
ÉLET-TUDOMÁNY-TÖRTÉNET: ESZMÉK, TUDÁS, TUDOMÁNY

A miliótan története

The History of Milieu Theory

Csorba F. László, kutató
Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet
Csorba.Laszlo@ofi.hu

Initially submitted October 10, 2016; accepted for publication november1, 2016

Abstract

The concept of milieu was an important halng factor in the research of relationship between the inner world of creatures and their environment, however this concept of biological research became known only in the 19th century (Claude Bernard). From a modern point of view milieu does not preserve a permanent condition it synchronizes instead the changes of conditions to keep up integrity of organisms (Gy. Bárdos). In the hierarchy of organization levels external milieu of the lower levels is a part of the internal milieu of the higher level's at the same time. The possible explanation for their evolution is the process of self-organization or emergency.

Kulcsszavak: külső és belső milió, homeosztázis, variostázis, emergencia, Gaia

Keywords: milieu exterior and interor, homeostasis, variostasis, emergentia, Gaia-theory

A milió, mint közvetítő

A *milió* (milieu) francia eredetű szó, de jelentése, s így gondolati előzménye is az ókorig nyúlik vissza. Köztes tartományt, közvetítőt, két létező közti átmentet, viszonyt jelent. Az ókori milió-elméletet Hippokratész és Hérodotosz nevéhez kötik, de általánosan elterjedt nézet volt. *A Földről, levegőről és vizekről* szóló hippokratészi értekezés szerint a földrajzi környezet és klimatikus viszonyok hatnak az ott élők testalkatára, betegségeire, szokásaira és gondolkodására is. Így például a járványok okai a levegőben terjedő kipárolgások, miazmák. A görög orvostudomány tanulmányozója, Hornyánszky Gyula szerint a Hérakleitoszt követő, de már Cicero korabeli filozófiai iskola szóhasználatában jelent meg először a *milieu*-vel rokon *periekhon* („ami körülvesz”) kifejezés. Ez később a sztoikusoknál is fontos szerepet játszott, de rokon gondolatokat találunk pl. Empedoklésznál is. „Mert a földet a földdel látjuk, a vizet a vízzel, az isteni levegőt levegővel, a pusztító tüzet pedig a tűzzel ..”(Hornyánszky, 1910). Tehát, ami a külvilágban létezik, az bennünk is megvan, s csak e kettő érintkezéséből keletkezik érzékelés és érzelem, amellyel az ember környezetéről tudomást szerezhet. A hippokratészi testnedv-tan a négy testnedv (*phlegma, humor*), azaz belső tényezők helyes vagy megbomlott arányaiban kereste az egészség és a betegségek okát. Az általánosan

elfogadott arisztotelészi fizika folytonos eloszlású anyagból indult ki, így természetes volt a külső környezet és a belső hatások összekapcsolásának és összhangjának gondolata.

A mechanika korában a testnedveket „fluidumokkal”, könnyű és könnyen áramló anyagokkal helyettesítették, részben abból a célból, hogy a közvetlenül nem érintkező testek kapcsolatát magyarázzák. Newton ugyan deklaráltan tartózkodott a hipotézisektől, ám a távoli testek kölcsönhatásainak értelmezéséhez („távolhatás”) és a fizikai folyamatok élőlényekre gyakorolt hatásának magyarázatához mégiscsak használt képszerű magyarázatokat is. Ezekben a „*miliõ*” fogalma helyett a „*spiritus*” (kigőzölgés, pára), a „*fluidum*” (könnyű folyadék) a „*flegma*” (testnedv) és az *éter* (a fény rezgéseinek feltételezett hordozója) szerepelnek. Figyelemreméltó, hogy a fogalmak egy része az alkímiából átvett szó: tudjuk, hogy maga Newton is sokat foglalkozott alkímiával. „Feltételezem, hogy létezik valamiféle éterközeg – írja – olyasfajta, mint a levegő, csak sokkal finomabb, ritkább és rugalmasabb. (...) Nem kell azonban azt gondolni, hogy ez a közeg egyöntetű anyagból áll, ugyanúgy, ahogy a levegő is a flegmatikus levegő, és a belevegyült párák és kigőzölgések keveréke, legalábbis ezt tanúsítják a mágneses és elektromos effluviók valamint a gravitáció. S talán a természet alapján véve nem áll másból, mint bizonyos ilyen éterpárák vagy gőzök különféle vegyületeiből, melyek kicsapódván összesűrűsödtek, nagyjából úgy, ahogy a vízpárákból lecsapódáskor víz lesz. És talán minden dolog az éterből ered.” (Newton 1675) Mivel e „fluidumok” nemcsak a testek közti teret töltik ki, hanem átjárják magukat a testeket is (sőt, az idézett sejtés szerint összesűrűsödve talán a testek anyagát is ezek alkotják), ezért nemcsak erőközpontok közti közvetítőknél (*medium, milieu*) tekinthetők, hanem ebben a megközelítésben a miliõ maga válik végső realitássá, ahogyan azt Canguilhem tanulmányában megfogalmazza (Canguilhem 2001). Newton hatása tetten érhető abban is, hogy a kortárs angol és francia természetkutatók az érzékelés és izommozgás lépéseit is sajátos fluidumok (*spiritus animalis*) áramlására vezetik vissza, anyagi (mechanikai) összeköttetést keresve a „külvilág” és a „belvilág” fizikája-fiziológiája között. Ebben a mechanikai értelemben kerül be az ismert fogalmak közé a „*milieu*”, a Francia Enciklopédia megfelelő szócikke révén, Diderot tollából.

A belső miliõ és a homeosztázis

A mechanika hatása érződik még Claude Bernard *milieu de l'interieur* (belső miliõ) fogalmán is, amit a kortárs Charles Robin-tól vett át, s amit kezdetben (1854-től) egyszerűen a testnedv vagy vér (humor) szinonimájának tekintett. (Gross 1998). Bernard fontos felismerése volt, hogy a külső és belső miliõ lényegileg különbözik, és a belső miliõnek önálló funkciója van. Bernard abból indult ki, hogy testhőmérsékletüket az emlősök aktívan szabályozzák, így tudják megőrizni annak viszonylagos állandóságát. Ezzel közel egy időben ismerték fel a vércukorszint szabályozottságát is. Bernard megállapítása szerint: „Minden fontos életműködés funkciója az, hogy biztosítsa az egyetlen célt, az életfeltételek állandóságát a belső környezetben. ... A belső környezet állandósága a szabad és független élet feltétele.” (Gross, i.m.) Bernard felismerése az élőlények belső egységét és egészségét vizsgáló, és máig tartó kutatási program kiindulópontjává vált, noha – meglepő módon – csak a 20. század első évtizedeitől. (Az elfeledettség szempontjából némi hasonlóság van Bernard és Mendel vagy Festetics Imre munkássága között - Gross, i.m., Bánkuti et al, 2006). E kutatási program megvalósulása során a „belső miliõ” kifejezés fokozatosan elvesztette egyszerű „közeg” jelentését, és egy adott térrészben ható, szabályozott-szabályozó tényezőket jellemző elvont fogalommal vált. E folyamat egyik fontos lépése volt a homeosztázis fogalmának bevezetése

Walter Cannon révén. A homeosztázis („azonos állapot”) Cannon szerint a változó külső körülmények között is megőrzött belső állandóságot jelenti. Anyagi változók esetében az állandó koncentrációt a raktárak biztosítják (mint például a vér cukorszintjét a máj tartalékai), folyamatok esetében pedig az ellentétes irányú folyamatok sebességének megváltoztatása (mint a vérnyomás csökkenésénél a baroreflex fokozódása). Mindkét esetben negatív visszacsatolások biztosítják a belső állandóságot, pontosabban a változások mértékének határait. A mérnökök már jóval korábban ismerték és alkalmazták a visszacsatolást, például Watt gőzgépének centrifugális nyomásszabályozójában, ami a dugattyú nagyobb nyomása esetén gyorsabb forgásba kezdett, kinyitva egy szelepet, ami kiengedte a gőz fölöslegét.

A homeosztázisról mint állandóságról azonban már a gépi analógiák korában is csak fenntartásokkal lehetett beszélni. Először is azért, mert elvben sem lehet minden állandó. Változó körülmények között a rendszer egyik részének meg kell változnia ahhoz, hogy a rendszer egy másik része állandó maradjon. Így például Watt gőzgépében ahhoz, hogy a dugattyúban levő nyomás közel állandó legyen (csak határok között ingadozzon) a szelepek állapotának kellett változnia. Hasonlóképpen ahhoz, hogy a vér ozmotikus állandósága sok víz elfogyasztása után is fennmaradjon, a veseműködésnek kell változnia: ekkor a vízvisszaszívást csökkentve a szervezet víz feleslegét a vizeletbe juttatja. Valamilyen szempontot kiemelve lehet ugyan "magról" és "perifériáról" beszélni, de más szempontot választva ez a viszony is megváltozhat. Valójában a rendszer tagjai hálózatot alkotnak, és a feladat az, hogy a rendszer egészének integritása fennmaradjon. Ez pedig inkább összehangolt változások egész sorozatával érhető el, mintsem bármely érték állandóan tartásával.

A másik elvi ok, amiért az állandóság legfeljebb részleges és időleges lehet, az az életműködések irányultsága. Nyilvánvaló, hogy az egyedfejlődés során egy irányban is, és eközben ciklikusan vagy a vártalan helyzetekhez alkalmazkodva eseti módon is tartósan megváltozott állapotok sorát veszi fel a szervezet. Ezt maga Cannon tudta a legjobban, aki a vészreakciót, a "fight or flight!" állapot jellemzőit leírta. Norbert Wiener klasszikussá vált *Mi a kibernetika* című munkájában a szabályozás és a vezérlés tudományának nevezte a kibernetikát. Wiener szintén a gépek példájára támaszkodott, hiszen a legegyszerűbb gépek (mint például egy egérfogó) is legalább két állapotot vehetnek fel, s éppen ciklikus állapotváltozásaik jelentik "működésüket". Maga a *küibernetész* - a görög kormányos - egyidejűleg szabályoz és vezérel, tehát a hajót egyik állapotból a másikba irányítja, miközben ügyel arra, hogy soha ne boruljon fel.

Maguk a mérések is azt igazolták, hogy lényegében egyetlen élettani jellemző sem állandó, sőt esetenként szélsőséges értékeket vehet föl, anélkül, hogy ezzel a szervezetet károsítaná. Bárdos György modern értelmezése szerint ezért homeosztázis helyett helyesebb variostázisról beszélni, amely egyfajta fontossági hierarchiát, prioritási sort jelent:

- a) Integritás (a szervezet különállásának, önazonosságának megőrzése, például támadás esetén)
- b) készenlét az esetleges reagálásra (például felderítő viselkedés, az idegrendszer működőképességének folyamatos fenntartása)
- c) a forrásfelhasználás minimalizálása (például adaptív táplálkozási vagy szaporodási stratégia követése, esetenként akár kényszernyugalmi állapottal)
- d) a működés optimalizációja (Bárdos 2007).

Nyilvánvaló, - érvel Bárdos - hogy az optimálisan állandó értékeket - például közel állandó vércukorszintet - csak akkor adaptív fenntartani, amikor sem konkrét támadás nem fenyeget,

sem annak valószínű bekövetkezése, és a források (táplálék) is bőségesen rendelkezésre állnak. Mivel ilyen idilli helyzet nem, vagy csak rövid ideig állhat fenn, a vércukorszint a helyzettől függően gyorsan változhat. A szabályozásnak, a negatív visszacsatolások mechanizmusának ilyen körülmények között a kilengések, oszcillációk mértékét szorítják határok közé, de csak ritkán eredményeznek állandóságot.

Ha a homeosztázist (vagy variostázist) a belső miliót fenntartó-alakító mechanizmusnak látjuk, akkor világos, hogy a belső miliónek a külső milió változásaihoz kell alkalmazkodnia, de nem mechanikusan, hanem egy optimalizációs stratégiát követve. A kérdés az, hogy adott környezetben, annak valószínű változásait is figyelembe véve milyen viselkedés és belső szerveződés biztosíthatja legjobban egy szervezet stabilitását és integritását, s amennyiben e belső struktúrára vonatkozó információ örökíthető, annak továbbadását is. A hálózatok modern elméletét megelőzően is bizonyították, hogy egy rendszer stabilitásának feltétele, hogy alrendszerei elegendően stabilak, kellően autonóm működésűek legyenek (Juhász-Nagy 1992)

A milió mint összehangoló

A mechanika korának természettudósai a belső miliót egy állandó és racionálisan felépülő szerkezet működtetőjeként értelmezték. Ez összhangban állt a Leopold Cuvier által hirdetett korreláció tanával, ami a szervek kölcsönös megfelelését tanította. A szervezet belső összhangjáról vallott elképzelés azonban ellentétben állt a folytonos változások (transzformizmus, evolucionizmus) tanával, ami a 19. században mind szélesebb körben terjedt. A 19. század második felében ezért Jean-Baptist Lamarck a korábbiaknál sokkal aktívabb, irányító-szervező szerepet tulajdonított a belső környezetet alkotó testnedveknek. „Aki sokat látott és nagy gyűjteményeket gondosan tanulmányozta, meggyőződhetett róla, hogy a természet, az alak, a részek egymáshoz való viszonya, a szem, a testalkat és az állatoknál a mozgékony és tevékenység abban a mértékben változik, amint a lakhely, a fekvés, az éghajlat, a táplálék és az életmód körülményei módosulnak.” (Lamarck 1873) Az alkalmazkodás, az adaptáció kényszerének kiindulópontja Lamarcknál a külső feltételek (*circumstances*) megváltozása, a belső milió ezzel arányosan változik, megbontva a szervek korábban fennálló összhangját, és az új környezethez alkalmazkodó új arányokat hozva létre. „Ha a kérődzők dűhbe gurulnak, ami különösen a hímeknél gyakori, belső érzésük az érdeklődéstől a fluidumot fokozottabb mértékben hajtja a fej homloki részébe, ahol így egyeseknél nagyobb tömegű szaruanyag választódik ki ... erre vezethető vissza a szervek és agancsok keletkezése.” – írja (u.o). Lamarck példái néha érthető derűtséget váltottak ki. Szemléletmódja azonban több szempontból ma is elgondolkodtató. Egyrészt a „tökéletes konstrukció” elképzelését helyettesítette az „evolúciós barkácsolás” esetleges, történetileg kialakult formáival, melybe belefértek a csökevényes, funkciót veszített szervek is. Másrészt felhívta a figyelmet arra, hogy a változások összehangoltságának magyarázatára is szükség van, hiszen valamilyen mértékű korreláció mégiscsak létezik, a titokzatos fluidumnak tehát valamiként össze kell kapcsolnia a sokféle szervet és funkciót. Harmadrészt – és a milió-fogalom kibontakozása szempontjából talán ez a legfontosabb – kiemelte, hogy a külső és a belső egymást feltételezi, a belső alkalmasságról (adaptáltságról) csak az annak megfelelő külső környezetben (milióban) lehet beszélni.

A milió a szerveződési szintek felismerésével vált fizikai-fiziológiai fogalomból ökológiai fogalommá. A formációk Alexander von Humboldt által leírt zonális rendje a klímához alkalmazkodó növényzet festői képét rajzolta meg (esőerdők, szavannák, tundrák).

A populációk és életközösségek dinamikáját egyszerű, majd mind bonyolultabb modellekkel kezdték leírni: Robert Malthus ellentmondásos esszéjét (Malthus 1798) követték Alfred Lotka és Vito Volterra ragadozó-préda modelljei, majd a szaporodási stratégiák leírása. Az életközösségek (társulások, formációk, makrobiomok) felismerésének, kutatásának történetéről izgalmas magyar nyelvű összefoglalás Rapaiics Raymund könyve (Rapaiics 1925), a mai megközelítések közül Worster összegzése (Worster 1977). Az ökológia sokféle irányzatának közös jellemzője, hogy az egyed feletti szerveződési szintek mintázatainak vizsgálatából indulnak ki, és ezek okait kutatják. A szerveződési szintek felismerését általánosító rendszerelmélet (L. Bertalanffy) egymásba ágyazott organikus szintek kölcsönhatásaként mutatja be a természet rendjét. Ebben egy adott szint belső miliője egyúttal az őt alkotó alsóbb szint(ek) külső környezetét (miliójét) is jelenti, az alkalmazkodást biztosító titokzatos fluidumok szerepét pedig evolúciós mechanizmusok veszik át. Leghíresebb, máig vitatott elmélet az egyed feletti szerveződésre Jim Lovelock Gaia-hipotézise, mely az egész Földet egyetlen önszabályozó rendszerként írja le (Lovelock 1979). Külső és belső miliő e megközelítésben viszonylagossá válik, hiszen lényegében minden külső miliő tekinthető Gaia belső miliójének valamilyen részeként. Nem tagadható e gondolat mitikus-panteisztikus háttere (maga a földistennőt idéző Gaia megnevezés is erre utal), ám a szintekre tagoltság olyan kérdések fölvetését engedi meg, melyek kutathatók, ellenőrizhető tudományos módszerekkel, ezért e hipotézisnek a természettudományok rendszerében van a helye (Borhidi 2002).

A nyílt rendszerek termodinamikájának kutatói írták le, hogy energiaszóró (disszipatív) rendszerekben a belső miliő tartósan rendeződhet (Ilya Prigogine és I. Stengers 1995). Vitatott, hogy a belső rend átváltozásait mi és hogyan irányítja és a rendezettség fennmaradását mi és hogyan teszi lehetővé. Az egyszerű szelekciós modell valószínűleg nem ad magyarázatot a tulajdonságok spontán kiemelkedésére, emergenciájára, ezzel kapcsolatos izgalmas összefoglalót írt S. Kauffman (Kauffman 1995). Bizonyos, hogy a külső miliő befolyásolja az élőlények belső átalakulásainak sebességét, e folyamatok dinamikáját. Az is biztos, hogy az evolúció egyirányúsága miatt az ismétlődő mechanizmusok megismételhetetlen egységeket hoznak létre. Ilyen egységek, természeti létezők azok a miliók, melyek a Föld egy-egy pontján az ottani életközösség fennmaradásának lehetőségeit biztosítják és egyúttal korlátozzák is azok kiterjedését.

Irodalom

1. BÁNKUTI-BOTH-CSORBA–HORÁNYI (2011): A megőrzött idő. Természettudomány-történet Nemzeti Tankönyvkiadó, 154.o.
2. BÁRDOS Gy. (2007): Nem-specifikus egészségproblémák háttere és lehetséges modelljei. ELTE TTK. Akadémiai doktori értekezés. 23-30.o. <http://real-d.mtak.hu/323/1/Bardos.pdf>
3. BORHIDI A. (2002): Gaia zöld ruhája MTA, Budapest
4. CANGUILHEM G.- SAVAGE J.(2001): The Living and Its Milieu. Grey Room No 3. <https://english.duke.edu/uploads/assets/CanguilhemLivingMilieuClean.pdf>
5. GROSS, C. (1998): Claude Bernard and the Constancy of the Internal Environment Neuroscientist, Vol.4, Number 5. <http://dx.doi.org/10.1177/107385849800400520>
6. HORNYÁNSZKY GY. (1910): A görög felvilágosodás tudománya – Hippokratés MTA, 299.o.

7. JUHÁSZ-NAGY P.(1984): Beszélgetések az ökológiáról Mezőgazdasági Kiadó
8. JUHÁSZ_NAGY P. (1992): Az ökológia reménytelen reménye. ELTE, 47-53.o.
9. KAUFFMAN, S. Roger F. Malina (1996): At home in the Universe. The Search for Laws of Self-Organization and Complexity. Oxford University Press.
<http://dx.doi.org/10.2307/1576330>
10. LAMARCK, J.: Állattani filozófia in: Lamarck: A természet fejlődése. TÉKA Kriterion, Bukarest 1986, 152.o.
11. LOVELOCK, J. (1987): Gaia. Göncöl Kiadó
12. MALTHUS R. (1798): Tanulmány a népesedés törvényéről in: Népesedésrobbanás, egyke TÉKA, Kriterion, Bukarest
13. NEWTON, I. (2003): A fény tulajdonságairól ... in: Newton válogatott írásai, Typotex 184. o.(Fehér Márta fordítása)
14. PRIGOGINE, I. – STENGERS, I. (1995): Az új szövetség. A tudomány metamorfózisa. Akadémiai, Budapest
15. RAPAICS R. (1925): A növények társadalma. Athaeneum, Budapest
16. TELEKI P. (1937): Mi a földrajz? Budapesti Szemle, 1937. november
17. WORSTER D. (1977): Nature's Economy. A History of Ecological Ideas. Cambridge University Press

A tanulmány a Nemzeti Kulturális Alap 3802/05800 sz. pályázatának támogatásával készült.