

A Magyar Biofizikai Társaság Elnöksége 1963. november 21-én munkaértekezletet rendezett „Az információelmélet hazai helyzete a biológiában” címmel Budapesten. A bevezető előadást Ernst Jenő akadémikus tartotta.

AZ INFORMÁCIÓELMÉLET HAZAI HELYZETE A BIOLÓGIÁBAN

ERNST JENŐ

(Biofizikai Intézet, Pécs)

Mindenekelőtt szeretném hangsúlyozni, hogy nem kívánok információelméleti szakembernek mutatkozni, hanem kérdéseket tennék fel, amelyek megbeszélése esetleg elősegíti azt, hogy az információelmélet alapján is fejlődjék a hazai biológia. Ugyanis benyomásom szerint — persze lehet, hogy nézetem nem helytálló — nem használjuk fel a bioexperimentum területén az információelmélet lehetőségeit. Amennyiben tényleg így áll a helyzet, és amennyiben egyetértünk abban, hogy hasznos lenne javítani a hiányokon, talán helyes lesz áttekinteni a mostani statust és keresni vagy tisztázni az akadályozó körülményeket. Most bevezetőként a meghívóban említett négy kérdést szeretném röviden érinteni.

1. Entrópia az információelméletben

Ismeretes, hogy a Boltzman-féle H-függvényt átvette az információelmélet és entrópiának nevezte el az információtartalmat a matematikai formai hasonlóság révén:

$$H = \sum_i p_i \lg p_i$$

Természetesen nem szándékom beleszólni a matematikusok által használt, ma már csaknem általánosan használt; nomenklatúrába. Annak meg csak örülni lehet, hogy a matematikusok az utóbbi időben nagy tempóban igyekeztek matematikailag tiszta és pontos alakba önteni az információelméletet.

Mindezek után mégis kívánatosnak tartom az információ-entrópia kapcsolat tiszta kifejtését a biológiai használat érdekében. Mert az entrópia alatt egyrészt energia/fok-ot értünk és másrészt értenünk kell a fenti kifejezést, mely nincs valódi, reális kapcsolatban a régi entrópiával és dimenzió nélküli számértéket jelent. Továbbá zárt rendszer entrópiája csak nőhet, de nem csökkenhet, információ tartalma csak csökkenhet, de nem nőhet; (*Brillouin*: negentrópia). Sőt ugyanannak a rendszernek termodinamikai entrópiája csökkenhet, változatlan maradhat vagy nőhet változatlan értékű információelméleti entrópia mellett és fordítva. Viszont teljes bizonyosság esetén, vagyis ha csak egy lehetőség van, akkor mindkét entrópia értéke = 0. Kérdés: Hogyan használják és különösen hogyan tanulják a biológusok és biológus hallgatók az információelméletet?

2. Jel és információ a biológiában

Mindjárt felvethetném a kérdést, mit tekintünk információnak a biológiában. Talán megvilágítom kérdésem alapgondolatát, ha idézem az Új Magyar Lexikon tételét: „A jel olyan fizikai hatás, amely . . . információt szállít.” Ezt így bizonyára szakember fogalmazta. Azonban a jel mint fizikai valóság hogyan függhet attól, hogy információ lesz-e belőle vagy máshogy kérdezve, ha nem lesz belőle vagy általa információ, akkor a „jel” nem „jel”? Továbbmenve: mi a feltétele annak, hogy a jeltől információ legyen, vagy más szóval, hogyan lesz információból a jel. Mert a Vénusz fénye objektíve jel, az úrutasnak lehet információ, de kérdéses, hogy az-e az Aldebaran csillagnak? (tehát helyesen: csak *szállíthat* információt!) Menjünk tovább: fák közt bujkálva-hajlongva megbökhethi egy ág vállamat ugyanolyan fizikai hatással, mint pl. valamely kongresszus szünetében egy hátam mögött álló kolléga. Az első esetben a jel egészen más információból lesz, mint a másodikban. Tehát a jeltől információ csak bizonyos *egyezményes* áttétel után és útján lesz. Másik kérdés: Mennyiben és hol szerepel a kódolás ezen áttétel keretén belül?

3. Egyes kémiai jelenségek pl. hormon információelméleti szerepe

A jel és az információ kapcsolatának tisztázása segítheti a hormonok információelméleti értelmezését. Mert a hormonos szabályozás *egymagában* még nem igazolja információelméleti kezelését, hiszen a Braun-le Chatelier elv szerinti szabályozás automatizmusát bizonyára nem kívánjuk kivenni a fizikai-kémiai termodinamikából és besorolni a kibernetikába. Ez esetben természetesen vitatható az információelméleti értelmezés. Harmadik kérdés: A kémiai mediátorok információelméleti értelmezése.

4. A kódolás helye és szerepe a biológiai információban

Tegyük fel, hogy pl. hőhatás éri a normális élő izmot, erre reagál izomkontraktúrával; de nagyjában hasonló hőhatások lépnek fel, ha narkózissal vagy hűtéssel érzéstelenítjük pl. az izmot vagy elhalt izmot melegítünk. Az előbbieket értelmében a ΔT hőmérséklet-differencia okozta hőhatás volt a jel és ez mint fizikai hatás érvényesült is. Most felmerül a kérdés: vajon *csak* mint fizikai hatás érvényesült *anélkül*, hogy információt szállított volna, mert hiszen a holt izom esetében nem volt információ felvevő rendszer? Ugyanígy ítélnék meg talán az ún. ingermozgások.

Ezzel szemben egészen más folyamatnak látszik pl. a Weber—Fechner-törvény szerint fellépő fényérzet mint a fényinger függvénye, melynek matematikai formájaként az

$$é = k \cdot \ln i$$

képlet írható fel. Eszerint az érzet számtani arányban nő, ha az inger mértani arányban, vagyis röviden kifejezve

$$é = 1, 2, 3, 4, \dots$$

ha $i = i, i^2, i^3, i^4, \dots$

Igen érdekes a következő kérdés: ismeretes, hogy a $\sim 10^8$ fényreceptor által felvett behatások végül is $\sim 10^6$ axon révén jutnak a látómezőbe. Kétségtelen, hogy a jel (fény) kódolása már a receptorokban megkezdődik és így ebben az esetben biztosnak tűnik, hogy a jel csak kódoláson keresztül lesz információvá. Tehát felmerül az az általános kérdés: a jel át kell-e essék kódoláson, hogy ingerületi állapotot jelentsen a biológiai rendszerben?