

MODELE DE OPTIMIZARE A REGIMURILOR NUTRITIVE A SOLURILOR MOLDOVEI

Vasile LUNGU

Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dimo"

Abstract. *Framework models for optimization of the nutritional regimes under agricultural crops have been elaborated, according to the type and subtype of soil in the field settlements in order to obtain the discounted yields and environment protection in conditions of sustainable agriculture.*

Keywords: *soil, model, regime, culture.*

INTRODUCERE

Potențialul de producere agricolă a solului și asigurarea culturilor agricole cu nutriție minerală depinde în mod direct de starea agrochimică din sol și de regimul de umiditate. În Republica Moldova nivelul de asigurare a plantelor cu apă este destul de variabil pe ani, anotimpuri și perioade critice de dezvoltare a plantelor de cultură (Recomandări..., 2012). Conform datelor meteorologice în zona de Nord media multianuală a precipitațiilor este de 513 mm, în Centru - 488, iar la Sud – 436 mm. În perioada rece a anului (IX-III) agricol cantitatea de precipitații constituie 18-25 la sută, iar în cea caldă (IV-VIII) – 82-75% (Instrucțiuni..., 2007). Astfel regimurile de umiditate în zonele țării se deosebesc. Pentru utilizarea mai eficientă a umidității trebuie să se mențină în sol un nivel optim de elemente nutritive. Prin elaborarea modelelor de optimizare a regimurilor nutritive se poate obține recolte maxime în anii favorabili după precipitații și evitate scăderi catastrofale în anii secetoși.

MATERIALE ȘI METODE

Obiectele de studiu au fost: solul cenușiu de pădure și cernoziomul levigat din stațiunile de lungă durată din c. Ivancea, raionul Orhei și cernoziomul carbonatic din c. Grigorievca, r-l Căușeni; asolamentele de câmp cu următoarele culturi: grâu de toamnă, porumb boabe, floarea soarelui și leguminoase pentru boabe; nivelele de nutriție minerală din aceste soluri; sistemele de fertilizare pe câmpuri și diferite norme de îngrășăminte pentru culturile agricole.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Starea azotului în solurile Moldovei este scăzută, deoarece în sol nu se mai aplică îngrășăminte organice, iar culturile leguminoase, fixatoare de azot atmosferic în asolamentele de câmp ocupă o cotă neînsemnată. Cantitatea principală de azot natural se află în componența humusului. Conținutul de azot în humus constituie 3-5%. De aceea în lipsa îngrășămintelor nutriția plantelor cu azot este direct proporțională cu cantitatea de humus din sol. Conținutul humusului în solurile Moldovei pe raioane variază de la 3,2% până la 4,3% în zona de nord, de la 2,0% până la 3,8% în zona de centru și de la 2,7 până la 3,3% în cea de sud. Media fiind de 3,1% (Burlacu, 2004; Cerbari, 2000; Почвы Молдавии, 1986). Aceste soluri pot produce anual cca 80 – 110 kg de azot în zona de nord, 50 – 95 de kg/ha în zona de centru și 70 – 85 kg/ha în zona de sud a țării (Programul ..., 2004). În medie pe țară această cantitate constituie cca 80 kg/ha. La stabilirea normelor de azot trebuie să se țină cont de datele concrete ale conținutului de humus de pe câmpul respectiv (tab.1).

Din rezultatele obținute în ultimii 50 de ani în experiențele multianuale ale laboratorului de agrochimie IPAPS „N.Dimo”, reiese, că aplicarea sistematică a îngrășămintelor cu azot în norme de peste 120 kg/ha pe sol cenușiu și pe cernoziom levigat și de 90 kg/ha pe cernoziom carbonatic în asolament conduc la acumulări de cantități de azot nitric care cu vremea se spală în jos pe profil, devenind o sursă de poluare (tab.1). De aceea la elaborarea modelului de optimizare a azotului din sol trebuie de ținut cont de aceasta.

Tabelul 1. Model de optimizare a conținutului de azot în sol sub grâul de toamnă

Recolta, t/ha	Conținutul de azot în sol, kg/ha								
	30	50	70	90	110	130	150	170	190
	Normele de azot în sol care trebuiesc din îngrășămintă, kg/ha								
2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	25	0	0	0	0	0	0	0	0
3,0	50	25	0	0	0	0	0	0	0
3,5	75	50	25	0	0	0	0	0	0
4,0	100	75	50	25	0	0	0	0	0
4,5	125	100	75	50	25	0	0	0	0
5,0	150	125	100	75	50	25	0	0	0
5,5	175	150	125	100	75	50	25	0	0
6,0	-	175	150	125	100	75	50	25	0
6,5	-	-	175	150	125	100	75	50	25

Rezultatele demonstrează că capacitatea de mineralizare a solurilor este diferită. Cea mai mare capacitate de mineralizare o are cernoziomul carbonatic, urmat de cernoziomul levigat, iar cea mai mică solul cenușiu. Aceste însușiri agrochimice ale solurilor studiate s-au luat în vedere la alcătuirea modelelor de optimizare a regimului de azot (tab.2).

Tabelul 2. Model de optimizare a normelor de azot sub grâu de toamnă conform conținutului de humus și capacității de nitrificare

Humus, %	Capacitatea de nitrificare, kg/ha	Recolta fără îngrășămintă, q/ha	Necesarul de azot pentru diferite recolte, kg/ha				
			35	40	45	50	55
2,0	50	15-20	60	90	110	140	170
2,4	60	20-25	50	80	100	130	160
2,8	65	25-30	40	70	90	120	150
3,2	75	30-35	30	60	80	110	140
3,6	85	35-40	20	50	70	100	130
4,0	95	40-45	0	40	60	90	120
4,4	105	45-50	0	30	50	80	110

În prezent din cauza deficitului de fosfor mobil în sol recoltele culturilor agricole sunt mici, iar efectul îngrășămintelor cu azot este minim. Pentru o eficientizare maximă a îngrășămintelor cu azot, modelul de optimizare a azotului a fost elaborat și în concordanță cu nivelul fosforului mobil în sol (tab.3). Fertilizarea cu norme mari de azot pe sol cu deficit acut de fosfor duce la pierderi semnificative a azotului pe profil în jos care nu mai pot fi recuperate de către plante în sezonul următor. Această metodă sporește eficiența folosirii îngrășămintelor azotate, este rentabilă din punct de vedere agronomic și economic, reduce levigarea nitratilor în jos pe profilul solului, micșorează pericolul de poluare a mediului înconjurător cu reziduiuri remanente provenite din fertilizare. Utilizarea acestor modele necesită cheltuieli suplimentare pentru efectuarea cartării agrochimice operative a solului. Însă aceste cheltuieli se justifică sub aspect economic și ecologic. În cazul lipsei informației despre rezerva din sol normele de fertilizanti azotați se stabilesc funcție de tipul, subtipul de sol și zona climaterică. Pentru zona de nord și de centru, unde în învelișul de sol predomină solurile de pădure și cernoziomurile levigate, tipice și argilo-iluviale se recomandă norma de 90 - 120 kg/ha pentru grâul de toamnă și porumb boabe și 45 kg/ha pentru floarea soarelui.

Tabelul 3. Model de aplicare a normele de azot funcție de nivelul de fosfor în sol

Nivelul de fosfor în sol, mg/100g sol	Grâu de toamnă		Porumb boabe		Floarea soarelui	
	Recolta, q/ha	Norma de azot, kg/ha, s.a	Recolta, q/ha	Norma de azot, kg/ha, s.a	Recolta, q/ha	Norma de azot, kg/ha, s.a
<1,0	15	0	25	0	11	0
1,0-1,5	23	0	38	0	17	0
1,6-2,0	30	35	50	35	22	0
2,1-2,5	38	50	63	50	25	35
2,6-3,0	42	65	69	65	27	40
3,1-3,5	49	80	81	80	32	45
3,6-4,0	56	95	92	95	36	50
4,1-4,5	60	110	104	110	41	55
4,6-5,0	64	125	110	125	40	60

Pe cernoziomurile carbonatice și obișnuite răspândite în zona de sud normele, respectiv: 60 - 90 kg/ha și 30 – 35 kg/ha. După anii secetoși și cu recolte scăzute a premergătorilor, normele de îngrășămintă azotate se reduc cu 35 - 40 %. Însă folosirea acestei metode conduce la utilizarea neeficientă a îngrășămintelor azotate, cheltuieli nejustificate și la majorarea riscului de poluare a apelor pedofreatice cu nitrați.

Fosforul. Starea fosforului mobil în solurile Moldovei este diferită și cuprinde toate cele 6 clase de asigurare de la foarte scăzută până la foarte ridicată. Ultima cercetare agrochimică a solurilor fost efectuată în anii 90 ai secolului trecut. La acea vreme, adică cu 25 de ani în urmă conținutul de fosfor mobil era scăzut și foarte scăzut pe 25% din suprafață agricolă, moderat pe 34 % și doar pe 40 % din suprafață era optim, ridicat și foarte ridicat. În prezent starea fosforului mobil în sol nu este cunoscută. Însă cercetările sporadice care au fost efectuate în diferite gospodării, datele din experiențele de lungă durată au demonstrat, că starea fosforului s-a redus simțitor. Aceasta apreciere este susținută și de faptul că conform datelor statistice îngrășămintele cu fosfor practic nu se aplică. În prezent din 50 kg/ha s.a îngrășămintă, doar 2-3% o constituie fosforul. Îngrășămintă cu fosfor au început în ultima vreme să se folosească parțial doar sub unele culturi (sfecla de zahăr, legume, cca 35-40 mii ha din totalul de 1mln 600 mii ha teren arabil). Din cauza deficitului de fosfor mobil în sol recoltele culturilor agricole sunt mici, iar efectul îngrășămintelor cu azot este minim. O bună parte din azot se spală în adâncimea profilului solului, contribuind la poluarea apelor pedofreatice.

Modificările conținutului de fosfor mobil în sol pe parcursul a 50 de ani ua fost monitorizate în experiențele de lungă durată a IPAPS “N.Dimo”. Din datele obținute reiese, că la varianta martor conținutul de fosfor mobil a scăzut de la 2,8 până la 2,4 mg /100g. sol pe sol cenușiu, de la 1,6 până la 1,4 pe cernoziom levigat și de la 1,5 până la 1,2 mg/100 g sol pe cernoziom carbonatic (tab.4). Prin urmare, ritmurile de scădere a fosforului din sol nu sunt cele prognozate anterior, dar sunt mai mici. Ritmurile de scădere a conținutului de fosfor la concentrații mici este lent. În sprijinul acestei ipoteze sunt și recolte foarte mari obținute în anii 2013 și 2014 pe țară la majoritatea culturilor agricole, deși în sol practic nu s-au aplicat îngrășămintă cu fosfor din anii 90. Din rezultatele obținute putem concluziona că acțiunea gunoiului de grajd este mai îndelungată în timp pentru starea fosforului în sol decât acțiunea lui asupra humusului. Aplicarea gunoiului de grajd pe nivel optim de fosfor a majorat conținutul lui în sol. Această majorare a fost de cca 2,4 mg față de martor și de 0,9 față de nivelul cu fosfor format pe sol cenușiu și de 3,2 mg pe cernoziom levigat.

Aplicarea îngrășămintelor de fosfor urmărește două obiective:

- maximalizarea contribuției la obținerea recoltelor scontate;
- optimizarea stării fosfatice a solurilor.

Tabelul 4. Model cadru de optimizare a nivelurilor de fosfor mobil în sol

Conținutul inițial de fosfor mobil în sol, mg/100 g. sol	Nivelul de fosfor mobil care trebuie de format, mg/100g sol										
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Normele de fosfor, kg/ha s.a.										
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,0	150	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	225*	150	75	0	0	0	0	0	0	0	0
3,0	300	225	150	75	0	0	0	0	0	0	0
3,5	375	300	225	150	75	0	0	0	0	0	0
4,0	450	375	300	225	150	75	0	0	0	0	0
4,5	525	450	375	300	225	150	75	0	0	0	0
5,0	600	525	450	375	300	225	150	75	0	0	0
5,5	675	600	525	450	375	300	225	150	75	0	0

*Normele mai mari de 200 kg/ha se vor aplica în mai multe rate și ani.

Strategia optimizării stării fosfatice a solurilor constă în următoarele:

- aducerea solurilor cu conținut foarte scăzut, scăzut la moderat ($\approx 2,0 - 2,5$ mg/100 g sol) pentru solurile din zona de sud;
- la relativ optim I ($\approx 2,6 - 3,0$ mg/100 g sol) pentru solurile din zona de centru;
- la optim de fosfor mobil ($\approx 3,1 - 3,5$ mg/100 g sol) pentru solurile din zona de nord;
- încorporarea îngrășămintelor fosforice se face doar funcție de nivelul fosforului mobil în sol, conform modelului cadru (pentru aceasta doza medie anuală este diferită);
- menținerea solurilor cu conținut optim și ridicat de fosfor mobil prin compensarea exportului fosforului cu îngrășămintă în doze de P_{90-60} anual;

Optimizarea nivelurilor de fosfor mobil în sol după acest model va permite obținerea unor recolte conform tabelului 5.

Tabelul 5. Model cadru de obținere a recoltelor conform asigurării cu fosfor mobil

Cultura	Nivelurile de fosfor în sol, mg/100g sol									
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
	Nivelul recoltelor prognozate după fosforul din sol, q/ha:									
grâu de toamnă	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
porumb boabe	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135
floarea soarelui	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48

Culturile agricole din asolament reacționează eșalonat la fertilizarea cu fosfor. Grăul și porumbul reacționează cel mai bine, deaceia modelul de optimizare treptată a fosforului mobil din sol în asolament trebuie de început cu aceste culturi (tab.6). În cazul în care nu sunt la dispoziție informații despre conținutul fosforului mobil în sol, normele de fosfor se pot stabili în funcție de tipul și subtipul de sol și de zona cultivării.

Tabelul 6. Model de optimizare treptată a stării fosfatice a solurilor în asolament

Conținutul fosforului mobil în sol, mg/100g	Culturile din asolament				
	Grâu de toamnă	Porumb boabe	Floarea soarelui	Leguminoase boabe	Grâu de toamnă
	Norma de fosfor, kg/ha/an, s.a.				
<1,0	250	200	150	100	75
1,0-1,5	250	200	150	100	75
1,6-2,0	200	150	100	100	75
2,1-2,5	100	75	50	50	50
2,6-3,0	75	75	50	50	50
3,1-3,5	50	50	50	50	50
3,6-4,0	0	50	50	50	50
4,1-4,5	0	0	50	50	50
4,6-5,0	0	0	0	50	50

Pentru zona de nord și de centru unde în învelișul de sol predomină solurile de pădure și cernoziomurile levigate, tipice și argilo-iluviale se recomandă norma de 60 - 90 kg/ha pentru grâu de toamnă și porumb boabe, 40 kg/ha pentru floarea soarelui. Pe cernoziomurile carbonatice și obișnuite răspândite în zona de sud, respectiv: 40 - 60 kg/ha și 30 – 35 kg/ha.

Potasiul. Starea potasiului schimbabil în solurile Moldovei este foarte bună. Cercetările efectuate în experiențele de lungă au demonstrat, că pe parcursul a 50 de ani, conținutul potasiului schimbabil pe martor în solurile cercetate s-a modificat nesemnificativ, deși cu recolta din sol s-a extras cca 4,5-5,0 t/ha de potasiu. Pe sol cenușiu conținutul a constituit 22-27 mg, pe cernoziom levigat 23-27 mg, iar pe cernoziom carbonatic 27-32 mg/100 g sol. Rezultatele obținute demonstrează capacitatea ridicată a solurilor cercetate pentru menținerea unui echilibru dinamic între diferite forme de potasiu din sol. O majorare vizibilă s-a observat doar la fertilizarea cu gunoi de grajd în norme ridicate 120-180 t/ha. Fertilizarea cu îngrășăminte minerale de potasiu este necesară doar în cazuri foarte rare, pe soluri cu conținut mai mic de 20 mg/100g. sol. Aplicarea sistematică a îngrășămintelor cu potasiu în asolamentele de câmp a condus la o majorare neesențială a lui în sol. Pe parcursul a 50 de ani din contul îngrășămintelor conținutul de potasiu s-a majorat cu cca 3 mg în sol cenușiu, cu 5 mg în cernoziom levigat și cu 2 mg în cernoziom carbonatic. Aplicarea gunoierului de grajd pe fond de îngrășăminte minerale a majorat conținutul de potasiu în sol cu 3-5 mg/100 g sol (tab.7).

Tabelul 7. Model de optimizare a conținutului de potasiu schimbabil în sol la grâu de toamnă

Recolta, t/ha	Conținutul de potasiu schimbabil în sol, mg/100g sol								
	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	Norme de potasiu, kg/ha, s.a.								
2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	60	30	0	0	0	0	0	0	0
4,0	90	60	30	0	0	0	0	0	0
4,5	120	90	60	30	0	0	0	0	0
5,0	150	120	90	60	30	0	0	0	0

Stabilitatea conținutului de potasiu în timp demonstrează că între cele 4 forme de potasiu în sol: solubil, schimbabil, fixat și nativ există un echilibru permanent și dinamic care asigură o rezervă durabilă a acestui element pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. Practic optimizarea stării potasice se face din contul producției secundare, resturilor vegetale și dezagregării mineralelor din sol. Modelul de optimizare a potasiului schimbabil în sol cuprinde conținutul de la 15 mg/100 g sol până la 55 mg (tab.7).

Pentru optimizarea regimului de potasiu în sol și menținerea nivelului optim se mai poate de utilizat și următoarea formulă: $N_K = R_S \times C_s \times C_c$, unde N_K – norma de potasiu, kg/ha, s.a.; R_S - recolta, t/ha; C_s - consumul potasiului la 1 t de producție, kg/t; C_c - coeficientul de corecție față de conținutul potasiului schimbabil din sol (tab.8).

Tabelul 8. Coeficienții de ajustare a normelor medii de îngrășămintă funcție de clasele de asigurare a solului

Elementul	Clasele de asigurare a solului					
	foarte scăzut	scăzut	moderat	optim	ridicat	foarte ridicat
Fosfor mobil	2,0	1,5	1,3	1,0	0,3	0
Potasiu schimbabil	2,0	1,5	1,3	1,0	0	0

Coeficientul de corecție (tab.8) se stabilește după gradul de asigurare conform clasificării existente. Conținutul de potasiu schimbabil în sol se stabilește în urma cartării agrochimice din toamnă odată cu determinarea fosforului mobil.

În lipsa informațiilor privind conținutul potasiului schimbabil în sol se recomandă aplicarea îngrășămintelor potasice pe solurile luto-nisipoase și nisipoase în norme de 40 - 60 kg/ha s.a. indiferent de tipul și subtipul de sol și de zona de cultivare. Solurile argiloase sunt bine asigurate cu potasiu schimbabil și pot susține obținerea unor recolte ridicate fără fertilizare suplimentară cu acest element.

CONCLUZII

Modele de optimizare a regimurilor nutritive au fost elaborate în baza rezultatelor experiențelor de câmp de lungă durată fondate pe sol cenușiu de pădure, cernoziomuri levigate și carbonatice, cât și celor obținute din implementarea producției științifice în practică. Elaborarea modelelor de optimizare a regimurilor nutritive și de fertilizare a culturilor agricole s-a efectuat în baza particularităților plantelor de cultură și sistemului de fertilizare funcție de tipul și subtipul de sol, indicii agrochimici, nivelul recoltei și calitatea recoltei. Utilizarea modelelor de optimizare a regimurilor nutritive vor contribui la sporirea capacității de producere a solurilor, obținerii recoltelor stabile și protecției mediului ambiant de poluare.

BIBLIOGRAFIE

- Recomandări privind aplicarea îngrășămintelor** pe diferite tipuri de sol la culturile de câmp. Chișinău: Pontos, 2012, 66 p.
- Почвы Молдавии.** Том 3. Кишинев: Штиинца, 1986. 255 с.
- Programul complex** de valorificare a terenurilor degradate și sporirea fertilității solurilor. Partea II. Chișinău: Pontos, 2004. P.125.
- Burlacu I.** Deservirea agrochimică a agriculturii în Republica Moldova. Chișinău: Pontos, 2004. 195 p.
- Cerbari V.** Sistemul informațional privind calitatea învelișului de sol al Republicii Moldova (banca de date) Chișinău: Pontos, 2000. p. 83.
- Instrucțiuni** metodice privind cartarea agrochimică a solurilor. Chișinău: Pontos, 2007. 34 p.
- Lăcătușu Radu.** Agrochimie. Iași: Terra Nostra, 2006. p. 230-319.