bovine, de păsări și de porcine.

La aplicarea, în perioada 2012–2020, a nămolului orășenesc în doze echivalente cu N_{170} , N_{340} și N_{680} kg/ha, bilanțul azotului a fost profund negativ în varianta nefertilizată și în cea cu doza de N_{170} kg/ha – -42,9 și -34,5 kg/ha anual (Tabelul 4). Trebuie de menționat că deși bilanțul azotului a fost negativ la aplicarea nămolului orășenesc în doza de N_{170} kg/ha, deficitul de azot în sol s-a redus totuși cu 8,4 kg/

ha anual, în comparație cu varianta nefertilizată. Incorporarea nămolului orășenesc în dozele de N_{340} și N_{680} kg/ha a condus la menținerea pe parcursul a nouă și, respectiv, a șase ani a unui bilanț echilibrat de azot în sol. Valorile anuale ale bilanțului au alcătuit -14,5 și -11,1 kg/ha.

Calcululele efectuate pentru determinarea bilanțului fosforului în perioada 2011–2020, în funcție de factorii de acumulare și de consum, arată că în varianta nefertilizată (martor) bilanțul a fost negativ, de -22 kg/ha. Aplicarea gunoiului de bovine și a gunoiului amestecat în doza de N_{170} kg/ha a contribuit la stabilirea unui bilanț pozitiv de +1,5 și, respectiv, +10,3 kg/ha anual. Dublarea dozei la ambele tipuri de gunoi a condus la o creștere mai esențială a bilanțului fosforului, ajungându-se la valori profund pozitive de +29,3 și +45,7 kg/ha/an. La aplicarea dozei de N_{425} kg/ha, valorile au crescut până la +34,5 kg/ha, în cazul gunoiului de bovine, și +78,2 kg/ha/an în cazul gunoiului amestecat. Incorporarea gunoiului de păsări și de porcine în doza de N_{340} a condus un bilanț pozitiv de +20,6 și 85,3 kg/ha/an. O influență mai benefică și o acțiune mai pronunțată au avut-o gunoiul de porcine, gunoiul amestecat, gunoiul de bovine și cel de păsări.

La aplicarea nămolului orășenesc în dozele N_{170} , N_{340} și N_{680} kg/ha, în anii 2012–2020, bilanțul fosforului a fost pozitiv. Un bilanț negativ s-a înregistrat în varianta nefertilizată, și anume -17,7 kg/ha/an (Tabelul 4). Incorporarea nămolului orășenesc în dozele menționate a condus la menținerea unui bilanț echilibrat și pozitiv al fosforului în sol. Valorile anuale au alcătuit +5,3, +48,9 și, respectiv, +50,8 kg/ha/an.

Conform datelor prezentate în Tabelul 4, bilanțul potasiului în perioada 2011–2020, calculat în funcție de factorii de acumulare și de consum, a fost negativ în varianta nefertilizată, -11 kg/ha. Aplicarea gunoiului de bovine și a gunoiului amestecat în doza echivalentă cu N_{170} kg/ha a contribuit la stabilirea unui bilanț pozitiv de +22,4 și, respectiv, +22,7 kg/ha anual. Dublarea dozei la ambele tipuri de gunoi a stabilit un bilanț profund pozitiv corespunzător de +46 și +62 kg/ha/an. La aplicarea dozei de N_{425} kg/ha, valorile pozitive ale bilanțului au constituit 48 kg/ha/an la gunoiul de bovine și 52 kg/ha/an la cel amestecat. Incorporarea gunoiului de păsări și de porcine în doza de N_{340} a condus la formarea unui bilanț pozitiv de +10 și +14 kg/ha/an. O influență mai benefică și o acțiune mai pronunțată au avut-o în acest sens gunoiul de bovine, gunoiul amestecat, gunoiul de porcine și cel de păsări.

CONCLUZII

Mazărea și floarea-soarelui au menținut un bilanț echilibrat și pozitiv al azotului în sol. Aplicarea dozei de N_{340} kg/ha de gunoi de păsări, de bovine, amestecat și de nămolul orășenesc a menținut valorile pozitive ale bilanțului: 20–32 kg/ha la mazăre și 35–41 kg/ha la floarea-soarelui.

La cultivarea spicoaselor de toamnă și a porumbului pentru boabe, bilanțul azotului în sol a fost profund negativ, mai pronunțat în acest sens fiind la orz și porumb. Aplicarea tuturor tipurilor de gunoi de grajd și a nămolului orășenesc în doza de N_{340} kg/ha a menținut în sol un bilanț echilibrat la grâul de toamnă – de la -15 până la +12 kg/ha. Orzul de toamnă și porumbul pentru boabe au avut un impact mai impunător asupra fertilității solului cauzat de dezechilibrul bilanțului azotului.

Solul nefertilizat pe parcursul a zece ani a pierdut anual câte 31,0–42,9 kg/ha de azot. Aplicarea gunoiului de bovine, a gunoiului amestecat și a nămolului orășenesc în doză de N_{170} kg/ha a compensat pierderile de azot cu 18,8%, 17,7% și, respectiv, 17,1%, iar dublarea dozei a compensat deficitul de azot din sol cu 33,5%, 33,4% și, respectiv, 31,6% din consumul total.

Mazărea, grâul, orzul de toamnă și porumbul pentru boabe au menținut un bilanț negativ de fosfor în varianta martor. La aplicarea dozei de N_{340} kg/ha de gunoi de grajd și nămol orășenesc s-au menținut valori echilibrate și pozitive ale bilanțului: pentru mazăre – de la 8 până la 296 kg/ha la aplicarea gunoiului și 62 kg/ha la aplicarea nămolului orășenesc; pentru spicoasele de toamnă – de la 33 până la 58 kg/ha la aplicarea gunoiului și 45 kg/ha la aplicarea nămolului orășenesc; pentru porumbul la boabe – de la 0,1 până la 154 kg/ha la aplicarea gunoiului și -6 kg/ha la aplicarea nămolului. La floarea-soarelui, bilanțul fosforului a avut valori pozitive în toate variantele testate, inclusiv în varianta martor.

Solul nefertilizat pe parcursul a zece ani a pierdut anual câte 18–22 kg/ha de fosfor. Aplicarea gunoiului de bovine, a gunoiului amestecat și a nămolului orășenesc în doza echivalentă cu N_{170} kg/ha a menținut un bilanț echilibrat la acest aspect (+1,5, +5,3, +10,3 kg/ha/an), iar dublarea dozei a favorizat un bilanț profund pozitiv (+29,3, +45,7, +48,9 kg/ha/an).

La cultivarea mazării pentru boabe, bilanțul potasiului a fost profund negativ în toate variantele experimentate: în varianta martor – -63, -65 kg/ha; în variantele cu aplicarea gunoiului – -26; -69 kg/ha;

în variantele cu aplicarea nămolului – -58; -66 kg/ha. La spicoasele de toamnă, porumbul pentru boabe și floarea-soarelui, bilanțul potasiului a fost echilibrat și pozitiv în toate variantele, cu excepția celor nefertilizate și la cultivarea porumbului pentru boabe, unde bilanțul a constituit -47 și -48 kg/ha. La floarea-soarelui, bilanțul a fost profund pozitiv în toate variantele testate.

Solul nefertilizat pe parcursul a zece ani și cel fertilizat cu gunoi și nămol orașenesc în doza de N_{170} kg/ha a menținut un bilanț echilibrat de potasiu (-11,0, +22,4, +22,7, +5,3 kg/ha/an). Dublarea dozei de gunoi de grajd a favorizat menținerea unui bilanț profund pozitiv de +45,9, +62,3 kg/ha/an, iar în cazul nămolului orașenesc s-a menținut un bilanț echilibrat de +16,4 kg/ha/an la.

RECUNOAȘTERI

Acest studiu a fost susținut de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova, prin intermediul proiectului 20.80009.5107.25 „Evaluarea și optimizarea bilanțului elementelor nutritive și materiei organice pentru perfecționarea sistemului de fertilizare a culturilor agricole prin eficientizarea utilizării îngrășămintelor și sporirea fertilității solului în agricultura durabilă” (director de proiect - dr. conf. Vasile Lungu).

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANDRIEȘ, S. (2011). Agrochimia elementelor nutritive. Fertilitatea și ecologia solurilor. Chișinău: Pontos. 224 p. ISBN 978-9975-51-203-9.
2. ANDRIEȘ, S. et al. (2012). Recomandări privind aplicarea îngrășămintelor pe diferite tipuri și subtipuri de sol la culturile de câmp. Chișinău: Pontos. 66 p. ISBN 978-9975-51-343-2.
3. DONOS, A., ANDRIEȘ, S. (2001). Instrucțiuni metodice perfecționate pentru determinarea și reglarea bilanțului de elemente biofile în solurile Moldovei. Chișinău. 23 p.
4. DONOS, A. (2008). Acumularea și transformarea azotului în sol. Chișinău: Pontos, 208 p. ISBN 978-9975-72-036-6.
5. RECOMANDĂRI privind aplicarea îngrășămintelor. Chișinău: AgroInformReclama, 1994. 170 p.
6. ZAGORCEA, C. (1989). Evoluția circuitului și bilanțului elementelor biofile în agrofitecenozele din Republica Moldova în ultimul secol. Resursele funciare și acvatice. Valorificarea superioară și protecția lor. Vol.2. Chișinău, pp.121-125.

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

E-mail: vasileion.1954@yahoo.com

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

BÎSTROVA Natalia  <https://orcid.org/0000-0003-1368-3587>

cercetător științific, Laboratorul Agrochimie, Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, Republica Moldova

Data prezentării articolului: 30.04.2022

Data acceptării articolului: 30.05.2022