

AGENȚII PATOGENI AI UNOR MALADII FUNGICE LA CULTURI CEREALIERE PĂIOASE

CZU: 632.4:633.1:632.9

<https://doi.org/10.52673/18570461.22.1-64.03>Doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător **Galina LUPAȘCU**

E-mail: galinalupascu51@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3363-3595>Cercetător științific **Svetlana GAVZER**

E-mail: svetlanagavzer75@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9435-1159>

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor

PATHOGENS OF FUNGAL DISEASES IN THE SPIKED CEREAL CROPS

Summary. The article presents the results of the study of the composition of fungal species that cause staining, necrotization of grain tissue, stems to common wheat leaves, durum wheat, barley. The fungi with the highest incidence were *Alternaria alternata* (33.8 %), *Fusarium avenaceum* var. *herbarum* (20.6 %), *Helminthosporium avenae* (19.4 %). Culture filtrates of the *F. avenaceum* var. *herbarum* isolates involved in the study inhibited the germination of the kernels, the growth of the embryonic root with different intensity, the largest share in the source of variation of the growth of the embryonic root returning to the isolate factor of the fungus (65.7 %). The role of genotype and isolated genotype x interactions was 25.5 % and 5.7 %, respectively.

Keywords: wheat, barley, fungal pathogens, culture filtrate, interaction, source of variation.

Rezumat. În articol sunt prezentate rezultatele studiului componenței speciilor de fungi care cauzează pătarea și necrotizarea țesutului boabelor, tulpinii, frunzelor de grâu comun, grâu durum, orz. Cu cea mai înaltă incidență s-au remarcat fungii *Alternaria alternata* (33,8 %), *Fusarium avenaceum* var. *herbarum* (20,6 %), *Helminthosporium avenae* (19,4 %). Filtratele de cultură *F. avenaceum* var. *herbarum* ale izolatelor implicate în studiu au inhibat germinarea boabelor, creșterea radiclei embrionare cu diferită intensitate, cea mai mare pondere în sursa de variație a creșterii radiclei embrionare revenind factorului de izolată a fungului (65,7 %). Rolul genotipului și interacțiunilor *genotip x izolată* a constituit 25,5 %, 5,7 %, respectiv.

Cuvinte-cheie: grâu, orz, patogeni fungici, filtrat de cultură, interacțiune, sursă de variație.

INTRODUCERE

Cantitatea și calitatea recoltei la culturile cerealiere depind în mare măsură de sistemul de management, potențialul genetic al culturii, dar și de diverși factori care contribuie la diminuarea producției agricole. Recent, maladiile fungice s-au răspândit la cereale în cele mai îndepărtate părți ale globului, fiind considerate unul dintre factorii principali care afectează roada din punct de vedere cantitativ și calitativ [1].

Se presupune că contaminarea crescută a culturilor cerealiere din Europa și Asia cu micotoxine emergente [2], cum ar fi eniatinele sau bovericina, produse de *Fusarium avenaceum* și *F. tricinctum*, ar putea fi o premisă pentru viitoarele crize de siguranță alimentară [3]. Putrefacțiile, larg răspândite la aceste culturi, sunt de obicei maladii cauzate de mai mulți patogeni. Complexele fungice implicate în provocarea maladiilor sunt extrem de sensibile la schimbările climatice – temperatură, secetă, umiditate și aciditatea solului, pre-

cum și la schimbarea condițiilor agrotehnice, structurii genotipice a semănăturilor, motiv pentru care determinarea spectrului agenților patogeni este un obiectiv important în monitorizarea răspândirii, incidenței acestora, intensității de manifestare a maladiilor [4; 5; 6].

După cum au constatat autorii G. Gilardi, A. Garibaldi, M.L. Gullino [7], în condițiile Italiei creșterea temperaturii și concentrației de CO₂ în aer din ultimul timp a contribuit la extinderea gazdelor și patogenității fungului *F. equiseti*, care era considerat de obicei o specie cu patogenitate slabă. S-a ajuns la concluzia că schimbările de mediu pe glob pot influența incidența bolilor cauzate de patogenii din sol prin acțiune negativă asupra plantelor [8].

În legătură cu perturbările climatice tot mai severe care influențează în modul cel mai direct sistemele biotice din sol, studiul componenței agenților cauzali ai putregaiului de rădăcină la grâul comun și al patogenității acestora a devenit deosebit de actual în diferite țări ale lumii. În Germania, de exemplu, a fost de-

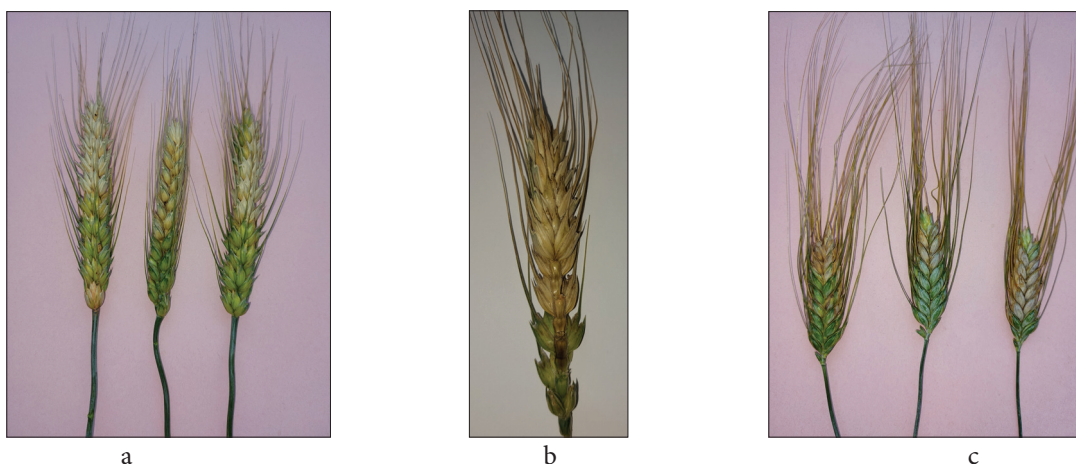


Figura 1. Spice de grâu comun (a, b) și grâu durum (c) cu semne de boală.

tectată recent pentru prima dată specia *F. venenatum* în calitate de agent cauzal al maladiei la grâul comun [9], deși autorii D.F. Farr, A.I. Rossman [10] stabilirea că acest fung în natură este un saprofit nepatogen. În condițiile Iranului s-au înregistrat 9 specii noi de *Fusarium* spp. care au manifestat patogenitate diferită față de grâul comun, pentru care soiurile au răspuns diferit la infectare [11].

Totodată, stabilirea componenței speciilor de fungi care cauzează maladii la plantele de cultură are o mare importanță pentru elaborarea măsurilor corecte de protecție și servește drept suport metodologic în sistemele de *screening* al rezistenței la patogeni.

Scopul prezentelor cercetări a constat în stabilirea componenței speciilor de fungi care produc necroze/brunificări la grâu și orz în condițiile Republicii Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Pentru determinarea componenței agenților cauzali ai bolilor spicelor, frunzelor, bazei tulpinii la grâul comun, grâu durum, orz de toamnă, s-au prelevat fragmente de țesuturi/boabe de la plante cu simptome de necroze, brunificări, dar și din boabe aparent sănătoase. Plantele reprezentau linii de perspectivă, soiuri de pe sectorul de multiplicare al Institutului de Genetică,

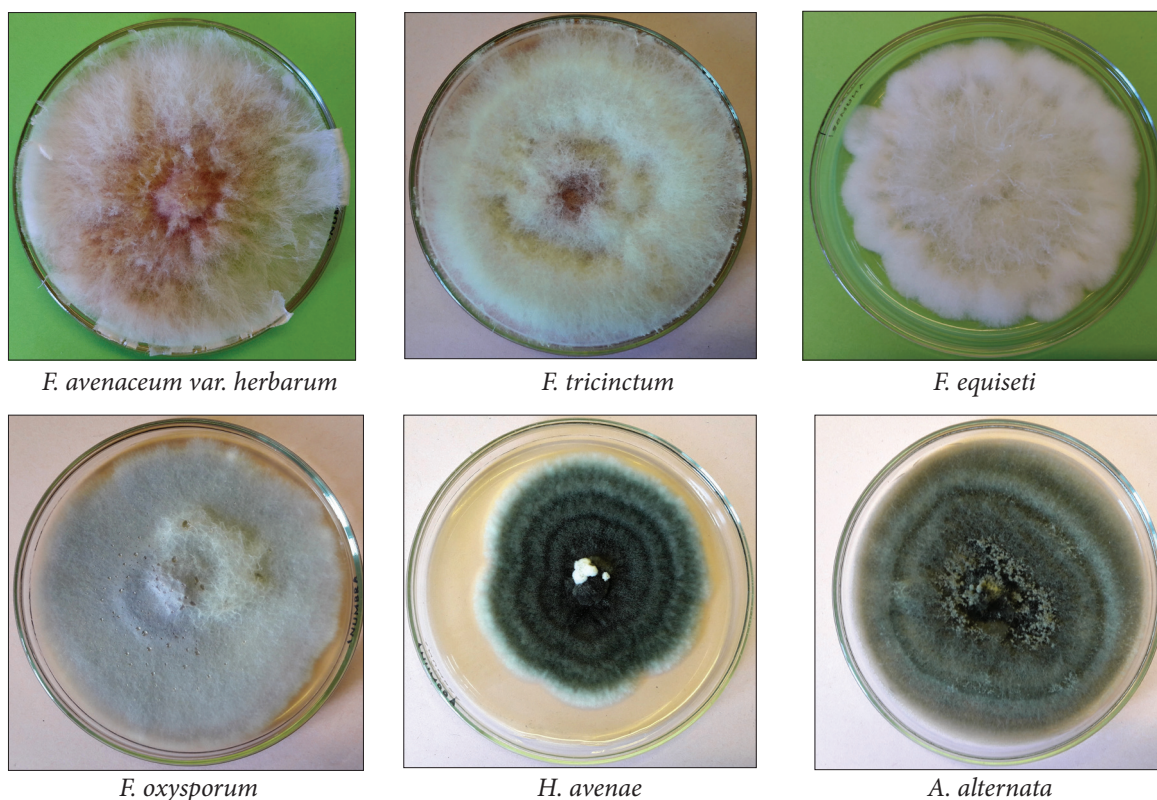


Figura 2. Colonii de fungi izolați din plante bolnave de grâu comun.

Fiziologie și Protecție a Plantelor și genotipuri de colecție.

Izolarea fungilor din plante s-a efectuat pe mediu *Potatoe Dextrosus Agar* (PDA) la etapa de coacere în lapte a boabelor [12] (figura 1).

Identificarea speciilor de fungi a fost realizată în baza analizelor macroscopice (forma coloniei, culoarea și densitatea miceliului, prezența sau lipsa stromei) și microscopice (forma, dimensiunea conidiilor, prezența/lipsa pereților intracelulari etc.) [13] (figura 2).

Pentru testarea reacției plantelor de grâu la *F. avenaceum* var. *herbarum* s-au utilizat filtratele de cultură (FC) ale patogenului, preparate în baza mediului nutritiv lichid Czappek [12].

Indicele de diversitate a fungilor a fost calculat cu ajutorul formulei Margalef: $D_{Mg} = S - 1/\ln N$ (S – numărul speciilor; N – numărul total al izolatelor), iar *indicele de dominanță* – în baza formulei Ber-

ger-Parker: $d = N_{max} / N$ (N_{max} – numărul de izolate al speciei dominante; N – numărul total al izolatelor [14; 15]).

Datele au fost prelucrate în pachetul de soft STATISTICA 8.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Prin izolare pe mediu nutritiv și identificare macro- și microscopică, s-a stabilit următoarea componență a fungilor în partea aeriană (boabe, frunze, axul spicului, partea bazală a tulpinii) a plantelor de grâu comun, grâu durum și orz: *Fusarium equiseti* (5,63 %), *F. avenaceum* var. *herbarum* (20,63 %), *F. semitectum* (2,5 %), *F. heterosporum* (1,25 %), *F. tricinctum* (10,0 %), *H. avenae* (19,38 %), *A. alternata* (33,75 %), *A. consortiale* (5,0%), *C. herbarum* (1,88 %) (tabelele 1-2).

S-a constatat că indicele de diversitate (D_{Mg}) al fungilor a fost egal cu 10,63, iar indicele de dominanță

Tabelul 1
Speciile de fungi izolate din partea aeriană a plantelor de cultură păioase

Cultură, soi	Organ	Specie de fung	Număr de izolate
Grâu comun de toamnă, Moldova 11	Boabe bolnave – șistăvire, embrion negru	<i>F. avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	16
		<i>F. semitectum</i>	1
	Boabe sănătoase	<i>Alternaria alternata</i>	3
	Axul spicului – putrezire	<i>F. avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	1
		<i>F. semitectum</i>	1
	Baza tulpinii – putrezire	<i>F. avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	2
		<i>F. semitectum</i>	1
	Frunză – pete negre	<i>F. avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	13
		<i>Helminthosporium avenae</i>	13
		<i>A. alternata</i>	1
		<i>A. consortiale</i>	1
		<i>Cladosporium</i> var. <i>herbarum</i>	1
Grâu durum de toamnă, Auriu 2	Boabe bolnave – șistăvire, embrion negru	<i>F. tricinctum</i>	2
		<i>A. alternata</i>	1
	Boabe sănătoase	<i>A. alternata</i>	1
	Axul spicului – putrezire	<i>A. alternata</i>	3
Orz cu 6 rânduri, Excelent	Boabe bolnave – șistăvire, embrion negru	<i>F. tricinctum</i>	13
		<i>F. heterosporum</i>	1
		<i>F. equiseti</i>	3
		<i>A. alternata</i>	1
		<i>A. consortiale</i>	4

	Boabe sănătoase	<i>F. equiseti</i>	4
		<i>A. alternata</i>	7
		<i>A. consortiale</i>	3
	Axul spicului – putrezire	<i>A. alternata</i>	3
	Tulpină – putrezire	<i>H. avenae</i>	14
	Frunză – pete negre	<i>H. avenae</i>	4
		<i>A. alternata</i>	11
Orz cu 2 rânduri, Inei	Boabe bolnave – șistăvire, embrion negru	<i>F. semitectum</i>	1
		<i>F. avenaceum var. herbarum</i>	1
		<i>F. heterosporum</i>	1
		<i>F. tricinctum</i>	1
		<i>F. equiseti</i>	2
		<i>A. alternata</i>	8
	Boabe sănătoase	<i>Cladosporium herbarum</i>	2
		<i>A. alternata</i>	4
	Frunze – pete negre	<i>A. alternata</i>	11
		Total izolate:	160

Tabelul 2

Frecvența speciilor de fungi izolați din plante de grâu cu semne de boală pe partea aeriană a plantelor de culturi păioase

Nr.	Specie	Număr de izolate	%
1.	<i>Fusarium equiseti</i>	9	5,63
2.	<i>F. avenaceum var. herbarum</i>	33	20,63
3.	<i>F. semitectum</i>	4	2,5
4.	<i>F. heterosporum</i>	2	1,25
5.	<i>F. tricinctum</i>	16	10,00
6.	<i>Helminthosporium avenae</i>	31	19,38
7.	<i>Alternaria alternata</i>	54	33,75
8.	<i>A. consortiale</i>	8	5,00
9.	<i>Cladosporium var. herbarum</i>	3	1,88
	Total izolate	160	100,0

(d) – cu 0,34, specia majoritară în spectrul fungic fiind *A. alternata* (33,75 %), urmată de *F. avenaceum var. herbarum* (20,63 %) și *H. avenae* (19,38 %). Este de menționat că boabele aparent sănătoase sunt purtătoare de infecții fungice în special de *A. alternata*.

În scopul elucidării particularităților de patogenitate a fungului *F. avenaceum var. herbarum*, plantulele de 6 zile de grâu comun de toamnă, provenite din boabe tratate cu FC a 3 izolate au fost supuse măsură-

rilor biometrice pentru unele caractere de creștere și dezvoltare (tabelul 3). Astfel, s-a constatat că tratarea boabelor de grâu cu FC *F. avenaceum var. herbarum* a condus la diminuarea germinării acestora. De exemplu, FC1 și FC3 au diminuat caracterul la soiul Avânt cu 13,5 % și 7,9 %, respectiv. La soiul Cubani, sub influența FC1 germinația s-a diminuat cu 8,3 %, iar la soiul Moldova 30 FC2, FC3 au inhibat germinarea cu 11,5 % și 8,0 %, respectiv.

Tabelul 3

Influența filtratelor de cultură *F. avenaceum* var. *herbarum* asupra plantulelor de grâu comun

Soi	VARIANTĂ	Germinare, %	Lungimea radiclei, mm	V, %
Avânt	Martor	100	88,2±3,8	41,1
	FC1	86,5	84,1±3,7	39,0
	FC2	95,5	67,4±3,9*	52,6
	FC3	92,1	93,1±4,0	39,0
Cubani 101	Martor	100	90,5±4,0	40,3
	FC1	91,7	87,5±3,7	37,0
	FC2	71,4	71,2±5,8*	63,3
	FC3	84,5	75,8±4,5*	50,3
Moldova 30	Martor	100	106,6±3,8	33,4
	FC1	88,5	78,6±4,6*	51,5
	FC2	100	99,9±3,7	34,6
	FC3	92,0	98,9±3,5	31,6

*- p<0,05.

Tabelul 4

Analiza factorială a influenței interacțiunilor grâu x *F. avenaceum* var. *herbarum* asupra creșterii radiclei de grâu

Sursă de variație	Grade de libertate	Suma medie a pătratelor	Pondere în sursa de variație, %
Genotip	44	1087*	25,48
Izolată <i>F. avenaceum</i>	3	2797*	65,57
Genotip x izolată	132	244*	5,72
Eroare	360	138	3,24

*- p<0,05.

Filtratele de cultură au influențat negativ creșterea radiclei embrionare, efectul fiind diferit, depinzând atât de genotip, cât și de izolată. Astfel, în cazul soiului Avânt s-a înregistrat o inhibare semnificativă, cu suport statistic la aplicarea FC2, Cubani 101 – FC2, FC3 și M 30 – FC1: -23,6 %, -21,3 %, -16,2 %, -26,3 %, respectiv, martorului.

Este de menționat că în variantele în care s-a constatat o inhibare semnificativă a creșterii radiclei embrionare, s-a mărit variabilitatea caracterului investigat (V, %), ceea ce denotă heterogenitatea plantulelor de grâu în vederea sensibilității la patogen.

Prin analiză factorială a reacției genotipurilor de colecție la tratarea boabelor de grâu cu FC *F. avenaceum* var. *herbarum*, s-a constatat că ponderea majoritară în sursa de variație a lungimii radiclei embrionare a revenit izolatei ciupercii (65,57 %), după care au urmat factorul de genotip (25,48 %) și interacțiune genotip x izolată (5,72 %) (tabelul 4).

CONCLUZII

S-a constatat că în provocarea putrefacțiilor, necrozelor (spice, baza tulpinii), petelor (frunze) la plantele de grâu și orz sunt implicați fungii *Fusarium equiseti* (5,63 %), *F. avenaceum* var. *herbarum* (20,63 %), *F. semitectum* (2,5 %), *F. heterosporum* (1,25 %), *F. tricinctum* (10,0 %), *Helminthosporium avenae* (19,38 %), *Alternaria alternata* (33,75 %), *A. consortiale* (5,0 %), *Cladosporium herbarum* (1,88 %), a căror indice de diversitate a constituit 10,63, iar de dominanță – 0,34. Ciuperca *A. alternata* s-a remarcat cu cea mai înaltă frecvență, după care au urmat *F. avenaceum* var. *herbarum* și *H. avenae*.

Filtratele de cultură a 3 izolate de *F. avenaceum* var. *herbarum* au produs inhibarea germinării boabelor de grâu și creșterea radiclei embrionare. Mărirea variabilității plantulelor (V, %) în baza caracterelor menționate a depins atât de izolată, cât și de planta-gazdă,

ceea ce denotă polimorfismul ambilor componenți ai fitopatosistemului.

Analiza factorială a interacțiunii *grâu comun* $\times$ *F. avenaceum* var. *herbarum* în baza testării reacției radiclei embrionare a grâului comun la filtratele de cultură ale fungului (4 izolate) a demonstrat că în sursa de variație a caracterului, rolul principal revine factorului de izolată (65,6 %), după care urmează factorii de genotip (25,5 %) și de interacțiune *grâu* $\times$ *izolată* (5,7 %). Datele denotă necesitatea monitorizării constante a potențialului patogen al populațiilor de fungi remarcați prin frecvență înaltă în scopul identificării genotipurilor rezistente de culturi păioase.

BIBLIOGRAFIE

1. Rózewicz M., Wyzińska M., Grabiński J. The Most Important Fungal Diseases of Cereals – Problems and Possible Solutions, in: *Agronomy*, 2021, 11, 714, <https://doi.org/10.3390/agronomy11040714>
2. Ji F., He D., Olaniran A.O., M. P. Mokoena M.P., Hu J., Shi J. Occurrence, toxicity, production and detection of *Fusarium* mycotoxin: a review, in: *Food Production, Processing and Nutrition*, 2019, vol. 1, nr. 6, <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0007-2>
3. Ponts N., Gautier Ch., Gouzy J., Pinson-Gadais L., Foulongne-Oriol M. et al. 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. [10.1186/s12864-020-6770-2](https://doi.org/10.1186/s12864-020-6770-2). (hal-03313703)
4. Lupașcu G., Sașco E., Gavzer S., Anesia R., Dicusar I., Sandic Ș. Controlul genetic al caracterelor de rezistență și productivitate la grâul comun, Chișinău: Tipografia AȘM, 2015, 176 p.
5. Kiecana I., Cegiełko M., Rachoń L., Pastucha A., Wit M., Pojmaj M. The occurrence of fungi on roots and stem bases of *Triticum aestivum* ssp. *spelta* L. Thell. grown under two levels of chemical protection and harmfulness of *Fusarium graminearum* Schwabe to seedlings of selected genotypes, in: *Acta Agrobot.* 2016; 69(3):1657, <http://dx.doi.org/10.5586/aa.1657>
6. Lupașcu G. Putregaiul de rădăcină la grâul comun de toamnă. Chișinău: Print-Caro, 2020. 120 p.
7. Gilardi G., Garibaldi A., Gullino M.L. Emerging pathogens as a consequence of globalization and climate change: leafy vegetables as a case study, in: *Phytopathologia Mediterranea*, 2018, 57, 1, pp. 146-152.
8. Chitarra W., Siciliano I., Ferrocino I., Gullino M.L. Effect of Elevated Atmospheric CO₂ and Temperature on the Disease Severity of Rocket Plants Caused by *Fusarium Wilt* under Phytotron Conditions, in: *PLoS ONE* 10(10)6 2015:e0140769, doi:10.1371/journal.pone.0140769
9. Rigorth K.S., Finckh M.R., Sisic A. First Report of *Fusarium venenatum* Causing Foot and Root Rot of Wheat (*Triticum aestivum*) in Germany, in: *Plant Disease*, 2021, Vol. 105, nr. 6, p. 1855.
10. Farr D.F., Rossman A.Y. Fungal databases. Syst. Mycol. Microbiol. Lab., ARS, USDA. [on-line] <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> (consultat: 03.01.2022).
11. Minati M.H. First record of nine *Fusarium* spp. causing root rot on wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iraq, in: *AIP Conference Proceedings* 2290, 020009, 2020, pp. 1-18, <https://doi.org/10.1063/5.0027398>
12. Metodi experimentalnoi mikologhii. Kiev: Nauko-va dumka, 1982. 550 p.
13. Barnett H.L., Hunter B.B. Illustrated Genera of Imperfect Fungi, Fourth Edition, The American Phytopathological Society Press, St. Paul Minnesota, 2006. 218 p.
14. Caruso T., Pigino G., Bernini F. et al. The Berger-Parker index as an effective tool for monitoring the biodiversity of disturbed soils: A case study on Mediterranean oribatid (Acari: Oribatida) assemblages, in: *Biodiversity and Conservation*, 2007, 16, pp. 3277-3285.
15. Aslam M. Diversity, species richness and evenness of moth fauna of Peshawar, in: *Pak. Entomol.*, Vol. 31, no. 2, 2009, 99, pp. 99-102.

NOTĂ. Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului 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.