CZU: 633.11
DOI: 10.46727/c.v1.01-02-03-2025.p308-313

TOLERANȚA GRÂULUI COMUN LA SECETA MEDIATĂ DE PEG 6000 ÎN STADIUL INCIPIENT AL CREȘTERII

TOLERANCE OF COMMON WHEAT TO PEG 6000-MEDIATED DROUGHT AT EARLY GROWTH STAGE

***Sașco Elena**, dr., conf. cercet., USM, IGFPP*

***Sașco Elena**, PhD, assoc. prof., Moldova State University, IGPPP,*
ORCID: 0009-0003-1014-4016, elenasasco5@gmail.com

Abstract. *The local common wheat genotypes L101/BT16-04, L101/Od.267, LM/Od.162/M79 and Moldova 11 were investigated at the early growth stage for the response of some morphological characters to the separate and associated action of abiotic factors of drought and temperature. Under optimal temperature conditions, the analysis of variance showed the major weight of genotype in response formation for the RL trait (78.2%). The Water Restriction factor contributed the highest share in the phenotypic variability of GP, SL and PVI (54.6%, 43.8% and 80.7%). Under unfavorable temperature conditions WR factor showed major contributions in the variance of all traits, particularly for SL - 86.1%. The weight of the targeted factors in the variance of RL and SL under both heat treatment conditions indicates a different adaptation of the given traits to drought conditions. At the same time, the high weight of Water Restriction in the variance formation of the SL phenotype reflects a major growth limitation, SL being one of the indices with the highest susceptibility to drought. Cluster analysis (Ward`s method) based on the variability of the Tolerance Index to the concomitant action of abiotic stress factors classified genotype L101/BT16-04 with increased susceptibility for the phenotypic response GP, RL, SL and PVI.*
Keywords: *common wheat, Water Restriction, PEG 6000, Temperature unfavorable, Plant Vigor Index, Tolerance Index.*

Introducere

Grâul (*Triticum aestivum*) este cea mai răspândită cultură alimentară la nivel mondial. Fiind cultivată pe aproximativ 216 milioane de hectare, grâul prezintă, o producție totală de 765 milioane de tone cu un randament mediu de 3,5 t/ha. Contribuind cu 55% din hidrații de carbon și cu 20% din caloriile alimentare în consumul global, cultura menține, totodată, o poziție importantă în comerțul internațional cu cereale [4, 5, 8].

Schimbările climatice globale, cu o multitudine de factori de stres, exercită o amenințare gravă pentru dezvoltarea și productivitatea plantelor de cultură. Extremele de stres abiotic precum seceta, temperatura, salinitatea și dezechilibrul nutritiv al solului prezintă provocări majore pentru securitatea alimentară. La nivel global, starea de umiditate redusă a solului, dar și a atmosferei provoacă modificări morfologice, fiziologice și moleculare în cultura grâului. Stadiile esențiale ale creșterii, adică vegetativă și reproductivă, sunt mai susceptibile de a fi afectate de secetă. Impactul la etapa de germinare și creștere timpurie joacă un rol vital în determinarea randamentului culturii [2, 7, 10].

Dezvoltarea de culturi tolerante la disponibilitatea redusă a apei este un obiectiv major al comunității științifice pentru a asigura securitatea alimentară a populației în creștere. Rezilienta la secetă constituie o trăsătură cantitativă dificilă, poligenă, fiind influențată de factorii biotici și abiotici

ai mediului [5]. Identificarea genotipurilor de grâu cu adaptabilitate la starea redusă a apei este vitală pentru a stimula producția de grâu, care poate fi atinsă doar prin explorarea diversității genetice a germoplasmei locale disponibile. Strategiile de adaptare la schimbările climatice la nivel global includ utilizarea trăsăturii genetice ca *vigoare plantelor* la etapă timpurie a culturii [5].

Depistarea toleranței la secetă în condiții de teren implică resurse considerabile și necesită condiții de mediu adecvate pentru eficacitatea și expresia fenotipică și repetabilă a răspunsului. Prezintă rentabilitate testarea germoplasmei în stadiul incipient de creștere în condiții controlate de laborator. Astfel, germinarea, lungimea tulpinii și indicele de vigoare al plantelor sunt printre cele mai sensibile trăsături la deficitul hidric, urmate de lungimea rădăcinii și lungimea coleoptilului [1, 2, 5, 7; 10]. S-a demonstrat că toleranța la deficitul de apă în stadiul incipient de creștere în condiții controlate corespunde adaptabilității fenotipului la secetă în condiții de câmp [5; 9].

În răspunsul genotipurilor la stresul indus de PEG la etapa timpurie de creștere a fost găsită prezența variațiilor contrastante ale trăsăturilor morfofiziologice. Totodată, analizele corelaționale, clusteriene ale caracterelor au evidențiat genotipurile tolerante la secetă [7].

Studiul de față a fost realizat cu scopul de a evalua 4 genotipuri de grâu local de toamnă pentru potențialul de toleranță la secetă în baza răspunsului unor caractere morfologice la stresul restricțiilor hidrice indus de PEG 6000.

Material şi metode

Au fost investigate genotipurile de grâu de toamnă L101/BT16-04, L101/Od.267, LM/Od.162/M79 și Moldova 11 în stadiul incipient de creștere în condiții de stres hidric. Restricțiile hidrice au fost induse de soluția apoasă de PEG 6000, macromolecule căruia adsorb apa din celula vegetală și mențin un potențial hidric uniform pe parcursul perioadei experimentale. Semințele de grâu, aseptizate în alcool etilic (80%), apoi în clorură de calciu (10%), au fost pregerminate 2ore la 28° C și menținute 6 zile în cutii Petri în condiții de temperatură optimă de 22° C și suboptimă – de 12° C. După necesitate, semințele au fost umectate cu apă distilată sau soluție PEG 6000 în concentrațiile 10% și 16% d/v. A fost investigată variabilitatea fenotipică pentru trăsăturile *Potențialul de germinație* (*PG*), *Lungimea rădăcinii și tulpinii* (*LR* și *LT*) și *Indicele de vigoare a plantelor* (*IVP*) în dependență de tratamentele factorilor de stres abiotic. Indicele de vigoare a plantelor (*IVP*) a fost calculat după formula: Capacitatea de germinație (%) x Lungimea plantei (cm) / 100 [7].

Rezultate și discuții

Datele experimentale obținute au evidențiat formarea diferențiată a răspunsului unor parametri morfofiziologici la acțiunea separată, dar și asociată a factorilor de stres abiotic în condiții controlate. Astfel, valorile medii pentru caracterele *PG*, *LR* și *LT* în condiții de restricții hidrice asociate cu temperatura optimă au variat în intervalul: 63,3 … 93,3%, 97,4… 115,4 mm și 54,6 … 75,0 mm. Acțiunea tratamentelor de secetă pe fondal de temperatură joasă a provocat o diminuare moderată pentru *PG* și *LR* (61,7…75,0%; 50,8…67,1mm), dar o diminuare majoră pentru fenotipul *LT* (19,2…30,4 mm). Indicele de vigoare a plantelor (*IVP*), calculat integral din produsul procentului de germinare la lungimea plantei integre a înregistrat o dependență majoră de gradația tratamentului de temperatură, cât și de tratamentul de disecare. În raport cu temperatura optimă condițiile de temperatură suboptimă au condus o diminuare a *IVP* la 42,5%, 57,5%, 57,7% și 45,8%, respectiv pentru genotipurile L101/BT16-04, L101/Od.267, LM/Od.162/M79 și Moldova 11. Astfel,

genotipurile L101/BT16-04 și Moldova 11 au manifestat susceptibilitate majoră la acțiune separată a factorului de temperatură suboptimă (Fig. 1).

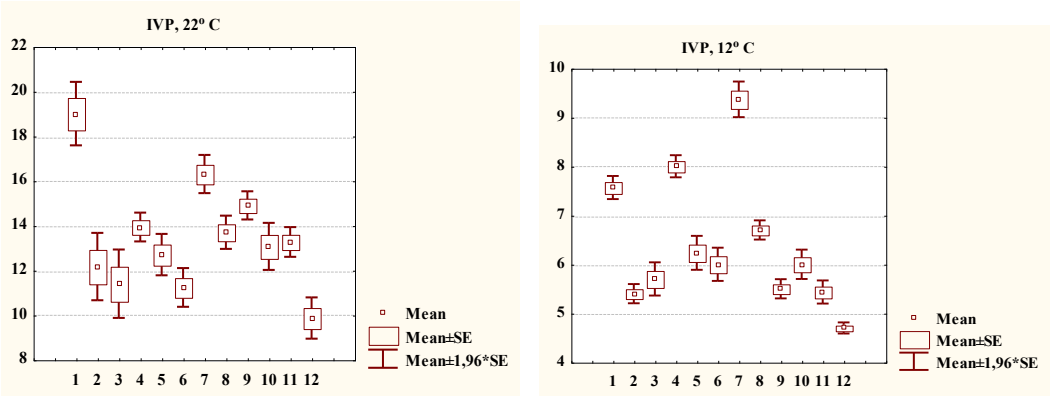

Fig. 1. Răspunsul *Indicelui de Vigoare a Plantelor*
la acțiunea separată și asociată a factorilor de stres abiotic
Pe orizontală: 1, 2, 3–L101/BT16-04; 4, 5, 6–L101/Od.267; 7, 8, 9–LM/Od.162/M79;
10, 11, 12–Moldova 11; 1, 4, 7, 10–Martor; 2, 5, 8, 11–PEG, 10%; 3, 6, 9, 12–PEG, 16%

Analiza varianței în condiții de temperatură optimă a atestat ponderea majoră a genotipului în formarea răspunsului pentru trăsătura *LR* (78,2%). Factorul *Restricții hidrice* a contribuit cu cea mai înaltă pondere în varianța caracterelor *PG*, *LT* și *IVP* (54,6%, 43,8% și 80,7%). În condiții de temperatură nefavorabilă crește rolul genotipului doar în formarea variației *PG*. Pe când, factorul *RH* manifestă contribuții majore în varianța tuturor caracterelor, îndeosebi, pentru *LT* – 86,1%. Ponderea factorilor vizați în varianța *LR* și *LT* în ambele condiții de tratament termic indică o adaptare diferită a caracterelor date la condițiile de secetă [4, 7; 8]. Totodată, ponderea înaltă a *RH* în formarea variabilității *LT* reflectă o limitare avansată a creșterii, *LT* fiind unul din indicii cu cea mai înaltă susceptibilitate la secetă [3, 4]. Contribuția majoră a *RH* în varianța *IVP* (80,7%, 71,8%) pentru ambele tratamente de secetă demonstrează necesitatea utilizării caracterului în testarea grâului comun pentru toleranță la acțiunea factorilor de stres abiotic (Tab. 1).

Tabelul 1. Contribuția surselor de variație on manifestarea unor caractere cantitative
la grвul comun sub acțiunea tratamentelor de secetr on stadiul incipient de creștere

Sursa de variație	**Grade de libertate**	***Potențial de germinare***	***Lungimea rădăcinii***	***Lungimea tulpinii***	***Vigoarea plantei***
Tratament de secetă la 22° C					
Genotip (*G*)	3	28,0***	78,2***	41,2***	8,4**
Restricții hidrice (*RH*)	2	54,6***	11,4*	43,8***	80,7***
G x *RH*	6	15,0***	5,1	13,8***	0,5***
Eroarea	24	0,9	5,3	1,2	1,3
Tratament de secetă la 12° C					
Genotip (*G*)	3	43,7***	22,4***	8,7***	23,0***

Restricții hidrice (*RH*)	2	40,2***	54,3***	86,1***	71,8***
G x *RH*	6	14,6***	21,0***	4,8***	5,0***
Eroarea	24	1,5	2,3	0,5	0,2

*, **, *** - suport statistic pentru $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$.

Indicele de toleranță (*IT*) prezintă procentul de reducere a trăsăturii în condiții de stres raportat la cel din varianta *Martor*. Genotipurile L101/Od.167 (A) și Moldova 11 (D) au înregistrat un impact negativ asupra *PG*, fiind atestată toleranță moderată (<-20%) și/sau susceptibilitate moderată (<-30%) a fenotipului. Unul dintre motivele diminuării *LT* și *LR* în condiții de stres de secetă ar putea fi lipsa transferului substanțelor nutritive din țesuturile de depozitare a semințelor în embrion și poate fi asociat cu faptul că sunt afectate celulele meristeme [6]. Mai puternic procesul de diviziune și alungire celulară este perturbat pentru rădăcină și tulpină la interacțiunea factorilor *RH* cu temperatura joasă la genotipul L101/BT 16-04 (A). Totodată, interacțiunea factorilor vizați a afectat mai puțin rădăcina și tulpina la genotipul Moldova 11 (D). *Indicele de toleranță* pentru răspunsul la acțiunea disecatului în concentrația 16% a înregistrat susceptibilitate avansată pentru *LT* la L101/BT 16-04 (A), L101/Od.162 (B), dar și LM/Od.162/M79 (C). Afirmația, că *LT* este unul din cei mai susceptibili indici la acțiunea factorilor de secetă este vizată în mai multe cercetări [6]. *Indicele de toleranță* pentru *IVP* a fost diminuat major la L101/BT16-04 (-70%). Valori relativ mai avansate înregistrate pentru genotipul L101/Od.162 (B) relatează o adaptabilitate mai înaltă a caracterului integral *Vigoarea Plantei* în condițiile de asociere a factorilor nefavorabili de stres abiotic (Fig. 2).

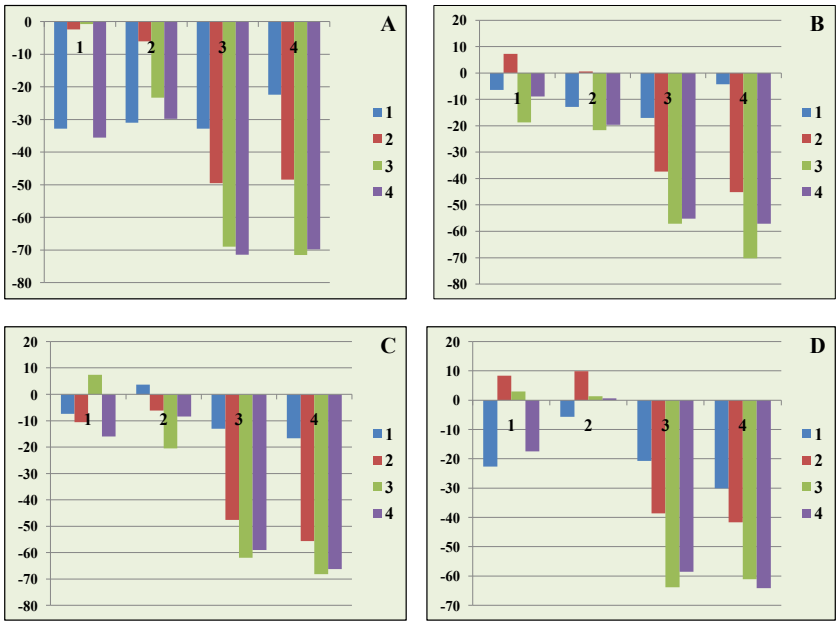

Fig. 2. Variabilitatea *Indicelui de toleranță* în răspunsul grâului comun L101/BT16-04 (A), L101/Od.267 (B), LM/Od.162/M79 (C) și Moldova 11 (D) la acțiunea factorilor abiotici

Pe orizontală: 1, 2–Tratament termic, 22° C; 3, 4– Tratament termic, 12° C;
Pe verticală, stânga–*Indicele de toleranță*; Pe verticală, dreapta: 1–*Potențialul de germinare*;
2–*Lungimea rădăcinii*; 3–*Lungimea tulpinii*; 4–*Indicele de Vigoare a Plantei*

Analiza clusteriană (*Ward`s method*) în baza variabilității *Indicelui de Toleranță* pentru răspunsul fenotipic *G*, *LR*, *LT* și *IVP* la acțiunea concomitentă a factorilor de stres abiotic a distribuit variantele de interacțiune în 2 clustere. Genotipurile L101/Od.267 (2), LM/Od.162/M79 (3) și Moldova 11 (4) au format cluster separat cu o adaptabilitate mai înaltă la acțiunea asociată a factorilor de stres. Genotipul L101/BT16-04 (1) a manifestat susceptibilitate sporită (Fig. 3).

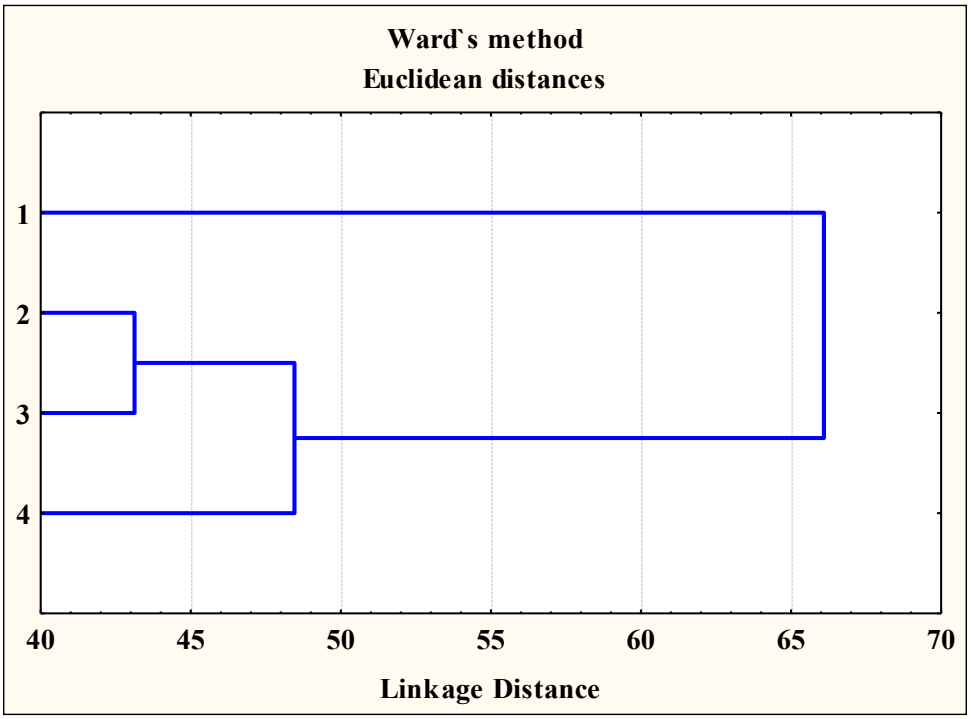

Fig. 3. Dendrograma de distribuție a genotipurilor de grâu în baza *Indicelui de toleranță* pentru caracterele *PG*, *LR*, *LT* și *IVP* la acțiunea asociată a factorilor de stres abiotic
Pe verticală: 1 – L101/BT16-04; 2 – L101/Od.267; 3 – LM/Od.162/M79; 4 – Moldova 11

Concluzii

Analiza varianței în condiții de temperatură optimă a atestat ponderea majoră a genotipului în formarea răspunsului pentru fenotipul *Lungimea rădăcinii*. Pe când, în condiții de temperatură nefavorabilă factorul *RH* manifestă contribuții majore în varianța tuturor caracterelor, îndeosebi, pentru *LT* – 86,1%, indice cu cea mai înaltă susceptibilitate la secetă.

Rezultatele studiului sugerează că mecanismul prin care se manifestă stresul cauzat de asocierea factorilor *Restricții hidrice* și *Temperatură suboptimă* a variat în funcție de constituția genetică a soiului de grâu investigat. Analiza clusteriană (*Ward`s method*) în baza variabilității *Indicelui de Toleranță* pentru răspunsul fenotipic *PG*, *LR*, *LT* și *IVP* la acțiunea concomitentă a factorilor de stres abiotic a distribuit variantele de interacțiune în 2 clustere. Genotipurile L101/Od.267, LM/Od.162/M79 și Moldova 11 au format cluster separat cu o adaptabilitate mai înaltă la acțiunea asociată a factorilor de stres. Genotipul L101/BT16-04 a manifestat susceptibilitate sporită.

Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului 011102 Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării.

Lista bibliografică

1. AHMED H.G. et al. Selection Criteria for Drought-Tolerant Bread Wheat Genotypes at Seedling Stage. *Sustainability*. 2019, *11*(9) 2584. https://doi.org/10.3390/su11092584
2. AL KHATEEB W. et al. Phenotypic and molecular variation in drought tolerance of Jordanian durum wheat (Triticum durum Desf.) landraces. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 2017, 23(2), 311-319. doi: 10.1007/s12298-017-0434-y
3. BECKER S.R. et al. Root traits contributing to drought tolerance of synthetic hexaploid wheat in a greenhouse study. *Euphytica*. 2016, 207, 213–224.
4. KRISHNA K.V.; NEROJU M.; NEROJU V. K. Drought Resistance in Wheat (Triticum Aestivum L). *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. 2024, 27(8), 409-415. https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i81153.
5. PEQUENO D.N.L. et al. Climate impact and adaptation to heat and drought stress of regional and global wheat production. *Environ. Res. Lett.* 2021, 16 054070. https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd970
6. MANSOUR A.M.; INDOUSH A.H. Effect of Drought Stress by Polyethylene Glycol 6000 on Six Wheat *(Triticum aestivum* L.) Varieties at Germination and Seedling Stages. *International Journal of Agriculture and Biological* Sciences. 2020, 4(4), 1-12. https://doi.org/10.5281/zenodo.4040889
7. QADIR S.A. Wheat Grains Germination and Seedling Growth Performance under Drought Condition. *Basrah J. Agric. Sci.* 2018, 31(2), 44-52.
8. RAVEENA; BHARTI R.; CHAUDHARY N. Drought Resistance in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019, 8(09), 1780-1792. DOI:10.20546/ijcmas.
9. SAHA R.R. et al. Selection of drought tolerant wheat genotypes by osmotic stress imposed at germination and early seedling stage. *SAARC J. Agri*.. 2017, 15(2), 177-192.
10. SURBHAIYYA S.D. et al. *In-vitro* Based Screening of Promising Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Osmotic Stress Imposed at Seedling Stage. *Int. J. Cur. Microbiol. App.Sci.* 2018, 10 (1), 2500-2508.