

CZU: 582.24

[https://doi.org/10.59295/sum6\(176\)2024\\_06](https://doi.org/10.59295/sum6(176)2024_06)

## SELECTAREA CONDIȚIILOR OPTIME DE CULTIVARE A TULPINII DE FUNGI TRICHODERM ATROBRUNEUM

*Cristina MOLDOVAN, Tamara SÎRBU,*

*Universitatea Tehnică a Moldovei*

Agricultura este o ramură principală a economiei Republicii Moldova, de care este dependentă bunăstarea oamenilor, dar care este sub o amenințare constantă datorită condițiilor meteorologice variabile, cât și a dăunătorilor. Principala armă împotriva dăunătorilor rămân a fi pesticidele chimice, dar o alternativă ecologică pentru rezolvarea acestei probleme sunt preparatele microbiene, care sunt folosite ca metode de control biologic. Unul dintre cei mai buni agenți biologici folosiți în prezent în agricultură sunt micromicetele din genul *Trichoderma*. Aceste micromicete sunt eficiente împotriva unei game largi de agenți fitopatogeni și sunt folosite ca biofungicid, precum și ca biofertilizant, dar și ca stimulatori ai productivității plantelor. Cercetările noastre au demonstrat de asemenea că tulpina *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 posedă proprietăți antimicrobiene semnificative și ar putea fi utilizată în calitate de biocontrol al plantelor agricole.

**Cuvine-cheie:** *Trichoderma*, agricultură ecologică, potențial antimicrobian, cultivare, mediul nutritiv, temperatura și durata de cultivare, control biologic.

### SELECTION OF OPTIMAL CONDITIONS FOR GROWING FUNGI STRAIN TRICHODERM ATROBRUNEUM

Agriculture is the main branch of the Republic of Moldova, on which the well-being of people depends, but which is under constant threat due to variable weather conditions, as well as pests. The main weapon against pests remains chemical pesticides, but an environmentally friendly alternative to solving this problem are microbial preparations, which are used as methods of biological control. One of the best biological agents currently used in agriculture are micromycetes of the genus *Trichoderma*. These micromycetes are effective against a wide range of phytopathogenic agents and are used as a biofungicide, as well as a biofertilizer, but also as stimulants of plant productivity. Our research has also demonstrated that the *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 strain possesses significant antimicrobial properties and could be used as biocontrol of agricultural plants.

**Keywords:** *Trichoderma*, organic farming, antimicrobial potential, cultivation, nutrient medium, temperature and duration of cultivation, biological control.

#### Introducere

În timpul creșterii culturile sunt expuse la numeroase boli cauzate de microorganisme patogene, care pot contribui la reducerea nivelului anual global al producției alimentare. Fungii reprezintă cele mai frecvente cauze ale bolilor plantelor. Cei mai periculoși sunt reprezentanții genurilor: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Monilinia*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Geosporium*, *Sclerotinia* ș.a. În rezultatul selectivității ridicate pesticidele prezintă un efect toxic asupra mediului, iar reziduurile lor din alimente reprezintă o amenințare pentru siguranța sănătății consumatorilor. Folosirea lor greșită poate duce la reducerea fertilității solului, a apei de suprafață, eutrofizarea și poluarea apelor subterane. Având în vedere această situație, oamenii de știință caută metode noi și mai sigure de protecție a plantelor [1-3].

În procesul tradițional de cultivare a culturilor, utilizarea excesivă a pesticidelor și îngrășămintelor chimice, precum și plantarea pe termen lung la scară largă a unei singure culturi, a dus la distrugerea mediului ecologic al terenurilor agricole, boli ale plantelor, probleme cu dăunătorii insectelor, reziduurile de pesticide din culturi și poluarea solului și a apei. Odată cu dezvoltarea agriculturii ecologice, oamenii caută urgent măsuri sigure, eficiente și ecologice de control al bolilor plantelor. Controlul biologic este utilizat în principal pentru a controla bolile plantelor și pentru a reduce eficient aplicarea de îngrășămintă chimice și pesticide, utilizând microorganisme benefice [4-6].

Diverse microorganisme au fost folosite încă de la începutul civilizației în procesele agricole și industriale. În prezent în literatura de specialitate sunt prezentate numeroase cercetări care în practică au demonstrat că, cu ajutorul microorganismelor vii se poate monitoriza fertilitatea și productivitatea solurilor. Atât microorganismele vii, cât și metaboliții acestora pot fi utilizați ca agenți de control biologic, care controlează populația de agenți patogeni ai plantelor [4, 5]. Cea mai bună soluție pentru a depăși aceste probleme este aplicarea controlului biologic prin utilizarea *Trichoderma* spp. în protecția plantelor. *Trichoderma* spp. suprimă în mod semnificativ creșterea microorganismelor patogene și reglează rata de creștere a plantelor. Lucrările recente au arătat că astfel de boli, cum ar fi boala putregaiului rădăcinii, amortizarea, ofilirea, putregaiul de fructe și alte boli ale plantelor pot fi controlate de *Trichoderma* spp. [6-13].

Genul *Trichoderma* include microorganisme care trăiesc în sol fiind prezente în aproape toate tipurile de sol din întreaga lume și sunt adesea văzute ca simbioți de plante, saprotrofe și micoparaziți. Speciile *Trichoderma* posedă capacități endosimbiotice avansate, permițându-le să sprijine gazdele plantelor, să se adapteze competitiv la mediile microbiene și să colonizeze o gamă largă de ecosisteme ale solului, astfel fiind ideale pentru a restabili mediul și a stimula productivitatea plantelor [14]. Se estimează că în prezent aproximativ 60% din biofungicidele utilizate pentru eliminarea agenților patogeni fungici sunt produse pe baza de *Trichoderma* sp. *Trichoderma* nu este doar omniprezentă în mediul înconjurător și este ușor de izolat, dar poate fi și înmulțită cu ușurință în condiții controlate pe o varietate de substraturi și poate fi păstrată timp de mai multe luni fără a-și pierde viabilitatea și proprietățile [15, 2].

Astfel, tulpinile din genul *Trichoderma* reprezintă un interes sporit pentru agricultură fiind utilizat pe scară largă ca agent de biocontrol al plantelor, sunt capabile să promoveze aplicații agricole ecologice și durabile. Studiarea acțiunii antimicrobiene a tulpinilor din genul *Trichoderma*, cât și selectarea condițiilor optime de cultivare este o temă relevantă și necesară pentru a dezvolta agricultura ecologică din Republica Moldova.

### **Materiale si metode**

Ca obiect de studiu a servit tulpina *Trichoderma atroviride* CNMN FD 25 selectată în rezultatul screeningului efectuat în baza a 6 tulpini de fungi cu potențial antimicrobiat semnificativ, față de fitopatogenii: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Agrobacterium tumefaciens* (*Rhizobium radiobacter*) 8628, *Bacillus subtilis* B-117, *Clavibacter michiganensis* (*Corynebacterium michiganense*) 13a, *Erwinia carotovora* (*Pectobacterium carotovorum*) 8982, *Xanthomonas campestris* 8003. Activitatea antimicrobiană a fost determinată prin metoda blocurilor de geloză [16].

Activitatea antimicrobiană a fost testată asupra acestor patogeni deoarece sunt considerați agenți patogeni la numeroase culturi agricole provocând boli severe și pierderi colosale a culturilor agricole din Republica Moldova.

Au fost selectate condițiile optime de cultivare a tulpinii *Trichoderma atroviride* CNMN FD 25: mediul nutritiv de cultivare, pH-ul mediului, temperatura și durata de cultivare.

Pentru a selecta mediul nutritiv optim de cultivare a tulpinii *Trichoderma atroviride* au fost testate mediile nutritive:

- **Martor** glucoză – 30,0;  $\text{NaNO}_3$  – 1,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 1,0;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 1,0;  $\text{CaCO}_3$  – 1,0; apă distilată până la 1 litru

- **Mediul (M1) (g/l):** glucoză – 30,0;  $\text{NaNO}_3$  – 1,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 1,0;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 1,0;  $\text{CaCO}_3$  – 2,0; extract de porumb -10 gr; apă distilată până la 1 litru; pH inițial – 6,0 - 6,2.

- **Mediul (M2) (g/l):** glucoză – 30,0;  $\text{NaNO}_3$  – 1,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 1,0;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 1,0;  $\text{CaCO}_3$  – 2,0; extract de drojii -10 gr; apă distilată până la 1 litru; pH inițial – 6,0 - 6,2.

- **Mediul (M3) (g/l):** glucoză – 30,0;  $\text{NaNO}_3$  – 1,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 1,0;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 1,0;  $\text{CaCO}_3$  – 2,0; melasă de sfeclă - 20,0; apă distilată până la 1 litru; pH inițial – 6,0 - 6,2.

Cultivarea s-a efectuat timp de 6 zile, la temperatura de 28-30°C, pe agitator cu 160-180r/min.

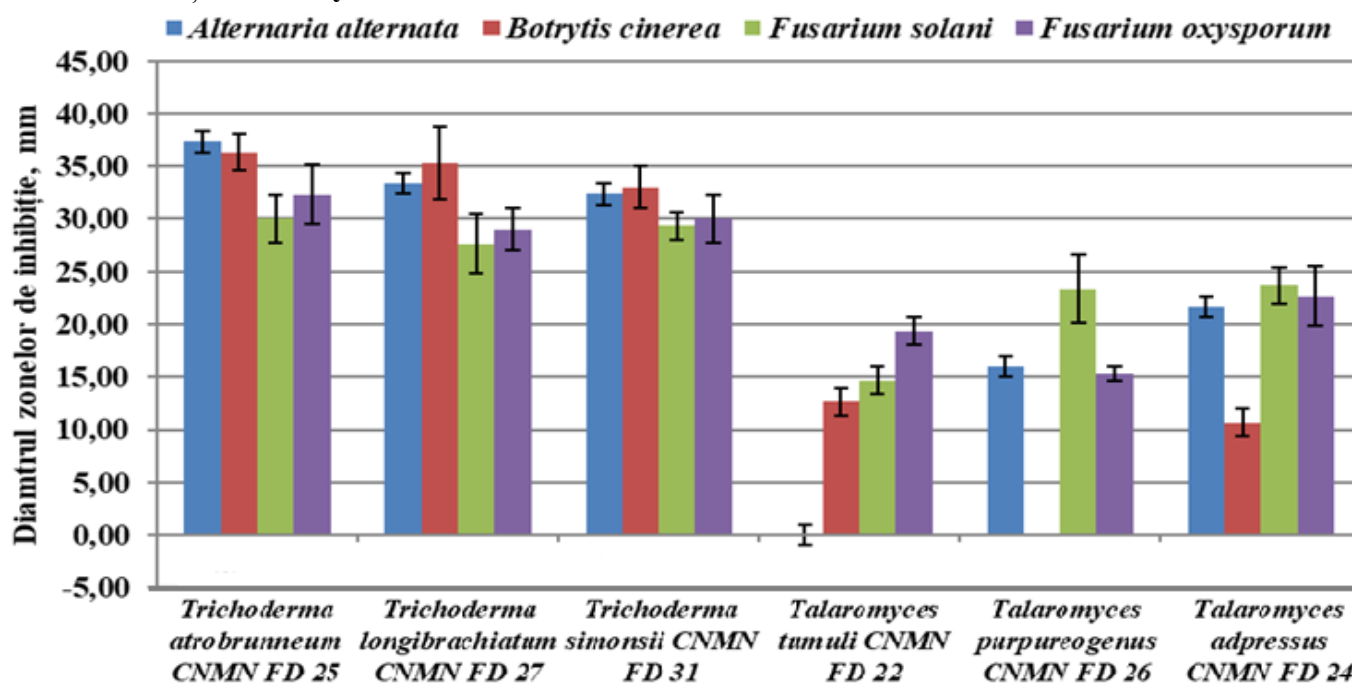
Au fost testate valorile pH-ului inițial al mediului nutritiv: 5,8 - 6,0; 6,0 - 6,2; 6,2 - 6,4; 6,4 - 6,6; 6,6 - 6,8. Pentru a afla temperatura optimă de cultivare a tulpinii *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 au fost testate trei regimuri de temperatură (°C): 28-30, 26-28, 30-32. Activitatea antifungică a fost determinată după 5 zile, 6 zile și 7 zile.

Experiențele au fost efectuate în 3 repetări. Prelucrarea statistică a datelor a fost efectuată cu ajutorul programului MS Office Excel 2010.

### Rezultate și discuții

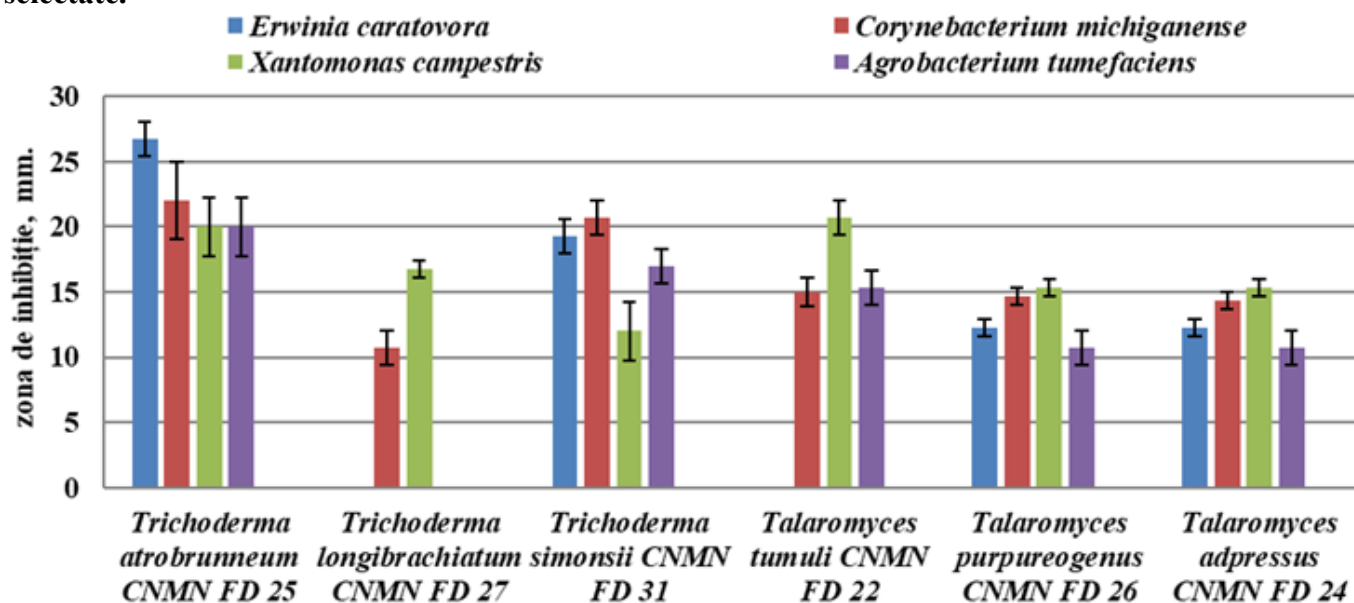
A fost efectuat screeningul din 6 tulpini fungice după capacitățile antimicrobiene: 3 tulpini din genul *Trichoderma*: *T. atrobruneum* CNMN FD 25; *T. longibrachiatum* CNMN FD 27; *T. simonsii* CNMN FD 31 și 3 tulpini din genul *Talaromyces*: *Tal. tumuli* CNMN FD 22; *Tal. purpureogenus* CNMN FD 26; *Tal. adpressus* CNMN FD 24. În rezultatul screeningului efectuat s-a demonstrat că tulpinile testate posedă sensibilitate diferită față de fitopatogenii: *A. alternata*; *B. cinerea*; *F. solani*; *F. oxysporum* (Fig. 1). Astfel, față de *Alternaria alternata* posedă activitate înaltă 5 tulpini din 6, doar tulpina *Tal. tumuli* CNMN FD 22 nu a inhibat creșterea și dezvoltarea acestui patogen. Zonele de inhibiție față de acest patogen variind între 30 – 40 mm. Tulpinile selectate au manifestat activitate sporită de asemenea, față de patogenii *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani* și *Fusarium oxysporum* cu zone de inhibiție până la 38 mm. Față de *Botrytis cinerea* nu a manifestat sensibilitate doar tulpina *Tal. purpureogenus* CNMN FD 26. Cele mai mari zone de inhibiție față de patogeni s-a evidențiat la tulpina *T. atrobruneum* CNMN FD 25 cu zone de inhibiție cuprinse între 30-38 mm, iar cea mai slabă sensibilitate a manifestat tulpina *Tal. tumuli* CNMN FD 22 cu zone de inhibiție pînă la 20 mm.

Figura 1. Zonele de inhibiție a fungilor fitopatogeni sub acțiunea metaboliților tulpinilor de *Trichoderma* și *Talaromyces*.



Spre deosebire de activitatea antifungică tulpinile selectate posedă o activitate antibacteriană mai scăzută (Fig. 2). Tulpinile selectate au manifestat antagonism ridicat față de patogenii *C. michiganense* și *E. carotovora* cu zone de inhibiție de până la 25 mm, iar tulinile *T. longibrachiatum* CNMN FD 27 și *Tal. tumuli* CNMN FD nu au manifestat antagonism față de patogenul *E. carotovora*. O activitate mai scăzută au avut tulpinile față de patogenii *C. miciganece* și *A. tumefaciens*, zonele de inhibiție au atins maxime de 22 mm, cu excepția tulpinii *T. longibrachiatum* CNMN FD 27 care nu a manifestat antagonism față de acest fitopatogen. Cel mai activ față de bacteriile fitopatogene s-a manifestat tulpina *T. atrobruneum* CNMN ED 25.

Figura 2. Sreeningul micromicetelor după prorietațile antibacteriene pe care le posedă tulpinile selectate.

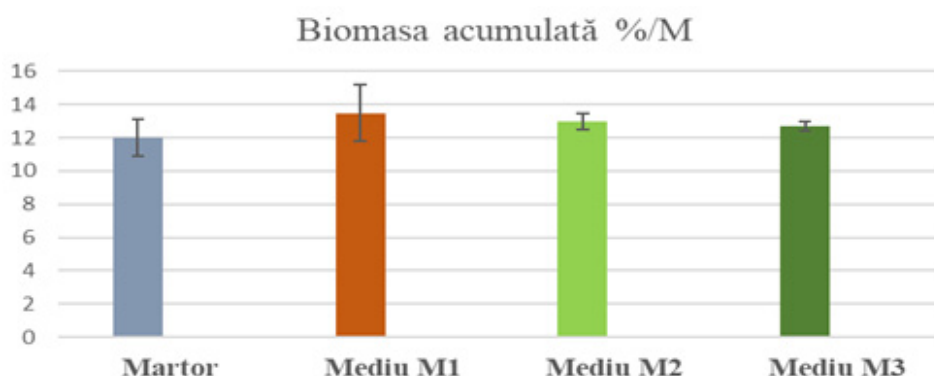


În rezultatul screeningului efectuat a fost selectată tulpina *Trichoderma atrobrunneum* CNMN FD 25, care posedă activitate antimicrobiană sporită față de toți fitopatogenii testați.

Pentru a selecta mediul optim de cultivare a tulpinii *Trichoderma atrobrunneum* CNMN FD 25 aceasta a fost cultivată pe mediul nutritiv cu compoziția (g/l): glucoză – 30,0; NaNO<sub>3</sub> –1,0; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1,0; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O –1,0; CaCO<sub>3</sub> – 1,0; apă distilată până la 1 litru și 3 variante ale acestui mediu suplimentate cu: extract de drojdie; extract de porumb sau melasă, timp de 5 zile, 6 zile și 7 zile, la temperatura de 28-30°C, pe agitator cu 160-180r/min.

În rezultatul experienței s-a stabilit că extractul de drojdie, extractul de porumb și melasa de sfeclă influențează pozitiv asupra creșterii tulpinii *T. atrobrunneum* CNMN FD 25, indiferent de durata de cultivare. Cele mai bune rezultate au fost obținute după 6 zile de cultivare (Fig. 3).

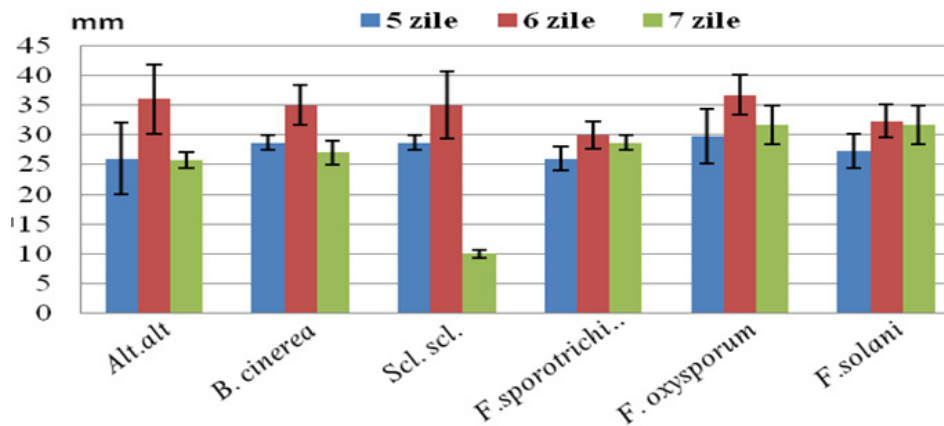
Figura 3. Acumularea biomasei la cultivarea submersă a tulpinii *T. atrobrunneum* CNMN FD 25 pe diferite medii nutritive după 6 zile de cultivare.



Astfel, asupra aculării biomasei cel mai nesemnificativ a influențat mediul suplimentat cu melasă de sfeclă, după 6 zile de cultivare, acumularea biomasei tulpinii fiind cu 6 % mai mare decât în varianta martor. În mediul suplimentat cu extract de porumb biomasa acumulată a depășit martorul cu 8 %, iar cele mai bune rezultate s-au obținut în cazul mediului suplimentat cu extract de drojdie, acumularea biomasei depășind martorul cu 12 %.

Soluțiile de metaboliți obținute după 5, 6 și 7 zile de cultivare a tulpinii în mediul cu extract de drojdie au fost testate asupra fitopatogenilor: *A. alternata*, *B. cinerea*, *Scl. sclerotiorum*, *F. sporotrichiela*, *F. oxysporum* și *F. solani* (Fig 4).

**Figura 4. Zonele de inhibiție a fitopatogenilor sub acțiunea soluției de metaboliți ai tulpinii *Trichoderma atrobruneum* în mediul suplimentat cu extract de drojdie în dependență de durata de cultivare.**

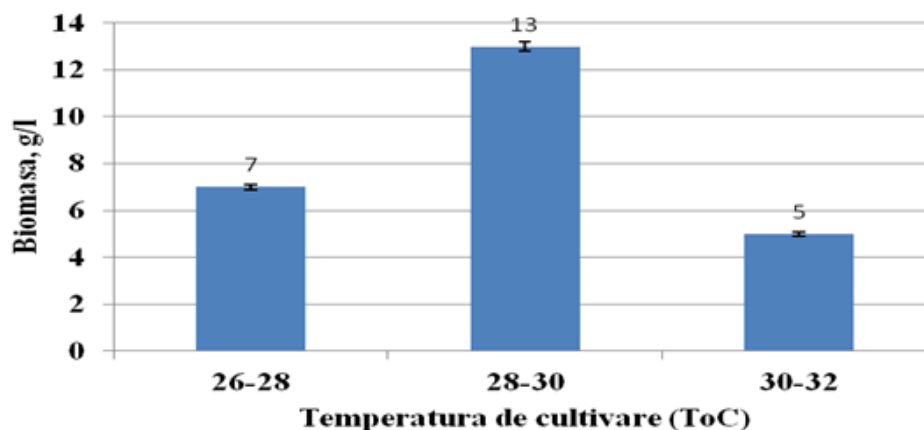


Tulpina *T. atrobruneum* CNMN FD 25 a manifestat antagonism față de toți patogenii menționați, zonele de inhibiție față de patogeni variază între 25 – 38 mm. Cel mai activ s-a manifestat tulpina după 6 zile de cultivare, zonele de inhibiție fiind maxim 38 - 40 mm față de patogenii *A. alternata* și *F. oxysporum*. De asemenea o activitate sporită a manifestat tulpina față de patogenii *Scl sclerotiorum* și *B. cinerea* cu zone de inhibiție de până la 35 mm, mai puțin a influențat tulpina asupra patogenilor *F. solani* și *F. sporotrichiela* cu zone de inhibiție de până la 32 mm. După a 7 zi de cultivare s-a observat o diminuare a activității antifungice a tulpinii. Zonele de inhibiție în a 7 zi au atins maxime de 32 mm față de *F. solani* și *F. oxysporum*, iar zonele de inhibiție a patogenului *S. sclerotiorum* au fost nesemnificative de până la 10 mm.

Din datele obținute putem constata că, tulpina *Trichoderma atrobruneum* cultivată submers în mediul suplimentat cu drojdie prezintă creștere activă și o activitate antifungică sporită față de fitopatogeni în a 6 zi de cultivare.

Asupra creșterii și activității antimicrobiene a tulpinii *T. atrobruneum* CNMN FD 25 influențează temperatura de cultivare, astfel, în următoarea etapă a fost selectată temperatura optimă de cultivare. Au fost testate 3 regimuri de temperatură, care se consideră a fi cele mai potrivite pentru creșterea tulpinilor de fungi: 26-28; 28-30; 30-32°C. Tulpina *T. atrobruneum* CNMN FD 25 a fost cultivată submers în mediul lichid cu glucoză și extract de drojdie timp de 6 zile, cu agitare continuă (160-180r/min). Rezultatele sunt prezentate în figura 5.

**Figura 5. Biomasa acumulată a tulpinii *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 în dependență de temperatura de cultivare.**



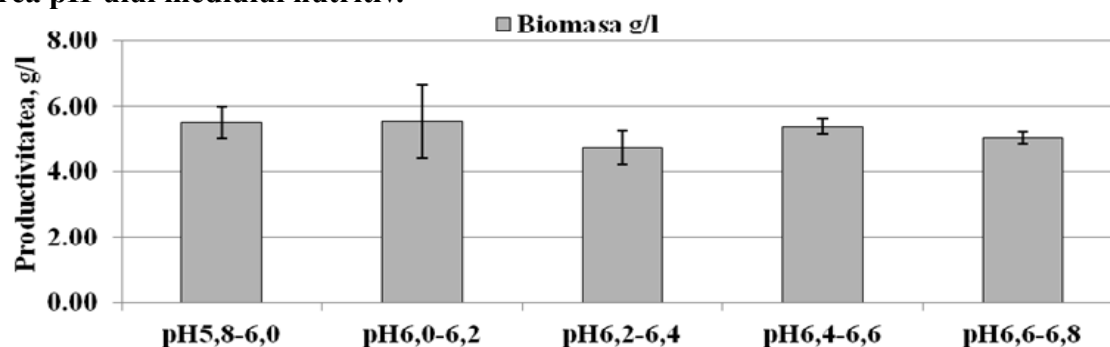
S-a observat că temperatura influențează considerabil asupra creșterii biomasei tulpinii de *Trichoderma atrobruneum*. Astfel, biomasa maximă a fost atinsă la temperatura de 28-30 T°C, biomasa fiind de 13 g/l, pe când la temperatura 30-32°C biomasa a constituit 5 g/l. Aceasta corespunde cu datele din



literatura de specialitate unde se specifică că tulpinile de *Trichoderma* prezintă o creștere mai abundentă la temperaturi cuprinse între 25-30 de grade, iar la temperaturi ridicate creșterea tulpinii începe să scadă considerabil [17, 18].

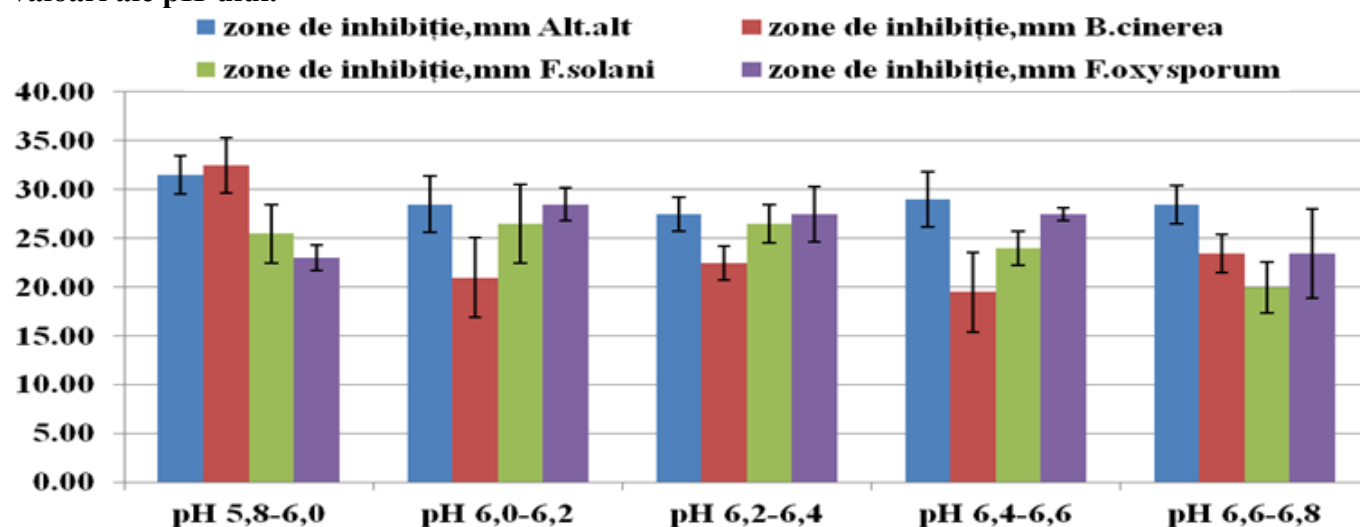
Asupra activității fungilor acționează nu doar compoziția mediului, durata și temperatura de cultivare, dar și valoarea PH-ului mediului nutritiv. Pentru a selecta pH-ul optim, au fost testate valorile pH-ului mediului nutritiv: 5,8-6,0; 6,0-6,2; 6,2-6,4; 6,4-6,6; 6,6-6,8. Rezultatele obținute în experiența efectuată (Fig. 6) au arătat că, biomasa maximă s-a acumulat în varianta cu valoarea pH - ul 6,0-6,2, ceea ce corespunde datelor din literatura de specialitate, unde se specifică că tulpinile de *Trihoderma* preferă mediul slab acid și au o creștere mai abundentă în intervalele pH-ului 5,5-6,5 [19, 20].

**Figura 6. Biomasa acumulată la cultivarea tulpinii *T. atrobruneum* CNMN FD 25 în dependență de valoarea pH-ului mediului nutritiv.**



Pentru a afla influența pH-ului asupra activității antifungice a tulpinii *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25, soluțiile obținute în variantele montate au fost testate asupra patogenilor luați în studiu (Fig. 7). S-a stabilit că tulpina *Trichoderma atrobruneum* are activitate maximă în mediul nutritiv cu pH-ul 5,8-6,0, zonele de inhibiție față de patogeni fiind până la 35 mm față de *Botrytis cinerea*, 34 mm față de *Alternaria alternata*, 28 mm față de *Fusarium solani*. O activitate antifungică sporită s-a evidențiat și în mediul cu pH-ul 6,0-6,2, zonele de inhibiție a patogenilor: *Alternaria alternata* și *Fusarium oxysporum* atingând valoarea de 28-30 mm, iar a patogenilor *Botrytis cinerea* și *Fusarium solani* de 22 și respectiv 27mm.

**Figura 8. Diametrul zonelor de inhibiție a fitopatogenilor sub acțiunea soluțiilor de metaboliți ai tulpinii *T. atrobruneum* CNMN FD 25, obținute la cultivarea submersă în mediul nutritiv cu diferite valori ale pH-ului.**



În urma experiențelor efectuate s-a evidențiat mediul cu pH-ul 6,0-6,2, având atât o creștere mai abundentă a biomasei, cât și o activitate antifungică sporită.

### Concluzii

În prezent în întreaga lume există o necesitate stringentă de a reduce utilizarea pesticidelor în favoarea produselor biologice active. Analizând literatura de specialitate, am observat că un agent de biocontrol utilizat pe scară largă în întreaga lume sunt ciupercile din genul *Trichoderma*.

În rezultatul screeningului efectuat a fost selectată tulpina *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 ce posedă o creștere mai abundentă și o activitate antimicrobiană ridicată față de un spectru larg de fitopatogeni, deci în perspectivă ar putea fi utilizată în agricultură ca agent de biocontrol. Tulpina *T. atrobruneum* CNMN FD 25 manifestă o creștere și o activitate antimicrobiană maximă la cultivarea submersă, timp de 6 zile, în mediul nutritiv ce conține (g/l) glucoză – 30,0;  $\text{NaNO}_3$  – 1,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 1,0;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 1,0;  $\text{CaCO}_3$  – 2,0; extract de drojdii -10 gr; apă distilată până la 1 litru; valoarea pH inițial – 6,0 - 6,2.

### Referințe:

1. NOWOCIEŃ, KAROLINA., SOKOŁOWSKA, BARBARA. *Use of microorganisms in plant protection against fungal diseases- Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, vol 603, 2022. DOI: 10.22630/ZPPNR.2020.603.18.
2. TYŚKIEWICZ, R., NOWAK, A., OZIMEK, E., JAROSZUK-ŚCISEŁ J. *Trichoderma: The Current Status of Its Application in Agriculture for the Biocontrol of Fungal Phytopathogens and Stimulation of Plant Growth. Int J Mol Sci.*, 2022, Feb 19;23(4):2329. DOI: 10.3390/ijms23042329.
3. DEMERS, MARA. *Alternaria alternata as endophyte and pathogen. Microbiology (Reading)*, 2022, 168(3): 001153. DOI: 10.1099/mic.0.001153.
4. YAO, XIN., GUO, HAILIN., ZHANG, KAIXUAN ., ZHAO, MENGYU ., RUAN, JINGJUN ., CHEN, JIE. *Trichoderma and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. Frontiers in Microbiology*. (2023). DOI: 14. 10.3389/fmicb.2023.1160551.
5. FAIZOVA, V. I., TSKHOVREBOV, V.S., ANDREY, N. A., ONISHCHENKO, L. M. *Impact of different technologies in application of microbial compounds on number of micromycetes and cellulose-destroying microorganisms on ordinary chernozem of the Central Ciscaucasia. BIO Web Conf.*, volume 23, 2020, II International Scientific Conference Plants and Microbes: The Future of Biotechnology.
6. TYŚKIEWICZ, R., NOWAK, A., E., JAROSZUK-ŚCISEŁ, J. *Trichoderma: The current status of its application in agriculture for the biocontrol of fungal phytopathogens and stimulation of plant growth. Int J Mol Sci.*, 2022 Feb; 23(4): 2329. Published online 2022 Feb 19. DOI: 10.3390/ijms23042329.
7. ZHATOVA, H., TROTSSENKO, V. *The structure of micromycetes communities in crop rotations with sunflower. Ukrainian Journal of Ecology* vol 8, 2018. DOI: 10.15421/2018\_285.
8. GUZMÁN-GUZMÁN, P., KUMAR, A., SANTOS-VILLALOBOS, S., PARRA-COTA, F. I., OROZCO-MOSQUEDA, M. C., FADIJI, A. E., HYDER, S., BABALOLA, O. O. and SANTOYO, G. *Trichoderma Species: Our Best Fungal Allies in the Biocontrol of Plant Diseases. A Review. Plants (Basel)*, 2023 Feb 12(3): 432. Published online 2023 Jan 17. DOI: 10.3390/plants12030432.
9. THOMAS, AFRIYIE, BOAKYE., HUIXIA, L. I., RICHARD, OSEI., SOLOMON BOAMAH., ZHANG, MIN., CHUNHUI, NI., JIN, WU., MINGMING, SHI., WANQIANG, QIAO. *Antagonistic Effect of Trichoderma longibrachiatum (TL6 and TL13) on Fusarium solani and Fusarium avenaceum Causing Root Rot on Snow Pea Plantss. J. Fungi*, 2022, 8, 1148. <https://doi.org/10.3390/jof8111148>.
10. LEYLAIE, S., ZAFARI, D. *Antiproliferative and Antimicrobial Activities of Secondary Metabolites and Phylogenetic Study of Endophytic Trichoderma Species From Vinca Plants. Front. Microbiol.*, 9:1484, 2018. DOI: 10.3389/fmicb.2018.01484.
11. MARTA, MODRZEWSKA., DOMINIK, POPOWSKI., LIDIA, BŁASZCZYK., ŁUKASZ, STĘPIEŃ., MONIKA, URBANIAK., MARCIN, BRYŁA., BENEDIKT, CRAMER., HANS, ULRICH, HUMPF., MAGDALENA, TWARUŻEK. *Antagonistic properties against Fusarium sporotrichioides and glycosylation of HT 2 and T 2 toxins by selected Trichoderma strains. Scientific Reports*, 2024, 14:5865. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55920-x>.
12. NUR, A, ZIN., NOOR A, BADALUDDIN. *Biological functions of Trichoderma spp. for agriculture applications. Annals of Agricultural Sciences*, volume 65, 2020, pages 168-178. <https://doi.org/10.1016/j.aas.2020.09.003>.

13. KREDICS, L., BÜCHNER, R., BALÁZS, D. *et al.* Recent advances in the use of Trichoderma-containing multicomponent microbial inoculants for pathogen control and plant growth promotion. *World J Microbiol Biotechnol* 40, 162, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11274-024-03965-5>.
14. HARMAN, G. E., HOWELL, C. R., VITERBO, A., CHET, I., LORITO, M. *Trichoderma species--opportunistic, avirulent plant symbionts.* *Nat Rev Microbiol.*, 2004 Jan 2(1):43-56. DOI: 10.1038/nrmicro797. PMID: 15035008.
15. KUBIAK, ADRIANNA., WOLNA-MARUWKA, AGNIESZKA., AGNIESZKA, A. PILARSKA.,ALICJA, NIEWIADOMSKA., ANDAGNIESZKA, PIOTROWSKA-CYPLIK. *Fungi of the Trichoderma Genus: Future Perspectives of Benefits in Sustainable Agriculture.* *Journals Applied Sciences*, volume 13, issue 11. <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/11/6434>.
16. ЕГОРОВ, Н. С. *Основы учения об антибиотиках.* М. Изд-во. „Наука”, 2004, 528 с.
17. MANOJ, KUMAR, MAURYA., MUKESH, SRIVASTAVA., ANURADHA, SINGH., SONIKA, PANDEY., VED, RATAN. *Effect of Different Temperature and Culture Media on the Mycelia Growth of Trichoderma viride Isolates.* *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, 2017, 6(2): 266-269. DOI: <http://dx.doi.org/10.20546/ijemas.2017.602.032>.
18. QIU, Z., WU, X., ZHANG, J., HUANG, C. *High temperature enhances the ability of Trichoderma asperellum to infect Pleurotus ostreatus mycelia.* *PLoS One*, 2017 Oct 26, 12(10):e0187055. DOI: 10.1371/journal.pone.0187055.
19. SINGH, A., SHAHID, M., SRIVASTAVA, M., PANDEY, S., SHARMA, A., et al. (2014) *Optimal Physical Parameters for Growth of Trichoderma Species at Varying pH, Temperature and Agitation.* *Viol Mycol*, 3:127. DOI: 10.4172/2161-0517.1000127.
20. PELAGIO-FLORES, R., ESPARZA-REYNOSO, S., GARNICA-VERGARA, A., LÓPEZ-BUCIO, J., HERRERA-ESTRELLA, A. *Trichoderma-Induced Acidification Is an Early Trigger for Changes in Arabidopsis Root Growth and Determines Fungal Phytostimulation.* *Front Plant Sci.*, 2017 May 17, 8:822. DOI: 10.3389/fpls.2017.00822.

**Notă:** Lucrarea a fost realizată în baza subproiectului: 020101 InBioS - Soluții biotehnologice inovative pentru agricultură, medicină și protecția mediului. Nu există niciun conflict de interese real sau potențial în legătură cu acest articol.

**Date despre autori:**

**Cristina MOLDOVAN**, cercetător științific, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Universitatea Tehnică a Moldovei.

**ORCID:** 0000-0003-1634-0344

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

**Tamara SÎRBU**, doctor în biologie, conferențiar cercetător, Șef de laborator, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Universitatea Tehnică a Moldovei.

**ORCID:** 0000-0001-7809-9870

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

Prezentat la 30.09.2024