

CZU: 633.11:632.4

[https://doi.org/10.59295/sum1\(171\)2023_01](https://doi.org/10.59295/sum1(171)2023_01)

HERITABILITATEA REZISTENȚEI GRÂULUI COMUN LA FUNGUL *FUSARIUM AVENACEUM* (FR.) SACC. ÎN GENERAȚIA F₁

Nicolae CRISTEA

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM

Fungul *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. – unul din agenții cauzali ai putregaiului de rădăcină și fuzariozei spicului, este foarte răspândit în culturile cerealiere păioase, inclusiv la grâul comun în întreaga lume, inclusiv în Republica Moldova. Incorporarea rezistenței genetice în plantele de cultură este considerată cea mai eficientă și durabilă metodă de contracarare a bolilor. Pentru strategiile de ameliorare a rezistenței la maladie este necesară cunoașterea bazei genetice a reacției la agenții cauzali. În articol sunt prezentate date cu privire la: i) influența filtratului de cultură (FC) *F. avenaceum* asupra organelor de creștere a formelor parentale și descendenților F₁ de grâu, ii) gradul de dominare a indicelui de vigoare a plantulelor în varianta martor și cu FC, iii) influența factorului parental asupra manifestării indicelui de vigoare, iv) clasificarea (dendrograme, *k*-medii, scanare multidimensională) formelor testate sub influența patogenului, v) identificarea genotipurilor care pot fi utilizate ca surse de rezistență.

Cuvinte-cheie: grâu comun, *Fusarium avenaceum*, rezistență, grad de dominanță, efectul reciprocității.

HERITABILITY OF COMMON WHEAT RESISTANCE TO THE *FUSARIUM AVENACEUM* (FR.) SACC. FUNGUS IN THE F₁ GENERATION

The fungus *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. – one of the causative agents of root rot and spike fusarium, is very widespread in the grass cereal crops, including common wheat, throughout the world, including in the Republic of Moldova. Incorporating genetic resistance into crop plants is considered the most effective and sustainable method of the disease control. For the strategies to improve disease resistance, knowledge of the genetic basis of the reaction to the causative agents is necessary. Article presents the data regarding: i) influence of the *F. avenaceum* culture filtrate (CF) on the growth organs of the parental forms and F₁ descendants of wheat, ii) the degree of dominance of the seedling vigor index in the control variant and with CF, iii) the influence of the parental factor on the manifestation of the vigor index, iv) the classification (dendrograms, *k*-means, multidimensional scanning) of the forms tested under the influence of the pathogen, v) the identification of genotypes that can be used as sources of resistance.

Keywords: common wheat, *Fusarium avenaceum*, resistance, degree of dominance, effect of reciprocity.

Introducere

Putregaiul de rădăcină la culturile cerealiere păioase, inclusiv la grâul comun de toamnă (*Triticum aestivum* L.), este o boală răspândită în toate zonele de cultivare a acestora. Complexul fungic care provoacă boala este foarte labil la condițiile pedoclimatice, motiv pentru care este destul de dificil prin testări de câmp de făcut concluzii exhaustive cu privire la rezistența genotipurilor la agenții cauzali sau la modul de menținere a acesteia [1].

Conform datelor noastre recente, în complexul agenților cauzali ai putregaiului de rădăcină la grâul comun de toamnă în condițiile Republicii Moldova, a crescut considerabil incidența ciupericii *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. care a atins rata de 11,4% în anul 2021 [2]. *F. avenaceum* este una din cele mai răspândite specii patogene la plante, frecvent implicată în putregaiul rădăcinii, tulpinii, fructelor și căderea plantelor, producând pierderi economice enorme diferitelor culturi agricole [3, 4, 5]. Pentru cultivatorii de cereale, în special ai grâului și orzului, ciuperca mai prezintă o îngrijorare de siguranță alimentară și din cauză că aceasta este un producător activ de micotoxine în boabe, cum ar fi moniliformina, eniatinele, bovericina [6, 7, 8, 9] care cauzează tulburări grave în organismul uman sau animal [10].

Incorporarea rezistenței genetice în plantele de cultură este considerată cea mai eficientă și durabilă metodă de contracarare a putregaiului de rădăcină. Pentru strategiile de ameliorare a rezistenței la maladie este necesară cunoașterea bazei genetice a reacției la agenții cauzali. Este de menționat că datorită naturii cantitative, rezistența depinde în mare măsură de condițiile mediului ambiant ceea ce prezintă un impediment în crearea sau identificarea formelor nesusceptibile [1, 11].

Pornind de la cele menționate, scopul cercetărilor noastre a constat în stabilirea reacției formelor parentale și hibridilor F_1 de grâu comun de toamnă la filtratul de cultură *F. avenaceum* și particularităților de heritabilitate a unor caractere cantitative ale plantelor la interacțiunea cu patogenul.

Material și metode

În studiu au fost implicate 7 soiuri de grâu comun de toamnă în calitate de genitori – Moldova 11, Moldova 16, Moldova 66, Centurion, Amor, Miranda, Cuialnic și 4 perechi de hibridi reciproci F_1 .

Tulpina de *F. avenaceum* a fost izolată din plantă de grâu comun cu semne de putregai de rădăcină pe mediu *Potato Dextrose Agar* [12], identificată în baza caracterelor morfo-culturale și microscopice conform determinantului Barnett, Hunter [13]. Filtratul de cultură (FC) *F. avenaceum*, preparat prin inocularea miceliului în mediul nutritiv Czapek-Dox, are următoarea componență (g/l): 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 [12]. Tratarea boabelor de grâu cu FC a durat 18 ore. În calitate de martor au servit boabele menținute în apă distilată (18 ore). Cultivarea a avut loc în cutii Petri la temperatura 18-19°C timp de 6 zile.

Au fost apreciate germinația, lungimea radiclei embrionare, lungimea tulpiniței plantelor. Indicele de vigoare s-a calculat conform formulei: *germinația, % x lungimea plantulei, cm* [14], iar gradul de dominare (h_p) – Brubaker [15].

Efectul reciprocității s-a stabilit prin formula: $r_c = (b - a) / (B - A)$, în care A și B — valorile caracterului pentru formele parentale implicate în încrucișare; a – pentru hibridul ♂A x ♀B; b – pentru hibridul reciproc ♂B x ♀A. Valoarea pozitivă r ($r > 0$) semnifică efectul paternal, iar negativ ($r < 0$) – maternal, valoarea absolută r ($|r|$) prezintă aprecierea relativă a acestor efecte în unități, egale diferențelor valorilor caracterului la formele parentale (B - A) [16].

O clasificare reușită a genotipurilor în baza similitudinilor/deosebirilor se realizează prin metoda aglomerativ-iterațională de construire a dendrogramelor de repartiție, metoda centroidă a k-mediilor, ambele metode fiind utilizate cu succes în cercetările de genetică și ameliorare [17, 18, 19]. În analiza clusteriană k-medii, s-a optat pentru repartizarea genotipurilor în 4 cluster conform valorilor caracterelor analizate. Scanarea multidimensională s-a efectuat în baza matriței distanțelor euclidene dintre obiecte, calculate prin metoda Ward.

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

Rezultate și discuții

S-a constatat că tratarea boabelor de grâu cu FC *F. avenaceum* a influențat considerabil germinația, creșterea și dezvoltarea radiclei și tulpiniței plantulelor. Este de menționat că interacțiunea *planta x patogen* uneori a determinat inhibarea, alteori – stimularea organelor de creștere, cele mai mari diferențe între varianta martor și FC *F. avenaceum* remarcându-se la hibridii F_1 . De exemplu, la hibridul F_1 Centurion x Moldova 11, sub influența ciupercii, germinația s-a diminuat cu 46,7%, lungimea radiclei – 11,7%, lungimea tulpiniței – 2,8%, lungimea plantulei – 8,8%. La hibridul reciproc F_1 Moldova 11 x Centurion, dimpotrivă – FC a produs stimularea creșterii și dezvoltării: germinația s-a majorat cu 28,5%, lungimea radiclei – 16,1%, lungimea tulpiniței – 29,6%, lungimea plantulei – 20,0% (Tabelul 1).

Tabelul 1. Influența filtratului de cultură *F. avenaceum* asupra caracterelor de creștere la hibridii F_1 de grâu comun.

Genotip	Variantă	Germinație, %	Lungimea radiclei, mm	Lungimea tulpiniței, mm	Lungimea plantulei, cm
Moldova 16	Martor	96,7	74,2±5,9	46,6±4,6	12,08
	FC <i>F. av.</i>	73,3	75,6±6,1	45,1±4,7	12,07

Moldova 11	Martor	100	105,7±5,3	57,7±2,9	16,34
	FC <i>F. av.</i>	100	93,0±6,6	51,1±3,8	14,41
Centurion	Martor	46,7	93,9±3,4	46,5±1,8	14,04
	FC <i>F. av.</i>	60,0	93,6±3,7	45,2±2,0	13,88
Amor	Martor	100	111,7±2,6	60,2±1,4	17,19
	FC <i>F. av.</i>	100	93,0±3,3	61,0±2,1	15,4
Moldova 66	Martor	100	105,7±4,2	57,7±2,5	16,34
	FC <i>F. av.</i>	95,5	90,3±3,6	48,9±2,4	13,92
Miranda	Martor	100	107,1±3,1	60,5±1,7	16,76
	FC <i>F. av.</i>	98,9	107,3±3,7	58,8±2,1	16,61
Cuialnic	Martor	100	101,8±2,9	52,0±1,6	15,38
	FC <i>F. av.</i>	100	96,2±3,8	49,9±2,2	14,61
F ₁ M 11 x Centurion	Martor	46,7	70,7±14,5	29,1±8,1	9,98
	FC <i>F. av.</i>	60,0	82,1±13,8	37,7±6,8	11,98
F ₁ Centurion x M 11	Martor	100	106,3±7,2	49,7±4,2	15,6
	FC <i>F. av.</i>	53,3	93,9±6,6	48,3±5,8	14,22
F ₁ Amor x M 16	Martor	33,3	68,4±10,2	34,8±5,3	10,32
	FC <i>F. av.</i>	20	64,3±10,6	29,2±6,3	9,35
F ₁ M 16 x Amor	Martor	73,3	103,3±7,7	45,5±2,4	14,88
	FC <i>F. av.</i>	100	79,6±6,5	37,5±3,4	11,71
F ₁ M 66 x Amor	Martor	93,3	93,0±6,8	37,7±3,4	13,07
	FC <i>F. av.</i>	46,7	101,0±7,3	59,1±4,1	16,01
F ₁ Amor x M 66	Martor	86,7	93,5±11,1	46,2±5,7	13,97
	FC <i>F. av.</i>	40,0	92,2±3,8	54,3±2,7	14,65
F ₁ Miranda x Cuialnic	Martor	60,0	82,7±13,2	33,6±5,6	11,63
	FC <i>F. av.</i>	73,3	80,6±7,9	35,7±3,6	11,63
F ₁ Cuialnic x Miranda	Martor	86,7	88,0±9,9	44,9±5,2	13,29
	FC <i>F. av.</i>	86,7	113,6±4,6	53,4±3,4	16,7

Deci, atât genitorii, cât și hibridii F₁ au reacționat specific la acțiunea fungului.

S-a constatat că la hibridii F₁ gradul de dominare pentru indicele de vigoare a înregistrat întotdeauna valori negativ, atât în varianta martor, cât și în varianta cu FC *F. avenaceum* (Tab. 2), ceea ce semnifică dominanța părintelui cu valori mici ale caracterului. La 13 variante din 16 cu hibridi F₁ s-a constatat că valorile h_p au fost mai mari de 1, adică s-a manifestat fenomenul de supradominanță negativă, ceea ce denotă implicarea semnificativă a interacțiunilor alelice în manifestarea caracterului moștenit de la părintele cu valori mici.

Tabelul 2. Gradul de dominare (h_p) a indicelui de vigoare a plantelor de grâu comun la interacțiunea cu *Fusarium avenaceum*.

Părinte/hibrid F ₁	Variantă	Indice de vigoare	Raport la martor	h _p
Moldova 16	Martor	1168,14	-	-
	FC	884,73	75,7	-
Moldova 11	Martor	1634,0	-	-
	FC	1441,0	88,2	-

Centurion	Martor	655,67	-	-
	FC	832,8	127,0	-
Amor	Martor	1719,0	-	-
	FC	1540,0	89,6	-
Moldova 66	Martor	1634,0	-	-
	FC	1329,4	81,4	-
Miranda	Martor	1676,0	-	-
	FC	1642,7	98,0	-
Cuialnic	Martor	1538,0	-	-
	FC	1461,0	95,0	-
F ₁ M 11 x Centurion	Martor	466,1	-	-1,39
	FC	718,8	154,2	-1,44
F ₁ Centurion x M 11	Martor	1560,0	-	-0,85
	FC	757,9	48,6	-0,79
F ₁ Amor x M 16	Martor	343,7	-	-3,99
	FC	187,0	54,4	-2,72
F ₁ M 16 x Amor	Martor	1090,7	-	-1,28
	FC	1171,0	107,4	-0,13
F ₁ M 66 x Amor	Martor	1219,4	-	-10,76
	FC	747,7	61,3	-21,85
F ₁ Amor x M 66	Martor	1211,2	-	-10,95
	FC	586,0	48,4	-8,06
F ₁ Miranda x Cuialnic	Martor	697,8	-	-12,59
	FC	852,5	122,2	-7,70
F ₁ Cuialnic x Miranda	Martor	1152,2	-	-6,28
	FC	1447,9	125,7	-1,14

Prin calculul efectului reciprocității asupra indicelui de vigoare, s-a constatat influența factorului patern asupra acestuia, care conform mediei valorilor obținute pentru cele 4 perechi de hibrizi F₁, a fost mai pronunțat în varianta cu ciupercă (Tab. 3).

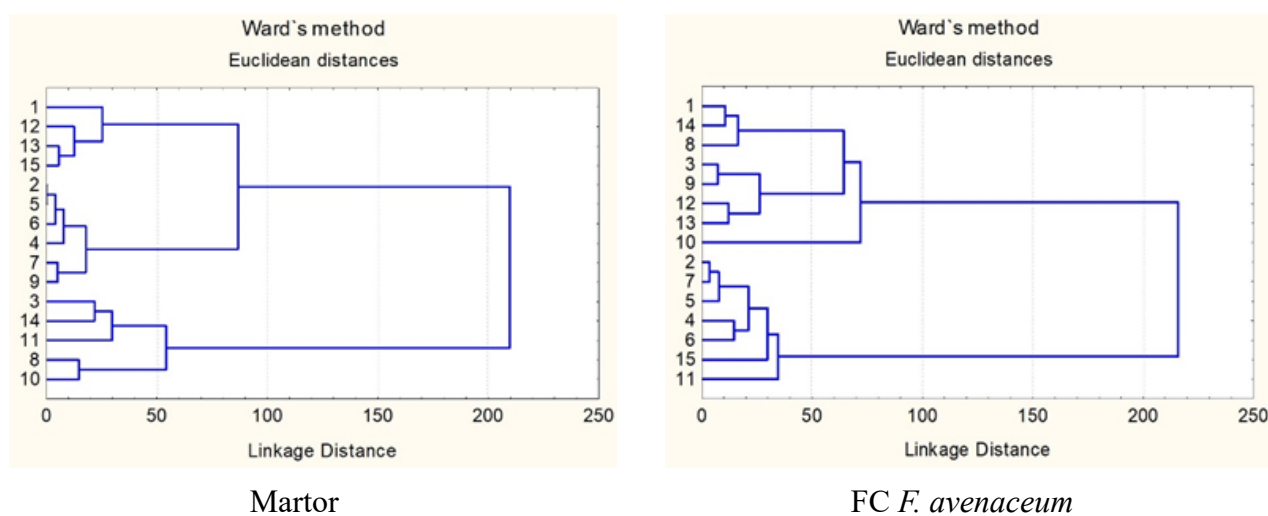
Tabelul 3. Efectul reciprocității (r_c) asupra indicelui de vigoare a plantelor de grâu comun la interacțiunea cu *Fusarium avenaceum*.

Hibrid reciproc	Martor	FC <i>F. avenaceum</i>
F ₁ M 11 x Centurion/ F ₁ Centurion x M 11	+1,12	+0,75
F ₁ Amor x M 16/ F ₁ M 16 x Amor	+1,36	+1,50
F ₁ M 66 x Amor/ F ₁ Amor x M 66	+0,02	+0,77
F ₁ Miranda x Cuialnic/ F ₁ Cuialnic x Miranda	+3,29	+3,28
Medie:	+1,45	+1,58

Dendrograma de repartiție a părinților și hibrizilor F₁ în clase în baza germinăției boabelor, lungimii radiclei, lungimii tulpiniței, lungimii plantulei a demonstrat existența similitudinilor, dar și a deosebirilor acestora care au fost diferite în varianta martor și varianta cu FC. De exemplu, hibrizii F₁ Amor x Moldova 66 (13) și F₁ Cuialnic x Miranda (15), conform distanțelor euclidiene între ele au demonstrat o similitudine

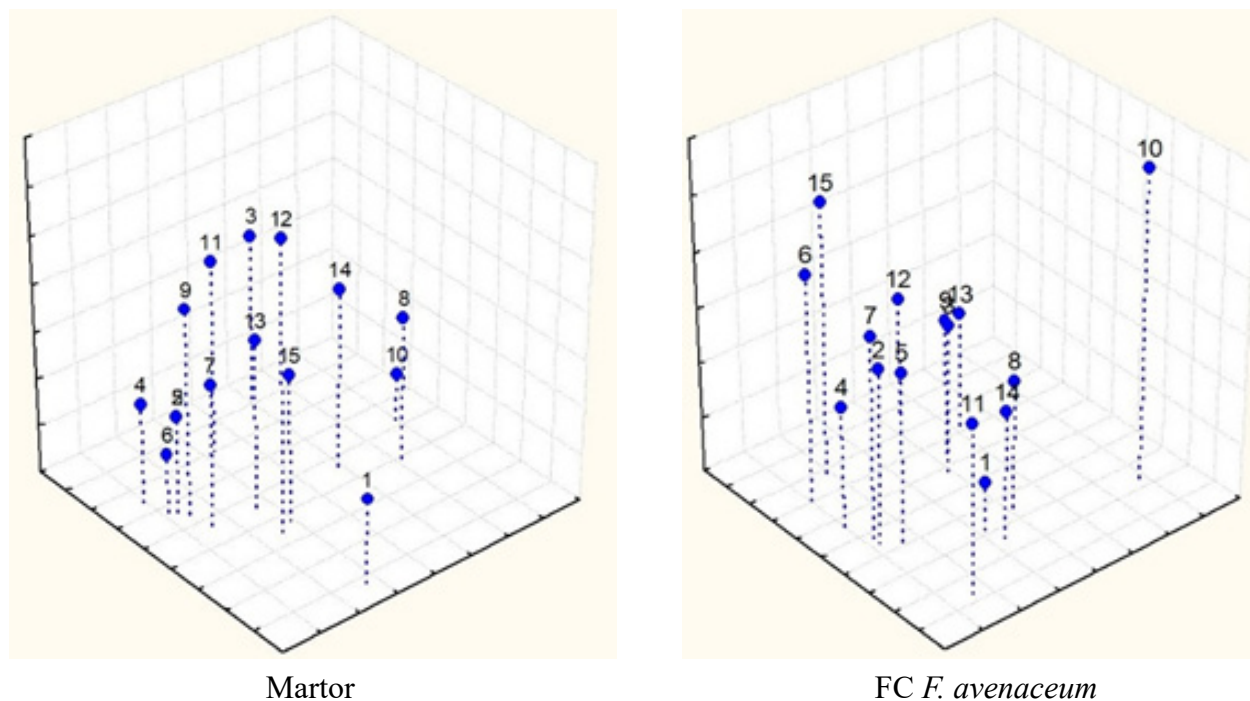
înaltă în condiții optime de dezvoltare (martor), pe când în varianta cu FC aceștia s-au distribuit în clustere diferite la distanțe mari, ceea ce denotă manifestarea reacțiilor specifice la acțiunea fungului (Fig. 1).

Fig. 1. Dendrograma de repartiție a formelor parentale și hibridilor F_1 de grâu comun în baza manifestării unor caractere cantitative la interacțiunea cu *F. avenaceum*.



Datele obținute prin construirea dendrogramei de distribuție au fost confirmate de scanarea multidimensională care relevă distribuția spațială mai extinsă, adică la distanțe mai mari, a genotipurilor în varianta martor comparativ cu varianta „FC *F. avenaceum*” (Fig. 2).

Fig. 2. Scanarea multidimensională a formelor parentale și hibridilor F_1 de grâu comun în baza manifestării unor caractere cantitative la interacțiunea cu *F. avenaceum*.



Prin metoda k -mediilor de analiză clusteriană, la separarea genotipurilor în 4 clustere, s-a constatat că în varianta martor varianța interclusteriană a fost mult mai înaltă decât cea intraclusteriană pentru toate caracterele studiate, pe când în varianta cu FC diferența între varianța interclusteriană și varianța intraclusteriană au fost mai mici pentru germinație și lungimea plantulei (Tab. 4).

Tabelul 4. Analiza varianței clusterelor de genotipuri de grâu.

Caracter	Varianță interclusteriană	df	Varianță intraclusteriană	df	F	p
Martor						
Germinație	7075,097	3	677,519	11	38,289	0,000
Lungimea radiclei	1909,171	3	902,303	11	7,758	0,005
Lungimea tulpiniței	1131,457	3	228,961	11	18,120	0,000
Lungimea plantulei	59,268	3	15,053	11	14,435	0,000
FC F. avenaceum						
Germinație	8545,429	3	1040,529	11	30,113	0,000
Lungimea radiclei	1512,417	3	678,507	11	8,173	0,004
Lungimea tulpiniței	513,287	3	714,317	11	2,635	0,102
Lungimea plantulei	36,990	3	23,891	11	5,677	0,013

Este de menționat totodată că în cazul lungimii tulpiniței, varianța intraclusteriană a fost mai înaltă de 1,3 ori decât varianța interclusteriană ceea ce denotă că acest caracter, spre deosebire de celelalte, n-a avut o capacitate diferențiatoare a genotipurilor la interacțiunea cu patogenul.

Analiza descriptivă a clusterelor a demonstrat că în varianta martor genitorii Moldova 11, Amor, Moldova 66, Miranda au înregistrat cele mai înalte valori ale caracterelor aflate în studiu, formând un cluster separat (4), iar în varianta cu FC s-au remarcat genitorul Miranda și hibridul F₁ Cuialnic x Miranda (clusterul 4) (Tab. 5).

Tabelul 5. Statistica descriptivă a clusterelor de genotipuri de grâu în baza caracterelor de creștere.

Caracter	Medie, %	Dev. st.	Membrii clusterelor	Medie, %	Dev. st.	Membrii clusterelor
Martor			FC F. avenaceum			
Clusterul 1, n = 4			Clusterul 1, n = 1			
Germinație, %	46,68	10,90	3 – Centurion, 8 – F ₁ M 11 x Centurion, 10 – F ₁ Amor x M 16, 14 – F ₁ Miranda x Cuialnic	20,0	0,00	10 – F ₁ Amor x M 16
Lungimea radiclei, mm	78,93	11,79		64,3	0,00	
Lungimea tulpiniței, mm	36,00	7,41		29,2	0,00	
Lungimea plantulei, cm	11,49	1,84		9,35	0,00	
Clusterul 2, n = 5			Clusterul 2, n = 7			
Germinație, %	87,34	8,96	1 – M 16, 11 – F ₁ M 16 x Amor, 12 – F ₁ M 66 x Amor, 13 – F ₁ Amor x M 66, 15 – F ₁ Cuialnic x Miranda	58,09	12,58	1 – M 16, 3 – Centurion, 8 – F ₁ M 11 x Centurion, 9 – F ₁ Centurion x M 11, 12 – F ₁ M 66 x Amor, 13 – F ₁ Amor x M 66, 14 – F ₁ Miranda x Cuialnic
Lungimea radiclei, mm	90,40	10,62		88,43	9,08	
Lungimea tulpiniței, mm	44,18	3,68		46,49	8,37	
Lungimea plantulei, cm	13,46	1,04		13,49	1,64	

Clusterul 3, n = 2				Clusterul 3, n = 5		
Germinație, %	100	0,00	7 – Cuialnic, 9 – F ₁ Centurion x M 11	99,10	2,01	2 – M 11, 4 – Amor, 5 – M 66, 7 – Cuial- nic, 11 – F ₁ M 16 x Amor
Lungimea radiclei, mm	104,05	3,18		90,42	6,40	
Lungimea tulpiniței, mm	50,85	1,63		49,68	8,35	
Lungimea plantulei, cm	15,49	0,16		14,01	1,39	
Clusterul 4, n = 4				Clusterul 4, n = 2		
Germinație, %	100	0,00	2 – M 11, 4 – Amor, 5 – M 66, 6 – Miranda	92,80	8,63	6 – Miranda, 15 – F ₁ Cuialnic x Miranda
Lungimea radiclei, mm	107,55	2,84		110,45	4,46	
Lungimea tulpiniței, mm	59,03	1,53		56,10	3,82	
Lungimea plantulei, cm	16,66	0,41		16,66	0,06	

Datele denotă oportunitatea ultimelor 2 genotipuri de implicare în programele de ameliorare în scopul sporirii rezistenței grâului comun la *F. avenaceum*.

Concluzii

1. Prin tratarea boabelor de grâu comun cu filtrat de cultură *F. avenaceum*, s-a constatat că patogenul produce, în dependență de genotip atât inhibare, cât și stimulare a organelor de creștere – germinație, radiculă, tulpiniță.

2. Gradul de dominare a indicelui de vigoare a plantulelor F₁ de grâu comun, a variat în limite largi: -0,85... -12,59 în varianta martor și -0,13 ... 21,85 – varianta cu FC, adică în ambele cazuri caracterul cercetat, la hibridii F₁ a fost mai mic decât la părintele cu valori mai mici. Atât în varianta martor, cât și în varianta cu FC a predominat fenomenul de supradominanță negativă ceea ce semnifică că la hibridii F₁ alelele recesive activează alelele dominante, responsabile de diminuarea indicelui de vigoare.

3. Calculul influenței parentale asupra indicelui de vigoare la hibridii reciproci F₁ de grâu a demonstrat rolul decisiv al genitorului patern în manifestarea caracterului care a variat în limitele +0,02 ... +3,29 – varianta martor și +0,75 ... +3,28 – FC *F. avenaceum*, media efectului reciprocității constituind +1,45 și +1,58, respectiv, martorului și FC.

4. Prin metode de clasificare a obiectelor – dendrograme, *k*-medii, scanare multidimensională s-a constatat o diferențiere reușită a formelor parentale și hibridilor F₁ în baza caracterelor de creștere atât în varianta martor, cât și varianta cu FC *F. avenaceum*, ceea ce a făcut posibilă identificarea genotipurilor rezistente – a soiului Miranda și hibridului F₁ Cuialnic x Miranda care pot fi utilizați în calitate de surse de rezistență împotriva patogenului.

Referințe:

- LUPAȘCU, G. *Putregaiul de rădăcină la grâul comun de toamnă*. Chișinău: Print-Caro, 2020, 120 p. ISBN 978-9975-56-801-2.
- LUPAȘCU, G., GAVZER, S. Influența condițiilor de mediu asupra complexului de agenți patogeni ai putregaiului de rădăcină la grâul comun. În: *Buletinul AȘM. Științele vieții*, 2021. nr. 2(344), p. 98-103.
- PETERS, J.bC., LEES, A.bK., CULLEN, D. W., SULLIVAN, L., STROUD, G.P., CUNNINGTON, A.C. Characterization of *Fusarium* spp. responsible for causing dry rot of potato in Great Britain. In: *Plant Pathol*, 2008, 57, p. 262–271.
- SØRENSEN, J. L., PHIPPS, R. K., NIELSEN, K. F., SCHROERS, H. -J., FRANK, J., THRANE, U. Analysis of *Fusarium avenaceum* Metabolites Produced during Wet Apple Core Rot. In: *J. Agric. Food Chem*, 2009, 57, 4, p. 1632–1639.

5. SAKODA, T., YAMASAKI, N., ABE, Y., YANAGISAWA, H., KOIKE, M. Bulb Rot of *Sandersonia aurantiaca* caused by *Fusarium anguioides* and *Fusarium* sp. Intercepted at Plant Quarantine in Japan. In: *Res. Bull. Plant Prot. Japan*, 2011, 47, p. 41–47.
6. JESTOI, M., ROKKA, M., YLI-MATTILA, T., PARIKKA, P., RIZZO, A., PELTONEN K. Presence and concentrations of the *Fusarium*-related mycotoxins beauvericin, enniatins and moniliformin in Finnish grain samples. In: *Food Addit. Contam.*, 2004, 21, p.794–802.
7. YLI-MATTILA, T., HUSSIEN, T., GAVRILOVA, O., GAGKAEVA T. Morphological and Molecular Variation Between *Fusarium avenaceum*, *Fusarium arthrosporioides* and *Fusarium anguioides* Strains. In: *Pathogens*, 2018, 7. 94. DOI:10.3390/pathogens7040094
8. UHLIG, S., JESTOI, M., PARIKKA, P. *Fusarium avenaceum* – The North European situation. In: *Int. J. Food Microbiol.*, 2007, 119, p. 17–24.
9. PONTS N., GAUTIER CH., GOUZY J., PINSON-GADAIS L., FOULONGNE-ORIOU M., DUCOS CH., RICHARD-FORGET F., SAVOIE J. -M, ZHAO CH., BARROSO G. Evolution of *Fusarium tricinctum* and *Fusarium avenaceum* mitochondrial genomes is driven by mobility of introns and of a new type of palindromic microsatellite repeats. In: *BMC Genomics*, BioMed Central. 2020, 21(1), 16 p. DOI: 10.1186/s12864-020-6770-2
10. LOGRIECO, A., RIZZO, A., FERRACANE, R., RITIENI, A. Occurrence of Beauvericin and Enniatins in Wheat Affected by *Fusarium avenaceum* Head Blight. In: *Appl. Environ. Microbiol.*, 2002, 68(1), p. 82–85. DOI: 10.1128/AEM.68.1.82-85.2002
11. WILLIAMSON-BENAVIDES, B. A., DHINGRA, A. Understanding Root Rot Disease in Agricultural Crops. In: *Horticulturae*. 2021, 7, 33. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020033>
12. Методы экспериментальной микологии. Киев: Наукова думка, 1982. 550 с.
13. BARNETT, H. L., HUNTER, B. B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Am. Phytopathological Society. Fourth edition. APS Press, 1998, 218 p.
14. POWELL, A. A. Seed vigour and its assessment. In: *Handbook of Seed Science and Technology; Basra, A.S., Ed.; Food Products Press. New York, NY, USA, 2006, p. 603–648.*
15. BRUBAKER, J. Agricultural genetics. Moskow: Kolos; 1966. 223 p.
16. REINHOLD, K. Maternal effects and the evolution of behavioural and morphological characters: a literature review indicates importance of extended maternal care. In: *J. of Heredity*, 2002, 93(6), p. 400-405.
17. RAVISHANKER, A., SANTOSH, K., BARANWAL, D.K., CHATTERJEE, A., SOLANKEY, S.S. Genetic Diversity Based on Cluster and Principal Component Analyses for Yield and Quality Attributes in Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). In: *Int. J. of Plant Breed. and Genetics*, 2013, Vol. 7(3), p. 159-168.
18. KOIJA, F.S., SABAA, J. Using Cluster Analysis and Principal Component Analysis to Group Lines and Determine Important Traits in White Bean. *Procedia Environmental Sciences*, 2015, 29, p. 38-40.
19. NANDINI, B., GANGAPPA, E., RAJANNA, M.P., MAHADEVU, P., RAMESH, S., HITTALMANI, S. Genetic Variability Analysis for Grain Yield and its Components Traits in Traditional Rice Varieties (TRVs). In: *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 2017, 6(8), p. 494-502. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.064>

Date despre autor:

Nicolae CRISTEA, doctorand, cercetător științific stagiar la Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

E-mail: niku.kristea.95@mail.ru

ORCID: 0009-0008-7259-3884

Notă: Cercetările au fost efectuate în cadrul Programului de Stat 20.80009.7007.04 „Biotehnologii și procedee genetice de evaluare, conservare și valorificare a agrobiodiversității”, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Prezentat la 28.11.2022