



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



VUȘCAN ADRIAN NICOLAE

REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

**INFLUENȚA FERTILIZATORILOR MINERALI ȘI
ORGANICI ASUPRA SOLULUI, ALE UNOR PLANTE
FURAJERE ȘI CALITĂȚII CĂRNII DE PUI**

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC

Prof. univ. dr. VASILE BARA

CLUJ-NAPOCA

2014

INTRODUCERE

Metalele grele sunt potențiali poluatori ai mediului, cu capacitatea de a provoca probleme de sănătate dacă sunt prezente în produsele alimentare. Anumite metale, în cantități mici, sunt esențiale în desfășurarea proceselor metabolice, dar pot avea manifesta toxicitate când se găsesc în concentrații ridicate. Acestea li se acordă o atenție deosebită în întreaga lume, datorită efectului lor toxic chiar și la o concentrație foarte scăzută. Au fost raportate o serie de cazuri de tulburări, afecțiuni, malformații ale organelor cauzate de toxicitatea metalelor grele. Unele metale grele pot fi depozitate în sol, plante și animale, ajungând în corpul uman prin intermediul lanțului alimentar.

O sursă importantă de poluare cu metale grele o reprezintă agricultura prin input-urile folosite (îngrășăminte chimice, fertilizanți organici, pesticide, apele de irigație). Aplicarea sistematică și îndelungată a îngrășămintelor fosforice și a celor cu zinc duce la creșterea acumulărilor de cadmiu în soluri.

Pentru mileniul III se preconizează o explozie demografică (peste 7 miliarde de locuitori) care va ridica serioase probleme privind asigurarea hranei pentru populația Terrei. Legumele, cerealele și carnea sunt esențiale în hrana omului. Acestea pot fi contaminate cu diferite tipuri de metale grele.

În acest context social, creșterea animalelor va căpăta noi dimensiuni, dată fiind importanța pe care produsele de origine animală o au în alimentația umană, proteina animală reprezentând baza unei hrăniri raționale, iar unele dintre produsele obținute de la animale sunt indispensabile majorității oamenilor.

În topul producțiilor animaliere, un loc bine definit, îl au cele avicole, datorită valorii lor nutritive ridicate, dar și a prețurilor mai reduse la care pot fi achiziționate comparativ cu alte tipuri de carne. Producția de carne de pasăre urmează o linie ascendentă, în sensul că aceasta crește de la un an la altul, în ultimii ani aceasta crescând cu 60%.

Calitatea cărnii de pasăre, pe lângă proprietățile sale, este determinată și de gradul de contaminare cu metale grele (Cd, Cu, Fe, Hg, Mg, Ni, Pb, Zn), micotoxine, hormoni de creștere, antibiotice sau cu alte microorganisme, care pot dăuna sănătății umane.

Contaminarea cu metale grele a animalelor se poate face prin expunere directă, apă contaminată, cereale contaminate folosite în alimentația lor, emisii industriale.

Conform prevederilor din strategia națională de dezvoltare a aviculturii, creșterea puilor de carne în sistem industrial va fi de mare actualitate, deoarece investițiile în producția de carne de pasăre vor ajunge în România până în anul 2025 la 384,5 mil. Euro, aceasta estimându-se a crește cu aproximativ 90%.

În aceste condiții, va trebui acordată o atenție deosebită în ce privește trasabilitatea metalelor grele în sol, cereale și carnea de pasăre, pentru a asigura o hrană corespunzătoare populației umane.

Structura tezei: teza este compusă din două părți principale, denumite „*Stadiul cercetărilor privind metalele grele în sistemul sol – plantă – animal sub influența îngrășămintelor*” și „*Cercetări proprii*”, care includ materialele și metodele utilizate, rezultatele obținute și concluziile.

Partea I cuprinde două capitole:

Capitolul I. Clasificarea și caracteristicile îngrășămintelor, unde se descriu succint caracteristicile îngrășămintelor, tipurile de îngrășămintă, componentele toxice ale îngrășămintelor, riscul utilizării îngrășămintelor.

Capitolul II. Metale cu potențial toxic în sistemul sol – plantă – animal, conține informații legate de poluarea solului cu metale grele (Cd, Pb, Cu, Zn), distribuția și efectele metalelor grele la nivelul plantelor și animalelor, efectele metalelor grele asupra organismului uman.

Partea a II – a cuprinde opt capitole:

Capitolul III. Scopul și obiectivele cercetărilor

Capitolul IV. Cadrul natural de efectuare a cercetărilor, fiind descrise condițiile de climă și sol din perioada de desfășurare a cercetărilor.

Capitolul V. Materialul biologic și metodele de cercetare folosite, oferă date despre materialul biologic vegetal și animal luat în studiu, variantele luate în studiu, metodele analitice utilizate în determinarea metalelor grele și metodele de calcul și interpretare a rezultatelor.

Capitolul VI. Influența dozelor și combinațiilor de îngrășămintă chimice și organice asupra concentrației de cadmiu din sistemul sol-plantă-animale, sunt prezentate rezultatele obținute în experiențele de lungă durată cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd, cu privire la concentrația de cadmiu din preluvosolul de la Oradea, din boabele de grâu și porumb, respectiv carnea de pui (piept, pulpă și ficat).

Capitolul VII. Influența dozelor și combinațiilor de îngrășămintă chimice și organice asupra concentrației de plumb din sistemul sol-plantă-animale, care expune datele obținute cu privire la concentrația de plumb din sol, boabele de grâu și porumb, respectiv din pieptul, pulpa și ficatul de pui sub influența îngrășămintelor cu azot, fosfor, potasiu și gunoi de grajd.

Capitolul VIII. Influența dozelor și combinațiilor de îngrășămintă chimice și organice asupra concentrației de cupru din sistemul sol-plantă-animale, unde sunt detaliate rezultatele cercetării privitoare la concentrația de cupru din solul fertilizat cu diferite doze de NPK, NP și NP + gunoi de grajd, din boabele de grâu și porumb recoltate de pe acesta și diferite părți anatomice ale puiului.

Capitolul IX. Influența dozelor și combinațiilor de îngrășămintă chimice și organice asupra concentrației de zinc din sistemul sol-plantă-animale. Efectele îngrășămintelor chimice și organice aplicate, asupra concentrației de zinc din sol, boabe de grâu și porumb, respectiv carnea de pui sunt prezentate în cadrul acestui capitol.

Capitolul X. Concluzii și recomandări, în care se sistematizează concluziile desprinse în urma celor trei ani de cercetare (2010-2012).

Scopul și obiectivele cercetărilor:

Cercetările au drept scop *cunoașterea trasabilității metalelor grele și optimizarea relațiilor din sistemul sol – plantă – animal pe baza rezultatelor obținute în experiențe de lungă durată cu doze și combinații de fertilizanți minerali și organo-minerali în sol-plantă și în experiențe cu pui de carne, în vederea obținerii unor producții viabile din punct de vedere toxicologic.*

Obiectivele cercetărilor:

- ✓ Studiul influenței dozelor și combinațiilor de azot, fosfor și potasiu din experiența de lungă durată asupra concentrației de Cd, Pb, Cu și Zn din sol și din boabele de grâu și porumb.
- ✓ Studiul influenței dozelor și combinațiilor de azot și fosfor din experiența de lungă durată asupra concentrației de Cd, Pb, Cu și Zn din sol și din boabele de grâu și porumb.
- ✓ Studiul influenței dozelor și combinațiilor de azot, fosfor și gunoi de grajd din experiența de lungă durată asupra concentrației de Cd, Pb, Cu și Zn din sol și din boabele de grâu și porumb.
- ✓ Stabilirea influenței folosirii în alimentație a boabelor de grâu și porumb din experiența de lungă durată cu azot, fosfor și potasiu, asupra concentrației în metale grele (Cd, Pb, Cu și Zn) în diferite regiuni anatomice și în ficatul puilor de carne.
- ✓ Cuantificarea influenței folosirii în alimentație a boabelor de grâu și porumb din experiența de lungă durată cu azot și fosfor, asupra concentrației în metale grele (Cd, Pb, Cu și Zn) în diferite regiuni anatomice și ficatul puilor de carne.
- ✓ Determinarea influenței folosirii în alimentație a boabelor de grâu și porumb din experiența cu azot, fosfor și gunoi de grajd, asupra concentrației în metale grele (Cd, Pb, Cu și Zn) în diferite regiuni anatomice și ficatul puilor de carne.
- ✓ Modelarea rezultatelor cercetării în vederea elaborării de predicții privind obținerea unor producții viabile din punct de vedere toxicologic.

Cadrul natural de efectuare a cercetărilor

Din punct de vedere climatic, cercetările s-au desfășurat în trei ani total diferiți din punct de vedere al precipitațiilor, în anul 2010 suma acestora fiind de 869,0 mm, în anul 2011 a fost de 569,7 mm, respectiv în anul 2012 s-au înregistrat 418,9 mm. Temperatura aerului a avut valori aproape identice 11,3 °C în anii 2010 și 2012, respectiv 11,4 °C în anul 2011. Din punct de vedere al umidității aerului, media acesteia a fost de 79% în anul 2010, 73% în anul 2011, respectiv 70% în anul 2012.

Reacția solului în orizontul arabil, este slab acidă. Lipsa carbonatului de calciu pe profilul solului este evidentă din datele prezentate. Conținutul solului în aluminiu mobil în orizontul A poate afecta creșterea normală a unor plante. Solul este bine aprovizionat cu potasiu și fosfor mobil. Conținutul solului în humus este mediu.

Materialul biologic și metodele de cercetare folosite

Materialul biologic vegetal studiat a fost reprezentat de soiul de grâu Crișana și hibridul de porumb Fundulea 376.

Materialul biologic animal utilizat pentru efectuarea cercetărilor a fost hibridul de găină pentru carne *Cobb-500*.

Variante luate în studiu**I. Experiențe de câmp**

Acestea au la bază o parte din variantele studiate în trei experiențe de lungă durată amplasate la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Oradea.

Experiența 1: V₁ - N₀P₀K₀, V₂ - N₈₀P₄₀K₄₀, V₃ - N₈₀P₈₀K₈₀, V₄ - N₁₆₀P₈₀K₁₂₀

Experiența 2: V₁ - N₀P₀, V₂ - N₄₀P₄₀, V₃ - N₈₀P₈₀, V₄ - N₁₆₀P₁₆₀

Experiența 3: $V_1 - N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd, $V_2 - N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, $V_3 - N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, $V_4 - N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd.

Din cele 4 parcele experimentale ale fiecărei variante s-a constituit cantitatea de grâu, respectiv porumb care a fost folosită în furajarea puilor de carne.

II. *Experiențe de alimentație a puilor de carne*

Cercetările s-au realizat folosind boabele de grâu și porumb obținute în experiențele de lungă durată din variantele descrise mai sus. S-au realizat loturi de pui de carne formate din 10 indivizi care au fost furajați cu boabe de grâu și de porumb, sub formă de uruială, în proporție de 30% grâu și 70% porumb, recoltate din variantele studiate pentru fiecare experiență de lungă durată cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd. Astfel au rezultat un număr de 12 loturi, câte 4 pentru fiecare experiență. Puii au fost sacrificați la vârsta de 56 de zile, după care au fost prelevate probe de piept, pulpă și ficat pentru a se determina concentrația de Cd, Pb, Cu, Zn.

Metode analitice utilizate în determinarea metalelor grele

Cercetările de laborator s-au realizat în cadrul „**Laboratorului de cercetare a factorilor de risc pentru agricultură, silvicultură și mediu înconjurător**”, din cadrul Facultății de Protecția Mediului Oradea.

În vederea realizării obiectivelor propuse au fost efectuate o serie de determinări chimice pentru probele de sol, materialul biologic vegetal (grâu, porumb), materialul biologic animal (pui broiler). Metodele de analiză aplicate pentru stabilirea concentrației metalelor grele luate în studiu (Cd, Pb, Cu, Zn) sunt prezentate în cadrul acestui subcapitol.

Mineralizarea probelor de sol în vederea determinării metalelor s-a realizat cu acizi tari concentrați și apă oxigenată: HNO_3 , HCl și H_2O_2 folosind digestorul MILESTONE.

Mineralizarea probelor de material biologic vegetal în vederea determinării metalelor s-a efectuat cu amestec de acizi sulfuric și percloric.

Mineralizarea probelor de material biologic animal în vederea determinării metalelor s-a făcut cu acizi tari concentrați și apă oxigenată: H_2SO_4 , HCl și H_2O_2 .

Dozarea metalelor grele (Cd, Pb, Cu, Zn). Pentru determinarea metalelor grele supuse studiului, eșantioanele de sol, material biologic vegetal, respectiv material biologic animal pregătite conform metodelor de lucru prezentate anterior au fost supuse analizei prin intermediul spectrofotometrului cu absorbție atomică SHIMADZU AA-6300.

Metode de calcul și interpretarea rezultatelor. Corelațiile dintre dozele de îngrășămintă minerale (N, P, K) – metale grele (cadmiu, plumb, cupru, zinc) în sol, plantă (grâu, porumb), animal (pui broiler, respectiv piept, pulpă, ficat) și dozele de îngrășămintă organo – minerale (NP + gunoi de grajd) – metale grele în sol, plantă, animal s-au calculat cu ajutorul programului Microsoft Excel; dintre cele 5 tipuri de funcții de care dispune programul (liniară, exponențială, logaritmică, polinomială și putere) s-a ales funcția cu cea mai mare valoarea a lui R^2 .

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Capitolul VI. Influența dozelor și combinațiilor de îngrășăminte chimice și organice asupra concentrației de cadmiu din sistemul sol-plantă-animal

6.1. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cadmiu a preluvosolului

În medie pe cei trei ani studiați, în varianta martor ($N_0P_0K_0$) concentrația de cadmiu din preluvosolul de la Oradea a fost de 1,120 mg/kg. În celelalte variante s-au înregistrat concentrații mai mari, însă diferența înregistrată în varianta $N_{80}P_{40}K_{40}$ (14,7%) este ne semnificativ statistic, iar diferențele determinate în celelalte două variante (51,6% și 123,6%) sunt distinct semnificativ și foarte semnificativ statistic.

În medie pe perioada 2010-2012 în martorul nefertilizat s-a înregistrat o valoare a concentrației în cadmiu a solului de 0,120 mg/kg. În varianta fertilizată cu $N_{40}P_{40}$ concentrația în cadmiu a crescut cu 0,234 mg/kg (20,9%), diferența este semnificativ statistic. Diferența înregistrată în varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}$ (0,661 mg/kg, 59%) este distinct semnificativ. Fertilizarea cu $N_{160}P_{160}$ a dus la creșteri cu 160,8% față de varianta martor, diferența fiind foarte semnificativ statistic.

În cazul variantei martor media pe perioada 2010-2012 a concentrației de cadmiu din sol a fost de 1,117 mg/kg. Fertilizarea cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd a dus la o creștere cu 0,121 mg/kg, respectiv cu 10,8%, diferența fiind ne semnificativ statistic. În varianta $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd cadmiul a înregistrat o valoare de 1,341 mg/kg, mai mare cu 20% față de varianta martor, iar fertilizarea cu $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd a dus la o creștere cu 31,4%, respectiv cu 0,350 mg/kg față de varianta nefertilizată, diferențele sunt semnificativ statistic.

6.2. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cadmiu din boabele de grâu

În medie pe cei trei ani luați în studiu, în varianta martor ($N_0P_0K_0$) concentrația de cadmiu din boabele de grâu a fost de 0,056 mg/kg. În varianta $N_{80}P_{40}K_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai mare, de 0,068 mg/kg, cu 21,3% față de varianta nefertilizată, fiind ne semnificativ statistic. În cadrul variantei fertilizate cu $N_{80}P_{80}K_{80}$ boabele de grâu au avut o concentrație în cadmiu mai mare cu 48,3% (semnificativ statistic), respectiv cu 0,027 mg/kg mai mare față de martor. Varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$ a dus la creșterea concentrației de cadmiu cu 81,8% față de varianta $N_0P_0K_0$, aceasta este distinct semnificativ statistic.

În medie pe cei trei ani studiați, în varianta N_0P_0 concentrația de cadmiu din boabele de grâu a fost de 0,056 mg/kg. În cazul variantei $N_{40}P_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai mare cu 21,1% (ne semnificativ statistic), 0,068 mg/kg, față de varianta martor fiind ne semnificativ statistic. În varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}$ boabele de grâu au avut o concentrație în cadmiu mai mare cu 52%, diferență semnificativ statistic, (0,085 mg/kg) mai mare față de martor. Concentrația determinată în varianta $N_{160}P_{160}$ a fost cu 99,4% mai mare față de varianta N_0P_0 , diferența este foarte semnificativ statistic.

Valorile medii ale concentrației de cadmiu din boabele de grâu, în experiența cu îngrășăminte chimice cu azot, fosfor și gunoi de grajd au fost de 0,056 mg/kg în varianta martor, 0,059 mg/kg (mai mare cu 6,2% față de martor) în varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, 0,063 mg/kg (mai mare cu 13,4% față de varianta martor) în varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, diferențele din cele două variante sunt ne semnificativ statistic, respectiv 0,067

mg/kg (mai mare cu 20,5% față de varianta nefertilizată) în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, diferența fiind semnificativ statistic.

6.3. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cadmiu din boabele de porumb

În medie, pe perioada studiată (2010-2012), în varianta martor concentrația de cadmiu din boabele de porumb a fost de 0,041 mg/kg. În varianta $N_{80}P_{40}K_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai ridicată, de 0,050 mg/kg, cu 22,4% față de varianta nefertilizată fiind ne semnificativ statistic. Boabele de porumb din cadrul variantei $N_{80}P_{80}K_{80}$ au avut o concentrație în cadmiu mai mare cu 49,4%, respectiv cu 0,020 mg/kg, față de varianta martor ($N_0P_0K_0$). Varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$ a dus la creșterea concentrației de cadmiu la 0,075 mg/kg, cu 82,9% față de varianta $N_0P_0K_0$. Semnificațiile statistice au fost ne semnificativ statistic, semnificativ statistic, respectiv distinct semnificativ statistic.

Concentrația medie de cadmiu pe perioada luată în studiu, în varianta N_0P_0 a fost de 0,041 mg/kg. În cazul variantei $N_{40}P_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai mare, cu 22,9%, 0,050 mg/kg, față de varianta martor fiind ne semnificativ statistic. În varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}$ boabele de porumb au avut o concentrație în cadmiu mai mare cu 52,5% (0,063 mg/kg) față de martor, diferență distinct semnificativ statistic. Diferența determinată în varianta $N_{160}P_{160}$ a fost cu 100,3% mai mare față de varianta martor, fiind foarte semnificativ statistic.

Concentrația medie de cadmiu din boabele de porumb în cei 3 ani luați în studiu, în experiența cu îngrășămintele chimice cu azot, fosfor și gunoi de grajd a fost de 0,040 mg/kg în varianta martor, 0,043 mg/kg (mai mare cu 8,4% față de martor) în varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, 0,046 mg/kg (mai mare cu 16% față de varianta martor) în varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, diferențe ne semnificativ statistic, respectiv 0,049 mg/kg (mai mare cu 23,3% față de varianta nefertilizată) în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, diferența fiind semnificativ statistic.

6.4. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cadmiu din pieptul de pui

Media concentrației de cadmiu în cei 3 ani studiați 2010-2012 din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu NPK, a fost în varianta martor de 0,0099 mg/kg, 0,0112 mg/kg în varianta fertilizată cu $N_{80}P_{40}K_{40}$ (mai mare cu 12,4% decât martorul, diferență ne semnificativ statistic), 0,0124 mg/kg în cazul variantei fertilizate cu $N_{80}P_{80}K_{80}$ (mai mare cu 25,2%, diferență semnificativ statistic), respectiv 0,0146 mg/kg în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, aceasta fiind cu 47% mai mare față de varianta martor ($N_0P_0K_0$), fiind distinct semnificativ statistic.

În medie pe perioada studiată (2010 - 2012), concentrația de cadmiu din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu NP, a fost în varianta martor de 0,0099 mg/kg, în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{40}P_{40}$, 0,0114 mg/kg, mai mare cu 14,4% decât martorul, diferență ne semnificativ statistic, 0,0130 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}$ (mai mare cu 30,9%, diferență semnificativ statistic), respectiv 0,0164 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul din varianta $N_{160}P_{160}$, aceasta fiind cu 65,4% mai mare față de pieptul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor (N_0P_0), fiind distinct semnificativ statistic.

Media concentrației de cadmiu (2010 - 2012) din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu azot, fosfor și gunoi de grajd, a fost în varianta martor de 0,0099 mg/kg, în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha, 0,0104 mg/kg, mai mare cu 5,1% decât martorul, 0,0110 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd (mai mare cu 11,1%), diferențele fiind

nesemnificativ statistic, respectiv 0,0115 mg/kg, iar la cei furajați cu porumbul și grâul din varianta N₁₀₀P₁₀₀ + 60 t/ha gunoi de grajd, aceasta a fost cu 16,2% mai mare față de pieptul provenit de la pui hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor (N₀P₀ + 0 t/ha gunoi de grajd), fiind semnificativ statistic.

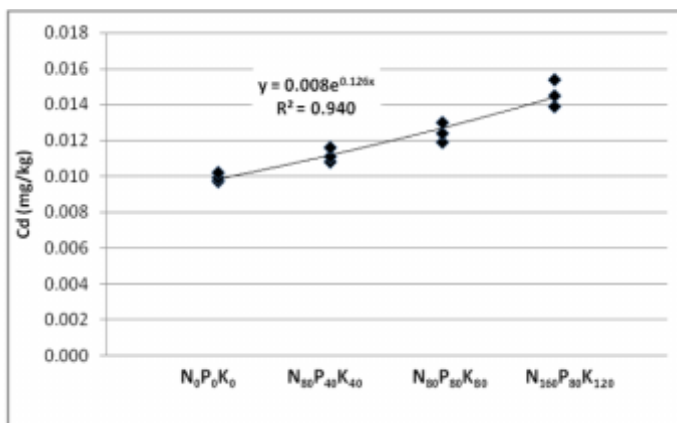


Fig. 6.1. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NPK și concentrația de cadmiu din pieptul de pui

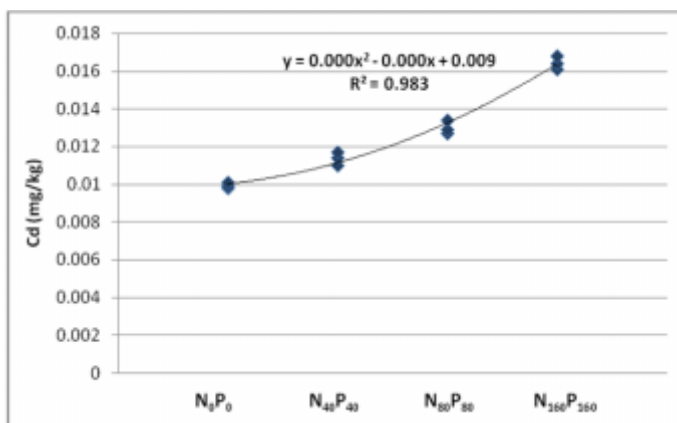


Fig. 6.2. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de cadmiu din pieptul de pui

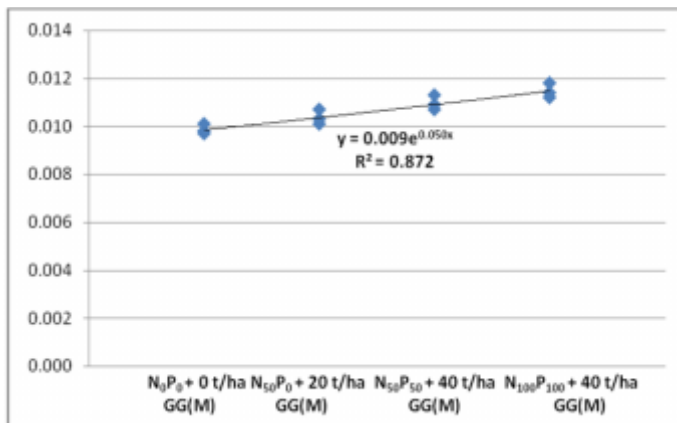


Fig. 6.3. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de cadmiu din pieptul de pui

6.5. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cadmiu din pulpa de pui

Media concentrației de cadmiu pe perioada 2010-2012 din pulpa puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu azot, fosfor și potasiu, a fost în cadrul variantei martor de 0,0080 mg/kg, 0,0087 mg/kg în varianta fertilizată cu $N_{80}P_{40}K_{40}$ (mai mare cu 8,8% decât martorul, diferență ne semnificativ statistic), 0,0096 mg/kg în cazul variantei fertilizate cu $N_{80}P_{80}K_{80}$ (mai mare cu 20,1%, diferență ne semnificativ statistic), respectiv 0,0111 mg/kg în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, aceasta fiind cu 38,9% mai mare față de cea provenită de la puii furajați din varianta nefertilizată, fiind semnificativ statistic.

În medie pe perioada studiată 2010-2012 concentrația de cadmiu din pulpa puilor furajați cu cereale recoltate din experiența cu NP, a fost în varianta martor de 0,0080 mg/kg, în cazul celor furajați cu grâu și porumb din varianta fertilizată cu $N_{40}P_{40}$, 0,0089 mg/kg, mai mare cu 11,3% decât în varianta martor fiind ne semnificativ statistic, 0,0099 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}$ (mai mare cu 23,8%, diferență semnificativ statistic), respectiv 0,0121 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul din varianta $N_{160}P_{160}$, aceasta fiind cu 51,3% mai mare, distinct semnificativ statistic, față de pulpa provenită de la puii furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta nefertilizată (N_0P_0).

Pe perioada 2010 – 2012, media concentrației de cadmiu din pulpa puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NP și gunoi de grajd, a fost în varianta martor de 0,0079 mg/kg, în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha, mai mare cu 5%, 0,0083 mg/kg, decât martorul, 0,0087 mg/kg în cazul celor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd (mai mare cu 10,1%), respectiv 0,0090 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul din varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, aceasta fiind cu 13,9% mai mare față de pulpa puilor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor ($N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd), diferențele fiind ne semnificativ statistic în toate variantele luate în studiu.

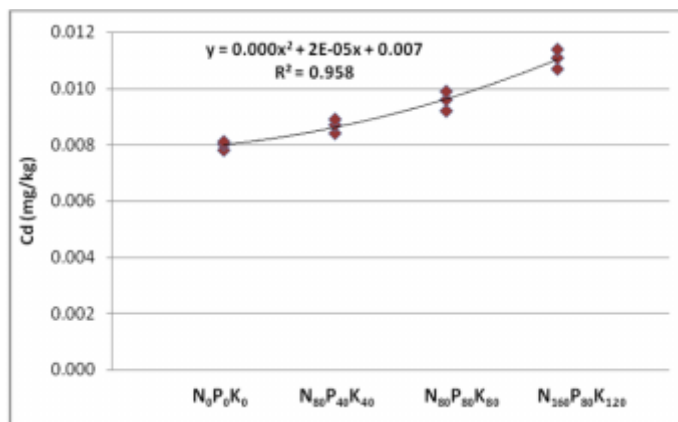


Fig. 6.4. Corelația dintre dozele de îngrășămintă chimice cu NPK și concentrația de cadmiu din pulpa de pui

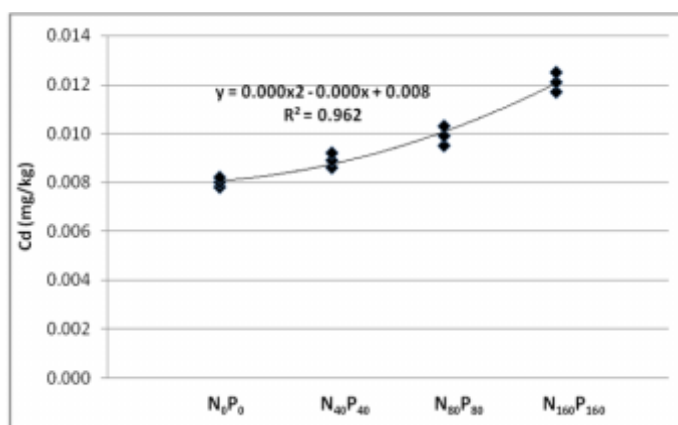


Fig. 6.5. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de cadmiu din pulpa de pui

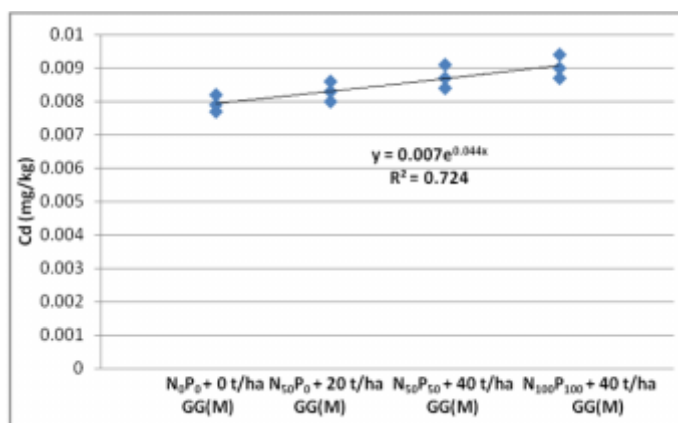


Fig. 6.6. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de cadmiu din pulpa de pui

6.6. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cadmiu din ficatul de pui

În medie concentrația de cadmiu din ficatul puilor furajați cu cereale recoltate din experiența cu NPK, a fost în varianta martor de 0,0557 mg/kg, în cazul celor furajați cu grâu și porumb din varianta fertilizată cu $N_{80}P_{40}K_{40}$, 0,0657 mg/kg, mai mare cu 18% decât în varianta martor, 0,0727 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}K_{80}$ (mai mare cu 30,5%). În cele două variante diferențele înregistrate au fost ne semnificativ statistic. S-a înregistrat concentrația de 0,0860 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul din varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, aceasta fiind cu 54,5% mai mare față de ficatul provenit de la puii furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta nefertilizată, fiind semnificativ statistic.

În medie pe perioada studiată (2010 - 2012), concentrația de cadmiu din ficatul puilor furajați cu cerealele din experiența cu NP, a fost în varianta martor de 0,0567 mg/kg, în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{40}P_{40}$, 0,0667 mg/kg, mai mare cu 17,6% decât martorul, ne semnificativ statistic, 0,0767 mg/kg în cazul celor hrăniți cu porumbul și grâul din varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}$ (mai mare cu 35,3%), respectiv 0,0943 mg/kg în cazul celor furajați cu recolta din varianta $N_{160}P_{160}$, aceasta fiind cu 66,5% mai mare față de ficatul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta N_0P_0 . În celelalte două variante, diferențele au fost semnificativ statistic, respectiv distinct semnificativ statistic.

Media concentrației de cadmiu (2010 - 2012) din ficatul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu azot, fosfor și gunoi de grajd, a fost în varianta martor de 0,0567 mg/kg, în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, 0,0617 mg/kg, mai mare cu 8,8% decât martorul, 0,0637 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd (mai mare cu 12,4%), respectiv 0,0657 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul din varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, aceasta fiind cu 15,9% mai mare față de ficatul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor ($N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd), diferențele fiind ne semnificativ statistic.

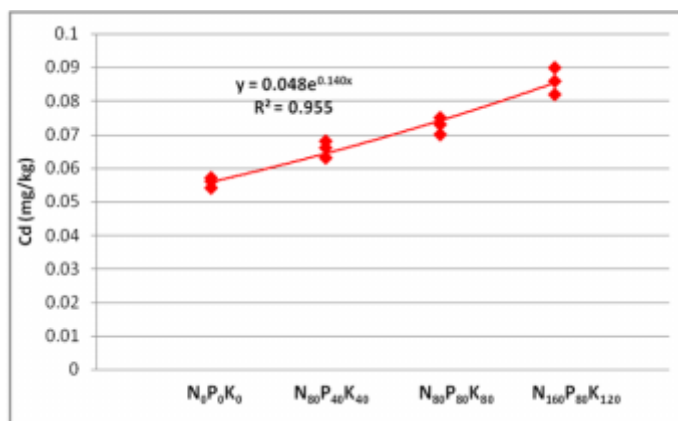


Fig. 6.7. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NPK și concentrația de cadmiu din ficatul de pui

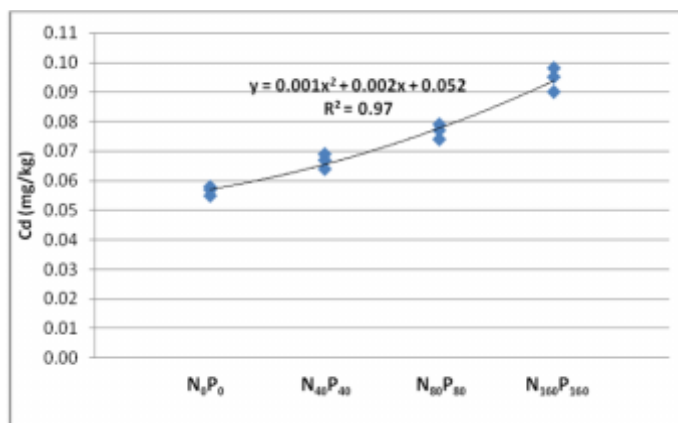


Fig. 6.8. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de cadmiu din ficatul de pui

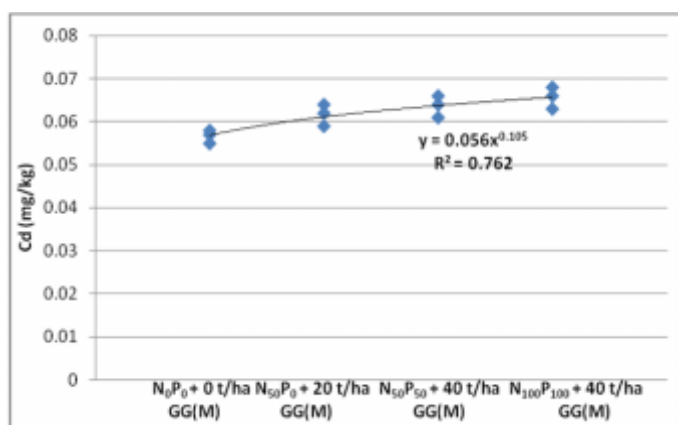


Fig. 6.9. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de cadmiu din ficatul de pui

Capitolul VII. Influența dozelor și combinațiilor de îngrășăminte chimice și organice asupra concentrației de plumb din sistemul sol-plantă-animat

7.1. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de plumb a preluvosolului

Media celor trei ani studiați, în varianta martor (N₀P₀K₀) concentrația de plumb din preluvosolul de la Oradea a fost de 20,204 mg/kg. În celelalte trei variante concentrațiile au fost mai mari 22,056 mg/kg, 27,819 mg/kg, respectiv 32,900 mg/kg, însă diferența înregistrată în varianta N₈₀P₄₀K₄₀ (9,2%) este ne semnificativ statistic, iar diferențele determinate în celelalte două variante (37,7% și 62,8%) sunt semnificativ statistic, respectiv distinct semnificativ statistic

În medie, pe perioada studiată, concentrației de plumb în martorul nefertilizat a înregistrat o valoare în sol de 20,192 mg/kg. În varianta fertilizată cu N₄₀P₄₀ concentrația de plumb a crescut cu 1,930 mg/kg (9,6%). Diferența înregistrată în varianta fertilizată cu N₈₀P₈₀ (38,1%) este semnificativ statistic. Fertilizarea cu N₁₆₀P₁₆₀ a dus la creșteri cu 62,7% față de varianta martor, fiind distinct semnificativ statistic.

În varianta martor media, pe perioada luată în studiu, concentrației de plumb din sol a fost de 20,140 mg/kg. Fertilizarea cu N₅₀P₀ + 20 t/ha gunoi de grajd a dus la o creștere cu 8%, ne semnificativ statistic. În varianta N₅₀P₅₀ + 40 t/ha gunoi de grajd plumbul a înregistrat o concentrație de 23,532 mg/kg, mai mare cu 16,8%, iar fertilizarea cu N₁₀₀P₁₀₀ + 60 t/ha gunoi de grajd a dus la o creștere cu 28,6%, față de varianta nefertilizată ajungând la o concentrație de 25,907 mg/kg, diferențele fiind semnificativ statistic.

7.2. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de plumb în boabele de grâu

În medie pe cei trei ani luați în studiu, în varianta martor (N₀P₀K₀) concentrația de plumb din boabele de grâu a fost de 0,037 mg/kg. În varianta N₈₀P₄₀K₄₀ s-a înregistrat o concentrație mai mare, de 0,041 mg/kg, cu 9,4% față de varianta nefertilizată. În cadrul variantei fertilizate cu N₈₀P₈₀K₈₀ boabele de grâu au avut o concentrație de plumb mai mare cu 16,7%, respectiv cu 0,007 mg/kg mai mare față de martor. Varianta N₁₆₀P₈₀K₁₂₀ a dus la creșterea concentrației de plumb cu 22,7% față de varianta N₀P₀K₀. În variantele N₈₀P₄₀K₄₀ și N₈₀P₈₀K₈₀ diferențele nu au fost asigurate statistic, iar în varianta N₁₆₀P₈₀K₁₂₀ diferența a fost semnificativ statistic.

Media celor trei ani luați în studiu, în varianta N_0P_0 concentrația de plumb din boabele de grâu a fost de 0,038 mg/kg. În cazul variantei $N_{40}P_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai ridicată, cu 9,9%, respectiv 0,042 mg/kg, față de varianta martor. În varianta $N_{80}P_{80}$ boabele de grâu au avut o concentrație în plumb mai mare cu 17,4% (0,045 mg/kg) mai mare față de martorul nefertilizat. Diferențele înregistrate în cele două variante au fost ne semnificativ statistic. Concentrația determinată în varianta fertilizată cu $N_{160}P_{160}$ a fost cu 23,5% mai mare față de varianta martor N_0P_0 , fiind semnificativ statistic.

Concentrația medie de plumb din boabele de grâu, în experiența cu îngrășăminte chimice cu azot, fosfor și gunoi de grajd a fost de 0,037 mg/kg în varianta martor, 0,040 mg/kg (mai mare cu 8,8% față de martor, ne semnificativ statistic) în varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, 0,043 mg/kg (mai mare cu 16,2% față de varianta nefertilizată, ne semnificativ statistic) în varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, respectiv 0,045 mg/kg (mai mare cu 21,6% față de varianta martor, semnificativ statistic) în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd.

7.3. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de plumb în boabele de porumb

În medie, pe cei trei ani studiați, concentrația de plumb în varianta martor din boabele de porumb a fost de 0,048 mg/kg. În varianta $N_{80}P_{40}K_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai ridicată cu 11,2% față de varianta nefertilizată, de 0,053 mg/kg, fiind ne semnificativ statistic. Porumbul recoltat din cadrul variantei $N_{80}P_{80}K_{80}$ a avut o concentrație de plumb mai mare cu 19,9% comparativ cu varianta $N_0P_0K_0$. Și în această variantă diferența nu a fost asigurată statistic. Varianta fertilizată cu $N_{160}P_{80}K_{120}$ a dus la creșterea concentrației de plumb la 0,059 mg/kg, cu 24% mai ridicată față de varianta martor, fiind asigurată statistic.

Media concentrației de plumb pe perioada studiată, în varianta N_0P_0 a fost de 0,047 mg/kg. În cazul variantei $N_{40}P_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai mare, cu 11,8%, 0,052 mg/kg, față de varianta nefertilizată fiind ne semnificativ statistic. În varianta $N_{80}P_{80}$ porumbul a avut o concentrație în plumb mai mare cu 21% (0,056 mg/kg) mai mare față de martor. Concentrația determinată în varianta $N_{160}P_{160}$ a fost cu 24,6% mai mare față de varianta N_0P_0 , diferența fiind semnificativ statistic.

În medie, concentrația de plumb din boabele de porumb, în cei 3 ani luați în studiu, în experiența cu îngrășăminte chimice cu azot, fosfor și gunoi de grajd a fost de 0,047 mg/kg în varianta martor, 0,052 mg/kg (mai mare cu 10,8% față de martor) în varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, 0,055 mg/kg (mai mare cu 18,5% față de varianta martor) în varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, respectiv 0,056 mg/kg (mai mare cu 20,6% față de varianta nefertilizată, diferență semnificativ statistic) în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd.

7.4. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de plumb din pieptul de pui

În medie, concentrația de plumb în anii 2010-2012 din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu azot, fosfor și potasiu, a fost în varianta martor de 0,0265 mg/kg, 0,0275 mg/kg în cazul variantei fertilizată cu $N_{80}P_{40}K_{40}$ (mai mare cu 3,7% decât martorul), 0,0279 mg/kg în varianta $N_{80}P_{80}K_{80}$ (mai mare cu 5%), diferențele nefiind asigurate statistic, respectiv 0,0283 mg/kg în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, aceasta fiind cu 6,8% mai mare față de varianta $N_0P_0K_0$, fiind semnificativ statistic.

Media pe perioada luată în studiu a concentrației de plumb din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu azot și fosfor, a fost în varianta N_0P_0 de 0,0266 mg/kg, în cazul

celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{40}P_{40}$, mai mare cu 3,8% - nesemnificativ statistic, 0,0277 mg/kg, decât martorul, 0,0280 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}$ (mai mare cu 5,2%, diferență nesemnificativă statistic), respectiv 0,0285 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul din varianta $N_{160}P_{160}$, aceasta fiind cu 6,9% mai mare față de pieptul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor, fiind semnificativ statistic.

Concentrația medie de plumb pe perioada studiată din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NP și gunoi de grajd, a fost în varianta $N_0P_0 + 0$ t/ha (martor), 0,0266 mg/kg, în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, mai mare cu 3,3% decât martorul, 0,0278 mg/kg, în cazul celor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd (mai mare cu 4,7%), respectiv 0,0278 mg/kg, iar în cazul celor furajați cu porumbul și grâul din varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, aceasta a fost cu 5,9% mai mare față de pieptul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor, fiind semnificativ statistic.

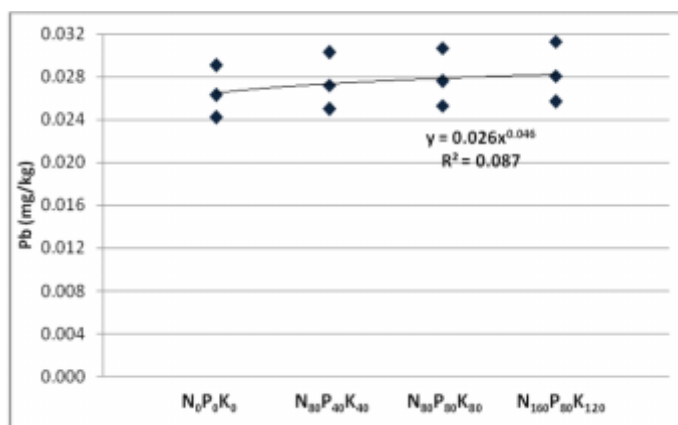


Fig. 7.1. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NPK și concentrația de plumb din pieptul de pui

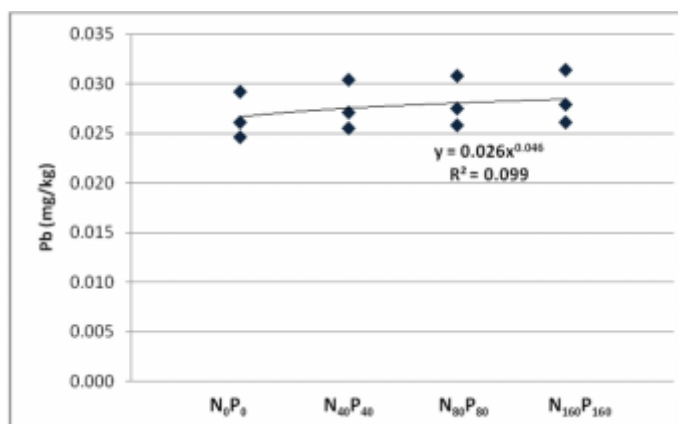


Fig. 7.2. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de plumb din pieptul de pui

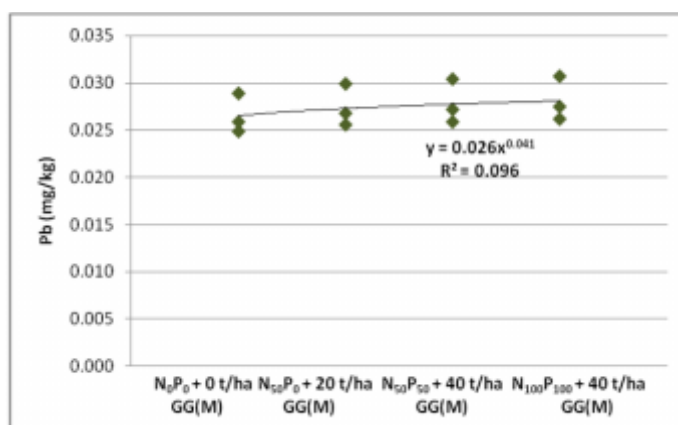


Fig. 7.3. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de plumb din pieptul de pui

7.5. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de plumb din pulpa de pui

În medie concentrația de plumb, pe perioada studiată, din pulpa puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu NPK, a fost în cadrul variantei martor de 0,0206 mg/kg, 0,0212 mg/kg în varianta fertilizată cu N₈₀P₄₀K₄₀ (mai mare cu 3,1% decât martorul, nesemnificativ statistic), 0,0214 mg/kg în cazul variantei fertilizate cu N₈₀P₈₀K₈₀ (mai mare cu 4%, neasigurată statistic), respectiv 0,0216 mg/kg în varianta N₁₆₀P₈₀K₁₂₀, aceasta fiind cu 4,9% mai mare față de cea provenită de la puii furajați din varianta N₀P₀K₀ (martor), fiind semnificative statistic.

Pe perioada studiată concentrația medie de plumb din pulpa puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu azot și fosfor, a fost în varianta nefertilizată (martor) de 0,0209 mg/kg, în cazul celor furajați cu cereale din varianta fertilizată cu N₄₀P₄₀, 0,0216 mg/kg, mai mare cu 3,3% decât în varianta N₀P₀, 0,0218 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta fertilizată cu N₈₀P₈₀ (mai mare cu 4,3%), respectiv 0,0220 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul din varianta fertilizată cu N₁₆₀P₁₆₀, aceasta fiind cu 5,1% mai mare față de pulpa provenită de la puii furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta martor (N₀P₀), fiind semnificativ statistic.

Media concentrației de plumb pe perioada 2010 – 2012, din pulpa puilor furajați cu cereale recoltate din experiența cu îngrășăminte chimice și organice, a fost în varianta nefertilizată (martor) de 0,0206 mg/kg, în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta fertilizată cu N₅₀P₀ + 20 t/ha gunoi de grajd, mai mare cu 2,7%, 0,0212 mg/kg, decât variantă martor, 0,0213 mg/kg în cazul celor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu N₅₀P₅₀ + 40 t/ha gunoi de grajd (mai mare cu 3,4%), respectiv 0,0214 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul din varianta N₁₀₀P₁₀₀ + 60 t/ha gunoi de grajd, aceasta fiind cu 3,9% mai mare față de pulpa puilor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta N₀P₀ + 0 t/ha gunoi de grajd, diferențele fiind nesemnificative statistic în toate cele trei variante.

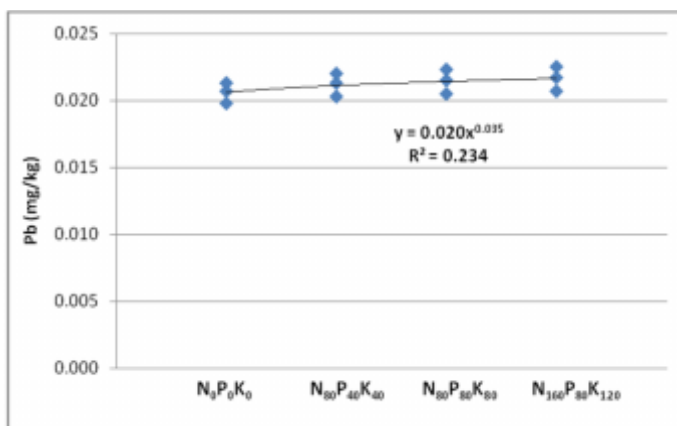


Fig. 7.4. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NPK și concentrația de plumb din pulpa de pui

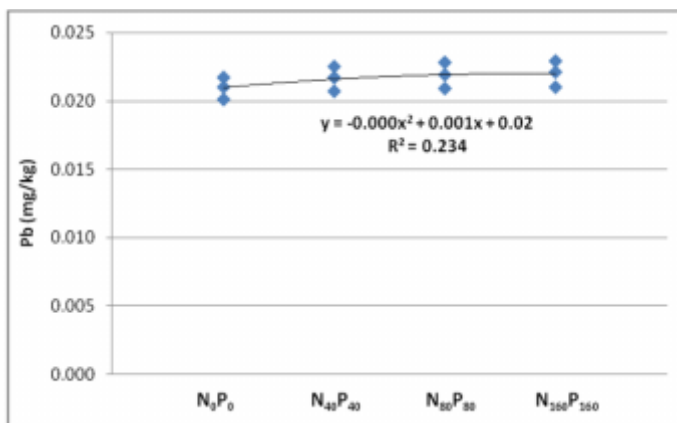


Fig. 7.5. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de plumb din pulpa de pui

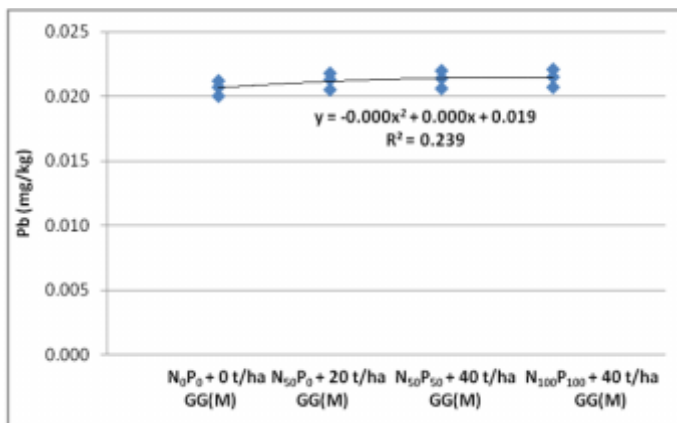


Fig. 7.6. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de plumb din pulpa de pui

7.6. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de plumb din ficatul de pui

Ficatul puilor furajați cu cereale recoltate din experiența cu NPK, a avut o concentrație medie de plumb de 0,0315 mg/kg, în varianta martor, în cazul celor furajați cu grâu și porumb din varianta N₈₀P₄₀K₄₀, 0,0333 mg/kg, mai mare cu 5,5% decât varianta martor, 0,0342 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta fertilizată cu N₈₀P₈₀K₈₀ (mai mare cu 8,4%), respectiv 0,0346 mg/kg în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta N₁₆₀P₈₀K₁₂₀, fiind cu 9,7% mai mare față de ficatul provenit de la puii furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta N₀P₀K₀, fiind semnificative statistic în această variantă a experienței cu NPK.

În medie, pe perioada studiată (2010 - 2012), concentrația de plumb din ficatul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NP, a fost în varianta martor de 0,0317 mg/kg, în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu N₄₀P₄₀, 0,0335 mg/kg, mai mare cu 5,8% decât martorul, 0,0344 mg/kg în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu N₈₀P₈₀ (mai mare cu 8,6%), respectiv 0,0349 mg/kg în cazul celor furajați cu recolta din varianta N₁₆₀P₁₆₀, aceasta fiind cu 10% mai mare față de ficatul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta nefertilizată. Diferențele înregistrate au fost ne semnificative statistic în variantele N₄₀P₄₀ și N₈₀P₈₀, respectiv în varianta N₁₆₀P₁₆₀ a fost semnificativ statistic.

Media concentrației de plumb pe perioada studiată din ficatul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NP + gunoi de grajd, a fost în varianta martor de 0,0313 mg/kg, în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu N₅₀P₀ + 20 t/ha gunoi de grajd, 0,0328 mg/kg, mai mare cu 4,5% decât martorul, 0,0334 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta fertilizată cu N₅₀P₅₀ + 40 t/ha gunoi de grajd (mai mare cu 6,7%), respectiv 0,0340 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul recoltat din varianta fertilizată cu N₁₀₀P₁₀₀ + 60 t/ha gunoi de grajd, aceasta fiind cu 8,6% mai mare față de ficatul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta N₀P₀ + 0 t/ha gunoi de grajd (martor). Diferențele înregistrate în variantele fertilizate cu N₅₀P₀ + 20 t/ha gunoi de grajd și N₅₀P₅₀ + 40 t/ha gunoi de grajd nu au fost asigurate statistic, iar în varianta N₁₀₀P₁₀₀ + 60 t/ha gunoi de grajd diferența a fost semnificativ statistic.

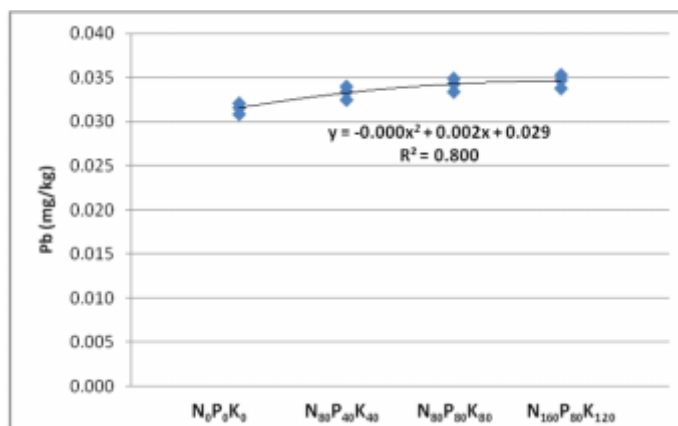


Fig. 7.7. Corelația dintre dozele de îngrășămintă chimice cu NPK și concentrația de plumb din ficatul de pui

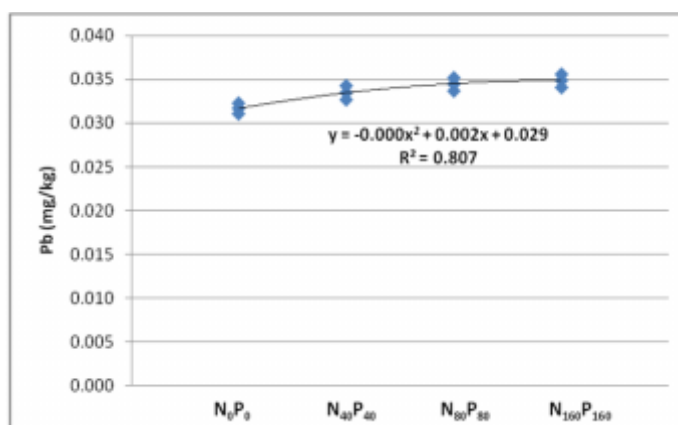


Fig. 7.8. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de plumb din ficatul de pui

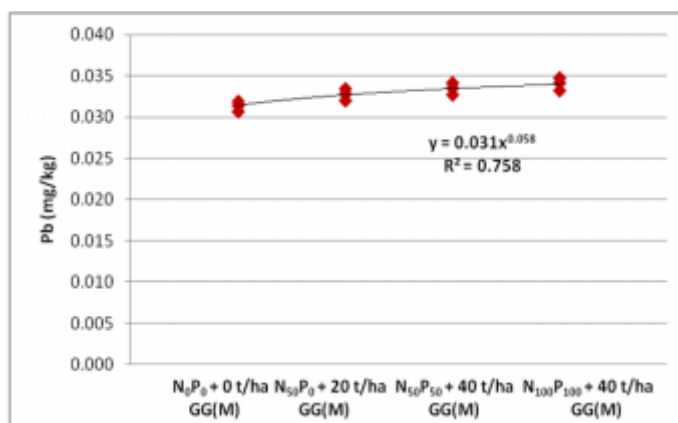


Fig. 7.9. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de plumb din ficatul de pui

Capitolul VIII. Influența dozelor și combinațiilor de îngrășăminte chimice și organice asupra concentrației de cupru din sistemul sol-plantă-animat

8.1. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cupru a preluvosolului

În medie pe cei trei ani studiați, în varianta N₀P₀K₀ concentrația de cupru din preluvosolul de la Oradea a fost de 22,323 mg/kg, iar în celelalte variante concentrațiile au fost mai mari cu 3,4% în varianta N₈₀P₄₀K₄₀, 10,5% în varianta N₈₀P₈₀K₈₀, respectiv 25,8 mg/kg în varianta N₁₆₀P₈₀K₁₂₀, atingând valori de 23,089 mg/kg, 24,664 mg/kg, respectiv 28,087 mg/kg. În varianta N₈₀P₄₀K₄₀ diferența înregistrată nu a fost asigurată statistic, în varianta N₈₀P₄₀K₄₀ a fost semnificativă statistic, respectiv în varianta N₁₆₀P₈₀K₁₂₀ a fost distinct semnificativă.

Pe perioada luată în studiu, concentrația medie de cupru în varianta mator a fost de 22,659 mg/kg. În varianta N₄₀P₄₀ concentrația de cupru a crescut nesemnificativ statistic cu 3,9%, fiind de 23,548 mg/kg. În varianta fertilizată cu N₈₀P₈₀ diferența a fost de 11,1%, nefiind asigurată statistic. Fertilizarea cu N₁₆₀P₁₆₀ a dus la creșteri cu 29,4% față de varianta N₀P₀ (mator), diferența fiind distinct semnificativ statistic.

În medie, pe perioada 2010-2012, concentrației de cupru din sol a fost de 20,140 mg/kg în varianta martor. În varianta fertilizată cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd concentrația de cupru a crescut cu 2,4% (neseemnificativ statistic), având valoarea de 22,932 mg/kg. În varianta $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd cuprul a avut o concentrație de 23,997 mg/kg, mai mare cu 7,2% (neseemnificativ statistic), iar fertilizarea cu $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd a dus la o creștere cu 16% (semnificativ statistic), față de varianta $N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd ajungând la o concentrație de 25,988 mg/kg.

8.2. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cupru din boabele de grâu

Media concentrației de cupru din boabele de grâu pe cei trei ani luați în studiu (2010-2012), în varianta $N_0P_0K_0$ (martor) a fost de 1,654 mg/kg. În varianta fertilizată cu $N_{80}P_{40}K_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai mare, cu 13,8% față de varianta martor, de 1,883 mg/kg, fiind neseemnificativ statistic. În cadrul variantei $N_{80}P_{80}K_{80}$ boabele de grâu au avut o concentrație de cupru mai mare cu 23,8% față de varianta $N_0P_0K_0$, creșterea nefiind asigurată statistic. Varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$ a dus la creșterea concentrației de cupru cu 32,2% (2,186 mg/kg) față de varianta nefertilizată, diferența fiind semnificativă statistic.

În varianta N_0P_0 (martor), concentrația medie de cupru din boabele de grâu a fost de 1,597 mg/kg. În cazul variantei fertilizate cu $N_{40}P_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai ridicată, cu 12,7%, (1,801 mg/kg), față de varianta martor fiind neseemnificativ statistic. Boabele de grâu recoltate din varianta $N_{80}P_{80}$ au avut o concentrație de cupru de 1,926 mg/kg, mai mare cu 20,6% față de martorul N_0P_0 , diferența nefiind asigurată statistic. Concentrația determinată în varianta fertilizată cu $N_{160}P_{160}$, 2,073 mg/kg, a fost cu 29,8% mai mare față de varianta martor, diferență asigurată statistic.

Boabele de grâu recoltate din experiența cu îngrășămintă chimice cu azot, fosfor și gunoi de grajd, au avut o concentrație medie de cupru de 1,640 mg/kg în varianta $N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd (martor), 1,920 mg/kg (mai mare cu 17,1% față de martor) în varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, 2,102 mg/kg (mai mare cu 28,2% față de varianta nefertilizată) în varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, respectiv 2,236 mg/kg (mai mare cu 36,4% față de varianta martor) în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd. În varianta fertilizată cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd diferența a fost neseemnificativă statistic, iar în variantele $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd și $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd diferențele au fost asigurate statistic ca fiind „semnificative”.

8.3. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cupru din boabele de porumb

Concentrația de cupru medie din boabele de porumb, pe cei trei ani luați în studiu (2010-2012), în varianta martor a fost de 2,840 mg/kg. În varianta $N_{80}P_{40}K_{40}$ s-a înregistrat o concentrație mai mare cu 7,5% față de varianta nefertilizată, de 3,052 mg/kg, fiind neseemnificativ statistic. Porumbul recoltat din cadrul variantei fertilizate cu $N_{80}P_{80}K_{80}$ a avut o concentrație de cupru mai mare cu 12,9% comparativ cu varianta martor. Fertilizarea cu $N_{160}P_{80}K_{120}$ a dus la creșterea concentrației de cupru la 3,336 mg/kg, cu 17,5% mai ridicată față de varianta $N_0P_0K_0$ (martor), fiind semnificativă statistic.

În martor, media concentrației de cupru, a fost de 2,853 mg/kg. În varianta fertilizată cu $N_{40}P_{40}$ s-a înregistrat o concentrație de 3,246 mg/kg, mai mare cu 13,8%, față de varianta martor fiind neseemnificativ statistic. În varianta $N_{80}P_{80}$ porumbul a avut o concentrație de cupru mai

mare cu 21,1% (semnificativ statistic) față de varianta N_0P_0 (3,455 mg/kg). Concentrația determinată în boabele de porumb recoltate din varianta $N_{160}P_{160}$ a fost cu 30,6% mai mare față de varianta martor, distinct semnificativ statistic.

În cei 3 ani luați în studiu, concentrația medie de cupru din boabele de porumb, în experiența cu îngrășăminte chimice cu azot, fosfor și gunoi de grajd a fost de 2,858 mg/kg în varianta nefertilizată, 3,322 mg/kg (mai mare cu 16,2% față de martor) în varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, 3,479 mg/kg (mai mare cu 21,7% față de varianta martor) în varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, respectiv 3,935 mg/kg (mai mare cu 37,7% față de varianta nefertilizată) în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd.

8.4. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cupru din pieptul de pui

În anii 2010-2012, concentrația medie de cupru din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu NPK, a fost în varianta martor de 0,1114 mg/kg, 0,1208 mg/kg în cazul variantei fertilizată cu $N_{80}P_{40}K_{40}$ (mai mare cu 8,5% decât martorul), 0,1253 mg/kg în varianta $N_{80}P_{80}K_{80}$ (mai mare cu 12,5%), respectiv 0,1310 mg/kg în cazul variantei fertilizată cu $N_{160}P_{80}K_{120}$, aceasta fiind cu 17,6% mai mare față de varianta $N_0P_0K_0$, fiind semnificativ statistic.

Media concentrației de cupru (2010-2012) din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu azot și fosfor, a fost în varianta N_0P_0 (martor) de 0,1115 mg/kg, în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{40}P_{40}$, 0,1224 mg/kg, mai mare cu 9,8%, decât martorul, 0,1269 mg/kg în cazul celor furajați cu porumb și grâu din varianta $N_{80}P_{80}$ (mai mare cu 13,7%), respectiv 0,1343 mg/kg în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta $N_{160}P_{160}$, aceasta fiind cu 20,4% mai mare față de pieptul provenit de la puii hrăniți cu porumb și grâu recoltat din varianta N_0P_0 . Diferențele din variantele $N_{40}P_{40}$ și $N_{80}P_{80}$ au fost ne semnificativ statistic, respectiv semnificativ statistic în varianta fertilizată cu $N_{160}P_{160}$.

Pe perioada studiată (2010-2012), concentrația medie de cupru din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NP și gunoi de grajd, a fost în varianta $N_0P_0 + 0$ t/ha (martor), 0,1115 mg/kg, în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, mai mare cu 10,6% (0,1234 mg/kg) decât variant martor, în cazul celor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd (mai mare cu 18%), respectiv 0,1316 mg/kg, diferențele fiind ne semnificative statistic. În cazul celor furajați cu porumbul și grâul recoltat din varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, aceasta a fost cu 28,6% mai mare față de pieptul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor (0,1434 mg/kg), diferența fiind semnificativ statistic.

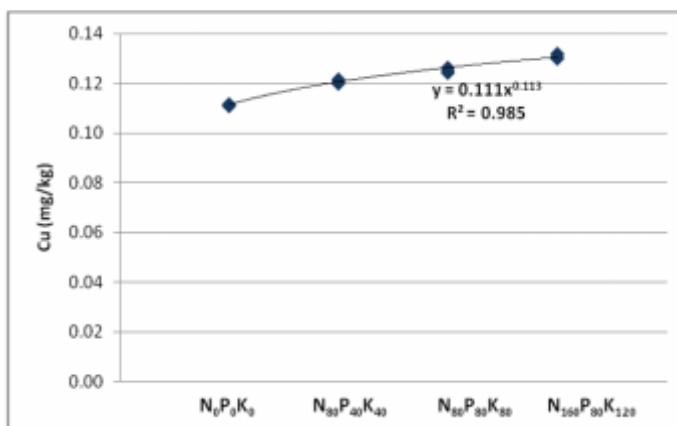


Fig. 8.1. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NPK și concentrația de cupru din pieptul de pui

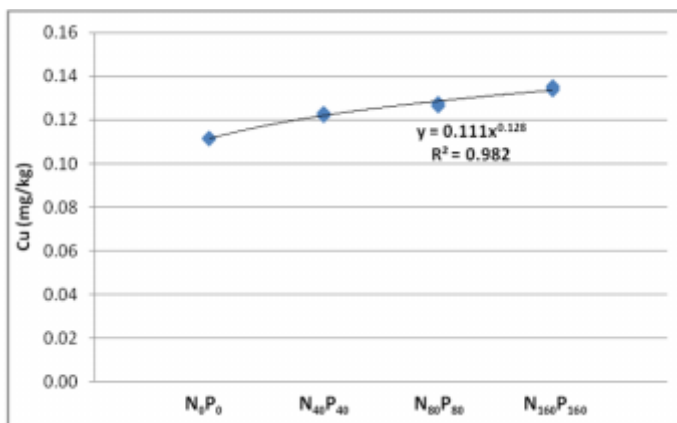


Fig. 8.2. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de cupru din pieptul de pui

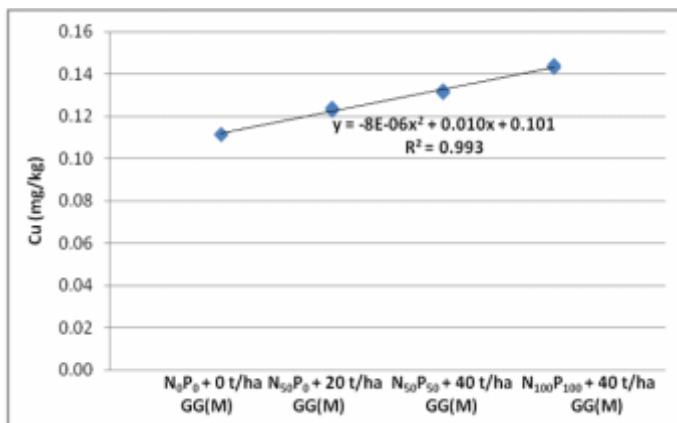


Fig. 8.3. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de cupru din pieptul de pui

8.5. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cupru din pulpa de pui

Concentrația medie de cupru, pe perioada luată în studiu (2010-2012), din pulpa puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu îngrășămintă chimice (NPK), a fost în cadrul variantei nefertilizate de 0,1077 mg/kg, mai mare cu 7,8% decât varianta $N_0P_0K_0$ (0,1160 mg/kg), în varianta fertilizată cu $N_{80}P_{40}K_{40}$, mai mare cu 4% în cazul variantei fertilizate cu $N_{80}P_{80}K_{80}$ (0,1204 mg/kg), respectiv mai mare cu 4,9% în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$ (0,1258 mg/kg), față de cea provenită de la puii furajați din varianta martor. Diferențele nu au fost asigurate statistic în variantele $N_{80}P_{40}K_{40}$ și $N_{80}P_{80}K_{80}$, respectiv semnificativ statistic în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$.

Concentrația medie de cupru din pulpa puilor furajați cu cereale recoltate din experiența cu NP, a fost în varianta martor (N_0P_0) de 0,1075 mg/kg, în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{40}P_{40}$, 0,1155 mg/kg, mai mare cu 7,4% decât în varianta martor, 0,1192 mg/kg în cazul celor furajați cu recolta din varianta $N_{80}P_{80}$ (mai mare cu 10,9%, ne semnificativă statistic), respectiv 0,1256 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul recoltat din varianta $N_{160}P_{160}$, aceasta fiind cu 16,9% mai mare față de pulpa provenită de la puii furajați cu cereale recoltate din varianta N_0P_0 , fiind semnificativ statistic.

Media concentrației de cupru, din pulpa puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NP și gunoi de grajd, a fost în varianta martor ($N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd) de 0,1077 mg/kg, în cazul celor furajați cu cereale recoltate din varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, mai mare cu 9% (0,1174 mg/kg), decât varianta martor, 0,1238 mg/kg în cazul celor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd (mai mare cu 15%), respectiv 0,1345 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul recoltat din varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, aceasta fiind cu 24,9% mai mare față de pulpa puilor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor. Diferențele înregistrate în variantele $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd și $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd au fost ne semnificative statistic, respectiv semnificativ statistic în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd.

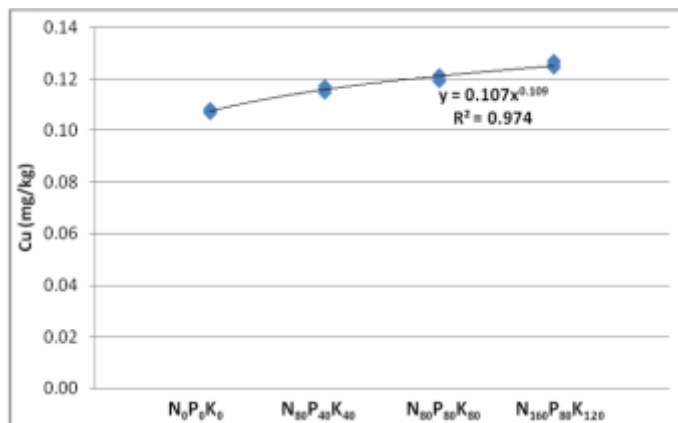


Fig. 8.4. Corelația dintre dozele de îngrășămintă chimice cu NPK și concentrația de cupru din pulpa de pui

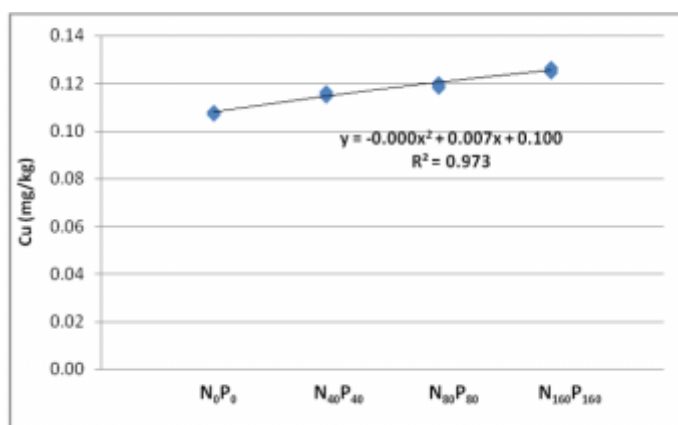


Fig. 8.5. Corelația dintre dozele de îngrășămintă chimice cu NP și concentrația de cupru din pulpa de pui

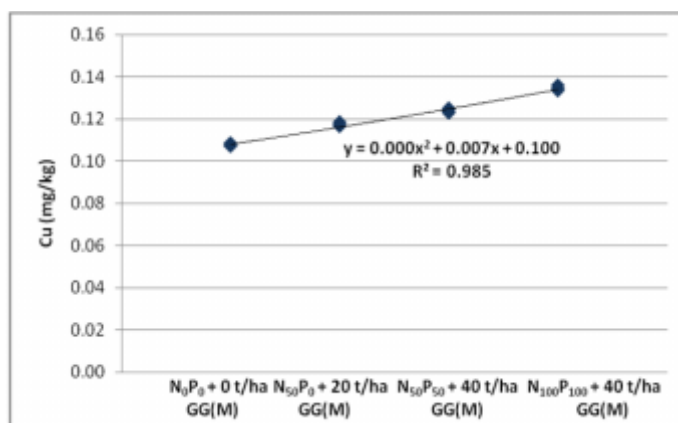


Fig. 8.6. Corelația dintre dozele de îngrășămintă chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de cupru din pulpa de pui

8.6. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de cupru din ficatul de pui

Ficatul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NPK, pe perioada luată în studiu, a avut o concentrație medie de cupru de 0,3816 mg/kg, în varianta $N_0P_0K_0$ (martor), în cazul celor furajați cu grâu și porumb din varianta fertilizată cu $N_{80}P_{40}K_{40}$, mai mare cu 9,6% (neasigurată statistic) decât în varianta martor, 0,4183 mg/kg, 0,4378 mg/kg în cazul celor furajați cu cereale recoltate din varianta $N_{80}P_{80}K_{80}$ (mai mare cu 14,7% - ne semnificativă statistic), respectiv 0,4578 mg/kg în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, aceasta fiind cu 20% mai mare față de ficatul provenit de la puii furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta martor, fiind semnificativ statistic.

Pe perioada luată în studiu (2010 - 2012), concentrația de cupru din ficatul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu azot și fosfor, a fost în varianta nefertilizată (martor) de 0,3818 mg/kg, în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{40}P_{40}$, mai mare cu 10,8% decât martorul (0,4229 mg/kg), mai mare cu 14,8% în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}$ (0,4384 mg/kg), respectiv mai mare cu 22% în cazul celor furajați cu cereale din varianta $N_{160}P_{160}$, față de ficatul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta N_0P_0 (0,4657 mg/kg), diferențele fiind ne semnificative statistic în variantele $N_{40}P_{40}$ și $N_{80}P_{80}$ și semnificativ statistic în varianta $N_{160}P_{160}$.

Concentrației medii de cupru pe perioada 2010-2012 din ficatul provenit de la puii furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NP + gunoi de grajd, a fost în varianta martor, de 0,3820 mg/kg, în cazul celor furajați cu cereale recoltate din varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, mai mare cu 11% decât varianta martor (diferență neasigurată statistic), 0,4239 mg/kg, 0,4583 mg/kg în cazul celor hrăniți cu recolta din varianta $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd (mai mare cu 20% - nesemnificativă statistic), respectiv 0,4965 mg/kg în cazul celor furajați cu porumbul și grâul recoltat din varianta fertilizată cu $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, aceasta fiind cu 30% mai mare (diferență asigurată statistic „semnificativ”) față de ficatul provenit de la puii furajați cu cereale recoltate din varianta martor, fiind semnificativ statistic.

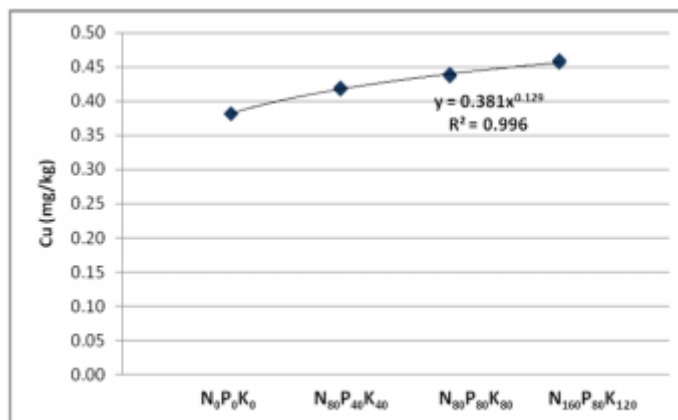


Fig. 8.7. Corelația dintre dozele de îngrășămintă chimice cu NPK și concentrația de cupru din ficatul de pui

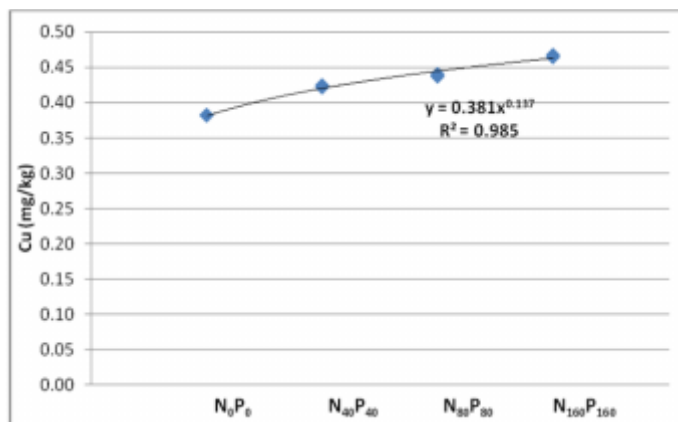


Fig. 8.8. Corelația dintre dozele de îngrășămintă chimice cu NP și concentrația de cupru din ficatul de pui

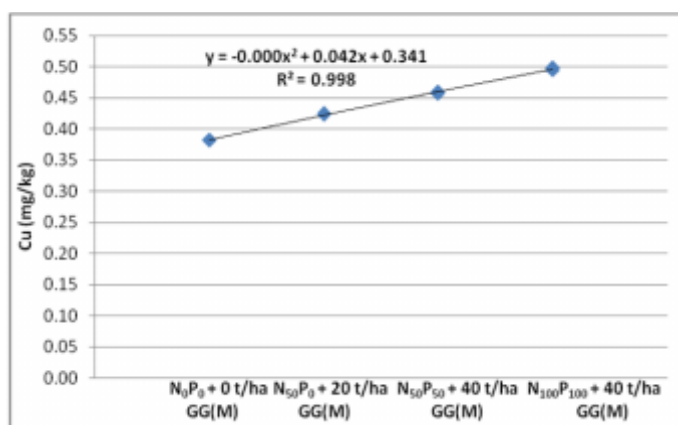


Fig. 8.9. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de cupru din ficatul de pui

Capitolul IX. Influența dozelor și combinațiilor de îngrășămintă chimice și organice asupra concentrației de zinc din sistemul sol-plantă-animal

9.1. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de zinc a preluvosolului

Concentrația medie de zinc în cei trei ani studiați (2010-2012), în varianta martor ($N_0P_0K_0$) din sol a fost de 50,797 mg/kg, în varianta $N_{80}P_{40}K_{40}$ 51,481 mg/kg (mai mare cu 1,3% decât variant martor), în varianta $N_{80}P_{80}K_{80}$ 51,322 mg/kg (mai mare cu 1% decât variant nefertilizată), respectiv 51,967 mg/kg în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$ (mai mare cu 2,3% decât varianta $N_0P_0K_0$), diferențele nefiind asigurate statistic.

În varianta martor, concentrația medie de zinc a fost de 50,685 mg/kg. În cazul variantei fertilizate cu $N_{40}P_{40}$ concentrația de zinc a crescut cu 0,9%, fiind de 51,158 mg/kg. În varianta $N_{80}P_{80}$ diferența a fost mai mare cu 0,7% (51,024 mg/kg), fiind nesemnificativ statistic, iar în varianta $N_{160}P_{160}$ cu 0,2% față de varianta martor (50,794 mg/kg), nefiind asigurată statistic.

În experiența cu îngrășămintă cu NP și gunoi de grajd, pe perioada studiată, concentrația medie de zinc din sol a fost de 50,697 mg/kg în varianta $N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd. În varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd concentrația de zinc a crescut cu 7,1%, având valoarea de 54,294 mg/kg. În cazul variantei fertilizate cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd zincul a avut o concentrație de 54,575 mg/kg, mai mare cu 7,6% față de martor, iar în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd concentrația a fost de 55,033 mg/kg, cu 8,6% mai mare față de varianta nefertilizată, diferențele nefiind asigurate statistic.

9.2. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de zinc din boabele de grâu

Concentrația medie de zinc din boabele de grâu, pe cei trei ani studiați, 2010-2012, în varianta martor ($N_0P_0K_0$) a fost de 11,843 mg/kg. În cazul variantei $N_{80}P_{40}K_{40}$ s-a înregistrat o concentrație de 12,866 mg/kg, mai mare cu 8,6% față de varianta $N_0P_0K_0$, diferențele fiind nesemnificativ statistic. În cadrul variantei $N_{80}P_{80}K_{80}$ boabele de grâu au avut o concentrație de zinc mai mare cu 14,4% (nesemnificativ statistic) față de varianta martor, de 13,553 mg/kg. În

variantea fertilizată cu $N_{160}P_{80}K_{120}$ creșterea concentrației de zinc a fost cu 19,6% (semnificativ statistic) față de varianta nefertilizată, 14,161 mg/kg.

Boabele de grâu recoltate din varianta N_0P_0 (martor), au avut concentrația medie de zinc de 11,826 mg/kg. În cazul variantei $N_{40}P_{40}$ s-a înregistrat o concentrație de zinc mai ridicată în grâu, cu 4,4%, 12,351 mg/kg, decât varianta N_0P_0 , fiind ne semnificativ statistic. Boabele de grâu recoltate din cadrul variantei fertilizate cu $N_{80}P_{80}$ au avut o concentrație de zinc de 12,686 mg/kg, mai mare cu 7,3% față de martor diferența fiind ne semnificativ statistic. Concentrația de zinc determinată în boabele de grâu recoltate din varianta $N_{160}P_{160}$, a fost mai mare cu 7,9% față de varianta nefertilizată, nefiind asigurată statistic, înregistrând valoarea de 12,757 mg/kg.

Concentrația medie de zinc a boabelor de grâu recoltate din varianta $N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd (martor), a fost de 11,825 mg/kg. În varianta $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd a fost mai mare cu 9,8%, (12,988 mg/kg), în varianta $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, 13,595 mg/kg (mai mare cu 15% față de varianta martor), iar în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd 14,163 mg/kg, mai mare cu 19,8% față de varianta nefertilizată. Diferențele înregistrate, față de martor, în variantele studiate ale experienței cu azot, fosfor și gunoi de grajd au fost ne semnificative statistic în cele fertilizate cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd și $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, respectiv semnificativ statistic în cea fertilizată cu $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd.

9.3. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de zinc în boabele de porumb

Boabele de porumb recoltate din experiența cu NPK au avut concentrația medie de zinc medie, pe cei trei ani studiați (2010-2012), în varianta martor de 5,353 mg/kg. În cazul variantei fertilizate cu $N_{80}P_{40}K_{40}$ s-a înregistrat o concentrație de 5,713 mg/kg, mai mare cu 6,7% față de varianta $N_0P_0K_0$ (martor), fiind ne semnificativ statistic. Porumbul recoltat din cadrul variantei $N_{80}P_{80}K_{80}$ a avut o concentrație de zinc mai mare cu 7,1% comparativ cu varianta martor. Fertilizarea cu $N_{160}P_{80}K_{120}$ a dus la creșterea concentrației de zinc din boabele de porumb la 5,908 mg/kg, cu 10,4% mai mare decât varianta martor, diferența nefiind asigurată statistic.

În varianta martor, concentrația medie de zinc, a fost de 5,348 mg/kg. În varianta $N_{40}P_{40}$ s-a înregistrat o concentrație egală cu cea din martor, de 5,348 mg/kg. În varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}$ boabele de porumb au avut o concentrație în zinc mai mică cu 2,4% față de varianta N_0P_0 , de 5,221 mg/kg. Concentrația determinată în boabele de porumb recoltate din varianta fertilizată cu $N_{160}P_{160}$ a fost de 5,093 mg/kg, cu 4,8% mai mică față de varianta nefertilizată. În variantele $N_{80}P_{80}$ și $N_{160}P_{160}$, diferențele negative față de martor se explică prin faptul că în perioada de vegetație a porumbului s-a manifestat o secetă mult mai pronunțată decât în perioada de vegetație a grâului, ca urmare dozele mari de fosfor au imobilizat zincul din sol, iar translocarea acestuia în boabe a fost foarte redusă.

Concentrația medie de zinc din boabele de porumb, în cei 3 ani studiați (2010-2012), în experiența cu îngrășămintă chimice și organice a fost de 5,353 mg/kg în varianta martor, 5,679 mg/kg (mai mare cu 6,1% față de varianta nefertilizată) în cazul variantei $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, 5,767 mg/kg (mai mare cu 7,7% față de varianta martor) în varianta fertilizată cu $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, respectiv 5,856 mg/kg (mai mare cu 9,4% față de varianta $N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd) în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, diferențele nefiind asigurate statistic.

9.4. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de zinc din pieptul de pui

Concentrația medie de zinc, în anii 2010-2012, din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu azot, fosfor și potasiu, a fost în varianta $N_0P_0K_0$ (martor) de 1,1210 mg/kg, 1,1723 mg/kg în cazul variantei $N_{80}P_{40}K_{40}$ (mai mare cu 4,6% decât varianta martor), 1,1871 mg/kg în varianta fertilizată cu $N_{80}P_{80}K_{80}$ (mai mare cu 5,9%), respectiv 1,2045 mg/kg în cazul variantei $N_{160}P_{80}K_{120}$, aceasta fiind cu 7,4% mai mare față de varianta $N_0P_0K_0$, diferențele fiind ne semnificative statistic.

În pieptul puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu NP, concentrația medie de zinc, a fost în varianta martor de 1,1214 mg/kg, în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta $N_{40}P_{40}$, 1,1342 mg/kg, mai mare cu 1,1%, decât martorul, 1,1408 mg/kg în cazul celor furajați cu porumb și grâu din varianta $N_{80}P_{80}$ (mai mare cu 1,7%), respectiv 1,1446 mg/kg în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta fertilizată cu $N_{160}P_{160}$, aceasta fiind cu 2,1% mai mare față de pieptul provenit de la puii hrăniți cu porumb și grâu recoltat din varianta N_0P_0 , diferențele fiind ne semnificative statistic.

Concentrația medie de zinc din pieptul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu îngrășămintă chimice și gunoi de grajd, a fost în varianta $N_0P_0 + 0$ t/ha (martor), 1,1218 mg/kg, în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta fertilizată cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, 1,1889 mg/kg, mai mare cu 6% (neasigurată statistic) decât variantă martor. În cazul celor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, concentrația de zinc din piept a fost mai mare cu 7,3%, fiind ne semnificativă statistic, înregistrând valoarea de 1,2040 mg/kg, iar în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, aceasta a fost cu 10,7% mai mare față de pieptul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor, 1,2420 mg/kg, diferența nefiind asigurată statistic.

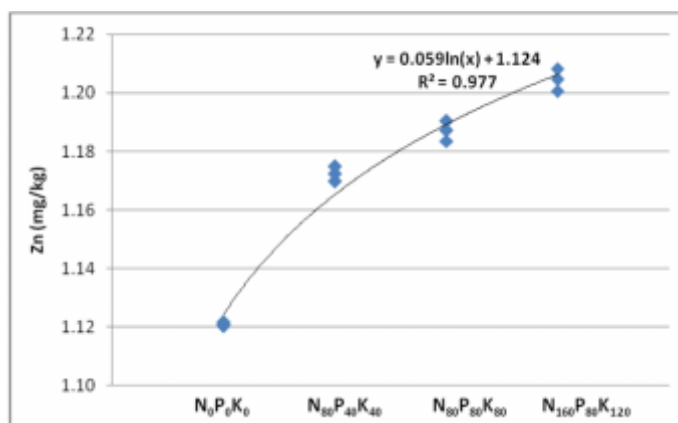


Fig. 9.1. Corelația dintre dozele de îngrășămintă chimice cu NPK și concentrația de zinc din pieptul de pui

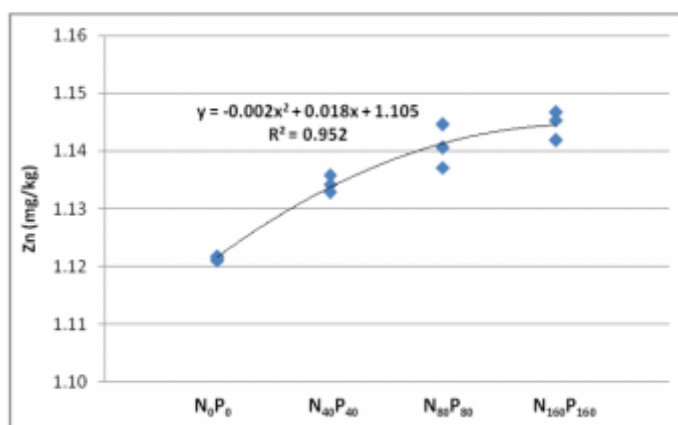


Fig. 9.2. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de zinc din pieptul de pui

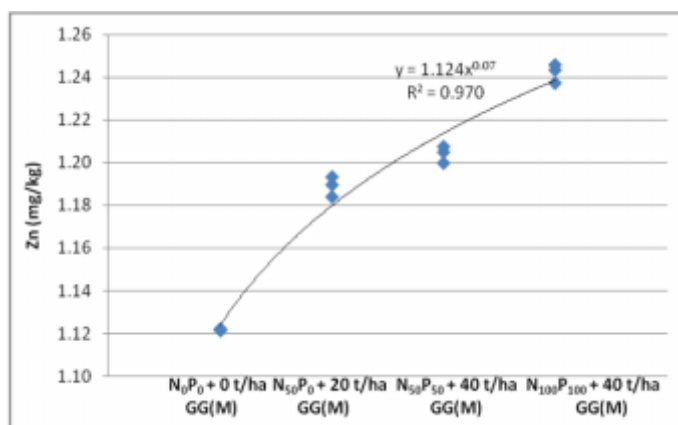


Fig. 9.3. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de zinc din pieptul de pui

9.5. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de zinc din pulpa de pui

Pulpa puilor furajați cu porumb și grâu din experiența cu NPK, au avut concentrația medie de zinc, în cadrul variantei martor de 1,1186 mg/kg. În varianta $N_{80}P_{40}K_{40}$, a fost mai mare cu 3,8% decât varianta martor (1,1616 mg/kg). În cazul variantei $N_{80}P_{80}K_{80}$, concentrația zinc a fost de 1,1756 mg/kg, mai mare cu 5,1% față de martor, iar în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, de 1,1959 mg/kg, mai mare cu 6,9% față de cea provenită de la puii furajați din varianta nefertilizată, diferențele nefiind asigurate statistic.

Concentrația medie de zinc din pulpa puilor furajați cu cereale recoltate din experiența cu azot și fosfor, a fost în varianta N_0P_0 de 1,1214 mg/kg, în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{40}P_{40}$, mai mare cu 1,1% decât în varianta martor, 1,1342 mg/kg, mai mare cu 1,7% în cazul celor furajați cu recolta din varianta $N_{80}P_{80}$, 1,1408 mg/kg, respectiv cu 2,1% în cazul celor furajați cu porumbul și grâul recoltat din varianta $N_{160}P_{160}$, aceasta înregistrând valoarea de 1,1446 mg/kg, diferențele fiind nesemnificative statistic.

Media concentrației de zinc, în anii 2010 – 2012, din pulpa puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu azot, fosfor și gunoi de grajd, a fost în varianta $N_0P_0 + 0$ t/ha gunoi de grajd de 1,1195 mg/kg, în cazul celor furajați cu cereale recoltate din varianta fertilizată cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, mai mare cu 5,4%, 1,1797 mg/kg, comparativ cu varianta

martor, diferența nefiind asigurată statistic. În cazul celor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd concentrația de zinc a fost mai mare cu 6,1%, iar în cazul celor furajați cu porumbul și grâul recoltat din varianta fertilizată cu $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, aceasta a fost cu 9,5% mai mare față de pulpa puilor hrăniți cu cerealele recoltate din varianta martor, înregistrând valoarea de 1,2260 mg/kg, diferențele fiind ne semnificative statistic.

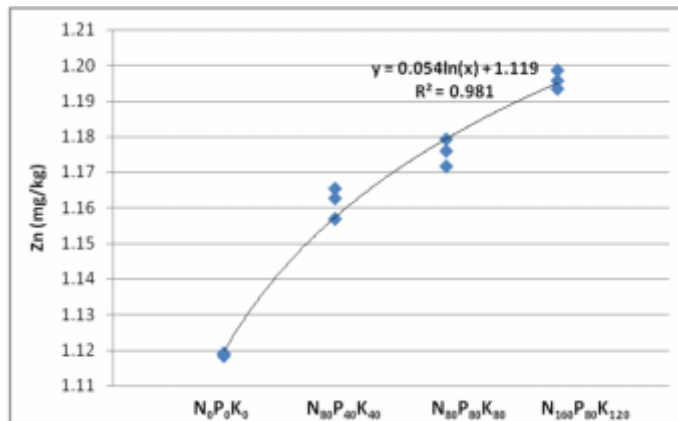


Fig. 9.4. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NPK și concentrația de zinc din pulpa de pui

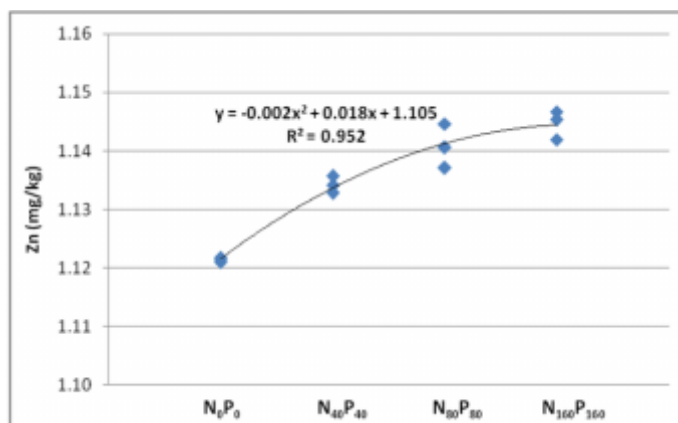


Fig. 9.5. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de zinc din pulpa de pui

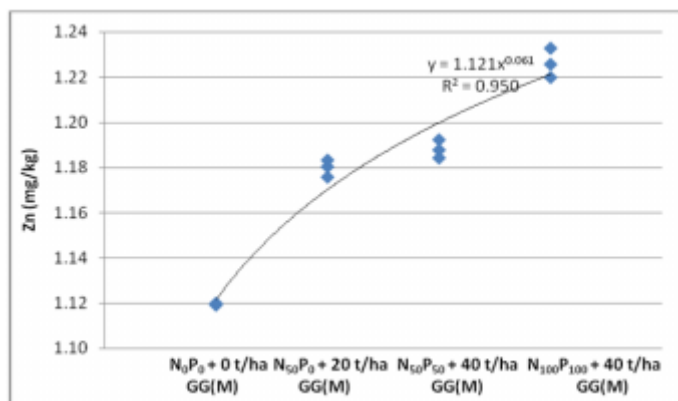


Fig. 9.6. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de zinc din pulpa de pui

9.6. Influența îngrășămintelor cu NPK, NP și NP + gunoi de grajd asupra concentrației de zinc din ficatul de pui

Concentrația medie de zinc din ficatul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NPK, a fost de 1,5482 mg/kg, în varianta $N_0P_0K_0$, în cazul celor furajați cu cereale provenite din varianta $N_{80}P_{40}K_{40}$, mai mare cu 6,2% (ne semnificativ statistic) decât în varianta martor, respectiv 1,6441 mg/kg. În cazul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{80}P_{80}K_{80}$, concentrația de zinc a fost mai mare cu 8% (ne semnificativ statistic), luând valoarea de 1,6728 mg/kg. Puii furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, au avut concentrația de zinc de 1,6963 mg/kg, mai mare cu 9,6% față de ficatul provenit de la puii furajați cu cereale recoltate din varianta nefertilizată, fiind ne semnificativ statistic.

Pe perioada studiată, 2010 - 2012, concentrația de zinc din ficatul puilor furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NP, a fost în varianta martor (N_0P_0) de 1,5482 mg/kg, în cazul celor furajați cu porumb și grâu recoltat din varianta $N_{40}P_{40}$, mai mare cu 1,8% decât martorul (1,5756 mg/kg), mai mare cu 2,5% în cazul celor furajați cu cerealele recoltate din varianta $N_{80}P_{80}$ (1,5870 mg/kg), respectiv mai mare cu 3% în cazul celor furajați cu cereale din varianta $N_{160}P_{160}$, față de ficatul provenit de la puii hrăniți cu cerealele recoltate din varianta nefertilizată (1,5951 mg/kg), diferențele nefiind asigurate statistic.

Ficatul provenit de la puii furajați cu porumb și grâu recoltat din experiența cu NP și gunoi de grajd, au avut o concentrație medie de zinc, pe perioada 2010-2012 din, 1,5485 mg/kg, în varianta martor. În cazul puilor furajați cu cereale recoltate din varianta fertilizată cu $N_{50}P_0 + 20$ t/ha gunoi de grajd, concentrația de zinc a fost mai mare cu 7,7% decât varianta martor. Cerealele recoltate din varianta $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd au dus la o concentrație de zinc în ficatul puilor de 1,6805 mg/kg, mai mare cu 8,5% față de martor. Concentrația de zinc în ficatul puilor furajați cu porumbul și grâul recoltat din varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, a fost cu 11,6% mai mare față de ficatul provenit de la puii furajați cu cereale recoltate din varianta nefertilizată, fiind semnificativ statistic.

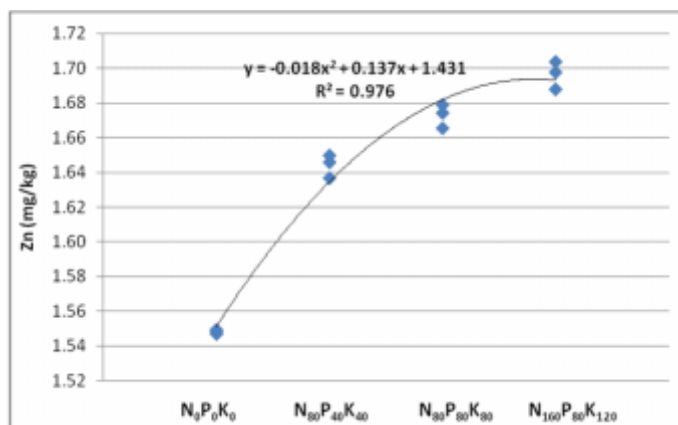


Fig. 9.7. Corelația dintre dozele de îngrășămintă chimice cu NPK și concentrația de zinc din ficatul de pui

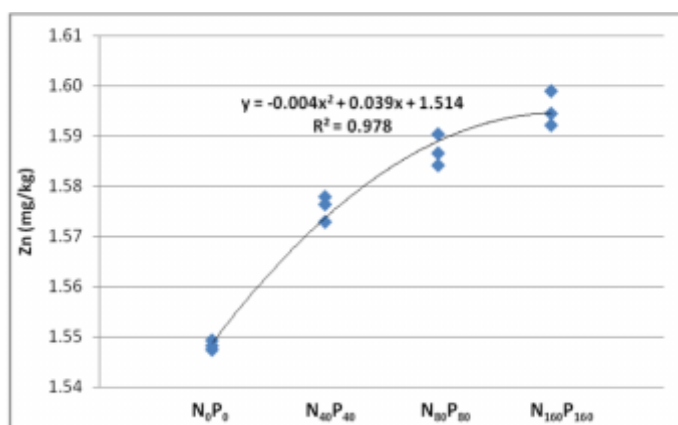


Fig. 9.8. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și concentrația de zinc din ficatul de pui

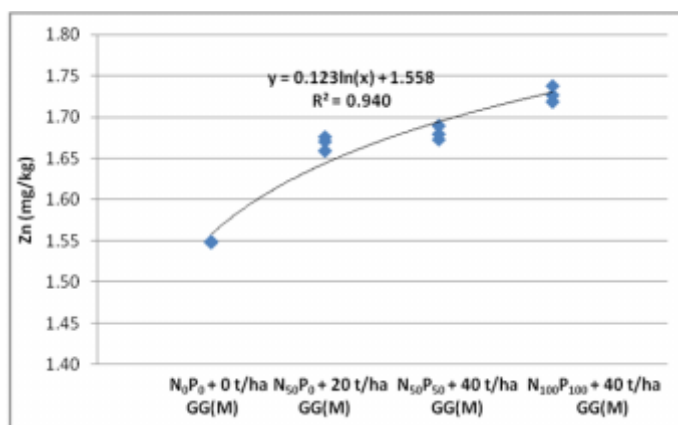


Fig. 9.9. Corelația dintre dozele de îngrășăminte chimice cu NP și gunoi de grajd și concentrația de zinc din ficatul de pui

Capitolul X. Concluzii și recomandări

Concluzii asupra concentrației de cadmiu din sistemul sol – plantă – animal

1. Concentrația de cadmiu din preluvosolul experiențelor de lungă durată cu NPK, NP, doze de gunoi de grajd – fertilizare minerală este influențată de doza de îngrășământ folosită. În medie pe perioada 2010 – 2012, în experiența cu NPK concentrația în cadmiu din sol, comparativ cu martorul nefertilizat (1,120 mg/kg) a crescut semnificativ (51,6%) în varianta $N_{80}P_{80}K_{80}$ atingând valoarea de 1,698 mg/kg și foarte semnificativ statistic (123,6%) în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$ (2,504 mg/kg); în varianta fertilizată cu $N_{80}P_{40}K_{40}$ diferența față de martor este nesemnificativă statistic, înregistrând o concentrație de 1,284 mg/kg. În experiența cu NP, în toate cele 3 variante studiate, diferențele față de martor (1,120 mg/kg) sunt asigurate statistic, cea mai mare diferență, 160,8%, foarte semnificativ statistic, obținându-se în varianta fertilizată cu $N_{160}P_{160}$, concentrația de cadmiu fiind de 2,921 mg/kg. Creșterea dozelor de gunoi de grajd a determinat creșterea concentrației de cadmiu, la 1,468 mg/kg în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, însă diferențele relative față de martor fiind mai mici comparativ cu diferențele obținute în variantele din experiențele cu NPK și NP.

2. Concentrația de cadmiu din boabele de grâu și porumb a crescut odată cu creșterea dozelor de îngrășăminte cu NPK luând valori de 0,068 mg/kg, 0,083 mg/kg, 0,102 mg/kg în cazul grâului, respectiv 0,050 mg/kg, 0,061 mg/kg, 0,075 mg/kg în cazul porumbului. În experiența cu NP concentrația cea mai ridicată s-a înregistrat în varianta $N_{160}P_{160}$ 0,112 mg/kg în boabele de grâu și 0,082 mg/kg în boabele de porumb. Dozele de gunoi de grajd aplicate au dus la creșteri în boabele de grâu, de la 0,056 mg/kg în varianta martor la 0,067 mg/kg în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, diferența fiind asigurată statistic, respectiv în boabele de porumb, diferența înregistrată a fost cu 23,3% mai mare (0,049 mg/kg).
3. Concentrația de cadmiu din zonele anatomice luate în studiu (piept și pulpă) și din ficatul de pui a crescut odată cu creșterea dozelor de îngrășăminte folosite. Diferențele cele mai mari față de martor, s-au înregistrat în experiența cu NP în varianta $N_{160}P_{160}$, 65,4% în cazul mușchilor pectorali (0,0164 mg/kg), 51,3% în cazul pulpei (0,0121 mg/kg), respectiv 66,5% în cazul ficatului (0,0943 mg/kg).
4. Între dozele de îngrășăminte luate în studiu la culturile de grâu și porumb și concentrația de cadmiu în pieptul, pulpa și ficatul de pui s-a cuantificat o corelație directă, dintre cele 5 tipuri de funcții de regresie testate (liniară, polinomială, logaritmică, exponențială și putere) funcția polinomială a avut cel mai mare coeficient de regresie.
5. Concentrația de cadmiu din sol, plantă (grâu, porumb) și animal (piept, pulpă, ficat) se situează sub limitele maxime admise de standardele actuale.

Concluzii asupra concentrației de plumb din sistemul sol – plantă – animal

1. Solul din cele 3 experiențe de lungă durată s-a modificat sub influența dozelor și combinațiilor de îngrășăminte cu NPK, NP, doze de gunoi de grajd + NP și în ce privește concentrația de plumb. În medie pe perioada studiată în experiența cu NPK doar în variantele $N_{80}P_{80}K_{80}$ (27,819 mg/kg), respectiv $N_{160}P_{80}K_{120}$ (32,900 mg/kg) s-au obținut diferențe asigurate statistic, semnificative și distinct semnificative statistic. Același sens al diferențelor s-a înregistrat și în experiența cu NP și în experiența cu doze de gunoi de grajd și doze de NP.
2. Concentrația de plumb din boabele de grâu și porumb din variantele fertilizate mineral sau organo-mineral a crescut față de martorul nefertilizat, însă diferențele sunt semnificative statistic doar în cazul variantelor cu cele mai mari doze de îngrășăminte minerale și organo-minerale, astfel că în cazul grâului în variantele $N_{160}P_{80}K_{120}$, $N_{160}P_{160}$, respectiv $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd concentrațiile înregistrate au fost de 0,046 mg/kg, 0,047 mg/kg, 0,045 mg/kg, iar în cazul porumbului concentrațiile au fost de 0,059 mg/kg, 0,058 mg/kg și 0,056 mg/kg.
3. Concentrația de plumb din pieptul de pui a crescut odată cu creșterea dozelor de îngrășăminte folosite pentru fertilizarea culturilor, însă doar diferența din varianta cu cea mai ridicată doză de îngrășământ mineral, dar și în varianta fertilizată organo-mineral, 6,8% în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, 6,9% în varianta $N_{160}P_{160}$, respectiv 5,9% în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd. Aceeași situație s-a înregistrat și în ce privește concentrația de plumb din pulpa de pui creșterile înregistrate fiind de 4,9%, 5,1%, respectiv 3,9%.
4. În ficatul de pui s-a determinat o concentrație mai mare de plumb comparativ cu concentrația de plumb determinată în pieptul, respectiv pulpele de pui în toate variantele studiate. Doar în variantele cu cele mai mari doze de îngrășăminte minerale și organo-minerale s-au înregistrat diferențe asigurate statistic cu gradul de semnificație „semnificativ”, 9,7% în cazul variantei $N_{160}P_{80}K_{120}$, 10,0% în varianta $N_{160}P_{160}$, respectiv 8,6% în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd

5. Și în cazul plumbului, legătura dintre dozele de îngrășăminte cu NPK, NP, gunoi de grajd + NP și concentrația acestuia în pieptul, pulpa, respectiv și ficatul de pui s-a cuantificat o legătură directă; în cele mai multe cazuri funcția polinomială a avut cel mai mare coeficient de regresie.
6. În toate componentele sistemului sol – plantă – animal concentrația în plumb s-a situat sub valoarea limitei maxime admise.

Concluzii asupra concentrației de cupru din sistemul sol – plantă – animal

1. În medie pe cei trei ani luați în studiu se constată creșterea concentrației de cupru a solului din variantele studiate în toate cele 3 experiențe cu fertilizare minerală sau organo-minerală. Diferențele față de martorul nefertilizat fiind semnificative statistic în varianta $N_{80}P_{80}K_{80}$ (24,664 mg/kg) și distinct semnificative statistic în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$ (28,087 mg/kg). În variantele fertilizate organo-mineral, doar în varianta cu cele mai mari doze ($N_{100}P_{100}+60$ t/ha gunoi de grajd) diferența față de martorul nefertilizat a fost asigurată statistic, diferența fiind ”semnificativă” 25,988 mg/kg, fiind cu 16% mai mare față de martor.
2. Modificările concentrației în cupru a solului determinate de folosirea diferitelor doze și combinații de îngrășăminte au dus la o translocare diferită a cuprului în boabele de grâu și porumb. Comparativ cu martorul nefertilizat în toate variantele studiate concentrația de cupru din boabele de grâu a crescut; în medie pe perioada studiată acestea au fost „semnificativ statistic”. doar în variantele cu cele mai mari doze de îngrășăminte minerale și organo-minerale, 32% în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, 29,8% în cazul variantei $N_{160}P_{160}$, respectiv 36,4% în varianta fertilizată cu $N_{100}P_{100}+60$ t/ha gunoi de grajd. La porumb s-au înregistrat diferențe asigurate statistic și în penultimele doze studiate $N_{80}P_{80}K_{80}$, $N_{80}P_{80}$ și $N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoi de grajd, fiind cu 23,8%, 20,6%, 28,2% mai mari față de martor, înregistrând concentrații de 2,048 mg/kg, 1,926 mg/kg, respectiv 2,102 mg/kg.
3. Concentrația de cupru din pieptul, pulpa și ficatul de pui a crescut față de martor, însă diferențele sunt asigurate statistic ca semnificative doar în variantele cu cele mai mari doze. În cazul pieptului, pulpei și ficatului de pui cea mai ridicată diferență față de martor s-a determinat în experiența cu îngrășăminte organo-minerale în varianta fertilizată cu $N_{100}P_{100}+60$ t/ha gunoi de grajd, 28,6%, 24,9%, respectiv 30%. Toate valorile determinate s-au situat sub valoarea maximă admisă de standardele în vigoare.
4. Corelația dintre dozele de îngrășăminte minerale, respectiv organo-minerale și concentrația de cupru determinată de pieptul, pulpa și ficatul puilor de carne studiați este una directă, funcția polinomială cuantificată cel mai bine și această legătură.

Concluzii asupra concentrației de zinc din sistemul sol – plantă – animal

1. Concentrația de zinc a preluvosolului din experiențele de lungă durată cu NPK, NP, doze de gunoi de grajd – fertilizare minerală a crescut odată cu doza de îngrășământ folosită. În medie pe perioada 2010 – 2012, în toate cele trei experiențe cu NPK, NP, NP + gunoi de grajd, concentrația de zinc din sol, comparativ cu martorul nefertilizat a crescut, însă diferențele nu sunt asigurate statistic.
2. Concentrația de zinc a boabelor de grâu și porumb a crescut odată cu creșterea dozelor de îngrășăminte cu NPK, NP, respectiv doze de gunoi de grajd+îngrășăminte chimice, diferențele fiind asigurate statistic în variantele cu cele mai mari doze, luând valori în cazul grâului de 14,161 mg/kg în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, 12,757 mg/kg în varianta fertilizată cu $N_{160}P_{160}$ și 14,163 mg/kg în cazul variantei $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd, respectiv în cazul porumbului 5,908 mg/kg în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$, 5,093 mg/kg în varianta fertilizată cu $N_{160}P_{160}$ și 5,856 mg/kg în cazul variantei $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha

- gunoi de grajd. Se observă faptul că în experiența cu NP s-a înregistrat cea mai mică concentrație de Zn comparativ cu celelalte experiențe, acest fapt explicându-se prin faptul că în urma lipsei precipitațiilor, cantitatea de fosfor rămasă în sol a fost mai mare ducând la imobilizarea zincului către plante.
3. Concentrația de zinc din diferite zone anatomice (piept și pulpă) și din ficatul de pui a crescut odată cu creșterea dozelor de îngrășăminte folosite. Astfel că în varianta $N_{160}P_{80}K_{120}$ zincul a înregistrat o concentrație în piept de 1,2045 mg/kg (mai mare cu 7,4% față de martor), în varianta $N_{160}P_{160}$ 1,1446 mg/kg (mai mare cu 2,1%), respectiv 1,2420 mg/kg (mai mare cu 10,7%) în varianta $N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd. În cazul ficatului de pui, concentrațiile au fost mai mari față de martor cu 9,6% ($N_{160}P_{80}K_{120}$), 3% ($N_{160}P_{160}$), respectiv 11,6% ($N_{100}P_{100} + 60$ t/ha gunoi de grajd).
 4. Între dozele de îngrășăminte luate în studiu la culturile de grâu și porumb și concentrația de zinc în pieptul, pulpa și ficatul de pui s-a cuantificat o corelație directă, dintre cele 5 tipuri de funcții de regresie testate (liniară, polinomială, logaritmică, exponențială și putere) funcția polinomială a avut cel mai mare coeficient de regresie.
 5. Concentrația de zinc din sol, plantă (grâu, porumb) și animal (piept, pulpă, ficat) se situează sub limitele maxime admise de standardele actuale.
- ✓ Față de cele de mai sus se poate afirma că fertilizarea minerală cu diferite doze și combinații de NP și NPK, precum și fertilizarea organo-minerală cu diferite doze de gunoi de grajd și NP, nu a determinat o creștere a concentrației în metale grele (Cd, Pb, Cu, Zn) care depășește limita maximă admisă pentru componentele sistemului sol – plantă – animal. Aceasta demonstrează importanța și necesitatea folosirii fertilizării minerale și mai ales a celei organo-minerale pentru a asigura producții durabile performante fără impact negativ asupra solului, plantelor și produselor animale.
 - ✓ Este evident faptul că creșterea dozelor de îngrășăminte, în special a celor cu fosfor, duce și la creșterea concentrațiilor de cadmiu din sol, plante și animal.
 - ✓ Aplicarea gunoiului de grajd duce la inhibarea cadmiului și la creșterea concentrației de metale esențiale (Cu, Zn) în sistemul sol-plantă-animal.

Recomandări

- Acumularea de metale grele în sistemul sol – plantă – animal, poate fi redusă prin aplicarea de îngrășăminte chimice în doze moderate și cu concentrații scăzute de metale grele, în special de cadmiu
- Aplicarea gunoiului de grajd, cel puțin o dată la 4 ani, ar reduce semnificativ concentrația de cadmiu din sol
- Controlul periodic al concentrației de metale grele din îngrășămintele chimice