

CZU: 633.85:632.112

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.4431574>

TOLERANȚA GENOTIPURILOR DE SUSAN (*SESAMUM INDICUM* L.) LA STRESUL HIDRIC ÎN CONDIȚIILE MODELĂRII LUI ARTIFICIALE

Anatolii MOGÎLDA

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor

În lucrare sunt prezentate rezultatele cercetării reacției comparative a unui set din 40 de soiuri și linii de susan la acțiunea stresului hidric creat prin modelarea lui în condiții de laborator. Inițial, pe semințele a 5 mostre au fost testate diverse concentrații de polietilenglicol PEG 6000 (5%, 10%, 15%, 20% și 25%) în scopul determinării condiției optimale de efectuare a evaluărilor. S-a stabilit că pentru elucidarea toleranței la secetă a mostrelor de colecție trebuie utilizată concentrația de 15% de PEG 6000. În urma studiului efectuat s-a ajuns la concluzia că din numărul total de genotipuri estimate 5 pot fi considerate cele mai rezistente, având gradul de inhibiție la mostrele de susan cuprins între 41,98 și 51,71%; pentru 13 mostre considerate tolerante gradul de inhibiție variază de la 53,56 la 60,71%; la 11 mostre cu stabilitate mică a funcțiilor în timpul stresului și capacitate de reversie mare gradul de inhibiție este cuprins între valorile 61,78% și 68,49% și la 11 mostre sensibile cu stabilitate mică și capacitate mică de restabilire a funcțiilor gradul de inhibiție este cel mai mare – cu valori de la 69,39 la 77,02%.

Cuvinte-cheie: *Sesamum indicum*, stres hidric, PEG 6000, concentrație optimă, toleranță.

SESAME GENOTYPES (*SESAMUM INDICUM* L.) TOLERANCE IN HYDRIC STRESS IN THE CONDITIONS OF ARTIFICIAL MODELLING

The paper presents the results of the research of the comparative reaction of a set of 40 sesame varieties and lines to the action of the water stress created by its modelling in laboratory conditions. Initially, various concentrations of polyethylene glycol PEG 6000 (5%, 10%, 15%, 20% and 25%) were tested on the seeds of 5 samples in order to determine the optimal condition for carrying out the evaluations. It was established that for the elucidation of the drought tolerance of the collection samples, the concentration of 15% of PEG 6000 should be used. Following the study, it was concluded that out of the total number of estimated genotypes, 5 can be considered the most resistant, with the degree of inhibition included. Between 41.98-51.71%, for 13 samples considered tolerant, the degree of inhibition varies from 53.56 to 60.71%, in 11 samples with low stability of functions during stress and high reversal capacity, the degree of inhibition is between 61.78% - 68.49% and in 11 sensitive samples with low stability and low ability to restore functions, the degree of inhibition is the highest with values from 69.39 to 77.02%.

Keywords: *Sesamum indicum*, genotypes, hydric stress, PEG 6000, optimal concentration, tolerance.

Introducere

Susanul (*Sesamum indicum* L.) reprezintă una dintre cele mai vechi culturi oleaginoase cunoscute de oameni datorită calității semințelor care conțin aproximativ 40-62,7% ulei și 19-30% proteine [1]. Acest ulei este bogat în lignani unici care au multiple proprietăți importante – antioxidante, *chemoprotectoare*, anticarcinogene, antifungice și antibacteriene, precum și în sesamină și sesaminol – substanțe antioxidante. Uleiul de susan constă, în principal, din acizi oleici și linoleici (acizi grași nesaturați), reprezentând aproximativ 80% din totalul de acizi grași [2]. Susanul joacă un rol extrem de important în menținerea securității alimentare și nutriționale, precum și în asigurarea unui nivel de trai mai bun în regiunile în curs de dezvoltare ale lumii. În ultimul deceniu, producția de semințe de susan s-a dublat, fapt ce indică creșterea interesului pentru această cultură [3]. Susanul este deosebit de important pentru regiunile aride și semiaride, în care cultivarea altor culturi de importanță majoră, inclusiv a porumbului, bumbacului etc., devine problematică. Deficitul de apă influențează puternic asupra dezvoltării culturilor agricole în aceste regiuni. Precipitațiile scăzute, asociate cu o arșiță intensă, duce la apariția frecventă a secetelor și afectează în mod semnificativ productivitatea plantelor cultivate [4].

Etapele timpurii de dezvoltare a plantelor în procesul de cultivare (germinația semințelor și apariția plantulelor) sunt sensibile pentru multe specii de plante, deși factorii de stres abiotic afectează culturile la toate perioadele de creștere. Mai multe studii au arătat că seceta afectează diferit genotipurile de susan după germinație [2].

Comparativ cu alte culturi, susanul este mai tolerant la secetă; cu toate acestea, rămâne deosebit de sensibil în fazele de germinare a semințelor și de apariție a plantulelor. Efectul negativ, însă, a variat în funcție de intensitatea secetei și de genotip [5].

Se afirmă că specimii de susan se repartizează în grupuri diferite de toleranță la aceste stresuri abiotice prin declanșarea unor mecanisme deosebite de răspuns, inclusiv ce ține de controlul transportului de ioni de la rădăcini la frunze, acumularea de reglatori osmotici, inducția enzimelor antioxidante, reglarea fotosintezei și a fitohormonilor [6-8]. Diversitatea în răspunsurile susanului la stresul de secetă este controlată de factorii genetici. Prin urmare, înțelegerea componentelor genetice pentru toleranța la secetă prin identificarea locilor corespunzătoare și a genelor candidate asociate cu aceste trăsături ar fi o modalitate economică, fezabilă și eficientă de a accelera progresul în obținerea toleranței susanului la factorii abiotici [1]. Procesul de dezvoltare a semințelor este considerată una dintre cele mai sensibile etape ale ciclului de creștere. În consecință, evidențierea variantelor genetice asociate cu toleranța la secetă în faza de germinare va fi un avantaj major pentru cultivarea susanului în regiunile aride, semiaride și temperate [4].

În ultimii ani cercetătorii au folosit deseori substanțe osmotice pentru a reduce potențialul de apă (ψ_w) al mediilor de creștere a plantelor. Această abordare are multe avantaje: ψ_w poate fi controlat precis, în timp ce un număr mare de tratamente ar putea fi efectuate rapid într-un mod reproductibil [9]. În timp ce substanțele osmotice active cu greutate moleculară mică (precum manitolul) pătrund liber în porii peretelui celular și determină plasmoliza, dar nu citoriza, polietilenglicolul cu greutatea moleculară de 6000 (PEG-6000) sau mai mare nu poate intra prin porii celulelor plantei. Deoarece PEG-6000 nu pătrunde în apoplast, apa este retrasă din celulă și din peretele celular fără a deteriora conținutul celulei. Prin urmare, soluția de PEG-6000 a fost folosită pentru a imita mai adecvat condițiile solului uscat decât soluțiile cu greutate moleculară mică care pot fi preluate de celulele plantelor și pot deveni toxice pentru creșterea plantelor [10]. Pe baza cercetării efectuate s-a raportat un efect inhibitor al PEG-6000 asupra germinării semințelor de grâu dur [11]. De asemenea, stresul osmotic indus de PEG-6000 a redus semnificativ germinarea semințelor la *Ziziphus*, în timp ce conținutul relativ de apă, lungimea, înălțimea și greutatea uscată a tulpinii au scăzut odată cu creșterea nivelului de stres osmotic la *Lens culinaris* [12,13].

Primele investigații efectuate anterior la Centrul de Resurse Genetice Vegetale din Moldova privind evaluarea creșterii și dezvoltării susanului au demonstrat posibilitatea cultivării cu succes a acestuia pe teritoriul țării. Oferind largi oportunități pentru valorificarea potențialului de productivitate și rezistență, susceptibilitatea unor genotipuri față de insuficiența de umiditate ar putea limita sau exclude unele dintre ele din procesul de implementare.

Scopul prezentului studiu a fost testarea comparativă a genotipurilor de susan după rezistența la stresul osmotic în condițiile modelării lui experimentale prin utilizarea substanței osmotice active PEG 6000.

Material și metode

Au fost testate 40 de genotipuri de susan ce reprezintă soiuri și linii de diferită proveniență ecologo-geografică. Semințele au fost obținute din genotipurile cultivate pe sectorul experimental al Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

Pentru testările de laborator s-a utilizat polietilenglicolul PEG 6000 în concentrația optimă de 15% (-0,295 MPa). Pentru fiecare repetare s-au întrebunțat câte 50 de semințe în cutii Petri (cu diametrul de 90 mm) conținând două straturi de hârtie de filtru. S-au aplicat două tratamente: în cazul variantei martor semințele au fost înmuiate în 10 ml de apă distilată, iar la prelucrare cu PEG de 15% s-au folosit 10 ml de soluție. Cutiile Petri au fost menținute la întuneric în cameră climatică setată la 28°C timp de cinci zile. Experimentul a fost repetat de trei ori. După cinci zile s-a înregistrat numărul de semințe germinate (G), lungimea rădăciniței și lungimea tulpiniței (mm) atât în varianta martor, cât și în condiții de stres [4].

Preventiv, diverse concentrații de PEG 6000 (5%, 10%, 15%, 20% și 25%) cu potențialul osmotic de -0,05 MPa, -0,148 MPa, -0,295 MPa, -0,491 MPa și -0,735 MPa au fost testate la 5 genotipuri de susan. S-a calculat numărul de semințe germinate comparativ cu cele placate și s-a estimat procentul mediu de germinare (în trei repetări). A fost stabilit că concentrația de 15% PEG 6000 este optimă pentru examinarea toleranței la secetă pentru întregul set de mostre evaluate.

În calitate de indici-test ai reacției plantelor au servit caracterele de creștere și dezvoltare ale plantelor la etapă timpurie a ontogenezei – germinația, lungimea rădăciniței și lungimea tulpiniței. Astfel, determinarea rezistenței la genotipurile și liniile de susan s-a efectuat prin repartizarea în clase de rezistență. Intervalul dintre clase (Int) a fost calculat conform recomandărilor [14] după ecuația:

$$Int = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{r}$$

unde: X_{\max} și X_{\min} – valoarea maximală și minimală a rezistenței genotipurilor din eșantionul luat în comparație; r – numărul de clase.

Divizarea genotipurilor și liniilor a fost efectuată în 4 clase de rezistență.

Clasa I – plante rezistente;

Clasa a II-a – plante tolerante;

Clasa a III-a – plante sensibile cu plasticitate mare: stabilitate mică a funcțiilor în timpul stresului și capacitate de reversie mare;

Clasa a IV-a – plante sensibile cu stabilitate mică și capacitate mică de restabilire a funcțiilor.

Intervalul calculat dintre clase asupra rezistenței plantelor la acțiunea secetei fiziologice este egal cu 9.

Datele au fost prelucrate statistic în pachetul de soft STATISTICA 7.

Rezultate și discuții

Pentru varianta martor rata semințelor germinate la genotipurile de susan aflate în studiu a constituit 86-100%, ceea ce confirmă o bună preabilitate a acestora pentru testare. Sub influența presiunii osmotice cauzate de PEG 6000, germinația semințelor a scăzut până la 22-62%.

Clasa I – plante rezistente (12,5%) sunt considerate a fi *Cubaneț 55*, *k-1265*, *Margo*, *k-1621*, *Gusar* cu un grad de inhibiție ce a variat între 41,98% și 51,71%. Cel mai puțin susceptibil din genotipurile considerate rezistente este *Cubaneț 55* (Fig.1).

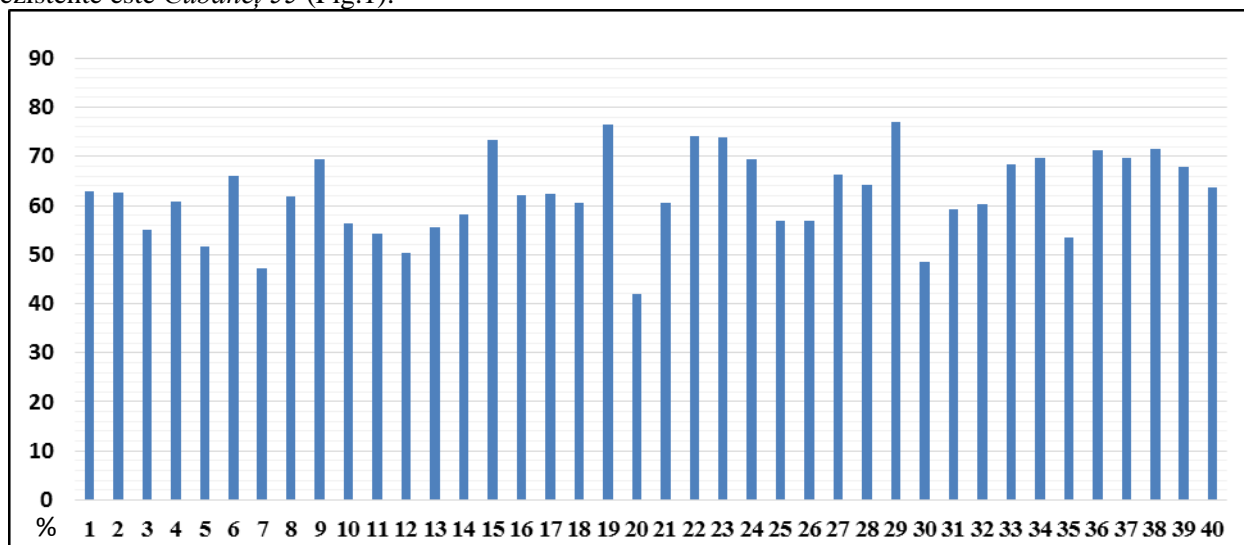


Fig.1. Gradul de inhibiție a genotipurilor de susan la primele etape de dezvoltare ontogenetică sub influența secetei fiziologice.

1 – *L₁*, 2 – *Djerelo*, 3 – *Zaltsadovski*, 4 – *Cubaneț 57*, 5 – *Gusar*, 6 – *BiolSadovski*, 7 – *k-1265*, 8 – *Bliscucii*, 9 – *Natașa*, 10 – *Cubaneț 93*, 11 – *k-1550*, 12 – *k-1621*, 13 – *Cumhuriyet 99*, 14 – *k-1257*, 15 – *k-1555*, 16 – *Solnecinâi*, 17 – *Boiarin*, 18 – *Adaptovanâi 2*, 19 – *Lider*, 20 – *Cubaneț 55*, 21 – *Cadet*, 22 – *L₂*, 23 – *N162/0781*, 24 – *Taşchentschii 122*, 25 – *Conditerschii 2058*, 26 – *Belosemeannâi 177*, 27 – *VNIIMK-889*, 28 – *VNIIMK-1*, 29 – *Manjurschii uluçşennâi*, 30 – *Margo*, 31 – *Liano*, 32 – *Delco*, 33 – *Dulce*, 34 – *Serebristâi*, 35 – *Iubileinâi*, 36 – *Zalt Sadovzri*, 37 – *UCR/82 n 209-SUAT*, 38 – *Margo Tall*, 39 – *Oro shot*, 40 – *Oro 9/71*.

După lungimea rădăcinii genotipul *Gusar* reprezintă cea mai mică diferență (de 12,56 mm) comparativ cu martorul (de 26,62 mm) sub influența presiunii osmotice și după lungimea tulpiniței (de 7,86 mm) față de martor (de 19,08 mm).

Clasa a II-a – plante tolerante (32,5%). Se pot remarca mostrele: *Iubileinâi*, *k-1550*, *Zaltsadovski*, *Cumhuriyet 99*, *Cubaneț 93*, *Conditerschii 2058*, *Belosemeannâi 177*, *k-1257*, *Liano*, *Delco*, *Cadet*, *Adaptovanâi 2*, *Cubaneț 57* cu un grad de inhibiție ce cuprinde valori de la 53,56 la 60,71% (Fig.1). Din numărul total de genotipuri cel mai tolerant se consideră a fi soiul *Iubileinâi* cu gradul de inhibiție de 53,56%,

după lungimea rădăcinii cea mai mică diferență s-a înregistrat la mostra *k-1550* (de 11,30 mm) comparativ cu martorul (de 21,55 mm) și după lungimea tulpiniței (de 7,86 mm) față de martor (de 21,25 mm). Din genotipurile cu semințe maro cel mai tolerant s-a dovedit a fi soiul *Conditorschii 2058*, iar după lungimea rădăcinii soiul *Liano* reprezintă cea mai mică diferență (de 9,63 mm) comparativ cu martorul (de 26,58 mm) și față de lungimea tulpiniței (de 8,00 mm) comparativ cu martorul (de 29,41 mm).

Clasa a III-a – plante sensibile cu plasticitate mare: stabilitate mică a funcțiilor în timpul stresului și capacitate de reversie mare (27,5%). Se pot remarca genotipurile și liniile *Bliscucii*, *Solnecinâi*, *Boiarin*, *Djerelo*, *L₁*, *Oro 9/71*, *VNIIMK 1*, *BiolSadovski*, *VNIIMK 889*, *Oro shot*, *Dulce* cu un grad de inhibiție ce variază de la 61,78% la 68,49%. Printre genotipurile sensibile dar cu trăsături neobișnuite de a-și restabili homeostazia mai ușor comparativ cu celelalte genotipuri din această clasă se consideră a fi soiul *Bliscucii* cu gradul de inhibiție 61,78%.

După lungimea rădăcinii la genotipul *Boiarin* se remarcă cea mai mică diferență de 10,81 mm față de martor (de 18,59 mm), respectiv și după lungimea tulpiniței (de 6,77 mm) comparativ cu martorul (de 21,26 mm) sub influența presiunii osmotice. Cel mai sensibil genotip al acestei clase este soiul *Dulce* cu o capacitate de reversie mică și cu un grad de inhibiție mare (68,49%). De asemenea, se demonstrează și printr-o diferență mare a lungimii rădăcinii (de 7,66 mm) comparativ cu martorul (de 30,35 mm) și după lungimea tulpiniței (de 8,49 mm) față de martor (de 30,82 mm).

Clasa a IV-a – plante sensibile cu stabilitate mică și capacitate mică de restabilire a funcțiilor (27,5%). Sunt considerate a fi *Taşchentschii 122*, *Natașa*, *Serebristâi*, *UCR/82 n 209-SUAT*, *Zalt Sadovzri*, *Margo Tall*, *k-1555*, *N162/0781*, *L₂*, *Lider*, *Manjurschii uluçşennâi* cu gradul de inhibiție ce variază de la 69,39% la 77,02%. Aceste soiuri și linii sunt considerate a fi cele mai sensibile.

Cele mai afectate genotipuri și linii ale acestei clase au fost *L₂*, *Lider* și *k-1555*, *Manjurschii uluçşennâi* (73,33%-77,02% gradul de inhibiție) cu semințe albe, iar cea mai mare diferență a lungimii rădăcinii (de 6,08 mm comparativ cu martorul – de 30,22 mm) și a lungimii tulpiniței (de 5,47 mm față de martor – de 32,49 mm) comparativ cu martorul sub influența presiunii osmotice s-a înregistrat la genotipul *Manjurschii uluçşennâi*. Dintre genotipurile cu semințe maro cel mai sensibil și cu capacitate mică de restabilire a funcțiilor s-a dovedit a fi soiul *Serebristâi* (68,68% grad de inhibiție), iar cea mai mică lungime a rădăcinii (7,98 mm comparativ cu 29,53 mm la martor) și lungime a tulpiniței s-a înregistrat la forma *UCR/82 n 209-SUAT* (de 6,34 mm comparativ cu 30,06 mm la martor).

Concluzii

Rezultatele demonstrează o diferențiere semnificativă a celor 40 de genotipuri și linii de susan după rezistență la acțiunea factorilor nefavorabili. Sub influența stresului hidric în condiții controlate mostrele de susan au fost repartizate în 4 clase de rezistență. Genotipurile din clasa I sunt considerate cele mai rezistente: *Cubaneț 55*, *k-1265*, *Margo*, *k-1621*, *Gusar* cu cel mai mic grad de inhibiție cuprins între 41,98% și 51,71% și pot fi recomandate pentru a fi cultivate chiar și în condiții de stres hidric ridicat (de secetă pronunțată).

Genotipurile și liniile din clasa a II-a se evidențiază printr-o rezistență moderată care de asemenea pot fi recomandate: *Iubileinâi*, *k-1550*, *Zaltsadovski*, *Cumhuriyet 99*, *Cubaneț 93*, *Conditorschii 2058*, *Belosemeannâi 177*, *k-1257*, *Liano*, *Delco*, *Cadet*, *Adaptovannâi 2*, *Cubaneț 57*, însă doar în cazul insuficienței de umiditate pe o perioadă determinată de timp cu o restabilire întârziată a funcțiilor în urma acțiunii factorului de stres. Cât privește cele 11 mostre din clasa a III-a, acestea ar suporta variația în diapazon larg a umidității, dar ușor pot fi afectate în condiții de secetă prelungită. De aceea, aceste mostre se recomandă doar în cazul perioadelor scurte cu insuficiență de umiditate. Prin urmare, genotipurile din clasa a IV-a cu stabilitate mică și capacitate mică de restabilire a funcțiilor sunt considerate *Taşchentschii 122*, *Natașa*, *Serebristâi*, *UCR/82 n 209-SUAT*, *Zalt Sadovzri*, *Margo Tall*, *k-1555*, *N162/0781*, *L₂*, *Lider*, *Manjurschii uluçşennâi* – genotipuri sensibile la secetă. Aceste genotipuri sunt mai puțin recomandate pentru a fi semănate în condițiile insuficienței de umiditate, deoarece s-ar reduce considerabil productivitatea sau insuficiența de umiditate poate chiar duce la peirea plantei.

Referințe:

1. ASHRI, A. Sesame breeding. In: *Plant Breeding Reviews*, 1998, p.179-228.
2. KIZIL, S, YOL, E. Influence of salinity and drought stresses on seed germination and seedling growth characteristics in sesame (*Sesamum indicum* L.). In: *Mediterranean Agricultural Sciences*, 2018, no.31(2), p.155-160. DOI: 10.29136/mediterranean.400265

3. DOSSA, K., DIOUF, D., WANG, L., WEI, X., ZHANG, Y., NIANG, M., FONCEKA, D., YU, J., MMADI, M.A., YEHOUESSI, L.W., et al. The emerging oilseed crop *Sesamum indicum* enters the "Omics" era. *Front. In: Plant Sci.*, 2017, p.1154. Doi: 10.3389/fpls.2017.01154
4. DONGHUA, Li, Komivi Dossa ID, Yanxin Zhang, Xin Wei, Linhai Wang, Yujuan Zhang, Aili Liu, Rong Zhou and Xiurong Zhang. GWAS Uncovers Differential Genetic Bases for Drought and Salt Tolerances in Sesame at the Germination Stage. In: *Journal Genes*, 2018, p.1-19. Doi:10.3390/genes9020087.
5. HARFI, M.EL., HANINE, H., RIZKI, H., LATRACHE, H. and NABLOUSSI, A. Effect of Drought and Salt Stresses on Germination and Early Seedling Growth of Different Color-seeds of Sesame. *Sesamum indicum*. In: *Int. J. Agric. Biol.*, 2016, vol.18, no.6, p.1088-1094. ISSN 1560-8530 DOI: 10.17957/IJAB/15.0145
6. BAHRAMI, H., RAZMJOO, J., JAFARI, A.O. Effect of drought stress on germination and seedling growth of sesame cultivars (*Sesamum indicum* L.) In: *Int. J. Agri. Sci.*, 2012, p.423-428.
7. BETRAM, K., JANSSENS, M.J.J., ABDALWAHAB, A. *Breeding for drought tolerance in sesame (Sesamum indicum)*. Proceedings of the Conference on Technological and Institutional Innovations for Sustainable Rural Development. Göttingen, Germany, 2003, p.135.
8. BOUREIMA, S., OUKARROUM, A., DIOUF, M., CISSÉ, N., VAN DAMME, P. Screening for drought tolerance in mutant germplasm of sesame (*Sesamum indicum*) probing by chlorophyll a fluorescence. In: *Environ. Exp. Bot.*, 2012, p.37-43. Doi: 10.1016/j.envexpbot.2012.02.015.
9. VERSLUES, P.E., AGARWAL, M., KATIYAR-AGARWAL, S., ZHU, J., ZHU, J.K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. In: *Plant J.*, 2006, p.523-539.
10. BOUREIMA, S., EYLETTERS, M., DIOUF, M., DIOP, T.A., VAN DAMME, P. Sensitivity of Seed Germination and Seedling Radicle Growth to Drought Stress in Sesame (*Sesamum indicum* L.). In: *Research Journal of Environmental Sciences*, 2011, p.557-564. DOI: 10.3923/rjes.2011.557.564
11. ALMANSOURI, M., KINET, J.M., LUTTS, S. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). In: *Plant Soil*, 2001, p.243-254.
12. MARAGHNI, M., GORAI, M., NEFFATI, M. *Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of Ziziphus lotus*. *South Afr. J. Bot.*, 2010, p.453-459.
13. SALEHPOUR, M., EBADI, A., IZADI, M., JAMAATI-E-SOMARIN, Sh. Evaluation of water stress and nitrogen fertilizer effects on relative water content, membrane stability index, chlorophyll and some other traits of lentils (*Lens culinaris* L.) under hydroponics conditions. In: *J. Environ. Sci.*, 2009, p.103-109.
14. КОЖУШКО, Н.И. Оценка засухоустойчивости полевых культур. В сборнике: *Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: Методическое руководство*. Ленинград: ВАСХНИЛ, с.10-25.

Date despre autor:

Anatolii MOGÎLDA, doctorand; cercetător științific la Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

E-mail: anatolii.mogilda10gmail.com

ORCID: 0000-0001-9159-6038

Prezentat la 11.09.2020