

**Proiect component – PN 23.18.02.01 „Îmbunătățirea
capacității de adaptare a culturilor de grâu și orz la schimbările
climatice care au loc în România”**

Anul 2024
Responsabil proiect
Drd. ing. Vasile MANDEA

**Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari,
monitorizarea factorului temperatura lanului și
perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular**

**Obiectivul fazei: Sinteză simulare, tabelă/bază de date a
markerilor de interes, monitorizarea temperaturii lanului,
metodică de studiu sistem radicular**

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Inventarierea markerilor asociați cu adaptarea la schimbările climatice

Efectele stresului hidric și termic la grâu

Factorii de stres hidric și termic acționează asupra unor procese fiziologice precum:

Fotosinteza și conținutul de clorofilă: Fotosinteza este cel mai sensibil proces fiziologic la temperatură ridicată (Wahid și colab., 2007) și orice reducere a fotosintezei afectează creșterea și producția cerealelor. Stresul termic reduce fotosinteza prin perturbări în structura și funcția cloroplastelor și reduceri ale conținutului de clorofilă. Stresul oxidativ poate induce oxidarea lipidelor conducând la degradarea proteinelor, ruperea membranei și inactivarea enzimelor.

Numărul și dimensiunea boabelor

Atât numărul, cât și greutatea boabelor sunt sensibile la temperaturi ridicate. Temperaturile ridicate reduc durata dintre anteză și maturitatea fiziologică care este asociată cu o reducere a greutateii boabelor. Variabilitatea în ceea ce privește efectele temperaturii ridicate asupra numărului și mărimii boabelor de grâu pare a fi legat de diferențele genotipice în toleranța la arșiță (Viswana Tahir și Nakata, 2005). Temperaturile ridicate pot provoca, de asemenea, șistăvirea boabelor prin modificări ultrastructurale în stratul de aleuronă și celulele endospermului, așa cum au observat Dias și colab. (2008) când temperaturile zi/noapte au crescut de la 25/14°C la 31/20°C.

Mecanisme de toleranță

Capacitatea plantelor de cultură de a supraviețui și de a produce producții în condiții de stres este, în general, considerată toleranță la stres. Răspunsurile plantelor la arșiță/secetă sunt mediate de o capacitate intrinsecă de a suporta termotoleranța bazală și, după aclimatizare, capacitatea de a dobândi termotoleranță.

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Tabelă/bază de date a markerilor de interes

Trăsătură	Mecanism de apărare	Gene-Markeri	Bibliografie
Cerozitate	Evitare	Locii W1, W3 și lw1 de pe cromozomul 2BS; W2 și lw2 pe cromozomul 2DS; W4 pe cromozomul 3DL; W5 pe cromozomul 7DL; lw3 pe cromozomul 1BS și Ws pe cromozomul 1AS; Markeri: SSR, KASP-SNP	Lu și colab., 2015 Wang și colab., 2014 Li și colab., 2020 Würschum și colab., 2020 Li și colab., 2021
Rularea frunzelor	Evitare	Locusul-LERD1, cromozomul 7A Gena candidată- TraesCS7A01G543300 Markeri SSR și InDel Gene-TaZHD, cromozomul 5D Markeri-SNP Gena TaMYB5 – cromozomul 3A Markeri -CAPS/Sal I	Yang și colab., 2022 Chandra și colab., 2022 Zhu și colab., 2022
Reglaj osmotic/Conductanță stomatală	Evitare	Gene-TaNCED – de pe cromozomii 5A și 5B Markeri- doar pentru expresie genică Gena Or -localizare pe cromozomul 7A Markeri -SSR	Onyemaobi și colab., 2021 Ciuca și colab. 2010

Trăsătură	Mecanism de apărare	Gene-Markeri	Bibliografie
Stabilitatea membranelor	Evitare	QTL- 7A Markeri SSR	Ciuca M. Și Petcu E., 2009 Talukder și colab., 2014
Conținut de clorofilă	Toleranță	Gena TaPPH -7A Markeri CAPS Gena TaBAS Markeri- KASP TaCKX4, TaCKX6 Markeri QTL-uri -3B, 5A Markeri- SSR	Wang și colab., 2019 Yang și colab., 2022
Acumularea de substanțe osmo-protectoare	Toleranță	Gena P5CS (pirolină-5-carboxilat sintază)-localizare pe cromozomul 1B Markeri -SNP TaSnRK2 Markeri specifici 1-FEH	Kamruzzaman și colab., 2023 Miao și colab., 2017
Protecție antioxidantă	Toleranță		
Adaptabilitate	Evitare	Genele de talie Rht1, Rht2, Rht8 Markeri- SSR si PCR -specifci Genele de fotoperioadă Ppd-A1, Ppd-B1, Ppd-D1 Markeri-KASP	Wang și colab., 2019 Yang și colab., 2022

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Monitorizarea temperaturii lanului la linii înrudite contrastante pentru cerozitatea frunzelor

În ameliorarea plantelor și selecția pentru rezistența la secetă, interesul este acela de a găsi genotipuri care să mențină transpirația, schimbul de gaze și, prin urmare, o temperatură mai scăzută în comparație cu alte genotipuri în aceleași condiții de câmp. Temperatura relativ mai scăzută a lanului la plantele stresate de secetă indică o capacitate relativ mai bună de a absorbi umiditatea solului și de a menține o stare relativ mai bună a apei a plantelor prin diferite trăsături ale plantelor, morfologice sau care țin de adaptare (Blum, 2009). Această capacitate, exprimată în temperaturi relativ mai scăzute, a fost corelată cu randamentul final în condiții de stres sau cu alți parametri de rezistență la secetă în ceea ce privește randamentul.

Temperatura din lan este măsurată de un termometru cu infraroșu portabil (figura 2) sau de o cameră termică (Yousfi și colab., 2019). Se face în condiții de vreme senină în zilele fără vânt. Cele mai considerabile diferențe genotipice sunt raportate de la 2 la 3 p. m. (Thapa și colab., 2018) la temperaturi ridicate și umiditate relativă scăzută (Zhang X și colab., 2018). Cercetătorul ar trebui să stea aproape de parcelă pentru a nu arunca umbri locului de măsurare (Pinto și colab., 2010). Dacă o parcelă este semănată în rânduri, cel mai bine este să se stea pe o parte a acestuia, astfel încât termometrul cu infraroșu să fie îndreptat într-un unghi față de rânduri. Dacă acoperirea solului este scăzută, cel mai bine este să se îndrepte termometrul într-un unghi mic față de orizontală pentru a minimiza probabilitatea de a vedea solul (Reynolds și colab., 2001). Termometrul cu infraroșu este ținut la aproximativ 50 cm deasupra lanului, iar măsurătorile sunt luate la 1 m de marginea parcelei (Mason și colab., Sohail și colab., 2020). Cea mai bună fază pentru a efectua măsurători este perioada de umplere a boabelor (Thapa și colab., 2018).

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Prima observație care a fost notată la grâu a constat în notarea prezenței/absenței stratului de pruină (figura 1).

Valoarea temperaturii lanului în parcelele experimentale de grâu și de orz a fost determinată cu ajutorul unui termometru infraroșu, între orele 10-12 în data de 24.05.2024.

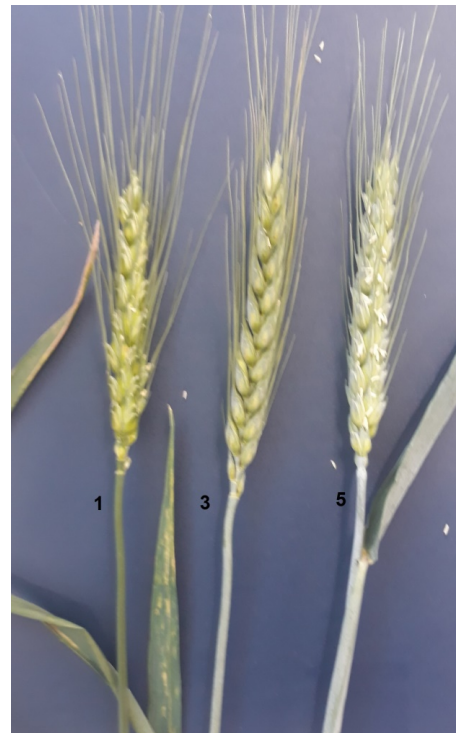


Fig. 1. Notarea genotipurilor cu cerozitate contrastantă

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Valoarea temperaturii lanului în parcelele experimentale de grâu

Nr. crt.	Cod 2024	Denumire linie	Nota pruină	t° lan
1	GDD1-16	18001G2-1	1	25.2
2	GDD1-17	18001G2-2	3	25.6
3	GDD1-18	18001G2-3	1	24.5
4	GDD1-19	18001G2-4	5	25.0
5	GDD1-20	18001G2-5	5	25.1
6	GDD2-6	18086G1-1	4	23.4
7	GDD2-7	18086G4-1	2	23.1
8	GDD2-8	18086G4-2	1	22.4
9	GDD2-9	18086G4-3	3	23.0
10	GDD2-10	18086G4-4	2	24.3
11	GDD2-11	Martor 1	4	23.3
12	GDD2-12	18086G4-5	1	22.2
13	GDD2-13	18087G1-1	2	22.3
14	GDD2-14	18087G2-1	2	22.1
15	GDD2-15	18087G2-2	3	22.9
16	GDD3-1	Martor 2	5	27.1
17	GDD3-2	18159G03-2	4	26.4
18	GDD3-3	18159G04-1	1	27.0
19	GDD3-4	18159G05-1	3	26.7
20	GDD3-5	18163G02-1	2	26.8
21	GDD3-6	18163G02-2	4	26.0
22	GDD3-7	18164G04-1	1	27.2
23	GDD3-8	18164G04-2	1	27.6
24	GDD3-9	18164G04-3	1	26.6
25	GDD3-10	18164G04-4	1	26.7

Valoarea temperaturii lanului în parcelele experimentale de orz

Nr. crt.	Varianta	t° lan	Cod 2024
1	V1	24.0	CC01-01
2	V2	21.3	CC01-02
3	V3	22.9	CC01-03
4	V4	24.3	CC01-04
5	V5	23.6	CC01-05
6	V6	21.4	CC01-06
7	V7	19.4	CC01-07
8	V8	19.8	CC01-08
9	V9	22.6	CC01-09
10	V10	20.3	CC01-10
11	V11	20.5	CC01-11
12	V12	19.7	CC01-12
13	V13	18.9	CC01-13
14	V14	24.8	CC01-14
15	V15	22.5	CC01-15
16	V16	22.3	CC01-16
17	V17	21.7	CC01-17
18	V18	21.6	CC01-18
19	V19	22.0	CC01-19
20	V20	19.9	CC01-20
21	V21	21.7	CC01-21
22	V22	21.4	CC01-22
23	V23	22.3	CC01-23
24	V24	22.0	CC01-24
25	V25	20.6	CC01-25

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Explorarea posibilităților de perfecționare a metodicii de studiu al sistemului radicular

Caracteristicile sistemului radicular sunt importante pentru preluarea apei de la diferite adâncimi din sol, pentru captarea nutrienților din profilul solului și pentru influența ancorajului plantelor asupra rezistenței la cădere. Toate acestea caractere pot avea efecte complexe și uneori contradictorii asupra randamentului cerealelor. Arhitectura sistemului radicular de grâu este strâns legată de unghiul axei rădăcinilor seminale în stadiul de plantulă (Petcu și colab., 2020).

Una dintre metodele folosite încă din anul 2015 este legată de caracterizarea unghiului și numărului rădăcinilor seminale la orz care au fost măsurate folosind metoda clear-pot (câni transparente din plastic) detaliată de Richard și colab. (2015). Boabele au fost semănate vertical, cu embrionul îndreptat către baza ghiveciului la o adâncime de 2 cm, cu un spațiu de 2,5 cm între semințe și 24 de boabe per ghiveci, pe peretele ghiveciului transparent ANOVApot (ANOVApot Pty. Ltd.) (200-mm diam. ,190-mm înălțime, 4 L) în mediu de ghiveci din scoarță de pin (pH6,35, EC = 650 mg kg⁻¹, nitrat = 0, amoniac <6 mg kg⁻¹ și P = 50 mg kg⁻¹). După însămânțare, ghivecele transparente ANOVA au fost plasate în ghivece negre ANOVA (200 mm diam., 190 mm înălțime, 4 L) pentru a exclude lumina din timpul dezvoltării rădăcinilor. Plantulele au fost udate o dată după însămânțare, fără alte substanțe nutritive. Răsadurile au fost cultivate într-o unitate de creștere climatizată, unde a fost adoptată lumină artificială diurnă (12 ore) și setarea temperaturii de 22 și 17 °C (zi versus noapte). Analiza imaginilor s-a efectuat utilizând software-ul ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>).

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Ca primă metodă la INCDA Fundulea (Petcu și colab., 2020, pentru determinarea unghiului rădăcinii seminale, a fost adaptată metoda descrisă anterior și au fost folosite căni transparente de 0,75 L. Ghivecele transparente au fost umplute cu două tipuri de amestec de sol (70% turba și 30% pământ).

Unghiul dintre cele două rădăcini seminale cele mai exterioare a fost măsurat cu programul Image J (figura 3, Hohn și Bektas, 2020)). Datele au fost analizate folosind software-ul de analiză statistică ANOVA în Microsoft Excel.

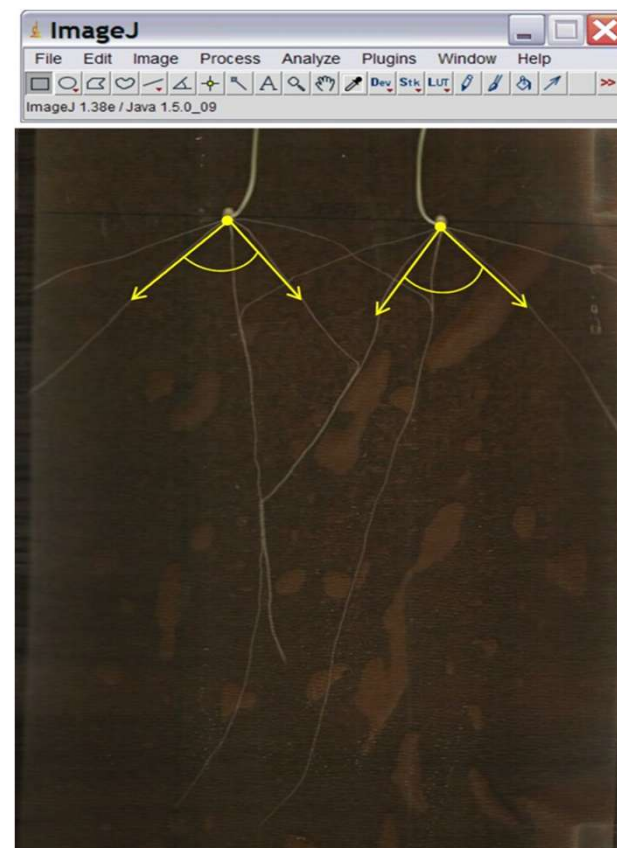


Figura 3. Determinarea unghiului rădăcinilor cu programul IMAGE J

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Fenotiparea rădăcinilor (Zongtao Zia și colab., 2019) a fost efectuată în condiții de seră bine controlate (zile lungi, 16/8 ore zi/noapte și 20/16°C zi/noapte). Pentru a crește capacitatea de fenotipizare, au fost construite cutii de rizot cu trei compartimente, fiecare (lungime $\times$ lățime $\times$ înălțime = 26 $\times$ 1,5 $\times$ 40 cm) separate de plăci transparente de plexiglas și acoperite de cutia de plastic netransparentă spre exterior (Figura 4). Cutiile au fost înclinate cu 60° față de planul orizontal, cu placa de plexiglas pe partea inferioară, astfel încât rădăcinile să poată crește de-a lungul suprafeței. Plantele au fost crescute într-un substrat pe bază de turbă (Klasmann Substrat 1) alimentat cu calciu și potasiu suplimentar (9 g/kg CaCO_3 , 5,04 g/kg CaO precum și 2 g/kg K_2SO_4).



Figura 4. Fenotiparea rădăcinilor în rizobox

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Pentru caracterizarea ideotipului pentru condiții de neirigare a fost necesară cuantificarea eficienței fiziologice a unor aspecte morfologice care au inclus unghiul ascuțit al rădăcinii, adâncimea până la care poate ajunge rădăcina principală și gradul de ramificare laterală. Satisfacerea condițiilor de optimizare morfologică cu o investiție metabolică scăzută joacă un rol important în creșterea achiziției apei și resurselor minerale din sol (figura 5, Schmidt și Gaudin, 2017).

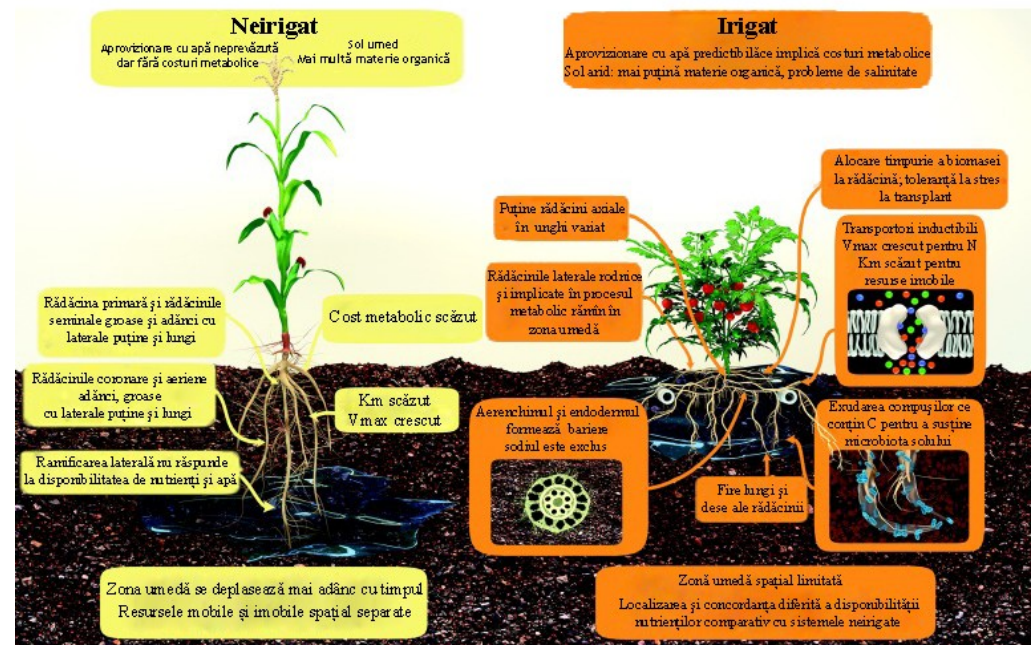


Figura 5. Caracteristicile ideotipurilor neirigate vs caracteristicile ideotipurilor irigate (după Schmidt și Gaudin, 2017).

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

Teste desfășurate în această etapă au demonstrat că metoda poate fi aplicată cu noul soft Fiji derivat din ImageJ, prelucrările fiind mai precise (figura 6, 7, 8).



Figura 6. Preluarea imaginilor pentru unghiul radicular la grâu și orz

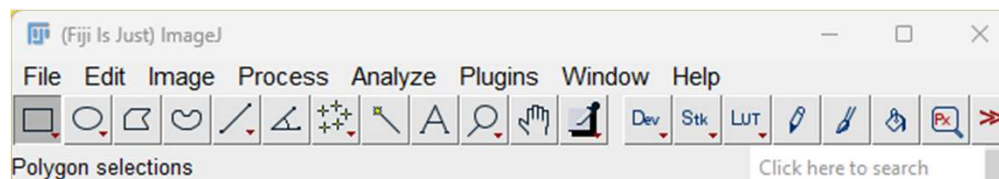


Figura 7. Interfața Fiji (evoluată din ImageJ) utilizată pentru măsurători



Figura 8. Măsurarea unghiului radicular

Faza 3/2024 Inventarierea markerilor moleculari, monitorizarea factorului temperatura lanului și perfecționarea metodei de studiu a sistemului radicular

DISEMINARE

“The impact of expected climate changes in Southeastern Romania on winter wheat yield simulated with DSSAT”, autori: Lazăr Cătălin, INCDA-Fundulea, Caian Mihaela, ANM, Manda Vasile, INCDA-Fundulea, Șerban Gabriela, INCDA-Fundulea, Antoanela Dobre, ANM, Vasilescu Liliana, INCDA-Fundulea.

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Obiectivul fazei: Testarea rezistenței la arșiță, selecția moleculară a pentru alele asociate rezistenței la secetă și arșiță, testarea cerozității și comportării la cădere, modul de simulare a riscului de cădere

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Testarea fiziologică a plantulelor a 50 linii avansate obținute anterior din hibridări cu surse de gene de rezistență

Temperatura optimă pentru creștere și pentru producție la grâul de toamnă este de 18-24°C și chiar perioade scurte de temperaturi de 28-32°C produc reduceri semnificative ale producției, de 20% sau mai mult. Printre însușirile care permit reducerea stresului termic, asigurând o temperatură mai scăzută a plantelor se numără și un sistem radicular care să permită o aprovizionare mai bună cu apă (reglarea temperaturii prin transpirație), iar plantele care își mențin un nivel al clorofilei crescut după expunere la arșiță au un nivel fotosintetic îmbunătățit și reușesc să facă producții mai mari (Ullah et al., 2022).

Ca martor s-a folosit genotipul Drysdale I care este cunoscut în literatura de specialitate ca fiind rezistent la temperaturi ridicate și care în reacțiile de amplificare ADN pentru tehnica KASP (Kompetitive Allele Specific PCR) confirmă prezența genelor de rezistență la secetă și arșiță (ex. gena *Tabas1-B1* cu rol în protecția clorofilei).

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES



Figura 1. Testarea plantulelor la toleranța la temperaturi ridicate

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Din cele 50 de genotipuri analizate 18 dintre ele au depășit martorul pentru lungimea radiculară, se remarcă FDL Consecvent, AGX 1, Giza 160/II și Rubisco.

Se remarcă genotipurile FDL Abund, FDL Evident, Giza 160/I, Voinic, Halberd, Dacic, Giza/II care în prezența arșitei au prezentat o suprafață foliară peste cea a martorului (Figura 1).

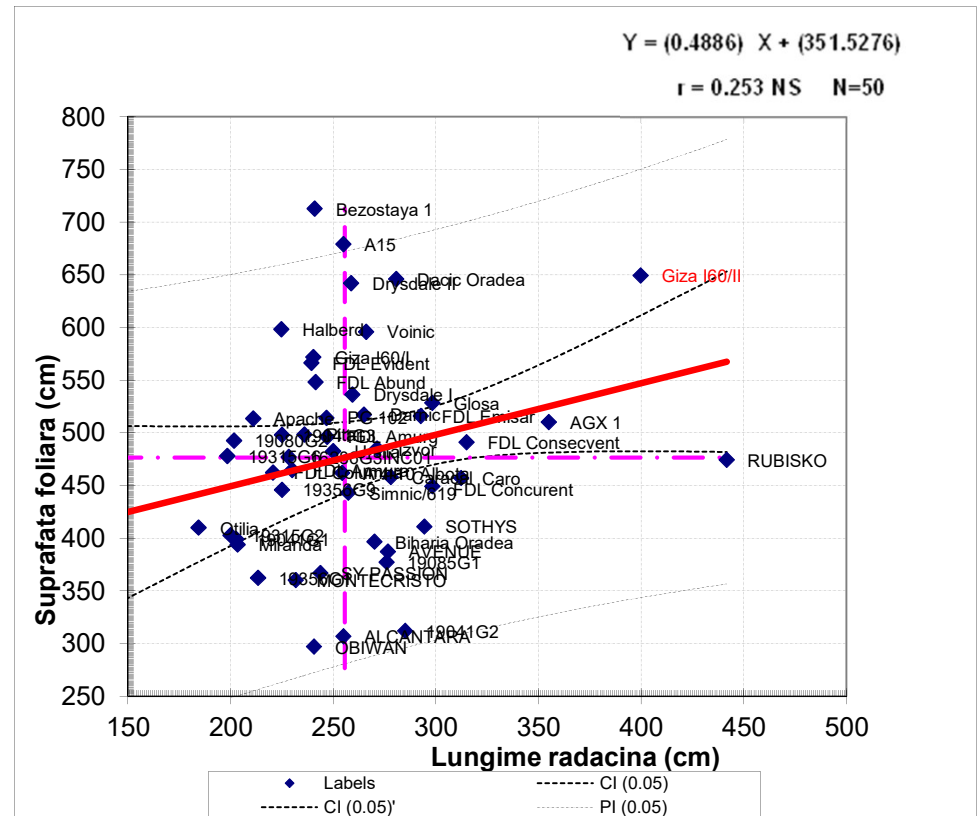


Figura 1. Genotipurile de grâu care s-au remarcat la arșiță

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Relația dintre suprafața foliară și clorofilă după expunerea la temperaturi ridicate (Figura 2) arată că genotipurile Rubisko, Pitar, AGX 1, Drysdale II, Giza 160/I, PG 102, Halberd, Glosa, Izvor, Ursita, FDL Abund, 16286G3INC01, FDL Columna, FDI Concurent, au atât o suprafață foliară ridicată cât și un nivel de clorofilă mai ridicat.

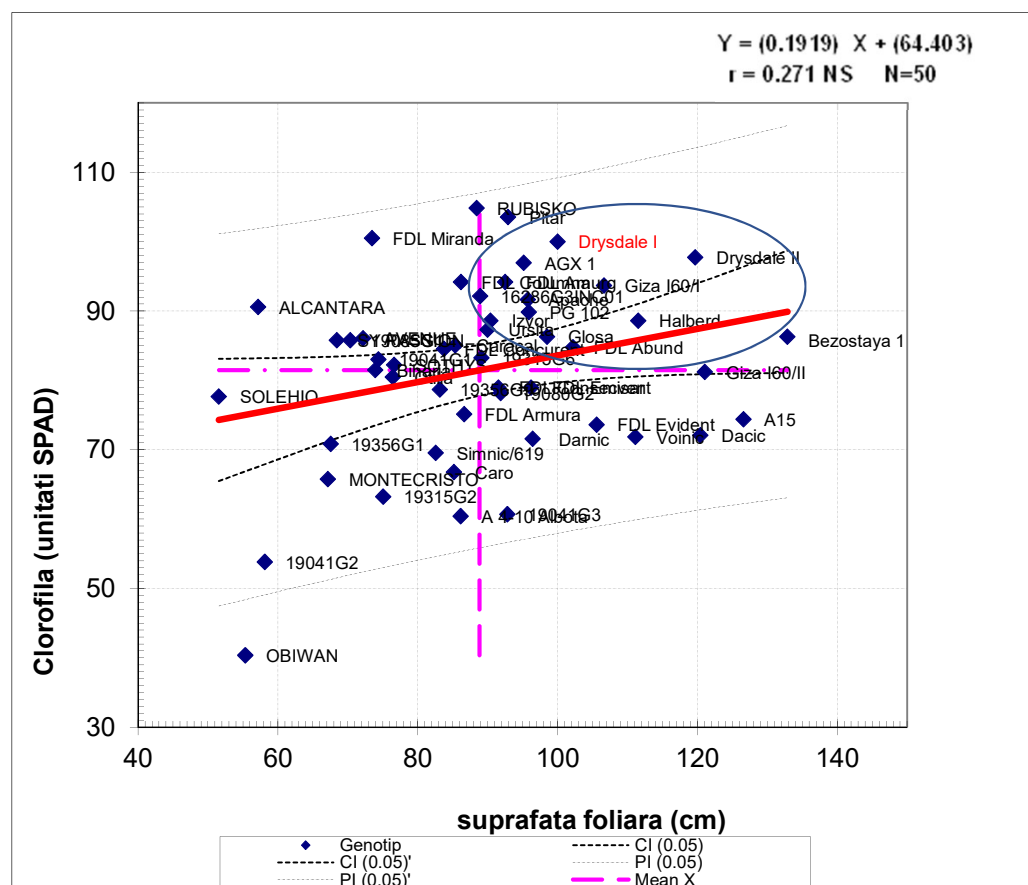


Figura 2. Relația dintre suprafața foliară și clorofilă după expunerea la temperaturi ridicate

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Selecția asistată de markeri la 100 linii de grâu și orz pentru markerii moleculari asociați caracterelor implicate în adaptarea la schimbări climatice

În această fază au fost efectuate o serie de analize moleculare utilizând markeri moleculari (ADN) asociați anterior cu toleranța la secetă.

La nivel molecular, în cadrul acestei activități au fost efectuate analize KASP (Fig. 9) pentru detectarea variantelor alelice favorabile ale unor gene implicate în toleranța grâului la factori de stres abiotic. În vederea realizării acestei analize au fost parcurși următorii pași:

- Extracție ADN din boabe;
- Amplificare ADN/ clivare produși PCR/ analiza SNP cu software-ul KlusterCaller.

Extracția ADN

Probele (boabe) au fost majorate individual, iar din acest material mojarat s-a repartizat în tuburi sterile de 2ml o cantitate de aproximativ 100 mg. Extracția de ADN s-a realizat folosind kitul „NucleoSpin Plant II”.

Amplificarea ADN

Reacțiile de amplificare ADN pentru tehnica KASP (Kompetitive Allele Specific PCR) s-au efectuat cu PACE2.0 Genotyping Master Mix 2x (std. ROX) de la 3CR BIOSCIENCE conform specificațiilor de la producător. Citirea și interpretarea rezultatelor tehnicii KASP s-a realizat cu ajutorul cititorului de plăci FLUOstar Omega (BMG Labtech) și a software-lui KlusterCaller (LGC Biosearch Technologies).

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Majoritatea combinațiilor recente posedă alelele favorabile ale genelor care controlează fracțiile gluteninice (2* și 5+10).

Linia obținută din combinația hibridă a trei linii de grâu posedă markerul NAM-A1, haplotipul favorabil, asociat cu procent mai mare de proteine în bob.

Soiurile de grâu folosite ca martorul cu toleranță ridicată la arșiță din literatura de specialitate confirmă prezența genelor de rezistență la secetă și arșiță.

Evidențierea variantelor **Westonia/Kauz** s-a realizat cu ajutorul tehnicii KASP (fig. 3)

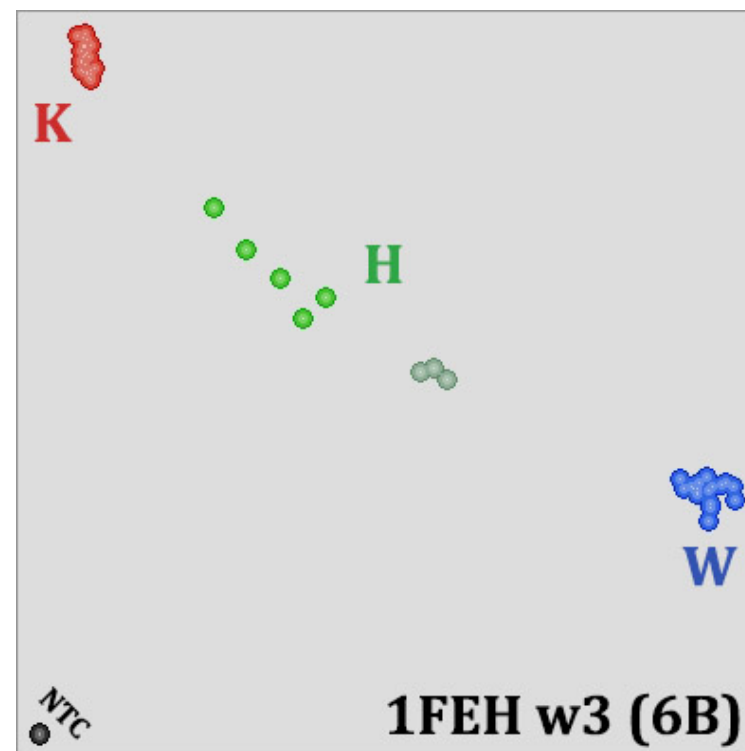


Fig. 3. Evidențierea variantelor **Westonia/Kauz** cu ajutorul tehnicii KASP

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Testarea comparativă a unor linii înrudite contrastante pentru cerozitatea frunzelor

Temperaturile maxime din lunile octombrie, noiembrie și decembrie de iarnă au fost foarte ridicate; cea mai scăzută temperatură a fost înregistrată spre sfârșitul lunii ianuarie (-10°C), însă o perioadă scurtă (fig. 1). Plantele de gâu și orz nu au fost afectate de aceste temperaturi.

Precipitațiile căzute în luna martie, plus temperaturile foarte ridicate, au contribuit la pornirea în vegetație a grâului și orzului mult mai devreme prin comparație cu anii anteriori. Creșterea și dezvoltarea plantelor a fost însă afectată de fluctuațiile de temperatură, astfel că în luna mai temperatura medie lunară minimă a fost de $5,4^{\circ}\text{C}$ iar temperatura maximă medie lunară a fost de $30,0^{\circ}\text{C}$.

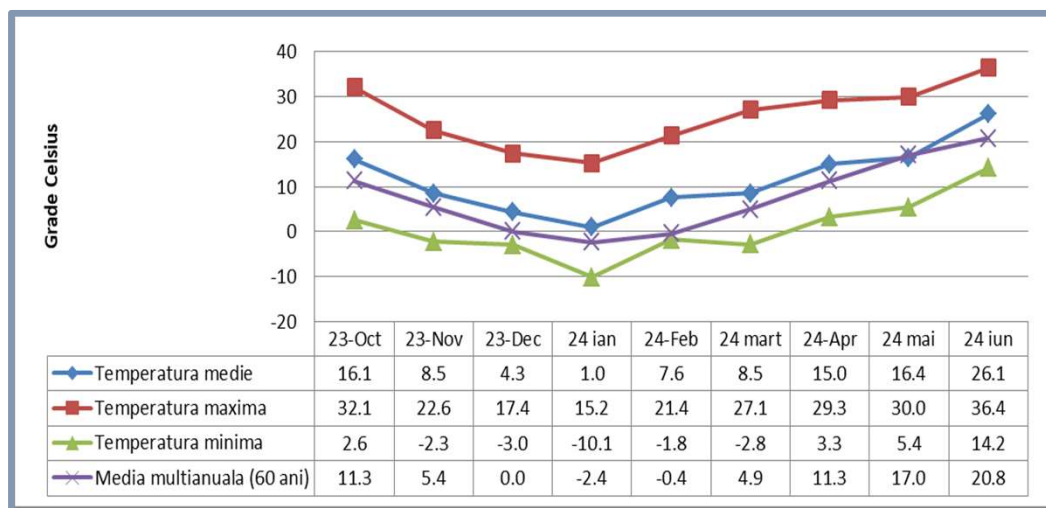


Fig. 1 Temperaturile maxime și minime înregistrate în perioada octombrie-iunie (2023-2024) la INCDA Fundulea

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

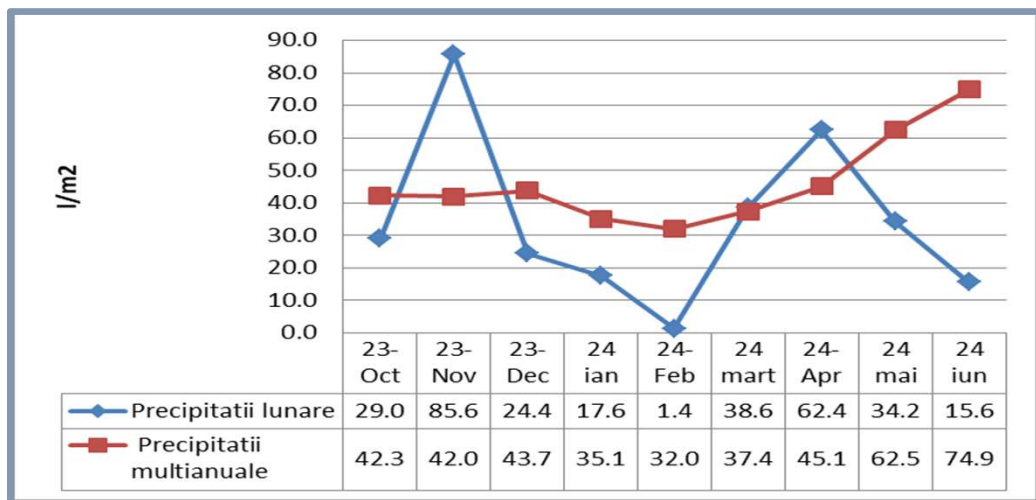


Fig. 2 Precipitațiile înregistrate în perioada octombrie-iunie (2023-2024), comparativ cu media multianuală pe ultimii 60 de ani, la INCDA Fundulea

Luna februarie a fost luna cu cele mai puține precipitații (1,4 l/m², mai puțin cu 30,6 l/m² față de media multianuală) și cu o temperatură maximă de 21,4°C (foarte ridicată prin comparație cu media multianuală).

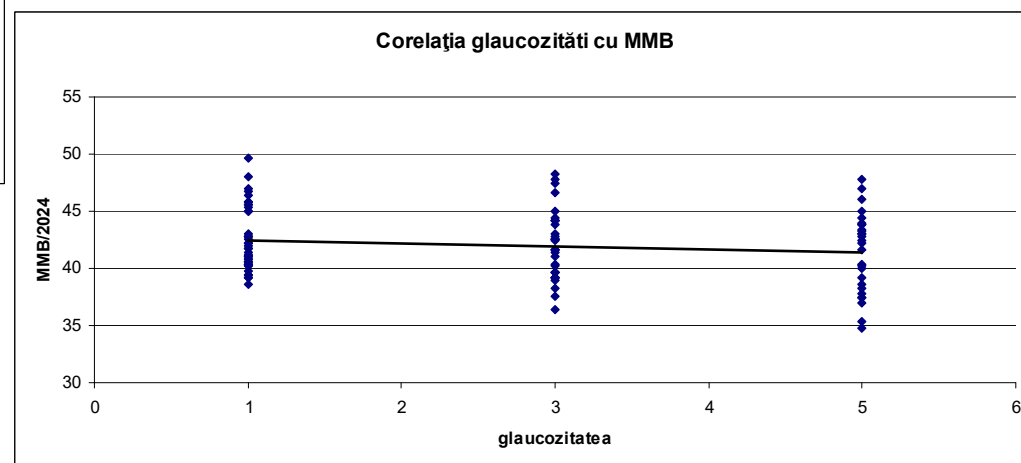
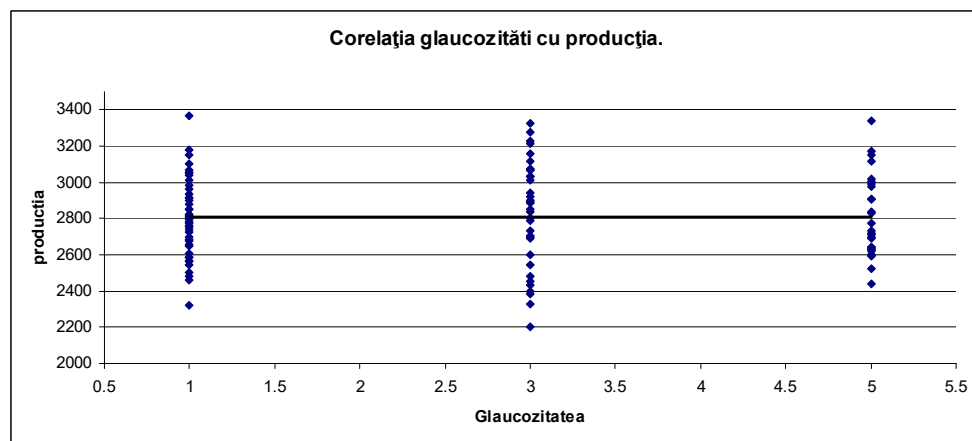
Pe toată perioada de vegetație a grâului și orzului de toamnă în anul agricol 2023-2024 s-au înregistrat 308,8 l/m² (fig. 2) din care în luna iunie numai 15,6 l/m².

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Date experimentale obținute în anul 2024 (glaucozitate, data înspicatului, producția și masa a 1000 boabe)

Nr. ctr.	PROV/2024	Nota glaucozitate	Data înspicatului	Producție (g/parcelă)	MMB (g)
1	GDD22-20	5	24-Apr	3149.0	41.6
2	GDD22-21	1	23-Apr	2657.2	39.4
3	GDD22-22	1	23-Apr	2965.6	45.4
4	GDD22-23	5	24-Apr	2709.0	35.4
5	GDD22-24	1	21-Apr	2605.8	41.0
6	GDD22-25	1	23-Apr	2820.1	40.4
7	Martor 1	5	26-Apr	3114.7	38.6
8	Martor 2	1	24-Apr	2461.8	42.6
9	GDD23-3	3	24-Apr	2919.6	45.0
10	GDD23-4	1	22-Apr	3365.8	40.2
11	GDD23-5	5	26-Apr	2640.4	43.4
12	GDD23-6	3	24-Apr	3066.7	41.6
13	GDD23-7	3	25-Apr	3011.3	44.2
14	GDD23-8	3	25-Apr	2945.3	43.0
15	GDD23-9	3	24-Apr	2838.1	47.8
16	GDD23-10	5	24-Apr	2592.9	43.2
17	GDD23-11	1	23-Apr	2902.8	46.4
18	GDD23-12	1	23-Apr	3068.2	45.8
19	GDD23-13	3	24-Apr	3115.7	39.2
20	GDD23-14	5	26-Apr	2701.0	43.0
21	GDD23-15	1	25-Apr	2783.4	40.2
22	GDD23-16	3	26-Apr	2324.7	41.6
23	GDD23-17	1	26-Apr	2777.6	45.6

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES



În condițiile climatice ale anului 2024 la eșantionul de lini studiat glucozitatea nu s-a corelat cu producția și are o tendință de a se corela negativ cu masa a o mie de boabe fără a atinge pragul pentru semnificație de 5%.

Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Cele mai ridicate producții s-au obținut la trei linii de grâu la care gradul de acoperire cu pruină a fost contrastant. Caracterul glaucozitate se corelează distinct semnificativ cu data înspicatului (0.338^{***}), iar data înspicatului se corelează negativ semnificativ cu producția (-0.230^{*}).



Faza 4/2024 Testarea fiziologică a genotipurilor de perspectivă, selecția asistată de markeri, testarea materialului contrastant pentru cerozitatea frunzelor și efectuarea de noi determinări cu privire la rezistența la cădere și a unui modul CERES

Continuarea determinărilor privind rezistența la cădere și elaborarea unui nou modul CERES Wheat pentru evaluarea riscurilor de cădere în funcție de condițiile meteorologice și statusul simulat al plantei

Literatura de specialitate descrie căderea timpurie a lanurilor de cereale păioase ca fiind un factor important de limitare a producției. Căderea provoacă sterilitate în spiculete, șistăvirea boabelor, recoltatul este dificil și cu pierderi.

Materialul studiat în 2024 este compus din 13 soiuri de grâu și 6 linii de perspectivă. Datorită lipsei precipitațiilor nu a existat cădere în câmpul experimental, astfel nota pentru rezistența la cadere este irelevantă.

În cadrul celor 19 variante talia a fost cuprinsă între 91cm (FDL Miranda) și 77,4 cm (Glosa). Greutatea boabelor pe spic este un factor de producție dar în același timp greutatea spicului influențează negativ rezistența la cădere. Greutatea spicului a variat de la 3,47g la soiul FDL Consecvent până la 1,74g soiul de grâu Semnal.

Studi anterioare au arătat că rezistența la cădere se corelează semnificativ cu lungimea primului internod. Favorabil fiind un internod mai scurt. Varianta cu internodul unu (bazal) cel mai lung a fost o linie de perspectivă cu 6,3cm, în timp ce soiul FDL Consecvent a avut o lungime a internodului unu de 1,6 cm.

Un diametru mai mare al tulpinii se asociază cu o rezistență mai bună la cădere.



Faza 4.2/2024 Evaluarea productivității materialului biologic testat la grâu și orz, caracterizarea indicilor fizici la sămânță și determinarea unor indici de calitate; Analiza statistică a rezultatelor obținute și selecția genotipurilor de grâu și orz

OBIECTIV: Caracterizarea productivității, condiționarea, determinarea indicilor fizici și a calității boabelor la 150 linii de grâu și orz (MMB, conținut în proteine și amidon la orz și MMB, MH și calitate de panificație la grâu); evidențierea genotipurilor valoroase de grâu și orz.

Faza 4.2/2024 Evaluarea productivității materialului biologic testat la grâu și orz, caracterizarea indicilor fizici la sămânță și determinarea unor indici de calitate; Analiza statistică a rezultatelor obținute și selecția genotipurilor de grâu și orz.

Materialul biologic testat la grâu

Numar variantă	PROV/2024	Productie 2024	MMB 2024	MH 2024	Proteina 2024	GW 2024	Zeleny 2024	W 2024	Hardness 2024
1	Martor 1	3315.7	38	79.2	15.4	38.4	56.4	435.5	77.6
2	Martor 2	2894.2	35.2	75.7	15.3	37.5	59.0	435.4	99.1
3	GDD1-13	2973.55	34.8	79.9	15.9	38.7	58.3	474.0	89.9
4	GDD1-14	2993.3	34.6	79.4	15.6	38.0	58.8	453.0	90.1
5	GDD1-9	2938.6	36.3	80.3	15.6	36.6	52.6	485.3	77.7
6	GDD3-5	3018.9	42.7	79.9	13.2	31.6	37.9	358.0	71.1
7	GDD3-7	2969.35	34.4	77.5	13.8	31.9	44.1	372.2	89.0
8	GDD3-9	2968.55	34.4	78.1	13.4	29.8	41.5	372.1	88.5
9	GDD3-20	2939.7	35.0	75.5	14.1	34.5	44.0	404.0	75.5
10	GDD4-5	3264.55	36.3	78.3	14.2	31.9	45.5	405.8	93.4
11	GDD4-7	3264.75	36.1	78.4	14.5	32.7	49.2	412.3	91.1
12	GDD5-16	3135.55	36.8	82.3	14.2	33.2	51.0	413.2	84.8
13	GDD5-23	3250.1	36.9	81.3	14.5	33.5	52.3	430.1	85.6
14	GDD6-25	3105.1	37.4	77.7	15.4	38.8	51.2	436.0	62.5
15	GDD7-7	2713.95	32.4	77.6	14.7	37.0	51.2	395.0	74.3
16	GDD7-8	2801.25	32.3	78.3	14.5	36.1	48.4	391.4	72.3
17	GDD7-16	2631.2	31.1	75.7	15.8	40.5	60.3	449.0	86.3
18	GDD7-20	2575.7	30.4	76.2	17.1	43.9	57.5	506.5	77.9
19	GDD7-23	2853.75	32.8	77.9	16.1	40.9	55.0	496.9	83.8
20	GDD8-5	3131.45	36.4	77.2	15.4	39.2	56.4	434.1	75.6
21	GDD8-10	3077.55	40.5	77.2	15.1	39.2	55.7	400.6	71.3
22	GDD8-19	2964.8	37.6	76.4	14.9	37.6	53.0	417.4	89.6
23	GDD8-23	2939.3	33.8	75.5	15.3	38.5	53.3	437.7	87.5
24	GDD9-4	2832.75	38.4	79.8	15.3	38.4	56.4	445.2	81.9
25	GDD9-6	2911.4	34.1	74.9	14.3	35.4	47.3	406.9	91.5

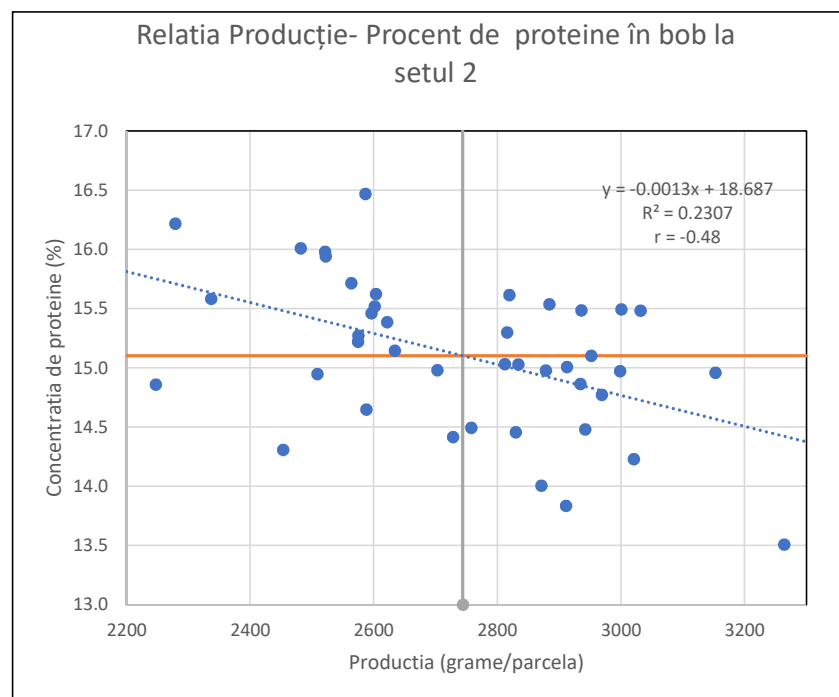
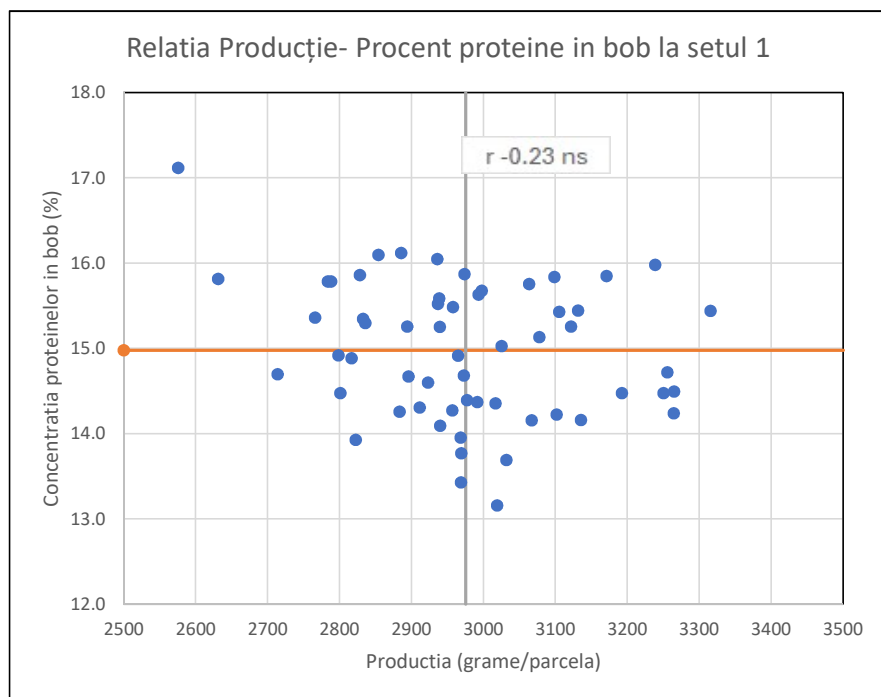
Faza 4.2/2024 Evaluarea productivității materialului biologic testat la grâu și orz, caracterizarea indicilor fizici la sămânță și determinarea unor indici de calitate; Analiza statistică a rezultatelor obținute și selecția genotipurilor de grâu și orz.

Parametri statistici pentru diferite caractere la liniile analizate

	Producția (g/parcela)	MMB (g)	MH kg/hl	Proteine	Zeleny	Puterea aluatului W	Tăria bobului
Media	2878	37.7g	78.8	15.03%	52.9	425.6	82.35
Varianța	50370	14.00	3.68	0.54	26.72	1099.56	56.22
Abaterea standard	224.43	3.74	1.92	0.73	5.17	33.16	7.49
Coeficientul de variație s%	7.79	9.93	2.43	4.88	9.76	7.79	9.11

Comparând coeficienții de variație ai caracterelor analizate, s-a constatat cea mai mare variabilitate pentru MMB, indicele de sedimentație Zeleny și tăria bobului, iar cea mai redusă variabilitate pentru masa hectolitrică. Aceste constatări sunt utile pentru direcționarea lucrărilor de ameliorare

Faza 4.2/2024 Evaluarea productivității materialului biologic testat la grâu și orz, caracterizarea indicilor fizici la sămânță și determinarea unor indici de calitate; Analiza statistică a rezultatelor obținute și selecția genotipurilor de grâu și orz.



Analiza relației dintre producție și concentrația proteinelor în bob a evidențiat liniile care au avut ambele caractere superioare mediei tuturor genotipurilor analizate pentru ambele caracter.

Cunoscuta corelație negativă dintre producție și procentul de proteine a fost semnificativă doar pentru setul 2, care a cuprins linii provenite din aceeași combinație hibridă între părinți contrastanți.

Faza 4.2/2024 Evaluarea productivității materialului biologic testat la grâu și orz, caracterizarea indicilor fizici la sămânță și determinarea unor indici de calitate; Analiza statistică a rezultatelor obținute și selecția genotipurilor de grâu și orz.

Date de producție și calitate înregistrate în anul 2024 la liniile noi de perspectivă de orz și orzoaică de toamnă

Nr. crt.	Genotip	Productia (kg/ha)	MMB (g)	Proteina (%)	Amidon (%)
1	80001/2024	6364.0	41.3	14.5	59.1
2	80002/2024	6232.0	55.5	14.1	59.9
3	80003/2024	5324.0	53.3	14.2	60.3
4	80004/2024	7912.0	43.5	11.7	62.3
5	80005/2024	8472.0	42.4	11.7	62.5
6	80006/2024	8356.0	45.0	11.9	61.0
7	80007/2024	8332.0	47.0	12.3	60.6
8	80008/2024	8500.0	46.5	9.9	62.0
9	80009/2024	8136.0	46.1	11.1	62.1
10	80010/2024	7156.0	44.6	13.0	60.4
11	80011/2024	6532.0	44.8	13.4	59.9
12	80012/2024	5088.0	59.9	14.0	61.9
13	80013/2024	5344.0	54.9	14.5	61.0
14	80015/2024	7992.0	51.2	11.3	63.9
15	80016/2024	6688.0	47.8	13.4	62.0
16	80017/2024	6432.0	44.1	12.0	61.0
17	80018/2024	6828.0	45.0	11.6	61.0
18	80020/2024	6736.0	48.9	12.5	62.6
19	80021/2024	7728.0	39.9	12.1	61.8
20	80022/2024	6372.0	48.1	13.3	62.3
21	80023/2024	6016.0	59.8	12.4	60.3
22	80024/2024	6036.0	57.9	12.8	60.2
23	80025/2024	6868.0	45.6	12.4	61.1
24	80026/2024	6308.0	49.0	12.3	59.6
25	80027/2024	6332.0	49.1	13.0	59.7

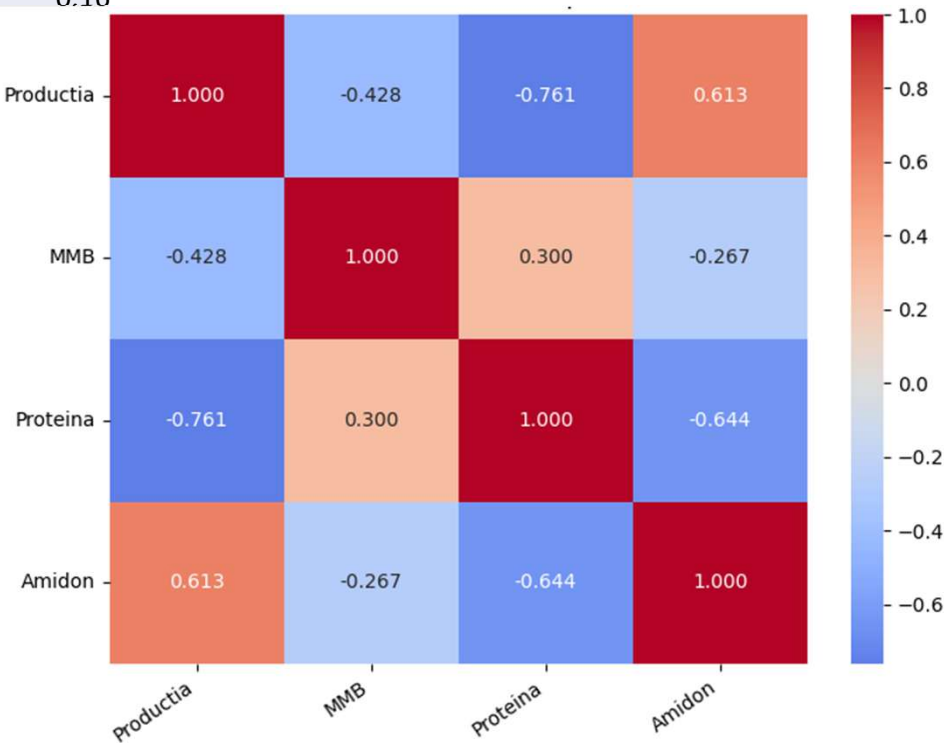
Faza 4.2/2024 Evaluarea productivității materialului biologic testat la grâu și orz, caracterizarea indicilor fizici la sămânță și determinarea unor indici de calitate; Analiza statistică a rezultatelor obținute și selecția genotipurilor de grâu și orz.

Analiza statistică a caracterelor

Caracter	Nr. linii	Media	Varianța	Deviația standard	Eroarea standard
Producția (kg/ha)	50	6893.0	1242923.59	1114.86	157.66
MMB (g)	50	46.5	35.99	6.00	0.84
Proteina (%)	50	12.9	1.35	1.16	0.16
Amidon (%)	50	61.0	1.36	1.16	0.16

Au fost analizate caracterele producția, masa a 1000 boabe, conținutul în proteine și conținutul în amidon la un număr de 50 de linii de perspectivă la orzul și orzoaica de toamnă

Corelațiile dintre caracterele studiate



Faza 4.2/2024 Evaluarea productivității materialului biologic testat la grâu și orz, caracterizarea indicilor fizici la sămânță și determinarea unor indici de calitate; Analiza statistică a rezultatelor obținute și selecția genotipurilor de grâu și orz.

Producția are o corelație negativă cu masa a 1000 boabe (-0.428^{**}) și cu proteina (-0.761^{**}) și o corelație pozitivă cu amidonul (0.613^{**}), aceste corelații fiind semnificative la pragul de 1%.

Variabila MMB are o corelație pozitivă cu conținutul în proteine (0.300^{*}) și nesemnificativă cu conținutul în amidon (-0.267 , semnificativ la pragul de 5%). Conținutul în proteine prezintă o corelație negativă semnificativă (-0.644^{**}) cu conținutul în amidon.

Genotipurile de orz și orzoaică de toamnă care au înregistrat valori ale parametrului masa a 1000 boabe de peste 42g precum și cele care s-au evidențiat cu un conținut scăzut în proteine și ridicat în amidon au fost selectate și vor fi folosite în programul de ameliorare în vederea obținerii de material biologic care să îndeplinească standardele de calitate cerute de industria prelucrătoare (malț și bere). Standardul pentru conținutul în proteine este de 9,5-12% iar pentru conținutul în amidon este de peste 60,0%.