

CZU: 579.26

DOI: 10.46727/c.v1.16-17-05-2024.p246-252

**ACTIVITATEA ANTIBACTERIANĂ A UNOR TULPINI ACVATICE DE FUNGI
DIN GENUL *PENICILLIUM*, *TRICHODERMA* ȘI *TALAROMYCES***

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF SOME STRAINS OF AQUATIC FUNGI
OF THE GENUS *PENICILLIUM*, *TRICHODERMA* AND *TALAROMYCES***

Moldovan Cristina, cercet. șt., drd., Institutul
de Microbiologie și Biotehnologie, UTM
Sîrbu Tamara, dr., conf. cercet., Institutul
de Microbiologie și Biotehnologie, UTM
Țurcan Olga, cercet. șt., Institutul de Microbiologie
și Biotehnologie, UTM

Moldovan Cristina PhD student, scientific researcher,
Institute of Microbiology and Biotechnology, TUM
ORCID: 0000-0003-1634-0344

E-mail: cristina.moldovan@imb.utm.md

Sîrbu Tamara, Ph.D., associate researcher, Institute
of Microbiology and Biotechnology, TUM
ORCID: 0000-0001-7809-9870

E-mail: tamara.sirbu@imb.utm.md

Turcan Olga, scientific researcher
Institute of Microbiology and Biotechnology, TUM
ORCID: 0000-0002-7103-5986

E-mail: olga.turcan@imb.utm.md

Rezumat. Diversitatea ciupercilor din apele dulci este mare, dar studiile despre ciupercile din apă sunt încă la început de cale. Studiarea biodiversității micromicetelor din apele dulci este foarte necesară pentru a completa cunoștințele despre acest grup enorm de microorganisme. Această lucrare tratează rezultatele cercetărilor privind activitatea antimicrobiană a micromicetelor din genul *Penicillium*, *Trichoderma* și *Talaromyces* izolate din nămol, coloana de apă și biofilmul sistemului de lacuri al parcului „La izvor” (or. Chișinău). Activitatea antimicrobiană a 33 de tulpini a fost determinată prin metoda difuziei pe disc, culturile testate au fost bacterii și ciuperci patogene care sunt comune pe teritoriul Republicii Moldova și provoacă boli ale plantelor de cultură. Conform rezultatelor obținute, cele mai active tulpini de micromicete se dovedesc a fi tulpinile izolate din nămol, diametrul zonelor de inhibare asupra creșterii fitopatogenilor variind de la 25,0 la 40,0 mm.

Cuvinte-cheie: ciuperci acvatice, zone de inhibiție, biocid, fitopatogeni.

Abstract. The diversity of freshwater fungi is great, but studies of aquatic fungi are still in their infancy. Studying the biodiversity of freshwater micromycetes is very necessary to complete the knowledge about this enormous group of microorganisms. This paper deals with the research results of studies on the antimicrobial activity of micromycetes of the genus *Penicillium*, *Trichoderma* and *Talaromyces* isolated from the mud, the water column and the biofilm of the lake system of the park "La Izvor" (Chisinau city). The antimicrobial activity of 33 strains was determined by the disk diffusion method, the tested cultures served pathogenic bacteria and fungi that are common on the territory of the Republic of Moldova and cause crop diseases. According to the results obtained, the most active strains of micromycetes turn out to be the strains isolated from the mud, the diameter of the zones of inhibition on the growth of phytopagans varied from 25.0 to 40.0 mm.

Keywords: aquatic fungi, inhibition zones, biocide, phytopathogens.

Introducere

71% din suprafața planetei o ocupă apa. Deși s-a demonstrat că diversitatea fungilor din apele dulci este mare, studiile despre fungii din ape sunt încă la stadiul incipient. Se cunoaște încă foarte puțin despre diversitatea fungilor acvatici, despre interacțiunea cu alte specii de organisme și importanța micromicetelor în rețelele de apă în care locuiesc. Astfel putem constata că studierea biodiversității micromicetelor din apele dulci este foarte necesară pentru a completa cunoștințele despre funcțiile ecologice ale acestora și potențialul acestui grup divers de microorganisme [9].

Actualmente, ciupercile sunt pe larg cercetate și exploatate în calitate de producători extraordinari de produse naturale. Sunt producători excelenți de enzime hidrolitice, biocombustibili, acizi organici, polizaharide și metaboliți secundari, cum ar fi antibiotice, medicamente anticancerigene, agenți hipocolesterolemici, imunosupresoare și altele.

Un număr mare de extracte fungale și/sau produse extracelulare s-au dovedit a avea activitate antimicrobiană, în special fungi filamentoși din genul *Penicillium* (*P. notatum*, *P. chrysogenum*), din care se obțin penicilinele naturale, care sunt active împotriva bacteriilor Gram-pozitive [4].

Un alt gen de fungi care a fascinat oamenii de știință din întreaga lume datorită potențialului său de biocontrol împotriva multor ciuperci fitopatogeni este *Trichoderma*, care deține locul întâi în lista agenților de biocontrol fungic. Mecanismele care stau la baza capacității de biocontrol a acestei ciuperci includ micoparazitismul, competiția pentru nutrienți și spațiu, antibioza, inducerea rezistenței sistemice sau locale la plantele-gazdă. Speciile din genul *Trichoderma* suprimă dezvoltarea fitopatogenilor, eliberând substanțe biologice active care inhibă dezvoltarea multor tipuri de agenți patogeni, precum *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* și *Sclerotinia* [4, 6, 8].

Ciupercile de apă dulce sunt un grup divers de organisme și îndeplinesc funcții importante în dinamica rețelei trofice a ecosistemelor de apă de suprafață. Ele joacă un rol-cheie în descompunerea materialelor organice alohtone, cum ar fi crengi, frunze etc., care furnizează până la 99% din totalul aportului de energie în apele de suprafață. Colonizarea materialului organic de către microorganisme și ciuperci acvatice reprezintă, așadar, o componentă esențială a rețelei trofice a apelor curgătoare, dar și stătătoare [7].

Din punct de vedere ecotoxicologic, ciupercile acvatice pot fi importante pentru sechestrarea ionilor de metale grele (de exemplu, cadmiu, cupru, zinc, plumb) și descompunerea compușilor xenobiotici organici (de exemplu, nonilfenol, bisfenol A, 1-naftol) în ecosistemele de apă dulce. Studii recente au arătat că unele ciuperci sunt capabile să degradeze erbicidele, insecticidele și chiar fungicidele [1, 2, 10]. Capacitatea de a degrada și detoxifica poluanții organici și anorganici sugerează că ciupercile acvatice ar putea juca un rol în îmbunătățirea calității apei și în aplicațiile biotehnologice.

În acest context, identificarea și explorarea unor noi tulpini de micromicete cu proprietăți biosintetice și activitate antimicrobiană semnificativă este actuală, relevantă, utilă și necesară în ceea ce privește dezvoltarea noilor biotehnologii și realizarea bioproduselor utile omenirii.

Materiale și metode

În calitate de obiect de studiu, au servit fungii filamentoși din genul *Penicillium*, *Trichoderma* și *Talaromyces*, izolați din bazinul acvatic al parcului „La izvor” din municipiul Chișinău, care reprezintă o zonă de recreere pentru locuitorii capitalei.

Activitatea antimicrobiană a fost determinată prin metoda difuzimetrică prin utilizarea blocurilor de geloză [11]. Tulpinile de micromicete selectate au fost cultivate pe medii agarizate, malț-agar, timp de 96 ore (28°C). Pentru a evalua activitatea biocidă a microorganismelor, au fost luați pentru cercetare diferiți agenți patogeni ai plantelor. Activitatea antifungică a fost testată împotriva *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*,

în timp ce eficacitatea antibacteriană a fost verificată împotriva *Agrobacterium tumefaciens* (*Rhizobium radiobacter*) 8628, *Bacillus subtilis* B-117, *Clavibacter michiganensis* (*Corynebacterium michiganense*) 13^a, *Erwinia carotovora* (*Pectobacterium carotovorum*) 8982, *Xanthomonas campestris* 8003^b.

Culturile test de fungi și bacterii fitopatogene au fost cultivate pe malț agarizat de 6,0°Blg (pH – 5,8-6,0) și agar nutritiv (pH – 7,0-7,5) [5].

Activitățile biocide au fost determinate prin metoda de difuzie a blocului în agar. Culturile testate au fost subcultivate în cutii Petri. Blocurile de agar de 8 mm au fost decupate cu un burghiu de plută steril de pe substratul nutritiv unde microorganismele au crescut abundent. Apoi blocurile de agar au fost transferate în godeurile pregătite în mediu nutritiv agarizat inoculat cu culturi test subcultivate instantaneu. Cutiile Petri au fost menținute într-un loc rece timp de 1 oră înainte de incubare pentru a permite difuzia substanțelor biocide. Diametrul zonei de inhibiție a creșterii patogenului a fost măsurat după incubare la 28°C timp de 72-96 h pentru fungi și la 37°C timp de 24 h pentru bacterii [3].

Rezultate și discuții

Pentru cercetări au fost selectate 33 de tulpini de micromicete din lacul „La izvor”, aceștia fiind reprezentanți ai genurilor *Penicillium*, *Trichoderma* și *Talaromyces*, care se consideră, conform datelor științifice, cei mai activi inhibitori ai celor 10 fitopatogeni luați în studiu.

Pentru a determina activitatea antimicrobiană, au fost selectate 5 tulpini de fungi fitopatogeni (*Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *F. Solani*) și 5 bacterii fitopatogene (*Agrobacterium tumefaciens* (*Rhizobium radiobacter*) 8628, *Bacillus subtilis* B-117, *Clavibacter michiganensis* (*Corynebacterium michiganense*) 13^a, *Erwinia carotovora* (*Pectobacterium carotovorum*) 8982, *Xanthomonas campestris* 8003^b). Activitățile antifungice și antibacteriene au fost testate asupra acestor culturi-test, ținând cont de faptul că acești agenți patogeni provoacă boli severe și produc pierderi colosale pentru numeroase culturi agricole din Republica Moldova.

Din numărul total de micromicete au fost selectate 14 tulpini din apă, din probele de biofilm – 3 tulpini, din nămol – 16 tulpini. Capacitatea celor 14 tulpini izolate din apă de a inhiba fungii fitopatogeni a fost diferită. Astfel, 12 tulpini au manifestat antagonism față de unii fungi fitopatogeni, 6 tulpini – față de 5 fungi fitopatogeni, 1 tulpină a manifestat antagonism doar față de *B. cinerea*. Diametrul zonelor de inhibiție a fitopatogenilor sub influența metaboliților a variat în limitele 11-40 mm.

Rezultate semnificative antifungice au fost înregistrate de tulpinile A6, care fac parte din genul *Penicillium* față de *A. alternata*, *F. solani* și *F. oxysporum*, (Ø zonei de inhibiție 24,6 – 26,0 mm), tulpinile 9, 10, 13 fiind reprezentanți ai genului *Trihoderma*, manifestând activitate antagonistă față de *B. cinerea*, *F. solani* și *F. oxysporum* (zonele de inhibiție 26,3-37 mm).

Tabelul 1. Activitatea antifungică a tulpinilor de fungi izolate din apa lacului „La izvor”

Nr. d/o		Nr. tulpinii	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Alternari alternata</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
Izolate din apă							
1.	<i>Penicillium</i>	A 1	0	21,7±3,27	14,3±2,36	15,7±0,65	0
2.		A 2	15,0±1,13	20,7±1,31	19,0±1,13	22,0±2,26	22,0±2,26
3.		A 5	21,0±1,13	21,3±1,31	18,7±1,73	24,0±2,26	28,0±2,26
4.		A 8	0	0	17,7±1,31	12,7±1,31	13,3±1,31
5.		A 6	22,3±0,65	26,0±1,13	16,0±1,13	25,3±1,31	24,7±1,31
6.	<i>Talaromyces</i>	A 3	25,3±0,65	23,3±3,27	0	15,0±1,13	26,0±1,13
7.		A.7	0	0	0	0	0
8.		A 4	20,0±2,26	22,3±0,65	19,3±1,31	22,7±1,31	23,3±1,31
9.		A 9	19,3±1,31	0	31,3±1,31	26,7±3,27	31,7±3,27
10.		A 10	21,0±1,13	23,0±1,13	11,3±1,31	27,3±1,31	30,3±0,65

11.	<i>Trichoderma</i>	A 13	16,0±1,13	14,0±2,26	28,0±2,26	28,7±1,31	19,0±1,13
12.		A 14	0	0	15,7±0,65	0	0
13.		A 15	0	21,7±3,27	16,0±1,13	21,3±1,31	24,7±2,85
14.		A 16	0	21,7±3,27	33,7±3,64	37,0±1,13	26,3±1,73

Din biofilm au fost testate 3 tulpini după capacitatea de a sintetiza metaboliți cu activitate antagonistă față de fungi fitopatogeni (Tabelul 2). Niciuna dintre tulpinile testate nu a manifestat antagonism față de *A. alternata*, iar 2 – față de *A. niger*. Antagonism mai pronunțat a manifestat numai o tulpină de *Trichoderma* (B5) față de *F. oxysporum* (Ø zonei – 35 mm).

Mai active față de fungii fitopatogeni testați au fost tulpinile izolate din nămol. Din cele 16 tulpini studiate, numai tulpina N 11 din genul *Penicillium* nu a manifestat antagonism față de fitopatogenii luați în studiu. Astfel, față de fitopatogenul *A. niger* au manifestat antagonism 7 tulpini, diametrul zonelor de inhibiție variind în limitele 16,0-23,0 mm, față de *A. alternata* și *F. solani* – 15 tulpini (diametrul zonei – 16-40 mm), față de *B. cinerea* 13 tulpini (diametrul zonei – 13-40 mm), iar față de *F.oxysporum* 12 tulpini cu zone de inhibiție de la 11 mm până la 40 mm.

Tabelul 2. Activitatea antifungică a tulpinilor de fungi izolate din nămolul și biofilmul apei lacului „La izvor”

Nr. d/o	Tulpina	Nr. tulpinii	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
Biofilm							
15.	<i>Penicillium</i>	B1	0	0	14,3±0,65	13,7±1,73	12,0±2,26
16.		B3	0	0	14,7±0,65	15,7±0,65	16,3±1,73
17.	<i>Trichoderma</i>	B5	23,0±2,99	0	17,0±1,13	22,3±2,85	35,0±1,13
Nămol							
18.	<i>Penicillium</i>	N1	0	18,0±2,26	0	15,0±1,13	14,0±1,13
19.		N2	0	18,3±2,36	14,7±0,65	12,7±0,65	10,7±1,31
20.		N3	0	39,0±1,13	14,3±1,73	15,0±1,13	18,0±2,26
21.		N4	0	39,0±1,13	13,3±1,31	15,3±0,65	11,3±1,31
22.		N11	0	0	0	0	0

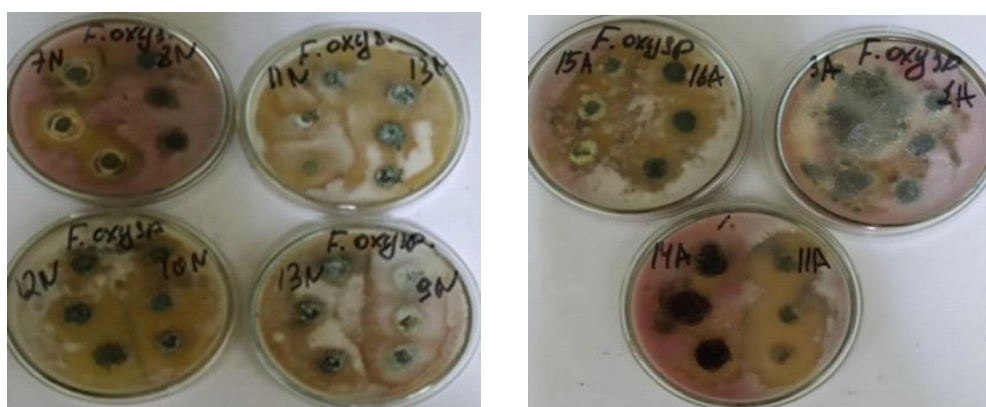


Fig. 1. Zonele de inhibiție asupra creșterii fitopatogenilor *F. oxysporum* *A. niger* la acțiunea metaboliților unor tulpini de fungi izolate din apa lacului „La izvor”

Tulpinile de micromicete izolate din lacul „La izvor” au prezentat o activitate semnificativă față de bacteriile fitopatogene. Astfel, din cele 14 tulpini izolate din apă, 12 au manifestat antagonism față de bacteriile fitopatogene, diametrul zonelor de inhibiție al fitopatogenilor variind în limitele

12,7-34,7 mm. Cele mai relevante rezultate ale activității antibacteriene au fost detectate la tulpinile *Penicillium* (A1), *Talaromyces* (A3), *Trihoderma* (A14), diametrul zonelor de inhibiție a fitopatogenilor fiind de 22,0-34,7 mm. Tulpinile de *Talaromyces* A11 și *Trihoderma* A16 însă nu au manifestat antagonism față de tulpinile bacteriene de referință.

Tabelul 3. Activitatea antibacteriană a tulpinilor de micromicete izolate din apa sistemului de lacuri „La izvor”, diametrul zonei de inhibiție al fitopatogenilor testați (mm)

Nr. d/o	Tulpina	Nr tulpina	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Xanthomonas campestris</i>	<i>Corynebacterium miciganensis</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>Erwinia carotovora</i>
1.	<i>Penicillium</i>	A 1.	32,3±2,85	22,3±2,85	31,3±1,31	24,0±1,94	30,7±1,31
2.		A 2	17,0±1,13	20,3±0,65	20,7±0,65	18,7±1,31	21,0±1,13
3.		A4	16,0±1,96	18,7±1,73	17,3±1,31	19,3±1,31	18,7±1,31
4.		A5	16,3±0,65	17,3±1,31	17,7±0,65	18,7±1,31	16,3±1,73
5.		A8	19,0±1,13	18,3±0,65	18,7±1,31	18,7±2,36	16,7±1,31
6.		A6	15,3±0,65	17,3±1,31	15,0±1,13	16,3±2,36	18,7±1,31
7.	<i>Talaromyces</i>	A7	13,0±1,13	12,7±1,31	15,3±0,65	14,0±1,13	15,7±0,65
8.		A3	34,7±0,65	27,3±5,58	22,0±2,26	25,0±2,99	29,0±4,08
9.		A4	16,0±1,96	18,7±1,73	17,3±1,31	19,3±1,31	18,7±1,31
10.		A10	16,7±1,73	18,0±1,13	17,3±0,65	16,7±1,31	18,7±1,31
11.		A11	0	0	0	0	0
12.	<i>Trihoderma</i>	A13	18,0±2,26	20,3±0,65	19,0±1,13	17,0±1,13	18,7±1,31
13.		A14	23,3±3,27	23,3±3,46	22,3±0,65	23,3±1,73	27,3±2,85
14.		A15	13,0±1,13	12,7±1,31	15,3±0,65	14,0±1,13	15,7±0,65
15.		A16	14,7±2,61	0	0	0	0

Din cele 3 tulpini izolate din biofilm, tulpina din genul *Trihoderma* B5 nu a manifestat antagonism față de tulpinile bacteriene de referință, iar tulpinile din genul *Penicillium* B1 și B3 nu au manifestat antagonism față de *E. carotovora*, zonele de inhibiție față de restul tulpinilor de referință variind în limitele 22,7-32,3 mm.

Tulpinile izolate din nămol au fost mai active față de bacteriile fitopatogene. Numai o tulpină din genul *Penicillium* (N 1) nu a manifestat antagonism față de tulpinile bacteriene de referință, restul tulpinilor studiate au prezentat activitate antibacteriană substanțială. Diametrul zonelor de inhibiție asupra fitopatogenului *B. subtilis* a variat în limitele 30,7-38 mm, iar diametrul zonelor de inhibiție asupra restului tulpinilor de referință, cu mici excepții, variază în limitele 20-30,7 mm.

Tabelul 4. Activitatea antibacteriană a tulpinilor de micromicete izolate din apa sistemului de lacuri „La izvor”, diametru zonei de inhibiție al fitopatogenilor testați (mm)

Nr. d/o	Tulpina	Nr. tulpinii	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Xanthomonas campestris</i>	<i>Corynebacterium miciganensis</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>Erwinia carotovora</i>
Izolate din biofilm							
16.	<i>Penicillium</i>	B3	32,3±2,85	22,7±2,61	20,3±0,65	23,3±1,31	0
17.	<i>Trihoderma</i>	B5	0	0	0	0	0
Izolate din nămol							
18.	<i>Penicillium</i>	N1	0	0	0	0	0
19.		N2	38,0±1,13	25,7±0,65	20,7±1,31	22,7±3,46	20,7±1,31
20.		N3	31,3±1,31	20,0±2,26	10,7±1,31	16,3±0,65	0
21.		4	31,3±1,31	19,3±1,31	15,0±1,13	18,3±1,73	28,0±2,26
22.		N5	33,0±4,0	22,3±2,85	25,0±1,13	25,3±0,65	24,3±2,36

23.		N6	34,0±1,96	21,7±3,27	23,3±1,31	25,7±0,65	0
24.		N7	36,3±1,31	26,0±1,13	17,3±1,31	22,0±2,26	17,3±0,65
25.	<i>Trichoderma</i>	N8	30,3±0,65	23,3±1,73	19,3±1,31	21,3±1,31	0
26.		N9	33,7±1,73	12,7±1,31	17,3±1,31	21,0±1,13	20,7±1,31
27.		N10	33,3±3,27	29,3±1,31	25,7±1,31	24,0±2,26	30,7±1,31
28.		N11	35,7±1,31	30,7±1,31	26,0±2,26	28,0±1,96	30,0±2,26
29.		N12	36,0±1,96	25,7±3,64	20,7±1,31	24,3±1,31	28,7±2,61
30.		N13	34,0±1,96	22,3±2,85	20,7±1,31	24,7±1,73	23,0±1,96
31.	<i>Talaromyces</i>	N14	30,7±1,31	26,7±1,73	23,7±1,73	26,7±1,73	28,7±1,73
32.		N28	37,3±1,31	25,3±0,65	25,7±1,31	25,3±0,65	0
33.		N29	35,7±0,65	28,3±1,73	26,0±1,96	23,3±1,31	0

Astfel, conform datelor prezentate, o activitate antimicrobiană considerabilă în raport cu fitopatogenii de referință au manifestat tulpinile izolate din nămol. Prezintă interes, din punctul de vedere al activității antimicrobiene, următoarele tulpini: din genul *Penicillium* – tulpinile A1, N7, N13, din genul *Talaromyces* – A3 și N29, iar din genul *Trichoderma* – A14, N9, N10, N12.

Concluzii

În urma cercetărilor efectuate, a fost demonstrat că unele tulpini de fungi, izolate din apa lacului „La izvor” (din apă, nămol și biofilm), prezintă o activitate antimicrobiană sporită față de unii fitopatogeni luați în studiu care produc daune grave la plantele de cultură din Republica Moldova, zonele de inhibiție asupra creșterii acestora variind între 25 și 40 mm. Mai active au fost tulpinile de micromicete față de bacteriile fitopatogene.

Luând în calcul studiul activității antimicrobiene a micromicetelor izolate din apă, nămol și biofilm, cel mai active s-au dovedit a fi tulpinile de micromicete din nămolul lacului, cu zone de inhibiție până la 40 mm. Pentru cercetările ulterioare au fost selectate tulpinile A1, A3, A6, A14 (din apă), N5, N7, N9, N10, N12, N13, N28, N29 (din nămol), prezentând interes biotehnologic prin manifestarea unei activități antimicrobiene considerabile și care vor completa Colecția Națională de Microorganisme Neapatogene.

Bibliografie:

1. AUGUSTIN, T., SCHLOSSER, D., BAUMBACH, R., SCHMIDT, J. GRANCHAROV, K., KRAUSS, G. et al. Biotransformation of 1-naphtol by a strictly aquatic fungus. In: *Curr. Microbiol.* 2006, 52, pp. 216-220 [online]. Disponibil: doi: 10.1007/s00284-005-0239-z.
2. AZEVEDO, M., CARVALHO, A., PASCOAL, C., RODRIGUES, F., CÁSSIO, F. Responses of antioxidant defenses to Cu and Zn stress in two aquatic fungi. In: *Sci. Total Environ.* 2007, 377, pp. 233-243[online]. Disponibil: doi: 10.1016/j.scitotenv.2007.02.027.
3. BOYLE, V.J., FANCHER, M.E., ROSS, R.W. Rapid, modified Kirby-Bauer susceptibility test with single, high-concentration antimicrobial disks. In: *Antimicrob Agents Chemother.* 1973, 3, pp. 418-24.
4. KHETHR, F., HAJ, B., AMMAR, S., SAĎDANA, D., DAAMI, M., CHRILAA, J., LIOUANE, K., DEVI, P., RODRIGUES, C., NAIK, C.G., D'SOUZA, L. Isolation and Characterization of Antibacterial Compound from a Mangrove-Endophytic Fungus, *Penicillium chrysogenum* MTCC 5108. In: *Indian J Microbiol.* 2012, 52(4), pp. 617-23 [online]. Disponibil: doi: 10.1007/s12088-012-0277-8.
5. KRASSILNIKOV, N.A., KALAKUTSKII, L.V. Systematic position of the ray fungi among lower organisms. In: *Biology of Selected Groups.* 1974.
6. KUMARI, N., SRIVIDHYA, S. Secondary metabolites and lytic tool box of *Trichoderma* and their role in plant health. In: *Molecular Aspects of Plant Beneficial Microbes in Agriculture.* 2020, pp. 305-320 [online]. Disponibil: doi:10.1016/B978-0-12-818469-1.00025-0.

7. LUKAS, I.D., MARION, J., WERNER, I. Aquatic Fungi: A Disregarded Trophic Level in Ecological Risk Assessment of Organic Fungicides. In: *Front. Environ. Sci.*, Sec. Agroecology. Volume 2018, 6 [online]. Disponibil: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00105>.
8. MAHJOUR, M.A., HELAL, A.N., MIGHRI, Z. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of *Trichoderma* sp. growing in Tunisia. In: *Annals of Microbiology*. 2008, 58(2), pp. 303-308.
9. NIZAMYDEEN, N., SANTHIYA, T., AMBIKA, R., SENGOTTAIAN, N. Diversity of aquatic fungi in the coastal region of Cauvery river in Thanjavur district of Tamilnadu. In: *Applied Science Research*. 2014, 5(2), pp. 55-58. ISSN 0976-8610.
10. OLIVEIRA, B.R., PENETRA, A., CARDOSO, V.V., BENOLIEL, M.J., BARRETO CRESPO, M.T., SAMSON, R.A. et al. Biodegradation of pesticides using fungi species found in the aquatic environment. In: *Environ. Sci. Pollut. Res*. 2015, 22, pp. 11781-11791 [online]. Disponibil: doi: 10.1007/s11356-015-4472-0.
11. ЕГОРОВ, Н.С. *Основы учения об антибиотиках*. М.: Наука, 2004, с. 528. ISBN 5-211-04669-2; ISBN 5-02-033595-9.