

**Academia  
Oamenilor de Știință  
din România**



**Academy  
of Romanian  
Scientists**

*Add: str. Ilfov, nr. 3, sector 5, București, ROMANIA,  
Tel. 00-4031/1070659; Fax. 00-4021/314.75.39, Web-site: [www.aosr.ro](http://www.aosr.ro),*

## **PROIECTUL**

**“Adaptarea insectelor sociale la schimbările climatice și  
interacțiunea acestora cu plantele invazive: mecanisme fiziologice,  
biochimice, genetice și comportamentale”**

### **RAPORT DE PROGRES 1**

Echipa de proiect:

Director de proiect:  
lector univ. dr. Ioan TĂUȘAN

Membrii:  
Asist. univ. dr. Ion BRÎNZĂ

Drd. Lucia POPOVICI

Drd. Silviu Giorgian ȚICU

Iulie, 2025

În vederea realizării obiectivelor asumate în cadrul proiectului, în perioada aprilie-iulie 2025, echipa proiectului a întreprins o serie de activități care vor fi detaliate mai jos.

## **1. Background**

Schimbările climatice afectează comunitățile de nevertebrate, inclusiv comunitățile de insecte la diferite niveluri care includ:

- distribuției geografice;
- fenologiei sezoniere;
- funcțiile fiziologice.

La presiunea cauzată de schimbările climatice, se adaugă și prezenta plantelor invazive care accentuează presiunea ecologică, prin afectarea rețelelor trofice. În plus, prezența metalelor grele, induce tulburări în sistemul digestiv și excretor, afectarea homeostaziei ionice și respirației celulare, scăderea longevității indivizilor și ale castelor reproducătoare.

Insectele sociale (albine, furnici, termitelor) sunt esențiale în ecosisteme și sunt vulnerabile la stresuri combinate. Acestea prezintă diferite mecanisme adaptative de natură fiziologică, biochimică, genetică sau comportamentală.

## **2. Obiective urmărite**

În cadrul proiectului nostru, ne-am propus mai multe obiective.

*O1. Evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra fiziologiei insectelor sociale*

*O2. Investigarea interacțiunii cu plantele invazive*

*O3. Identificarea modificărilor genetice și biochimice asociate adaptării la temperaturi extreme și metabolismului plantelor invazive*

*O4. Evaluarea stresului oxidativ și a mecanismelor imunologice implicate în adaptabilitate*

*O5. Modelarea ecologică a distribuției și impactului insectelor sociale în ecosistemele afectate de schimbările climatice*

Pentru O1, ne propunem să realizăm analiza enzimelor antioxidante (SOD, CAT, GPx) și proteinelor de șoc termic (HSP70), precum și a efectelor asupra sistemului imunitar și supraviețuirii coloniilor.

Pentru O2, ne propunem studierea influenței compușilor emiși de plante invazive asupra comportamentului de foraj și recunoașterii feromonale, precum și impactul asupra organizării coloniilor

Referitor la O3, țintim evaluarea expresiei unor gene-cheie (ex. HSP70, FOXO, GSTs) și a modificărilor epigenetice implicate în adaptarea la stres termic și metaboliți vegetali.

În cazul O4 vom determina activitatea antioxidantă și a biomarkerilor imunologici, relevanți pentru adaptabilitatea în condiții extreme.

În final, la O5, vom urmări elaborarea unui model predictiv privind distribuția insectelor sociale în funcție de schimbările climatice și prezența plantelor invazive

### **3. Aspecte metodologice**

#### **3.1. Selectarea zonelor și colectarea insectelor sociale**

- Identificarea regiunilor afectate de schimbările climatice (creșteri de temperatură, aridizare, modificări fenologice), utilizând baze de date climatice și GIS.
- Specii țintă: furnici (Formicidae), albine (Apoidea), termite (Rhinotermitidae).
- Metode de colectare: capcane Barber, capcane cu momeală, recoltare directă a cuiburilor.
- Context ecologic: evaluarea factorilor de stres combinat (secetă, urbanizare, presiune antropică).

#### **3.2. Identificarea plantelor invazive și analiza metaboliților secundari**

Determinarea speciilor invazive prin studii floristice și baze de date botanice.

Analize chimice:

- **HPLC** – compuși fenolici, flavonoide, alcaloizi.
- **GC-MS** – compuși volatili implicați în interacțiuni comportamentale.

Scopul utilizării acestor analize vizează: evaluarea potențialului toxic și etologic asupra insectelor sociale

3.3. Prelevarea de probe biologice pentru:

- **analize fiziologice** (homeostazie termică, mortalitate),
- **analize biochimice** (enzime antioxidante, markeri de stres oxidativ),
- **analize moleculare** (expresia genică, modificări epigenetice).

3.4. Studii experimentale de laborator

Aceste studii experimentale vor cuprinde

a. Expunerea la condiții climatice simulate

- Crearea unui mediu controlat (temperatură, umiditate, compuși volatili din plante invazive)
- Monitorizare comportamentală cu sisteme bazate pe AI (ex. BACH, ToxTrac, InsectDetect)

b. Analiza biochimică a stresului oxidativ

- Determinarea activității enzimelor antioxidante prin **metode spectrofotometrice**:
  - **SOD**: neutralizează radicalii superoxid ( $O_2^-$ )
  - **CAT**: detoxifică peroxidul de hidrogen ( $H_2O_2$ )
  - **GPx**: reduce peroxizii lipidici, dependentă de glutatation

c. Analiza metabolică

- Evaluarea produselor stresului oxidativ:
  - **UV-Vis**: detectare MDA și compuși carbonilici
  - **GC-MS**: identificare metaboliți volatili și produse de oxidare lipidică

d. Analiza expresiei genice

- **RT-qPCR**
- pentru genele: *HSP70*, *FOXO*,

- Implicate în: protecția proteinelor, homeostazie redox, detoxifiere, răspuns la stres

#### e. Analiza epigenetică

- **Cuantificarea metilării ADN**
- Investigarea **reglării epigenetice** a genelor de stres
- Evidențierea **plasticității fenotipice** și adaptării dinamice la mediu

### 3.5. Studii comportamentale în teren

#### a. Monitorizarea insectelor cu anTraX și SwarmSight

- Sisteme video bazate pe inteligență artificială (AI) pentru urmărirea individuală și colectivă
- Analiza tiparelor de mișcare și interacțiuni sociale în medii naturale

#### b. Evaluarea interacțiunilor sociale

- Utilizarea momelilor artificiale (glucide + proteine)
- Observații structurate (dimineața și după-amiaza) pentru înregistrarea interacțiunilor intra- și interspecifice

#### c. Corelarea comportamentului cu date ecologice (GIS + senzori IoT)

- Măsurători de temperatură, umiditate, compuși volatili etc.
- Integrarea datelor în sistem GIS pentru cartografierea distribuției coloniilor și a resurselor

### 3.6. Modelare ecologică și integrarea datelor

#### a. Analiza mișcărilor cu DeepLabCut

- Detecția mișcărilor fine, posturii și ritmului de deplasare al insectelor sociale
- Corelarea cu factori de stres (temperatură, prezența plantelor invazive)

#### b. Crearea unui model predictiv ecologic (GIS + machine learning)

- Integrarea datelor comportamentale, fiziologice și genetice

- Predicții asupra distribuției și interacțiunilor insectelor în condiții climatice viitoare

c. Platformă digitală interactivă

- Acces facil pentru cercetători și decidenți implicați în conservare și management ecologic

#### 4. Calendarul activităților

Activitățile propuse în proiect vor fi realizate eficient prin respectarea unui plan care să permită efectuarea cu succes a obiectivelor urmărite (Tab. 1).

TABELUL 1: Activitățile cuprinse în proiect și estimarea duratei acestora

Etapă	Activitate	Durăță (luni)
1	Colectarea și identificarea speciilor	1–4
2	Experimente comportamentale și fiziologice	5–8
3	Analize biochimice și genetice	9–12
4	Modelare ecologică și interpretarea datelor	13–16
5	Redactarea articolelor și diseminarea rezultatelor	17–20

## 5. Rezultate preliminare

Am realizat 2 campanii de teren (iunie-iulie 2025) în vedea colectării a materialului mirmecologic (probe din colonii de *Lasius niger* și *Tetramorium cf. caespitum* dintr-o zonă cu presiune antropică ridicată, la care printr-un management defectuos se accentuează eroziunea habitatelor și la care se adaugă și secetă prelungită (vezi Fig. 1).



FIG. 1. HARTA LOCALIZĂRII PUNCTELOR DE PRELEVARE PROBE MIRMEOLOGICE (C1 – ZONA CEA MAI POLUATA – C9 – ZONA CEA MAI PUTIN POLUATA)

Cele două specii au fost selectate pe baza unor studii anterioare în care se confirma prezența acestora, dar și prin faptul că sunt specii extrem de tolerante la presiune antropică. Habitatetele preferate de aceste specii, pot fi caracterizate ca fiind deschise cu o vegetație ierboasă bine reprezentată.

### Prelevarea solului pentru analiza conținutului de metale grele

Din fiecare sit s-au colectat **3 probe de sol** (15 cm adâncime, 10 cm diametru), în proximitatea zonelor analizate în fiecare din cele 9 stații.

Probele au fost uscate, omogenizate și cernute printr-o sită de 20 mm pentru a obține o fracțiune granulometrică fină, adecvată analizelor chimice

Digestia probelor va fi realizată prin microunde, utilizând vase din teflon în sistemul Mars 5 Microwave System, la 200°C în 6 minute

Analiza metalelor grele va fi efectuată utilizând un spectrometru de masă cu plasmă cuplată inductiv (ICP-MS Varian 820-MS), dotat cu autosampler SPS-3 și nebulizator microconcentric.

### **Experimentele de interacțiune**

Pentru studierea comportamentului, am ales ca subiect de testare specia *Lasius niger* (Fig. 2).



Fig. 2 COLONIE DE *LASIUS NIGER* ÎN COPȘA MICĂ

#### **Distribuția coloniilor colectate:**

- 3 colonii focale (FN1, FN2, FN3)
- câte o colonie vecină (NN1, NN2, NN3)
- câte o colonie mai îndepărtată (DN1, DN2, DN3)
- 3 colonii din zona nepoluată (XN1, XN2, XN3)



Fig. 3 COLECTAREA COLONIILOR DIN STAȚIA C1

### Analiza în laborator

#### a. Arena și configurare

- Placă Petri 55 mm + barieră de apă într-o placă de 100 mm
- Filmare cu **Canon EOS M6 Mark II** + obiectiv macro **Canon EF 100 mm**
- Testare preliminară cu obiectivul **Raynox DCR-250**

#### b. Desfășurare

- Interacțiuni filmate 1 min, câte 5 replici/pereche
- Grupuri: FNx + FNx, FNx + NNx, FNx + DNx, FNx + XNx
- Selectarea furnicilor: prin contact cu un băț de lemn (alegere aleatorie)

Datele obținute sunt în curs de analiză.

## Alte rezultate

Pentru componenta de specii invazive, am identificat în județul Sibiu și Mureș, mai multe locații invadate cu specia alohtona *Solidago canadensis*, respectiv în municipiul Sibiu, Pelișor, Biertan, și Daneș (Mureș).

De asemenea, avem un manuscris în lucru cu titlul:

- Brînză, I., Popovici, L., Țicu, S., Tăușan I - *Climate Change and Invasive Flora as Drivers of Oxidative Stress in Social Insects: Insights from Physiology to Epigenetics*

## Bibliografie selectiva:

### 5. Bibliografie

Balch, T., Khan, Z., & Veloso, M. (2001). Automatically Tracking and Analyzing the Behavior of LiveInsect Colonies.

BioTracking. (n.d.). Retrieved February 28, 2025, from <https://www.cs.cmu.edu/~multirobotlab/biotracking/>

Burc, E., Girard-Tercieux, C., Metz, M., Cazaux, E., Baur, J., Koppik, M., Rêgo, A., Hart, A. F., & Berger,

D. (2025). Life-history adaptation under climate warming magnifies the agricultural footprint of acosmopolitan insect pest. *Nature Communications* 2025 16:1, 16(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-56177-2>

Chang, Y. W., Zhang, X. X., Chen, J. Y., Lu, M. X., Gong, W. R., & Du, Y. Z. (2019). Characterization of three heat shock protein 70 genes from *Liriomyza trifolii* and expression during thermal stress and insect development. *Bulletin of Entomological Research*, 109(2), 150–159. <https://doi.org/10.1017/S0007485318000354>

Dong, W., Zou, Y., Zhao, C., Huang, T., Jiang, W., Li, F., & Wu, S. (2025). Glutathione-s-transferase regulates oxidative stress in *Megalurothrips usitatus* in response to environmental stress. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 208, 106299. <https://doi.org/10.1016/J.PESTBP.2025.106299>

Dukes, J. S., Jennifer Pontius, David Orwig, Jeffrey, R. G., Vikki, L. R., Nicholas Brazee, Barry Cooke, Kathleen, A. T., Erik, E. S., Robin Harrington, Joan Ehrenfeld, Jessica Gurevitch, Manuel Lerdau, Kristina Stinson, Robert Wick, & Matthew Ayres. (2009). Responses of insect pests, pathogens, and invasive plant species to climate change in the forests of northeastern North America: What can

we predict? *Canadian Journal of Forest Research*, 39(2), 231–248. <https://doi.org/10.1139/X08-171/ASSET/IMAGES/X08-171T4H.GIF>

Durak, R., Dampc, J., Kula-Maximenko, M., Moloń, M., & Durak, T. (2021). Changes in antioxidative, oxidoreductive and detoxification enzymes during development of aphids and temperature increase. *Antioxidants*, 10(8), 1181. <https://doi.org/10.3390/ANTIOX10081181/S1>

Gal, A., Saragosti, J., & Kronauer, D. J. C. (2020). Antrax, a software package for high-throughput video tracking of color-tagged insects. *ELife*, 9, 1–32. <https://doi.org/10.7554/ELIFE.58145>

Gekière, A. (2025). Terrestrial insect defences in the face of metal toxicity. *Chemosphere*, 372, 144091. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2025.144091>

Goto, A., Ji, S., Chtarbanova, S., & Kuraishi, T. (2023a). Editorial: Inflammatory and inflammatory-like responses in insects. *Frontiers in Immunology*, 14, 1184429. <https://doi.org/10.3389/FIMMU.2023.1184429>

Goto, A., Ji, S., Chtarbanova, S., & Kuraishi, T. (2023b). Editorial: Inflammatory and inflammatory-like responses in insects. *Frontiers in Immunology*, 14, 1184429. <https://doi.org/10.3389/FIMMU.2023.1184429>

Guate. (2024). Behavioral Ecology of Social Insects: Insights from Ant Colony Dynamics. *Journal of Applied Optics*, 137–142. <https://appliedopticsjournal.net/index.php/JAO/article/view/94>

Gupta, A., & Nair, S. (2025). Epigenetic processes in insect adaptation to environmental stress. *Current Opinion in Insect Science*, 67, 101294. <https://doi.org/10.1016/J.COIS.2024.101294>

Halsch, C. A., Shapiro, A. M., Fordyce, J. A., Nice, C. C., Thorne, J. H., Waetjen, D. P., & Forister, M. L. (2021). Insects and recent climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(2), e2002543117. [https://doi.org/10.1073/PNAS.2002543117/SUPPL\\_FILE/PNAS.2002543117.SAPP.PDF](https://doi.org/10.1073/PNAS.2002543117/SUPPL_FILE/PNAS.2002543117.SAPP.PDF)

Hilker, M., & Meiners, T. (2011). Plants and insect eggs: How do they affect each other? *Phytochemistry*, 72(13), 1612–1623. <https://doi.org/10.1016/J.PHYTOCHEM.2011.02.018>

John, A., Riat, A. K., Ahmad Bhat, K., Ganie, S. A., endarto, O., Nugroho, C., Handoko, H., & Wani, A. K. (2024a). Adapting to climate extremes: Implications for insect populations and sustainable solutions. *Journal for Nature Conservation*, 79, 126602. <https://doi.org/10.1016/J.JNC.2024.126602>

John, A., Riat, A. K., Ahmad Bhat, K., Ganie, S. A., endarto, O., Nugroho, C., Handoko, H., & Wani, A. K. (2024b). Adapting to climate extremes: Implications for insect populations and sustainable solutions. *Journal for Nature Conservation*, 79, 126602. <https://doi.org/10.1016/J.JNC.2024.126602>

Kohlmeier, P., & Billeter, J. C. (2023). Genetic mechanisms modulating behaviour through plastic chemosensory responses in insects. *Molecular Ecology*, 32(1), 45–60. <https://doi.org/10.1111/MEC.16739>

- Manoukis, N. C., & Collier, T. C. (2019). Computer Vision to Enhance Behavioral Research on Insects. *Annals of the Entomological Society of America*, 112(3), 227–235. <https://doi.org/10.1093/AESA/SAY062>
- Mendiola, S. Y., Chen, J. Z., Lukubye, B., Civitello, D. J., Vega, N. M., & Gerardo, N. M. (2024). Differential gene expression in the insect vector *Anasa tristis* in response to symbiont colonization but not infection with a vectored phytopathogen. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 12, 1390625. <https://doi.org/10.3389/FEVO.2024.1390625/BIBTEX>
- Menzel, F., & Feldmeyer, B. (2021a). How does climate change affect social insects? *Current Opinion in Insect Science*, 46, 10–15. <https://doi.org/10.1016/J.COIS.2021.01.005>
- Menzel, F., & Feldmeyer, B. (2021b). How does climate change affect social insects? *Current Opinion in Insect Science*, 46, 10–15. <https://doi.org/10.1016/J.COIS.2021.01.005>
- Mukherjee, K., & Dobrindt, U. (2022). The emerging role of epigenetic mechanisms in insect defense against pathogens. *Current Opinion in Insect Science*, 49, 8–14. <https://doi.org/10.1016/J.COIS.2021.10.004>
- Nojima, Y. (2021). Characterization of heat shock protein 60 as an interacting partner of superoxide dismutase 2 in the silkworm, *bombyx mori*, and its response to the molting hormone, 20-hydroxyecdysone. *Antioxidants*, 10(9), 1385. <https://doi.org/10.3390/ANTIOX10091385/S1>
- Perez, R., & Aron, S. (2020a). Adaptations to thermal stress in social insects: recent advances and future directions. *Biological Reviews*, 95(6), 1535–1553. <https://doi.org/10.1111/BRV.12628>
- Perez, R., & Aron, S. (2020b). Adaptations to thermal stress in social insects: recent advances and future directions. *Biological Reviews*, 95(6), 1535–1553. <https://doi.org/10.1111/BRV.12628>
- Perl, C. D., & Baird, E. (2023). Editorial: Insects as a model in behavioral ecology. *Frontiers in Insect Science*, 3, 1298274. <https://doi.org/10.3389/FINSC.2023.1298274/BIBTEX>
- Rodrigues, Y. K., & Beldade, P. (2020). Thermal Plasticity in Insects' Response to Climate Change and to Multifactorial Environments. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 568593. <https://doi.org/10.3389/FEVO.2020.00271/PDF>
- Salerno, G., Rebora, M., & Gorb, S. (2023). Mechanoecology and Chemoecology: Physical and Chemical Interactions between Insects and Plants. *Insects 2023*, Vol. 14, Page 657, 14(7), 657. <https://doi.org/10.3390/INSECTS14070657>
- Sclocco, A., Ong, S. J. Y., Aung, S. Y. P., & Teseo, S. (2020). Integrating real-time data analysis into automatic tracking of social insect behavior. *BioRxiv*, 2020.11.03.366195. <https://doi.org/10.1101/2020.11.03.366195>
- Serdo, D. F. (2024). Insects' perception and behavioral responses to plant semiochemicals. *PeerJ*, 12(7), e17735. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.17735>

Si, F. L., Qiao, L., He, Q. Y., Zhou, Y., Yan, Z. T., & Chen, B. (2019). HSP superfamily of genes in the malaria vector *Anopheles sinensis*: Diversity, phylogenetics and association with pyrethroid resistance. *Malaria Journal*, 18(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/S12936-019-2770-6>/FIGURES/6

Tronson, E., & Enders, L. (2025). Root microbes can improve plant tolerance to insect damage: A systematic review and meta-analysis. *Ecology*, 106(1), e4502. <https://doi.org/10.1002/ECY.4502>

ToxTrac software: Rodriguez A, Zhang H, Klaminder J, Brodin T, Andersson P.L, Andersson M., ToxTrac: a fast and robust software for tracking organisms. *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.02577>