

TEZĂ DE ABILITARE

**Interacțiuni ecologice și epidemiologice: caracterizarea
dinamicii și influențarea rezultatelor**

Valeriu Paul Georgescu

REZUMAT

Domeniul fundamental: **Matematică**

Domeniul de abilitare: **Matematică**

Teză elaborată în vederea obținerii atestatului de abilitare în scopul
conducerii lucrărilor de doctorat în domeniul **Matematică**

BUCUREȘTI, 2020

Rezumat

Scopul acestei Teze de Abilitare, care aderă la ideea că rezultatele celor mai multe interacțiuni biologice pot fi anticipate cu succes folosind metode de tip analitic, este de a prezenta o serie de contribuții științifice publicate după susținerea celei de-a doua teze de doctorat, în 2008, la CEU, Budapesta. Partea principală a acestei Teze conține trei capitole, fiecare corespunzând unei teme biologice urmărite, intenția fiind nu doar de a prezenta rezultate analitice, ci și de a le sublinia relevanța biologică și, atunci când este posibil, implicațiile practice. Adicional, un al patrulea capitol este dedicat prezentării unor proiecte curente de cercetare și a unor direcții ulterioare de studiu, precum și a altor modalități de dezvoltare profesională intenționate a fi urmărite.

Capitolul 1 este dedicat analizei unor modele ce descriu strategii de managementul integrat al dăunătorilor (IPM). Secțiunile de la 1.2 la 1.4 discută dinamica unor modele cu perturbații de tip impulsiv ce au loc la momente prescrise, cu intenția de a dirija comportamentul sistemului biologic de interes către un rezultat dezirabil din punct de vedere practic. În acest sens, în Secțiunea 1.2 este demonstrată apariția unei bifurcații de tip supercritic atunci când numărul de dăunători purtători de infecție eliberați de fiecare dată atinge un anumit prag critic, în timp ce condiții suficiente pentru stabilitatea locală sau globală a așa-numitei soluții periodice fără dăunători sănătoși, respectiv pentru permanența sistemului, situații ce corespund diverselor grade de succes ale strategiei IPM, sunt determinate în Secțiunile 1.3 și 1.4. Influența răspunsului funcțional al prădătorului asupra posibilității de a obține condiții de stabilitate de tip prag este de asemenea analizată.

Secțiunea 1.5 prezintă alte rezultate de stabilitate și respectiv bifurcație pentru un model cu întârziere descriind controlul țânțarilor din specia *Aedes aegypti*, exprimate în termenii unor parametri relevanți biologic. O problemă discretă de control asociată unei discretizări a modelului inițial cu ajutorul unei scheme nonstandard cu diferențe finite este de asemenea investigată. În Secțiunea 1.6 sunt determinate condiții suficiente pentru existența și stabilitatea orbitală a unei soluții periodice pozitive de ordinul 1, cu ajutorul unei abordări de natură geometrică.

Capitolul 2 este dedicat analizei unor interacțiuni de tip mutualism și respectiv comensalism. Condiții suficiente pentru stabilitatea globală a echilibrului de coexistență asociat unui model abstract de mutualism sunt obținute în Secțiunea 2.2 utilizând funcționale Lyapunov non-standard, sub diverse ipoteze constând în combinații dintre condiții de monotonie și condiții de semn, impuse asupra coeficienților funcționali ai sistemului. Este arătat în Secțiunile 2.2 și 2.3 că aceste funcționale pot fi folosite pentru analiza câtorva modele consacrate și a generalizărilor acestora.

O procedură de adaptare a acestor funcționale pentru studiul anumitor modele de

tip comensalism este indicată în Secțiunea 2.4. Este de asemenea investigat cum o interacțiune de tip comensalism poate preveni extincția unei populații în situația în care rata de creștere intrinsecă a speciei beneficiare încorporează un efect Allee.

O altă abordare este urmată în Secțiunile 2.5 și 2.6. Utilizând condiții nerestricțive asupra funcțiilor de creștere și de auto-limitare, sunt stabilite condiții necesare și suficiente pentru mărginirea soluțiilor, exprimate în termenii unor rații reproductive (acestea nefiind de obicei utilizate în Ecologie) care, deși similare ca scop numărului reproductiv de bază utilizat în Epidemiologia Matematică, sunt calculate la densități mari de populație, mai degrabă decât în apropierea extincției. Adicional, Secțiunea 2.5 este dedicată analizei stabilității globale, utilizând, într-un anumit sens, un număr minim de parametri de tip prag, posibilitățile de a depăși efectele Allee prin contribuția interacțiunii de tip mutualism fiind de asemenea analizate. Secțiunea 2.6 se preocupă în plus de cazul unui număr arbitrar de specii, fiind observat că, pentru o clasă reprezentativă de modele, condiția de mărginire poate fi exprimată cu ajutorul stabilității unei matrice limită.

Capitolul 3 este dedicat analizei a două modele de propagare a bolilor. În Secțiunea 3.1, transmiterea schistosomiazei este modelată cu ajutorul unui sistem ODE multiscală 12-dimensional care include atât studiul dinamicii vector-gazdă, cât și studiul dinamicii în interiorul gazdei. O expresie explicită pentru numărul reproductiv de bază R_0 este obținută cu ajutorul metodei generației următoare, această expresie fiind interpretată ulterior atât în termeni biologici, cât și cu ajutorul numerelor subreproductive. Un rezultat de bifurcație este utilizat apoi pentru a caracteriza stabilitatea echilibrului endemic. O analiză a sensibilității indică parametrul în raport cu care R_0 are sensibilitate maximă, acest lucru fiind utilizat ulterior pentru a investiga strategia cea mai eficientă pentru controlul propagării bolii.

În Secțiunea 3.2, un model de transmitere a HIV care monitorizează două grupuri de risc crescut, femei lucrătoare sexuale (FSW) și bărbați consumatori de droguri injectabile (IDU), împreună cu un al treilea grup de tip "pod", bărbați neconsumatori de droguri (DFC), este formulat și analizat. Mai întâi, stabilitatea unui model multigrup utilizând forțe abstracte de infecție este analizat cu ajutorul abordării bazate pe teoria grafurilor introduse de Li și Shuai. Este din nou determinat că R_0 este un parametru de tip prag pentru stabilitatea echilibrelor. Rezultate de stabilitate globală pentru modelul inițial sunt obținute apoi prin intermediul unor particularizări potrivite. Numere sub-reproductive sunt determinate pentru fiecare cale de transmitere a bolii, direcții adecvate de acțiune depinzând de scopul măsurilor de intervenție fiind apoi indicate pe baza acestor parametri.