

# ASPECTE TERMODINAMICE ALE PRODUCTIVITĂȚII BIOLOGICE ȘI SECURITĂȚII ALIMENTARE

Membbru corespondent al AȘM

Ion DEDIU

Institutul de Ecologie și Geografie  
al AȘM

## THERMODYNAMIC ASPECTS OF BIOLOGICAL PRODUCTIVITY AND FOOD SECURITY

**Summary:** *The thermodynamic, bioproductivity and food safety aspects have been analysed from the point of view of energy conservation and the entropy laws. The investigation is provided within quadriature of fundamental ecological factors (energy, matter, space and information), which possess an finite character, of the general theory of systems (L. von Bertalanffy, M. Mesarovič, I. Prigogin, D. N. Meadows etc.), as well as of bioeconomic and ecological equilibrium principles. The potential bioproductivity finitudiness are postulated, which should be compelled set at the base of rechonings the human development index of each country (region, nation).*

**Keywords:** *thermodynamics, entropy, quadriature of ecological factors, biological productivity, food safety, systemic theor, finitudiness of Earth 's bioproductivity.*

**Rezumat:** *Sunt analizate aspectele termodinamice ale bioproductivității, securității / siguranței alimentare avându-se în vedere legea conservării energiei și legea entropiei. Abordarea se face în cadrul a patru factori ecologici fundamentali (energie, materie, spațiu și informație), care au un caracter finit, a teoriei generale a sistemelor (L. von Bertalanffy, M. Mesarovič, I. Prigogin, D. N. Meadows ș. a.), precum și a principiilor bioeconomice și echilibrului ecologic. Se postulează finitudinea bioproductivității biologice, determinată de finitudinea componentelor factorilor ecologici fundamentali, care trebuie puși la bază calculării indicelui dezvoltării umane a fiecărei țări (națiuni, regiuni).*

**Cuvinte-cheie:** *termodinamică, entropie, factori ecologici fundamentali, productivitate biologică, securitate/siguranță, alimentare, teorie sistemică, finitudinea bioproductivității Terrei*

Securitatea alimentară reprezintă obiectivul primordial al fiecărui stat, al întregii comunități umane. Pentru a percepe imperativul axiomatic al acestui deziderat trebuie să-l trecem prin prisma unor anu-

mite axiome, principii și legi. Să le luăm pe rând.

**I.** Fiecare organism viu (sisteme de organisme, populație, biocenoză, ecosistem etc.), într-un timp biologic specific și evolutiv prosper, are nevoie de patru factori fundamentali (imperativi):

- energie;
- materie;
- spațiu;
- informație.

Acești factori, pe de o parte, sunt **cuantificabili**, deoarece ei pot lua o anumită mărime fizică ca valori discontinue, pe de altă parte, ei sunt **finiți**, supunându-se unei foarte simple ecuații matematice:

$$N < \infty, \text{ sau } N \neq \infty,$$

unde  $N$  reprezintă valoarea respectivă (spațiul, materia, energia sau informația);  $\infty$  – simbolul infinitului.

Această cvadriadă de factori (mezologici, ambientali) poartă un caracter evident *sistemic*, deoarece între ei permanent au loc interdependențe, interterminări, interacțiuni.

În analiza, obligatoriu *holistă*, a acestui sistem de factori, se cere imperativ cunoașterea și aplicarea *teoriei generale a sistemelor* elaborată de L. von Bertalanffy (1950, 1968) și concretizată de M. Mesarovič (1964, 1961, 1975), I. Prigogin (1955, 1975), D. H. Meadows și col. (1966) etc.

**II.** În afară de abordarea sistemică (holistă) privind structura, funcționarea, evoluția și productivitatea (producția) ecosistemelor, se impune studiul termodinamic al acestora, avându-se în vedere cunoașterea și aplicarea, mai întâi de toate, a primelor două legi ale termodinamicii:

1) **Legea întâi a termodinamicii** (*legea conservării energiei*). În toate procesele macroscopice chimice sau biologice energia nu se creează și nu dispare (nu se distruge), ci numai se transformă dintr-o formă în alta, fiind exprimată astfel:

$$\Delta U = Q + W,$$

unde,  $U$  reprezintă energia internă a sistemului;  $Q$  – cantitatea de energie schimbată între sistem și mediu înconjurător;  $W$  – lucrul efectuat. Prima lege a termodinamicii studiază, prin urmare, principiul că *energia Universului rămâne constantă, nimic nu se câștigă, nimic nu se pierde, totul se transformă.*

2) **A doua lege a termodinamicii** (*legea entropiei*) specifică direcția transformării: degradarea calitativă ireversibilă a acestei transformări, o degradare irevocabilă; întotdeauna căldura de la sine trece de la corpurile mai calde la cele mai reci și niciodată invers; astfel, energia utilizată tinde constant către starea de energie inutilizabilă.

*Entropia* (care exprimă dezordinea în sistem) este un indice al tendinței constante de creștere la maximum a energiei inutilizabile până când întreaga energie devine inutilizabilă; entropia joasă în-

seamnă o structură organizată în care energia este utilizabilă, iar entropia înaltă este starea dezorganizată, haotică. Așadar, *entropia este trecerea ordinii în dezordine*; ordinea într-un sistem (de ex., ecosistem) este invers proporțională cu entropia, aceasta, apropo, fiind una din axiomele fundamentale ale ecologiei ca știință.

[Cu aplicare la ecologie, ordinea într-un ecosistem (adică structura lui complexă și biomasa înaltă și stabilă), se susține din contul respirației biocezozei în ansamblu, care (după E. P. Odum, 1971) elimină (pompează parcă) dezordinea din sistem.] *Principiul piramidelor ecologice* (după Elton, 1927 și interpretarea termodinamică a lui Lindeman, 1942) reflectă anume *Legea entropiei*.

**III.** Dintre toți factorii ecologici fundamentali (limitativi și reglatori), energia joacă un rol aparte, decisiv. În plan planetar (teluric), cantitatea de energie solară cuantică incidentă pe suprafața Terrei (poate și a altor planete!) este constantă, fiind vorba de așa-zisa **constantă solară**, egală cu 1,98-2 cal / cm<sup>2</sup> / min, parvenită constant de la Soare. De la această constantă trebuie să pornească orice proiect de utilizare a resurselor energetice în diferite domenii practice, inclusiv în tehnologiile activităților agricole și ale celor din industria alimentară.

**IV.** Toate activitățile practice (tactice și strategice) din domeniul alimentării populației umane trebuie să fie desfășurate pe baza principiilor **bioeconomiei**.

Dar mai întâi vom urmări geneza, evoluția și implementarea principiilor acestui extrem de important (atât din punct de vedere epistemologic, cât și practic) domeniu științific interdisciplinar.

Mulți cred că termenul **bioeconomie** este o invenție „de ultima oră”. În realitate însă acesta are o istorie de peste două secole și jumătate. Mai precis, de când celebrul biolog suedez C. von Linné, cunoscut (imprecis), în special, ca fondator al sistematicii plantelor și animalelor, a creat o extrem de importantă noțiune **economia naturii**, definită și analizată în cele două disertații *Oeconomia Naturae...* (1749) și *Politia Naturae...* (1760). Autorul trata noțiunea de *economia naturii* ca o formă a relațiilor reciproce dintre toate corpurile naturale, relații pe baza cărora se ține **echilibrul în natură**; pentru menținerea acestui echilibru, pe lângă înmulțirea (autoreproducerea) organismelor vii, este absolut necesară descompunerea (moartea) lor, deoarece moartea unui organism asigură posibilitatea existenței altui(lor) organism(e). În *Politia Naturae...* Linné compară natura cu o comunitate de oameni ce conviețuiesc după anumite legi.

Ambele teze ale lui C. von Linné conțin observații de ordin ecologic foarte importante. Nu fără o anumită (mică) doză de regret, vom menționa că bi-

ologul fixist din el explica toate fenomenele naturii din punct de vedere *teologic (creaționist)*. Cu toate acestea, Ch. Darwin (1859), construind teoria materialistă despre evoluția speciilor (în special prin mecanismul *selecției naturale*), a folosit adecvat concepția linneană cu privire la economia naturii, dar trecută prin mintea altui geniu – Ch. Lyell (1830 - 1834), pe care evoluționistul Darwin îl adora ca pe un mare savant și profesor. La Darwin, economia naturii apărea în forma ciclurilor de răspândire (distribuție), păstrare și dispariție a organismelor (grupurilor de organisme); savantul spunea că echilibrul populațiilor se menține de către natură efectuând un control riguros asupra efectivului acestora, în mod obligatoriu incluzându-se lupta *pentru existență*. Astfel teologia, la prima vedere naivă, a lui Linné, a jucat un rol aproape decisiv în crearea evoluționismului materialist darwinian.

În continuare, vom menționa că *paradigma economiei naturii* a avut o evoluție spectaculoasă, în mare măsură datorită celebrului biolog român Grigore Antipa (1892, 1910, 1912, 1914, 1933 etc.), cel mai avansat elev al lui E. Haeckel, care a abordat Delta Dunării nu numai ca pe un obiect de studiu ecologic, aplicând metodologia holistă, dar și de studiu economic, astfel propunând (independent de biologul rus T. I. Baranov, 1925) crearea, la interferența între ecologie și economie, a unei științe noi, **bioeconomia**. Din păcate, având activități multiple și foarte responsabile, Gr. Antipa, ca deschizător de noi drumuri în biologia românească (ecologie, hidrobiologie, oceanologie, ihtiologie, muzeologie etc.) n-a reușit să-și desfășoare viziunea (concepția) bioeconomică, ci doar și-a exprimat ferm oportunitatea dezvoltării bioeconomiei atât din punct de vedere teoretic, cât și practic. Din fericire, întâmplarea a vrut ca să vină în știință un foarte talentat economist N. N. Constantinescu (1976, 1993), care, fiind inspirat de concepția ecologică a lui Gr. Antipa, a umplut-o cu un conținut (cu un liant durabil) economic. Astfel, construcția bioeconomică antipiană a căpătat noi esențe.

Mai departe, întâmplarea, la fel de fericită (mai bine zis logica evoluției epistemologiei bioeconomice) a făcut să apară pe firmamentul științei mondiale un alt român, în persoana genialului matematician, statistician și economist Nicolas Georgescu-Roegen (1971, 1979), care, ca și N. N. Constantinescu, a fost stimulat de ideile bioeconomice inedite ale lui Gr. Antipa\*, adoptând și adaptând la „procesul economic” termenul *bioeconomie* pe care i-l-a inspirat filo-

\*Putem ușor stabili că, din punct de vedere istoric, prioritatea creării termenului *bioeconomie* totuși îi aparține lui Gr. Antipa. Ideile lui T. I. Baranov au apărut independent mai târziu, după Antipa.

zoful ceh Jiri Zeman, ca fiind cea mai bună descriere a interpretării economistului româno-american.

Referindu-se la Antipa și Baranov, Georgescu-Roegen (1971) menționează că aceștia (probabil și alți biologi) au interpretat din punct de veder economic biologia, în timp ce pentru el procesul economic, cu toate aspectele lui, trebuie interpretat sub aspect biologic.

Așadar, urmărind evoluția noțiunii de *economie a naturii*, vom identifica o succesiune de paradigme, de la Linné până la Georgescu-Roegen, punctul final fiind Conferința ONU „Mediul și Dezvoltarea” (Rio de Janeiro, Brazilia, 5 iunie 1992): p. *economiei naturii* → p. *bioeconomiei* → p. *dezvoltării sustenabile (durabile)*. Apare însă legitima întrebare: de ce această insistență de a coordona și corobora reciproc cele două discipline, ecologia și economia, la prima vedere, atât de diferite (după obiectul de studiu,) una de alta? Georgescu-Roegen (v. *Legea Entropiei...*, 1979, p.505) răspunde în felul următor: „Ne amintim că Malthus (care în esență avea dreptate – I.D) a susținut că există o legătură intimă între evoluția biologică a speciei umane și procesul economic... Aceasta se poate lesne deduce din analogia entropică pe care am făcut-o procesului economic...”

De fapt, factorii biologici și economici se pot suprapune și interacționa în moduri surprinzătoare” (similare din punct de vedere entropic – I.D). Noi l-am „tălmăci” pe Georgescu-Roegen mai simplu: procesul economic nu este un fenomen abstract, în afara mediului ambiant și fără resursele naturale existente, ci o activitate umană, de aceea *Legea entropiei* eminent este comună și obligatorie atât pentru natură cât și pentru procesele socio-economice. [Despre esența gnoseologică (epistemologică) a legilor termodinamice vezi compartimentul II al acestei lucrări].

Revenim la factorul material al cuatriadei noastre mezologice (ecotopică sau biotopică) (vezi compartimentul I, p. 1). Prin definiția sa, în contextul său teluric, materia este finită, deoarece al treilea factor, spațiul, este și el finit. Deci *producția biologică*, fiind un proces biologic (ca și procesul economic finit), poate asigura cu produse alimentare un număr finit de ființe vii (vezi ecuația din p. 1).

**Finitudinea bioproductivității biologice potențiale** a Terrei este determinată atât de finitudinea elementelor chimice („materia primă”) disponibile, spațiu (finit și el) și evident de finitudinea sursei energetice (de ex. *constantă solară*) și informaționale. În funcție de evoluția propriu-zisă a biosferei și a constantei solare, s-a constatat așa-zisa *constantă a biomasei biosferei* (v. și Vernadski, 1965).

Aceste enunțuri, aproape axiomatic, analizate mai sus, stau la baza *securității / insecurității ali-*

*mentare a umanității* în general și a diferitor state (națiuni) în particular. Spunem cu toată certitudinea că ele urmează să fie puse necondiționat la baza strategiilor alimentării populațiilor umane, ținându-se cont și de realitatea foarte dură, extrem de periculoasă: faptul (demult stabilit științific), că curba dinamicii demografice a lui homo sapiens, spre deosebire de toate celelalte specii existente (în trecut, astăzi și în viitor) continuă să crească ascendent, chiar *supra-exponențial*. Oare această creștere va fi infinită? Credem că nu! Fiindcă nu permite legea entropiei.

V. Este evidentă și *finitudinea factorului* spațiu, deoarece noi, oamenii, împreună cu toate ființele animale, vegetale, microorganismele etc. trăim într-un spațiu finit real și unic, pus la dispoziție de planeta Pământ, cu dimensiunile ei finite. În acest spațiu unic are loc unicul proces bioproductiv (fie natural sau artificial/ industrial), și el finit, deci limitat. Încă nu s-a ajuns la un calcul real ce ne-ar demonstra cifra demografică optimă, reală care nu ar intra în contradicție cu potențialul bioproductiv (alimentar) sustenabil al Terrei. Fiindcă nu ținem cont încă de un factor ultraimportant: *capacitatea ecologică a spațiului* (teritoriului) concret, în limitele finite ale căruia se desfășoară toată viața noastră.

**VI. Informația ca noțiune fundamentală epistemologică, dar și ca factor de mediu**, are de asemenea o importanță primordială. În cazul nostru, al securității / insecurității alimentare (indestructibil legată reciproc de *securitatea ecologică*) vom postula următoarele: principiile ciberneticii și informaticii, inclusiv a biociberneticii și bioinformaticii, trebuie să devină parte integrantă a fundamentului metodologic (conceptual) al strategiilor bioproductive (alimentare) dirijate.

În concluzie, vom reitera că, la calcularea securității/ insecurității alimentare, indiferent de spațiul în care are loc procesul bioeconomic (local, național, regional sau global), trebuie să se țină (imperativ) cont de toți factorii (toate variabilele) ecuației, fapt ce ne dă posibilitatea să determinăm obiectiv *Indicele Dezvoltării Umane* (v. ecuațiile respective în *Enciclopedia de Ecologie* de I. Dediu, 2010, p. 372), care demult a devenit oficial unica caracteristică obiectivă a calității vieții unui popor, a întregii umanități.

## Bibliografie

1. Antipa Gr. Studii asupra pescăriilor sistematice în apele Române. București, 1892; Proiect de lege asupra pescuitului. București. 1895; Regiunea inundabilă a Dunării. Starea ei actuală și mijloacele de a o pune în valoare. Inst. de Arte Grafice „Carol Göbl”; București 1910; Die internationale forschung der Donau als Produktionsgebiet. București, 1935; La biosociologie et la Bioeconomie de la Mer Noire. Publ. Sect. Sci. Acad. Rom, București, 1933, p. 195 – 207; Marea Neagră: Oceanografia,



Bionomia și Biologia generală. Acad. Rom. Publ. Fond. „Adamachi”, 10, 55, București, 1940. Dunărea și problemele ei științifice, economice și politice. Librăria „C. Românească”. Acad. Rom. și Pavel Sum, București.

2. Ashby W. R. Introduction to Cybernetics. New York. John Wiley and Sons, 1963, 295 p.

3. Bertalanffy, L. von. Theoretische Biologie. Born-taeger, Berlin, 1942; An outline of general system theory. Brit. J. philosop Sci., 1, 1950; General Systems Theory. George Brazilier, New York, 1968.

4. Constantinescu N. N. Economia protecției mediului. București, 1976; Principiul ecologic în știința economică. Edit. Acad. Rom., București 1993, 28 p.

5. Darwin Ch. On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favored races in the struggle for life. John Murray, London, 1859.

6. Dediu I. I. Tratat de ecologie teoretică. Academia Națională de Științe Ecologice. Edit. „Phoenix”, Chișinău, 2007, 558 p.

7. Dediu I. I. Enciclopedie de Ecologie. Edit. „Știința”, Chișinău, 2010; Axiomatica, Principiile și Legile Ecologiei Ibidem, 215 p.

8. Drăgan J., C. Demetrescu M. C. Economistul Mileniului III Nicholas Georgescu-Roegen. Profetul arhitect al noii gândiri. Edit. Europa Nova, București, 1994.

9. Elton Gh. Animal Ecology. Sidwick and Jakson, London, 1927.

10. Georgescu-Roegen N. The Entropy Law and the Economic Process, Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts, 1971; Legea Entropiei și Procesul Economic. Edit. Politică, București, 1979.

11. Haeckel E. Generelle Morphologie der Organismen. Berlin, 1866.

12. Lindeman R. Trophic - dynamic aspect of ecology. Ecology, 23, p. 399-418.

13. Linné, C. von. Specimen academicum de economia naturae, quod...praes... Caroli linnaei... Publ. examini... submittit Isacus J. Biberg. Medelpadus... ad diem 4 martii. Anni 1749... Upsaliae, 1749; Dessertatio academica de politia naturae, quam... prdes... holmiensis... die 29 martii. Upsaliae, 1760.

14. Lyell Ch. Principles of geology. London, 1830-1834.

15. Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J. J. The Limits to Growth. Univese Books, New York, 1972.

16. Mesarovic M. D. Views on general systems theory. In: „Proc. 2nd Systems Symp. Cast. Inst., Tech”., John Wiley, New York and London, 1970; General Systems Theory: Mathematical Foundations. Systems Research Center. Case Western Reserwe University, Clevlend, Ohio, 1975.

17. Odum E. P. Fundamentals of Ecology. Saunders, Philadelphia (3 ed), 1971.

18. Odum H. T. Energetics of word food productin. In vol. „The Word Food Problem”. The White House, Washington D. S., vol. 3, 1967, p.55 – 94; Enwironment, Power and Society. John Wiley and Sons., Inc., New York, 331 p.

19. Prigogin I. Introduction to Thermodynamics of irreversible process. Thomas, Springfield, III, 1955; Biologhiceskii poriadok, structura i neustroicivosti. Uspechi Fiz. Nauk, 109, 1973.

20. Vernadski V. I. Himiceskoe stroienie Biosferâ Zemli i eio okrujenia. Izd. „Nauka”, Moskova, 1965, 1987, 339 p.



Iurie Platon. *Amintiri*, porțelan, 3 piese, 1992