

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ  
VETERINARĂ – BUCUREȘTI**

**FACULTATEA DE AGRICULTURĂ**

***Cercetări privind fundamentarea lucrărilor de  
ameliorare pentru creșterea conținutului de  
proteine în bobul de grâu***

**Conducător științific:  
Prof. univ. dr. asoc. Nicolae N. Săulescu**

**Doctorand:  
Ing. Cristina Mihaela Ciobănescu (Marinciu)**

**București  
2008**

## CUPRINS

<b>Capitolul 1. Stadiul actual al cercetărilor în domeniul ameliorării pentru ridicarea conținutului de proteine la grâu.....</b>	<b>7</b>
1.1. Importanța proteinelor.....	7
1.2. Clasificarea proteinelor .....	8
1.3. Standarde ale conținutului de proteine.....	9
1.4. Conținutul de proteine al grâului produs în România.....	10
1.5. Variabilitatea conținutului de proteine.....	12
1.5.1. Variabilitatea conținutului de proteine în funcție de genotip.....	13
1.5.2. Variabilitatea conținutului de proteine în funcție de climă și sol.....	16
1.6. Mecanisme fiziologice.....	20
1.6.1. Efectele temperaturii .....	23
1.6.2. Efectele secetei.....	24
1.6.3. Efectul aprovizionării cu azot.....	25
1.7. Controlul genetic al sintezei proteinelor la grau.....	30
1.7.1. Structura proteinelor.....	31
1.7.2. Cantitatea de proteine.....	31
1.8. Încercări de creștere a conținutului de proteine în bobul de grâu.....	33
<b>Capitolul 2. Material și metodă.....</b>	<b>38</b>
2.1. Scopul cercetărilor.....	38
2.2. Materialul biologic folosit și metoda de cercetare.....	39
<b>Capitolul 3. Condițiile de experimentare.....</b>	<b>42</b>
3.1. Condițiile de sol.....	42
3.2. Caracterizarea climatică a zonei.....	43
<b>Capitolul 4. Rezultate și discuții.....</b>	<b>46</b>
4.1. Aspecte privind folosirea azotului la soiuri de grâu vechi și noi experimentate la Fundulea.....	46
4.1.1. Conținutul de proteine în bob al soiurilor de grâu vechi și noi experimentate la Fundulea.....	46
4.1.2. Eficiența absorbției azotului la soiuri de grâu vechi și noi experimentate la Fundulea.....	56

4.1.3. Eficiența utilizării azotului pentru realizarea producției de boabe la soiuri de grâu vechi și noi experimentate la Fundulea.....	58
4.1.4. Eficiența înmagazinării azotului în boabe la soiuri de grâu vechi și noi experimentate la Fundulea.....	60
4.1.4.1. Relația % proteine – producție la soiuri de grâu vechi și noi experimentate la Fundulea.....	60
4.1.4.2. Abaterile de la regresia dintre procentul de proteine în bob și producția de boabe la soiuri de grâu vechi și noi experimentate la Fundulea.....	63
4.1.5. Concluzii privind folosirea azotului la la soiuri de grâu vechi și noi experimentate la Fundulea.....	68
4.2. Aspecte privind folosirea azotului la soiurile de grâu moderne experimentate în rețeaua experimentală a INCDA.....	70
4.2.1. Conținutul de proteine în bob la soiurile de grâu moderne experimentate în rețeaua experimentală a INCDA.....	71
4.2.2. Eficiența absorbției azotului la soiurile de grâu moderne experimentate în rețeaua experimentală a INCDA.....	72
4.2.3. Eficiența utilizării azotului pentru realizarea producției de boabe la soiurile de grâu moderne experimentate în rețeaua experimentală a INCDA.....	74
4.2.4. Eficiența înmagazinării azotului în boabe la soiurile de grâu moderne experimentate în rețeaua experimentală a INCDA.....	75
4.2.4.1. Corelația dintre concentrația de proteine în bob și producția de boabe în diferite condiții de experimentare la soiurile de grâu moderne experimentate în rețeaua experimentală a INCDA.....	76
4.2.4.2. Relația dintre procentul de proteine al fiecărui soi și procentul de proteine mediu al experienței.....	81
4.2.4.3. Abaterile de la regresia dintre concentrația de proteine în bob și producția de boabe la soiurile de grâu moderne experimentate în rețeaua experimentală a INCDA.....	82
4.2.4.4. Curbele de regresie care descriu răspunsul concentrației de proteine la variația producției de boabe, specific fiecărui genotip.....	87
4.2.5. Concluzii asupra diferențelor genetice în privința eficienței folosirii azotului, între soiurile de grâu moderne experimentate în rețeaua INCDA.....	91
4.3. Aspecte fiziologice ale formării conținutului de proteine în bob.....	92

4.3.1. Concentrația de azot în diferite organe la înflorit și maturitate în condiții de fertilizare.....	93
4.3.2. Concentrația de azot în diferite organe la înflorit și maturitate în condiții de nefertilizare.....	99
4.3.3. Eficiența translocării substanței uscate și a azotului.....	106
4.3.4. Relația dintre cantitatea de clorofilă și alți parametri ai grâului.....	111
4.3.5. Relația dintre talia plantelor și procentul de proteine.....	114
4.4. Însușirile reologice ale soiurilor de grâu vechi și noi testate la INCDA Fundulea.....	125
<b>Capitolul 5. Concluzii și recomandări.....</b>	<b>138</b>
<b>Bibliografie.....</b>	<b>143</b>

## **Cercetări privind fundamentarea lucrărilor de ameliorare pentru creșterea conținutului de proteine în bobul de grâu**

### **Rezumat**

Concentrația de proteine în bob este unul din factorii principali care determină diferențe în calitatea de panificație, acest caracter influențând direct absorbția apei și volumul pâinii. De aceea, industria de panificație și piața grâului au definit cerințele pentru concentrația de proteine în bob. Întrunirea acestor cerințe devine din ce în ce mai grea deoarece concentrația de proteine în bob este negativ corelată cu producția de boabe și limitarea folosirii fertilizării cu azot, din motive ecologice și economice, afectează negativ concentrația de proteine.

Conținutul de proteine poate varia de la 6% la 25%, depinzând în principal de condițiile de mediu. Variația genetică este mult mai mică decât aceea datorată diferențelor în condițiile de creștere, făcând asta un caracter greu de îmbunătățit de către amelioratorii plantelor.

Pentru o mai bună înțelegere a bazelor ameliorării pentru conținut crescut de proteine în bob și pentru îmbunătățirea calității de panificație, această lucrare a încercat să aducă o contribuție la:

- evaluarea influenței condițiilor de mediu (în principal disponibilitatea azotului) și genotipului asupra conținutului de proteine în bob;
- evaluarea relației dintre nivelul producției și procentul de proteine din bob, în special identificarea genotipurilor care prezintă abateri de la regresia negativă %proteine – producție, care pot fi folosite în ameliorarea noilor linii, capabile să dea concentrații de proteine mai ridicate și producții competitive;
- estimarea diferențelor genotipice în eficiența folosirii azotului, cu scopul de a identifica genotipuri cu o eficiență a folosirii azotului mai bună chiar și la inputuri reduse de azot.

Aceste aspecte au fost studiate, pe de o parte (I) pe o colecție genetică foarte diversă, incluzând soiuri vechi și noi testate la Fundulea și pe de altă parte (II) la câteva genotipuri moderne testate în condiții de mediu diverse în rețea experimentală a INCDA Fundulea.

1. Au fost analizate date privind **producția de boabe și conținutul de proteine în bob** la 12 variante în anul 2004 și la 13 variante în anul 2005, 2006 și 2007, testate în microculturi comparative la INCDA Fundulea, cuprinzând soiuri vechi, soiuri noi aflate în cultură și linii noi aflate în procesul de ameliorare. Experiența a inclus două niveluri de aprovizionare cu azot: cu

fertilizare suplimentară (200 kg/ha uree = 93 kg N/ha) în iarnă și primăvara la pornirea în vegetație și fără fertilizare suplimentară.

Răspunsul genotipic pentru utilizarea azotului a fost descris cu ajutorul a trei parametri:

- eficienței absorbției azotului
- eficienței utilizării azotului pentru formarea producției
- eficiența înmagazinării azotului.

La cele 13 variante testate în anul 2006 s-a analizat unii **indici fiziologici** cum ar fi cantitatea de substanță uscată precum și procentul și cantitatea de azot din plante în două faze de vegetație: la înflorit și la maturitatea fiziologică. Tot la aceleași variante, în anul 2007, s-a analizat **calitatea de panificație** cu ajutorul reomixer-ului și relația dintre conținutul de proteine și caracteristicile de frământare ale aluatului.

II. Pentru o **estimare mai cuprinzătoare a influenței condițiilor de mediu** au fost analizate date privind producția de boabe și conținutul de proteine în bob la 25 de genotipuri de grâu de toamnă, în culturi comparative, în condiții de fertilizare și nefertilizare suplimentară, între anii 2003-2007, în 12 localități din rețeaua experimentală a INCDA Fundulea.

Procentul de proteine în bob a fost puternic și semnificativ influențat de genotip, de fertilizarea cu azot și de condițiile climatice, ca și de interacțiunea dintre genotip și fertilizare și dintre genotip și condițiile climatice.

Condițiile climatice au determinat o variație a conținutului de proteine în bob de la 14.3% la 15.2% când s-a aplicat fertilizare cu azot și de la 11.7 la 13.3% în absența fertilizării cu azot în experiența cu soiuri vechi și noi efectuată la Fundulea în anii 2004-2007, și de la 10.7 la 17.3 % când s-a aplicat fertilizare cu azot și de la 10.0 la 16.9 % în absența fertilizării cu azot în experiențele cu soiuri moderne efectuate în rețeaua INCDA în condițiile mai diferențiate ale anilor 2003-2007 în 12 stațiuni din întreaga țară.

Amplitudinea de variație a procentului de proteine în bob în funcție de genotip a fost de la 3.5 - 4.4% când s-a aplicat fertilizare cu azot și de 2.4 - 4.1% în absența fertilizării cu azot în experiența cu soiuri vechi și noi efectuată la Fundulea. Diferențele constatate la genotipurile moderne experimentate în rețeaua INCDA au fost mai mici, amplitudinea de variație a conținutului de proteine fiind de 0.8% când s-a aplicat fertilizare cu azot și 0.7 % în condițiile în care nu s-a aplicat fertilizare suplimentară cu azot.

În toți anii de cultură, soiurile vechi Odvoș 241 și Dacia au realizat concentrațiile de proteine în bob cele mai mari, dar doar în condiții de aprovizionare bună cu azot. La aceste soiuri s-au

remarcat diferențele cele mai mari între fertilizat și nefertilizat (între 2% și 4% în funcție de anul de cultură). Aceasta sugerează că, din punct de vedere calitativ, soiurile vechi nu sunt întotdeauna mai adaptate la condiții de agricultură ecologică sau cu imputuri reduse.

Linia de ameliorare F26-70 a realizat concentrații de proteine ridicate în toții anii de studiu, atât la fertilizat cât și la nefertilizat. Au fost evidențiate și genotipuri intensive, care au realizat un conținut relativ ridicat de proteine, inclusiv în condiții de nefertilizare suplimentară cu azot.

În experiențele cu genotipuri moderne testate în rețeaua INCDA, cel mai ridicat conținut mediu de proteine s-a înregistrat la linia Holda, atât la fertilizat cât și la nefertilizat.

Corelații semnificative între producție și procentul de proteine s-au constatat atât la procente diferite de proteine (cuprinse între 10.17% și 17.05%) cât și la nivele de producție diferite (cuprinse între 1598 kg/ha și 9832 kg/ha), ceea ce sugerează că efectele diluției, care reprezintă principala cauză a asocierii negative între concentrația de proteine în bob și producția de boabe, pot fi prezente în condiții foarte diferite.

Existența corelației negative dintre producția de boabe și conținutul de proteine face ca luarea în considerație numai a acestuia din urmă, făcând abstracție de producția obținută, să fie lipsită de utilitate pentru ameliorarea calității grâului. Ceea ce trebuie urmărit este în ce măsură există genotipuri care se abat de la această relație negativă.

Abaterile genotipurilor de la regresia negativă a procentului de proteine în bob față de producție au variat în medie de la -0.84 la +1.73% în condiții de fertilizare cu azot și de la -0.79 la +1.68% fără fertilizare în experiența cu soiuri vechi și noi la Fundulea. La genotipurile moderne testate în rețeaua INCDA abaterile au variat de la -0.260% la +0.208% în condiții de fertilizare și de la -0.328% la +0.384% în condiții de nefertilizare.

Analiza varianței pentru abaterile soiurilor de la regresia procentului de proteine față de producție a arătat că, în ciuda variației largi cauzate de mediu, efectul genotipurilor a fost foarte semnificativ, în timp ce influența fertilizării cu azot și a interacțiunii genotip x fertilizare a fost nesemnificativă.

Cele mai mari abateri pozitive de la regresie au fost găsite la linia F26-70 în experiența de la Fundulea și la genotipurile Holda și Flamura 85 în experiențele din rețea.

Diferențele privind concentrația de proteine printre soiuri, după eliminarea influenței producției, au fost relativ mici, dar sunt determinate genetic și deci pot fi exploatate în programele viitoare de ameliorare. Abaterile de la regresia concentrația de proteine în bob – producția de boabe pot identifica oportunități genetice pentru creșterea concentrației de proteine în bob fără reducerea producției.

Analiza diferitelor aspecte ale folosirii azotului la genotipurile studiate arată că există diferențe genotipice mari atât din punct de vedere al eficienței absorbției azotului în condiții de disponibilitate redusă, cât și al eficienței utilizării azotului la realizarea producției de boabe și al eficienței înmagazinării azotului în bob.

În general, genotipurile cu o eficiență a absorbției azotului bună au avut o eficiență a utilizării azotului pentru formarea producției mai slabă și invers, dar corelația dintre cele două însușiri a fost slabă. Nu a existat corelație între eficiența absorbției azotului și eficiența înmagazinării sale în bob și nici între eficiența utilizării azotului pentru formarea producției de boabe și eficiența înmagazinării azotului în bob. Linia F26-70 s-a detașat prin valoarea cea mai ridicată a eficienței înmagazinării azotului în bob, iar dintre soiuri s-au remarcat variantele Flamura 85, Faur, Delabrad și Holda.

Rezultatele sugerează că diferitele genotipuri au mecanisme diferite în care realizează conținutul de proteine în bob. Unele au o absorbție a azotului mai bună, altele au o utilizare a azotului mai bună, altele pot înmagazina azotul mai bine, iar unele soiuri au performanțe bune datorită unor valori mijlocii dar echilibrate ale celor trei aspecte ale eficienței folosirii azotului.

Lucrările viitoare de ameliorare trebuie să vizeze abordarea și îmbunătățirea tuturor aspectelor folosirii azotului, adică atât a eficienței absorbției azotului, a eficienței utilizării acestuia în formarea producției de boabe și a eficienței înmagazinării azotului în bob. Absența corelației între aceste însușiri sugerează că va fi posibilă combinarea lor în viitoarele soiuri.

Calcularea regresii asimptotice negative descrise de ecuația  $GPC = a + b/GY^2$  au furnizat informații suplimentare despre efectele genotipice asupra relației % proteine – producție, comparativ cu abaterile de la regresia lineară, parametrii regresiei asimptotice negative, putând fi folosiți ca un criteriu de selecție în ameliorare pentru îmbunătățirea eficienței înmagazinării azotului.

Acumularea de substanță uscată și de azot, urmărită pe diferite organe, a fost semnificativ diferită între genotipuri.

Nici conținuturile totale de azot și nici procentele de azot din diferitele organe nu s-au corelat semnificativ cu eficiența absorbției sau cu eficiența înmagazinării azotului. Aceasta sugerează că genotipurile studiate, foarte diferențiate din punct de vedere fenotipic, genetic și fiziologic, nu s-au caracterizat prin aceleași caracteristici ale mecanismelor metabolismului azotului. Se poate deduce că fiecare genotip a realizat conținutul de proteine în bob și eficiența înmagazinării pe căi mai mult sau mai puțin diferențiate, în care ponderea înmagazinării temporare a azotului în diferite organe, a translocării azotului și a absorbției azotului după înflorit a fost diferită.



Eficiența translocării azotului la fertilizat a fost între 62.50% (la linia F 26-70) și 76.56% (la soiul Odvoș 241). La nefertilizat eficiența translocării azotului a fost între 67.03% (la soiul Izvor) și 81.49% (la linia 00099 GP2).

Toate genotipurile (cu excepția soiului Odvoș 241) au absorbit cantități considerabile de N după anteză. Aceasta poate indica faptul că sistemul radicular a fost activ chiar și în stadiul târziu al perioadei de umplere a bobului. Absorbția azotului din post-anteză a fost asociată pozitiv cu cantitatea de azot din bob și cu producția de substanță uscată din boabe.

Contribuția azotului acumulat în organele vegetative până la înflorire a fost între 58.06% (la varianta 93122 G6-201) și 100% (la varianta Odvoș 241), în condiții de fertilizare suplimentară, și între 43.33% (la varianta Izvor) și 64.89% (la varianta 93122 G6-201), în condiții de nefertilizare suplimentară.

Talia plantelor s-a corelat semnificativ pozitiv cu procentul de proteine în bob dar negativ cu producția de boabe în experiența cu soiuri vechi și noi, numai în condiții de aprovizionare bună cu azot. O talie mai înaltă a redus eficiența utilizării azotului pentru realizarea producției.

Conținutul de proteine în bob a influențat diferit diferiții parametri de frământare, în funcție și de nivelul de aprovizionare cu azot. În condiții de bună aprovizionare cu azot, când conținutul de proteine în bob a fost ridicat (peste 14 %), acesta nu a influențat semnificativ nici unul din parametrii de frământare și nici volumul pâinii. În condiții de disponibilitate redusă a azotului, când nivelul conținutului de proteine în bob a scăzut la majoritatea genotipurilor sub 13 %, concentrația proteinelor a devenit importantă, influențând semnificativ absorbția apei, tăria glutenului, căderea aluatului și volumul pâinii.

Efectul diferiților parametri de frământare asupra volumului pâinii a fost și el diferit în funcție de nivelul de aprovizionare cu azot. În condiții de aprovizionare bună cu azot, volumul pâinii a fost influențat semnificativ de tăria glutenului și de extensibilitatea aluatului, în timp ce la un nivel mai scăzut al accesibilității azotului, alături de influența foarte puternică a tăriei glutenului, volumul pâinii a fost influențat semnificativ și de căderea aluatului și de conținutul de proteine, iar extensibilitatea nu a mai fost la fel de importantă.

Deși soiurile vechi au avut conținut ridicat în proteine, ele nu au avut cei mai buni parametri de frământare, importanți în determinarea calității de panificație. În schimb soiul Dropia și unele linii de ameliorare, cu conținut de proteine competitiv pentru cerințele de panificație, s-au dovedit a avea și o serie de parametri reologici ridicați, care atestă o calitate de panificație bună.