

# INFLUENȚA RADIAȚIILOR UV ASUPRA TULPINILOR DE FUNGI ENTOMOPATOGENI *BEAUVERIA BASSIANA* CNMN-FE-01 ȘI *CORDYCEPS FUMOSOROSEA* CNMN-FE-02

CZU: 577.344.08:582.28

<https://doi.org/10.52673/18570461.22.1-64.04>Doctor în biologie **Anna MOLDOVAN**E-mail: [anna.moldovan@yahoo.com](mailto:anna.moldovan@yahoo.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8829-6640>**Ecaterina DONI**E-mail: [doni\\_ecaterina@mail.ru](mailto:doni_ecaterina@mail.ru)Doctor în biologie, conferențiar cercetător **Natalia MUNTEANU-MOLOITIEVSKIY**E-mail: [munteanu\\_natalia\\_v@yahoo.com](mailto:munteanu_natalia_v@yahoo.com),ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5796-3236>Academician **Ion TODERAȘ**E-mail: [iontoderas@yahoo.com](mailto:iontoderas@yahoo.com)ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1599-838X>

Institutul de Zoologie

## THE EFFECT OF UV RADIATION ON ENTOMOPATHOGENIC FUNGAL STRAINS *BEAUVERIA BASSIANA* CNMN-FE-01 AND *CORDYCEPS FUMOSOROSEA* CNMN-FE-02

**Summary.** The paper aimed to investigate the influence of UV radiation on the conidia germination and vegetative growth of the fungal strains *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 and *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02, potential biological control agents of weevils. It was established that UV-B radiation ( $\lambda = 312$  nm) significantly reduces the viability of conidia, the highest decrease being attested after 30 min. of exposure. However, the radial growth rate of the investigated fungal strains was not significantly affected by exposure of conidia to UV-B rays ( $p = 0,443$  and  $0,349$ , respectively).

**Keywords:** UV-B radiation, *Beauveria bassiana*, *Cordyceps fumosorosea*, biological control, Republic of Moldova.

**Rezumat.** Scopul prezentei lucrări a constat în cercetarea influenței radiațiilor UV asupra germinării conidiilor și creșterii vegetative a tulpinilor fungice *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 și *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02, potențiali agenți de control biologic al coleopterelor curculionide. A fost stabilit faptul că razele UV-B ( $\lambda = 312$  nm) reduc semnificativ viabilitatea conidiilor, cea mai mare scădere fiind atestată după 30 min. de expunere. Cu toate acestea, viteza medie de creștere radială a tulpinilor fungice investigate nu a fost afectată semnificativ de expunerea conidiilor la razele UV-B ( $p = 0,443$  și  $0,349$ , respectiv).

**Cuvinte-cheie:** radiații UV-B, *Beauveria bassiana*, *Cordyceps fumosorosea*, control biologic, Republica Moldova.

## INTRODUCERE

Ordinul Hypocreales face parte din clasa Sordariomycetes, una dintre cele mai mari clase din încrengătura Ascomycota, care cuprinde o diversitate mare de specii. Pe moment, ordinul Hypocreales cuprinde aproximativ 2 700 de specii descrise, larg răspândite în regiunile temperate și tropicale [1; 2; 3]. Acestea prezintă o diversitate ecologică extraordinară, fiind omniprezente în natură atât ca saprofiți, cât și ca paraziți [4].

Datorită proprietăților sale, reprezentanții ordinului Hypocreales manifestă o influență considerabilă asupra ecosistemelor naturale și antropizate, în calitate

de agenți patogeni, agenți eficienți de control biologic, surse de micotoxine, precum și de producători de antibiotice [5]. Un interes deosebit a fost acordat speciilor importante din punct de vedere economic, în special celor utilizate în controlul biologic al organismelor dăunătoare [4; 6; 7].

De un studiu deosebit de amplu au beneficiat genurile *Beauveria*, *Cordyceps*, *Hirsutella*, *Metarhizium* și *Isaria*. Micromicetele entomopatogene constituie reglatori naturali ai populațiilor de insecte, fiind capabile să infecteze o gamă largă de gazde și să provoace mortalitate sporită. Acestea sunt valorificate pe larg în calitate de biopesticide, datorită modului de acțiune

prin contactul cu cuticula insectei [8]. Utilizarea fungilor drept agenți de control biologic oferă numeroase avantaje, inclusiv eficacitate sporită și compatibilitate cu alte metode de management integrat al organismelor dăunătoare, probabilitate redusă de dezvoltare a rezistenței, minimizarea efectelor non-țintă și impactul nesemnificativ asupra sănătății umane [9].

Speciile din ordinul *Hypocreales* au avut parte de o atenție comercială considerabilă în ultimii 30-35 de ani, fiind utilizate pentru producția în masă *in vitro* a unor cantități semnificative de propagule infecțioase (conidii sau blastospori) pentru utilizare în calitate de insecticide microbiene. Printre acestea cele mai cunoscute sunt *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) Vuillemin (1912) și *Cordyceps fumosorosea* Wize (1904) (= *Isaria fumosorosea*).

Genul *Beauveria* cuprinde 26 de specii descrise [10; 11; 12]. *In vitro*, acestea cresc încet, având un aspect lănos, de culoare albă, gălbui sau roz. Hifele aeriene sunt hialine, cu pereți netezi și subțiri. Coloniile vechi au aspect de praf din cauza unui număr mare de conidii produse [13]. Conidioforii sunt formați din grupuri dense de celule conidiogene, hialine, cu pereții netezi, celulele simpodiale, scurte, globoase, cu rahis apical denticulat sub formă de zig-zag, alcătuiind o succesiune de conidii sesile unicelulare [14; 15]. Genul *Cordyceps* cuprinde aproximativ 400 de specii descrise [16]. Acestea se caracterizează prin rata de creștere moderată, atingând 3-4 cm în diametru timp de 10 zile, coloniile tinere au aspect pulverulent, sporulează activ, culturile sunt albe la început, iar culturile bătrâne au aspect de fulgi, zonele conidiale pot dezvolta lent nuanțe de roz. Miceliul are pereții netezi, hialini, de 1,0-3,2 μm lățime. Conidioforii provin preponderent din miceliu submers, cu lungimea de până la 60 μm și lățimea de 2,0-3,0 μm, pereții sunt netezi, ramificați neregulat. Conidioforii și ramurile acestora se termină cu fialide dispuse în grup de 1-6 [17].

Tulpinile de fungi *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 și *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02, recent izolate și caracterizate în Republica Moldova, au demonstrat potențial de a fi utilizate în calitate de agenți de control biologic al dăunătorilor [18; 19; 20; 21; 22]. Însă, pentru elaborarea insecticidelor biologice autohtone în baza acestor două tulpini sunt necesare cercetări suplimentare privind efectul factorilor abiotici asupra creșterii și dezvoltării tulpinilor.

Este cunoscut că lumina solară reprezintă unul dintre factorii de bază care afectează rata de supraviețuire a conidiilor în câmp, razele UV-B (295-320 nm) fiind cele mai distructive. Acestea cauzează deteriorări la nivelul acizilor nucleici, al proteinelor, lipidelor și membranelor. Expunerea subletală la radiațiile UV

poate determina alterări fiziologice sau genetice, contribuind la reducerea virulenței [23]. Astfel scopul studiului de față a fost de a elucida influența radiațiilor UV-B asupra germinării conidiilor și creșterii vegetative ale tulpinilor *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 și *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02.

## MATERIALE ȘI METODE

**Cultivarea tulpinilor fungice.** Tulpinile de microcete *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 și *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02 au fost cultivate la suprafață pe mediul PDA (Potato Dextrose Agar, Merck) pentru producerea de conidiospori și efectuarea experiențelor privind influența radiațiilor UV asupra germinării conidiilor și creșterii vegetative. Pentru a evita deshidratarea, cutiile Petri au fost sigilate cu parafilm. După 13 zile de la inoculare, conidiile au fost recoltate direct de pe suprafața mediului cu ajutorul ansei microbiologice sterile.

### Cuantificarea conidiilor în suspensie apoasă.

Cuantificarea propagulelor per unitate de volum a fost realizată cu utilizarea metodei hemocitometrului (camera Goreaev). Suspensia apoasă cu conidii a fost agitată și 10 μl au fost transferate în camera hemocitometrului. Conidiile fungice au fost numărate în 5 pătrate mari divizate în 16 mici (total 80 de pătrate mici) situate pe diagonală. Pentru a evita numărarea dublă a conidiilor, unei celule i-au fost atribuite doar conidiile care intersectează sau ating laturile de sus și din stânga. Cercetările au fost realizate la microscopul Meiji Techno MT5310H.

**Studierea efectului radiațiilor UV asupra germinării conidiilor și creșterii vegetative.** Au fost pregătite suspensii cu concentrația  $10^6$  conidii/ml în apă distilată sterilă. Tuburile Eppendorf ce conțineau suspensiile conidiale au fost plasate pe Transiluminator UV fiind expuse radiațiilor UV cu lungimea de undă 312 nm timp de 30, 60, 90, 120, 150 și 180 min [19; 24]. În calitate de martor au servit conidiile neiradiate plasate în condiții similare. După expunere la UV, la suprafața cutiilor Petri cu mediu PDA steril au fost inoculate câte 100 μl suspensie conidială. Pentru creștere cutiile Petri au fost plasate la întuneric, în incubator termostat, la temperatura de 26 °C. Rata de germinare a fost determinată după 24 h de la inoculare. Cutiile Petri au fost cercetate microscopic folosind obiectivul 40X (microscopul Meiji Techno MT5310H). Pentru specia *Beauveria bassiana*, umflarea vizibilă a conidiilor a fost utilizată ca semn al viabilității, iar în cazul speciei *Cordyceps fumosorosea* conidiile au fost considerate viabile, dacă lungimea tubului germinativ a fost minim de două ori mai mare decât diametrul

acestora. Au fost enumerate câte 100 de conidii pentru fiecare repetiție (total 4 repetiții). Viabilitatea conidiilor iradiate a fost comparată cu viabilitatea conidiilor neiradiate folosind formula  $R = N/T \times 100\%$ , unde R reprezintă viabilitatea conidiilor iradiate, N – numărul de conidii iradiate ce au germinat, T – numărul de conidii germinate în proba martor. După două zile, din cultura fungică, aflată în faza activă de creștere, au fost excizate discuri de miceliu cu diametrul de 5 mm și transferate în centrul unei noi cutii Petri cu mediu PDA steril, care au fost plasate în incubator termostatat la temperatura de 26 °C. Experiențele au fost realizate în patru repetiții. Datele privind creșterea radială au fost înregistrate zilnic timp de două săptămâni, fiind măsurate câte patru raze pe două axe reciproc perpendiculare. Viteza de creștere (mm/zi) a fost utilizată ca parametru de bază pentru caracterizarea influenței radiațiilor UV asupra creșterii vegetative a tulpinilor investigate [25].

**Metode statistice utilizate pentru analiza și interpretarea datelor.** Pentru prelucrarea statistică a datelor obținute au fost utilizați parametrii statistici: media aritmetică ( $m$ ), amplitudinea/variația posibilă ( $d$ ), abaterea ( $D_m$ ), dispersia ( $\sigma^2$ ), abaterea standard ( $\sigma$ ), de asemenea, au fost calculate intervalele de încredere și realizată analiza dispersională unifactorială (ANOVA). Pentru efectuarea calculelor matematice și interpretarea grafică a rezultatelor obținute a fost utilizată aplicația MS Office Excel 2010.

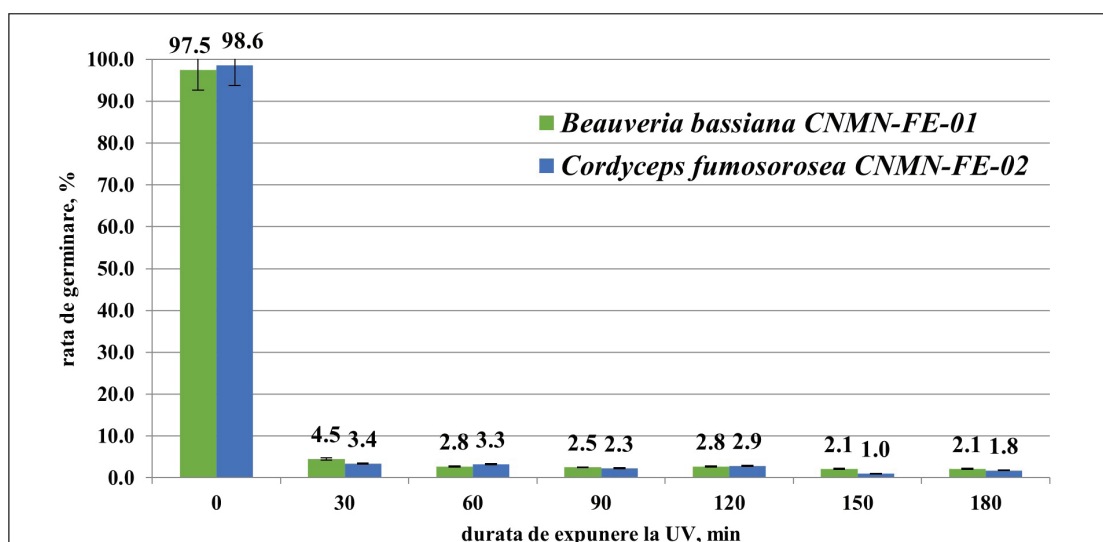
## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În urma cercetărilor efectuate a fost stabilită influența radiațiilor UV cu lungimea de undă 312 nm

asupra germinării conidiilor și creșterii vegetative ale tulpinilor *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 și *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02, la o expunere a conidiilor timp de 30, 60, 90, 120, 150 și 180 min. A fost constatată o reducere bruscă a viabilității conidiilor pentru ambele tulpini la o durată a expunerii de 30 min. Astfel, viabilitatea conidiilor tulpinii *B. bassiana* CNMN-FE-01 a fost de aproximativ 21 de ori mai mică (de la 97,5 % la 4,5 %), iar în cazul tulpinii *C. fumosorosea* CNMN-FE-02, viabilitatea conidiilor a fost redusă de aproximativ 35 de ori (de la 98,6 % la 3,4 %) (figura 1).

La extinderea duratei de acțiune a factorului de stres de la 30 până la 180 min a fost observată o reducere continuă a germinării conidiilor tulpinii *B. bassiana* CNMN-FE-01, cu un al doilea salt de la 4,5 % la 2,8 % în cazul extinderii timpului de la 30 la 60 min [26]. Variația germinării conidiilor tulpinii *C. fumosorosea* CNMN-FE-02 a fost nesemnificativă în intervalul 30-120 min, o reducere mai bruscă s-a observat după expunerea conidiilor la razele UV timp de 150 min, de la 2,9 % la 1 % (figura 1). În consecință, expunerea la radiații UV a afectat semnificativ viabilitatea conidiilor tulpinilor investigate, tulpina *C. fumosorosea* CNMN-FE-02 după expunerea conidiilor la razele UV timp de 150 și 180 min nu a mai fost capabilă să dezvolte miceliu pe suprafața mediului nutritiv.

De asemenea, a fost analizată viteza de creștere radială a tulpinilor fungice *B. bassiana* CNMN-FE-01 și *C. fumosorosea* CNMN-FE-02. Dependența dinamică de creștere a coloniilor tulpinilor fungice investigate cu durata de expunere la razele UV și ecuațiile dreptelor sunt prezentate în figurile 2 și 3.



**Figura 1.** Rata de germinare a tulpinilor fungice investigate după iradiere de raze UV timp de 30, 60, 90, 120, 150, 180 min.

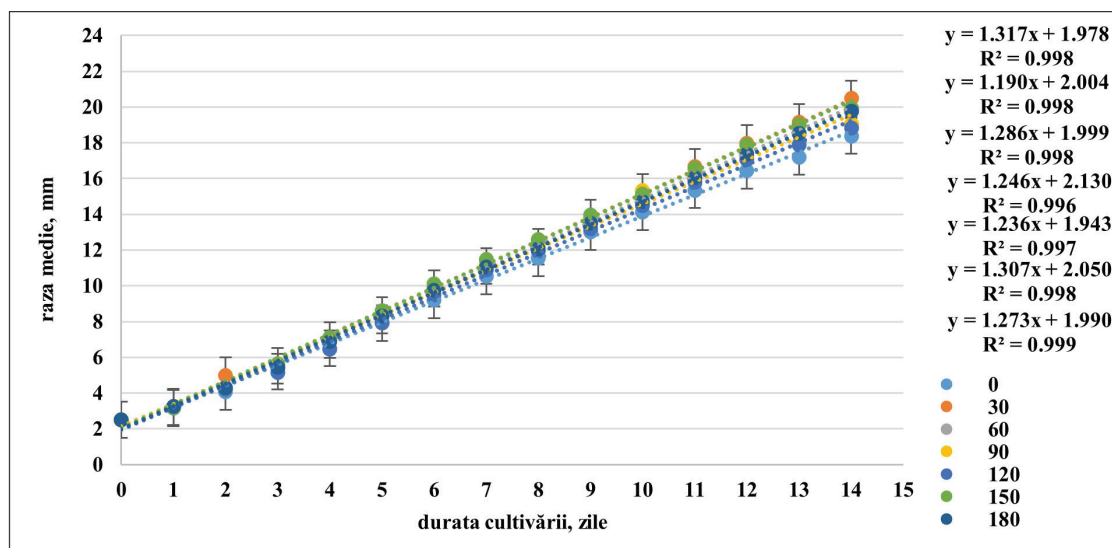


Figura 2. Dependența dinamică de creștere a coloniilor tulpinii *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 (mm), de durata de expunere la razele UV.

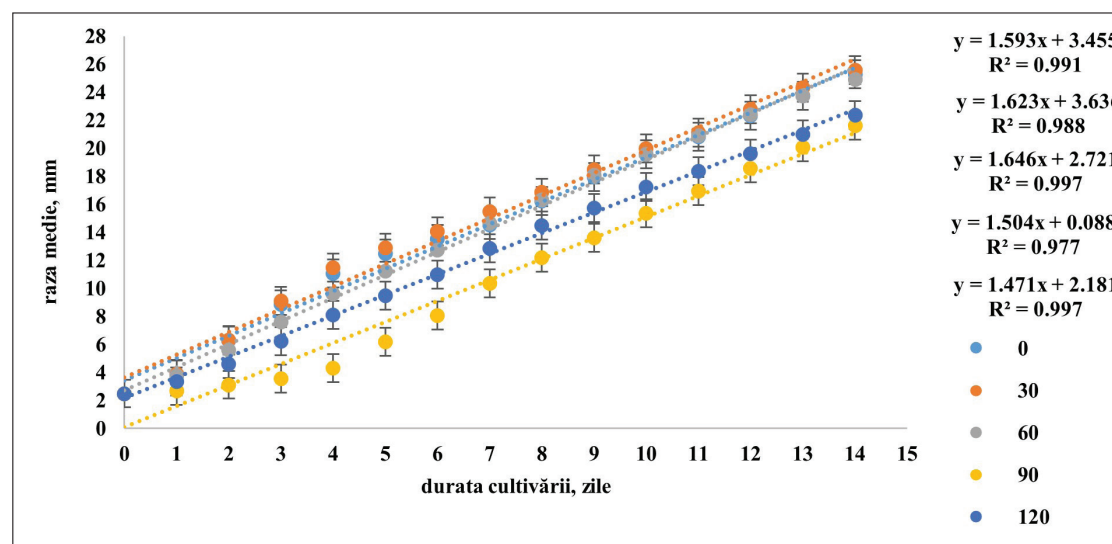


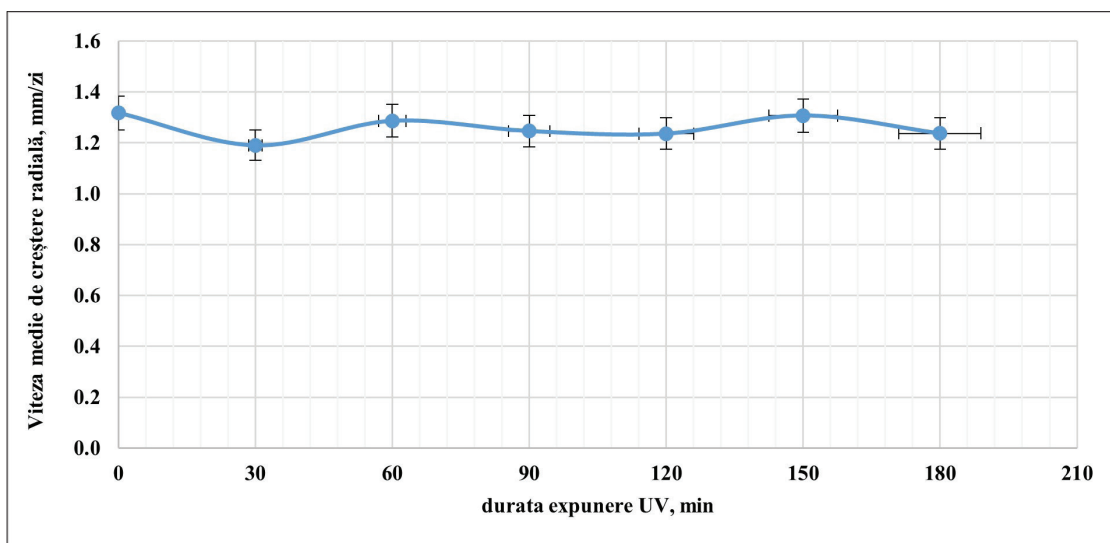
Figura 3. Dependența dinamică de creștere a coloniilor tulpinii *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02 (mm), de durata de expunere la razele UV.

Din ecuațiile dreptelor a fost dedusă viteza medie de creștere radială care este egală cu panta dreptei (figurile 2 și 3). Viteza medie de creștere radială a tulpinii *B. bassiana* CNMN-FE-01 a variat în intervalul 1,190-1,317 mm/zi, iar a tulpinii *C. fumosorosea* CNMN-FE-02 în intervalul 1,471-1,646 mm/zi (figurile 4 și 5). Analiza ANOVA a elucidat faptul că vitezele de creștere radială a tulpinilor *B. bassiana* CNMN-FE-01 și *C. fumosorosea* CNMN-FE-02 nu au fost afectate semnificativ, din punct de vedere statistic, de expunerea conidiilor la razele UV ( $\lambda = 312$  nm) ( $F(6,91) = 0,98$ ,  $p = 0,443$  și  $F(4,65) = 1,132$ ,  $p = 0,349$  respectiv).

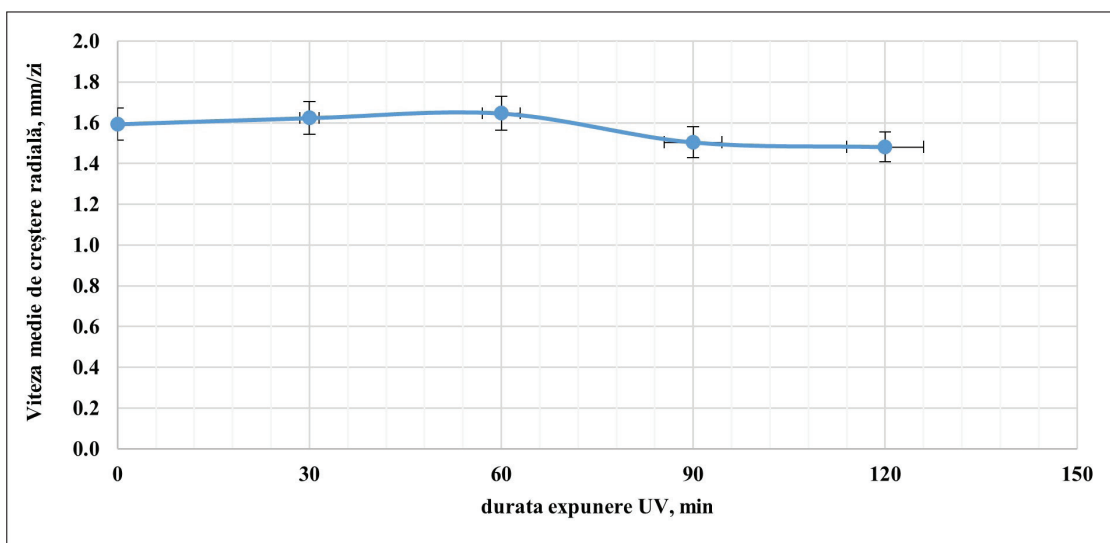
Studierea efectului diferitor factori fizici asupra creșterii și dezvoltării unei tulpini fungice cu potențial insecticid este esențială pentru prognozarea eficaci-

ității acesteia în condiții de câmp, elaborarea formulei biopreparatului, a recomandărilor de aplicare și ajustarea dozelor utilizate [19].

Rezultatele cercetărilor expuse în prezenta lucrare au confirmat că radiațiile UV influențează considerabil viabilitatea conidiilor tulpinilor entomopatogene autohtone *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 și *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02. În formula bioinsecticidelor pe baza acestor tulpini se recomandă de a fi introduși aditivi cu rol de ecran de protecție [27]. Pentru a evita efectele negative ale expunerii conidiilor la radiații UV sunt efectuate studii ample care vizează utilizarea ecranelor de protecție (de exemplu Tinopal) sau absorbânți UVA/UVB (coloranți ca de exemplu Congo roșu). Există numeroase studii privind eficiența ecranelor de protecție contra UV în formulele apoa-



**Figura 4.** Viteza medie de creștere radială a tulpinii de funghi *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 pe mediu nutritiv PDA după expunere la raze UV, mm/zi.



**Figura 5.** Viteza medie de creștere radială a tulpinii de funghi *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02 pe mediu nutritiv PDA după expunere la raze UV, mm/zi.

se sau pe bază de ulei a fungilor entomopatogeni, testate în laborator și în teren deschis [23; 28]. Pigmenții naturali care se conțin în uleiurile vegetale de asemenea pot proteja conidiile [29]. Cercetările urmează a fi continuate cu scopul de a selecta cel mai bun aditiv din punct de vedere al protecției conidiilor și al fezabilității economice.

## CONCLUZII

Radiațiile UV-B (cu lungimea de undă 312 nm) reduc semnificativ capacitatea de germinare a conidiilor tulpinilor autohtone de funghi de interes economic, *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 și *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02, impactul major fiind atins în primele 30 min.

În formula preparatului bioinsecticid care va avea în calitate de producător una dintre tulpinile *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 și *Cordyceps fumosorosea* CNMN-FE-02 urmează a fi introdus un aditiv cu rol de ecran de protecție contra radiațiilor UV.

Pentru a evita efectul advers al radiațiilor UV asupra germinării conidiilor, urmează a fi investigate strategii alternative de aplicare a biopreparatelor care vor reduce la minim durata de expunere a tulpinii producător la razele solare directe.

## BIBLIOGRAFIE

1. Lombard L., Van der Merwe N., Groenewald J.Z., Crous P. Generic concepts in Nectriaceae, in: Studies in Mycology, 2015, vol. 80, pp. 189-245, <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.12.002>

2. Maharachchikumbura S.S.N., Hyde K.D., Jones E.B.G. et al. Families of Sordariomycetes, in: Fungal Diversity, 2016, vol. 79, pp. 1-317, <https://doi.org/10.1007/s13225-016-0369-6>
3. Wijayawardene N.N., Hyde K.D., Lumbsch H.T., Liu J.K., Maharachchikumbura S.S.N., Ekanayaka A.H., Tian Q., Phookamsak R. Outline of Ascomycota: 2017, in: Fungal Diversity, 2018, vol. 88, pp. 167-263, <https://doi.org/10.1007/s13225-018-0394-8>
4. Fonseca P.L.C., Badotti F., De-Paula R.B., Araújo D.S., Bortolini D.E., Del-Bem L.E., Azevedo V.A., Brenig B., Aguiar E.R.G.R., Góes-Neto A. Exploring the relationship among divergence time and coding and non-coding elements in the shaping of fungal mitochondrial genomes, in: Frontiers in Microbiology, 2020, vol. 11, nr. 765, pp. 1-17. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00765>
5. Chaverri P., Samuels G.J. *Hypocrea/Trichoderma* (Ascomycota, Hypocreales, Hypocreaceae): species with green ascospores, in: Studies in Mycology, 2003, vol. 48, pp. 1-116, <https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim48/part1.pdf>
6. Contreras-Cornejo H.A., Macías-Rodríguez L., Del-Val E., Larsen J. Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: interactions with plants, in: FEMS Microbiology Ecology, 2016, vol. 92, nr. 4, nr. art. fiw036, <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw036>
7. Schmoll M., Dattenböck C., Carreras-Villasenor N., Mendoza-Mendoza A., Tisch D., Aleman M. I., et al. The genomes of three uneven siblings: footprints of the lifestyles of three *Trichoderma* species, in: Microbiol. Mol. Biol. Rev., 2016, vol. 80, pp. 205-327, <https://doi.org/10.1006/bcon.1995.1069327>
8. Yousef M., Alba-Ramírez C., Garrido Jurado I., Mateu J., Raya Díaz S., Valverde-García P., Quesada-Moraga E. *Metarhizium brunneum* (Ascomycota: Hypocreales) treatments targeting olive fly in the soil for sustainable crop production, in: Front. Plant Sci., 2018, vol. 9, nr. art. 1., 11 p., <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00001>
9. Mantzoukas S., Zikou A., Triantafyllou V., Lagogiannis I., Eliopoulos P.A. Interactions between *Beauveria bassiana* and *Isaria fumosorosea* and their hosts *Sitophilus granarius* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), in: Insects, 2019, vol. 10, p. 362.
10. Bustamante de O.M., Leiva S., Mendoza J.E., Bobadilla L., Angulo G., Calderon M.S. Phylogeny and species delimitations in the entomopathogenic genus *Beauveria* (Hypocreales, Ascomycota), including the description of *B. peruviana* sp. nov., in: MycoKeys, 2019, vol. 58, pp. 47-68.
11. Chen W.H., Man L., Huang Z.X., Yang G.M., Han Y.F., Liang J.D., Liang Z.Q. *Beauveria majiangensis*, a new entomopathogenic fungus from Guizhou, China, in: Phytotaxa, 2018, vol. 333, pp. 243-250.
12. Kepler R.M., Luangsa-Ard J.J., Hywel-Jones N.L., Quandt C.A., Sung G.H., Rehner S.A., Aime M.C., Henkel T.W., Sanjuan T., Zare R., Chen M., Li Z., Rossman A.Y., Spatafora J.W., Shrestha B. A phylogenetically-based nomenclature for Cordycipitaceae (Hypocreales), in: IMA Fungus, 2017, vol. 8, pp. 335-353, <https://doi.org/10.5598/ima fungus>
13. Rehner S.A., Minnis A.M., Sung G.H., Luangsa-Ard J.J., Devotto L., Humber R.A. Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*, in: Mycologia, 2011, vol. 103, nr. 5, pp. 1055-1073.
14. Hoog de G.S. The genera *Beauveria*, *Isaria*, *Tritirachium* and *Acrodontium* gen. nov., in: Studies in Mycology, 1972, vol. 1, pp. 1-41.
15. Rehner S.A., Buckley, E. A *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1-alpha sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs., in: Mycologia, 2005, vol. 97, nr. 1, pp. 84-98.
16. Sung G.H., Hywel-Jones N.L., Sung J.M., Luangsa-Ard J.J., Shrestha B., Spatafora J.W. Phylogenetic classification of *Cordyceps* and the clavicipitaceous fungi, in: Studies in Mycology, 2007, vol., nr. 57, pp. 5-59, <https://doi.org/10.3114/sim.2007.57.01>
17. Brown A.H.S., Smith G. The genus *Paecilomyces* Bainier and its perfect stage *Byssosclamyces* Westling, in: Transactions of the British Mycological Society, 1957, vol. 40, nr. 1, pp. 17-89.
18. Moldovan A. Controlul biologic al Coleopterelor Curculionidae (Coleoptera, Curculionidae): probleme, realizări și perspective, in: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2019, vol. 337, nr. 1, pp. 131-142.
19. Moldovan A. Rezumatul tezei de doctor în științe biologice. Controlul biologic al coleopterelor curculionide dăunătoare ai culturilor agricole. Cu titlu de manuscris. C.Z.U.: 632.937: 632.76(478) (043.2). Chișinău: Tipografia „Real Print”, 2021, 39 p.
20. Moldovan A., Munteanu-Molotievskiy N. New *Beauveria bassiana* strain (Bals.-Criv.) Vuill., pathogenicity against weevil pests and physiological characterization. In: Book of abstracts. International Congress on Invertebrate Pathology and Microbial Control & 52<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology & 17<sup>th</sup> Meeting of the IOBC-WPRS Working Group „Microbial and Nematode Control of Invertebrate Pests”, 28<sup>th</sup> July – 1<sup>st</sup> August, 2019, Valencia, Spain, p. 100.
21. Moldovan A., Munteanu-Molotievskiy N., Toderaș I. Tulpină de fungi *Beauveria bassiana* – bioinsecticid pentru combaterea coleopterelor curculionide. Brevet de invenție MD 4560. Institutul de Zoologie. Nr. depozit a 2017 0057. Data depozit 23.05.2017. Publicat 30.04.2018, in: BOPI, 2018, vol. 4, pp. 51-52.
22. Moldovan A., Toderaș I., Leclercq A., Munteanu-Molotievskiy N. Isolation and identification of fungal community of alfalfa pest weevils (Coleoptera: Curculionidae) in the Republic of Moldova, in: IOBC-WPRS Bulletin, 2017, vol. 129, pp. 70-73.
23. Vega F.E., Meyling N.V., Luangsa-Ard J.J., Blackwell M. Fungal Entomopathogens, in: Insect Pathology. 2<sup>nd</sup> edition. Vega F., Kaya H.K., eds., 2012, San Diego, CA: Academic Press, pp. 171-220.
24. Mustafa U., Gurvinder K. UV-B radiation and temperature stress causes variable growth response in *Metar-*

*hizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* isolates, in: The Internet Journal of Microbiology, 2008, vol. 7, nr. 1, 8 p., <https://print.ispub.com/api/0/ispub-article/11494>

25. Fargues J., Goettel M., Smits N., Ouedraogo A., Rougier, M. Effect of temperature on vegetative growth of *Beauveria bassiana* isolates from different origins, in: Mycologia, 1997, vol. 89, nr. 3, pp. 383-392, <https://doi.org/10.2307/3761032>

26. Doni E. Germinarea conidiilor și creșterea vegetativă ale tulpinii *Beauveria bassiana* CNMN-FE-01 după expunerea la radiații UV, in: Interuniversitaria, ediția a XVIII-a, Materialele Conferinței Științifice a Studenților, 15 aprilie 2022. Bălți, Republica Moldova (in press).

27. Inglis G.D., Goettel M.S., Johnson D.L. Influence of ultraviolet light protectants on persistence of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, in: Biol. Control, 1995, vol. 5, pp. 581-590.

28. Wenzel Rodrigues I.M., Forim M.R., Silva M.F., Fernandes J.B., Batistafilho A.B. Effect of ultraviolet radiation

on fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, pure and encapsulated, and bio-insecticide action on *Diatraea saccharalis*, in: Advances in Entomology, 2016, vol. 4, pp. 151-162, <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=68528>

29. Braga G.U.L., Flint S.D., Messias C.L., Anderson A.J., Roberts D.W. Effects of UV-B irradiance on conidia and germinants of the entomopathogenic Hyphomycete *Metarhizium anisopliae*: a study of reciprocity and recovery, in: Photochemistry and Photobiology, 2001, vol. 73, pp. 140-146.

**NOTĂ.** Rezultatele științifice expuse în prezenta lucrare au fost obținute grație suportului financiar al proiectului: Program de stat (2020-2023) 20.80009.7007.12 *Diversitatea artropodelor hematofage, a zoo- și fitohelminților, vulnerabilitatea, strategiile de tolerare a factorilor climatici și elaborarea procedurilor inovative de control integrat al speciilor de interes socio-economic.*



Elena Pruteanu-Samburic. *Spre armonia supremă*, 2017–2018, tehnică de autor-pânză, 70 × 70 cm.