

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ CLUJ – NAPOCA
ȘCOALA DOCTORALĂ
FACULTATEA DE AGRICULTURĂ**



Ec. PORUȚIU ANDRA-RAMONA

TEZĂ DE DOCTORAT

**OPTIMIZAREA ECONOMICĂ A SISTEMULUI DE
FERTILIZARE LA GRÂU ȘI PORUMB ÎN CÂMPIA
TRANSILVANIEI**

REZUMAT

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC

Prof. univ. dr. MARILENA MĂRGHIȚAȘ

CLUJ – NAPOCA

2014

CUPRINS

I. INTRODUCERE.....	3
II. STADIUL CERCETĂRILOR PRIVIND OPTIMIZAREA APLICĂRII FERTILIZANȚILOR.....	4
2.1. PRINCIPII, REGULI, LEGITĂȚI UTILIZATE ÎN REALIZAREA SISTEMELOR DE FERTILIZARE.....	4
2.2. REZULTATE OBTINUTE ÎN DOMENIUL OPTIMIZĂRII AGROCHIMICE A SISTEMELOR SOL - PLANTĂ LA GRÂU ȘI PORUMB.....	4
2.3. OPTIMIZAREA ECONOMICĂ A UTILIZĂRII FERTILIZANȚILOR.....	5
2.4. STADIUL CERCETĂRILOR PRIVIND APLICAREA PRINCIPIILOR ȘI METODELOR DE OPTIMIZARE ÎN UTILIZAREA ÎNGRĂȘĂMINTELOR LA GRÂU ȘI PORUMB.....	5
III. CONDIȚIILE ECOPEDOAGROCHIMICE ALE EXPERIMENTELOR, CERCETĂRILOR ȘI STUDIILOR.....	6
3.1. PRINCIPALELE CARACTERISTICI ECOLOGICE ALE CÂMPIEI TRANSILVANIEI ȘI SCDA TURDA.....	6
3.2. ÎNSUȘIRI BIOLOGICE ȘI AGROPRODUCTIVE ALE GENOTIPURILOR EXPERIMENTALE.....	6
IV. OBIECTIVELE CERCETĂRILOR, EXPERIMENTELOR ȘI STUDIILOR, MATERIALE ȘI METODE UTILIZATE.....	7
V. REZULTATE OBTINUTE.....	10
5.1. OPTIMIZAREA AGROCHIMICĂ ȘI EFICIENȚA TEHNICĂ (PRODUCTIVĂ) A FERTILIZĂRILOR LA GRÂU ȘI PORUMB.....	10
5.2. DOZE OPTIME AGROCHIMIC LA GRÂU ȘI PORUMB, IMPACTUL ASUPRA PRODUCȚIILOR, MODELE PRODUCTIVE ALE EFICIENȚEI FERTILIZANȚILOR.....	16
5.3. OPTIMIZAREA ECONOMICĂ A SISTEMELOR DIFERENȚIATE DE FERTILIZARE.....	19
5.3.1. Eficiența economică a fertilizării diferențiate NP.....	19
5.3.2. Optimizarea economică a fertilizării la grâu și porumb.....	25
5.3.3. Stări de impact agrochimic obținute sau prognozate în sistemele de fertilizare aplicate.....	29
5.4. DOMENIILE DE APLICARE ȘI EXTINDERE A REZULTATELOR OBTINUTE.....	31
VI. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	32
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ.....	36

CAPITOLUL I

INTRODUCERE

Agricultura de performanță, ca cerință a societății actuale, impune asimilarea în producție a tuturor elementelor de progres tehnico - științific și economic – tehnologii avansate în toate laturile acesteia care determină productivitate cantitativă și calitativă, producții ridicate, eficiente economic, obținute în condițiile optime ale sistemelor implicate în realizarea acestora, protecție și siguranță alimentară a consumatorilor.

Promovarea în ultimele decenii a conceptului agriculturii durabile și sustenabile atrage după sine aplicarea unor principii care conduc la realizarea unor tehnologii agricole productive tehnic și economic cu soluții performante, cu protecție reală a mediului și a beneficiarilor consumatori și care asigură nu numai productivitatea factorilor implicați ci și o optimizare reală a componentelor de producție, a celor sociali și de mediu, determină o nouă calitate a vieții.

Teza de doctorat a fost realizată în cadrul Disciplinei de Agrochimie a Facultății de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca, sub coordonarea D-nei Prof. dr. Marilena Mărghițaș și cu un real sprijin din partea cadrelor didactice și de cercetare de la disciplină. Pentru cadrul academic și de cercetare în care am realizat teza de doctorat și am desfășurat și încheiat studiile doctorale adresez sincere mulțumiri tuturor celor care m-au sprijinit.

CAPITOLUL II

STADIUL CERCETĂRILOR PRIVIND OPTIMIZAREA APLICĂRII FERTILIZANȚILOR

2.1. PRINCIPII, REGULI, LEGITĂȚI UTILIZATE ÎN REALIZAREA SISTEMELOR DE FERTILIZARE

1. Principiul restituirii elementelor fertilizante prelevate din sol cu recoltele de biomasă
2. Principiul interacțiunii elementelor nutritive între acestea dar și cu alți factori de vegetație, tehnologici și economici
3. Principiul specificității solurilor, acțiunii fertilizante și al nesubstituirii elementelor nutritive
4. Principiul asigurării acțiunii și eficienței dozelor optime agrochimic (DOA), economic (DOE) și tehnic (DOT)
5. Principiul evoluției și creșterii fertilității solurilor, prevenirea fenomenelor de degradare și îmbunătățirea calității mediului ambiant, a producției vegetale și asigurarea securității alimentare

2.2 REZULTATE OBTINUTE ÎN DOMENIUL OPTIMIZĂRII AGROCHIMICE A SISTEMELOR SOL - PLANTĂ LA GRÂU ȘI PORUMB

Optimizarea agrochimică a sistemului sol - plantă are ca obiectiv esențial satisfacerea într-un grad cât mai înalt a cerințelor plantelor cultivate față de reacția solului și reprezentarea elementelor și substanțelor nutritive în anumite concentrații și rapoarte între ele (Borlan și Hera, 1984).

Cadrul agrochimic de realizare a optimizării agrochimice a sistemului sol – plantă la grâu și porumb include distinct mai multe etape ale cunoașterii dar și ale realizării practice:

- Reacția față de efectul îngrășămintelor a genotipurilor cultivate (soiuri de grâu, hibrizi de porumb)
- Efectul diferitelor tipuri și sortimente de îngrășămintă
- Influența îngrășămintelor organice la grâu și porumb

- Efectul de interacțiune a elementelor nutritive
- Eficacitatea și influența îngrășămintelor lichide cu azot și a îngrășămintelor foliare
- Eficiența aplicării îngrășămintelor în experiențe de lungă durată
- Influența îngrășămintelor asupra calității recoltei
- Utilizarea tehnicilor nucleare în cercetări privind fertilizarea
- Diferențierea dozelor de îngrășămintă cu fundamentare economică

2.3. OPTIMIZAREA ECONOMICĂ A UTILIZĂRII FERTILIZANȚILOR

Abordările economice consacrate asigurării unui management real al utilizării resurselor fertilizante la culturile agricole (în cazul nostru, la grâu și porumb) au în vedere parcurgerea etapizată a dovezilor științifice privind eficiența economică a aplicării îngrășămintelor și apoi realizarea unui cadru de fundamentare și realizare a optimizării fertilizării. Evident că aceste abordări presupun înainte de toate definirea noțiunilor și indicatorilor ce exprimă relevant obiectivele stabilirii eficienței și optimizării fertilizării pentru a putea apoi disemina rezultatele obținute în delimitarea unor sisteme diferențiate de fertilizare (Oțiman, 1987; Oțiman și Creț, 2002).

- a. Eficiența economică a fertilizării
- b. Optimizarea economică a fertilizării

2.4. STADIUL CERCETĂRILOR PRIVIND APLICAREA PRINCIPILOR ȘI METODELOR DE OPTIMIZARE ÎN UTILIZAREA ÎNGRĂȘĂMINTELOR LA GRÂU ȘI PORUMB

Cercetările realizate în scopul raționalizării utilizării îngrășămintelor în agricultură au avut în vedere, în principal, două direcții esențiale de abordare:

- a) Studiul eficienței tehnice privind stabilirea influenței îngrășămintelor asupra cantității și calității producțiilor vegetale în scopul optimizării sistemului sol – plantă în condițiile maximizării și raționalizării inputurilor fertilizante;
- b) Cercetarea eficienței și optimizării economice a aplicării îngrășămintelor în vederea maximizării venitului net obținut din aplicarea diferențiată a inputurilor fertilizante.

CAPITOLUL III

CONDIȚIILE ECOPEDOAGROCHIMICE ALE EXPERIMENTELOR, CERCETĂRILOR ȘI STUDIILOR

Abordările experimentale s-au realizat în condițiile SCDA Turda, utilizând protocolul experimental al experiențelor de lungă durată, amplasate din anul agricol 1966/1967, în rotația grâu-porumb-soia (Haș, 2006).

3.1. PRINCIPALELE CARACTERISTICI ECOLOGICE ALE CÂMPIEI TRANSILVANIEI ȘI SCDA TURDA

- Limite geografice, caracteristici generale și climatice
- Caracteristicile climatice ale anilor experimentali (2011 – 2012 – 2013)
- Solurile reprezentative din Câmpia Transilvaniei și de la SCDA Turda

3.2 ÎNSUȘIRI BIOLOGICE ȘI AGROPRODUCTIVE ALE GENOTIPURILOR EXPERIMENTALE

❖ Însușiri biologice și agroproductive ale genotipurilor experimentale

Soiul de grâu Dumbrava deține următoarele însușiri biologice, agronomice și productive:

- Plantele au talia de 85 – 95 cm, dețin un spic aristat, alb, cu lungimea 9 – 11 cm. Bobul are o mărime mijlocie, o formă ovală și o culoare roșie. Masa a o mie de boabe (MMB) este destul de ridicată, în limitele 45 – 50 g, cu o masă hectolitrică (MH) de 75 – 80 kg/hl.

Hibridul de porumb Turda STAR (FAO 370) are următoarele însușiri biologice, agronomice și productive:

- Este un hibrid trilinear, semitimpuriu, cu talie înaltă și 13 – 15 frunze cu port semierect. Știuletele are o formă conică, de lungime medie, cu 16 rânduri de boabe și rahis de culoare roșie. Bobul este semisticlos, galben, cu masa a o mie de boabe (MMB) de 380 g, randament de 79%. Bobul are o compoziție chimică reprezentată de 11,5 – 12,5% proteine, 3,8 – 4,6% lipide și 69,5 – 71,5% amidon.

CAPITOLUL IV

OBIECTIVELE CERCETĂRILOR, EXPERIMENTELOR ȘI STUDIILOR, MATERIALE ȘI METODE UTILIZATE

Teza de doctorat „Optimizarea economică a sistemului de fertilizare la grâu și porumb în Câmpia Transilvaniei” deține ca obiectiv general stabilirea domeniilor și alternativelor economice în care sistemele de fertilizare complexă, bazate pe doză și rapoarte diferențiate NP, au eficiență asupra producțiilor de grâu și porumb în zona ecologică a Câmpiei Transilvaniei. Obiectivul general stabilit pentru abordările doctorale a fost divizat și subdivizat, în mai multe obiective particulare și specifice, care decurg din obiectivul și scopul general.

- Obiectivele tehnice (agronomice și agrochimice)
 - Experimentarea și cercetarea efectelor tehnice, după producțiile și sporurile acestora, a dozelor și rapoartelor diferențiate ale celor două macroelemente esențiale, azot și fosfor, la cultura grâului (soiul Dumbrava) și porumbului (hibridul Turda STAR);
 - Definitivarea dozelor eficiente tehnic, agronomic și agrochimic, asupra producțiilor de boabe la cele două culturi, care determină nivele maxime ale productivității grâului și porumbului și stabilirea domeniilor optime de eficiență, ca doze și rapoarte NP;
 - Definitivarea și elaborarea unor parametri utili analizei economice a investițiilor de factori, prin raportarea datelor de efect și eficiență realizate, la unitatea de suprafață și la mărimile unitare ale factorilor implicați și determinați (kg producție sau spor al acesteia la kg de s. a. investită);
 - Posibilități de promovare a unor scheme experimentale și de producție ce pot formula măsuri tehnologice inovatoare pentru sisteme de fertilizare diferențiată la grâu și porumb.

- Obiectivele economice și de optimizare a fertilizării

- Cercetarea, prin analiză economică, a indicatorilor de eficiență, în variantele experimentale, la care, pe baza valorilor venitului net (a sporului de producție) și a costurilor unitare ale acestora, se evaluează ratele de rentabilitate ale efectului tehnic;

- Cercetarea rezultatelor de eficiență economică a susținut oportunitatea de realizare a unor studii aprofundate privind programarea tehnologiei de aplicare a îngrășămintelor care a inclus, pe baza maximizării venitului net, detalierea unor indicatori specifici optimizării în privința calculului dozelor de NP, a programării acestora, stabilirea sortimentului de îngrășămintele și recomandări pertinente legate de aplicarea rațională a fertilizanților;

- Din datele realizate și colectate în mod sistematic s-a propus detalierea modificărilor agrochimice legate de evoluția solurilor, a fertilității și productivității acestora sub impactul aplicării de lungă durată a fertilizanților prin tehnologiile experimentate și programate.

- Schemele experimentale

Experiența de câmp care stă la baza realizării obiectivelor propuse are o structură bifactorială ce a urmărit efectul interacțiunii NP la culturile de grâu și porumb:

- Factorul A – doze de fosfor (kg P₂O₅/ha): 0; 40; 80; 120; 160, cu aplicare anuală la grâu și porumb;

- Factorul B

- doze de azot (kg N/ha): 0; 50; 100; 150; 200, cu aplicare anuală la grâu după porumb și la porumb;

- doze de azot (kg N/ha): 0; 40; 80; 120; 160, cu aplicare anuală la grâu după soia.

- Metode analitice de laborator la sol

Protocolul analitic programat și realizat, la probe de sol prelevate la recoltarea culturilor din experiențe, a cuprins următoarele procedee analitice:

- Determinare valoare pH;
- Determinarea C – organic;
- Determinarea P mobil;
- Determinarea K.

- Indicatorii economici urmăriți și studiați

- a. Indicatorii eficienței economice

- Sporul de producție la unitatea de suprafață (ha) (ΔQ);
- Valoarea sporului de producție la unitatea de suprafață (ha) (V_s);
- Sporul de producție la 1 kg substanță activă (SA) aplicată ($\Delta Q / 1 \text{ kg SA}$);
- Costurile suplimentare la unitatea de suprafață (ha) (C_s);
- Valoarea sporului de producție ce revine la 1 leu costuri suplimentare ($V_s / 1 \text{ leu } C_s$);
- Venitul net al sporului de producție realizat ca urmare a fertilizării unui hectar de cultură (VNS);
- Costul unitar al sporului de producție (CUS);
- Rata rentabilității sporului de producție (Rs);

- b. Indicatorii optimizării economice

Pentru o analiză tehnico – economică pertinentă se dovedește necesară realizarea următoarelor funcții:

- Funcția bifactorială tehnică (sau fizică);
- Funcția bifactorială valorică;
- Funcția costului;
- Funcția beneficiului.

- Solul din experiențele cu îngrășăminte

După datele de cartare și studiu pedologic și agrochimic, din rezultatele monitorizării calitative a solului, acesta se încadrează în tipul cernoziomului argic din clasa pedologică a cernisolurilor (SRTS, 2003).

- Fertilizanții utilizați în experiențe

- Îngrășământul complex 20 – 20 – 0 este un nitrofosfat solid, granulat, care deține la aplicare efectul interacțiunii sinergice a celor două elemente din compoziție (N · P) aflate aici în concentrații și raport echilibrat (1 : 1 : 0).
- Azotatul (nitratul) de amoniu este un îngrășământ mineral simplu cu N și deține substanța activă sub formă nitrică (NO_3^-) și amoniacală (NH_4^+).

CAPITOLUL V

REZULTATE OBȚINUTE

5.1. OPTIMIZAREA AGROCHIMICĂ ȘI EFICIENȚA TEHNICĂ (PRODUCTIVĂ) A FERTILIZĂRILOR LA GRÂU ȘI PORUMB

Cultura de grâu răspunde pozitiv nivelului și rapoartelor NP aplicate soiului experimentat, efectele de producție fiind consemnate în nivele de 3 – 6 t boabe la unitatea de suprafață cu diferențe și sporuri de producție foarte distinct semnificative la toate combinațiile azot – fosfor aplicate (Fig. 5. 2, 5. 4, 5. 10, 5. 12).

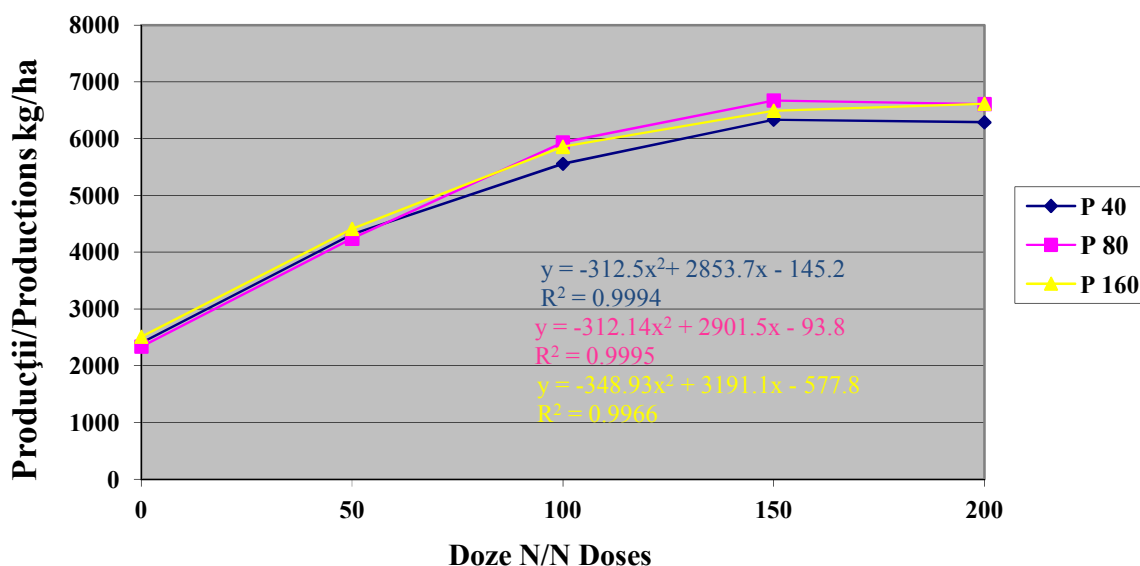


Fig. 5. 2. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de boabe (kg/ha) obținute la grâul cultivat după porumb, în anul 2011

Fig. 5. 2. Effect of differentiated fertilization (NP) on the production of grain (kg/ha) obtained from wheat grown after corn in 2011

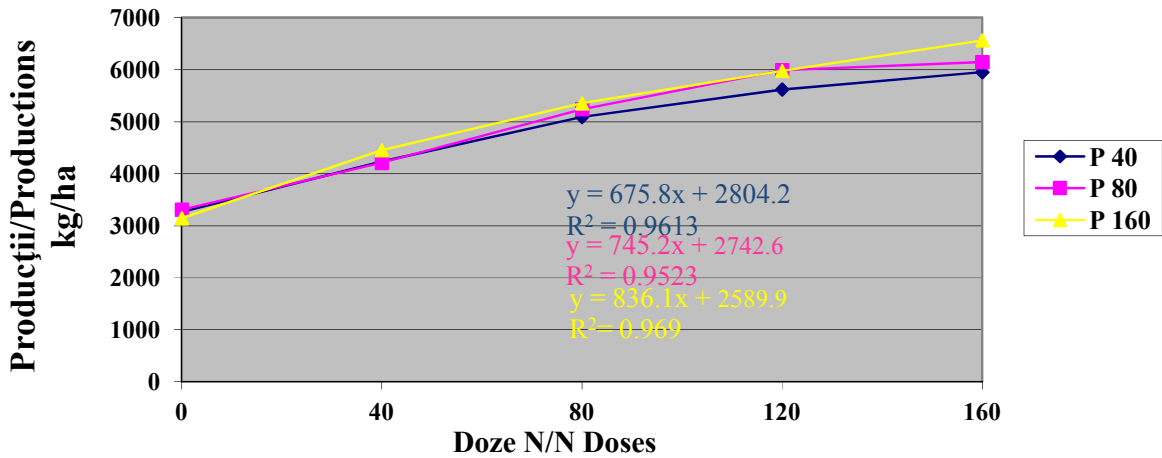


Fig. 5. 4. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de boabe (kg/ha) obținute la grâul cultivat după soia, în anul 2011

Fig. 5. 4. Effect of differentiated fertilization (NP) on the production of grain (kg/ha) obtained from wheat grown after soy in 2011

Rezultatele obținute în anul 2011 și prezentate sintetic dovedesc însușirea soiului Dumbrava de a deține o bună valorificare a elementelor fertilizante aplicate de la dozele reduse la cele medii și ridicate de NP, cu tendințe de plafonare a producțiilor de boabe și a sporurilor fertilizante, peste nivelul de 100 – 150 kg N/ha, la grâul cultivat după porumb și de peste 80 – 120 kg N/ha la grâul cultivat după soia.

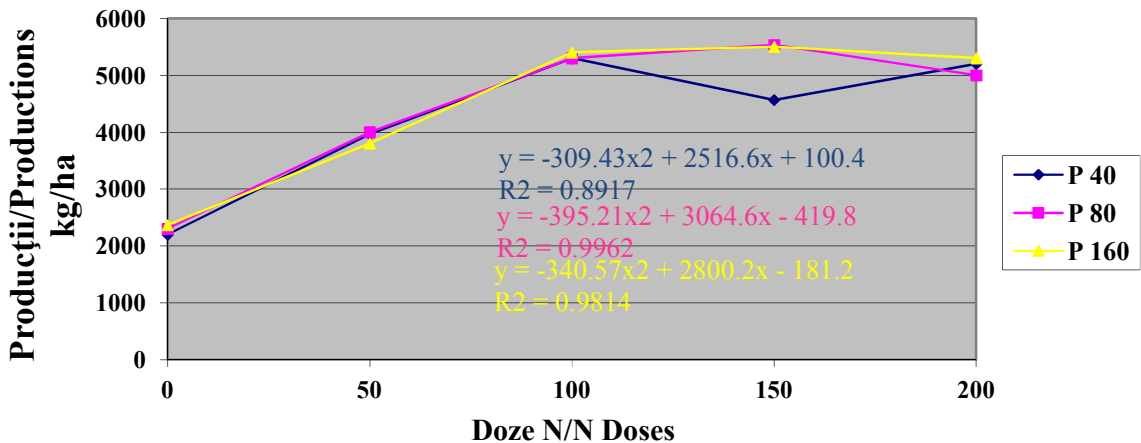


Fig. 5. 10. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de boabe (kg/ha) obținute la grâul cultivat după porumb, în anul 2013

Fig. 5. 10. Effect of differentiated fertilization (NP) on the production of grain (kg/ha) obtained from wheat grown after corn in 2013

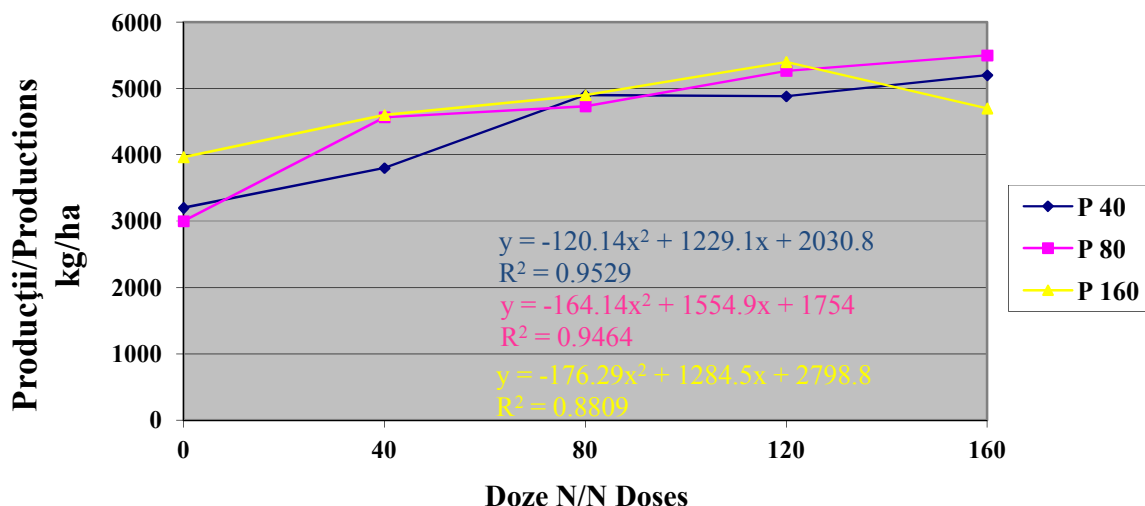


Fig. 5. 12. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de boabe (kg/ha) obținute la grâul cultivat după soia, în anul 2013

Fig. 5. 12. Effect of differentiated fertilization (NP) on the production of grain (kg/ha) obtained from wheat grown after soy in 2013

Aplicarea complexă a combinațiilor NP arată posibilități multiple de a obține producții de 5,5 – 7 t boabe/ha la grâul cultivat după porumb cu doze de 100 – 200 kg N/ha pe fond de 40 – 160 kg P/ha asigurat concomitent și producții de 5 – 6,5 t boabe/ha la grâul cultivat după soia, cu doze de 80 – 160 kg N/ha pe fond asigurat de fosfor de 40 – 160 kg P/ha.

Rezultatele de producție la grâu, în anii experimentali 2011 – 2012 – 2013, permit o sinteză a analizei lor, în privința unor demersuri eficiente productiv prin sisteme diferențiate de fertilizare bazate pe efectul complex NP, tehnologie prioritară și mult aplicată la această cultură (Tabel 5. 4, 5. 5).

Tabel 5. 4/Table 5. 4

Sinteza unor indicatori de fertilizare aplicabili la cultura grâului (Soiul Dumbrava)
Summary indicators of fertilizer applied to wheat crop (Variety Dumbrava)

Anul/ Year	Cultura/Crop	Producție maximă obținută/Maximum production obtained (kg/ha)	Doza NP/ NP Dose	Semnificația influenței factorilor/ Significance of factors influence ^{x)}
2011	Gâu cultivat după porumb/ Wheat grown following corn	5533,33	N150P80	NP - f. d. s.; N - f. d. s.; P - n. s.
	Grâu cultivat după soia/ Wheat grown following soy	5400,00	N120P160	NP - f. d. s.; N - f. d. s.; P - f. d. s.
2012	Grâu cultivat după porumb/ Wheat grown following corn	6696,13	N150P120	NP - f. d. s.; N - f. d. s.; P - f. d. s.
	Grâu cultivat după soia/ Wheat grown following soy	5755,80	N120P120	NP - f. d. s.; N - f. d. s.; P - f. d. s.
2013	Grâu cultivat după porumb/ Wheat grown following corn	6945,33	N150P120	NP - f. d. s.; N - f. d. s.; P - d. s.
	Grâu cultivat după soia/ Wheat grown following soy	6564	N160P160	NP - f. d. s.; N - f. d. s.; P - s.
Media/ Mean	Grâu cultivat după porumb/ Wheat grown following corn	6391,60	N150P106	
	Grâu cultivat după soia/ Wheat grown following soy	5906,60	N133P146	

^{x)} f. d. s. - foarte distinct semnificativ; d. s. - distinct semnificativ; s. - semnificativ; n. s. – ne semnificativ

^{x)} f. d. s. - very distinctly significant; d. s. - distinctly significant; s. - significant; n. s. – insignificant

Tabel 5. 5/Table 5. 5

Raportul producției și sporurilor maxime la conținutul de s. a./ha (N+P)
Report on production and maximum increases to the content of a. s./hectare (N+P)

Anul/ Year	Cultura/ Crop	Producția maximă/ Maximum production	Doza NP/ NP Dose	Suma dozei/ Dose sum N+P	Producție/Doza NP/ Production/NP dose	Dif. prod. (M)/Doza NP/ Prod. Dif. (M)/NP dose
2011	Grâu după porumb/ Wheat after corn	5533,33	N150P80	230	24	9,6
	Grâu după soia/ Wheat after soy	5400,00	N150P160	310	19	6,7
2012	Grâu după porumb/ Wheat after corn	6696,13	N150P120	270	25	14,2
	Grâu după soia/ Wheat after soy	5755,80	N120P120	240	24	8,9
2013	Grâu după porumb/ Wheat after corn	6945,33	N150P120	270	26	16,8
	Grâu după soia/ Wheat after soy	6564,00	N160P160	320	21	10,6
Media	Grâu după porumb/ Wheat after corn	6391,60	N150P106	256	25	10,1
	Grâu după soia/ Wheat after soy	5906,60	N133P146	279	21	8,9

Rezultatele tehnice obținute ca medie a anilor 2011 – 2012 – 2013 la grâu dovedesc posibilitatea de obținere a unor producții maxime de grâu, din soiul Dumbrava,

de 6391,60 kg/ha cu un efort fertilizant de N150P106 (cultură după porumb) și de 5906,60 kg/ha cu doze fertilizante de N133P146 (cultură după soia).

Cultura de porumb are un răspuns mult diferențiat la efectul aplicării fertilizanților comparativ cu grâul. În primul rând, doar rezultatele obținute în anul 2011 confirmă regularității în influența factorului NP asupra producției de boabe sau influențe semnificative ale factorilor N și P (Fig. 5. 14).

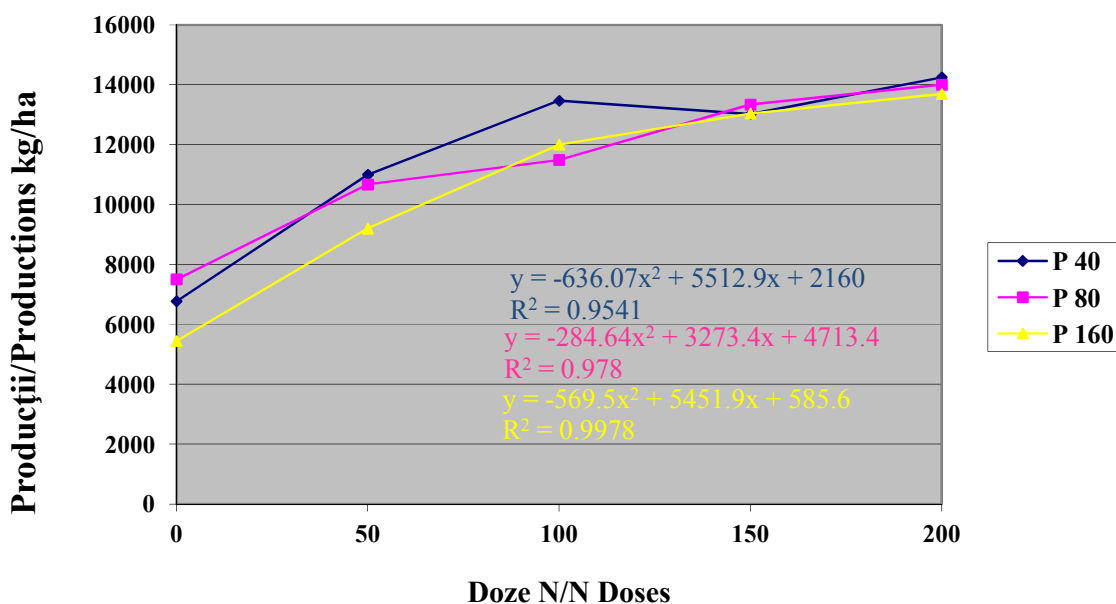


Fig. 5. 14. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de boabe (kg/ha) obținute la porumbul cultivat după grâu, în anul 2011

Fig. 5. 14. Effect of differentiated fertilization (NP) on the production of grain (kg/ha) obtained from corn grown after wheat in 2011

De fapt, producțiile de boabe la porumb (hibridul Turda STAR) sunt de o variabilitate sporită de la an la an, rezultatele cantitative ale anilor 2012, 2013 fiind sub jumătatea producțiilor anul 2011. Dereglările climatice au redus drastic producțiile acelor ani.

Sinteza rezultatelor de producție obținute la porumb în dependență cu fertilizarea NP dovedește specificitate datorată acestei culturi și mai ales o dependență reală de condițiile de favorabilitate climatică ale anului agricol respectiv (Tabel 5. 9, 5. 10).

Tabel 5. 9/Table 5. 9

Sinteza unor indicatori de fertilizare aplicabili la cultura porumbului (Hibridul Turda STAR)

Summary indicators of fertilizer applied to corn crop (Variety Turda STAR)

Anii/ Years	Producția maximă/ Maximum Production (kg/ha)	Doza NP/ NP Dose	Semnificația influenței factorilor ^{x)} / Significance of factors influence ^{x)}
2011	13696	N200P160	NP - f. d. s.; N - f. d. s.; P - n. s.
2012	4194	N150P40	NP - n. s.; N - n. s.; P - n. s.
2013	6493	N200P80	NP - d. s.; N - d. s.; P - n. s.
Media/Mean	8128	N183P93	

^{x)} f. d. s. - foarte distinct semnificativ; d. s. - distinct semnificativ; n. s. – ne semnificativ

^{x)} f. d. s. - very distinctly significant; d. s. - distinctly significant; s. - significant; n. s. – insignificant

Tabel 5. 10/Table 5. 10

Raportul producției și sporurilor maxime la conținutul de s. a./ha (N+P)

Report on production and maximum increases to the content of a. s./hectare (N+P)

Anul/ Year	Cultura/ Crop	Producția maximă/ Maximum production	Doza NP/ NP Dose	Suma dozei/ Dose sum N+P	Producție/Doza NP/ Production/NP dose	Dif. prod. (M)/Doza NP/ Prod. Dif./NP dose
2011	Porumb/Corn	13696	N200P160	360	38	19
2012	Porumb/Corn	4194	N150P40	190	22	2
2013	Porumb/Corn	6493	N200P80	280	23	2,5
Media/ Mean	Porumb/Corn	8128	N183P93	276	23	5,3

Pe baza datelor de analiză tehnică, în concordanță cu media rezultatelor de producție obținute în 2011 – 2012 – 2013, cu toată variabilitatea mare și exagerată a producției de boabe, este posibilă obținerea de producții maxime de 8128 kg/ha, cu doze complexe de N183P93. Diferențele mari de producție de la an la an și sporurile de producție raportate la unitatea de substanță activă atestă influența anilor (cu efecte climatice) asupra eficienței aplicării îngrășămintelor la porumb. Din acest punct de vedere doar rezultatele anului 2011 pot fi concludente unei analize tehnice și economice corecte.

5.2. DOZE OPTIME AGROCHIMIC LA GRÂU ȘI PORUMB, IMPACTUL ASUPRA PRODUCȚIILOR, MODELE PRODUCTIVE ALE EFICIENȚEI FERTILIZANȚILOR

Cultura de grâu care evidențiază un răspuns tehnic și productiv foarte distinct semnificativ la efectul interacțiunii NP și o influență preponderent foarte distinct semnificativă la acțiunea factorului N, răspunde la efectele menționate prin unități și curbe de producție după modelul polinomial de tipul $y = a + bx - cx^2$ (Fig. 5. 19, 5. 20, Tabel 5. 9, 5. 10).

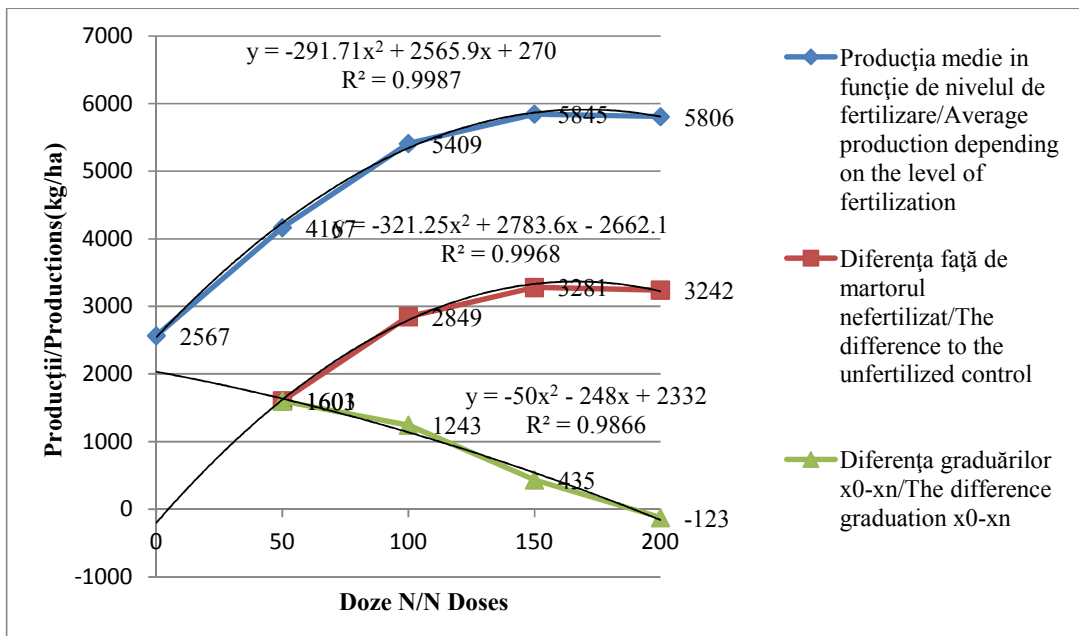


Fig. 5. 19. Curbele producției medii la grâu (soiul Dumbrava) determinate de variația factorilor N și NP (planta premergătoare - porumb)

Fig. 5. 19. Curves of the average production of wheat (variety Dumbrava) caused by the variation of N and NP (previous plant - corn)

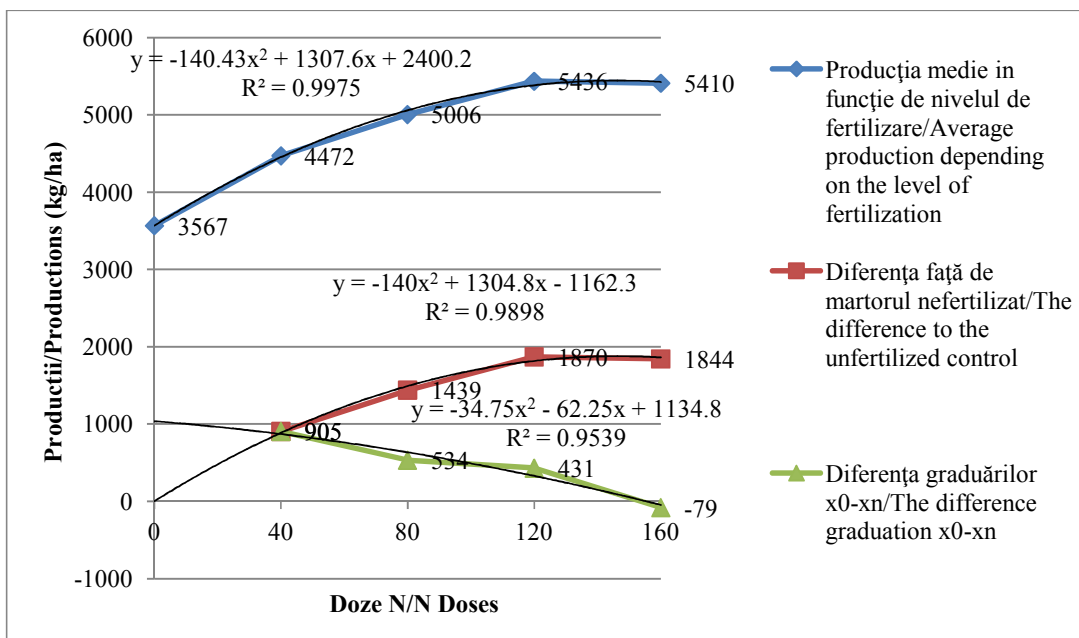


Fig. 5. 20. Curbele producției medii la grâu (soiul Dumbrava) determinate de variația factorilor N și NP (planta premergătoare - soia)

Fig. 5. 20. Curves of the average production of wheat (variety Dumbrava) caused by the variation of N and NP (previous plant - soy)

Cultura de porumb prezintă o mare variabilitate a efectului aplicării dozelor NP și N, fenomen explicabil prin unele caracteristici climatice ce au prezentat o favorabilitate normală în anul 2011 și cu abateri mai ales termice și de secetă în anul 2012 preponderent și puțin mai diminuate în anul 2013.

Rezultatele tehnice și de producție ale anului 2011 dovedesc eficiență sporită a combinațiilor NP și din partea dozelor de N (Fig. 5. 21).

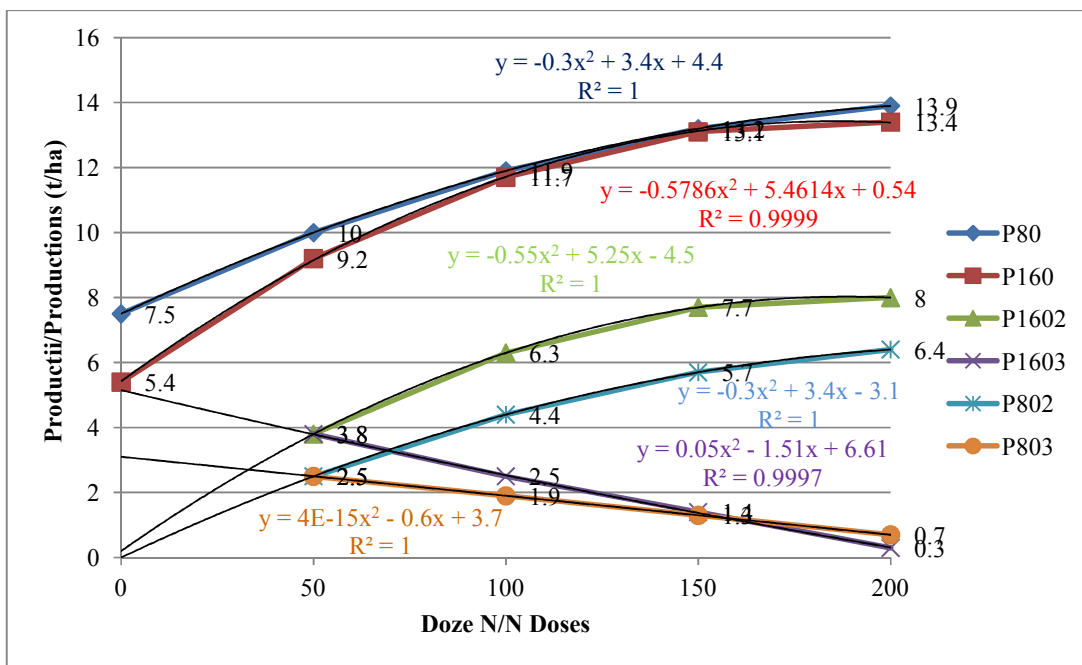


Fig. 5. 21. Parametrii producției de porumb (Turda STAR) determinate de variația factorilor N și NP (în anul 2011)

Fig. 5. 21. Corn production parameters (Turda STAR) caused by the variation of N and NP (in 2011)

Rezultatele tehnice ale anului 2012 atestă o lipsă a eficienței fertilizării NP și N explicabilă prin abateri climatice reale în fenofazele critice ale porumbului (Fig. 5. 22).

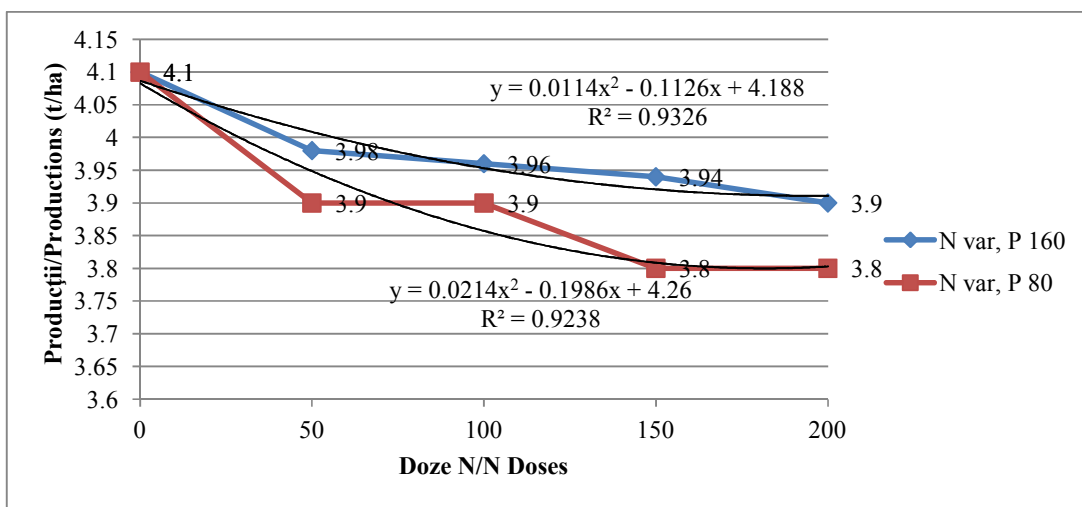


Fig. 5. 22. Parametrii producției de porumb (Turda STAR) determinate de variația factorilor N și NP (în anul 2012)

Fig. 5. 22. Corn production parameters (Turda STAR) caused by the variation of N and NP (in 2012)

Analiza tehnică a producției de porumb în anul 2013 atestă o reabilitare a nivelului produțiilor și a diferențelor acestora datorate fertilizării NP și N (Fig. 5. 23).

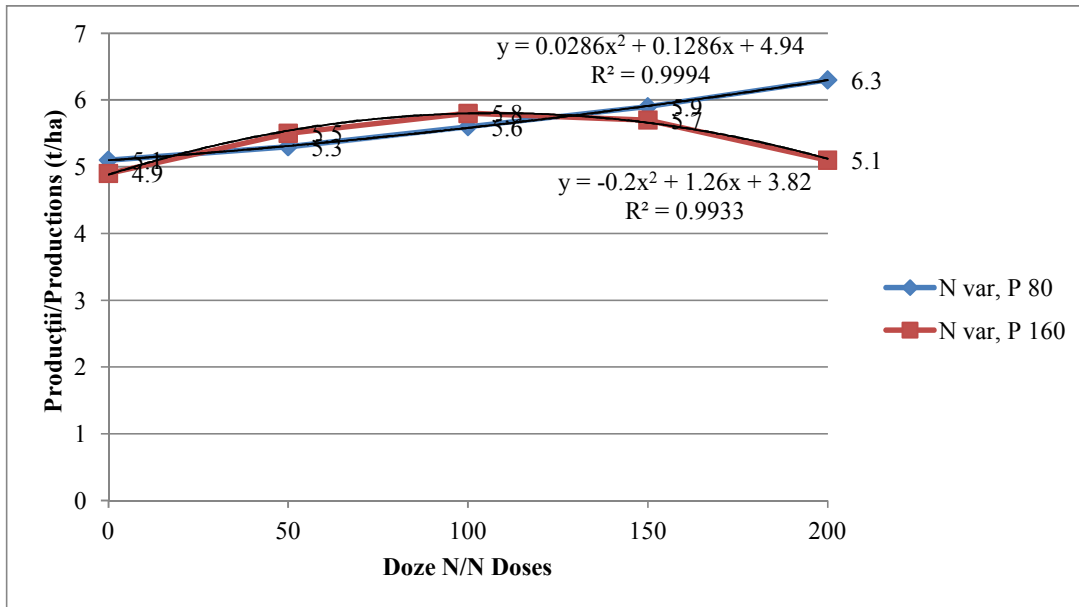


Fig. 5. 23. Parametrii producției de porumb (Turda STAR) determinate de variația factorilor N și NP (în anul 2013)

Fig. 5. 23. Corn production parameters (Turda STAR) caused by the variation of N and NP (in 2013)

5.3. OPTIMIZAREA ECONOMICĂ A SISTEMELOR DIFERENȚIATE DE FERTILIZARE

5.3.1. Eficiența economică a fertilizării diferențiate NP

- La cultura grâului indicatorii de eficiență calculați pentru anii 2011 și 2013 relevă nivele ce atestă o eficiență sporită a dozelor NP (Tabel 5. 16, 5. 17, 5. 18, 5. 19).

Tabel 5.16/Table 5. 16

Indicatorii de eficiență economică la grâul cultivat după porumb în anul 2011 (Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

Economic efficiency indicators for wheat grown after corn in 2011(Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vs	-	-	-	-	-	-	-
	Cs		-	-	-	-	-	-
	Vs/1 leu		-	-	-	-	-	-
50	Vs		900	1766	1700	1300	1433	1420
	Cs		644	943	1100	1752	1390	1166
	Vs/1 leu		1.39	1.87	1.54	0.74	1.02	1.31
100	Vs		1500	3100	3000	2700	3033	2667
	Cs		920	1235	1424	1571	1759	1382
	Vs/1 leu		1.63	2.51	2.1	1.71	1.72	1.93
150	Vs		1800	2366	3233	2700	3133	2646
	Cs		1158	1414	1660	1801	2034	1613
	Vs/1 leu		1.65	1.67	1.94	1.49	1.54	1.66
200	Vs		2166	3000	2700	2166	2933	2593
	Cs		1402	1663	1844	1987	2252	1829
	Vs/1 leu		1.72	1.8	1.46	1.09	1.3	1.47
Media/ Mean	Vs		1592	2558	2658	2217	2633	2332
	Cs		1031	1314	1507	1778	1859	1498
	Vs/1 leu		1.6	1.96	1.76	1.26	1.39	1.59
Rata rentabilității/Rate of return (Vn; Rr) (lei; %)								
N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vn		-	-	-	-	-	-
	Rr		-	-	-	-	-	-
50	Vn		256	823	600	- 452	43	254
	Rr		40	87	54	- 26	3	32
100	Vn		580	1865	1576	1129	1274	1285
	Rr		63	151	110	71	72	93
150	Vn		642	952	1573	899	1099	1033
	Rr		55	67	95	49	54	64
200	Vn		764	1337	856	179	681	763
	Rr		54	80	46	9	30	44
Media/ Mean	Vn		561	1244	1151	439	774	834
	Rr		53	96	76	26	40	58

Tabel 5. 17/Table 5. 17

Indicatorii de eficiență economică la grâul cultivat după porumb în anul 2013 (Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

Economic efficiency indicators for wheat grown after corn in 2013(Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vs	-	-	-	-	-	-	-
	Cs							
	Vs/1 leu							
50	Vs		1053	1373	1368	1231	1368	1279
	Cs		703	840	1111	1244	1416	1063
	Vs/1 leu		1.49	1.63	1.23	0.99	0.97	1.26
100	Vs		1794	2268	2587	2448	2408	2301
	Cs		967	1224	1444	1605	1762	1400
	Vs/1 leu		1.85	1.85	1.79	1.52	1.37	1.68
150	Vs		2337	2828	3121	3154	2867	2861
	Cs		1242	1468	1685	1875	2056	1665
	Vs/1 leu		1.88	1.92	1.85	1.68	1.39	1.74
200	Vs		2541	2795	3074	3026	2952	2878
	Cs		1469	1683	1900	2086	2287	1885
	Vs/1 leu		1.72	1.66	1.61	1.45	1.29	1.55
Media/ Mean	Vs		1931	2316	2538	2465	2399	2330
	Cs		1095	1304	1535	1703	1880	1503
	Vs/1 leu		1.74	1.77	1.62	1.41	1.26	1.56
Rata rentabilității/ Rate of return (Vn; Rr) (lei; %)								
N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vn		-	-	-	-	-	-
	Rr							
50	Vn		350	533	257	- 13	- 48	216
	Rr		49	63	23	- 1	- 3	26
100	Vn		827	1044	1143	843	646	901
	Rr		85	85	79	52	37	68
150	Vn		1095	1360	1436	1279	811	1196
	Rr		88	92	85	68	39	74
200	Vn		1072	1112	1174	940	665	993
	Rr		72	66	61	45	29	55
Media/ Mean	Vn		836	1012	1003	762	530	827
	Rr		74	77	62	41	26	56

Tabel 5. 18/Table 5. 18

Indicatorii de eficiență economică la grâul cultivat după soia în anul 2011 (Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

Economic efficiency indicators for wheat grown after soy in 2011(Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vs	-	-	-	-	-	-	-
	Cs		-	-	-	-	-	-
	Vs/1 leu		-	-	-	-	-	-
40	Vs		877	600	1566	1000	633	935
	Cs		570	744	1002	1089	1206	922
	Vs/1 leu		2.06	0.8	1.56	0.92	0.52	1.17
80	Vs		966	1700	1733	1466	933	1360
	Cs		746	1019	1230	1345	1451	1158
	Vs/1 leu		1.29	1.66	1.4	1.08	0.64	1.21
120	Vs		1300	1682	2266	1600	1433	1656
	Cs		949	1190	1438	1570	1706	1371
	Vs/1 leu		1.36	1.41	1.57	1.01	0.91	1.25
160	Vs		1000	1800	2500	1433	733	1491
	Cs		1094	1365	1623	1729	1864	1535
	Vs/1 leu		0.91	1.31	1.54	0.82	0.39	0.99
Media/ Mean	Vs		1036	1446	2016	1375	933	1361
	Cs		840	1080	1323	1433	1557	1247
	Vs/1 leu		1.41	1.3	1.52	0.96	0.61	1.16
Rata rentabilității/ Rate of return (Vn; Rr) (lei; %)								
N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vn		-	-	-	-	-	-
	Rr		-	-	-	-	-	-
40	Vn		307	- 144	564	- 89	- 573	13
	Rr		53	- 19	53	- 8	- 47	6
80	Vn		220	681	503	121	- 518	1007
	Rr		29	61	41	9	- 35	21
120	Vn		351	492	828	30	- 273	286
	Rr		37	41	57	2	- 16	24
160	Vn		- 94	435	877	- 296	- 1131	- 42
	Rr		- 8	32	54	- 17	- 60	1
Media/ Mean	Vn		196	366	693	- 234	- 624	316
	Rr		28	29	51	- 4	- 40	13

Tabel 5. 19/ Table 5. 19

Indicatorii de eficiență economică la grâul cultivat după soia în anul 2013 (Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

Economic efficiency indicators for wheat grown after soy in 2013 (Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vs	-	-	-	-	-	-	-
	Cs		-	-	-	-	-	-
	Vs/1 leu		-	-	-	-	-	-
40	Vs		669	695	648	770	938	744
	Cs		580	782	930	1106	1289	937
	Vs/1 leu		1.15	0.89	0.7	0.7	0.73	0.83
80	Vs		1235	1312	1391	1391	1589	1384
	Cs		819	1024	1231	1388	1569	1206
	Vs/1 leu		1.5	1.28	1.13	1	1.01	1.18
120	Vs		1751	1692	1929	1775	2036	1837
	Cs		1039	1229	1447	1638	1819	1434
	Vs/1 leu		1.69	1.38	1.33	1.08	1.12	1.32
160	Vs		1954	1933	2041	1984	2460	2074
	Cs		1224	1421	1626	1824	2061	1631
	Vs/1 leu		1.6	1.36	1.26	1.09	1.19	1.3
Media/ Mean	Vs		1402	1408	1502	1480	1756	1510
	Cs		916	1114	1309	1489	1685	1302
	Vs/1 leu		1.49	1.23	1.11	0.97	1.01	1.16
Rata rentabilității/ Rate of return (Vn; Rr) (lei; %)								
N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vn		-	-	-	-	-	-
	Rr		-	-	-	-	-	-
40	Vn		89	- 87	- 282	-336	- 351	- 193
	Rr		15	- 11	- 30	- 30	- 27	- 17
80	Vn		416	288	160	3	20	177
	Rr		51	28	13	1	2	19
120	Vn		712	463	482	137	217	402
	Rr		69	38	33	8	12	32
160	Vn		730	512	415	160	399	443
	Rr		60	36	26	9	19	30
Media/ Mean	Vn		487	294	194	- 9	71	207
	Rr		49	23	11	- 3	1	16

- La cultura porumbului s-au luat în calculul de eficiență parametrii și indicatorii de eficiență ai anului 2011 în care s-au realizat constant producții de 12000 – 14000 kg boabe la unitatea de suprafață și sporuri anuale de producție între 3000 – 7500 kg boabe la hectar. În alternativa porumbului, cuantificarea indicatorilor de eficiență economică s-a realizat cu o referință la parametrii tehnologiei cadru de cultură a acestei plante (după datele furnizate de SCDA Turda)(Tabel 5. 20).

Tabel 5. 20/Table 5. 20

Indicatorii de eficiență economică la porumbul cultivat în anul 2011 (Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

Economic efficiency indicators for corn grown in 2011 (Vs; Cs; Vs/1 leu Cs) (lei)

N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vs	-	-	-	-	-	-	-
	Cs		-	-	-	-	-	-
	Vs/1 leu		-	-	-	-	-	-
50	Vs		3653	4014	3004	3695	3571	3587
	Cs		3068	3068	3068	3068	3068	3068
	Vs/1 leu		1.19	1.3	0.97	1.2	1.16	1.16
100	Vs		5289	6357	3786	6407	6232	5614
	Cs		3068	3068	3068	3068	3068	3068
	Vs/1 leu		1.72	2.07	1.23	2.08	2.03	1.83
150	Vs		4813	5929	5540	6049	7220	5910
	Cs		3068	3068	3068	3068	3068	3068
	Vs/1 leu		1.57	1.71	1.8	1.97	2.35	1.88
200	Vs		6275	7099	6167	7579	7141	6853
	Cs		3068	3068	3068	3068	3068	3068
	Vs/1 leu		2.04	2.31	2.01	2.47	2.55	2.28
Media/ Mean	Vs		5008	5850	4624	5933	6041	5491
	Cs		3068	3068	3068	3068	3068	3068
	Vs/1 leu		1.63	1.85	1.5	1.93	2.02	1.43
Rata rentabilității/ Rate of return (Vn; Rr) (lei; %)								
N	Indicatorii eficienței economice/ Economic efficiency indicators	P →	0	40	80	120	160	Media/ Mean
0	Vn		-	-	-	-	-	-
	Rr		-	-	-	-	-	-
50	Vn		585	946	- 64	627	503	519
	Rr		19	30	- 2	20	16	17
100	Vn		2221	3289	718	3339	3164	3546
	Rr		72	107	23	108	103	83
150	Vn		1568	2861	2472	2981	4152	2807
	Rr		51	93	80	97	135	91
200	Vn		3207	4031	3099	4511	4773	3924
	Rr		105	131	101	147	155	128
Media/ Mean	Vn		1895	2782	1556	2865	3148	2449
	Rr		62	90	40	93	102	80

5.3.2. Optimizarea economică a fertilizării la grâu și porumb

Tabel 5. 21/Table 5. 21

Funcțiile bifactoriale ale dependenței producțiilor de grâu și porumb de dozele de P și N
(după date din 2011-2013)

Bifactorial functions of the wheat and corn yield dependency on P and N doses
(according to data from 2011-2013)

Cultura/ Crop	An/ Year	Funcția producției de boabe (y) după factorii x_1 (doze P) și x_2 (doze N)/ The function of grain production (y) according to factors x_1 (P dose) and x_2 (N dose)
Grâu după porumb/ Wheat following corn	2011	$y = 1900,192 + 12,74x_1 - 0,05x_1^2 + 36,9x_2 - 0,12x_2^2$
	2013	$y = 1988,71 + 10,10x_1 - 0,04x_1^2 + 45,12x_2 - 0,12x_2^2$
Grâu după soia/ Wheat following soy	2011	$y = 2914,56 - 3,00x_1 + 0,03x_1^2 + 28,73x_2 - 0,09x_2^2$
	2013	$y = 3029,06 + 2,91x_1 - 0,004x_1^2 + 24,09x_2 - 0,004x_2^2$
Porumb/ Corn	2011	$y = 6530,01 + 17,25x_1 - 0,12x_1^2 + 74,89x_2 - 0,2x_2^2$
	2013	$y = 5365,13 + 5,07x_1 - 0,04x_1^2 + 4,83x_2 - 0,01x_2^2$

Ilustrarea modului de manifestare a dependențelor producțiilor medii la hectar de cei doi factori fertilizanți aplicați sau alocați (x_1 = doze P s. a./ha și x_2 = doze N s. a./ha) se poate exprima prin grafica suprafețelor de răspuns și a izocuantelor. Această ilustrare redă fidel evoluția producțiilor medii în raport cu dozele de P (x_1) și N (x_2), evidențiază domeniile interacțiunilor pozitive x_1x_2 și sugerează concret chiar nivelele de producție, la grâu și porumb, potențial posibil pe cernoziomul argic al experiențelor dar și cu orientare în extrapolarea rezultatelor obținute (Fig. 5. 24, 5. 25, 5. 26, 5. 27, 5. 28, 5. 29).

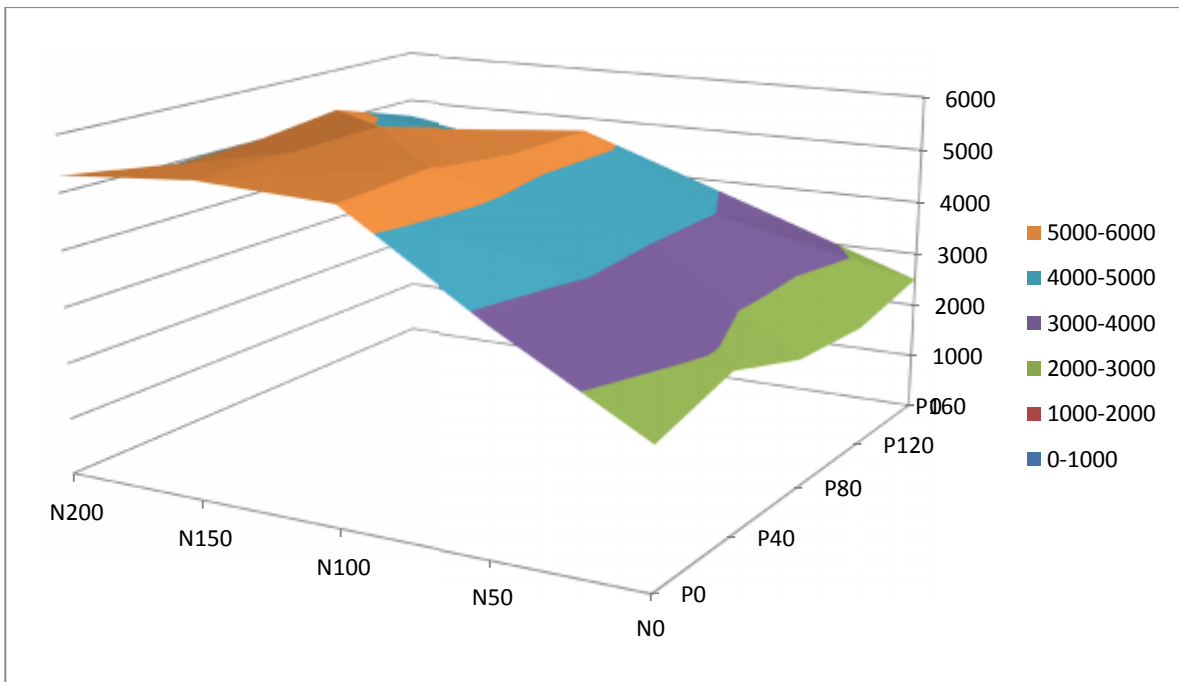


Fig. 5. 24. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de grâu cultivat după porumb (2011)

Fig. 5. 24. Differentiated fertilization (NP) effect on the production of wheat cultivated after corn (2011)

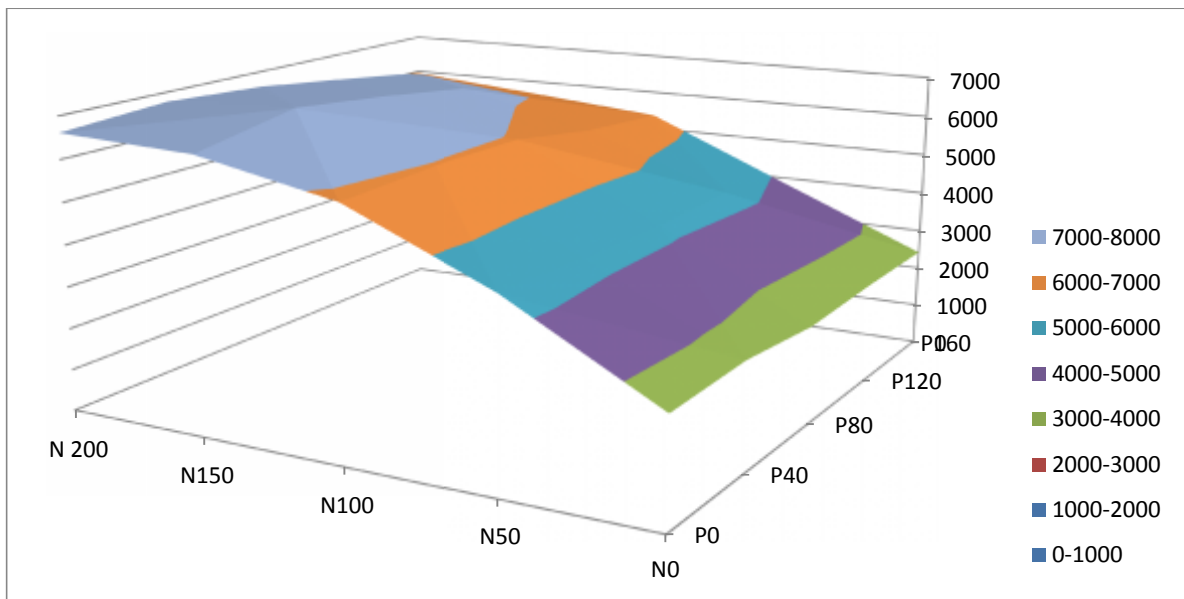


Fig. 5. 25. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de grâu cultivat după porumb (2013)

Fig. 5. 25. Differentiated fertilization (NP) effect on the production of wheat cultivated after corn (2013)

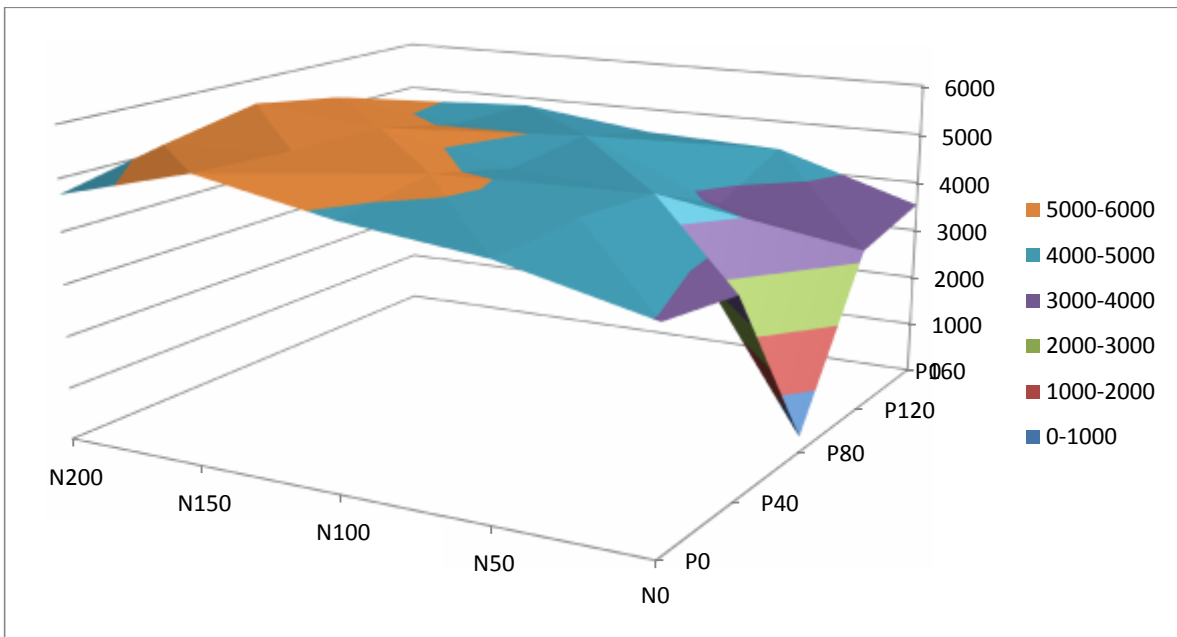


Fig. 5. 26. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de grâu cultivat după soia (2011)

Fig. 5. 26. Differentiated fertilization (NP) effect on the production of wheat cultivated after soy (2011)

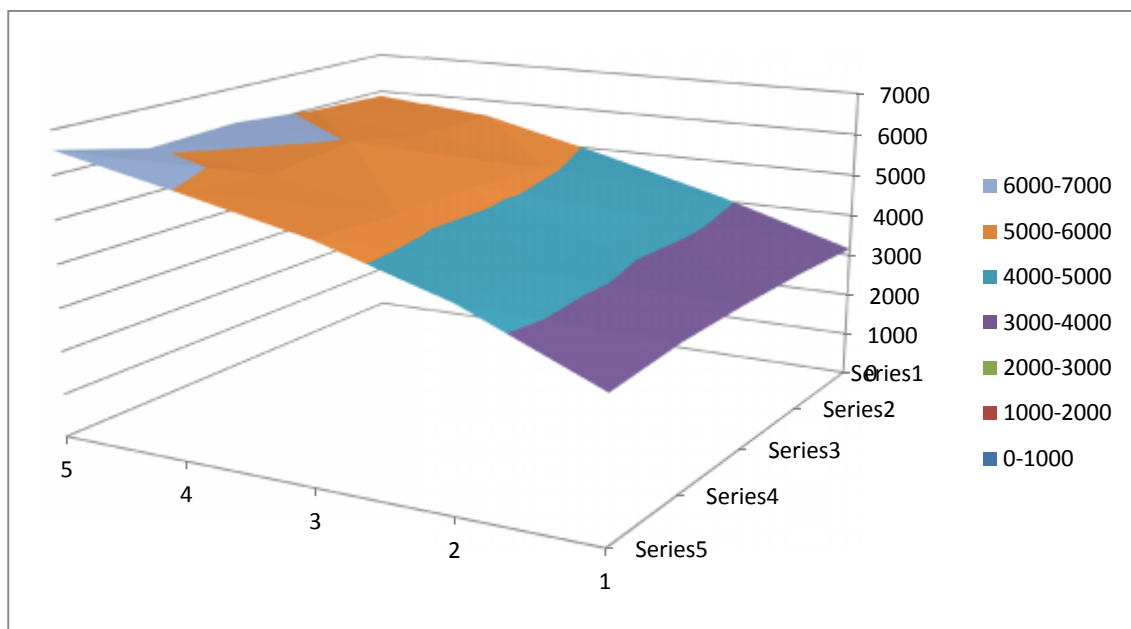


Fig. 5. 27. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de grâu cultivat după soia (2013)

Fig. 5. 27. Differentiated fertilization (NP) effect on the production of wheat cultivated after soy (2013)

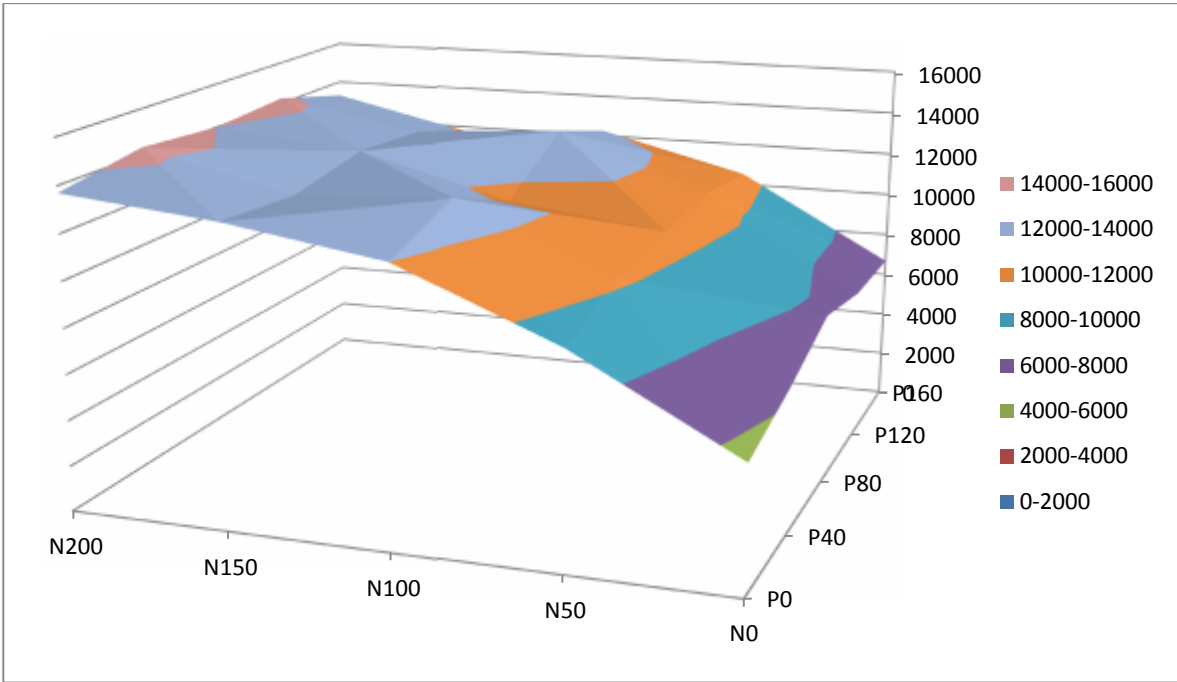


Fig. 5. 28. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de porumb (2011)

Fig. 5. 28. Differentiated fertilization (NP) effect on the production of corn (2011)

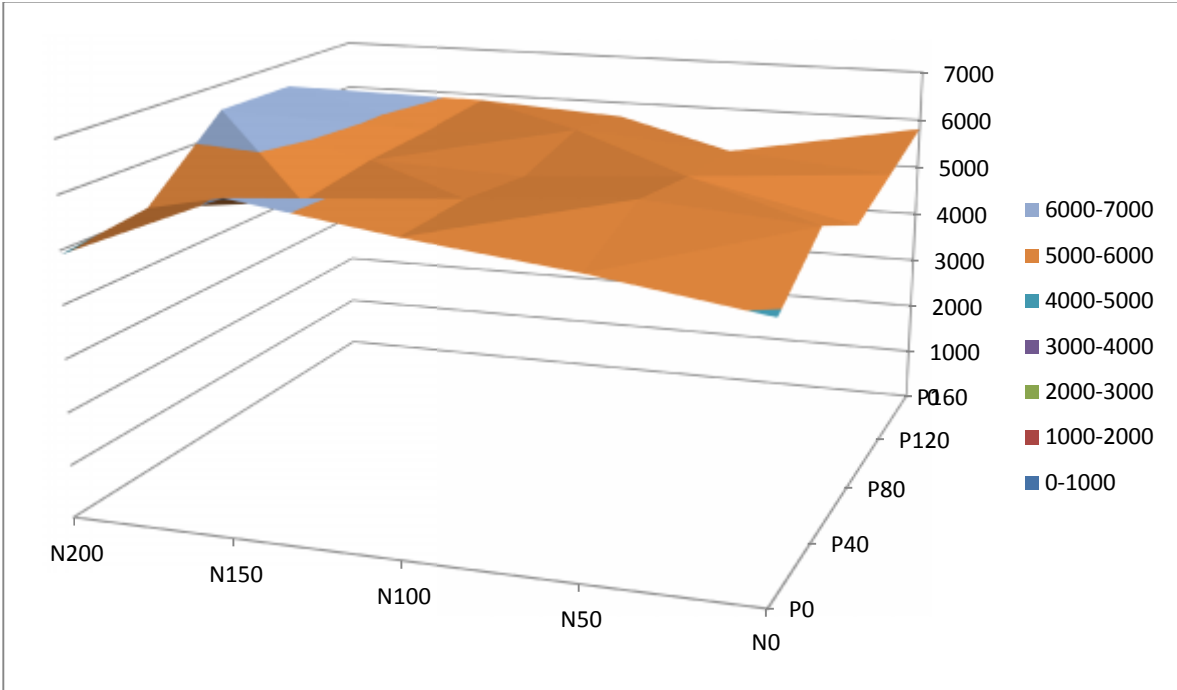


Fig. 5. 29. Efectul fertilizării diferențiate (NP) asupra producției de porumb (2013)

Fig. 5. 29. Differentiated fertilization (NP) effect on the production of corn (2013)

Situația comparativă economic și tehnic la grâu și porumb (prin fertilizări NP)
Comparative economic and technical situation for wheat and maize (NP fertilization)

Cultura/Crop	An/ Year	DOE		DOT	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
Grâu după porumb/ Wheat after corn	2011	147,70	112,40	153,75	127,40
	2013	181,95	107,50	188,00	126,25
Grâu după soia/ Wheat after soy	2011	151,55	25,00	159,61	50,00
	2013	283,00	176,25	301,12	363,75
Porumb/ Corn	2011	183,60	65,62	187,22	71,87
	2013	169,00	44,62	241,50	63,37

Studiul situației dozelor optime economic și tehnic arată că în solul de tipul cernoziomului argic, elementul esențial și recomandat primar și preponderent ca doză și raport elementar este azotul. Porumbul a răspuns prin producții și efecte mai ridicate la aplicările și chiar supradozările azotului care pot susține producții de boabe mari și economice la unitatea de suprafață.

5.3.3. Stări de impact agrochimic obținute sau prognozate în sistemele de fertilizare aplicată

- Reacția (pH-ul) solurilor deține modificări esențiale și marchează o reducere a acestora și o acidifiere, dependentă statistic de dozele de N aplicate. Procesul acidifierii pe baza protonării soluției solului (activării ionilor de H⁺) se poate diminua prin alternanța sortimentelor de îngrășăminte cu N (Fig. 5. 30).

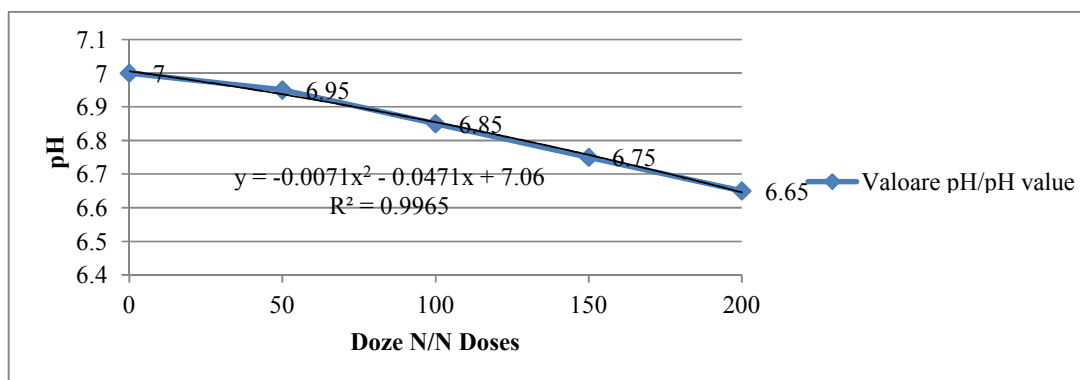


Fig. 5. 30. Modificarea reacției solului sub impactul dozelor de N aplicate multianual

Fig. 5. 30. Changing soil reaction under the impact of multiannual doses of N applied

- Regimul elementelor nutritive are modificări esențiale, cu caracter pozitiv, de ameliorare a aprovizionării solurilor cu forme accesibile și mobile/schimbabile, ca urmare a aplicării complexe a îngrășămintelor.
- Rezervele de fosfor mobil se modifică semnificativ pozitiv, de la nivele medii de aprovizionare la cele specifice stărilor cu bună și foarte bună reprezentare a formelor mobile (Fig. 5. 31).

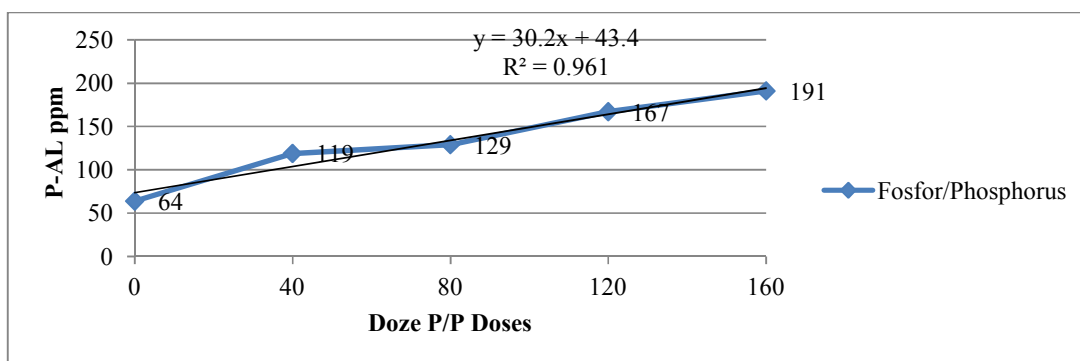


Fig. 5.31. Modificarea aprovizionării solului cu fosfor sub influența aplicării multianuale a îngrășămintelor fosfatice

Fig. 5. 31. Changing soil phosphorus supply under the influence of phosphate fertilizer multiannual application

După aproape 50 de ani de fertilizare sistematică și anuală cu doze de P provenite din îngrășăminte minerale simple (superfosfați) sau complexe de NP, modificările constitutive ale rezervelor mobile de P au loc cu rate de 30,2 mg P/kg sol (ppm), cu fiecare aport anual de 40 kg s. a. P_2O_5 /ha iar la doza maximă de fosfor (160 kg P_2O_5 s. a./ha) rezerva mobilă determinată și realizată se triplează cantitativ.

- Rezervele de potasiu mobil se modifică esențial în timp datorită practicării în regim staționar și de lungă durată a fertilizării numai cu NP, fără aport de K.

Aprovizionarea solului cu K suferă modificări esențiale care se leagă în dependență chiar asigurată statistic, de dozele aplicate din îngrășămintele cu N sau cu P (Fig. 5. 32, 5. 33).

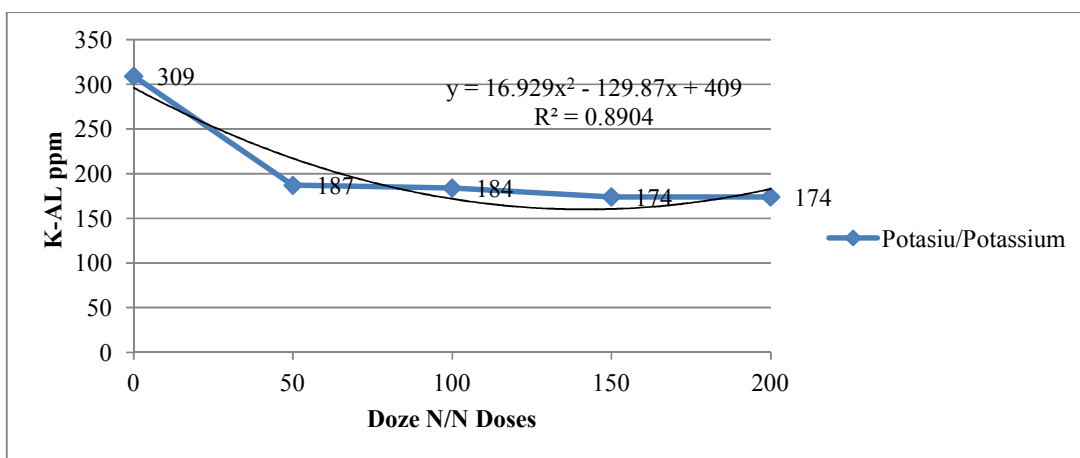


Fig. 5. 32. Modificarea conținutului de K din sol sub impactul fertilizării cu N

Fig. 5. 32. The change of K content in the soil under the impact of N fertilization

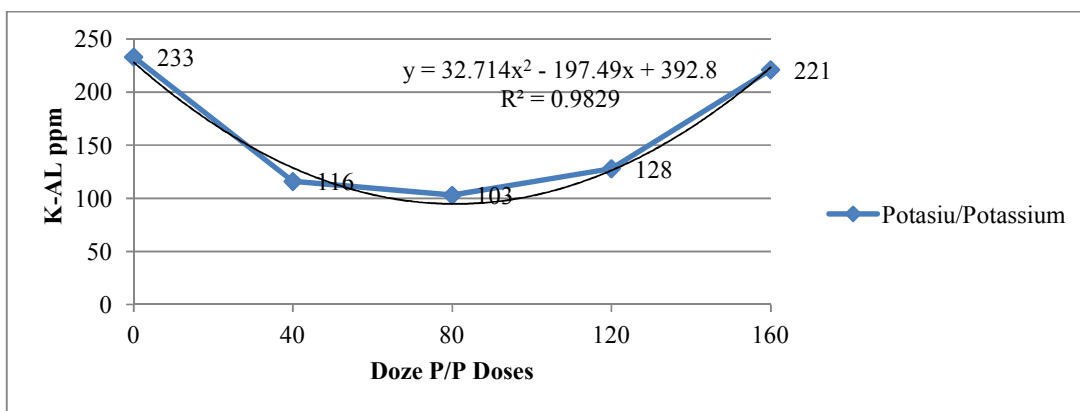


Fig. 5. 33. Modificarea conținutului de K din sol sub impactul fertilizării cu P

Fig. 5. 33. The change of K content in the soil under the impact of P fertilization

5.4. DOMENIILE DE APLICARE ȘI EXTINDERE A REZULTATELOR OBTINUTE

- a. În domeniul metodologiei de cercetare și experiment
- b. În domeniul experimental și tehnic al aplicării îngrășămintelor
- c. În domeniul analizelor economice de rentabilitate și optimizării a aplicării îngrășămintelor
- d. În aplicarea unor tehnologii optime de fertilizare la grâu și porumb
- e. În instituirea unui monitoring agrochimic și al realității solurilor în vederea optimizării fertilizării

CAPITOLUL VI

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

A. În tehnologia fertilizării la grâu și porumb

Analiza tehnică ce decurge din aplicarea diferențiată a dozelor de N și P, în regim staționar, la grâu și porumb, evidențiază următoarele rezultate aplicabile:

- Statistic s-a dovedit ca esențială și cu efect foarte distinct semnificativ, interacțiunea NP la cultura grâului după porumb și după soia, urmată de acțiunea individuală a azotului și mai puțin a fosforului;
- Grâul cultivat după porumb are un răspuns evident mai ridicat și mai constant la interacțiunea NP, apoi la N, planta premergătoare aici dovedind că determină o valorificare mai bună a fertilizării aplicate;
- Tendințele de plafonare a efectelor fertilizante se manifestă la doze ce depășesc 150 kg N s. a./ha pe fond fosfatic asigurat de 80 kg P₂O₅ s. a./ha la grâul cultivat după porumb, iar la grâul cultivat după soia acest efect apare la depășirea dozei de N – 120 kg/ha și P₂O₅ – 40-80kg/ha;
- Se dovedește ca real efectul fosforului ce contribuie la o mai bună valorificare a dozelor ridicate și foarte ridicate de N. În consecință, rămâne cu efect prioritar interacțiunea NP, urmată de efectul azotului ca esențial și apoi cel al fosforului;
- În alternativele menționate ale fertilizării, cu dozele menționate se pot obține producții de boabe de 5-6-6,5 t/ha, la cultura grâului pe cernoziomul argic de la SCDA Turda, specific condițiilor ecologice ale Câmpiei Transilvaniei;
- La cultura porumbului, variația și variabilitatea efectului factorilor atrași ($x_1 - P$ și $x_2 - N$) au fost mai ridicate, rezultatele de producție fiind cu o mare diferențiere între anii 2011, 2012, 2013. Anul cel mai favorabil din punct de vedere climatic a fost 2011, iar anii 2012 (în primul rând) și 2013, au determinat prin exces termic (în fenofaze decisive ale porumbului) rezultate mai scăzute;
- În anul 2011, hibridul Turda STAR a răspuns prin producții de 12-14 t boabe/ha, cu sporuri la interacțiunea NP care au reprezentat doar ½ și peste jumătatea producției de boabe. Acest hibrid a valorificat superior interacțiunea NP, atât la nivele medii cât și ridicate ale dozelor celor două elemente fertilizante;

- Rezultatele tehnice ale anului 2012, la porumb, datorită unor dereglări termice, au dovedit lipsa efectului combinațiilor fertilizante aplicate, iar în anul 2013 au fost semnalate unele efecte ale fertilizanților, dar manifestate haotic și fără suport statistic.

B. În managementul culturii și al nutrienților

Utilizarea unor cunoștințe și metodologii ale științelor economice, ca și unele instrumente de calcul operațional, parcurgerea etapelor de analiză economică și de optimizare economică au dovedit următoarele:

- Analiza economică a rezultatelor fertilizărilor diferențiate evidențiază variabilitatea economică mare a mulțimii combinațiilor dintre x_1 (dozele de P) și x_2 (dozele de N);
- Această variabilitate decurge din nivelul producțiilor, din nivelul și valoarea sporurilor de producție obținute și tot atât de important și esențial, din quantumul costurilor suplimentare datorate fertilizării. De aici provine un venit net diferențiat de valorile indicatorilor amintiți și valori diferite obținute și raportate la 1 leu costuri suplimentare cu fertilizarea;
- Cu fundamentarea metodologică de mai sus și datele concrete obținute sau calculate, s-au obținut ratele medii de rentabilitate a fertilizării la grâul cultivat după porumb de 56-58%, cu limite superioare la 80-90% și de 16-18% la grâul cultivat după soia, cu limite superioare de 30-40%. Reiese de aici că ordinea și ierarhizarea metodei fertilizărilor trebuie acordată în primul rând tehnologiilor (inclusiv dependente de planta premergătoare) ce potențează și conferă o eficiență mai mare fertilizării;
- Ratele rentabilității fertilizării la porumb, în 2011, arată o mare eficiență a măsurii complexe NP și chiar a aplicării prioritare a azotului. Cu nivele ridicate de producție, de 12-14 t boabe/ha și sporuri de 4-6 t/ha datorate aplicării unor combinații NP, ratele de rentabilitate sunt foarte mari și justifică aprecieri pozitive acestor activități;
- Analiza economică în care s-au parcurs calcule ce evidențiază numeric sau procentual indicatorii acestui domeniu (valoare spor, costuri suplimentare, venit net, venit net/1 leu cheltuit cu fertilizarea și rata rentabilității) sunt de natură să

- diferențieze și tehnologiile aplicate sau aplicabile, să prevină formulele de fertilizare aplicate „model generalizat” sau „șablonizate” și pot lega demersurile tehnologice, prin costuri și rezultate, de caracterul rațional tehnic și economic;
- Optimizarea fertilizării s-a realizat metodologic cu ajutorul funcțiilor de producție și a profitului (derivate din costuri și venituri);
 - Nivelul producțiilor fizice cât și a sporurilor în mod operațional au determinat promovarea modelului funcției polinomiale (bifactoriale), în următoarea formă – $y = a \pm bx_1 \pm cx_1^2 \pm bx_2 \pm cx_2^2$. În acest model al funcțiilor de producție, exprimarea prin termenul frecvent $(-cx_1^2)$ și $(-cx_2^2)$, a dovedit reală tendința de plafonare curbilinie a producțiilor la dozele foarte mari de NP și în primul rând la cele ale azotului (la peste 150 kg s. a./ha);
 - Cu formule ale dependenței producției de grâu sau porumb de interacțiunea celor doi factori variabili ($x_1 = P$) ($x_2 = N$) s-a realizat analiza comparativă a rezultatelor fertilizărilor diferențiate pe cele două categorii de optim – optimul economic (OE) în varianta realizării celui mai mare profit și optimul tehnic (OT) în varianta realizării celei mai mari producții fizice de boabe. Atât în obținerea optimului economic, cât și a celui tehnic s-a procedat la metodologii ce au presupus derivatele parțiale ale funcției profitului (pentru OE) și respectiv ale funcției producției (pentru OT);
 - Metodologiile menționate prin parametrii introduși și calcule operaționale au dus la determinarea dozelor optime economic (DOE) și a celor optime tehnic (DOT) utile în obținerea de producții economice și respectiv maxime, care de fapt, se adresează producătorilor agricoli cu potențial economic și financiar diferit;
 - În cazul culturii de grâu după porumb, în anul 2011, valorile dozelor optime economic și a celor optime tehnic sunt următoarele: $DOE_N = 147,7$ kg/ha, $DOT_N = 153,75$ kg/ha, iar $DOE_P = 112,4$ kg/ha, respectiv $DOT_P = 127,4$ kg/ha, iar în anul 2013, $DOE_N = 181,95$ kg/ha, $DOT_N = 188$ kg/ha, iar $DOE_P = 107,5$ kg/ha, respectiv $DOT_P = 126,25$ kg/ha;
 - În cazul culturii de grâu după soia, în anul 2011, valorile dozelor optime economic și a celor optime tehnic sunt următoarele: $DOE_N = 151,55$ kg/ha, $DOT_N = 159,61$ kg/ha, $DOE_P = 25$ kg/ha, respectiv $DOT_P = 50$ kg/ha, iar în anul 2013, $DOE_N = 283$

kg/ha, $DOT_N = 301,13$ kg/ha, $DOE_P = 176,25$ kg/ha, respectiv $DOT_P = 363,75$ kg/ha;

- În cazul culturii de porumb, în anul 2011, valorile dozelor optime economic și a celor optime tehnic sunt următoarele: $DOE_N = 183,6$ kg/ha, $DOT_N = 187,22$ kg/ha, $DOE_P = 65,62$ kg/ha, respectiv $DOT_P = 71,87$ kg/ha, iar în anul 2013, $DOE_N = 169$ kg/ha, $DOT_N = 241,5$ kg/ha, $DOE_P = 44,62$ kg/ha, respectiv $DOT_P = 63,37$ kg/ha;
- Dozele optime economic și respectiv cele optime tehnic asigură și prognozează nivele de producție care au stat la baza realizării funcțiilor bifactoriale ale producțiilor ce au decurs din rezultatele și analiza tehnică a producțiilor la grâu și porumb.

C. Alte concluzii:

- Se impune evidențierea stărilor de impact agrochimic asupra solului ce pot fi determinate prin implementarea dozelor optime și tehnice recomandate;
- Analizele și monitorizarea fertilității solului în decursul experiențelor respective evidențiază efecte de acidifiere dependente de dozele de azot, modificări pozitive ale conținutului de P din sol (dependente de dozele de P aplicate) și modificări negative ale conținutului de K ca urmare a aplicării complexe a NP și fără aport de K;
- Modificările menționate recomandă măsuri eficiente ce pot atenua acidifierea (fie cu nitrocalcar, fie prin „amendare de întreținere”, fie prin introducerea fertilizării periodice cu NPK pentru a regenera formele de K din sol etc);
- Tot în cadrul acestor experiențe se manifestă tendințe de reducere a conținutului de C-organic, fenomen ce se poate remedia prin aplicarea de îngrășăminte organice, resturi vegetale, îngrășăminte verzi etc.

Concluziile menționate au o valabilitate determinată de caracterul interdisciplinar al cercetărilor realizate în prezenta teză și fac ca acestea să fie aplicabile în mai multe domenii sau direcții ale agriculturii.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. ALECU I., E. MERCE, D. PANĂ, I. SÂMBOTIN, I. CUREA, I. BOLD, M. DOBRESCU, 1997, **Managementul în agricultură**, Editura Ceres, București.
2. ARION F., 2006, **Public Marketing Approaches of Extension Towards Increasing the Economical Efficiency of the Agricultural Producers. The Case of Cluj County**, 5th Congress of the Public and Non-Lucrative Marketing International Association, Cluj-Napoca, pag. 386-400.
3. AVARVAREI I., VELICICA DAVIDESCU, R. MOCANU, M. CEOIAN, C. CARAMETE, M. RUSU, 1997, **Agrochimie**, Editura Sitech, Craiova.
4. BAILEY, N. T. J., 1959, **Statistical methods in biology**, The engl. press. Ltd. 102, London, UK
5. BLACK C. A., 1993, **Soil Fertility Evaluation and Control**, Lewis Publ., London – Tokyo.
6. BORLAN Z., CR. HERA, 1973, **Metode de apreciere a stării de fertilitate a solului în vederea aplicării raționale a îngrășămintelor**, Editura Ceres, București.
7. BORLAN Z., CR. HERA, 1977, **Îndrumător pentru stabilirea necesarului de îngrășămintă și de amendamente la culturile de câmp**, Editura Ceres, București.
8. BORLAN Z., CR. HERA, 1984, **Optimizarea agrochimică a sistemului sol – plantă**, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București.
9. BORLAN Z., CR. HERA, D. DORNESCU, P. KURTINECZ, M. RUSU, I. BUZDUGAN, GH. TĂNASE, 1994, **Fertilitatea și fertilizarea solurilor (Compendiu de Agrochimie)**, Editura Ceres, București.
10. BORLAN Z., RĂUȚĂ C. (redactori), 1981, **Metodologie de analiză agrochimică a solurilor în vederea stabilirii necesarului de amendamente și de îngrășămintă**, ICPA, nr. 13.
11. CEAPOIU N., 1963, **Calcularea și interpretarea rezultatelor în experiențele polifactoriale**, Probleme Agricole, nr. 2 și 3.

12. CEAPOIU N., 1968, **Metode statistice aplicate în experiențele agricole și biologice**, Editura Agrosilvică, București.
13. CREȚ F., 2000, **Elemente de modelare și matematici speciale**, Editura Mirton, Timișoara.
14. CRIȘAN I., I. BORZA, P. OTIMAN, 1977, **Optimizarea dozelor de îngrășăminte chimice la cultura grâului**, Publ. Casa Agronomului, Timișoara.
15. DAVIDESCU VELICICA, D. DAVIDESCU, 1999, **Compedium Agrochimic**, Editura Academiei Române, București.
16. DAVIDESCU VELICICA, G. COSTEA, R. MADJAR, F. STĂNICĂ, G. CAREȚU, 2001, **Substraturi de cultură**, Editura Ceres, București.
17. DUMITRU M., 2003, **Producția vegetală și folosirea îngrășămintelor în România**, Publ. CIEC. Simp. Internațional, 3 – 4 oct. 2002, 23 – 50.
18. DUMITRU M., 2012, **Agrocimie, prezent și ...?**, Publ. CIEC, Editura New Agris – Revistele agricole SRL, București.
19. DUMITRU M., ȘI COLAB., 2008, **Evoluția principalilor parametrii de monitoring al solurilor și terenurilor agricole**, Lucr. XVIII Conf. SNRSS, Cluj-Napoca, Editura Solness, Timișoara.
20. FLOREA N., I. MUNTEANU, 2012, **Sistemul român de taxonomie a solurilor (SRTS)**, Editura Sitech, Craiova.
21. HAȘ IOAN, 2006, **Producerea semințelor la plantele agricole**, Editura Academic Press, Cluj-Napoca.
22. HERA CR., 2008, **Cercetarea științifică și revitalizarea agriculturii României**, Publ. CIEC, Editura Terra Nostra, Iași.
23. HERA CR., 2008, **Fertilizers and sustainable agriculture**, ProcEditura of the Int. Symp. CIEC, Pretoria- South Africa.
24. HERA CR., BORLAN Z., 1980, **Ghid pentru alcătuirea planurilor de fertilizare**, Editura Ceres, București.
25. ICPA, 2005, **Cod de bune practici agricole**, Editura MADR, București.
26. KURTINECZ P., M. RUSU, 2007, **Certain possibilities for the interpretation of analytical results from long- term experiments regarding the fertilization**

- and liming of acid soils in North – Western Transylvania, First Internațional Conference Metagro, 14-16 june 2007, Cluj-Napoca; Proceedings.**
27. LIXANDRU GH., 2006, **Sisteme integrate de fertilizare în agricultură**, Editura Pim, Iași.
 28. MADJAR ROXANA, 2008, **Agrochimie, Planta și solul**, Editura Invel-Multimedia, București.
 29. MADJAR ROXANA, VELICICA DAVIDESCU, 2008, **Principii de menținere a fertilității solului**, Editura Invel-Multimedia, București.
 30. MADJAR ROXANA, VELICICA DAVIDESCU, 2009, **Agrochimie, USAMVB, Facultatea de Horticultură, Învățământ la distanță**, București.
 31. MĂRGHITAȘ MARILENA, M. RUSU, 2003, **Utilizarea îngrășămintelor și amendamentelor în agricultură**, Editura AcademicPres, Cluj-Napoca.
 32. MĂRGHITAȘ MARILENA, RAZEC IOSIF, MIHAI MIHAELA, TOADER CONSTANTIN, MOLDOVAN LAVINIA, ROMAN GABRIELA, 2011, **Manual de bune practici în tehnologia fertilizării plantelor agricole**, Editura AcademicPres, Cluj – Napoca.
 33. MERCE E., C. C. MERCE, F. ARION, 1999, **Optimizarea pragului de rentabilitate în raport cu mărimea de ieșire a unui sistem de producție**, Vol. *Lucrări științifice, Simpozionul științific „Prezent și perspectivă în horticultură”*, pag. 338-342.
 34. MERCE E., ELENA MERCE, 1997, **Programarea consumului de resurse în agricultură**, Editura TDB, Cluj – Napoca.
 35. MERCE E., F. H. ARION, C. C. MERCE, 2000, **Management general și agricol**, Editura Academic Pres, Cluj-Napoca.
 36. MERCE E., I. ANDREICA, F. ARION, D. DUMITRAȘ, C. POCOL, 2010, **Management și gestiune**, Editura Digital Data Cluj, Cluj-Napoca.
 37. OTIMAN P., 1979, **Cu privire la generarea automată a modelelor de optimizare a activităților din agricultură**, *Lucrări șt. Agronomie, Timișoara, nr. 16.*

38. OTIMAN P.I., C. ANGHEL, A. COJOCARIU, I. SÂMBOTIN, F. CREȚ, 1992, **Determinarea dozelor optime de îngrășăminte chimice în condițiile unor cheltuieli limitate**, *Rev. De Statistică, nr.6, București*.
39. OTIMAN PĂUN ION, 1987, **Optimizarea producției agricole**, *Editura Facla, Timișoara*.
40. OTIMAN PĂUN ION, 2000, **Economie rurală**, *Editura Agroprint, Timișoara*.
41. POP VASILE, C.BORDEA, C.TOADER, M.RUSU, MARILENA MĂRGHITAȘ, LAVINIA MOLDOVAN, 2006, **The effect of some differentiated fertilization systems on maize culture**, *The 5th International Symposium, „Prospects for the 3rd Millennium Agriculture” Cluj-Napoca, România, 5-6 October 2006, Buletinul USAMV-CN, Seria Agricultură, nr. 62/2006, ISSN 1454-2382, p. 400*.
42. RUSU M., MARGHITAȘ MARILENA, C. TOADER, MIHAELA RUSU, MOLDOVAN LAVINIA, 2008, **Excesul de nitrați în sistemul sol-plantă**, *Lucrările Conferinței Naționale ECOLAND 30-31 octombrie 2008, Cluj-Napoca, ISBN 978-973-647-636-5, p. 228-236*.
43. RUSU M., MARILENA MĂRGHITAȘ, C. TOADER, P. KURTINECY, MIHAELA MIHAI, LAVINIA MOLDOVAN, 2009, **Agrochemical modification in long- term experiments with amendaments and fertilizers**, *Lucr. Conf. XIX SRRSS, Iași*.
44. RUSU M., MARILENA MĂRGHITAȘ, CONSTANTIN TOADER, MIHAELA MIHAI, 2010, **Cartarea agrochimică. Studiul agrochimic al solurilor**, *Editura Academic-Pres, Cluj-Napoca*.
45. RUSU M., MARILENA MĂRGHITAȘ, I. OROIAN, TANIA MIHĂIESCU, ADELINA DUMITRAȘ, 2005, **Tratat de Agrochimie**, *Editura Ceres, București*.
46. RUSU MIHAI, MARILENA MĂRGHITAȘ, C. TOADER, LAVINIA MOLDOVAN, MIHAELA RUSU, 2007, **Essential agrochemical modifications in agricultural soils (Modificări agrochimice esențiale în solurile cu folosință agricolă)**, *Simpozionul cu participare internațională „Agricultura durabilă – Agricultura viitorului” Ediția a III-a, Simpozionul*

omagial „60 de ani de învățământ superior agronomic în Oltenia” Craiova, România, 22-23 noiembrie 2007, *Analele Universității din Craiova, Agricultură, Montanologie, Cadastru, Vol. XXXVII/A 2007, Editura Universitaria, Craiova, ISSN 1841-8317, p. 379-38.*

47. SĂULESCU N. A., N. N. SĂULESCU, 1967, **Câmpul de experiență**, Editura Ceres, București.
48. TURDA SCDA, 2011 – 2013, **Rapoarte de cercetare științifică**, Arhiva SCDA Turda.