

## **REZUMAT**

AL TEZEI DE DOCTORAT CU TITLUL:

*” CERCETĂRI PRIVIND INFLUENȚA ÎNGRĂȘĂMINTELOR ASUPRA  
PRODUCȚIEI ȘI CALITĂȚII RECOLTEI DE GRÂU ÎN EXPERIENȚELE DE  
LUNGĂ DURATĂ DE LA S.C.D.A. CARACAL ”*

Siguranța alimentară a populației globului depinde de aplicarea unei agriculturi raționale, în care toate verigile tehnologice sunt aplicate corect și riguros conform unor cercetări prealabile în domeniu. Calea cea mai eficientă pentru îmbogățirea resurselor de hrană ale omenirii, este sporirea producției agricole la hectar pe actualele suprafețe de teren arabil, prin introducerea de noi soiuri și hibrizi productivi și prin îmbunătățirea tehnologiei de cultură.

Cerealele constituie cel mai important produs alimentar pentru om. Astfel, grâul, orezul, porumbul, urmate de secară, orz, ovăz, sorg și mei, asigură circa 56% din proteine, 70% din glucide, 15% din lipide, adică 50-55% din energiile consumate în întreaga lume.

Nici-un aliment nu satisface atât de economic cerințele omului în principii nutritive și active ca pâinea de grâu. El conține aproape întreaga gamă de aminoacizi esențiali, proteine și amidon, care asigură creșterea și dezvoltarea organismului uman, deținând un rol catalitic și energetic foarte important.

Una din zonele cu pondere mare pentru cultura grâului din țara noastră o constituie Câmpia Română, care posedă soluri cu un important potențial de fertilitate, iar din această zonă un rol important îi revine cernoziomurilor din Oltenia, partea de sud a județului Olt, putând fi considerată ca ilustrativă în acest domeniu, cadrul căreia se cultivă grâu în jur de 45 000 ha.

În această zonă se află și SCDA Caracal, care a avut un rol important în îmbunătățirea tehnologiei la cultura de grâu din această zonă.

Unul din elementele esențiale ale tehnologiei culturii grâului în această zonă îl constituie folosirea rațională a îngrășămintelor chimice.

Iată de ce am considerat necesar să urmăresc la SCDA Caracal în cadrul unor experiențe de lungă durată, efectul diferitelor doze de îngrășămintă chimice cu azot, fosfor și potasiu la cultura de grâu în perioada 2006-2008.

Experiența a fost polifactorială cu 3 factori în 3 repetiții, cuprinzând 6 variante în fiecare repetiție.

Factorul A – fertilizarea cu fosfor cu 4 graduări:

$$a_1 - P_0$$

$$a_2 - P_{40}$$

$$a_3 - P_{80}$$

$$a_4 - P_{120}$$

Factorul B – fertilizarea cu potasiu cu 3 graduări:

$$b_1 - K_0$$

$$b_2 - K_{80}$$

$$b_3 - K_{40}$$

Factorul C – fertilizarea cu azot cu 5 graduări:

$$c_1 - N_0$$

$$c_2 - N_{50}$$

$$c_3 - N_{100}$$

$$c_4 - N_{150}$$

$$c_5 - N_{200}$$

Experiența cu diferite doze de îngrășămintă la grâu a făcut parte din cadrul unor experiențe de lungă durată amplasate la SCDA Caracal din anul 1965, unde alături de grâu s-a experimentat și porumb și soia, grâul aflându-se astfel în cadrul acestor experiențe în cadrul unui asolament de 3 ani în rotația: grâu, porumb, soia. Soiul cultivat a fost Boema.

Solul pe care au fost amplasate experiențele a fost după SRTS – 2003 cernoziomul cambic, baticalcaric cu textură luto-argiloasă cu formula: CZ cb – K<sub>4</sub>

– Tem – TT(52) / TT(52), având profilul cu orizonturile Ap, Am, A/B, By, B/C, Cca cu o adâncime de 150 cm.

Din punct de vedere al însușirilor fizice solul este slab până la moderat tasat pe orizonturile subadiacente orizontului prelucrat, textura este lut-argiloasă pe tot profilul.

Reacția solului în orizontul Ap, Am este slab acidă (pH=5,64), având un conținut redus de aluminiu mobil, conținutul de humus indică un grad de asigurare mijlocie, la fel și indicele de azot ( $H\% = 3,04$ ;  $IN = 2,4\%$ ), conținutul în fosfați accesibili plantelor indică o stare de asigurare bună, la fel și conținutul de potasiu mobil din sol.

În medie pe cei 3 ani de experimentare vremea a fost mai călduroasă ca cea caracteristică zonei, temperatura medie din cursul perioadei de vegetație a grâului fiind de  $12,6^{\circ}\text{C}$ , cu  $2,6^{\circ}\text{C}$  mai ridicată decât cea normală, care reprezintă  $10,0^{\circ}\text{C}$ .

Precipitațiile medii pe 3 ani totalizat 529,1 mm, fiind mai ridicate decât media multianuală care este de 497,8 mm, precipitații mai multe căzând în perioada mai rece a anului, în schimb lunile de primăvară au fost foarte secetoase.

Perioada de experimentare s-a caracterizat printr-o distribuție neuniformă a precipitațiilor, acestea căzând în cantități mai mari în cea de-a doua parte a perioadei de vegetație a culturilor de primăvară, fapt care a influențat în mod deosebit rezultatele obținute.

Având în vedere toate acestea se poate aprecia că anul 2005-2006 a fost un an favorabil culturii grâului, anul 2006-2007 a fost nefavorabil culturii grâului, iar anul 2007-2008 a fost foarte favorabil culturii grâului.

În cadrul experienței cu grâu amplasată la SCDA Caracal în perioada 2005-2008 am urmărit următoarele aspecte:

- Producția de grâu, kg/ha în fiecare an de experimentare;
- Producția de grâu în medie pe cei 3 ani de experimentare în funcție de factorii studiați și ca urmare a interacțiunii lor;
- Calitatea producției redată prin:
  - conținutul de azot și proteină brută, %

- conținutul de fosfor total, %
- conținutul de potasiu, %
- conținutul de calciu, %
- conținutul de magneziu, %
- conținutul de cupru, mangan, zinc, mg/kg
- conținutul de gluten, %.

-Reziduuri de pesticide în boabele de grâu.

Rezultatele obținute ca urmare a cercetărilor efectuate la SCDA Caracal în perioada 2005-2008 sunt consemnate rezumativ în ceea ce urmează:

În perioada anilor 2005 – 2008 am urmărit în cadrul unor experiențe de lungă durată amplasate pe cernoziomul de la S.C.D.A. Caracal, efectul diferitelor doze de îngrășăminte cu azot, fosfor și potasiu, asupra producției și calității grâului.

Solul pe care a fost amplasată experiența este după SRTS 2003 – Cernoziom cambic, baticalcaric cu textură lutoargiloasă cu formula CZ cb – Ky –Ten-T.T ( 52) /TT52, având profilul : Ap, Am, A/B, Bv, B/C, Cca cu o adâncime de 150 cm.

Solul este slab pînă la moderat tasat, pe orizonturile subadiacente orizontului prelucrat, textura este lut argiloasă pe tot profilul.

Reacția solului în orizontul Ap, Am este slab acidă (5,64), având un conținut redus de aluminiu mobil, conținutul de humus indică un grad de asigurare mijlocie, la fel și indicele de azot (3,04% și 2,4%), conținutul în fosfor mobil indică o stare de asigurare bună la fel și conținutul de potasiu asimilabil.

Experiența cu grâu a fost polifactorială cu trei factori: A – fertilizarea cu fosfor cu patru graduări: P<sub>0</sub>, P<sub>40</sub>, P<sub>80</sub>, P<sub>120</sub>; B-fertilizarea cu potasiu cu trei graduări K<sub>0</sub>, K<sub>80</sub>, K<sub>40</sub>; C – fertilizarea cu azot : N<sub>0</sub>, N<sub>50</sub>, N<sub>100</sub>, N<sub>150</sub>, N<sub>200</sub>.

Cultura de grâu a fost în rotația grâu-porumb-soia, soiul cultivat fiind Boema.

Rezultatele de producție obținute în medie pe 3 ani, ca urmare a folosirii celor trei factori citați mai sus prezintă următoarele aspecte:

Diferitele doze de fosfor utilizate:  $P_0$ ,  $P_{40}$ ,  $P_{80}$ ,  $P_{120}$ , au avut o influență directă asupra producției de grâu, contribuind la sporirea acesteia.

Astfel la  $P_0$ , producția este de 3393 kg/ha, în timp ce la  $P_{40}$ ,  $P_{80}$ ,  $P_{120}$  producția de grâu ajunge la: 3830, 4008, 4121 kg/ha, obținându-se sporuri de producție foarte semnificative, care se reflectă și în sporul pe kg s.a.  $P_2O_5$ : 6,0 – 10,9 kg.

Dozele de îngrășămintă cu potasiu utilizate  $K_{80}$ ,  $K_{40}$  au condus și ele la sporuri de producție, însă mult mai mici ca cele de la fosfor, 3690 la  $K_0$ , 3960 și respectiv 3870 la  $K_{80}$  și  $K_{40}$ , sporuri semnificative, evidențiate și prin sporul mic de producție pe kg. s.a.  $K_2O$  ( 3,37 – 4,50).

Aplicarea unor doze crescânde de azot  $N_{50}$ ,  $N_{100}$ ,  $N_{150}$ ,  $N_{200}$  au făcut ca producția să crească cu 904 – 1619 kg/ha, sporurile de producție fiind foarte semnificative la toate dozele de azot. Se poate remarca că sporurile cresc progresiv cu doza de azot până la doza de  $N_{150}$ , lucru evidențiat și de sporul de producție pe kg s.a. 18 kg/kg N la  $N_{50}$  și 10 și respectiv 8 kg/kg N la  $N_{150}$  și  $N_{200}$ .

Analiza interacțiunii dintre cele 3 elemente fertilizante NP, NK, PK scoate în evidență necesitatea utilizării împreună a îngrășămintelor cu aceste elemente fertilizante.

Astfel în cadrul interacțiunii azot-fosfor se evidențiază faptul că pe toate agrofondurile de fosfor, s-au înregistrat diferențe semnificative de producție față de matorul nefertilizat cu azot ( $N_0$ ) la toate graduările de fertilizare cu azot.

Producția cea mai mare de 4620 kg/ha, se realizează în urma utilizării  $P_{120}N_{150}$ , dar producții foarte apropiate se realizează și la doze moderate de azot și fosfor  $P_{80}N_{150}$  4461 kg/ha, doză care este mai eficientă și poate fi utilizată în producție. Cel mai mare spor de producție pe kg s.a. (NP) se realizează ca urmare a utilizării unei doze mici de îngrășămintă  $P_{40}N_{50}$  14,98 kg grâu/kg NP, însă cu o producție scăzută de 3716 kg/ha. Folosirea îngrășămintelor cu fosfor alături de cele cu azot contribuie la sporirea producției mai ales în anii secetoși.

Interacțiunea fosfor –potasiu contribuie și ea la sporirea producției. Îngrășămintele cu potasiu aplicate singure în doze de  $K_{40}$ ,  $K_{80}$  contribuie la

sporirea producției de grâu cu 16,9 – 18,4 % (3554 – 3598 kg/ha față de 3037 kg/ha).

Aplicarea acestor îngrășăminte împreună cu îngrășămintele cu fosfor au contribuit la sporirea producției cu 28,4 – 42,2 % (3900 – 4319 kg/ha față de 3037 kg/ha).

Sporurile cele mai mari de producție se obțin ca urmare a utilizării a  $P_{120}K_{80}$  4319 kg/ha, însă producții foarte apropiate se obțin și prin folosirea unei doze moderate îngrășăminte  $P_{80}K_{40}$  4045 kg/ha.

Sporul de producție pe kg s.a. este mai mare la doze mici de îngrășăminte cu fosfor și potasiu utilizate. Astfel la  $P_{40}K_0$ , el este de 17,4 kg/kg  $P_2O_5$  iar la  $P_{80}K_{80}$  este de 6,1 kg/kg PK. Sporul cel mai eficient de producție pe kg de s.a. și cu nivel ridicat de producție se obține ca urmare a utilizării dozei de  $P_{80}K_{40}$  8,4 kg/kg PK și o producție de 4045 kg/ha.

Interacțiunea potasiu-azot evidențiază faptul că prin utilizarea îngrășămintelor cu azot împreună cu cele cu potasiu, se obține o producție mai mare decât în situația utilizării îngrășămintelor cu fosfor și azot, sau cu fosfor și potasiu. Astfel în urma utilizării îngrășămintelor cu N și P se obțin producții cuprinse între 3244 – 4663 kg/ha, față de 3598 - 4319 când se utilizează îngrășăminte cu fosfor și potasiu sau 3428 – 4430 când s-au folosit îngrășăminte cu potasiu și azot.

Pe fond de  $K_{80}$  la diferite niveluri de fertilizare cu azot, se obțin producții cuprinse între 3783 – 4465 kg/ha, iar pe fond de  $K_{40}$  la același niveluri de fertilizare cu azot se obțin producții cuprinse între 3739 – 4439 kg/ha, neexistând diferențe semnificative între agrofondul  $K_{80}$  și  $K_{40}$ , fapt care ne face să recomandăm doze moderate de  $K_{40}N_{150}$  când se obțin 4317 kg grâu/ha și un spor de producție pe kg s.a. ridicat de 9,0 kg/ha K, N.

Calitatea producției exprimată prin conținutul în macro și microelemente din bobul de grâu și prin cantitatea de proteină brută și gluten a fost influențată de dozele de îngrășăminte chimice utilizate.

Conținutul de azot și cantitatea de proteină brută, a crescut o dată cu creșterea dozelor de azot, de la 1,86 la 2,86% și de la 11,56 la 17,87%. Îngrășămintele cu fosfor au contribuit și ele la creșterea conținutului de azot și de proteină, în timp ce îngrășămintele cu potasiu au contribuit la scăderea acestuia.

Conținutul de fosfor a crescut în urma aplicării diferitelor doze de fosfor de la 0,27 la 0,42% și a rămas la același nivel, sau a scăzut ca urmare a aplicării îngrășămintelor cu azot și potasiu.

Conținutul de potasiu a fost modificat favorabil de dozele de fosfor și potasiu și a scăzut în cazul aplicării diferitelor doze de azot.

Conținutul de calciu a fost modificat favorabil de dozele de azot crescând de la 0,031% la 0,036% și a scăzut în cazul utilizării îngrășămintelor cu fosfor și potasiu.

Conținutul de magneziu a crescut o dată cu creșterea dozelor de fosfor de la 0,123% ( $P_0$ ) la 0,132% și 0,136% ( $P_{40}, P_{80}$ ), și a scăzut sau a rămas la același nivel în cazul utilizării diferitelor doze de azot și potasiu.

Conținutul de cupru în bobul de grâu a scăzut o dată cu creșterea dozelor de fosfor (de la 6 mg/kg la 3,54 mg/kg) și potasiu (de la 4,67 la 4,18 mg/kg) și a crescut numai la doza maximă de azot ( $N_{200}$  4,95 mg/ka).

Conținutul de mangan crește ca urmare a aplicării îngrășămintelor cu fosfor (de la 46 la 51 mg/kg) și cu potasiu (de la 49 la 50 mg/kg) și scade în cazul fertilizării cu azot (de la 54 la  $N_0$  la 48 și 47 mg/kg la  $N_{100}$  și  $N_{200}$ ).

Conținutul de zinc scade ca urmare a utilizării diferitelor doze de fosfor și crește ca urmare a utilizării îngrășămintelor cu azot și potasiu.

Interacțiunea azot –fosfor și fosfor-potasiu a influențat și ea conținutul de azot și cantitatea de proteină.

Față de  $N_0P_0$  unde conținutul de azot este de 1,76% și cantitatea de proteină 11%, se obține la  $N_{200}P_{40}$  cel mai ridicat conținut de azot și cea mai mare cantitate de proteină 2,98% și respectiv 18,62%, cantități mult mai mari decât în cazul utilizării acestor îngrășăminte singure. Interacțiunea fosfor-potasiu este mai puțin evidentă din acest punct de vedere.

Conținutul de fosfor este modificat favorabil de doza de fosfor  $P_{80}$  și în mai mică măsură de interacțiunea PK.

Interacțiunea fosfor-azot este evidentă din punct de vedere al conținutului de fosfor din bob, dar la dozele  $P_{40}N_{200}$  și  $P_{80}N_{200}$ .

Conținutul de potasiu din bobul de grâu a fost influențat în mod favorabil de interacțiunea PK la doza de  $P_{80}K_{80}$  – 0,41%.

Interacțiunea fosfor-azot a influențat favorabil conținutul de potasiu la doza de  $P_{80}N_{100}$  și  $P_{80}N_{200}$  0,4 – 0,43 %  $K_2O$ .

Conținutul de calciu a fost influențat chiar defavorabil la doze mari  $P_{120}K_{80}$  de interacțiunea PK, interacțiunea PN are acțiune favorabilă la doze mari de azot  $P_{40}P_{80}-N_{100}N_{200}$ .

Conținutul de magneziu a fost influențat favorabil de interacțiunea PK crescând de la 0,121% la  $P_0K_0$  la 0,136% la  $P_{80}K_{80}$ . Și interacțiunea PN are efect favorabil asupra creșterii conținutului de magneziu din bobul de grâu, mai ales la doze mari  $P_{80}N_{200}$  (0,142 % Mg).

Conținutul de cupru este influențat negativ de interacțiunea P – K scăzând de la 6,18 mg/kg la  $P_0K_0$  la 3,35 la  $P_{80}K_{80}$ , de asemeni interacțiunea PN modifică negativ conținutul de cupru.

Conținutul de mangan este modificat favorabil ca urmare a interacțiunii PK la  $P_{40}K_{80}$  obținându-se cel mai mare conținut de mangan. Utilizarea îngrășămintelor cu fosfor împreună cu cele de azot au ca urmare scăderea conținutului de mangan din bobul de grâu.

Conținutul de zinc scade ca urmare a utilizării îngrășămintelor cu potasiu pe fond de fosfor și crește ca urmare a utilizării diferitelor doze de azot pe fond de fosfor. La  $N_0P_0$  conținutul de zinc este de 29 mg/kg, iar la  $P_{80}N_{200}$  crește la 41 mg/kg.

Conținutul de gluten a fost modificat ca urmare a utilizării diferitelor doze de îngrășămintele, toate dozele de îngrășămintele utilizate ducând la creșterea acestuia, creșteri mai mari evidențiindu-se în situația utilizării dozelor de azot împreună cu



cele de fosfor. Cele mai mari valori ale conținutului de gluten se obțin în cazul utilizării dozelor  $N_{200}P_{40}K_{80}$  – 24,12%;  $N_{200}P_{120}K_0$  – 23,84%.

Analiza reziduurilor de pesticide din boabele de grâu carbedazim, clorsulfuron, tribenuron-metil evidențiază faptul că acestea sunt sub L.M.A. și că nu sunt influențate de dozele de îngrășăminte sau de tipul de sol, singura influență este doza de erbicid folosit.

Având în vedere rezultatele de producție și de calitate a recoltei pentru cultura grâului pe solul cernoziom cambic baticalcaric din centrul Olteniei, se recomandă aplicarea unor doze de  $N_{120} - N_{150} P_{80}$  în anii favorabili din punct de vedere climatic și  $N_{80}-N_{120} P_{80}$  în anii cu regim pluviometric mai puțin favorabil (anii cu secetă).

## ABSTRACT

of the doctoral thesis: „**Researches on the influence of fertilizers on the wheat yield quantity and quality in long term experiments at ARDS Caracal**”

The human population food supply depends on the agriculture type we practice in order to comply with the basic rules of cropping. The most efficient way of enriching the food supplying of populace is the increasing of yield per hectare by introducing new crop cultivars and by improving the cropping technology.

Cereals are the most important food for humans. In this manner, wheat, rice, corn, rye, oat, sorgho and millet give about 56% of protein, 70% of sugars, 15% of fat that means about 50-55% of the calories eaten by the entire human population.

No other food satisfies in such complete way the human nutritional need as the wheat bread. It contains almost the entire range of essential aminoacids, protein and starch that determine the growing of the human body having a catalytic and energetical role, as well.

One of the most cultivated zone of our country by wheat is the Romanian Plain that has rich soils, one of them being the chernozem from Oltenia, the Southern part of the Olt District being illustrative in this domain where the wheat is cropped on around 45,000 ha.

In this area there is located ARDS Caracal that has been having an important role in the improving of wheat crop technology in this area.

One of the essential elements of the wheat crop technology in this area is the rational using of the fertilizers.

This the reason why I have considered useful to research at ARDS Caracal the effect of several fertilizers with nitrogen, phosphorus and potash in a long term experiment with the wheat crop in 2005-2008 period.

The experiment has had three factors in three replications and 6 variants for each replication.

The A factor – phosphorus fertilization has had 4 graduations:

- a1 – P0
- a2 – P40
- a3 – P80
- a4 – P120

The B factor – fertilization by potash with 3 graduations:

- b1 – K0
- b2 – K80
- b3 – K40

The C factor – nitrogen fertilization with 5 graduations:

- c1 – N0
- c2 – N50
- c3 – N100
- c4 – N150
- c5 – N200

The experiment with different fertilizer doses with wheat took part of a long term research at ARDS Caracal since 1965 where, along wheat there was researched maize and soybean, the wheat crop being within a crop rotation of three years as follows: wheat, maize and soybean. The wheat cropkind was Boema.

The soil where the experiment was located is baticalcaric cambic chernozem, after SRTS – 2003, with the following formula: Cz cb – K4 – Tem – TT (52)/TT(52), with the soil profile horizons as follows: Ap, Am, A/B, By, B/C, Cca, with a depth of 150 cm.

As regard the physical features the soil is low to moderate compacted on downward horizons to the tilled one, the texture is silt to clay on all soil profile.

The soil reaction in the Ap horizon and Am one is acid (pH=5.64) with a low content of mobile aluminium, middle supplying by humus, as well as the IN

indicator (H%=3.04; IN=2.4%). The content in available phosphates to plants in good as well as the soil available potash.

In average on three years of research the weather was warmer than the multiannual data, the average temperature during the wheat vegetation period being of 12.6<sup>0</sup>C, 2.6<sup>0</sup>C higher than the normal of 10.0<sup>0</sup>C.

The rainfall on three years have lumped 529.1 mm, higher than the multiannual average of 497.8 mm yet more rain fell during the cold period of the year, the spring month being rather dry.

The experimentation period was characterised by a uneven distribution of the rainfall, higher rains within the second part of the vegetation period of the wheat crop that highly influenced the yield.

Taking account of these things there can be appreciated that the 2005 – 2006 year has been a favorable year for wheat, 2006-2007 was unfavorable and 2007-2008 has been very favorable.

Within the wheat experiment located at ARDS Caracal in 2005-2008 period there were researched the following:

- the wheat yield, kg/ha on every year;
- the wheat yield in average for three years in function of the researched factors and as interaction of them;
- the yield quality as:
  - nitrogen and raw protein content, %;
  - the total phosphorus content, %;
  - the potash content, %;
  - the calcium content, %;
  - the magnesium content, %;
  - the copper, mangan and zinc contents, mg/kg;
  - the gluten content, %;
  - pesticide residues in wheat kernels.

The results are as follows:

Within 2005-2008 period, within a long term experiments there were located at ARDS Caracal studying the effect of long term applying of nitrogen, phosphorus and potash fertilizers on the quantity and quality of wheat.

The soil where the experiment was located is baticalcic cambic chernozem, after SRTS – 2003, with the following formula: Cz cb – K4 – Tem – TT (52)/TT(52), with the soil profile horizons as follows: Ap, Am, A/B, By, B/C, Cca, with a depth of 150 cm.

As regard the physical features the soil is low to moderate compacted on downward horizons to the tilled one, the texture is silt to clay on all soil profile.

The soil reaction in the Ap horizon and Am one is acid (pH=5.64) with a low content of mobile aluminium, middle supplying by humus, as well as the IN indicator (H%=3.04; IN=2.4%). The content in available phosphates to plants is good as well as the soil available potash.

The wheat experiment has had three factors: A – phosphorus fertilization with four graduations: P0, P40, P80 and P120; B – potash fertilization with three graduations: K0, K80, K40; C – nitrogen fertilization: N0, N50, N100, N150.

The wheat crop has been in the three years crop rotation of wheat – maize – soybean, the crop kind being Boema.

The researching results on average of three years as a result of studied factors envisage the following aspects:

The different phosphorus doses have had a direct influence on the wheat yield determining its increase.

In this manner, the yield is 3,393 kg/ha while with P40, P80 and P120 the wheat yield reaches 3,830; 4,008 and 4,121 kg/ha with very significant yield outputs emphasized the yield output per kg of active ingredient of fertilizer P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of 6.0-10.9 kg.

The potash fertilizer doses of K80 and K40 have, also, determined yield increase yet lower than the phosphorus ones, of 3,690 kg/ha with K0, 3,960 kg/ha with K80 and 3870 with K40 that are significant and emphasized by low yield output per kg of active ingredient K<sub>2</sub>O fertilizer of 3.37-4.50 kg.

The applying of increasing doses of nitrogen from N50, N100, N150 and N200 have determined the increasing of the yield by 904-1,619 kg/ha, the yield outputs being very significant with all nitrogen doses. It can be said that the outputs increase progressively along with the nitrogen dose till the N150 dose and this fact is emphasized by the yield output per kg of active ingredient of 18 kg at N50, 10 kg with N100 dose and 8 kg at N150 and N200 doses.

The analysis of the interaction between the three elements, NP, NK, PK emphasize the need of using the fertilizers together.

In this manner, with the case of nitrogen – phosphorus interaction there is emphasized the fact that with all phosphorus backgrounds there were recorded significant yield outputs over the not fertilized control (N0) with all nitrogen researched doses.

The highest yield was of 4,620 kg/ha and is recorded with P120N150 yet very close yields are given by nitrogen and phosphorus moderate doses of P80N150, of 4,461 kg/ha that is more efficient and it can be used in practice. The highest yield output per kg of fertilizer active ingredient (NP) is recorded with a low fertilizer dose, of P40N50, of 14.98 kg wheat per kg of NP yet it gives a rather low yield of 3,716 kg/ha. The using of phosphorus fertilizers along with the nitrogen ones give good results especially on dry years.

The phosphorus-potash interaction contribute to the increasing of the yield. The potash fertilizers applied alone in K40 and K80 contributes to the increasing of the wheat yield by 16.9 – 18.4% (3,554 – 3,598 k/ha over 3,037 kg/ha).

The applying of these fertilizers along with the phosphorus ones have contributed to the increasing of the yield by 28.4-42.2% (3,900 – 4,319 kg/ha over 3,037 kg/ha). The highest yield outputs are given by P120K80, of 4,319 kg/ha yet close yields are given by moderate fertilizer doses of P80K40, of 4,045 kg/ha.

The yield output per kg of fertilizer active ingredient is higher with lower doses of fertilizers of phosphorus and potash. In this way, with P40K0 it is of 17.4 kg/kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and with P80K80 it is of 6.1 kg/kg of PK. The most efficient yield output is given by P80K40, of 8.4 kg/kg of PK and an yield of 4,045 kg/ha.

The potash-nitrogen interaction emphasize the fact that by using the nitrogen fertilizers along with the potash ones the yield is higher than the situation when phosphorus and nitrogen are applied together or phosphorus and potash. In this way, after applying N and P there can be obtained yields ranging between 3,244 and 4,663 kg/ha over 3,598 – 4,319 kg/ha that are obtained with phosphorus and potash together or 3,428 – 4,430 when potash and nitrogen fertilizer were applied together.

On K80 background there can be obtained yields of 3,783 – 4,465 kg/ha and on K40 background with the same nitrogen doses there are obtained yields of 3,739 – 4,439 kg/ha with no significant differences between K80 and K40 background that make us to recommend moderate doses of K40N150 when there can be obtained 4,317 kg/ha and an yield output per kg of active ingredient of fertilizer of 9.0 kg.

The yield quality as expressed by the content of macro and microelements from the wheat kernels and by the raw protein quantity and gluten has been influenced by the researched fertilizer doses.

The nitrogen content and the quantity of raw protein has increased along with the increasing of nitrogen doses from 1.86 to 2.86 % and from 11.56 to 17.87%. The phosphorus fertilizers have contributed to the increasing of the protein content while the potash ones have determined the decreasing of it.

The phosphorus content has increased as a result of applying different phosphorus doses from 0.27 to 0.42% and stayed to the same level or slightly decreased as a result of applying nitrogen and potash fertilizers.

The potash content has been favorably modified by the phosphorus and potash doses and has decreased as different nitrogen doses were applied.

The calcium content has been favorably modified by the increasingly nitrogen doses from 0.031% to 0.036% and has decreased when applying phosphorus and potash fertilizers.

The magnesium content has increased along with the increasing of the phosphorus doses from 0.123% (P0) to 0.132% and 0.136% (P40;P80) and has

decreased or stayed at the same level when using different doses of potash and nitrogen.

The copper content from the wheat grain has decreased along with the increasing of the phosphorus (from 6 mg/kg to 3.54 mg/kg) and potassium (from 4.67 to 4.18 mg/kg) and has only increased with the maximal nitrogen dose (N200 – 4.95 mg/ha).

The manganese content increases with the applying of phosphorus fertilizers (from 46 to 51 mg/kg) and potassium (from 49 to 50 mg/kg) and decreases with the case of nitrogen fertilization (from 54 with N0 to 48 and 47 mg/kg to N100 and N200).

The zinc content decreases as a result of applying different phosphorus doses and it increases when potassium and nitrogen fertilizers are added.

The nitrogen – phosphorus and phosphorus – potassium interactions have, also, influenced the nitrogen content and protein quantity.

Over the N0P0 variant where the nitrogen content is of 1.76% and the protein is 11%, with N200P40 dose there is obtained the highest nitrogen content and the highest protein quantity, of 2.98% and, respectively, 18.62%, much higher quantities than the using of fertilizers alone. The phosphorus – potassium interaction is less evident from this point of view.

The phosphorus content is favorably modified by the phosphorus of P80 and less by the PK interaction.

The phosphorus – nitrogen is obvious as regard the phosphorus content from the wheat kernel with P40N200 and P80N200.

The potassium content of the wheat kernels has been favorably influenced by the PK interaction with P80K80 dose – 0.41%.

The phosphorus – nitrogen interaction has favorably influenced the potassium content with the P80N100 and P80N200 doses the figures being of 0.4-0.43% K<sub>2</sub>O.



The calcium content has been unfavorably influenced by higher doses of P120K80 of the PK interaction yet the PN interaction has a favorable action at high nitrogen doses of P40P80 – N100N200.

The magnesium content has been favorably influenced by the PK interaction it increasing from 0.121% with P0K0 to 0.136% with P80K80. The interaction PN has, also, a good influence on the magnesium content of the wheat grain, especially at high fertilizer doses of P80N200 (0.142% Mg). The copper content is negatively influenced by the PK interaction it decreasing to 6.18 mg/kg with P0K0 to 3.35 mg/kg at P80K80. Also, the PN interaction negatively modifies the copper content. The manganese content is favorably modified as a result of PK interaction with P40K80 where there was obtained the highest manganese content. The applying of phosphorus fertilizers along with the nitrogen ones have as a result the decreasing of the manganese content of the wheat grains.

The zinc content decreases as a result of using the potash fertilizers on phosphorus background and it increases as a result of using different doses of nitrogen on phosphorus background. With N0P0 the zinc content is 29 mg/kg and with P80N200 it increases to 41 mg/kg.

The gluten content has been modified as a result of using different fertilizer doses, all of them determining the increasing of the gluten content, higher doses being recorded with nitrogen applied along with phosphorus. The highest values of the gluten content are obtained when using N200P40K80 dose, of 24.12%; N200P120K0 – 23.84%.

The analysis of pesticide residues of the wheat grains, carbendazim, chlorsulphuron and tribenuron-metil show that they are under the M.A.L. and they are not influenced by the fertilizer dose or by the soil type, the only influence being of the herbicide dose.

Taking account of the yield results and its quality for the wheat crop on the cambic baticaric chernozem from the Center Oltenia there are recommended N120-N150P80 doses in favorable years and N80-N120P80 in dryer years (drought years).