



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI  
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



Fondul Social European  
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale  
2007-2013



MINISTERUL  
EDUCAȚIEI,  
CERCETĂRII  
ȘI SPORTULUI  
OPOSDRU



USAMV  
IAȘI

## REZUMAT

Cuvinte cheie: grâu, îngrășăminte, biostimulatori, biofaze, proteine

Grâul este una dintre cele mai importante plante cultivate datorită multiplelor sale utilizări: în alimentația omului, în alimentația animalelor cât și în prelucrările industriale. Importanța sa în alimentația omului se datorează faptului că pâinea produsă din făină de grâu reprezintă hrana de bază pentru aproape jumătate din populația lumii.

Teza de doctorat intitulată „*Efectul unor fertilizanți și biostimulatori la realizarea cantitativă și calitativă a producției grâului de toamnă în condițiile ecologice din Câmpia Moldovei*” cuprinde nouă capitole, cu 225 pagini, 137 tabele și 23 figuri. Teza are două părți distincte: prima parte, care este o sinteză a datelor bibliografice cu privire la tema tezei de doctorat. Această parte cuprinde 73 pagini și 12 tabele.

În partea a doua a tezei sunt prezentate: cadrul natural, condițiile climatice din anii de experimentare, materialul și metoda de cercetare și rezultatele cercetărilor proprii cu privire la subiectul tezei de doctorat. Această parte cuprinde 152 pagini, 125 tabele și 23 figuri.

Experiența a fost amplasată în cadrul Fermei Didactice Ezăreni situată în județul Iași, pe durata a doi ani agricoli (2008-2009 și 2009-2010).

În cei doi ani de experimentare, valorile temperaturilor și precipitațiilor au fost foarte diferite.

În toamna anului 2008-2009 condițiile climatice au fost favorabile procesului de germinație când s-au înregistrat 12,2<sup>0</sup>C în luna octombrie și 5,7<sup>0</sup>C în noiembrie.

Umiditatea a fost suficientă ceea ce a determinat condiții favorabile procesului de răsărire și înfrățire.

În timpul perioadei de vegetație precipitațiile nu au depășit media multianuală, coroborat cu temperaturile ridicate, s-au creat condiții nefavorabile de vegetație pentru grâu.

În anul 2010, în timpul perioadei de vegetație valoarea temperaturilor medii lunare a depășit media multianuală, iar valoarea precipitațiilor și a umidității au fost mai ridicate ceea ce a dus la îngreunarea recoltării și a apărut fenomenul de încolțire în spic, rezultând pierderi de producție.

Tipul de sol pe care s-a experimentat a fost un cernoziom cambic cu textură mijlocie sau



mijlociu fină, structură glomerulară bine dezvoltată, având o permeabilitate bună pentru apă și aer și totodată valori medii ale indicilor hidrofizici.

Scopul cercetărilor a fost de a stabili modalitățile de utilizare a biostimulatorilor și a dozelor optime de îngrășăminte, pentru a obține cantități cât mai mari de biomasă totală și principală, cu însușiri biochimice superioare care să contribuie la asigurarea populației cu hrană suficientă și de calitate superioară. Obiectivele cercetărilor au fost: stabilirea efectului fertilizării cu diferite doze de azot, fosfor și potasiu asupra producției și calității cariopselor de grâu; cuantificarea efectului biostimulatorilor asupra producției de biomasă și a conținutului cariopselor în proteine, gluten umed și a altor indicatori de calitate; influența factorilor ecologici din anii de experimentare asupra producției de grâu și determinarea eficienței economice a rezultatelor obținute.

Pentru realizarea acestor obiective s-a amplasat o experiență trifactorială de tipul 5 x 3 x 3 în patru repetiții. Factorii cercetați au fost: Factorul A- fertilizarea, cu 5 graduări: nefertilizat ( $N_0P_0K_0$ ),  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ,  $N_{120}P_{90}K_{90}$  și  $N_{160}P_{90}K_{90}$ ; Factorul B- Biostimulatori, cu 3 graduări: BCO 4DMA, BCO 4K și BCO 2K; Factorul C- Biofaza de aplicare a biostimulatorilor, cu 3 graduări: înfrățire, burduf și înflorire deplină.

Biostimulatorii folosiți sunt din clasa acizilor fenoxialchil carboxilici sulfonamidați, sub formă de săruri originale, conținând gruparea sulfonamidică cu alchilamine. Aceștia au un spectru larg de acțiune incluzând efecte biostimulatoare, reglatoare de creștere și auxinice, lipsite de toxicitate pentru om, albine, pești, necumulative și biodegradabile.

Biostimulatorii au fost aplicați conform protocolului experimental în cantitate de 625 l/ha, în concentrație de 25 ppm.

În timpul perioadei de vegetație s-au făcut observații privind data răsăritului, a înfrățirii a înfloritului și perioada de formare a cariopsei.

La recoltare s-a determinat numărul de spice la  $m^2$ , înălțimea plantelor, numărul de cariopse și greutatea acestora în spic iar interpretarea rezultatelor s-a făcut prin analiza varianței.

În laborator s-a determinat masa a o mie de boabe, masa hectolitrică precum și indicatorii de calitate (conținutul în proteină, gluten umed, indicele de cădere și de deformare).

În anul agricol 2008-2009 cea mai mare desime a spicelor pe  $m^2$  s-a realizat în varianta fertilizată cu  $N_{90}P_{90}K_{90}$  unde s-a aplicat biostimulatorul BCO 2K în biofazele de înfrățire (502 sp./ $m^2$ ) și înflorire deplină (500 sp./ $m^2$ ).

O valoare scăzută a numărului de spice recoltabile, de 434 sp./ $m^2$ , s-a înregistrat în varianta nefertilizată atunci când s-a aplicat biostimulatorul BCO 4 DMA în biofaza de înfrățire, aceasta fiind și varianta martor.



În anul agricol 2009-2010 la aplicarea biostimulatorului BCO-4K în biofaza de înflorire deplină pe agrofondul  $N_{120}P_{90}K_{90}$  s-a obținut cel mai mare număr de spice pe  $m^2$  de 582, diferența față de martor fiind de 124 sp/  $m^2$ , foarte semnificativă.

Interacțiunea dintre cei trei factori a avut o influență pozitivă asupra înălțimii plantelor de grâu. Astfel la trei interacțiuni, în anul agricol 2008-2009, s-au obținut diferențe semnificative ( $N_{160}P_{90}K_{90}$  x BCO 4K x înflorire;  $N_{160}P_{90}K_{90}$  x BCO 2K x înfrățire;  $N_{90}P_{90}K_{90}$  x BCO 4 DMA x înflorire deplină), cuprinse între 6,5 și 6,1 cm. Cele mai mici valori ale înălțimii s-au înregistrat în variantele  $N_{160}P_{90}K_{90}$  x BCO 4 DMA x burduf, 61,5 cm și  $N_{60}P_{60}K_{60}$  x BCO 4K x înflorire deplină cu 60,9 cm.

Cu toate că în descrierea soiului Boema se precizează că plantele au o înălțime de circa 82 cm, în anul agricol 2009-2010 am obținut o înălțime maximă de 72,5 cm. O înălțime mai scăzută determină o rezistență bună la cădere și deci posibilitatea de a aplica cantități mai ridicate de îngrășăminte care să influențeze pozitiv valoarea producției de cariopse.

Cel mai mare număr de cariopse, s-a obținut în anul agricol 2008-2009, la varianta  $N_{160}P_{90}K_{90}$ , de 29,9 cariopse/spic. Valori egale, de 29,5 cariopse/spic, s-au obținut în variantele de fertilizare  $N_{120}P_{90}K_{90}$  și  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Analizând influența interacțiunii celor trei factori asupra numărului de cariopse în spic, observăm că acesta a scăzut cu 0,2 până la 7,5 la majoritatea variantelor față de varianta luată ca martor ( $N_0P_0K_0$  x BCO 4 DMA x înfrățire) la care s-a obținut 33,1 cariopse/spic.

Valori mai ridicate s-au realizat atunci când s-a aplicat biostimulatorul BCO 2K în biofaza de burduf în variantele fertilizate cu  $N_{90}P_{90}K_{90}$  și  $N_{120}P_{90}K_{90}$  la care s-au obținut 33,4 respectiv 33,3 cariopse/spic.

Fertilizarea a influențat greutatea cariopselor pe spic. La variantele la care s-au aplicat dozele  $N_{160}P_{90}K_{90}$ ,  $N_{120}P_{90}K_{90}$  și  $N_{60}P_{60}K_{60}$  s-a obținut 1,37 g, cu o diferență de 0,21 g, distinct semnificativă, față de varianta martor nefertilizată, în anul agricol 2008-2009.

Aplicarea extraradiculară a biostimulatorului BCO 2K a determinat creșterea greutății cariopselor din spic cu 0,10 g față de varianta martor, diferența fiind distinct semnificativă. În variantele tratate cu biostimulatorii BCO 4K și BCO 4DMA s-au obținut valori apropiate ale greutății cariopselor din spic, de 1,34 respectiv 1,28 g.

În anul agricol 2009-2010 cel mai mare număr de cariopse pe spic, de 29,6 s-a obținut în varianta fertilizată cu  $N_{90}P_{90}K_{90}$  iar greutatea cea mai mare s-a obținut atunci când s-a aplicat doza maximă de îngrășăminte. Cel mai mic număr și cea mai mică greutate a cariopselor pe spic s-a înregistrat la varianta nefertilizată.

În condițiile de experimentare ale anului agricol 2009-2010 cel mai mare număr de



cariopse s-a obținut la interacțiunea dintre  $N_{60}P_{60}K_{60} \times BCO \ 2K \times$  înflorire deplină, diferența de 7,5 cariopse/spic față de martor fiind semnificativă. La aceeași interacțiune s-a obținut cea mai mică greutate a cariopselor pe spic de numai 1,035 g.

Fertilizarea radiculară și aplicarea extraradiculară a biostimulatorilor la grâul de toamnă a adus sporuri foarte semnificative de producție în fiecare din cei doi ani de experimentări în câmp, dar și în medie pe întreaga perioadă. Producția de cariopse a fost influențată de condițiile climatice ale fiecărui an, dar și de factorii tehnologici.

Cea mai mare producție în anul agricol 2008-2009 s-a obținut la doza  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , de 6428 kg/ha, iar cea mai mică producție s-a realizat în varianta nefertilizată (5220 kg/ha), urmată de dozele de  $N_{60}P_{60}K_{60}$  cu 6246 kg/ha,  $N_{160}P_{90}K_{90}$  cu 6016 kg/ha și  $N_{120}P_{90}K_{90}$  cu 5790 kg/ha.

Aplicarea biostimulatorilor din clasa acizilor sulfamoil-fenoxialchil carboxilici a determinat creșterea producției de cariopse.

Aplicarea extraradiculară a biostimulatorului BCO 2K a avut ca efect creșterea producției cu 431,7 kg/ha față de varianta martor, diferența fiind foarte semnificativă.

Biostimulatorul BCO 4K a realizat o producție de 5927,9 kg/ha, iar martorul (BCO 4DMA) a obținut 5730,7 kg/ha.

La interacțiunea dintre agrofond și epoca de aplicare a biostimulatorilor, asupra producției de cariopse, în anul agricol 2008-2009, constatăm producții mai mari pe agrofondurile  $N_{90}P_{90}K_{90}$  când s-au aplicat biostimulatorii în biofazele de burduf și înfrățire și în varianta nefertilizată atunci când s-au aplicat biostimulatorii în faza de înflorire deplină și burduf (6489,4 kg/ha și 6391,6 kg/ha).

În anul 2010 în perioada de formare și umplere a boabelor temperatura aerului a fost de 16,1°C în luna mai și de 19,4°C în luna iunie iar nivelul precipitațiilor a fost mai ridicat decât media multianuală, asigurându-se astfel condiții favorabile pentru obținerea unor producții ridicate.

Deoarece o parte din îngrășămintele cu azot au fost aplicate în primăvară, acest lucru a dus la creșterea producției de cariopse.

La variantele la care o fracțiune din doza de azot a fost aplicată în primăvara ( $N_{120}P_{90}K_{90}$  și  $N_{160}P_{90}K_{90}$ ) s-au obținut diferențe față de martor cuprinse între 889,0 și 1064 kg/ha iar sporul obținut pe 1 kg s.a. îngrășământ a fost de 2,96 kg cariopse.

La variantele în care îngrășămintele s-au aplicat la pregătirea patului germinativ, cantitatea de apă a fost suficientă, plantele de grâu au valorificat îngrășămintele obținând producții de 6803 kg/ha ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) respectiv 6748 kg/ha ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ).

La interacțiunea dintre fertilizare și biostimulatori se observă că în variantele în care nu



s-au aplicat îngrășăminte, cu toate că s-au aplicat biostimulatori, sporurile de producție sunt ne semnificative. Aceasta dovedește încă odată importanța aplicării fertilizanților pentru creșterea producției la cultura grâului, biostimulatorii având efect numai atunci când sunt suficiente substanțe nutritive în sol.

La aplicarea biostimulatorului BCO 2K, în varianta fertilizată cu  $N_{60}P_{60}K_{60}$  s-a obținut cea mai mare producție de cariopse de 7799,7 kg/ha, diferența față de martor fiind foarte semnificativă.

În medie pe cei doi ani studiați pe primul loc s-a situat varianta fertilizată cu  $N_{90}P_{90}K_{90}$  la care s-au obținut 6588 kg/ha, urmată de doza de  $N_{60}P_{60}K_{60}$  cu 6524 kg/ha, diferențele față de martorul nefertilizat fiind foarte semnificative.

Biostimulatorii aplicați au influențat producția grâului de toamnă în fiecare din cei doi ani și în medie. La aplicarea biostimulatorului BCO 4DMA sporul de producție a fost de 1073 kg/ha, iar la aplicarea BCO 4K de 1097 kg/ha, diferențele față de martorul tratat cu apă fiind foarte semnificative. Diferențele de peste 1000 de kg la hectar obținute în urma aplicării biostimulatorilor, evidențiază rolul acestor substanțe pentru obținerea unor producții ridicate de cariopse.

Analiza rezultatelor medii pe doi ani privind interacțiunea dintre cei trei factori: fertilizare, biostimulatori și biofaza de aplicare a acestora, ne dă posibilitatea să recomandăm interacțiunile la care valoarea producției a fost cea mai ridicată. Pe primele trei locuri se situează:  $N_{60}P_{60}K_{60}$  x BCO 2K x burduf,  $N_{120}P_{90}K_{90}$  x BCO 4K x înflorire deplină,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  x BCO 2K x înflorire deplină cu 2554, 2515 și 2395 kg/ha cariopse.

Dintre indicatorii de calitate prevăzuți de actualele standarde, în cadrul cercetărilor noastre am abordat: MMB, MH, conținutul în proteine al cariopselor, conținutul în gluten umed, indicele de cădere, indicele de deformare și indicele glutenic.

În anul agricol 2008-2009 cea mai mare valoare a MMB s-a obținut în varianta fertilizată cu  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , de 44,3 g. Aplicarea extraradiculară a substanțelor biostimulatoare a determinat creșterea MMB cu 1,1 g la varianta tratată cu BCO 2K față de varianta martor (BCO 4DMA), diferența fiind distinct semnificativă.

În anul agricol 2009-2010 cea mai mare valoare a MMB s-a obținut în varianta fertilizată cu  $N_{160}P_{90}K_{90}$ , de 43,4 g cu o diferență față de martor de 1,2 g. Valori egale de 42,2 g s-au obținut în varianta fertilizată cu  $N_{60}P_{60}K_{60}$  și la cea la care nu s-au aplicat îngrășăminte.

Masa hectolitrică se utilizează ca indicator de calitate la cereale, în multe țări determinând prețul de valorificare. Fertilizarea cu diferite doze de azot, în anul agricol 2008-2009, a influențat valoarea masei hectolitrică. Astfel MH a crescut de la 76,2 kg/hl în varianta martor ( $N_0P_0K_0$ ) la

78,2 kg/hl la varianta fertilizată cu  $N_{160}P_{90}K_{90}$ , diferența de 2 kg/hl fiind foarte semnificativă.

Influența fertilizării în anul agricol 2009-2010, asupra masei hectolitrică evidențiază doza de  $N_{160}P_{90}K_{90}$  cu valoarea de 78,7 kg/hl, iar cea mai mică masă hectolitrică s-a obținut la doza de  $N_{60}P_{60}K_{60}$  și în varianta nefertilizată, de 77,0 kg/hl.

Aplicarea îngrășămintelor a determinat creșterea procentului de proteină din cariopse de la 12,3% la varianta fertilizată cu  $N_{60}P_{60}K_{60}$  până la 14,9% la cea la care s-a aplicat cea mai mare doză ( $N_{160}P_{90}K_{90}$ ), diferența față de martor de 2,6% fiind foarte semnificativă, în anul agricol 2008-2009.

Valorile egale obținute la varianta fertilizată cu doza mai scăzută și la cea nefertilizată, arată că pentru obținerea unor grâne de calitate, cu peste 13% proteină, dozele de îngrășămintă trebuie să fie mai ridicate.

În anul agricol 2009-2010 conținutul în proteină la varianta fertilizată cu doza de  $N_{160}P_{90}K_{90}$  a fost de 14,3%, calitatea cariopselor, sub acest aspect, fiind considerată ca fiind foarte bună. La varianta nefertilizată, martor, procentul de proteină a fost de 11,1 satisfăcător.

Influența fertilizării asupra conținutului de proteină brută în medie pe cei doi ani evidențiază doza de  $N_{160}P_{90}K_{90}$  la care conținutul în proteină al cariopselor de grâu a fost de 14,5%. Se observă că odată cu creșterea dozelor de îngrășămintă aplicate conținutul în proteină al cariopselor crește.

În anul agricol 2008-2009 procentul de proteină din cariopse în urma aplicării biostimulatorilor a fost mai ridicat decât în anul agricol 2009-2010, iar în medie pe cei doi ani s-au obținut valori egale la aplicarea BCO 2K și BCO 4K, de 13,3%

Îngrășămintele aplicate în doze de  $N_{120}P_{90}K_{90}$  și  $N_{160}P_{90}K_{90}$  au avut un efect favorabil asupra conținutului în gluten, acesta având valori de 29,9% respectiv 30,8%, grâul fiind de calitate foarte bună. La aceleași variante de fertilizare valorile indicelui de deformare și a celui de cădere s-au încadrat în clasa de calitate foarte bună (3-13 mm, 220-260 sec.). În urma calculului indicelui glutenic s-a constatat că făina poate fi utilizată pentru produse de panificație curentă deoarece s-a încadrat în intervalul 40-59%. La varianta nefertilizată procentul de gluten umed a fost mai scăzut. 24,8%, grâul fiind de calitate bună, putând fi utilizat în panificație cu adaus de amelioratori.

Interacțiunea dintre cei trei factori, în anul agricol 2009-2010, arată că din punct de vedere al conținutului în gluten umed, cariopsele au o calitate panificabilă foarte bună. La 18 interacțiuni valoarea glutenului umed a depășit pragul de 26%. Dacă luăm limita inferioară a conținutului în gluten acceptat pentru panificație (22%), se constată că la nici o interacțiune nu s-au obținut valori mai mici. Indicele de deformare a avut valori cuprinse între 6,9 mm și 8,8 mm,



foarte bun. Sub aspectul valorilor indicelui de cădere, la 24 de interacțiuni din 45 s-a obținut un indice de cădere cuprins între 220-260 sec., foarte bun.

La fertilizarea cu  $N_{160}P_{90}K_{90}$ , la interacțiunea BCO 2K x biofaza burduf, s-a înregistrat cea mai mare valoare a producției, de 5158,3 lei/ha, cu 3590,3 lei/ha cheltuieli, 0,487 lei/kg, un profit de 1568 lei/ha și o rată a profitului de 43,67%.

Cunoscând valorile optime rezultate din cercetări se pot alege cele mai potrivite interacțiuni în funcție de posibilități pentru a obține valori ridicate ale producției, cost scăzut pe kilogramul de produs, un profit ridicat și o rată a profitului convenabilă.

În laborator, la soiul de grâu Boema, s-a urmărit efectul diferiților biostimulatori asupra energiei germinative, capacității germinative, lungimii rădăcinilor embrionare și coleoptilului, folosind concentrații diferite de biostimulatori, tratamentele efectuându-se în patru repetiții.

Biostimulatorii folosiți au fost: BCO 2DMA, BCO 4DMA, BCO 2K, BCO 4K, BCO 2DMA + acetat de zinc, BCO 4DMA + acetat de zinc, BCO 2K + acetat de zinc, BCO 4K + acetat de zinc.

Biostimulatorii au fost utilizați în următoarele concentrații: 5 ppm; 10 ppm; 12,5 ppm; 16,66 ppm; 20 ppm; 25 ppm; 33,33 ppm; 50 ppm.

S-au făcut determinări ale însușirilor fiziologice ale cariopselor de grâu și măsurători biometrice asupra rădăcinilor și coleoptilului.

În urma tratamentelor efectuate cu biostimulatori asupra cariopselor de grâu s-au obținut valori egale în ceea ce privește energia germinativă și capacitatea germinativă. Cea mai mare valoare a energiei germinative s-a obținut la varianta tratată cu biostimulatorul BCO 4K de 96,12 %. Varianta martor, tratată cu apă a înregistrat cea mai mică valoare a energiei germinative de 88,00%.

La aplicarea biostimulatorilor în concentrație de 12,50 ppm s-a obținut cea mai mică lungime a rădăcinilor embrionare, cu 11,55 mm mai puțin decât la varianta martor. Lungimea cea mai mare a fost de 139,80 mm la concentrația de 16,66 ppm.

Lungimea rădăcinilor embrionare a fost aproximativ egală atunci când cariopsele au fost tratate cu biostimulatori și acetat de zinc în concentrație de 25,00 și 20,00 ppm. Odată cu scăderea concentrației, lungimea rădăcinilor embrionare a scăzut, cea mai mare lungime s-a obținut la varianta tratată cu biostimulatori în concentrație de 50 ppm, de 121,75 mm.