

CZU: 616.936

DOI: 10.46727/c.17-18-05-2024.p39-49

SYNTHESE OF VECTORS AND VECTOR BORNE-DISEASES IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

MIRON Liviu-Dan, University Professor, Doctor Habilitatus,
Vice-rector of Iasi University of Life Sciences, Romania,
ORCID: 0000-0002-4824-3461
livmiron@yahoo.com

JITĂREANU Gerard, University Professor
Rector of Iasi University of Life Sciences, Romania
ORCID: 0000-0002-3866-0886

Rezumat: În această lucrare ne-am propus prezentarea sintetică a unor publicații elaborate de cercetătorii proiectului DTECLIMATE – Digital Twin EArth Intelligence for Climate Changes, realizat prin PNRR, din proiectul specific intitulat: „Evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra bolilor transmise de vectori în contextul One-Health” (Assessing climate change on the vector borne diseases in the One –Health context. Sunt prezentate câteva publicații care arată modalitățile prin care schimbările climatice influențează apariția sau re-apariția unor boli transmise de vectori hematofagi în România.

Abstract: In this work we have proposed the presentation a synthetic view of some publications developed by researchers of the DTECLIMATE – Digital Twin Earth Intelligence for Climate Changes project, carried out by PNRR, from the specific project entitled: "Evaluation of the impact of climate change on vector-borne diseases in the context of One-Health" (Assessing climate change on the vector transmitted diseases in the One –Health context). There are presented the ways by which climate change influences the appearance or re-appearance of diseases transmitted by haematophagous vectors in Romania are presented.

Introducere

Pe plan mondial, au fost dezvoltate diferite abordări pentru a estima impactul schimbărilor climatice asupra evoluției unor artropode hematofage care transmit diferite boli la om și animale, ținând cont de modificări ale temperaturii aerului, apei sau solului. Umiditatea ca factor meteorologic este de asemeni importantă la nivel de microclimat, deoarece determină perioada propice de dezvoltare a ouălor unor specii de țânțari din genul *Aedes*, iar viteza și direcția vântului, asigură transportul țânțarilor pe distanțe lungi, favorizând astfel riscul de diseminare a unor boli vectoriale. În

lucrarea de față sunt prezentate și unele metode de estimare a impactului încălzirii globale asupra vectorilor, prin utilizarea unor modele matematice.

Puține studii până în prezent au evaluat influențele induse de climă, modificarea distribuției spațiale și a abundenței populației de *Aedes albopictus* folosind cele mai recente scenarii climatice. Noi am actualizat distribuția actuală a țânțarilor *Aedes albopictus* și am estimat schimbările în distribuția lor în condițiile climatice viitoare, precum și riscul de apariție a virusului febrei Dengue în România. Ca metode de lucru, am abordat două scenarii: un scenariu cu risc ridicat (HS) când nu vor fi luate măsuri drastice de reducere a efectelor încălzirii globale sau nu sunt eficiente și un scenariu cu risc scăzut (LS) când vor fi implementate măsuri foarte stricte de control. Rezultatele estimează o creștere a temperaturilor în România de până la 2,6 °C în HS și până la 0,4 °C în LS, cu o creștere a perioadei de replicare a virusului în cadrul vectorului din iunie până în octombrie în HS și din mai până în septembrie în LS. Mai mult, în 2022, *Aedes albopictus* a fost raportat într-un nou județ (Brăila), unde nu a fost identificat la ultima monitorizare din 2020. Concluzii: Rezultă o răspândire rapidă a acestei specii invazive și necesitatea implementării unor programe de monitorizare și control pentru populația de țânțari ai genului *Aedes* din România. S-a stabilit indexul potențial de infestare cu virusul Dengue (PII), modelul complex de proiecții (CMIP5), precum și indexul perioadelor de creștere potențiale a țânțarilor *Aedes albopictus* (MPI). Detalii în lucrarea publicată în Tropical Medicine (2023): <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8010065>.



Article

The Risk of Emerging of Dengue Fever in Romania, in the Context of Global Warming

Larisa Maria Ivanescu ¹, Ilie Bodale ^{2,*}, Smaranda Grigore-Hristodorescu ³, Gabriela Martinescu ¹, Bianca Andronic ¹, Simona Matiut ⁴, Doina Azoicai ³ and Liviu Miron ¹

Virusul West Nile (WNV) este un patogen zoonotic re-emergent care reprezintă o amenințare atât pentru oameni, cât și pentru sănătatea animalelor. Este dificil de estimat impactul WNV în viitor, deși mulți dintre factorii climatici care influențează răspândirea lui au fost identificați. În acest studiu au fost folosiți indici bioclimatici pentru a estima acele perioade care favorizează creșterea țânțarilor vectori, populațiile și perioadele de incubație pentru virus. În acest scop, au fost studiate schimbările

climatice din regiunile României unde au fost cazuri raportate de infecție cu virus West Nile (WNV). Au fost efectuate simulări pentru 2100 pe baza scenariilor pe termen lung. Este necesară identificarea condițiilor bioclimatice care pot provoca focare de WNV în România, pentru a anticipa și prin urmare pentru a preveni viitoare epidemii. Cu toate acestea, nu au fost înregistrate evenimente meteorologice extraordinare de-a lungul anilor cu focare de WNV care ar putea explica un număr atât de mare de cazuri. Astfel, în scenariul de risc ridicat (care va apărea dacă nu se acționează pentru limitarea emisiilor de gaze sau programele nu sunt implementate eficient), perioada de eclozare a insectelor se prelungește până în noiembrie, cu riscul ca țânțarii adulți să fie activi pe tot parcursul anului, asigurând o supraviețuire ridicată a virusului în corpul țânțarilor.

În plus, perioada de transmitere a virusului este prelungită din aprilie până în octombrie, ceea ce subliniază necesitatea stabilirii de programe de monitorizare și control atât pentru populațiile de țânțari cât și pentru controlul printr-un plan integrat de supraveghere a răspândirii virusului în populația umană sau la animalele receptivă (ecvide, păsări rezidente sau migratoare). Au fost prezentate date raportate privind incidența WNV în ultimii 15 ani în România, arătându-se o creștere semnificativă (285 cazuri) în anul 1996 și 277 cazuri în 2018, față de o medie de sub 50 de cazuri anual în ceilalți ani din această perioadă (conform datelor Centrului Național de Supraveghere și Control al Bolilor Comunicabile – Institutul de Sănătate Publică).

În ceea ce privește influența temperaturii la cele două focare majore a febrei West Nile înregistrată în 1996 și 2018, riscul de transmitere a WNV a fost mai mare în 2018. În Câmpia Moldovei, au fost 85 de zile favorabile pentru replicarea WNV în interiorul vectorului și 143 de zile favorabil pentru ecloziune, comparativ cu 43 zile pentru PII și 158 de zile pentru MPI. Acest lucru ne face să deducem că un număr mai mare al populațiilor de țânțari pe an, poate fi un factor important în apariția focarelor de WNV, iar accentul ar trebui deci să fie pus pe controlul populațiilor de țânțari. Similar, au fost analizate condițiile pentru, Câmpia Munteniei, Câmpia Olteniei, regiunea Deltei Dunării și regiunea Transilvaniei, unde au fost înregistrate 172, 171, 175 și respectiv 143 de zile, favorabile eclozării ouălor de țânțari în 1996, comparativ cu 151, 157, 158 și respectiv 138 de zile, în anul 2018, cu o diferență de aproximativ 3 săptămâni. Când comparăm anii cu un număr mare de cazuri de febră West Nile, este obligatoriu să se calculeze constant nu numai perioadele cu risc de transmitere a virusului, dar și cei cu condiții propice eclozării ouălor de țânțar, ceea ce sugerează creșterea numărului de populații; ambii factori sunt extrem de important în prevenirea epidemiilor de WNV. Modelul propus prin publicația noastră poate fi îmbunătățit prin introducerea mai multor calcule și parametri, cum ar fi populația de țânțari, păsări și cai, și în mod limpede, trebuie făcută distincție între zonele urbane, zonele rurale și agricole. Studiul

atrage atenția asupra necesității introducerii programelor personalizate pentru monitorizarea și control vectorilor, precum și a agenților patogeni transmiși de aceștia, cu scopul de a putea prezice riscul apariției de focare și inițierea măsurilor de intervenție în timp util. Detalii: în lucrarea publicată în Journal of Applied Life Sciences and Environment: <https://jurnalalse.com/wp-content/uploads/ALSE3-2023-07.pdf>



Journal of Applied Life Sciences and Environment
<https://jurnalalse.com>



USV 1842

Article

<https://doi.org/10.46909/alse-563107>
Vol. 56, Issue 3 (195) / 2023: 387-412

ESTABLISHING THE DISTRIBUTION OF *WEST NILE VIRUS* OUTBREAKS IN ROMANIA BY USING CLIMATIC SCENARIOS

Liviu Dan MIRON¹, Larisa Maria IVĂNESCU¹, Raluca MÎNDRU¹,
Simona MĂTIUȚ², Gabriela-Victoria MARTINESCU^{1*} and Ilie BODALE³

O altă abordare a noastră este cea legată de o boală parazitară răspândită, dar încă sub diagnosticată, care afectează atât oamenii cât și animalele, denumită leishmanioza și care are o urgență direct proporțională cu schimbările climatice în spațiul temperat continental. În Europa, leishmanioza este enzootică, în Italia (cu excepția zonelor alpine), Sardinia, Sicilia, Spania, Portugalia, treimea de sud a Franței, Corsica și Grecia. La nivel mondial, majoritatea ciclurilor de transmitere sunt zoonotice, implicând gazde rezervor, cum ar fi rozătoarele, marsupialele, maimuțele, câinii domestici și canide sălbatice. Cu toate acestea, leishmanioza poate fi antroponotică, cu flebotomi care transmit paraziții între gazde umane fără implicarea unei gazde rezervor. Există cel puțin 20 de specii patogene de *Leishmania*, majoritatea fiind zoonotice.

Diagnosticul de leishmanioză rămâne o provocare majoră, cu un rol important jucat atât de speciile de paraziți implicate, cât și de fondul genetic, dar mai ales de imuno-competența gazdei. Această lucrare aduce la în prim plan sensibilitatea echilibrului în leishmanioza canină și umană și abordează importanța răspunsului imun al gazdei în stabilirea unui diagnostic corect, mai ales în anumite cazuri de leishmanioză asimptomatică, sau în situația când gazda este imuno-deprimată sau apare leishmanioză dobândită prin transmitere verticală.

Metodele considerate de referință în diagnosticul de leishmanioză nu mai prezintă certitudine, diagnosticul fiind influențat cel mai mult prin răspunsul imun al gazdei, care diferă în funcție de prezența altor boli asociate sau chiar după rasă în cazul

populațiilor canine. Prin urmare, diagnosticul și supravegherea cazurilor de leishmanioză rămâne un subiect deschis, necesitând noi metode de diagnostic.

Pentru detectarea anticorpilor anti-leishmania, testele serologice includ: testul (ELISA), testul de aglutinare directă (DAT), testul imuno-cromatografic cu flux lateral (ICT) care utilizează antigenul recombinant rK39 și testul cu anticorpi de imuno-fluorescență (IFAT) – după relatările lui Singh și colab., 1995 Schallig și colab. -2000, teste adaptate stării imunologice a gazdei.

Un test comercial actualizat este acum disponibil pentru detectarea antigenelor, și anume testul de aglutinare cu latex (KATEX) care este utilizat pentru detectarea antigenului leishmanial în urina pacienților care prezintă leishmanioză viscerală (Attar et al., 2001). Deși sensibilitatea nu este foarte bună (60-80%), acest test pe bază de antigen poate reprezenta un real succes în diagnosticul leishmaniozei viscerale la indivizii imuno-compromiși care pot avea titruri scăzute de anticorpi (Riera et al., 2004; Hatam et al., 2009).

Tehnicile moleculare prin PCR sunt recomandate pentru probele care au o încărcătură mai mică de paraziți (Antinori et al., 2007). Moreira și colab. (2007) (Moreira et al., 2007) au efectuat un studiu comparativ al diferitelor metode de diagnostic, observând o sensibilitate de 100%, 96% și 95,65% pentru pacienții simptomatici, oligo-simptomatici și respectiv asimptomatici cu o specificitate de 100%.

PCR în timp real (PCR cantitativ). Această metodă ajută la monitorizarea încărcăturii paraziților în diferite țesuturi pe parcursul bolii și după tratament (Manna et al., 2008). Prezintă dezavantajul că este costisitor și necesită personal calificat pentru interpretare. Folosind sânge periferic pentru diagnosticul leishmaniozei viscerale, au fost demonstrate o sensibilitate și o specificitate de 91,3% și respectiv 29,6% pentru PCR în timp real și 97,78% și 61,82% pentru PCR clasic. (Da Costa Lima et al., 2013). În consecință, pentru diagnosticarea bolii în zonele endemice, trebuie stabilite combinații de metode de diagnostic, adaptate regiunii în care evoluează boala. Subliniem că este necesară introducerea acestei boli în lista bolilor care cresc riscul de răspândire globală, în contextul încălzirii globale și al mișcării facile a populației umane și animale pe care aeriană dintr-o parte în alta a globului.

Detalii ale acestui subiect pot fi regăsite în lucrarea intitulată: “Răspunsul imun în leishmanioza canină și umană și modul în care acestea influențează diagnosticul – o revizuire și evaluare a cercetării” <https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2023.1326521/full>

Nu în ultimul rând, am abordat utilizarea unor modele matematice pentru a monitoriza riscul re-emergenței malariei în România. Malaria, considerată cea mai

veche boală de pe pământ, are o rată anuală ridicată a mortalității și reprezintă o amenințare globală. Fiind transmisă de țânțari, această boală își extinde aria spațială, manifestându-se treptat în zone anterior neafectate și care re-apare în zonele în care a fost eradicată în trecut.



[Front Cell Infect Microbiol.](#) 2023; 13: 1326521.

PMCID: [PMC10749942](#)

Published online 2023 Dec 8. doi: [10.3389/fcimb.2023.1326521](#)

PMID: [38149009](#)

The immune response in canine and human leishmaniasis and how this influences the diagnosis- a review and assessment of recent research

[Larisa Ivănescu](#), ¹[Bianca Lavinia Andronic](#), ²[Smaranda Grigore-Hristodorescu](#), ²[Gabriela Victoria Martinescu](#), ¹

[Raluca Mîndru](#), ¹ and [Liviu Miron](#) ¹

Malaria este o boala acută febrilă, întâlnită mai ales pe continentul african și în țările sub-sahariene determinată de infecția parazitară cu diferite specii de *Plasmodium*. Febra apare în medie la 7 zile de la mușcătura țânțarului. Boala poate fi întâlnită la toate categoriile de vârstă și sex, însă persoanele cu risc crescut de a dezvolta forme severe de malarie cu potențial letal, sunt reprezentate de copiii până la 5 ani, gravidele și bolnavii de HIV/SIDA, dar și cei care efectuează deplasări în scop turistic într-o zonă endemică.

Având ca și gazdă definitivă țânțarii, care sunt artropode poikiloterme, dezvoltarea protozoarelor din genul *Plasmodium* depinde în întregime de temperatura mediului. Astfel, predicțiile privind dezvoltarea populației de țânțari și evoluția patogenilor în cadrul vectorilor, în mod deosebit odată cu schimbările climatice, devin o necesitate, în special pentru țările europene, care în prezent sunt libere de multe dintre bolile vizate, în special de malarie, rămânând semnalate doar cazuri importate, care apar odată cu persoanele întoarse din zone malarigene (endemic).

Analiza climatologică a evidențiat că în anul 2023 în zona Deltei Dunării au fost îndeplinite condițiile cumulate de temperatură-umiditate pentru infecția cu malarie. Din 13 mai până în 30 septembrie a fost posibilă infecția cu *Plasmodium vivax*, iar din 9 iunie până în 30 septembrie a fost probabilă infecția cu *Plasmodium falciparum*. Estimăm că perioadele în care țânțarii se pot înmulți în Delta Dunării vor crește cu 2 săptămâni în următorii 50 de ani, în contextul schimbărilor climatice.

Pentru a demonstra riscul de transmitere a unei boli transmise prin vectori, trebuie să parcurgem trei pași: existența agentului patogen în natură, prezența vectorului țânțar

în natură și existența unor condiții climatice favorabile. Astfel, am urmărit cazurile de malarie raportate în România în ultimii 25 de ani, dovedind prezența agentului patogen în gazda umană. Datele au fost furnizate de Centrul Național de Supraveghere și Control al Bolilor Transmisibile (NCSCCD) din cadrul Institutului de Sănătate Publică. Pentru a demonstra prezența vectorului *Anopheles* în natură, am identificat țânțari din zona Tulcea deoarece în trecut, când malaria era endemică în România, peste 50% din cazuri erau înregistrate în această zonă. Studiul nostru privind existența vectorului în natură a fost realizat pe o perioadă de 6 luni, aprilie-septembrie 2023, în regiunile Tulcea și Brăila, unde în trecut, când malaria era endemică în România, au fost înregistrate majoritatea cazurilor de infestare cu *Plasmodium spp.* Datele climatologice au fost colectate la stația meteo Tulcea (Latitudine: 45,183056, Longitudine: 28,816667, Altitudine: 4 metri) care măsoară elementele meteorologice din Delta Dunării. Stația Tulcea este identificată cu STAID 967 în European Climate Assessment & Dataset (ECA&D). Precipitațiile, precum și temperaturile minime, maxime și medii ale aerului la 2 metri deasupra solului au fost înregistrate zilnic de la 1 ianuarie 2023 până la 30 septembrie 2023.

Între 1995 și 2020, în România au fost raportate 667 de cazuri de malarie, toate importate, dar se observă că aceste cazuri au fost raportate în fiecare an, cu o scădere în perioada pandemiei. Având în vedere că în România nu există un program de monitorizare și control al malariei, dacă sunt îndeplinite condițiile (existența vectorului țânțar în natură, existența unor condiții favorabile de mediu, precum și prezența cazurilor de malaria la om), atunci este posibil riscul de re-apariție a malariei în România.

În zona Insulei Mari a Brăilei au fost identificate 9 specii: *Aedes albopictus*, *Culex pipiens*, *Aedes caspius*, *Culex modestus*, *Aedes vexans*, *Anopheles maculipennis*, *Anopheles hyrcanus*, *Coquillettidia richiardii*, *Culiseta anulata*. Complexul *Anopheles maculipennis* a fost identificat pe baza caracterelor morfologice (furnizate de Becker N). Zece specii criptice aparțin acestui complex, cu *Anopheles messeae* fiind cea mai răspândită. Șapte dintre aceste specii criptice sunt distribuite în toată Europa, inclusiv în România: *An. atroparvus*, *An. daciae*, *An. labranchiae*, *An. maculipennis s.s.*, *An. melanoon*, *An. messeae* și *An. sacharovi*. Identificarea acestor specii în stadiul adult s-a făcut numai prin tehnici de biologie moleculară – PCR.

Prezența speciilor complexului *Anopheles maculipennis* îndeplinește una dintre cele trei condiții pentru răspândirea unei boli transmise de vectori, și anume prezența vectorilor în natură, care împreună cu prezența agentului patogen *Plasmodium* în natură și existența unui mediu favorabil, cresc riscul de reapariție a malariei.

Au fost amplasate capcane și în zona Tulcea: comuna Murighiol, satul Victoria și satul Minerii, în aceeași perioadă ca și în Insula Mare a Brăilei, cu respectarea tipurilor de capcane și a perioadei de timp dedicată colectării. În zona Tulcea au fost identificate opt specii de țânțari: *Culex pipiens*, *Aedes caspius*, *Culex modestus*, *Aedes vexans*, *An. maculipennis*, *Anopheles hyrcanus*, *Coquillettidia richiardii* și *Culiseta anulata*. Pentru a studia influența factorilor climatologici atât asupra populației de țânțari, cât și asupra incubăției cu *Plasmodium*, am folosit indicii bioclimatici, care evaluează condițiile potențiale pentru infecțiile cu malarie.

În entomologie, unul dintre cei mai des utilizați indici termici este *Growing Degree Days* (GDD), care calculează unitățile de căldură cumulate, necesare țânțarilor pentru a trece de la ouă la adulți. GDD este util pentru estimarea momentelor în care țânțarul *Anopheles* trece de la o etapă de dezvoltare la alta. Acest indice calculează temperatura de la cel mai scăzut prag (T_b) până la plafonul (T_c) la care au loc activitățile biologice ale țânțarilor, pentru fiecare zi.

Pentru a evalua toate intervalele termice în care se pot dezvolta femelele de țânțar, s-a folosit indicele potențial al perioadei de dezvoltare a țânțarilor (PMI). Acest indice stabilește ferestrele în care sunt îndeplinite condițiile termice. Este evident că dezvoltarea populației de țânțari depinde de mulți alți factori. Prin urmare, acest indice bioclimatic nu arată că există țânțari, ci indică faptul că din punct de vedere al factorilor abiotici termici s-ar putea dezvolta țânțari. Indicele perioadei de dezvoltare potențială a țânțarilor (PMI) se calculează, pe baza funcției gaussiene $f(T)$, numărul de ferestre în care condițiile termice permit țânțarilor să se dezvolte. Funcția $f(T)$ descrie rata de dezvoltare a țânțarilor. Țânțarul *Anopheles* se dezvoltă de la 12°C la 35°C, cu un interval optim de la 25–27°C. Mai mult, pentru a identifica transmiterea infecției cu malarie, este necesar să se cunoască perioade favorabile dezvoltării virusului, care pot fi determinate pe baza indicelui potențial de dezvoltare a virusului (PVI). PVI numără ferestrele termice adecvate pentru dezvoltarea *Plasmodium falciparum* și, respectiv a *Plasmodium vivax*.

Concluzii

Delta Dunării asigură condiții de umiditate care favorizează un mediu propice dezvoltării țânțarilor pe tot parcursul anului. Numeroasele zone cu apă stătătoare împreună cu precipitațiile abundente din aprilie până în septembrie constituie un incubator natural pentru ouăle de țânțari. Cei doi indici potențiali sunt importanți pentru a înțelege dacă există o corelație între infecție și condițiile de mediu.

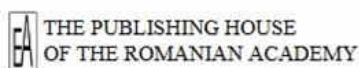
Analiza climatologică a evidențiat că în anul 2023 în zona Deltei Dunării au fost îndeplinite condițiile cumulate de temperatură-umiditate pentru o posibilă infecție cu malarie. Din 13 mai până în 30 septembrie a fost posibilă infecția cu *Plasmodium vivax*,

iar din 9 iunie până în 30 septembrie a fost probabilă infecția cu *Plasmodium falciparum*. Estimăm că perioadele în care țânțarii se pot înmulți în Delta Dunării vor crește cu 2 săptămâni în următorii 50 de ani, în contextul schimbărilor climatice.

Acest studiu arată necesitatea introducerii în România a unor programe de monitorizare și control a vectorilor țânțari, din cauza riscului de transmitere a bolii, în contextul unor factori climatici favorabili. Astfel, în România, cazurile de malarie sunt diagnosticate în fiecare an și, deși toate sunt importate, arată că protozoare din genul *Plasmodium* sunt prezente în natură la gazda umană. Au fost identificați și vectori țânțari aparținând complexului *Anopheles maculipennis*, responsabili de transmiterea malariei în Europa.

Studiul are dezavantajul de a lipsi testarea prin biologie moleculară a speciilor de țânțari incluse în acest complex, deși întregul complex este implicat într-o oarecare măsură în transmiterea malariei.

Detalii în lucrarea: “Utilizarea modelelor matematice în monitorizarea riscului de reapariție a malariei în România”, publicată în Buletinul Academiei Române: <https://acad.ro/sectii2002/proceedingsChemistry/doc2023-3/Art3ProfJitareanu.pdf>



**THE USE OF MATHEMATICAL MODELS IN MONITORING THE RISK
OF RE-EMERGING MALARIA IN ROMANIA**

Gerard JIȚĂREANU, Larisa IVANESCU, Irina CARA and Liviu MIRON

Iasi University of Life Sciences (IULS), 3 Mihail Sadoveanu Alley, 700489, Iasi, Romania; gerardj@uaiasi.ro
Corresponding author: Livianescu@uaiasi.ro

Bibliografie

1. WHO. Dengue and Severe Dengue. 2022. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-andsevere-dengue> .
2. CDC. About Dengue: What You Need to Know. 2021. Available online: <https://www.cdc.gov/dengue/about/index.html>
3. YANG, X.; QUAM, M.B.; ZHANG, T.; SANG, S. Global burden for dengue and the evolving pattern in the past 30 years. Travel Med. 2021, 28, taab146.
4. YIP, S.; HIM, N.C.; JAMIL, N.I.; HE, D.; SAHU, S.K. Spatio-temporal detection for dengue outbreaks in the Central Region of Malaysia using climatic drivers at mesoscale and synoptic scale. Clim. Risk Manag. 2022, 36, 100429.

5. Global and European Temperatures. 2022. Available online: <https://www.eea.europa.eu/ims/global--and-europeantemperatures>
6. DINIZ, D.F.A.; ROMÃOA, T.P.; HELVÉCIOA, E.; CARVALHO-LEANDRO, D.; XAVIER, M.N.; PEIXOTOA, C.A.; MELO NETOA, O.P.; MELO-SANTOS, M.A.V.; AYRES, C.F.J. A comparative analysis of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* subjected to diapause-inducing conditions reveals conserved and divergent aspects associated with diapause, as well as novel genes associated with its onset. *Curr. Res. Insect Sci.* 2022, 2,
7. IVANESCU, L. M.; BODALE, I.; GRIGORE-HRISTODORESCU, S.; MARTINESCU, G.; ANDRONIC, B.; MATIUT, S.; AZOICAI, D.; MIRON, L. *The Risk of Emerging of Dengue Fever in Romania, in the Context of Global Warming.* *TropicalMed*, 2023, 8(1), 65. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8010065>
8. SOH, S.; AIK, J. The Abundance of *Culex* Mosquito Vectors for *West Nile* Virus and Other Flaviviruses: A Time-Series Analysis of Rainfall and Temperature Dependence in Singapore. *Science of The Total Environment*. 2021, 754, 142420. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142420>.
9. WATTS, M. J.; SARTO I MONTEYS, V.; MORTYN, P. G.; KOTSILA, P. The Rise of *West Nile* Virus in Southern and Southeastern Europe: A Spatial–Temporal Analysis Investigating the Combined Effects of Climate, Land Use and Economic Changes. *One Health*. 2021, 13, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100315>.
10. MORDECAI, E. A.; CALDWELL, J. M.; GROSSMAN, M. K.; LIPPI, C. A.; JOHNSON, L. R.; NEIRA, M.; ROHR, J. R.; RYAN, S. J.; SAVAGE, V.; SHOCKET, M. S.; SIPPY, R.; STEWART IBARRA, A. M.; THOMAS, M. B.; VILLENA, O. *Thermal Biology of Mosquito-borne Disease.* *Ecology Letters*, 2019, 22(10), 1690–1708. <https://doi.org/10.1111/ele.13335>.
11. COLÓN-GONZÁLEZ, F. J.; SEWE, M. O.; TOMPKINS, A. M.; SJÖDIN, H.; CASALLAS, A.; ROCKLÖV, J.; CAMINADE, C.; LOWE, R. *Projecting the Risk of Mosquito-Borne Diseases in a Warmer and More Populated World: A Multi-Model, Multi-Scenario Intercomparison Modelling Study.* *The Lancet Planetary Health*, 2021, 5(7), e404–e414.
12. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00132-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00132-7)
13. LEEDALE, J.; TOMPKINS, A. M.; CAMINADE, C.; JONES, A. E.; NIKULIN, G.; MORSE, A. P., *Projecting Malaria Hazard from Climate Change in Eastern Africa Using Large Ensembles to Estimate Uncertainty.* *Geospat Health*, 2016, 11(1s). <https://doi.org/10.4081/gh.2016.393>.

14. WANG, L.; TENG, Z.; ZHANG, T. *Threshold Dynamics of a Malaria Transmission Model in Periodic Environment. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2013, 18(5), 1288-1303. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2012.09.007>
15. FISCHER, L.; GÜLTEKIN, N.; KAELIN, M. B.; FEHR, J.; SCHLAGENHAUF, P. *Rising Temperature and Its Impact on Receptivity to Malaria Transmission in Europe: A Systematic Review. Travel Medicine and Infectious Disease*, 2020, 36, 101815. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101815>.
16. TRAORÉ, B.; KOUTOU, O.; SANGARÉ, B. *A Global Mathematical Model of Malaria Transmission Dynamics with Structured Mosquito Population and Temperature Variations. Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 2020, 53, 103081. <https://doi.org/10.1016/j.nonrwa.2019.103081>.