

CZU: 633.853.74:632.4

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6694827>

**EVALUAREA REZISTENȚEI GENOTIPURILOR DE SESAMUM INDICUM L.
LA *FUSARIUM SOLANI* PRIN TESTAREA PE
FILTRAT DE CULTURĂ AL PATOGENULUI**

Anatolii MOGÎLDA, Galina LUPAȘCU

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor

Una dintre cele mai eficiente strategii de combatere a ciupercilor este de a obține germoplasmă rezistentă la această boală. În acest articol sunt prezentate date referitoare la reacția a 40 de mostre de susan prin tratarea semințelor cu filtrat de cultură (FC) al ciupercii de *F. solani*. Studiul analizei clusteriene (k-medii) a setului de linii și soiuri în varianta FC include 22 de genotipuri cu cea mai mare germinație, lungime a rădăcioarei și lungime a tulpiniței. Genotipurile *L₁*, Zaltsadovski, K - 1257, K - 1748 și Liano sunt reprezentate de cele mai mari valori de importanță agronomică după numărul de capsule per plantă – 50,5-53,8, numărul de semințe per capsulă – 56,7-68,1 și productivitate per plantă de 7,4-10,1 g.

Cuvinte-cheie: susan, *Fusarium solani*, control, filtrat de cultură.

**RESISTANCE ASSESSMENT OF SESAMUM INDICUM L. GENOTYPES
IN *FUSARIUM SOLANI* BY CULTURAL FILTER TESTING OF THE PATHOGEN**

One of the most effective strategies to control fungi is to obtain germplasm resistant to this disease. This article presents data on the reaction of 40 sesame samples by treating the seeds with culture filtrate (FC) of the fungus of *F. solani*. The study of the cluster analysis (k-averages) of the set of lines and varieties in the FC variant include 22 genotypes with the highest germination, root length and stem length. The genotypes *L₁*, Zaltsadovski, K-1257, K-1748 and Liano are represented by the highest values of agronomic importance by number of capsules per plant – 50.5-53.8, the number of seeds per capsule – 56.7-68.1 and productivity per plant of 7.4 - 10.1 g.

Keywords: sesame, *Fusarium solani*, control, culture filtrate.

Introducere

Susanul (*Sesamum indicum* L.) este unul dintre cele mai vechi și mai importante culturi de semințe oleaginoase, fiind cultivat pe scară largă în țările tropicale, subtropicale [1]. Este bogat în nutrienți cum ar fi uleiul (48 până la 60%), proteinele (18 până la 23,5%), carbohidrați (13,5%) și cenușă (5,3%), cu un conținut de umiditate de aproximativ 5,2% (Obiajunwa și colab., 2005; Kahyaoglu și Kaya, 2006) [2,3].

Susanul este o sursă importantă de fitonutrienți, cum ar fi acizii grași omega-6, antioxidanții fenolici flavonoidi, vitaminele și fibrele dietetice cu potențial anti-cancer, precum și proprietăți de promovare a sănătății. Semințele de susan sunt utilizate pe scară largă în culinarie, precum și ca medicamente tradiționale pentru proprietățile lor nutritive, preventive și curative. Eficacitatea antimicrobiană a susanului, uleiului și a produselor sale împotriva infecțiilor bacteriene și cutanate comune este vizibilă [4].

Diversitatea genetică a culturilor joacă un rol important în dezvoltarea durabilă și securitatea alimentară, deoarece permite cultivarea soiurilor în prezența diferitor acțiuni biotice și abiotice. Informațiile privind diversitatea genetică sunt importante atunci când se lucrează la îmbunătățirea soiurilor de plante [5].

Creșterea și randamentul plantelor de susan sunt deseori afectate de factori biotici, inclusiv agenții patogeni și alți factori de mediu. Bolile cauzatoare de microorganisme solitare *Fusarium* sp. sunt o cauză majoră de reducere a producției de susan [6]. De asemenea, genul a dobândit notorietate datorită capacității speciilor servale de a produce metaboliți toxici care provoacă boală și chiar moartea la om și la animalele domestice (Moss și Smith, 1984) [7]. Dintre diversele specii de *Fusarium*, *F. solani* este una dintre cele mai omniprezente ciuperci ale solului și un patogen vegetal distructiv de sute de gazde, provocând în principal putrezirea rădăcinilor și a fructelor [8,9].

Boala cauzată de sol, odată observată în câmp, nu poate fi controlată cu ușurință prin niciun mijloc, iar detectarea genotipurilor rezistente se consideră una dintre cele mai eficiente strategii pentru controlul bolilor fungice [10,11]. Deși, anterior s-au demonstrat efectele dăunătoare induse de *Fusarium* asupra soiului susceptibil de susan [12,13], nu a fost studiat screeningul soiurilor de susan asupra rezistenței la boala *Fusarium*.

Cu toate acestea, a fost efectuat un studiu pentru a se cunoaște existența unor surse fiabile de rezistență la primele faze ale ontogenezei împotriva bolii de *Fusarium solani*.

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 IGFPP.

Pentru testările de laborator s-a utilizat filtratul de cultură (FC) a fungului *F. solani*, preparat prin inocularea miceliului în mediul lichid Czapek-Dox care conține următorii componenți (g/l apă distilată): NaNO_3 – 3,0; K_2HPO_4 – 1,0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5; KCl – 0,5; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,01; zaharoză – 30,0 [14].

În studiul de față, fungii au fost izolați pe mediu PDA din plante de susan cu semne de maladie – pete brunificate, necrotice pe rădăcină, tulpină, frunze [14]. Identificarea patogenilor s-a efectuat în baza caracterelor macro- și microscopice conform determinantului micologic [15].

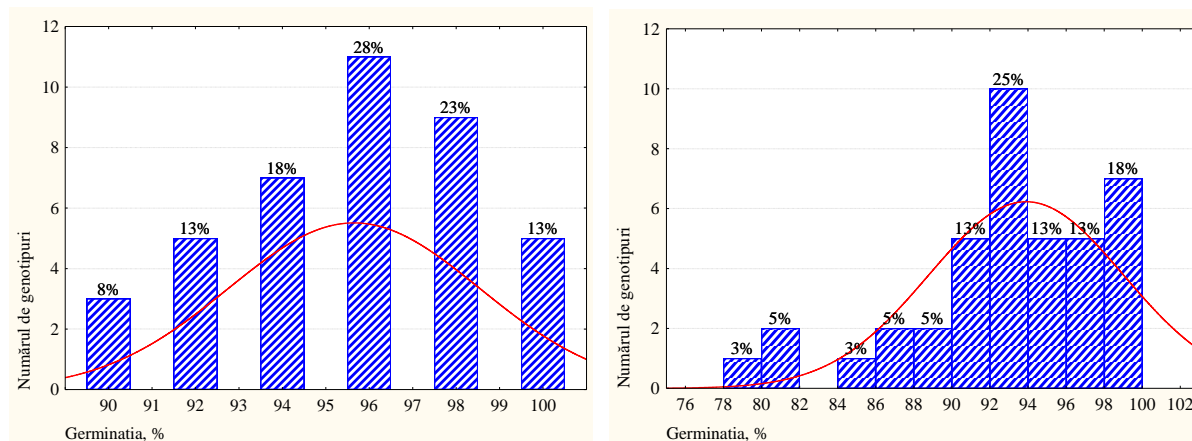
Experiența a fost efectuată în două repetări în cutii petri sterile a câte 25 de semințe pentru fiecare repetare. Semințele au fost introduse în filtrate de cultură a câte 4 ml timp de 18 h pentru fiecare mostră. Ulterior, semințele s-au clătit de trei ori cu apă destilată – atât în cazul controlului, cât și filtratului de cultură. Cutiile petri s-au incubat la o temperatură de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ timp de șase zile. Pe parcursul perioadei de creștere semințele au fost supravegheate, iar după 6 zile s-a înregistrat % de germinare, lungimea rădăcioarei și a tulpiniței pentru toate cele 40 de mostre de susan.

În cercetările noastre am folosit metoda de clasificare a genotipurilor după gradul de asemănare sau deosebire. Prin urmare, metoda de analiză clusteriană a k-mediilor pune accentul pe alegerea corectă a numărului de clustere pentru clasificare. În scopul efectuării analizei pe baza acestei metode genotipurile au fost grupate în 3 clustere: după valori – mari, medii și mici – ale caracterelor studiate.

Datele au fost prelucrate statistic în pachetul de soft STATISTICA 8.

Rezultate și discuții

Germinația semințelor. În varianta martor, germinația semințelor la genotipurile de susan aflate în studiu a variat de la 90 la 100%, ceea ce reprezintă un potențial înalt al semințelor pentru testare. Sub influența filtratului de cultură *F. solani* germinația semințelor la 82% din genotipuri a fost de 90-100% (Fig.1).



Control

F. solani FC

Fig.1. Repartiția genotipurilor de susan în baza germinației semințelor.

Comparativ cu martorul, cea mai evidentă scădere a germinației (-2....-14) s-a remarcat la 26 de genotipuri. Printre cele mai afectate pot fi menționate Natașa, Djerelo, Zalt Sadovzri, K-1555 (-8....-14%). O stimulare a germinației la nivel de 4–6% s-a înregistrat la 8 soiuri – Gusar, Conditerschii 2058, N162/0781, VNIIMC-889, Kubaneț 57, Manjurschii ulucișennâi, Serebristâi, UCR/82 n 209-SUAT.

Lungimea rădăcioarelor. În varianta martor, lungimea rădăcioarei la genotipurile aflate în studiu a variat de la 18 la 36 mm. Din numărul total de genotipuri valorile cele mai înalte (26-36 mm) care au depășit media eșantionului reprezintă 62%.

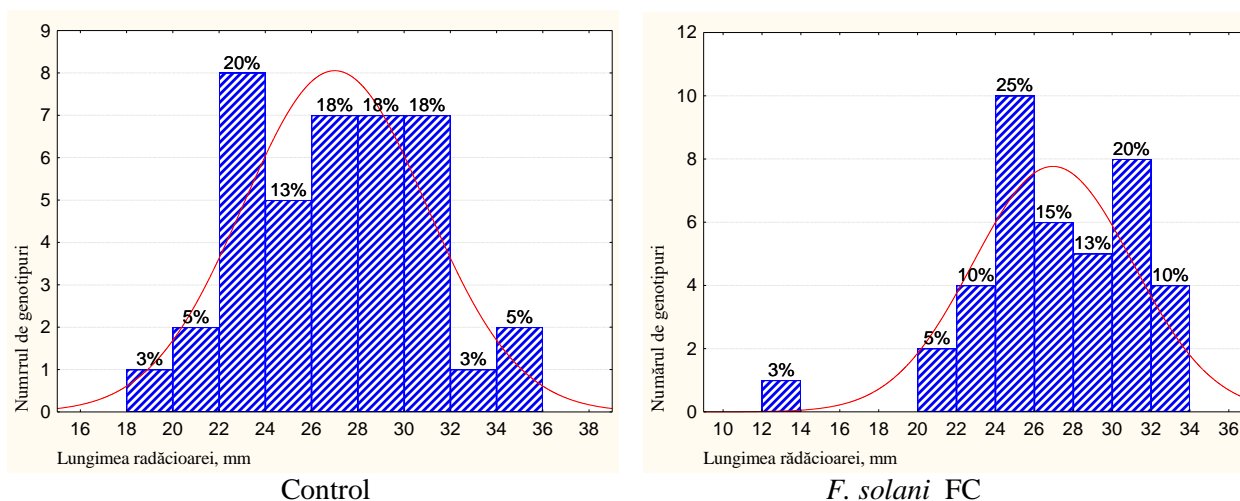


Fig.2. Repartiția genotipurilor de susan în baza lungimii rădăcioarei embrionare.

În varianta FC *F. solani* caracterul a variat în limitele 12-34 mm, iar frecvența genotipurilor a căror rădăcioară a fost mai mică decât media eșantionului s-a micșorat până la 58% (Fig.2).

De remarcat că sub influența FC la 17 genotipuri (42,5%) valoarea paramerului s-a diminuat cu 52-95% din martor. Din rândul celor mai afectate genotipuri pot fi menționate K-1265, Cubaneț 55, K-1555. La 15 genotipuri (37,5%) – Zaltsadovski, Cubaneț 57, Gusar, Biolsadovski, Bliscucii, Natașa, Cubaneț 93, K-1550, K-1257, L₂, VNIIMC-889, Manjurschii ulucișennâi, Delco, UCR/82 n 209-SUAT, Oro shot s-a remarcat stimularea creșterii rădăcinii cu 5-47 %.

Lungimea tulpiniței. În varianta martor lungimea tulpiniței a variat în limitele 16-38 mm, iar frecvența genotipurilor cu valori mai înalte de media eșantionului (26-38 mm) a constituit 57%. Sub influența FC valorile lungimii tulpiniței s-au diminuat până la 12-36 mm, iar rata genotipurilor cu lungimea tulpiniței mai mare decât media eșantionului s-a micșorat până la 56%; astfel, a fost înregistrată o stabilitate a unor genotipuri sub influența FC (Fig.3).

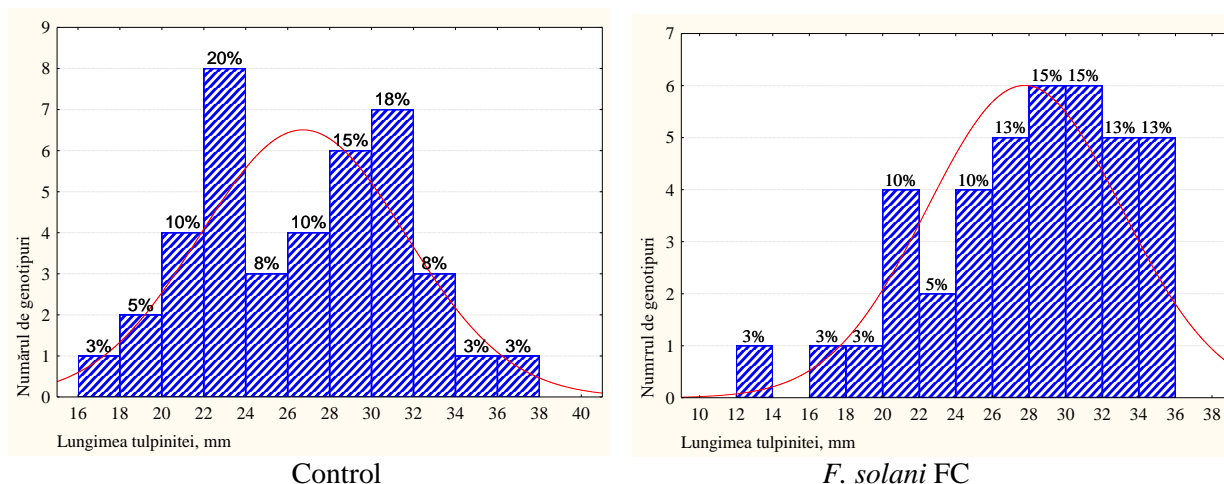


Fig.3. Repartiția genotipurilor de susan în baza lungimii tulpiniței.

Diminuarea creșterii sub influența FC *F. solani* s-a constatat la 15 genotipuri (37,5%). Printre cele mai afectate soiuri (59-65% din martor) pot fi menționate K-1265, Cubaneț 55, Zalt Sadovzri. Un număr de 25 genotipuri – Zaltsadovski, Cubaneț 57, Gusar, Biolsadovski, Bliscucii, Natașa, Cubaneț 93, K-1550, K-1621, K-1748, Boiarin, Adaptovannâi 2, Lider, L₂, Belosemiannâi 177, VNIIMC-889, Manjurschii ulucișennâi, Margo, Liano, Delco, Dulce, Serebristâi, Iubileinâi, UCR/82 n 209-SUAT, Oro shot au reacționat la tratament prin stimularea creșterii (cu 2-51%).

În baza clasificării genotipurilor de susan conform modelului de analiză clusteriană a k-mediilor, s-a constatat că în cazul variantei martor cele mai înalte rezultate ale caracterelor studiate – germinația, lungimea rădăcioarei, lungimea tulpiniței – s-au remarcat la genotipurile: L₁, Djerelo, K-1257, K-1555, K-1748 Solnecinâi, Boiarin, Cubaneț 55, Conditorschii 2058, VNIIMC-1, Margo, Liano și Dulce din Clucterul III, mediile cărora au fost de 93,3%, 31,2 mm și, respectiv, 31,2 mm (*a se vedea* Tabelul).

Tabel

Analiza clusteriană (k-medii) a repartiției genotipurilor de susan în clase în baza caracterelor de creștere și dezvoltare a plantulelor, la tratarea boabelor cu FC *F. solani*

Clus-ter	Caracter	X	S	Num. genoti-purilor	Membrii clusterelor
Martor					
1	Germinație, %	96,55	5,67	11	3 – Zaltsadovski, 6 – BiolSadovski, 7 – K - 1265, 9 – Natașa, 12 – K-1621, 18 – Adaptovanâi 2, 22 – L ₂ , 23 – N162/0781, 24 – Tașchentschii 122, 26 – Belosemiannâi 177, 27 – VNIIMC-889;
	Lungimea rădăcioarei, mm	25,31	11,00		
	Lungimea tulpiniței, mm	29,23	3,02		
2	Germinație, %	96,71	5,97	17	4 – Cubaneț 57, 5 – Gusar, 8 – Bliscucii, 10 – Cubaneț 93, 11 – Donscoi belosemiannâi, 13 – Cumhuriyet 99, 19 – Lider, 21 – Cadet, 29 – Manjurschii ulucișennâi, 32 – Delco, 34 – Serebristâi, 35 – Iubileinâi, 36 – Zalt Sadovzri, 37 – UCR/82 n 209-SUAT, 38 – Margo Tall, 39 – Oro Shot, 40 – Oro 9/71.
	Lungimea rădăcioarei, mm	25,11	8,12		
	Lungimea tulpiniței, mm	21,91	4,13		
3	Germinație, %	93,33	7,51	12	1 – L ₁ , 2 – Djerelo, 14 – K-1257, 15 – K-1555, 16 – K-1748 Solnecinâi, 17 – Boiarin, 20 – Cubaneț 55, 25 – Conditorschii 2058, 28 – VNIIMC-1, 30 – Margo, 31 – Liano, 33 – Dulce.
	Lungimea rădăcioarei, mm	31,23	6,06		
	Lungimea tulpiniței, mm	31,26	12,00		
FC <i>F. solani</i>					
1	Germinație, %	95,72	10,02	22	1 – L ₁ , 3 – Zaltsadovski, 4 – Cubaneț 57, 5 – Gusar, 8 – Bliscucii, 10 – Cubaneț 93, 11 – Donscoi belosemiannâi, 12 – K-1621, 14 – K-1257, 16 – K-1748 Solnecinâi, 17 – Boiarin, 18 – Adaptovannâi 2, 19 – Lider, 22 – L ₂ , 25 – Conditorschii 2058, 26 – Belosemiannâi 177, 27 – VNIIMC-889, 28 – VNIIMC-1, 30 – Margo, 31 – Liano, 32 – Delco, 34 – Serebristâi.
	Lungimea rădăcioarei, mm	28,80	9,70		
	Lungimea tulpiniței, mm	30,71	7,90		
2	Germinație, %	83,60	10,80	5	2 – Djerelo, 6 – Biolsadovski, 9 – Natașa, 15 – K-1555, 33 – Dulce;
	Lungimea rădăcioarei, mm	26,01	15,19		
	Lungimea tulpiniței, mm	30,02	28,50		
3	Germinație, %	94,77	13,03	13	7 – K – 1265, 13 – Cumhuriyet 99, 20 – Kubaneț 55, 21 – Kadet, 23 – N162/0781, 24 – Tașchentschii 122, 29 – Manjurschii ulucișennâi, 35 – Iubileinâi, 36 – Zalt Sadovzri, 37 – UCR/82 n 209-SUAT, 38 – Margo Tall, 39 – Oro Shot, 40 – Oro 9/71.
	Lungimea rădăcioarei, mm	24,22	18,17		
	Lungimea tulpiniței, mm	21,86	12,75		

De remarcat, că printre aceste 12 genotipuri, care au format culusterul dat, 5 au o durată de vegetație de 105–124 zile, fiind considerate precoce și mediu precoce, iar șapte genotipuri – K-1257, Cubaneț 55, Conditorschii 2058, VNIIMC-1, Margo, Liano, Dulce – au o lungime a perioadei de vegetație de 132-144 zile. Cât privește alte caractere esențiale – talia plantelor, lungimea capsulei, numărul de capsule per plantă, numărul de semințe per capsulă și masa a 1000 de semințe, productivitatea per plantă – s-a constatat că acestea au fost destul de diferite la genotipurile din Clusterul III. Prin urmare, talia plantelor la 8 mostre a fost cuprinsă în limitele 118-144 cm, iar la 4 mostre (Djerelo, Boiarin, Cubaneț 55, VNIIMC-1) – 107-113 cm, lungimea capsulelor a fost cuprinsă între 2,3 și 2,8 cm, numărul de capsule per plantă a variat de la 33,1 la 53,8 buc. Masa a 1000 de semințe la 9 mostre a fost de 2,7-3,0 g, iar la 3 mostre (Djerelo, Boiarin, Cubaneț 55) – de 2,5–2,6 g. Productivitatea per plantă la 9 genotipuri a variat de la 6,0 g la 10,1 g, iar la Conditorschii 2058, VNIIMC-1 și Margo de la 3,9 la 5,0 g. În cadrul parametrilor analizați din Clusterul III s-au evidențiat genotipuri cu trăsături agronomice importante care pot servi la o bună dezvoltare a plantelor chiar la începutul vegetației.

Cât privește repartiția genotipurilor de susan în clase pe baza caracterelor de creștere și dezvoltare a plantulelor sub influența filtratului de cultură *F. solani*, mostrele din Clusterul I cu un număr de 22 de genotipuri sunt reprezentate de cele mai mari valori ale germinației ($x = 95,7\%$), lungimii rădăcioarei ($x = 28,8$ mm) și lungimii tulpiniței ($x = 30,7$ mm).

În baza aprecierilor de câmp, s-a constatat că la 10 genotipuri precoce și mediu precoce lungimea perioadei de vegetație a fost de 105-126 zile, iar la cele 12 – de 129-144 zile. Lungimea capsulelor la 12 mostre a fost de 2,7-2,9 cm, iar la 10 mostre – de 2,3–2,6 cm. În ce privește numărul de capsule per plantă, la 11 mostre acesta a variat de la 33,1 la 43,6, iar la L_1 , Zaltsadovski, Bliscucii, K - 1550, K-1257, K-1748, Adaptovannâi 2, L_2 , Belosemiannâi 177, Liano și Serebristâi a fost cuprins între 45,1 și 53,8. Numărul de semințe per capsulă la 20 de genotipuri a variat de la 50,4 la 68,1, iar la Conditorschii 2058, VNIIMC-1 – de 38,2 și, respectiv, 39,7. Masa a 1000 de semințe pentru 12 genotipuri a fost cuprinsă între 2,7 și 3,0 g, iar pentru Zaltsadovski, Gusar, Bliscucii, K-1550, Boiarin, Adaptovannâi 2, L_2 , Belosemiannâi 177, Delco, Serebristâi a variat de la 2,1 la 2,6 g. Productivitatea per plantă la 16 genotipuri a variat în limitele 6,5–10,1 g, iar la 6 genotipuri (Conditorschii 2058, Belosemiannâi 177, VNIIMC-889, VNIIMC-1, Margo, Delco) a fost cuprinsă între 3,9 și 6,0 g.

Concluzii

Genotipurile de susan studiate prezintă o diversitate genetică la primele etape ale dezvoltării ontogenetice sub acțiunea filtratului de cultură *F. solani*, prin care pot fi remarcate și selectate cele mai rezistente mostre la agentul patogen.

Rezultatele obținute scot în evidență un grup de 22 linii și soiuri de susan (determinate prin metoda analizei clusteriene) în varianta filtratului de cultură al patogenului *F. solani* cu valori ridicate după germinație, lungimea rădăcioarei și tulpiniței. Printre aceste genotipuri, L_1 , Zaltsadovski, K-1257, K-1748 și Liano sunt reprezentate de cele mai mari valori de importanță agronomică după numărul de capsule per plantă – 50,5–53,8; numărul de semințe per capsulă – 56,7–68,1 și productivitate per plantă de 7,4–10,1 g.

Referințe:

1. JOHNSON, L.A., SULEIMAN, T.M., LUSAS, E.W. Sesame protein: a review and prospectus. In: *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 1979, vol.56, p.463-468. doi: 10.1007/BF02671542.
2. KAHYAOGU, T., KAYA, S. Modeling of moisture, color and texture changes in sesame seeds during the conventional roasting. In: *J. Food Eng.*, 2006, vol.75, p.167-177. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2005.04.011.
3. OBIAJUNWA, E.I., ADEBIYI, F.M., OMODE, P.E. Determination of essential minerals and trace elements in Nigerian sesame seeds, using TXRF Technique. In: *Pak. J. Nutr.*, 2005, vol.4, p.393–395, doi: 10.3923/pjn.2005.393.395.
4. PASTORELLO, A.E., et al. The major allergen of sesame seeds (*Sesamum indicum*) is a 2S albumin. In: *J. Chromatogr. Biomed. Sci. Appl.*, 2001, p.85–93, doi: 10.1016/S0378-4347(01)00073-1.
5. SHARMA, E., SHAH, T.I., KHAN, F. A review enlightening genetic divergence in *Sesamum indicum* based on morphological and molecular studies. In: *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 2014, p.1-9. ISSN 2227-670X
6. JYOTHI, B., et al. Assessment of resistance to Fusarium wilt disease in sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm. In: *Australasian Plant Pathology*, 2011, vol.40, p.471-475.
7. MOSS, M.O., SMITH, J.E. *The applied mycology of Fusarium*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984, p.26.

8. DOMSCH, K. H., GAMS, W. and ANDERSON, T. *Compendium of soil fungi*. London: Acad. Press, 1980, p.859.
9. SHAMIM, A., et al. Pathogenicity and Antimicrobial Activity of Seed-borne *Fusarium solani* (Mart.) Appel and Wollenw. Emend. Snyder and Hans Strains. In: *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2003, vol.6, Iss. 13, p.1183–1186.
10. EL-BRAMAWY, M.A.S. Inheritance of resistance to *Fusarium* wilt in some crosses under field conditions. In: *Plant Protection Science*, 2006, vol.42, p.99-105.
11. MIHNEA, N., LUPAȘCU, G., ZAMORZAEVA, I. The reaction of tomato genotypes to fungal pathogens under controlled conditions. In: *International Conference "Agriculture for Life, Life for Agriculture"*. Horticulture, ILXI, 2017, p.277-285.
12. RADHAKRISHNAN, R., et al. *Penicillium* sp. mitigates *Fusarium* induced biotic stress in sesame plants. In: *Biotechnology Letters*, 2013, vol.35, Iss. 7, p.1073-1078.
13. RADHAKRISHNAN, R., et al. IAA producing *Penicillium* sp. NICS01 triggers plant growth and suppresses *Fusarium* induced oxidative stress in sesame (*Sesamum indicum* L.). In: *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2013, vol.23, Iss. 6, p.856-863.
14. TUIITE, J. *Plant pathological methods*. Burgess Publishing Company, 1969. 239 p.
15. BARNETT, H.L., and HUNTER, B.B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Am. Phytopathological Society. Fourth edition, 1998.

Notă: Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului Programului de Stat 20.80009.5107.11 „Conservarea ex situ de lungă durată a resurselor genetice vegetale în Banca de gene cu utilizarea metodelor biologiei moleculare în testarea stării de sănătate a germoplasmei vegetale”, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Date despre autori:

Anatolii MOGÎLDA, cercetător științific, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Resurse Genetice Vegetale.

E-mail: anatolii.mogilda10gmail.com

ORCID: 0000-0001-9159-6038

Galina LUPAȘCU, doctor habilitat, profesor cercetător, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Genetica Aplicată.

E-mail: galinalupascu51@gmail.com

Prezentat la 14.03.2022