

Rezumatul tezei de doctorat „Contribuții la stabilirea sistemului de fertilizare la cultura grâului în condițiile solului brun-roșcat slab luvic din zona Olteniei

Scopul cercetărilor. Una din verigile tehnologice care influențează cel mai mult evoluția însușirilor de fertilitate ale solului o constituie fertilizarea culturilor.

Modificările survenite în sol, ca un organism viabil sub acțiunea factorilor naturali și tehnologici, pot fi puse în evidență numai pe baza unor cercetări de lungă durată (Borlan Z. și colab. 1991; Răuță C. și colab. 1982).

În vederea elaborării unui sistem rațional de fertilizare a grâului care să permită obținerea de producții mari și o bună evoluție a însușirilor de fertilitate a solului, la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Șimnic-Craiova, situată în zona centrală a Olteniei, a fost inițiată o tematică de cercetare cu privire la:

- interacțiunea dintre îngrășămintele cu azot, fosfor și potasiu la grâu, în experiențe de lungă durată, cunoașterea dozelor optime de îngrășămintă și efectul lor asupra recoltelor;
- evoluția unor indici agrochimici ai solului ca urmare a aplicării îndelungate a îngrășămintelor cu azot, fosfor, potasiu precum și gunoi de grajd;
- efectul îngrășămintelor chimice cu azot, fosfor și potasiu asupra calității recoltei;
- exportul de elemente nutritive din sol și coeficientul de utilizare al acestora din îngrășămintă de către grâu.

Metoda de cercetare. Experiențele s-au efectuat la Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare Agricolă Șimnic, Craiova, pe un sol brun roșcat slab luvic, sol caracteristic zonei centrale a Olteniei, în sistem staționar, în rotație de doi ani (grâu-porumb), în rotație de 5 ani (mazăre, grâu, porumb, grâu, floarea soarelui). În cadrul experiențelor

au fost studiați mai mulți factori, metoda de așezare a parcelei subdivizate cu doi factori, cu următoarele variante:

Interacțiunea N : P la grâu după mazăre.

FACTORUL A (doze de fosfor)

$$a_1 = P_0$$

$$a_2 = P_{40}$$

$$a_3 = P_{80}$$

$$a_4 = P_{120}$$

$$a_5 = P_{160}$$

FACTORUL B (doze de azot)

$$b_1 = N_0$$

$$b_2 = N_{30}$$

$$b_3 = N_{60}$$

$$b_4 = N_{90}$$

$$b_5 = N_{120}$$

Interacțiunea N : P la grâu după porumb.

FACTORUL A (doza de fosfor)

$$a_1 = P_0$$

$$a_2 = P_{40}$$

$$a_3 = P_{80}$$

$$a_4 = P_{120}$$

$$a_5 = P_{160}$$

FACTORUL B (doza de azot)

$$b_1 = N_0$$

$$b_2 = N_{40}$$

$$b_3 = N_{80}$$

$$b_4 = N_{120}$$

$$b_5 = N_{160}$$

Interacțiunea N : P : K

FACTORUL A (nivele de N:P)

la grâu după porumb

$$a_1 = N_0 P_0$$

$$a_2 = N_{80} P_0$$

$$a_3 = N_{80} P_{80}$$

$$a_4 = N_{160} P_{80}$$

la grâu după mazăre

$$a_1 = N_0 P_0$$

$$a_2 = N_{60} P_0$$

$$a_3 = N_{60} P_{80}$$

$$a_4 = N_{120} P_{80}$$

FACTORUL B

(nivele de K)

$$b_1 = K_0$$

$$b_2 = K_{40}$$

$$b_3 = K_{80}$$

$$b_4 = K_{120}$$

Interacțiunea N : P + gunoi de grajd s-a experimentat în rotație grâu porumb în sistem staționar având următoarele graduări ale factorilor.

FACTORUL A (nivele de N:P) FACTORUL B (nivele de gunoi de grajd)

$$a_1 = N_0 P_0$$

$$a_2 = N_0 P_{50}$$

$$a_3 = N_{50} P_{50}$$

$$a_4 = N_{100} P_{100}$$

$$b_1 = \text{fără gunoi}$$

$$b_2 = 20 \text{ t/ha gunoi de grajd la 4 ani}$$

$$b_3 = 40 \text{ t/ha gunoi de grajd la 4 ani}$$

$$b_4 = 60 \text{ t/ha gunoi de grajd la 4 ani}$$

Influența fertilizării cu îngrășăminte minerale. În cadrul agriculturii moderne importanța utilizării îngrășămintelor este de necontestat.

Rezultatele obținute pe plan mondial demonstrează că fertilizarea contribuie cu circa 40% la creșterea recoltelor pe unitatea de suprafață, iar producțiile obținute în diverse țări ale lumii sunt strâns corelate cu dozele de îngrășăminte folosite. Fără o fertilizare corespunzătoare nu se poate realiza valorificarea patrimoniului productiv al noilor soiuri și hibridi create de geneticieni și amelioratori (Davidescu D. și colab., 1976; Hera Cr. și colab., 1984; Bâlțeanu Gh., 1991; Goian M, 2000; Feher Ecaterina, 2003).

Deși are un consum relativ redus de substanțe nutritive, grâul este deosebit de pretențios față de îngrășăminte, deoarece sistemul său radicular explorează un volum mai redus de sol, având totodată o putere mai mică de solubilizare și absorbție a elementelor nutritive din forme mai greu solubile ca alte culturi (Ionescu-Șișești Gh. și Staicu Ir., 1959; Mihăilă V. și Popescu V., 1994).

Rezultate privind influența îngrășămintelor chimice și organice asupra producției de grâu, după diferite premergătoare, în experiențe de lungă durată. Cercetările efectuate la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Șimnic au pus în evidență existența interacțiunii pozitive dintre îngrășămintele cu azot și cele cu fosfor.

Interacțiunea N x P. În general există o variație mare a influenței celor două elemente nutritive, ca și a interacțiunii acestora asupra producției de grâu de la an la an, în funcție de condițiile climatice. Rezultatele obținute reliefează contribuția cea mai mare la realizarea sporului producției de grâu a azotului, atât la cultura grâului după mazăre cât și la cultura grâului după porumb.

Cele mai mari producții, față de varianta nefertilizată, s-au realizat în medie pe anii 1997-2001 cu dozele de îngrășăminte N_{60} - N_{90} (61,2 q/ha respectiv 61,5 q/ha) după mazăre și N_{120} - N_{160} (52,3 q/ha, respectiv 51,3 q/ha) după porumb pe fonduri de fosfor aplicate.

Influența fosforului la cultura grâului după mazăre, fără a se ține cont de fertilizarea cu azot evidențiază în toți anii de experimentare și în medie, cu excepția anului 2001, sporuri de producție față de varianta nefertilizată în toate dozele aplicate. Astfel în medie pe 5 ani, cele mai mari producții s-au obținut la variantele fertilizate cu P_{120} și P_{160} (61,2 q/ha, respectiv 61,5 q/ha) pe fondurile aplicate de azot N_0 - N_{120} . Producțiile fiind practic egale, cea mai eficientă doză s-a dovedit a fi P_{120} .

Interacțiunea dintre dozele de fosfor și dozele de azot aplicate la cultura grâului după mazăre arată că la oricare dintre dozele de fosfor (P_0 - P_{160}), producțiile obținute la variantele fertilizate cu N_{30} , N_{60} , N_{90} și N_{120} sunt superioare, prezentând asigurare statistică.

Cele mai mari sporuri de producție s-au înregistrat la variantele fertilizate cu azot în doză de 60 kg s.a./ha și 90 kg s.a./ha, pe fond de P_{80} (14,8 q/ha, respectiv 16,4 q/ha), pe fond de P_{120} (15,5 q/ha, respectiv 17,3 q/ha) și chiar la nefertilizat cu fosfor (15,1 q/ha, respectiv 14,0 q/ha).

La doza de P_{160} , cel mai mare spor a fost înregistrat la varianta fertilizată cu azot N_{120} (14,8 q/ha) față de varianta nefertilizată cu azot.

Se poate sugera ca doză eficientă de azot doză de 60 kg s.a./ha la oricare dintre dozele de fosfor aplicate.

Influența azotului în condițiile aplicării unor doze diferite de fosfor la cultura grâului după mazăre (interacțiunea N x P) ne arată că la oricare dintre dozele de N, în medie pe 5 ani, producția crește pe măsură ce crește doza de fosfor (tabelul 1).

Cele mai mari sporuri de producție se obțin la dozele de P_{120} și P_{160} , iar doza de P_{120} este cea mai eficientă, chiar și în condițiile nefertilizării cu azot.

Aceste rezultate se datorează în special particularității anului 2001 în care producțiile nu au fost atât de diferențiate în funcție de doza de fosfor aplicată la oricare dintre dozele de azot experimentate, aceasta în special datorită condițiilor climatice specifice acestui an.

Tabelul 1

Influența azotului în condițiile aplicării unor doze diferite de fosfor,
la cultura grâului după mazăre (1997-2001)

Prod. q/ha		1997	1998	1999	2000	2001	Media	Dif.	Semnif
Factorii studiați									
N ₀	P ₀	40,7	33,9	38,3	32,8	45,5	38,2	Mt	
	P ₄₀	43,0 ^(x)	42,3 ^{xxx}	42,7 ^{xx}	37,8 ^{xxx}	48,4	42,8	4,6	
	P ₈₀	46,4 ^{xx}	45,0 ^{xxx}	47,5 ^{xxx}	41,2 ^{xxx}	57,2 ^{xxx}	47,5	9,3	x
	P ₁₂₀	46,9 ^{xx}	47,8 ^{xxx}	48,5 ^{xxx}	42,9 ^{xxx}	58,8 ^{xxx}	49,0	10,8	xx
	P ₁₆₀	47,0 ^{xx}	48,6 ^{xxx}	48,8 ^{xxx}	44,9 ^{xxx}	66,4 ^{xxx}	51,1	12,9	xx
N ₃₀	P ₀	49,6	45,3	46,1	39,4	64,6	49,0	Mt	
	P ₄₀	60,1 ^{xxx}	59,5 ^{xxx}	56,8 ^{xxx}	41,1	66,4	42,5	-6,5	
	P ₈₀	61,6 ^{xxx}	60,8 ^{xxx}	59,2 ^{xxx}	44,1 ^{xxx}	65,5	58,2	9,2	x
	P ₁₂₀	62,4 ^{xxx}	61,5 ^{xxx}	60,2 ^{xxx}	44,9 ^{xxx}	73,3 ^{xx}	60,5	11,5	xx
	P ₁₆₀	63,0 ^{xxx}	60,5 ^{xxx}	61,0 ^{xxx}	46,0 ^{xxx}	71,6	60,4	11,4	xx
N ₆₀	P ₀	60,5	49,9	47,5	40,9	67,5	53,3	Mt	
	P ₄₀	69,0 ^{xxx}	65,2 ^{xxx}	60,7 ^{xxx}	43,5	70,4	61,8	8,5	x
	P ₈₀	70,1 ^{xxx}	66,7 ^{xxx}	63,4 ^{xxx}	45,3 ^{xxx}	66,2	62,3	9,0	x
	P ₁₂₀	69,9 ^{xxx}	66,7 ^{xxx}	63,7 ^{xxx}	47,8 ^{xxx}	73,5	64,3	11,0	xx
	P ₁₆₀	70,0 ^{xxx}	67,7 ^{xxx}	64,8 ^{xxx}	48,2 ^{xxx}	72,4	64,6	19,3	xx
N ₉₀	P ₀	47,1	58,3	47,8	42,4	65,6	52,2	Mt	
	P ₄₀	68,0 ^{xxx}	70,8 ^{xxx}	62,7 ^{xxx}	45,7 ^{xxx}	52,1	60,0	7,8	
	P ₈₀	69,3 ^{xxx}	72,6 ^{xxx}	66,0 ^{xxx}	50,0 ^{xxx}	61,5	63,9	11,7	xx
	P ₁₂₀	68,9 ^{xxx}	72,9 ^{xxx}	64,9 ^{xxx}	50,1 ^{xxx}	74,8 ^(xxx)	66,3	14,1	xxx
	P ₁₆₀	62,8 ^{xxx}	74,6 ^{xxx}	65,1 ^{xxx}	50,4 ^{xxx}	74,0 ^(xx)	65,4	13,2	xx
N ₁₂₀	P ₀	45,1	57,6	46,4	40,0	59,7	50,0	Mt	
	P ₄₀	66,8 ^{xxx}	71,1 ^{xxx}	62,0 ^{xxx}	44,8 ^{xxx}	51,7 ⁰	59,3	9,3	x
	P ₈₀	67,2 ^{xxx}	73,2 ^{xxx}	64,2 ^{xxx}	48,4 ^{xxx}	50,0 ⁰⁰⁰	60,6	10,6	(xx)
	P ₁₂₀	67,4 ^{xxx}	73,9 ^{xxx}	63,5 ^{xxx}	49,3 ^{xxx}	74,0 ^{xxx}	65,9	15,9	xxx
	P ₁₆₀	67,8 ^{xxx}	74,8 ^{xxx}	64,7 ^{xxx}	49,2 ^{xxx}	73,0 ^{xxx}	65,9	15,9	xxx
	DL 5%	3,7	3,6	2,6	2,9	7,1	8,0		
	1%	5,0	4,8	3,5	3,3	8,4	10,6		
	0,1%	6,4	6,2	4,5	3,5	9,2	13,7		

La cultura grâului după porumb, influența fosforului asupra producției fără a ține seama de aportul azotului este constantă în cei 5 ani de testare

Astfel, la dozele de fosfor aplicate (40, 80, 120 și 160 kg/ha s.a.) producțiile sunt mai mari, foarte semnificativ, față de varianta nefertilizată cu fosfor. De asemenea, în primii 4 ani, producțiile la varianta fertilizată cu fosfor în doză de 80, 120 și 160 kg/ha s.a. au înregistrat sporuri față de variantele fertilizate cu fosfor în doză de 40 kg/ha.

Influența azotului asupra producției la cultura grâului după porumb, indiferent de aportul fosforului, este constantă ca și în cele prezentate mai sus, în cei 5 ani de testare. Totuși, producțiile maxime oscilează între variantele fertilizate cu N_{40} (1998), N_{80} (1997, 2001) și N_{120} (1999 și 2000). În toți anii de experimentare (cu excepție 1998 și 2001), producțiile obținute în variantele fertilizate cu N_{80} sunt superioare semnificativ față de variantele fertilizate cu N_{40} . În medie toate variantele fertilizate cu azot au obținut producții foarte semnificativ superioare față de varianta nefertilizată.

Interacțiunea P x N interpretată prin prizma rezultatelor obținute timp de 5 ani, sugerează faptul că variantele fertilizate cu azot în orice doză la oricare dintre dozele de fosfor sunt distinct și foarte semnificativ superioare față de nefertilizat cu azot.

În medie pe 5 ani, producțiile obținute la variantele fertilizate cu N în doze de 80, 120 și 160 sunt extrem de apropiate, ceea ce ne sugerează că cea mai eficientă doză este cea de 80 kg s.a. N aplicată pe oricare dintre fondul de fosfor testat, chiar și la nefertilizat cu fosfor.

Interacțiunea celor doi factori (tabelul 2) fertilizarea cu azot și fertilizarea cu fosfor au evidențiat faptul că în medie pe 5 ani, doar la dozele de azot N_{80} , N_{120} și N_{160} au existat diferențe semnificative între dozele de fosfor aplicate, cea mai eficientă fiind P_{80} .

Se constată că, atât la grâu după mazăre cât și la grâu după porumb, diferențele de producție între dozele de N_{30} - N_{90} după mazăre și N_{80} - N_{160} după porumb sunt mici, de unde rezultă că mai eficiente sunt dozele de N_{60} după mazăre și N_{80} după porumb, pe fondurile de fosfor aplicate.

În variantele unde îngrășămintele cu azot s-au administrat fără fosfor sau cu fosfor în doze neechilibrate, sporurile de recoltă realizate în anul 2001 cât și în medie pe anii 1997-2001 sunt mici, comparativ cu îngrășămintele cu azot și fosfor date împreună în doze optime.

În aceste variante s-a înregistrat o intoxicație cu nitrați a plantelor, în mod deosebit în primăverile umede și reci, întârziind vegetația și micșorând producția.

Influența azotului în condițiile aplicării unor doze diferite de fosfor,
la cultura grâului după porumb (1997-2001)

Prod. q/ha		1997	1998	1999	2000	2001	Media	Dif.	Semnif
Factorii studiați									
N ₀	P ₀	28,7	15,1	20,8	19,9	39,4	24,8	Mt	
	P ₄₀	30,0	18,5	22,9	23,5 ^{xx}	44,4 ^x	27,9	3,1	
	P ₈₀	33,5 ^{xx}	18,3	24,4 ^{xx}	25,5 ^{xxx}	48,6 ^{xxx}	30,1	5,3	
	P ₁₂₀	33,4 ^{xx}	20,8 ^{xx}	25,4 ^{xxx}	26,1 ^{xxx}	50,4 ^{xxx}	31,2	6,4	
	P ₁₆₀	33,8 ^{xxx}	20,9 ^{xx}	27,7 ^{xxx}	28,9 ^{xxx}	54,1 ^{xxx}	33,1	8,3	
N ₄₀	P ₀	45,5	31,3	35,1	29,8	55,1	39,4	Mt	
	P ₄₀	49,1 ^x	33,6	39,4 ^{xxx}	30,6	58,2	42,2	2,8	
	P ₈₀	51,9 ^{xxx}	40,6 ^{xxx}	41,1 ^{xxx}	36,7 ^{xxx}	59,3 ^x	45,9	6,5	
	P ₁₂₀	53,0 ^{xxx}	41,2 ^{xxx}	40,4 ^{xxx}	37,1 ^{xxx}	57,9	45,9	6,5	
	P ₁₆₀	53,2 ^{xxx}	41,0 ^{xxx}	40,9 ^{xxx}	37,6 ^{xxx}	57,5	46,0	6,6	
N ₈₀	P ₀	49,0	42,9	41,1	30,3	55,3	43,7	Mt	
	P ₄₀	49,1	45,9	48,2 ^{xxx}	35,2 ^{xxx}	58,8	49,4	5,7	
	P ₈₀	62,2 ^{xxx}	51,9 ^{xxx}	51,5 ^{xxx}	40,5 ^{xxx}	62,7 ^{xxx}	53,8	10,1 ^x	
	P ₁₂₀	61,9 ^{xxx}	50,8 ^{xxx}	51,6 ^{xxx}	41,8 ^{xxx}	57,5	52,7	9,0	
	P ₁₆₀	61,8 ^{xxx}	50,5 ^{xxx}	52,3 ^{xxx}	41,4 ^{xxx}	58,2	52,8	9,1	
N ₁₂₀	P ₀	37,3	51,6	46,8	31,3	56,4	44,7	Mt	
	P ₄₀	57,3 ^{xxx}	56,1 ^x	51,2 ^{xxx}	38,4 ^{xxx}	59,9	52,6	7,9	
	P ₈₀	61,4 ^{xxx}	57,5 ^{xx}	53,9 ^{xxx}	43,1 ^{xxx}	63,6 ^{xxx}	55,9	11,2 ^x	
	P ₁₂₀	61,5 ^{xxx}	58,0 ^{xxx}	53,7 ^{xxx}	43,8 ^{xxx}	54,3	54,3	9,6 ^x	
	P ₁₆₀	61,0 ^{xxx}	58,5 ^{xxx}	53,6 ^{xxx}	43,1 ^{xxx}	53,6	54,0	9,3 ^x	
N ₁₆₀	P ₀	35,4	54,0	44,3	30,4	55,5	43,9	Mt	
	P ₄₀	55,9 ^{xxx}	58,3 ^x	50,6 ^{xxx}	36,9 ^{xxx}	58,2	52,0	8,1	
	P ₈₀	58,4 ^{xxx}	59,5 ^{xx}	52,8 ^{xxx}	41,6 ^{xxx}	55,4	53,5	9,6 ^x	
	P ₁₂₀	60,4 ^{xxx}	59,9 ^{xx}	53,5 ^{xxx}	42,2 ^{xxx}	53,9	54,0	10,1 ^x	
	P ₁₆₀	59,1 ^{xxx}	60,7 ^{xxx}	52,9 ^{xxx}	40,2 ^{xxx}	51,4 ⁰	52,9	9,0	
	DL 5%	3,3	3,5	2,5	2,2	4,1	9,3		
	1%	4,3	4,7	3,4	2,9	5,4	12,3		
	0,1%	5,6	6,1	4,3	3,8	6,9	15,9		

Se constată că după mazăre sporurile de producție date de îngrășămintele cu fosfor singure, sunt mai mari față de premergătoarea porumb, ca urmare a aportului de azot adus de leguminoase, care a intrat în interacțiune cu fosforul aplicat (10-13 q/ha comparativ cu 8,4-8,5 q/ha).

Pe baza rezultatelor, cele mai eficiente doze de fertilizat pentru grâu sunt N₆₀ după mazăre și N₈₀ după porumb, aplicate împreună cu dozele de P₄₀ - P₈₀.

De asemenea, la grâu după mazăre nu se justifică variantele cu N_{90} - N_{120} , iar la grâu după porumb variantele N_{120} și N_{160} , unde producțiile obținute au fost inferioare sau apropiate de varianta $P_{160} N_{60}$, respectiv $P_{160} N_{80}$.

Interacțiunea NP x K. În medie pe anii 1979-2001 îngrășămintele cu potasiu date singure sau împreună cu azotul și fosforul, nu au influențat semnificativ producția de grâu după mazăreși după porumb.

Așa cum a rezultat și din experiențele anterioare, îngrășămintele cu NP joacă un rol important în sporirea producției.

Influența azotului și fosforului aplicate asupra producțiilor la cultura grâului după mazăre, fără a ține seama de dozele de potasiu, este evidentă. Sporurile înregistrate se situează între 13,4 q/ha la $N_{60}P_0$ și 22,6 q/ha la $N_{120}P_{80}$ față de varianta nefertilizată N_0P_0 . Totuși sporul de producție înregistrat la variantele $N_{60} P_{80}$ și anume 21,3 q/ha evidențiază eficiența acestei doze de azot și fosfor.

În condițiile de la Șimnic, influența potasiului aplicat în diferite doze fără a lua în calcul aportul îngrășămintelor cu N și P nu este relevantă. Sporurile de producție obținute la doze de K_{40} , K_{80} și K_{120} (1-2 q/ha) nu sunt semnificative și ca atare putem concluziona că acest element nu este esențial pentru sporirea producțiilor la cultura grâului după mazăre.

Interacțiunea factorilor NP x K la cultura grâului după mazăre nu scoate în evidență obținerea unor sporuri de producție prin aplicarea îngrășămintelor cu K în orice doză la nici una dintre dozele de NP.

În schimb, interacțiunea factorilor K x NP la cultura grâului după mazăre (tabelul 3), evidențiază obținerea sporurilor de producție la variantele fertilizate cu NP față de nefertilizate la oricare dintre dozele de K. Faptul că la varianta nefertilizată cu K, se înregistrează sporuri în funcție de îngrășămintele cu N și P de la doza de $N_{60}P_0$ până la $N_{120}P_{80}$, sugerează faptul că în condițiile de la Șimnic, îngrășămintele cu K nu sunt eficiente.

Sporurile de producție mai mari obținute la varianta $N_{60}P_{80}$ reliefează eficiența acestei doze.

Tabelul 3

Influența potasiului asupra producției în condițiile aplicării unor doze diferite de azot și fosfor, la cultura grâului după mazăre (1997-2001)

Prod. q/ha		1997	1998	1999	2000	2001	Media	Dif.	Semnif
Factorii studiați									
K_0	N_0P_0	42,3	32,2	41,0	30,6	43,0	37,8	Mt	
	$N_{60}P_0$	59,7 ^{xxx}	49,4 ^{xxx}	50,3 ^{xxx}	41,2 ^{xxx}	64,8 ^{xxx}	53,1	15,3	xxx
	$N_{60}P_{80}$	69,9 ^{xxx}	64,1 ^{xxx}	63,4 ^{xxx}	46,3 ^{xxx}	61,6 ^{xxx}	61,1	23,3	xxx
	$N_{120}P_{80}$	67,4 ^{xxx}	72,7 ^{xxx}	65,9 ^{xxx}	48,1 ^{xxx}	60,6 ^{xxx}	62,9	25,1	xxx
K_{40}	N_0P_0	43,2	32,1	42,1	30,8	53,4	40,3	Mt	
	$N_{60}P_0$	59,9 ^{xxx}	50,0 ^{xxx}	51,4 ^{xxx}	41,8 ^{xxx}	67,4 ^{xxx}	54,1	13,8	xxx
	$N_{60}P_{80}$	69,8 ^{xxx}	64,9 ^{xxx}	63,2 ^{xxx}	46,8 ^{xxx}	63,4 ^{xxx}	61,6	21,3	xxx
	$N_{120}P_{80}$	67,6 ^{xxx}	73,3 ^{xxx}	65,0 ^{xxx}	47,7 ^{xxx}	60,8 ^{xxx}	62,9	22,6	xxx
K_{80}	N_0P_0	43,8	30,0	42,5	30,9	60,9	41,6	Mt	
	$N_{60}P_0$	60,6 ^{xxx}	50,4 ^{xxx}	52,1 ^{xxx}	42,4 ^{xxx}	67,9 ^{xxx}	54,7	13,1	xxx
	$N_{60}P_{80}$	70,6 ^{xxx}	65,1 ^{xxx}	63,8 ^{xxx}	45,9 ^{xxx}	66,8 ^{xxx}	62,4	20,8	xxx
	$N_{120}P_{80}$	68,0 ^{xxx}	73,6 ^{xxx}	66,0 ^{xxx}	48,3 ^{xxx}	61,6	63,5	21,9	xxx
K_{120}	N_0P_0	43,6	32,9	42,6	31,2	63,2	42,7	Mt	
	$N_{60}P_0$	60,2 ^{xxx}	50,3 ^{xxx}	51,6 ^{xxx}	42,6 ^{xxx}	66,1 ^(x)	54,2	11,5	xxx
	$N_{60}P_{80}$	70,5 ^{xxx}	65,4 ^{xxx}	64,2 ^{xxx}	46,9 ^{xxx}	65,5	63,5	20,8	xxx
	$N_{120}P_{80}$	68,2 ^{xxx}	73,8 ^{xxx}	65,1 ^{xxx}	49,3 ^{xxx}	60,7	63,4	20,7	xxx
	DL 5%	4,8	4,0	3,0	2,5	2,9	3,0		
	1%	6,4	5,3	4,0	3,5	3,9	4,0		
	0,1%	8,3	6,9	5,2	4,6	5,1	5,2		

În medie pe anii 1997-2001 îngrășămintele cu potasiu date singure sau împreună cu azotul și fosforul, nu au influențat semnificativ producția de grâu după mazăre.

La grâu după porumb, situația este asemănătoare ca la grâu după mazăre.

Sporurile cele mai mari de producție s-au obținut la variantele fertilizate cu $N_{80}P_{80}$ (25,4 q/ha) și $N_{160}P_{80}$ (26,5 q/ha) în medie pe 5 ani, indiferent de doza de K. Sporurile fiind atât de apropiate, cea mai eficientă doză și cea care este recomandată este $N_{80}P_{80}$.

Îngrășămintele cu K aplicate în diferite doze la cultura grâului după porumb, nu au influențat semnificativ producția.

Interacțiunea NP x K arată că la oricare dintre dozele de NP experimentate s-au obținut sporuri de producție la variantele fertilizate cu K față de cele nefertilizate dar acestea nu sunt asigurate statistic în medie pe 5 ani. Sporurile obținute au avut limite foarte mici de variație de la K₄₀ la K₁₂₀ ceea ce sugerează că doza eficientă este K₄₀.

Interacțiunea K x NP (tabelul 4) la cultura grâului după porumb, ca și la cultura grâului după mazăre nu este evidențiată, deoarece la oricare dintre dozele de K aplicate, fiecare dintre dozele de NP sunt dublate de sporuri foarte semnificative de producție față de varianta nefertilizată NP. Astfel la K₀ sporurile au fost cuprinse între 20,2 și 28,7 q/ha la variantele fertilizate cu N și P ; la K₄₀ sporurile au înregistrat valori cuprinse între 19,4 și 26,8 q/ha ; la K₈₀ între 18,7 și 26,1 q/ha iar la K₁₂₀ între 17,8 și 24,9 q/ha.

Tabelul 4

Influența potasiului asupra producției în condițiile aplicării unor doze diferite de azot, la cultura grâului după porumb (1997-2001)

Prod. q/ha		1997	1998	1999	2000	2001	Media	Dif.	Semnif
Factorii studiați									
K ₀	N ₀ P ₀	24,8	16,8	19,7	17,9	34,9	22,8	Mt	
	N ₈₀ P ₀	50,8 ^{xxx}	41,7 ^{xxx}	41,0 ^{xxx}	30,7 ^{xxx}	50,6 ^{xxx}	43,0	20,2	xxx
	N ₈₀ P ₈₀	56,3 ^{xxx}	51,5 ^{xxx}	49,4 ^{xxx}	40,1 ^{xxx}	54,2 ^{xxx}	50,3	27,5	xxx
	N ₁₆₀ P ₈₀	55,2 ^{xxx}	57,2 ^{xxx}	52,1 ^{xxx}	40,4 ^{xxx}	52,5 ^{xxx}	51,5	28,7	xxx
K ₄₀	N ₀ P ₀	25,2	17,7	20,8	17,8	46,3	25,6	Mt	
	N ₈₀ P ₀	51,0 ^{xxx}	43,2 ^{xxx}	41,9 ^{xxx}	31,3 ^{xxx}	58,6 ^{xxx}	45,0	19,4	xxx
	N ₈₀ P ₈₀	57,3 ^{xxx}	51,8 ^{xxx}	50,7 ^{xxx}	40,9 ^{xxx}	55,1 ^{xx}	51,2	25,6	xxx
	N ₁₆₀ P ₈₀	56,0 ^{xxx}	58,4 ^{xxx}	53,3 ^{xxx}	40,9 ^{xxx}	53,6 ^{xx}	52,4	26,8	xxx
K ₈₀	N ₀ P ₀	24,9	18,0	20,7	18,0	50,7	26,5	Mt	
	N ₈₀ P ₀	52,2 ^{xxx}	42,8 ^{xxx}	42,2 ^{xxx}	31,7 ^{xxx}	57,0 ^{xx}	45,2	18,7	xxx
	N ₈₀ P ₈₀	57,2 ^{xxx}	52,8 ^{xxx}	50,2 ^{xxx}	41,1 ^{xxx}	55,6 ^x	51,4	24,9	xxx
	N ₁₆₀ P ₈₀	56,7 ^{xxx}	58,1 ^{xxx}	53,4 ^{xxx}	40,8 ^{xxx}	53,9	52,6	26,1	xxx
K ₁₂₀	N ₀ P ₀	24,4	18,2	19,4	18,2	56,2	27,3	Mt	
	N ₈₀ P ₀	52,4 ^{xxx}	43,0 ^{xxx}	42,6 ^{xxx}	31,4 ^{xxx}	56,2	45,1	17,8	xxx
	N ₈₀ P ₈₀	57,6 ^{xxx}	52,0 ^{xxx}	50,3 ^{xxx}	41,3 ^{xxx}	53,9	51,0	23,7	xxx
	N ₁₆₀ P ₈₀	56,4 ^{xxx}	58,3 ^{xxx}	53,1 ^{xxx}	41,0 ^{xxx}	52,4	52,2	24,9	xxx
DL 5%		2,9	3,9	2,6	2,4	4,9	2,8		
1%		3,9	5,2	3,5	3,0	6,6	3,7		
0,1%		5,1	6,7	4,5	3,8	8,9	4,8		

Sporurile de producție foarte apropiate între variantele fertilizate cu N₆₀P₈₀ și N₁₂₀P₈₀, ne sugerează că doza N₆₀P₈₀ este cea mai eficientă la oricare dintre dozele de K.

Față de cele prezentate se poate concluziona că nu este obligatorie aplicarea îngrășămintelor cu potasiu, dar dacă acestea se aplică doza nu trebuie să depășească 40 kg K₂O/ha.

Interacțiunea N x P + gunoi de grajd. Pentru asigurarea unui bilanț pozitiv al elementelor nutritive în agricultură și pentru sporirea continuă a fertilității solului, folosirea gunoiului de grajd și a tuturor resturilor vegetale a fost și va rămâne și în viitor o măsură de mare actualitate.

Metoda și epoca de aplicare pot influența diferit eficacitatea gunoiului de grajd.

Efectul ulterior al gunoiului, ca sursă de substanțe nutritive, în primul an de remanență echivalează cu aproximativ 1,2 kg N, 0,8 kg P₂O₅ și 2,0 kg K₂O din îngrășămintele minerale pe tona de gunoi aplicată.

Indiferent de aplicarea gunoiului de grajd, în medie pe 5 ani, se obțin sporuri de producție distinct semnificative atunci când se aplică doze de N₅₀P₅₀ și N₁₀₀P₁₀₀. Având în vedere că între cele 2 doze nu există diferențe semnificative se recomandă ca fiind mai eficientă doza N₅₀P₅₀.

Deși în fiecare dintre anii de experimentare, sporuri de producție date de aplicarea gunoiului de grajd singur în diferite doze au fost semnificative, în medie, doar dozele de 40 t/ha și 60 t/ha au prezentat sporuri semnificative. Diferența limită mai mare în cazul mediei a fost datorată diferențelor mari dintre anii de experimentare exprimată prin producțiile obținute.

În medie pe anii 1997-2001 sporurile de recoltă înregistrate prin aplicarea gunoiului de grajd au fost: 10-16,5 q/ha pe agrofondul N₀P₀, 5,7-10,6 q/ha pe agrofondul N₀P₅₀, 4,3-7,6 q/ha pe agrofondul N₅₀P₅₀, 2,5-3,7 q/ha pe agrofondul N₁₀₀P₁₀₀.

În concluzie, se poate spune că aplicarea gunoiului de grajd suplinește în bună măsură fertilizarea cu N și P deoarece pe agrofondul N₀P₀ se obțin cele mai mari sporuri. La dozele de 40 t/ha și 60 t/ha acestea sunt asigurate statistic.

Pe agrofondurile de $N_{50}P_{50}$ și $N_{100}P_{100}$ sporurile de recoltă au crescut substanțial, cele mai eficiente sporuri s-au înregistrat cu dozele de 40 t/ha la 4 ani + $N_{50}P_{50}$.

În schimb, pe agrofondurile $N_{50}P_{50} + 60$ t/ha gunoi de grajd și $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd producțiile realizate nu justifică aceste doze.

Pe agrofondurile de $N_{50}P_{50}$ și $N_{100}P_{100}$ sporurile de recoltă au crescut substanțial, cele mai eficiente sporuri s-au înregistrat cu dozele de 40 t/ha la 4 ani + $N_{50}P_{50}$ (tabelul 5). În schimb, pe agrofondurile $N_{50}P_{50} + 60$ t/ha gunoi de grajd și $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd producțiile realizate nu justifică aceste doze.

Tabelul 5

Influența diferitelor doze de îngrășăminte NP asupra producției, în funcție de dozele de gunoi de grajd aplicate la cultura grâului după porumb, în condițiile de la S.C.D.A.

Șimnic (1997-2001)

Prod. q/ha		1997	1998	1999	2000	2001	Media	Dif.	Semnif
Factorii studiați									
GG0	N0P0	24,6	17,1	20,5	18,6	36,6	23,5	Mt	
	N0P50	27,9	20,4	23,4 ^x	21,0 ^x	55,8 ^{xxx}	29,7	6,2	
	N50P50	50,8 ^{xxx}	38,0 ^{xxx}	41,4 ^{xxx}	36,9 ^{xxx}	59,3 ^{xxx}	45,3	21,8	xxx
	N100P100	57,9 ^{xxx}	56,7 ^{xxx}	50,1 ^{xxx}	41,4 ^{xxx}	44,2 ^{xxx}	50,1	26,6	xxx
GG 20 t/ha	N0P0	30,3	24,5	30,2	24,0	58,3	33,5	Mt	
	N0P50	33,7	26,8	31,4	25,0	60,1	35,4	1,9	
	N50P50	54,5 ^{xxx}	42,3 ^{xxx}	49,2 ^{xxx}	40,8 ^{xxx}	61,0	49,6	16,1	xxx
	N100P100	62,7 ^{xxx}	61,2 ^{xxx}	51,8 ^{xxx}	40,1 ^{xxx}	47,0 ^{ooo}	52,6	19,1	xxx
GG 40 t/ha	N0P0	34,8	28,7	41,9	26,4	61,7	38,7	Mt	
	N0P50	35,6	29,7	43,5	26,7	62,1	39,5	0,8	
	N50P50	58,3 ^{xxx}	46,8 ^{xxx}	53,2 ^{xxx}	44,4 ^{xxx}	62,0	52,9	14,2	xxx
	N100P100	63,6 ^{xxx}	65,8 ^{xxx}	50,5 ^{xxx}	44,1 ^{xxx}	49,4 ^{ooo}	54,7	16,0	xxx
GG 60 t/ha	N0P0	36,8	31,8	46,5	25,3	59,7	40,0	Mt	
	N0P50	36,9	32,2	42,4	26,0	57,9	40,3	0,3	
	N50P50	55,7 ^{xxx}	48,3 ^{xxx}	52,1 ^{xxx}	41,8 ^{xxx}	58,3	51,2	11,2	xxx
	N100P100	63,2 ^{xxx}	64,7 ^{xxx}	49,9 ^{xxx}	42,5 ^{xxx}	48,6 ^{ooo}	53,8	13,8	xxx
DL 5%		3,5	4,0	2,4	2,2	3,5	4,0		
DL1%		4,6	5,3	3,2	3,0	4,6	5,3		
DL0,1%		6,0	6,9	4,2	4,0	6,0	6,9		

Evoluția unor indici agrochimici ai solului sub influența fertilizării sistematice cu azot, fosfor, potasiu și gunoi de grajd. Acidifierea solului a avut ca efect creșterea acidității hidrolitice (pe fond fără fosfor - de la 3,4 m.e/100 g sol la 6,1 m.e/100 g sol ; pe fond cu fosfor - de la 3,6 m.e/100 g sol la 5,6 m.e/100 g sol), scăderea sumei

bazelor schimbabile (pe fond fără fosfor - de la 15,4 m.e/100 g sol la 12,1 m.e/100 g sol ; pe fond de P₈₀ - de la 15,2 m.e/100 g sol la 13,0 m.e/100 g sol), scăderea gradului de saturație în baze (pe fond fără fosfor - de la 79% la 68% ; pe fond de P₈₀ - de la 78% la 70%) și creșterea aluminiului schimbabil (pe fond fără fosfor - de la 0,5 mg/100 g sol la 1,36 mg/100 g sol; pe fond de P₈₀ - de la 0,4 mg/100 g sol la 1,17 mg/100 g sol).

Influența îngrășămintelor aplicate timp îndelungat asupra compoziției chimice și calității recoltei. Îngrășămintele chimice cu azot și fosfor au influențat conținutul în proteină al recoltei de grâu după mazăre de la 11,6 la 15,0% și în special când s-au dat doze mari N₁₂₀ - N₁₆₀ împreună cu fosforul.

Cantitatea de proteină exprimată la ha a crescut cel mai mult în variantele unde s-au obținut cele mai mari producții ; la cultura grâului după mazăre – 13,62% proteină brută, pe fond de N₁₂₀P₈₀K₄₀, la o producție de 73,3 q/ha, iar la cultura grâului după porumb – 14,98% proteină brută, pe fond de N₈₀P₈₀K₄₀ la o producție de 51,8 q/ha.

Aplicarea îngrășămintelor cu azot în doze crescânde a determinat calitatea proteinei respectiv conținutul în aminoacizi.

Fertilizarea NPK a influențat diferențiat conținutul de proteină pură ca și unii indici de calitate (gluten umed, gluten uscat, indice valoric, indice de sedimentare) în funcție de premergătoare.

Conținutul de elemente NPK din plantele de grâu a variat în raport cu felul îngrășămintelor și dozele administrate:

- conținutul de azot a crescut cu mărirea dozelor de azot în special când s-au dat pe fond de fosfor (2,63-2,72% în bob la grâu după mazăre, 2,57-2,68% în bob la grâu după porumb);

- conținutul în fosfor a sporit sub influența îngrășămintelor cu fosfor, în bob conținutul în fosfor atingând valori ca urmare a aplicării îngrășămintelor cu fosfor de la 0,95-1,02% la grâu după mazăre, 0,96-1,06% la grâu după porumb, în pai conținutul în fosfor fiind mai mic decât în bob;

- conținutul de potasiu în plantele de grâu a variat foarte puțin în funcție de îngrășămintele cu azot și fosfor aplicate, acesta fiind mai mare în paie și mai mic în boabe.

Exportul de elemente nutritive din sol și coeficientul de utilizare al acestora din îngrășămintele de către grâu. Exportul de elemente NPK a depășit mai mult de volumul producțiilor realizate și mai puțin de conținutul în elemente nutritive. Exportul total de azot (în bob + tulpini) a crescut cu mărimea dozelor de îngrășămintele (133,6 - 181,4 kg/ha N la grâu după mazăre, 117,1 - 148,3 kg/ha N la grâu după porumb). Consumul cel mai mare de azot - cca 70% - s-a înregistrat în boabe. Exportul de fosfor a fost mai mare în variantele unde s-au realizat producțiile cele mai mari. Exportul de potasiu a variat în funcție de dozele de îngrășămintele aplicate, crescând odată cu dozele și fiind mult mai mare în paie decât în boabe.

Coeficientul de utilizare al azotului și fosforului din îngrășămintele pentru formarea recoltei, a variat în raport invers proporțional cu mărimea dozelor de îngrășămintele folosite: la azot de la 58,7% la 86,8% la grâu după mazăre, de la 40,1% la 77,0% la grâu după porumb. La fosfor coeficientul de folosire al acestuia din îngrășămintele a variat de la 9,8% la 23,3% la grâu după mazăre, de la 9,7% la 18,6% la grâu după porumb.

Pe baza rezultatelor obținute, prin urmărirea însușirilor de fertilitate ale solului sub influența aplicării îngrășămintelor s-au furnizat informații și tehnologii viabile pentru fermierii agricoli privind fertilizarea cu îngrășămintele organice și chimice în doze echilibrate, microelemente și alte măsuri menite să sporească cantitativ și calitativ producția și să mențină fertilitatea solului la un nivel ridicat.

Rezultatele obținute demonstrează viabilitatea unei agriculturi științifice, ecologice, în conservarea calității mediului și în realizarea unor producții constante care să asigure folosirea rațională a forței de muncă, securitatea alimentară și beneficii economice stabile.

Recomandări. Pe baza rezultatelor obținute se recomandă, pentru fertilizarea grâului, dozele de N_{60} după mazăre și N_{80} după porumb, aplicate împreună cu dozele de P_{40} - P_{80} .

Dozele de fosfor se vor diferenția în limitele menționate în funcție de conținutul solului în fosfor ușor mobil stabilit prin cartările agrochimice.

Se va urmări ca prin fertilizările cu fosfor să se asigure un nivel optim de fosfor în sol de 8-9 mg/100 g sol sau 32-36 ppm.

Nu se recomandă aplicarea îngrășămintelor cu potasiu date singure sau împreună cu azotul și fosforul, deoarece nu influențează semnificativ producția de grâu după mazăre și după porumb. În schimb se recomandă aplicarea îngrășămintelor organice, în vederea obținerii unor sporuri eficiente în varianta $N_{50}P_{50}$ anual + 40 tone gunoi de grajd.

Pentru ridicarea nivelului de fertilitate al solului brun roșcat slab luvic, de la S.C.D.A. Șimnic, considerăm oportună îmbunătățirea însușirilor chimice, în special a corectării pH-ului, a însușirilor fizice și biologice prin măsuri agrotehnice.

Pentru perspectivă se recomandă continuarea și aprofundarea cercetărilor cu privire la:

- influența microelementelor (Mo, Zn, Mg) în ameliorarea însușirilor de fertilitate ale solului și sporirea recoltelor;

- elaborarea de algoritmi și ecuații de regresie a conținutului de forme mobile în stratul arat în funcție de cantitățile de îngrășămintă aplicate anual, durata de timp de experimentare în staționar și recoltele obținute;

- efectuarea unor cercetări în case de vegetație care să ducă la cunoșterea modului de metabolizare, contribuția elementelor nutritive din îngrășămintă la formarea recoltei, absorbția, translocarea, bilanțul elementelor în sol, etc.;

- este necesară urmărirea, în aceste experiențe de lungă durată, a evoluției unor elemente de fizică și biologie a solului, starea culturală a terenului, starea fitosanitară a plantelor și alte probleme.

Datele obținute în aceste experiențe vor servi la găsirea de noi resurse, utilizarea rațională a acestora pentru sporirea producției, fundamentarea și cuantificarea unor modele matematice de prognoză a evoluției probabile a solurilor și culturilor în diferite situații de fertilizare.

De asemenea, sporurile de producție și folosirea rațională a forței de muncă vor conduce la sporirea veniturilor populației și implicit la ridicarea nivelului de trai în mediul rural, în consens cu rezultatele și normele din Uniunea Europeană.

Bibliografie selectivă

Bâlțeanu Gh., 1991 – Fitotehnie (I). Ed. Ceres, București

Borlan Z. și colab., 1991 – Modificarea însușirilor agrochimice în stratul arabil al solului sub influența amendamentelor și îngrășămintelor. Revista de propagandă tehnică agricolă

Davidescu D. și colab., 1976, Azotul în agricultură. Ed. Acad. R.S.R.

Feher Ecaterina, Borcean I., 2003 – Fitotehnie, partea I. Ed. Univ. Craiova, 10-20

Goian M., 2000 – Agrochimie. Ed. Marineasa, Timișoara

Hera Cr. și colab., 1984 – Asigurarea azotului necesar culturilor agricole. Ed. Ceres, București

Ionescu-Șișești Gh., Staicu Ir., 1959 – Agrotehnica. Ed. Agro-Silvică, București

Mihăilă V., Popescu V., 1994 – Fertilizarea culturilor agricole. Ed. Tehnică Agricolă

Răuță C. și colab., 1982 – Evidența stării de calitate a solurilor din România cu privire la reacția pH și la asigurarea cu fosfor, potasiu mobil și cu azot. Măsuri de creștere a capacității productive a solurilor. Producția vegetală, Cereale și Plante tehnice, 9: 30-39