

REAȚIA SOIURILOR AUTOHTONE DE GRÂU LA ACȚIUNEA FACTORILOR DE STRES ÎN CONDIȚII DE CÂMP

Sașco Elena, <https://orcid.org/0009-0003-1014-4016>

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
e-mail: elenasasco5@gmail.com

Summary. Common wheat, in the course of domestication, developed unique or differentiated mechanisms of adaptation to abiotic stressors through morphological or growth, physiological and biochemical pathway modifications. Classification based on the plasticity of the response to drought stressors under field conditions (*Relative Water Content* and *Dry Mass*), and at 46° C temperature under laboratory conditions (*Cell Membrane Stability Index*) showed a distribution of wheat genotypes into 2 clusters. The genotypes Mirg./Od.162/M79 and M5/Mirg./Od.162, set at the smallest *Euclidean distance* 4.3 with the highest *Mean values* (72.5 and 72.8) were categorized into the cluster with the most advanced tolerance and can be used in improving the genetic gain for drought tolerance.

Keywords: *Triticum aestivum* L., relative water content, dry mass, cell membrane stability.

Introducere

Grâul (*Triticum aestivum* L.) este una dintre culturile vitale de bază la nivel mondial, în virtutea contribuției sale semnificative la securitatea alimentară și nutrițională în lume. Grâul este cultivat pe aproximativ 215 milioane ha și contribuie în consumul global cu 55% din hidrații de carbon și cu 20% din kaloriile alimentare, menținând, totodată, o poziție importantă în comerțul internațional cu cereale. Producția globală de grâu a fost estimată în 2020 la 772,64 milioane de tone [2, 10].

Schimbările climatice globale, însoțite de extreme de secetă, temperatură, salinitate, dar și dezechilibru nutritiv, exercită o constrângere majoră pentru producția de cereale. La nivel global, deficitul de apă a devenit cea mai critică problemă din cauza efectelor negative asupra creșterii și performanței plantelor. Diminuarea resurselor de apă ca urmare a schimbărilor climatice devine o amenințare globală severă la adresa securității alimentare [1]. Stadiile esențiale ale culturii, adică vegetativă și reproductivă, sunt mai susceptibile de a fi afectate de secetă. Stresul termic afectează creșterea vegetativă, dar, în mod deosebit, acumularea de biomasă. Pierderea globală a randamentului culturilor cerealiere se datorează daunelor cauzate de căldură în stadiile de reproducere și maturare. Rezultatele negative finale ale stresului termic includ durata mai scurtă de umplere, scăderea numărului și greutateii, dar și calitatea redusă a boabelor de grâu [6, 8].

Grâul a dezvoltat mecanisme unice sau diferențiate de adaptare atât la stresul hidric, cât și la cel termic prin modificări morfologice sau de creștere, ale căilor fiziologice și biochimice, cât și ale reacțiilor enzimatic [6]. Problema rezistenței grâului la secetă capătă o importanță deosebită în agricultura mondială. Se estimează că schimbările climatice vor afecta țările din Africa și Asia de Sud până în 2050 cu reduceri medii ale randamentului de 15% –16%. Totodată, producția globală de grâu ar putea fi afectată în mare măsură, deoarece țările producătoare de grâu de top, cum ar fi India, Rusia, Australia și Pakistan vor avea randamente în scădere [10]. În modelele climatice referitor la zece zone de cultivare a grâului din Europa, efectul dăunător al stresului cauzat de secetă poate fi redus datorită adaptării fenologiei grâului, cât și îmbunătățirii răspunsului unor caractere genetice la deficitul de apă [12].

Coexistența stresului termic cu cel de secetă afectează similar funcția membranei celulare. Nivelul deteriorării depinde de gradul de nesaturare a lipidelor din membrană. Stresul hidric

manifestă un impact semnificativ pentru masa proaspătă și uscată a plantelor. Totodată, mecanismele și procesele morfologice de adaptare la secetă sau la stres termic variază considerabil. Plantele se adaptează la stresul de secetă crescând absorbția de apă, reducerea suprafeței frunzelor și creșterea rădăcinilor. Strategiile de adaptare pentru toleranța la căldură cuprind scăderea temperaturii tulpinii prin creșterea transpirației, numărului de frunze [3, 5, 9].

Dezvoltarea soiurilor cu potențial de randament ridicat pentru a atenua efectele adverse ale impactului restricțiilor de secetă și căldură constituie sarcina imperativă în tehnologiile agricole. Unul din pașii primordiali în ameliorarea grâului este explorarea diversității genetice a germoplasmei locale [7, 9].

Studiul de față a fost realizat cu scopul de a evalua răspunsul grâului comun de toamnă la acțiunea factorilor abiotici și de a evidenția liniile locale cu adaptabilitate înaltă în condițiile de câmp ale a. 2024.

Materiale și metode

Au fost investigate genotipurile de grâu de toamnă: Mirgorodski/Odeschi162 x Moldova 79 (Mirg./Od.162/M79), Moldova 614; Moldova 66; Moldova 79 x Mirgorodski/Odeschi162 (M79/Mirg./Od.162) și Moldova 5 x Mirgorodski/Odeschi162 (M5/Mirg./Od.162) în condiții de câmp și laborator. A fost cercetată variabilitatea fenotipică pentru trăsăturile *Masa Proaspătă*, *Masa Turgidă* și *Masa Uscată* (*MP*, *MT* și *MU*) a frunzei steag în condiții de umiditate variată. Conținutul Relativ de Apă (*CRA*) a fost determinat pentru aproximativ 10 frunze selectate aleatoriu din fiecare genotip. *CRA* a fost determinat după Turner, 1986 [11, 13] și calculat în baza formulei:

$$CRA (\%) = (MP - MU) / (MT - MU) \times 100.$$

Indicele de stabilitate a membranei celulare (*ISMC*) a fost determinat în condiții de laborator prin măsurarea conductivității electroliților celulari a frunzei steag, deteriorate la temperaturile de 46° C și 100° C în raport cu varianta Control. Indicele de stabilitate a membranei celulare (*ISMC*) cât și indicele de deteriorare (*IDMC*) în variantele *C* și *T* au fost determinate și calculate după [4, 13].

$$ISMC, \% (C) = (1 - C_1/C_2) \times 100;$$

$$ISMC, \% (T) = (1 - T_1/T_2) \times 100;$$

$$IDMC, \% = [1 - (1 - T_1/T_2) / (1 - C_1/C_2)] \times 100.$$

Rezultate și discuții

Conținutul relativ de apă (*CRA*) este considerat a fi unul dintre indicatorii relevanți pentru diagnosticul toleranței la secetă. Probele de frunze de grâu comun au fost prelevate în faza post anteză în condiții variate de umiditate: *Control* și *Secetă*. Au fost găsite diferențe genotipice semnificative ($p < 0,05$) pentru trăsătura (*CRA*) atât în condiții *Control* (88,4...86,0%), cât și în condiții de stres de secetă (85,0...81,3%). În raport cu varianta *Control* pentru genotipurile cercetate a fost evidențiată o scădere variată, statistic autentică a indicelui *CRA*. Fenomenul indică un echilibru variat între capacitățile de absorbție și debursare a apei prin transpirație în condițiile de stres de secetă [1]. Indicele de reducere a caracterului *CRA* sub presiunea secetei a atestat o gradație joasă, fenomen stabilit în restricțiile hidrice în condiții de câmp [13]. Totodată, genotipurile 1, 2 și 5 au manifestat în condițiile de secetă tolerantă pentru indicele *CRA*. Autorii Shar et al., 2021 au menționat că genotipul cu manifestare mai avansată a indicelui *CRA* în condiții de stres de secetă posedă randamente sporite, pe când diminuarea *CRA* – corespunde reducerii vigoriei plantei.

Masa frunzelor steag uscată la temperatura de 80° C a variat în diapazon mai larg în varianta *Control* (35,2...31,0%) în raport cu varianta *Secetă* (34,0...32,9%). În condiții de secetă pentru *MU* au fost atestate diminuare, majorare, dar și valori la nivelul variantei *Control*. O diferență semnificativă au stabilit Mirg./Od.162/M79 și M5/Mirg./Od.162, genotipurile fiind clasificate cu toleranță înaltă la deficitul de apă (Tabelul 1).

Tabelul 1

Conținutul relativ de apă și masa uscată a frunzelor steag în condiții variate de umiditate

Nr.	Genotip	Conținutul relativ de apă, %			Masa uscată, %		
		Control	Secetă	Diferența	Control	Secetă	Diferența
1	Mirg./Od.162/M79	88,1±0,4	84,1±0,3	-4,5	31,8±0,2	34,0±0,1	6,9
2	Moldova 614	86,6±0,6	84,3±0,4	-2,7	33,3±0,3	32,9±0,3	-1,2
3	Moldova 66	86,6±0,7	81,3±0,3	-6,1	35,2±0,1	33,9±0,1	-3,7
4	M79/Mirg./Od.162	88,4±0,9	83,2±0,5	-5,9	32,6±0,3	33,2±0,3	1,8
5	M5/Mirg./Od.162	86,0±0,2	85,0±0,1	-1,2	31,0±0,3	33,5±0,1	7,5
	Media	87,1	83,6	-4,1	32,8	33,5	2,2

*- p<0,05

Termostabilitatea membranei celulare este o caracteristică valoroasă pentru selectarea genotipurilor de grâu tolerante la căldură [3]. Pentru determinarea ISMC probele de frunză steag au fost prelevate în faza de lapte-țeară, stadiul de maturare, când genotipurile de grâu pot fi clasificate ușor pentru toleranță la restricțiile de temperatură [6]. Indicele SMC a prezentat o manifestare avansată a funcționalității membranei celulare, deci și a rezistenței la temperatura de 46° C pentru genotipurile Mirg./Od.162/M79, M79/Mirg./Od.162 și M5/Mirg./Od.162 (ISMC > 60%). Indicele IDMC a manifestat valori ridicate ale leziunii membranei celulare pentru genotipurile 2 și 3 (Fig. 1).

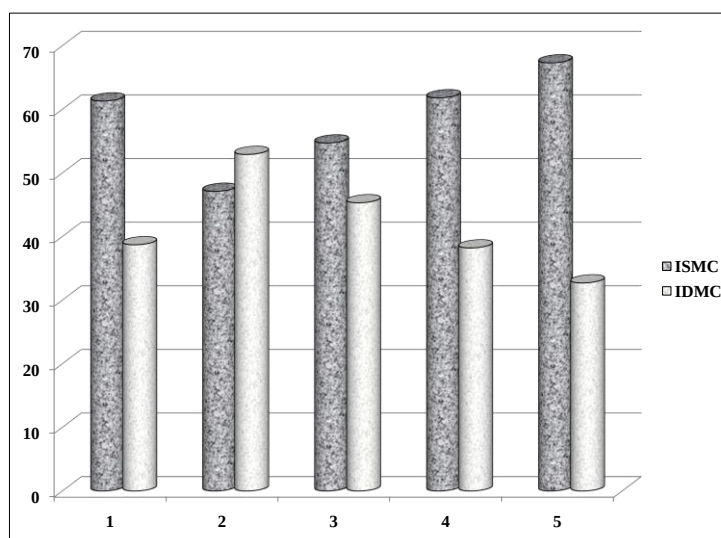


Figura 1. Manifestarea ISMC și a IDMC în răspunsul grâului comun la temperatura de 46° C
1 – Mirg./Od.162/M79; 2 – Moldova 614; 3 – Moldova 66;
4 – M79/Mirg./Od.162; 5 – M5/Mirg./Od.162

Clasificarea în baza plasticității răspunsului la factorii de stres de secetă în condiții de câmp, dar și de temperatură înaltă în condiții de laborator a prezentat o distribuție a genotipurilor de grâu în 2 cluster. Genotipurile Mirg./Od.162/M79 și M5/Mirg./Od.162, stabilite la cea mai mică distanță euclidiană 4,3 au fost încadrate în clusterul 1. Genotipurile vizate au manifestat cele mai înalte valori ale Mediei (72,5 și 72,8) dar și ale Deviației standard (28,4 și 28,6), fiind atestate cu cea mai înaltă adaptabilitate la factorii abiotici ai mediului, au prezentat toleranță avansată. De asemenea, genotipurile 2 și 4, specificate cu valori ridicate ale indicilor CRA și MU au format un subcluster separat, manifestând toleranță medie (Fig. 2).

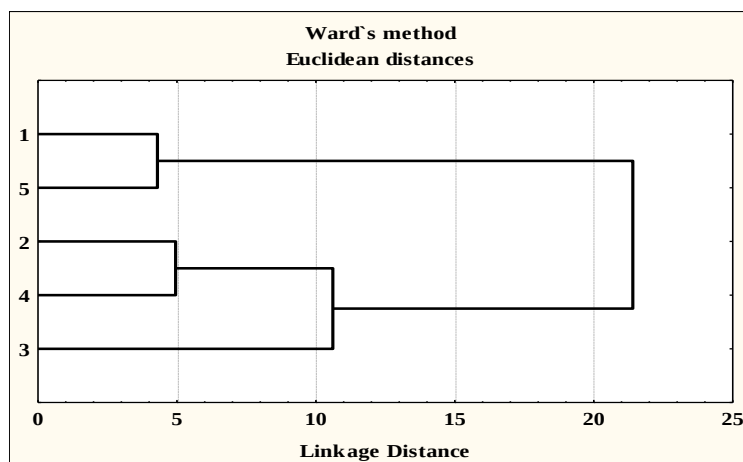


Figura 2. Dendrograma de repartiție a grâului comun pentru răspunsul indicilor *CRA*, *MU*, *ISMC* și *IDMC* la acțiunea factorilor de stres abiotic

Pe verticală: 1 – Mirg./Od.162/M79; 2 – Moldova 614; 3 – Moldova 66;
4 – M79/Mirg./Od.162; 5 – M5/Mirg./Od.162

Autorii Ahmed et al., 2019 au sugerat că genotipurile performante pentru masa uscată, dar și termostabilitatea membranei celulare ar îmbunătăți câștigul genetic pentru toleranță la secetă [1].

Concluzii

Genotipurile Mirg./Od.162/M79, Moldova 614 și M5/Mirg./Od.162 au manifestat toleranță pentru indicele *Conținutul Relativ de Apă*, ceea ce ar crea premise pentru un randament sporit în condiții de secetă.

Grâul comun Mirg./Od.162/M79 și M5/Mirg./Od.162 au prezentat o diferență pozitivă a indicelui *Masa uscată* în varianta *Secetă* în raport cu *Controlul*, astfel, genotipurile au fost clasificate cu toleranță înaltă la deficitul de apă.

Indicele de *Stabilitate a Membranei Celulare* a manifestat o plasticitate avansată a funcționalității membranei celulare ($ISMC > 60\%$), deci și a toleranței plantelor la temperatura de 46° C pentru genotipurile Mirg./Od.162/M79, M79/Mirg./Od.162 și M5/Mirg./Od.162.

Clasificarea grâului comun în baza plasticității răspunsului la factorii de stres de secetă în condiții de câmp (*Conținutul relativ de apă* și *Masa Uscată*), dar și la temperatura 46° C în condiții de laborator (*Indicele de Stabilitate a Membranei Celulare*) a prezentat o distribuție a genotipurilor de grâu în 2 clustere bine separate. Genotipurile Mirg./Od.162/M79 și M5/Mirg./Od.162, stabilite la cea mai mică distanță euclidiană 4,3 cu cele mai înalte valori ale *Mediei* (72,5 și 72,8) și, deci cu toleranță înaltă au fost încadrate în clusterul 1. Genotipurile vizate pot fi utilizate pentru îmbunătățirea câștigului genetic de toleranță pentru deficiența hidrică și temperaturi ridicate.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului 23.70105.5107.04 „Identificarea și valorificarea genitorilor valoroși de culturi agricole în crearea unei baze genetice autohtone de interes socio-economic” (2024-2025), finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Referințe bibliografice

1. Ahmed H.G. et al. Selection Criteria for Drought-Tolerant Bread Wheat Genotypes at Seedling Stage. In: *Sustainability*, 2019. Vol. 11(9), 2584. <https://doi.org/10.3390/su11092584>
2. Becker S.R. et al. Root traits contributing to drought tolerance of synthetic hexaploid wheat in a greenhouse study. In: *Euphytica*, 2016. Vol. 207, p. 213–224

3. Blum A. Osmotic adjustment is a prime drought stress adaptive engine in support of plant production. In: *Plant, Cell and Environment*, 2017. Vol. 40, p. 4–10. doi: 10.1111/pce.12800
4. Blum A, Ebercon E. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. In: *Crop Sci.*, 1981. Vol. 21, p. 43-47.
5. ElBasyoni I. et al. Cell membrane stability and association mapping for drought and heat tolerance in a worldwide wheat collection. In: *Sustainability*, 2017. Vol. 9: 1606. doi: 10.3390/su9091606
6. Farhad M. et al. Heat stress in wheat: a global challenge to feed billions in the current era of the changing climate. In: *Front. Sustain. Food Syst.*, 2023. Vol. 7:1203721. doi: 10.3389/fsufs.2023.1203721
7. Mahmood T. et al. Incredible Role of Osmotic Adjustment in Grain Yield Sustainability under Water Scarcity Conditions in Wheat (*Triticum aestivum* L.). In: *Plants*, 2020. Vol. 9: 1208; doi:10.3390/plants9091208
8. Miri-Hesar K. et al. Differential Activity of Antioxidant Enzymes and Physiological Changes in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Under Drought Stress. In: *Not Sci Biol*, 2019. Vol. 11(2), p. 266-276. DOI: 10.15835/nsb11210390
9. Pandey P., Ramegowda V., Senthil-Kumar M. Shared and unique responses of plants to multiple individual stresses and stress combinations. In: *Physiological and molecular mechanisms. Front. Plant Sci.* 2015, 6, 723.
10. Pequeno D.N.L et al. Climate impact and adaptation to heat and drought stress of regional and global wheat production. In: *Environmental Research Letters*, 2021. Vol. 16(5), 054070. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd970>
11. Persić V. et al. PEG-induced physiological drought for screening winter wheat genotypes sensitivity – integrated biochemical and chlorophyll a fluorescence analysis. In: *Front. Plant Sci.*, 2022. Vol. 13:987702. doi: 10.3389/fpls.2022.987702
12. Semenov M.A. et al. Adapting wheat in Europe for climate change. In: *Journal of Cereal Science*, 2014. Vol. 59, p. 245-256.
13. Sewore B.M., Abe A., Nigussie M. Evaluation of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance using morphophysiological traits under drought-stressed and well-watered conditions. In: *PLoS ONE*, 2023. Vol. 18(5): e0283347. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283347>