UDC: 632.112:633.111(478) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.20

INFLUENȚA DEFICITULUI HIDRIC ASUPRA GERMINĂRII SEMINȚELOR UNOR GENOTIPURI DE GRÂU

Jelev Natalia
Institute de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chisinau, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-1664-6055, e-mail: natalia.jelev@sti.usm.md

Summary. In order to determine the parameters that can be used as a rapid criterion for assessing drought resistance, the present investigation was carried out to evaluate six wheat genotypes, to the stress of drought induced by polyethylene glycol during germination and seedling growth. Seven parameters characterizing the germination processes were studied; germination energy, germination capacity, speed of germination, speed of accumulated germination, coefficient of the rate of germination, mean germination time, vigor index and two growth parameters; root length and shoot height were measured under the experimental conditions. The average comparison showed that the highest value for the majority were recorded for the genotypes Moldova 16, Moldova 614 and Lăutarii.

Keywords: wheat (*Triticum aestivum* L.), seed, variaties, drought, germination, polyethylene glycol.

Introducere

Republica Moldova este situată în zona climaterică moderat continentală, având o iarnă scurtă, cu puțină zăpadă, și o vară lungă, uneori foarte toridă și uscată. Sub influența variațiilor planetare și regionale ale climei este frecvent supusă secetelor. Aceste fenomene contribuie la accelerarea proceselor de aridizare și deșertificare a terenurilor agricole [1]. Potrivit datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat, în ultimele două decenii, insuficiența de umiditate din sol a devenit mai frecventă și intensivă. În 2022, de exemplu, acest fenomen a avut un impact negativ asupra a circa 80% din teritoriu, cauzând compromiterea semănăturilor grânelor de toamnă. Dintre grânele afectate, cel mai mult a fost afectat grâul în partea de Sud și Centru, iar pe alocuri chiar și în partea de Nord. La nivel global seceta reduce randamentul grâului cu o medie de peste 50%, astfel [2], amenințând prezenta și viitoarea securitate alimentară și nutrițională a lumii [3].

Grâul este cea mai consumată cereală din lume [4], care furnizează din consumul său cca 70% calorii și 80% proteine pentru a satisface necesitățile alimentare ale populației globale. Importanța acestei culturi devine și mai mare datorită creșterii populației și a cererii alimentare [5]. În pofida scenariilor schimbărilor climatice care estimează o probabilitate de manifestare a secetei severe și în următorul deceniu, este necesar ca producția medie anuală de grâu să crească în scopul asigurării cererii viitoare de alimente impusă de creșterea populației la nivel global [6].

O creștere durabilă a producției este o condiție prealabilă pentru a satisface necesarul de hrană al populației globale și pentru a preîntâmpina foamea și malnutriția [7]. Speciile de plante cu diversitate genetică restrânsă suferă de pierderi de randament din cauza stresului abiotic. Prin urmare, creșterea toleranței la stresul de secetă folosind rațional resursele genetice existente și cele noi este cea mai importantă strategie pentru producția durabilă de grâu și pentru evitarea sau atenuarea impactului condițiilor climatice din întreaga lume [8]. Stresul cauzat de secetă are un efect complex asupra morfologiei, fiziologiei și biochimiei, ceea ce duce la întârzierea germinării semințelor, creșterii și dezvoltării plantelor, precum și a productivității grâului. Plantele pot fi afectate de secetă în orice fază de creștere și dezvoltare, dar anumite etape, cum ar fi germinația și creșterea plantulelor, sunt critice [9]. Astfel, obiectivul acestui studiu v-a fi studierea stresului cauzat de deficitul hidric la etapele timpurii de germinare a semințelor genotipurilor de grâu, care ar

ajuta amelioratorii să găsească diferite căi care pot ajuta la combaterea sau ameliorarea efectului stresului de secetă la plante, în special la culturile agricole și pentru a asigura securitatea alimentară la nivel mondial.

Materiale și metode

În anul 2024 au fost efectuate experimente în cadrul laboratorului Biochimia Plantelor din cadrul Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM. Au fost studiate efectele stresului hidric asupra indicilor de germinație și de creștere a plantulelor de grâu, utilizând polietilen glicolul.

În cercetări au fost utilizate semințele soiurilor de grâu Meleag, Moldova 16, Moldova 614, Bijuteria Zâmbrenilor, Lăutarii și Pisanca, recoltate de pe câmpul experimental al IGFPP în toamna anului 2023 și soluție cu concentrația de 15% polietilen glicol (PEG) 6000, preparată prin dizolvarea cantității necesare de PEG în apă distilată la temperatura de 30℃.

Pentru realizarea cercetărilor au fost colectate câte 180 de semințe din fiecare soi. Apoi, acestea au fost supuse sterilizării cu peroxid de hidrogen de 3 % pe parcursul a 15 minute. După sterilizare semințele fiecărui soi au fost separate a câte 90 de semințe pentru varianta martor și experimentală. Fiecare variantă a fost constituită din trei repetiții cu câte 30 de semințe per repetiție. În total pentru șase soiuri au fost semănate 1080 de semințe.

Germinarea semințelor din variantele martor și din cele experimentale a avut loc după semănarea lor între două discuri dreptunghiulare de hârtie de filtru Whatman Nr.1 în caserole (13,5 x 9 x 7,5 cm). Pe hârtia de filtru s-au turnat 10 ml de apă distilată sau soluție de 15% PEG6000 și apoi s-a adăugat soluția sau apă distilată în funcție de necesități. Caserolele au fost acoperite cu capace și acestea la rândul lor fiind sigilate cu mânere speciale pentru a preveni evaporarea. Semințele au fost incubate la 22 ± 1,0℃ la întuneric timp de 10 zile. Numărul de semințe germinate a fost înregistrat în fiecare zi. Semințele au fost considerate „germinate” odată ce radicula s-a alungit la 5 mm. Parametrii de germinație a semințelor au fost înregistrați și calculați conform următoarelor formule [11, 12].

Energia germinativă (EG): EG (%)= (N_t x 100)/N
unde N_t: numărul de semințe germinate după 3 zile. N: numărul de semințe utilizate în biotest.

Capacitatea germinativă (CG): CG (%)= (N_t x 100)/N
unde N_t: numărul de semințe germinate după 5 zile. N: numărul de semințe utilizate în biotest.

Viteza germinativă (VG):$VG = (N_1 \times 1) + (N_2 - N_1) \times 1/2 + (N_3 - N_2) \times 1/3 + \ldots + (Nn - Nn\text{-}1) \times 1/n$
unde N_1, N_2, N_3, …, N_{n-1}, N_n: numărul de semințe germinate în prima, a doua, a treea, … , (n-1), (n) zile

Viteza germinativă acumulată (VGA): $VGA = (N_1/1+N_2/2+N_3/3, \ldots, N_n/n)$
unde N_1, N_2, N_3, …, Nn: numărul acumulat de semințe care au germinat în ziua 1, 2, 3, …, N

Coeficientul ratei de germinare (CRG):
$CRG = (N_1+N_2+N_3+ \ldots +Nn) / [(N_1xT_1) +(N_2xT_2)+(N_3xT_3)+\ldots (NnxTn)] \times 100$
unde N_1: numărul de semințe germinate la T_1 (în prima zi). N_2: numărul de semințe germinate la T_2 (doar în a doua zi). N_3: numărul de semințe germinate la T_3 (doar în a treia zi). N_n: numărul de semințe germinate la timpul T_n (doar în ziua n).

Timpul mediu de germinare (TMG): $TMG\ (zi) = \sum(n \times d) / N$,
unde *n* numărul nou de semințe germinate în fiecare zi, *d* numărul de zile de la începutul testului și *N* numărul total de semințe germinate la terminarea experimentului

Indicele de vigoare (IV): IV = (lungimea totală a răsadului(cm) x procentul de germinare (%)).

Analize statistice. Datele sunt exprimate ca medie ± DS, iar valorile semnificative au fost considerate la $p<0,05$.

Rezultate și discuții

Efectele secetei asupra întregii plante sunt multiple și pot influența germinația, creșterea, dezvoltarea și productivitatea plantelor, precum și calitatea semințelor. Pentru plantele de grâu și alte plante, semința este punctul de pornire al ciclului de germinare și creștere. În semințe încep schimbările biochimice la scurt timp după ce se îmbibă cu cantitatea necesară de apă. Absorbția și îmbibarea apei de către semințe depind de disponibilitatea apei din sol. Seceta întârzie îmbibarea și astfel poate duce la scăderea caracteristicilor germinative. Ca urmare, ducând la reducerea numărului de plante și respectiv la diminuarea productivității. În vederea evitării acestor pierderi important este să cunoaștem rezistența genotipurilor existente sau nou create la stresul de secetă până la însămânțarea lor pe teren deschis în condiții naturale. De aceea, este necesar de dezvoltat metode, în condiții de laborator, care ar da posibilitatea de a evidenția diferențele semnificative de apreciere a toleranței genotipurilor de grâu la secetă în etapele inițiale ale ontogenezei plantelor. În scopul simulării influenței secetei asupra proceselor de germinare a semințelor diferitor genotipuri de grâu a fost utilizată soluția de PEG cu concentrația de 15%. Am administrat această concentrație deoarece ea a diminuat capacitatea germinativă la soiul de referință cu aproximativ cu 30 %

Perioada de monitorizare a influenței soluției de PEG asupra caracteristicilor de germinare a semințelor și creștere a plantulelor diferitor genotipuri de grâu a fost realizată în următoarea succesivitate: prima înregistrare a numărului de semințe germinate s-a efectuat în a treia zi de germinare și acest parametru reprezintă energia germinativă. EG reprezintă procentul numeric de semințe germinate cu germeni normali, într-o perioadă de timp mai scurtă (1/3-1/2) din durata stabilită pentru determinarea capacității de germinare.

Energia germinativă a semințelor genotipurilor cercetate din varianta martor și cele experimentale sunt prezentate în Figura 1. Valoarea maximă a energiei germinative de 97% au atins semințele genotipului Moldova 16, valoare minimă de 58% a fost înregistrată la soiul Pisanca. Aceste valori, fiind cu 15 % mai înaltă și respectiv mai joasă cu 36 % în comparație cu soiul de referință Meleag, celelalte trei genotipuri au avut valorile acestui parametru la nivel cu valoarea soiului de comparație. Sub influența soluției de PEG energia germinativă a fost mai mare la genotipurile Moldova 614 și Moldova 16 cu aproximativ 10 % față de soiul Meleag și celelalte trei soiuri. Comparând energia germinativă din varianta martor cu cea din varianta experimentală observăm că soluția de PEG a diminuat semnificativ energia germinativă a semințelor genotipurilor studiate.

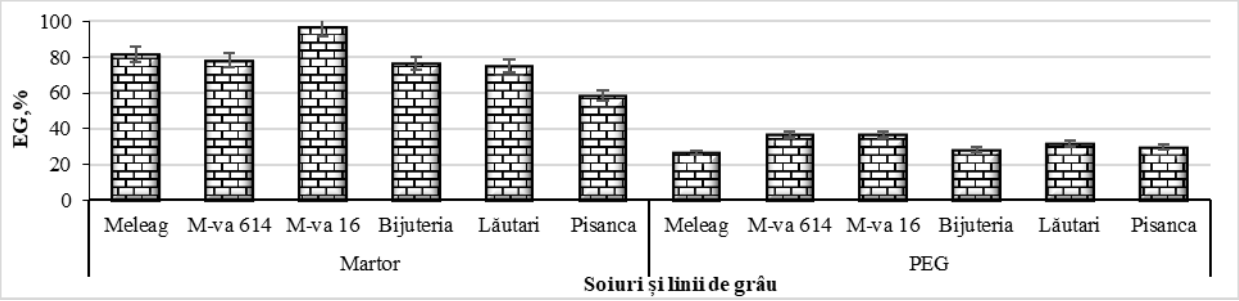


Figura 1. Energia germinativă a semințelor diferitor genotipuri de grâu soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15 % PEG 6000

La a treia înregistrare a numărului de semințe încolțite după 120 ore a fost determinată capacitatea germinativă (Figura 2). CG indică procentul numeric de semințe capabile să dea germeni normali într-o durată de timp stabilită pentru fiecare specie. Spre deosebire de valorile

energiei germinative a genotipurilor din varianta martor, capacitatea germinativă a acestora a fost de 97-100%, dar în varianta experimentală procentul de germinare a semințelor soiului Meleag a fost de 70%, adică cu 18 - 27 % mai mic decât genotipurile Moldova 614, Moldova 16, Bijuteria Zâmbrenilor, Lăutari, Pisanca. Capacitatea germinativă a acestor genotipuri a fost mai sporită decât cea a soiului standard, ceea ce demonstrează că acestea au avut rezistență înaltă la deficitul hidric.

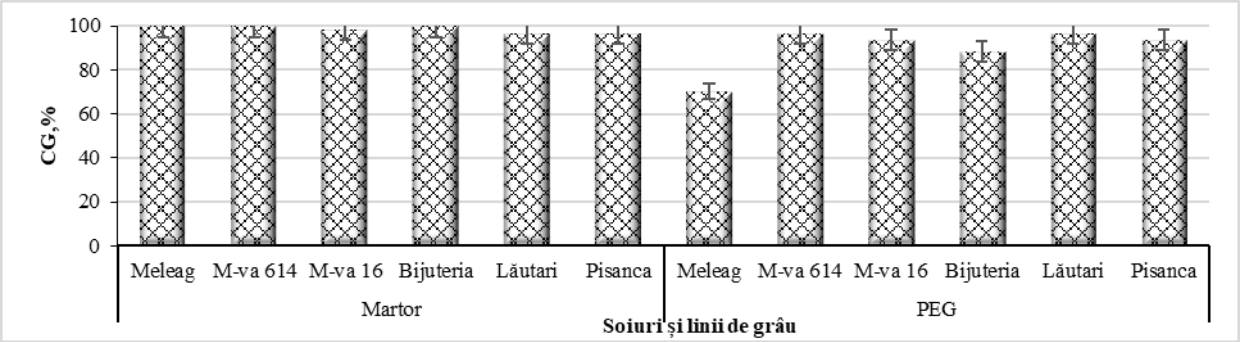


Figura 2. Capacitatea germinativă a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15 % PEG 6000

În urma monitorizării numărului de semințe germinate la întuneric și la temperatura de 22°C în fiecare zi pe parcursul a 10 zile a fost posibil de determinat cu ce viteză au germinat semințele la diferite genotipuri de grâu sub influența apei distilate și soluției de PEG 6000 (Figura 3). Astfel, semințele genotipurilor care au servit drept varianta martor au germinat cu viteza între 18 și 21 numărul mediu de semințe germinate per zi (nr/zi), iar cele din varianta experimentală 12-16 nr/zi. După analiza acestor rezultate conchidem că semințele genotipurilor sub influența apei distilate au avut o viteză de germinare per zi mai rapidă decât semințele care au germinat în mediu sub influența soluției cu concentrația de 15 % PEG 6000. De exemplu, viteza de germinare a soiului Meleag a scăzut de la 21 până la 12 nr/zi, valoarea acestui indice fiind diminuată cu circa 9 nr/zi. De asemenea, viteza germinativă a diminuat și la celelalte 5 genotipuri, dar cu diferențe mai mici.

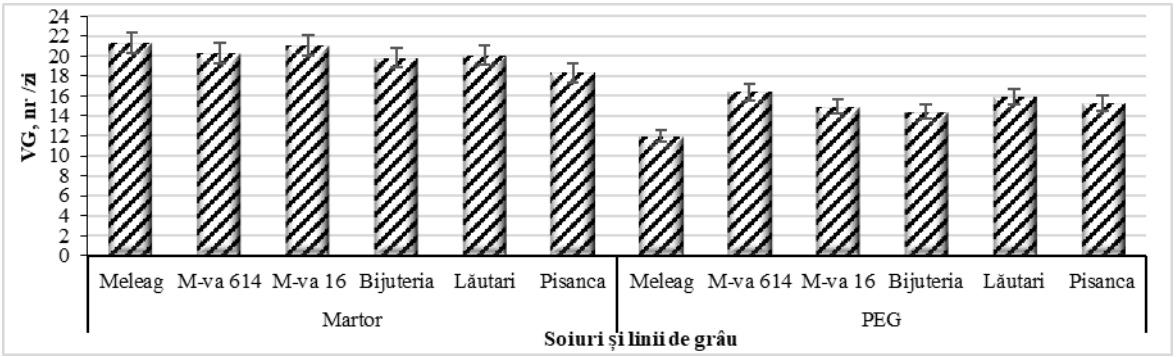


Figura 3. Viteza germinativă (VG) a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15 % PEG 6000

Un alt indice ce poate da o informație importantă, privind viteza de germinare a semințelor este viteza germinativă acumulată (Figura 4). VGA implică numărul acumulat de semințe germinate la fiecare timp de expunere. Valorile acestui indice la genotipurile din varianta martor a oscilat în intervalul 89 -77 nr/zile și în varianta experimentală 52-71 nr/zile. Dintre genotipurile din varianta experimentală cea mai mică viteză germinativă acumulată a fost la soiul Meleag, dar cea mai înaltă s-a evidențiat mai ales la genotipurile Moldova 614, Moldova 16 și Lăutarii.

În general VG și VGA au arătat aceleași rezultate cu ușoare variații. Totuși, VGA s-a dovedit a fi mai sensibil decât VG mai ales în cazul genotipului Moldova 16, întrucât a demonstrat

eficacitatea genotipului în sporirea procesului de germinare. Aceste rezultate confirmă importanța diferiților indici de germinare în evaluarea oricărui tratament în vederea aprecierii rezistenței la secetă a genotipurilor la nivel de semințe.

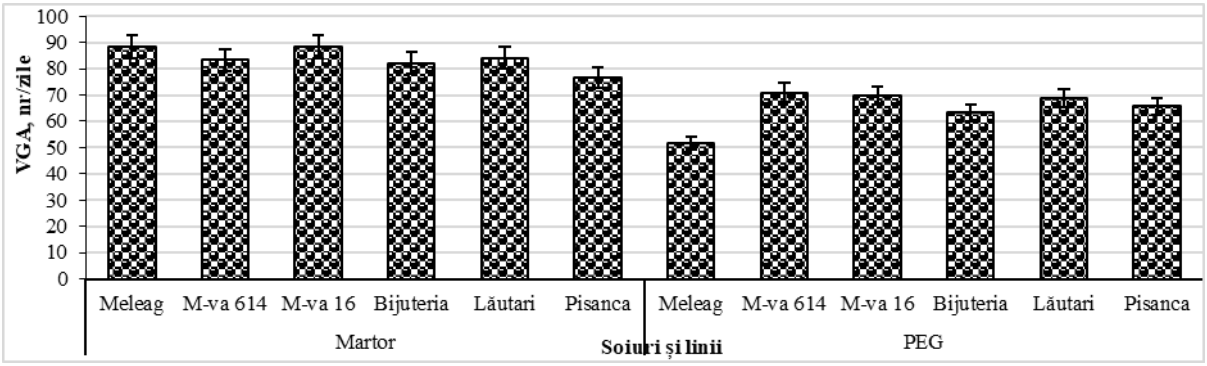


Figura 4. Viteza germinativă acumulată (VGA) a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15% PEG 6000

În Figura 5 sunt prezentate valorile pentru coeficientul ratei de germinare a semințelor genotipurilor din varianta martor și experimentală. În rezultatul analizei acestui indice s-a constatat că, acesta este cel mai puțin sensibil, deoarece a demonstrat o reducere semnificativă doar la comparația genotipurilor din varianta martor cu cea experimentală. Pe când aceste diferențe nu a fost observate între genotipurile a căror semințe au germinat în mediul care conținea soluția de PEG 6000. Rezultatele obținute au susținut ipoteza că interpretarea datelor depinde de alegerea indicelui de germinare și, de asemenea, că un indice ar putea să nu fie potrivit pentru descrierea exactă a efectelor deficitului hidric asupra procesului de germinare.

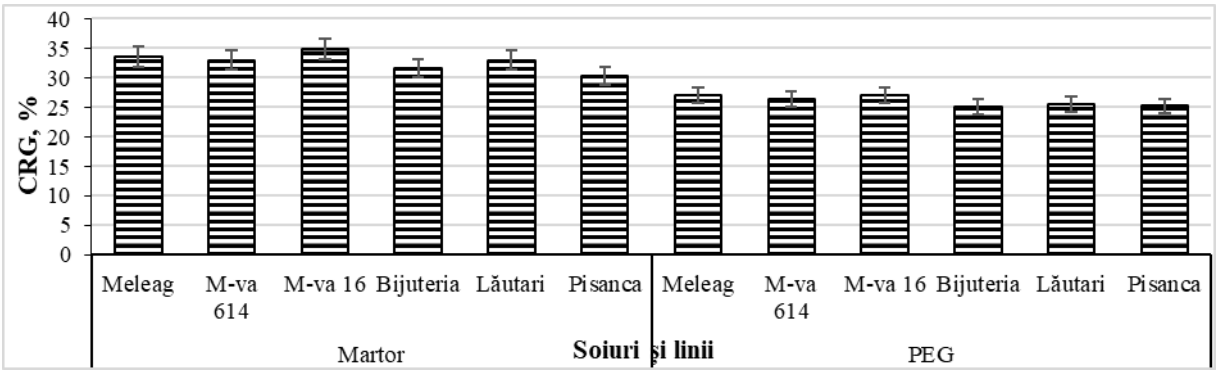


Figura 5. Coeficientul ratei de germinare a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15% PEG 6000

Testul de germinare a semințelor celor 6 genotipuri sub influența soluție de PEG a demonstrat că timpul mediu de germinare a crescut față de martor (Figura 6). Întârzierea timpului de germinare a fost mai accentuată în cazul genotipurilor Bijuteria, Lăutarii și Pisanca.

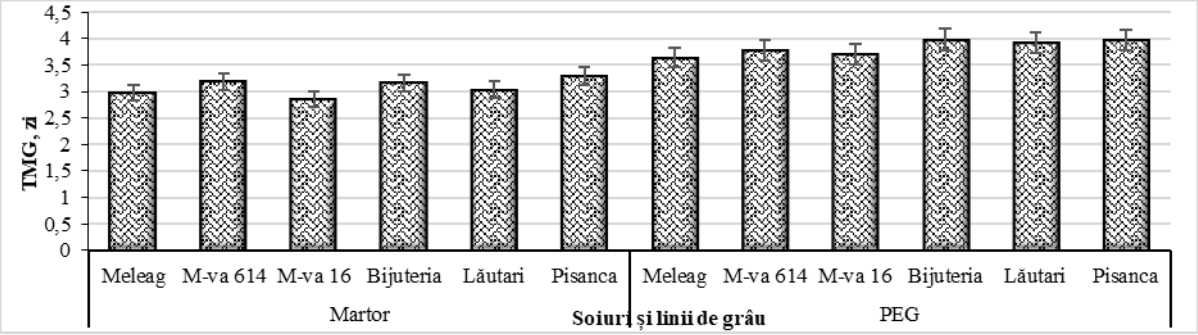


Figura 6. Timpul mediu de germinație (TMG) a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15% PEG 6000

În figura 7 este prezentat indicele de vigoare a semințelor. Acest indice este un indicator valoros, deoarece nu măsoară doar procentul de semințe viabile dintr-o probă, ci reflectă și capacitatea acelor semințe de a produce răsaduri normale în condiții de creștere nefavorabile. Indicele de vigoare reprezintă câtul dintre lungimea totală a plantulei și procentul de germinare. Semințele genotipurilor Meleag, Moldova 614, Moldova 16, Bijuteria, Lăutarii, Pisanca din variantele experimentale au avut indicele de vigoare mai mic cu aproximativ 57, 34, 25, 52, 16 și 25% față de variantele martor. De aici rezultă că, deficitul hidric indus de soluția cu concentrația PEG 6000 a afectat indicele de vigoare la toate cele 6 genotipuri, dar cel mai afectat dintre acestea a fost indicele de vigoare a semințelor soiului de referință Meleag.

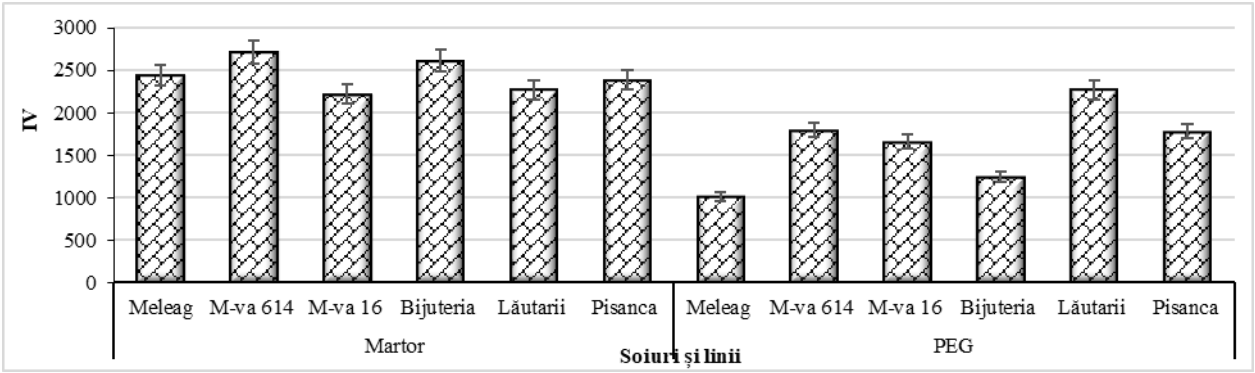


Figura 7. Indicele de vigoare (IV) a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15% PEG 6000

Analizele rezultatelor de mai sus confirmă că este posibil de studiat efectul stresului cauzat de secetă asupra procesului de germinație prin simularea acestuia utilizând soluția cu o concentrație de 15% de PEG6000. Acest test poate fi realizat prin crearea unui stres osmotic ridicat care este necesar pentru a studia variația genetică a genotipurilor de elită în toleranța la secetă. O soluție de PEG poate fi utilizată pentru a induce stresul cauzat de secetă care este măsurat folosind un interval de timp de zile după tratarea semințelor cu această soluție. PEG are o greutate moleculară mare (6000) și împiedică pătrunderea apei în peretele celular. Cele mai tolerante genotipuri care pot germina la această concentrație (15%) sunt recomandate a fi reevaluate la concentrații mai mari ca un test suplimentar pentru a selecta genotipurile cele mai tolerante la secetă.

Concluzii

În această lucrare se confirmă că polietilenglicolul, care afectează procesul osmotic în plante, poate fi utilizat cu succes pentru a evalua rezistența genotipurilor grâului de toamnă la deficitul hidric.

Parametrii de bază pentru măsurarea germinării în condiții de toleranță la secetă sunt energia germinativă, capacitatea germinativă, viteza germinativă, viteza germinativă acumulată, timpul mediu de germinare și indicele de vigoare a semințelor.

Toate genotipurile studiate s-au manifestat cu rezistență mai înaltă la stresul hidric indus de soluția cu concentrația 15% de PEG6000 în comparație cu soiul standard Meleag. Cu toate acestea, genotipurile Moldova 614 și Moldova 16 s-au evidențiat ca cele mai rezistente la secetă dintre toate genotipurile examinate.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011101 „*Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. https://www.moldova.org/am-putea-preveni-seceta-in-moldova-solutii-pe-termen-scurt-si-mediu/
2. Zhao, W., et al. Water effects of water stress on photosynthesis, yield, 2020. 1–19.[AQ]
3. Mansour, H. A., et al. Molecular studies for drought tolerance in some Egyptian wheat genotypes under different irrigation systems. In: *Open Agriculture*. 2020. 5(1), pp. 280–290. https://doi.org/10.1515/opag-2020-0030
4. Arzani, A., Ashraf, M. Cultivated ancient wheats (Triticum spp.): A potential source of health-beneficial food products. In: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017, 16(3), pp. 477–488. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12262
5. Hossain, A., et.al. High temperature combined with drought affect rainfed spring wheat and barley in South-Eastern Russia: I. Phenology and growth. In: *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2012, 19(4), pp. 473–487. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.07.005
6. Doležel, J. Development of chromosome-specific BAC resources for genomics of bread. In: *Cytogenetic and Genome Research*. 2010, pp. 1–13. https://doi.org/10.1159/000313072
7. Paudel, B., Et al. Farmers’ understanding of climate change in Nepal Himalayas: important determinants and implications for developing adaptation strategies. In: *Climate Change*. 2020. 158 (3–4), pp. 485–502. https://doi.org/10.1007/s10584-019-02607-2
8. Hussain, A., Jatoi, W. A. Drought tolerance indices of wheat (Triticum aestivum L.) genotypes under water deficit conditions. In: *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2021. 20, pp. 1–19.
9. Pessarakli, M. *Handbook of plant and crop stress. 2ndEd*., New York: Marcel Dekker Inc., 1999, pp. 247-259.
10. Anjum, T., Bajwa, R. Importance of germination indices in interpretation of allelochemical effects. In: *International Journal of Agriculture and Biology*. 2005. 7, pp. 1560-8530.
11. Gharoobi, B., M. Ghorbani, M. Ghasemi Nezhad. 'Effects of different levels of osmotic potential on germination percentage and germination rate of barley, corn and canola′ In: *Iranian Journal of Plant Physiology.* 2012, 2(2), pp. 413-417.