
TEZA DE DOCTORAT

Contribuții la îmbunătățirea tehnologiei de cultivare a grâului de toamnă, cu controlul strict al dozelor de azot aplicat, pentru prevenirea poluării mediului

(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)

Doctorand **Camelia Giurgiu (Mic)**

Conducător de doctorat **Prof.univ.dr. Marcel M. Duda**



Introducere

Grâul este cea mai importantă plantă de cultură, care se cultivă anual pe suprafețe care oscilează în jurul a 220 mil. hectare pe plan mondial, iar în țara noastră pe 2.1-2.3 mil ha.

Pentru a obține producții mari și indici de calitate potriviți cerințelor industriei de morărit și panificație este obligatorie fertilizarea cu azot, iar oamenii de știință sunt provocați să dezvolte strategii de gestionare a azotului, care să conducă la o eficiență crescută a utilizării azotului (NUE).

Grâul de toamnă reacționează bine la aplicarea îngrășămintelor minerale, deși are un consum specific redus de elemente nutritive, dar din cauza sistemului radicular slab dezvoltat este foarte pretențios la fertilizare, având o capacitate redusă de utilizare a substanțelor nutritive mai greu solubile din sol. De asemenea, cea mai mare cantitate de elemente nutritive le absoarbe într-un timp scurt, de la începutul alungirii paiului până la coacerea în lapte.

Aplicarea excesivă a azotului poate crește producția la grâu, dar determină o scădere a eficienței utilizării azotului (NUE) și nu este favorabilă pentru utilizarea apei din straturile mai adânci ale solului, în timpul ciclului de vegetație a grâului (CORMIER, 2015). În schimb, cantitățile moderate favorizează creșterea rădăcinilor la grâu de toamnă (LIU et al., 2018), iar doze mai mari de 200 kg N ha⁻¹ s.a. determină o reducere a creșterii rădăcinilor în straturile subsolului.

Dozele de azot trebuie ajustate în funcție de condițiile climatice, iar cele excesive trebuie evitate în condiții de secetă și arșiță pentru că determină scăderea conținutului de clorofilă, a ratei de fotosinteză și conduc la prelungirea senescentei frunzelor, împiedicând transportul produselor fotosintetice la boabe, scăzând astfel producția (SHANGGUAN, 2014).

Scopul și obiectivele cercetărilor

Creșterea performanței culturilor de grâu din punct de vedere cantitativ și calitativ, care sunt influențate substanțial de aprovizionarea cu azot (N) din sol și de dozele de îngrășămintă aplicate, iar manipularea aprovizionării cu N este un instrument strategic important pe care cultivatorii de grâu îl pot folosi ca răspuns la variațiile condițiilor meteorologice, în timpul creșterii culturilor, pentru a-și maximiza profitul.

Înțelegerea modului în care azotul afectează producția și calitatea grâului, știut fiind faptul că acesta este un nutrient esențial pentru plante, care afectează productivitatea, eficiența utilizării azotului (NUE) și eficiența utilizării apei din precipitații (RUE).

Aplicarea unor doze moderate de azot, care favorizează creșterea rădăcinilor la grâu de toamnă, de care depinde absorbția de nutrienți și de apă din sol, creșterea și dezvoltarea părții aeriene și renunțarea la cele excesive, care determină o scădere a eficienței utilizării azotului (NUE), nefiind favorabile pentru utilizarea apei din straturile mai adânci ale solului, determinând scăderea eficienței economice.

Optimizarea fertilizării cu azot în funcție de condițiile climatice, pentru obținerea unui randament de înaltă calitate și cantitate, în vederea obținerii de profituri economice și de a reduce amenințările de mediu la cultura grâului de toamnă și ajustarea dozelor de azot în condiții de secetă și arșiță.

Creșterea eficienței utilizării azotului (NUE), prin utilizarea îngrășămintelor potrivite și a combinației corecte de elemente nutritive, prin fertilizarea la momentul potrivit, pentru a evita pierderile de nutrienți prin volatilizare și levigare a fost obiectivul principal al cercetărilor desfășurate.

Studiul influenței dozei de azot aplicată toamna (N50) asupra producției, indicilor de calitate, însușirilor morfo-fiziologice și eficienței utilizării apei din precipitații (RUE) la soiurile de grâu de toamnă experimentate.

Studiul influenței fertilizării suplimentare cu azot din faza II, înainte de înspicat (N100), asupra producției, indicilor de calitate, însușirilor morfo-fiziologice și eficienței utilizării azotului (NUE), la soiurile de grâu de toamnă experimentate.

Determinarea cantităților de azot luate odată cu recolta, la toate soiurile de grâu de toamnă, în ambele variante de fertilizare cu azot, în toți anii experimentali.

Evaluarea comportării soiurilor de grâu de toamnă românești aflate în cultură, privind reacția la fertilizarea cu doze reduse (N50) și moderate de azot (N100), în condițiile climatice din perioada 2020-2024 de la SCDA Turda.

Metoda de lucru

Rezultatele de producție provin din cultura comparativă de concurs națională, zona Centru-Nord, organizată anual în cinci centre, care include și SCDA Turda, după metoda grilajului patrat balansat, cu 25 de variante în șase repetiții, care permite repetarea schemei de bază din repetițiile 1-3, în repetițiile 4-6, astfel că s-a realizat o fertilizare diferențiată cu 100 kg/ha N s.a. și 50 kg/ha N s.a.

Au fost administrate două tipuri de îngrășămintă pentru a asigura dozele de azot necesare în variantele de fertilizare N50 și N100, respectiv unul binar (NPK, 20:20:0) aplicat în toamnă (faza I), înainte de semănat și unul pe bază de azot (nitrocalcar), aplicat în faza II, înainte de înspicatul grâului (la burduf).

Calculul statistic pentru producție, conținutul de proteină și gluten umed s-a realizat cu ajutorul programului Polifact, după preluarea datelor din fiecare an experimental din perioada 2020-2024, din cele două variante de fertilizare, la fiecare soi, iar reprezentarea grafică s-a realizat cu ajutorul programului Excel.

Determinarea conținutului de proteină și gluten umed s-a realizat cu ajutorul analizatorului Perten IM 9500, iar masa hectolitrică cu balanța denumită samovar, cu capacitatea vasului de măsură de ¼ l.

Factorul Rain Use Efficiency (RUE) exprimă numărul de kilograme boabe produs pe pe milimetru de ploaie căzută în perioada de vegetație a grâului de toamnă și se exprimă în kg ha⁻¹mm⁻¹. A fost calculat pentru fiecare soi în parte, în cei cinci ani de experiență.

Eficiența utilizării azotului sau Nitrogen Use Efficiency a fost calculat prin metoda diferenței:

$NUE (\%) = (NF_{100}) - (NF_{50}) / R$, unde: NF_{100} reprezintă cantitatea de azot luată odată cu recolta în varianta de fertilizare cu 100 kg/ha azot s.a, NF_{50} - cantitatea de azot luată cu recolta din varianta de fertilizare cu 50 kg/ha N s.a., iar R doza de azot aplicată în faza II, respectiv 50 kg azot s.a./ha. Factorul de convertire a conținutului de proteină în azot a fost 6.25.

În timpul perioadei de vegetație a grâului au fost făcute observații și determinări influențate de condițiile climatice (data înspicatului) și de doza de azot (talie plantelor).

Producțiile obținute la grâul de toamnă și NUE în anul 2020

Condițiile climatice ale anului 2019/2020 au fost destul de dificile pentru cultura grâului de toamnă la SCDA Turda, iar îngrășămintele chimice cu azot aplicate înainte de

înspicat (14 mai) au avut un nivel de valorificare redus din cauza secetei din primele două decade ale lunii mai.

Media producțiilor la soiurile românești (SR) a fost de 8270 kg ha⁻¹ în varianta cu 100 kg/ha azot s.a și 7879 kg ha⁻¹ în varianta N50, sporul de producție datorat îngrășămintelor cu azot fiind de doar 391 kg ha⁻¹. Dintre soiurile create la SCDA Turda, cele mai mari producții au fost înregistrate în anul 2020 la soiul Cezara, în varianta N100, fiind de 8549 kg ha⁻¹ și de 8055 kg ha⁻¹ pe nivelul de fertilizare N50.

Cele mai mari valori ale eficienței utilizării azotului (NUE), în anul 2020 au fost înregistrate la soiul FDL Miranda (77.03%) și cele mai mici la Semnal (34.36), iar la soiurile create la SCDA Turda valorile NUE au fost între 46.33 (Andrada) și 60.34% (Codru). Cea mai mare cantitate de azot luată cu recolta, pe nivelul de fertilizare N100 a fost la FDL Abund, iar pe nivelul de fertilizare N50 la Ursita. Rezultatele obținute sunt în concordanță cu cele obținute pe plan mondial și confirmă faptul că aplicarea târzie a azotului (înainte de înspicat) crește eficiența utilizării azotului (RAUN & JOHNSON, 1999).

Producțiile obținute la grâul de toamnă și NUE în anul 2021

Sporurile de producție datorate îngrășămintelor cu azot aplicate la data de 18 mai 2021 au fost cuprinse între 420 kg ha⁻¹ la soiul Codru și 1356 kg ha⁻¹ la FDL Miranda, dar în medie la soiurile de grâu de toamnă românești a fost de 858 kg ha⁻¹ (Fig. 1). În anul 2021, îngrășămintele chimice cu azot, sub formă de nitrocalcar, au fost mai bine valorificate de grâul de toamnă, aspect reflectat în nivelul producțiilor obținut în varianta de fertilizare N100.

Media producțiilor la soiurile de grâu de toamnă românești, în varianta de fertilizare cu 100 kg de azot substanță activă pe hectar, în anul 2021, a fost de 8890 kg ha⁻¹, cele mai bune rezultate fiind obținute, în ordine la: FDL Miranda, Cezara, Otilia, Semnal, Ursita, Luminița, Voinic, Codru, cu producții peste 9 t/ha.

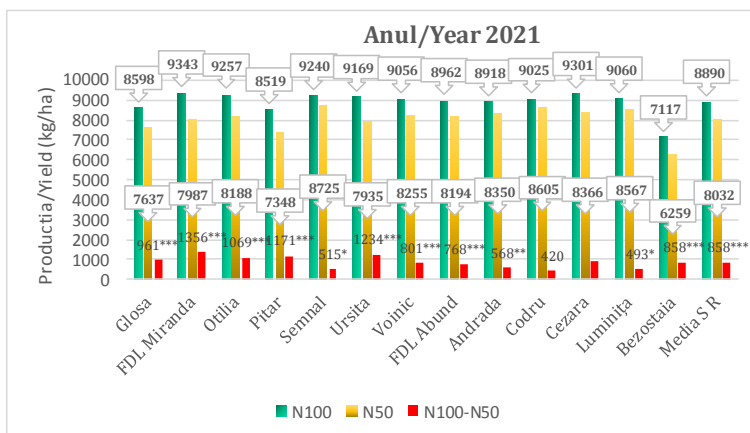


Fig. 1. Producțiile obținute la soiurile de grâu de toamnă în anul 2021 la SCDA Turda

În anul 2021 au crescut valorile NUE, iar la soiul FDL Miranda a fost înregistrată cea mai mare valoare (102.68%). Rezultatele obținute, prezentate în tabelul 1, demonstrează că gestionarea azotului este specifică fiecărui soi, dar depinde foarte mult și de momentul aplicării, doza utilizată și de condițiile climatice și sunt similare cu cele obținute de IAN și colab. (2005).

Tabelul 1

Eficiența utilizării azotului (NUE) la soiurile de grâu de toamnă în anul 2021

Soiul	Azotul din bob N100 (%)	Azotul din bob N50 (%)	Azotul luat N100 Kg/ha	Azotul luat N50 Kg/ha	N100-N50 Azot luat Kg/ha	NUE (%)
Glosa	2.083	1.760	179.114	134.411	44.702	89.40
FDL Miranda	1.845	1.515	172.360	121.019	51.341	102.68
Otilia	1.946	1.698	180.104	138.999	41.105	82.21
Pitar	2.005	1.717	170.789	126.150	44.638	89.28
Semnal	1.867	1.626	172.529	141.834	30.696	61.39
Ursita	1.947	1.693	178.539	134.324	44.215	88.43
Voinic	1.928	1.733	174.600	143.043	31.557	63.11
FDL Abund	1.899	1.653	170.206	135.430	34.776	69.55
Andrada	1.950	1.629	173.937	136.005	37.932	75.86
Codru	1.979	1.734	178.623	149.245	29.378	58.76
Cezara	1.925	1.661	179.026	138.943	40.083	80.17
Luminița	1.874	1.645	169.748	140.910	28.838	57.68

Producțiile obținute la grâul de toamnă și NUE în anul 2022

Media producției soiurilor românești, în anul 2022, a fost de 8202 kg ha⁻¹ în varianta tehnologică în care s-au aplicat 100 kg azot substanță activă la hectar și de 7437 kg ha⁻¹, când s-au administrat 50 kg/ha azot s.a. toamna, sporul de producție datorat îngrășămintelor cu azot aplicate în faza a II-a, înainte de înspicat, fiind de 766 kg ha⁻¹ (Fig. 2).

Cele mai mari creșteri de producție datorate fertilizării cu azot înainte de înspicat, în anul 2022 sunt semnalate la soiurile: Otilia (1252 kg/ha), Cezara (1140 kg/ha), FDL Miranda (1066 kg/ha).

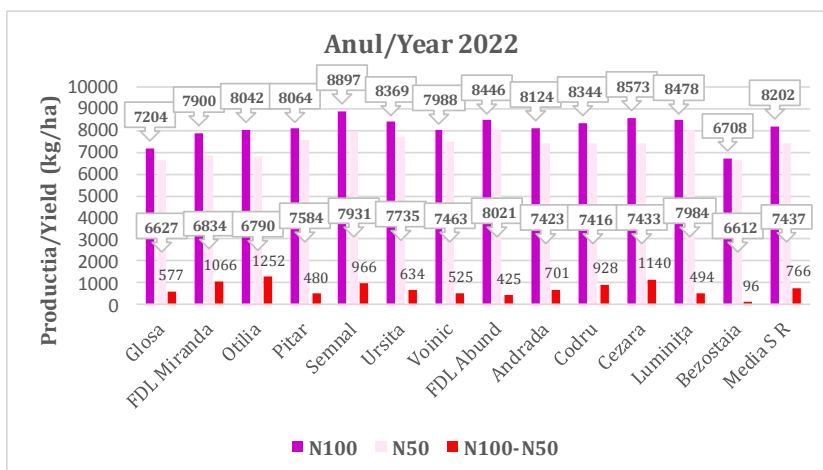


Fig. 2. Producțiile obținute la soiurile de grâu de toamnă în anul 2022, la SCDA Turda

Rezultatele obținute în anul 2022 demonstrează că soiurile românești de grâu de toamnă sunt adaptate la condițiile climatice specifice țării noastre, reacționând favorabil atât la schimbările climatice, cât și la doze moderate și reduse de azot.

În anul 2022, la șapte dintre soiuri, valorile NUE au depășit 100%, iar cea mai mare a fost înregistrată la soiul Semnal (Tabelul 2), deși cantitățile de azot luate pe nivelul de fertilizare N100 au fost apropiate de cele din anii precedenți. În varianta de fertilizare N50, cantitatea de azot luată a fost mai mică în anul 2022, comparativ cu 2020 și 2021, cea mai mare valoare fiind înregistrată la soiul Luminița.

Tabelul 2

Eficiența utilizării azotului (NUE) la soiurile de grâu de toamnă în anul 2022

Soiul	Azotul din bob N100 (%)	Azotul din bob N50 (%)	Azotul luat N100 Kg/ha	Azotul luat N50 Kg/ha	N100-N50 Azot luat Kg/ha	NUE (%)
Glosa	2.163	1.750	155.837	115.999	39.838	79.68
FDL Miranda	1.970	1.600	155.598	109.344	46.254	92.51
Otilia	2.059	1.667	165.601	113.203	52.398	104.80
Pitar	2.075	1.541	167.344	116.854	50.490	100.98
Semnal	1.997	1.533	177.655	121.566	56.089	112.18
Ursita	2.038	1.536	170.594	118.810	51.784	103.57
Voinic	2.019	1.605	161.294	119.766	41.527	83.05
FDL Abund	1.902	1.494	160.677	119.866	40.811	81.62
Andrada	2.070	1.530	168.199	113.542	54.657	109.31
Codru	2.021	1.557	168.616	115.452	53.163	106.33
Cezara	2.013	1.597	172.557	118.690	53.867	107.73
Luminița	1.870	1.541	158.573	123.017	35.555	71.11

Producțiile obținute la grâul de toamnă și NUE în anul 2023

În anul 2023, cele mai bune producții au fost obținute la soiurile: Codru, Cezara și Semnal, pe nivelul de fertilizare N100 (Figura 3), media producției soiurilor românești fiind de 8609 kg ha^{-1} în varianta în care s-au aplicat 100 kg azot substanță activă la hectar și de 7409 kg ha^{-1} , în varianta N 50, sporul de producție datorat îngrășămintelor cu azot aplicate înainte de înspicat fiind de 1200 kg ha^{-1} .

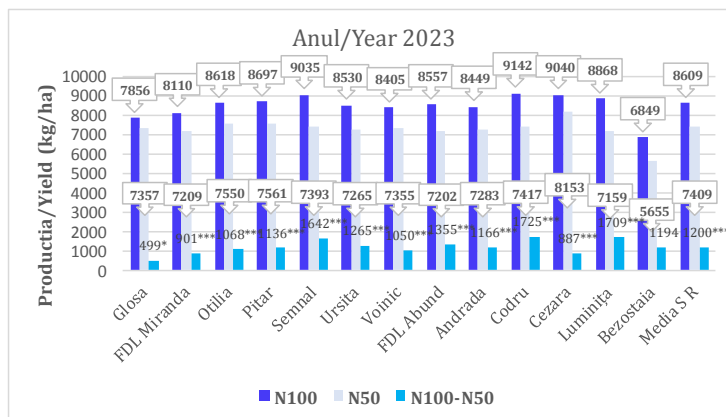


Fig. 3. Producțiile obținute la soiurile de grâu de toamnă în anul 2023, la SCDA Turda

Cele mai mari producții în varianta de fertilizare N50, în anul 2023 au fost obținute la soiul Cezara, înregistrându-se totodată cea mai mică diferență dintre varianta N100 și N50 (887 kg ha⁻¹).

Rezultatele de producție obținute în anul 2023 la grâul de toamnă, în condițiile de la SCDA Turda evidențiază importanța alegerii momentului aplicării a îngrășămintelor cu azot, fiind confirmate de rezultate similare obținute de WANG și colab. (2023).

Alegerea momentului optim de aplicare a îngrășămintelor cu azot în faza II (înainte de înspicac) a condus la obținerea celor mai mari sporuri de producție și la creșterea eficienței utilizării azotului (NUE) conform datelor din tabelul 3, 2023 fiind anul în care au fost cel mai bine valorificate de grâul de toamnă, limitând poluarea mediului.

Tabelul 3

Eficiența utilizării azotului (NUE) la soiurile de grâu de toamnă în anul 2023

Soiul	Azotul din bob N100 (%)	Azotul din bob N50 (%)	Azotul luat N100 Kg/ha	Azotul luat N50 Kg/ha	N100-N50 Azot luat Kg/ha	NUE (%)
Glosa	2.077	1.581	163.153	116.299	46.854	93.71
FDL Miranda	1.954	1.547	158.437	111.538	46.899	93.80
Otilia	1.971	1.563	169.878	118.022	51.856	103.71
Pitar	2.035	1.610	177.001	121.702	55.299	110.60
Semnal	1.950	1.565	176.219	115.686	60.533	121.07
Ursita	2.024	1.637	172.647	118.914	53.734	107.47
Voinic	2.088	1.661	175.496	122.152	53.345	106.69
FDL Abund	1.966	1.694	168.265	122.031	46.234	92.47
Andrada	2.003	1.602	169.250	116.645	52.606	105.21
Codru	1.909	1.627	174.502	120.689	53.813	107.63
Cezara	1.883	1.581	170.241	128.883	41.359	82.72
Luminița	2.077	1.610	184.171	115.231	68.939	137.88

Producțiile obținute la grâul de toamnă și NUE în anul 2024

Cele mai mari producții au fost obținute la soiurile: Ursita, FDL Abund, Cezara și Codru, pe nivelul de fertilizare N100 (Figura 4), media producției soiurilor românești, în anul 2024, fiind de 9833 kg ha⁻¹ în varianta în care s-au aplicat 100 kg azot substanță

activă la hectar și de 9039, în varianta N 50, sporul de producție datorat îngrășămintelor cu azot, aplicate înainte de înspicat, fiind de 794 kg ha⁻¹.

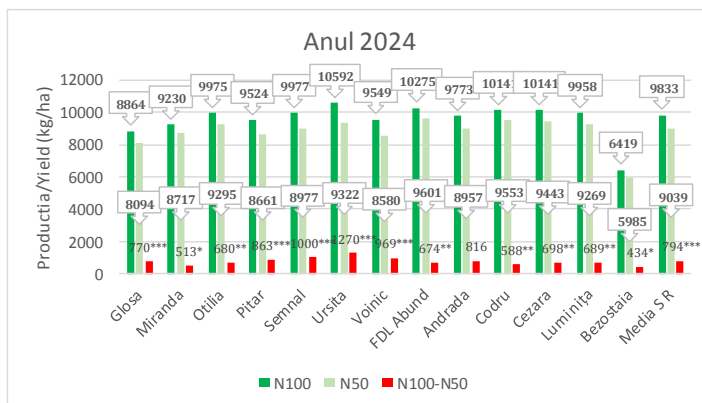


Fig. 4. Producțiile obținute la soiurile de grâu de toamnă în anul 2024, la SCDA Turda

În anul 2024, îngrășămintele cu azot au fost aplicate la 28 aprilie, înainte de înspicat (grâul a înspicat cu două săptămâni mai devreme în acest an), iar în condițiile în care au venit precipitații în a treia decadă au favorizat valorificarea acestora, aspect care este reflectat în producțiile obținute în varianta de fertilizare N100.

În anul 2024, soiurile de grâu de toamnă au fost mai apropiate în ceea ce privește valorile NUE, acestea variind între 52.09 (FDL Miranda) și 77.54 % (Ursita), conform rezultatelor prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4

Eficiența utilizării azotului (NUE) la soiurile de grâu de toamnă în anul 2024

Soiul	Azotul din bob N100 (%)	Azotul din bob N50 (%)	Azotul luat N100 Kg/ha	Azotul luat N50 Kg/ha	N100-N50 Azot luat Kg/ha	NUE (%)
Glosa	2.042	1.824	180.967	147.635	33.333	66.67
FDL Miranda	1.869	1.680	172.490	146.446	26.045	52.09
Otilia	1.909	1.747	190.403	162.402	28.001	56.00
Pitar	2.014	1.779	191.851	154.097	37.755	75.51
Semnal	1.970	1.781	196.507	159.862	36.645	73.29
Ursita	1.984	1.838	210.145	171.376	38.770	77.54
Voinic	1.880	1.765	179.521	151.420	28.101	56.20
FDL Abund	1.890	1.730	194.156	166.059	28.098	56.20
Andrada	1.760	1.614	172.005	144.602	27.403	54.81
Codru	1.838	1.630	186.432	155.752	30.680	61.36
Cezara	1.766	1.579	179.131	149.124	30.007	60.01
Luminița	1.790	1.579	178.288	146.376	31.912	63.82

Influența dozelor de azot asupra conținutului de proteină

Conținutul mediu de proteină în bob a fost de 12.48 % în varianta de fertilizare N100 și de 10.62 % în varianta N50, cu 1.86 % mai puțin (Tabelul 5). Unele studii au arătat că, în condiții de sol cu fertilitate ridicată, aplicarea unor doze moderate de azot poate crește semnificativ conținutul de proteine din boabele de grâu, în timp ce aplicarea excesivă a azotului pe astfel de soluri va atenua creșterea conținutului de proteine. Acest lucru se poate datora capacității mari de alimentare cu azot a solurilor

cu fertilitate ridicată, iar grâul fiind foarte dependent de nutrienții solului consumă mai mult azot din sol și mai puțin îngrășământul chimic, efectul aplicării azotului asupra conținutului de proteină fiind mai slab.

Tabelul 5

Influența fertilizării cu azot asupra conținutului de proteină la grâul de toamnă

Simbol	Doza de azot	Proteina din bob (%)	Proteina % Martor	Dif (%) Mt.(control)	Testul Duncan
N ₁₀₀	100	12.48	100.0	Martor	a
N ₅₀	50	10.62	85.1	-1.86 ⁰⁰⁰	b
DL5%				0.05	
DL1%				0.07	
DL 0.1%				0.10	

Conținutul mediu de proteine, în ambele variante de fertilizare (Figurile 5 și 6) a fost mai ridicat la soiul Glosa, respectiv 13.16% (N100) și 11.08% (N50). Dintre soiurile create la SCDA Turda, cel mai bine s-a clasat Andrada, din punct de vedere al conținutului de proteină, cu un conținut mediu de 12.44%.

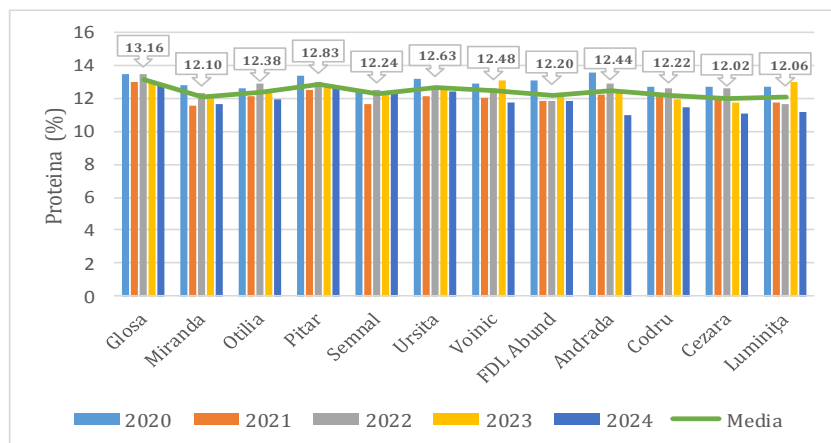


Fig. 5. Conținutul de proteină la soiurile de grâu de toamnă, în varianta de fertilizare N100

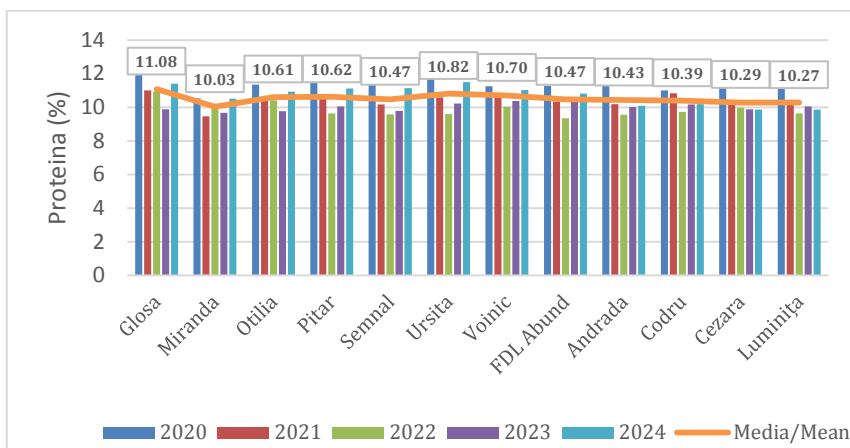


Fig. 6. Conținutul de proteină la soiurile de grâu de toamnă, în varianta de fertilizare N50

Concluzia care se desprinde din acest studiu este că, pentru a da valoare recoltei de grâu, atât din punct de vedere cantitativ, cât și calitativ, este absolut necesară fertilizarea cu azot din faza II.

Concluzii și recomandări

Grâul reacționează bine la aplicarea îngrășămintelor pentru că sistemul său radicular este slab dezvoltat, explorează un volum redus de sol și are o capacitate redusă de solubilizare și absorbție a elementelor nutritive.

Grâul de toamnă are o perioadă de vegetație lungă, între 250-270 zile, iar consumul maxim de elemente nutritive are loc într-o perioadă scurtă, în general 90-100 zile în zona Câmpiei Transilvaniei, de la începutul alungirii paiului (calendaristic începutul lunii aprilie) până la umplerea bobului (sfârșitul lunii iunie), în care trebuie să aibă la dispoziție în cantități suficiente de elemente minerale, în forme ușor accesibile.

Planta premergătoare este deosebit de importantă pentru grâul de toamnă, iar mazărea pentru boabe contribuie la obținerea unor valori ridicate ale eficienței utilizării azotului (NUE), lăsând în sol o cantitate importantă de azot, ceea ce permite utilizarea dozelor moderate și reduce de azot pentru menținerea stării de fertilitate a solului și de a evita pe cât posibil poluarea.

La toate soiurile de grâu de toamnă studiate, are loc creșterea producției în prezența azotului, iar valoarea F pentru tripla interacțiune AxNxS arată că producția la grâu este rezultanta unei interacțiuni complexe între factori, a genotipului cu mediul reprezentat de condițiile climatice din anul de cultură și cu tehnologia aplicată.

Producția medie la soiul Andrada în cei cinci ani experimentali a fost de 8681 kg ha⁻¹ în varianta de fertilizare N100 și 7960 kg ha⁻¹ în varianta N50, iar cele mai mari creșteri de producție datorate îngrășămintelor cu azot au fost înregistrate în anul 2023 (1166 kg ha⁻¹) și cele mai mici în 2020 (350 kg ha⁻¹).

Soiul Codru a reacționat cel mai bine la aplicarea îngrășămintelor cu azot în faza II, în anul 2023, sporul de producție fiind de 1725 kg ha⁻¹, iar producția medie în cei cinci

ani a fost de 8954 kg ha⁻¹ în varianta de fertilizare N100, iar în varianta N50 cu 849 kg ha⁻¹ mai mică.

Producția la soiul Cezara a trecut de 9 t/ha în varianta N100 în doi din cei cinci ani experimentali, iar în anul 2024 a depășit 10 t/ha; în trei ani producția a depășit 8 t/ha în varianta N50 (2020,2021 și 2023) și 9 t/ha în anul 2024.

Producția medie la soiul Luminița în cei cinci ani de experimentare a fost de 8942 kg ha⁻¹ în varianta N100 și 8128 kg ha⁻¹ în varianta de fertilizare N50, iar creșterea producției datorată aplicării îngrășămintelor cu azot din faza II a fost, în medie, de 814 kg ha⁻¹, cea mai mare fiind înregistrată în anul 2023 (1709 kg ha⁻¹).

Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei

Testarea soiurilor de grâu de toamnă românești, aflate în cultură la acest moment, în condiții de fertilizare cu doze moderate de azot, ceea ce poate contribui la atenuarea efectului negativ al deficitului de apă în anii secetoși, tot mai frecvenți în ultima perioadă, în condițiile în care aplicarea excesivă a azotului în aceste condiții agravează gradul de stres, nefiind propice creșterii și dezvoltării grâului.

Optimizarea fertilizării cu azot în funcție de condițiile climatice, pentru obținerea unui randament de înaltă calitate și cantitate, în vederea obținerii de profituri economice și de a reduce amenințările de mediu la cultura grâului de toamnă și ajustarea dozelor de azot în condiții de secetă și arșiță.

Aplicarea azotului înainte de înspicat, ceea ce a determinat o mai bună utilizare a apei din precipitații și creșterea valorilor NUE, iar explicația din punct de vedere fiziologic este că îngrășămintele cu azot pot prelungi perioada de creștere și umplere a boabelor cu un număr de zile care contează în procesul de fotosinteză.

Compararea rezultatelor de producție și a indicilor de calitate din variantele de fertilizare N100 și N50 și observațiile privind reacția la fertilizarea cu azot a soiurilor de grâu de toamnă românești, pe o perioadă de cinci ani, a permis evidențierea faptului că acestea corespund cerințelor fermierilor tot mai interesați în eficientizarea culturii grâului și reducerea gradului de poluare.