

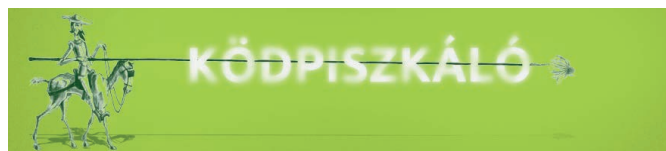


Köszönetnyilvánítás. A kutatást részben az OTKA (K 105262), részben a TÁMOP (4.1.2.B.2-13/1-2013-0007) támogatta.

IRODALOM

- [1] Olson, S., Loucks-Horsley, S. (2000): Inquiry and the National Science Education Standards, 29, Washington, D.C., National Research Council, National Academy Press. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (2016. 05. 30.)
- [2] Minner, D.D. et al. (2010): Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (4), 474–496.
- [3] Tomperi, P., Aksela, M. (2014): In-service teacher training project on inquiry-based practical chemistry, *LUMAT*, 2(2), 215–226. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MnYxuxqTFE4J:www.luma.fi/file_download/429+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=uk (2016. 05. 30.)
- [4] Hofstein, A., Kempa, R. F. (1985): Motivating strategies in science education: attempt of an analysis. *European Journal of Science Education*, 3, 221–229.
- [5] Finlayson, O., Maciejowska I., Ctrnactova, H. (2015): Inquiry based chemistry instruction. In Maciejowska, Byers (ed.): A guidebook of good practice for the pre-Service training of chemistry teachers. Krakow, Faculty of Chemistry, Jagiellonian University, 119. http://www.ec2e2n.info/news/2015/1604_201510 (2016. 08. 10.)
- [6] Kirschner, P. A., Sweller, J., Clark R. E. (2006): Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, prob-

- lem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychology*, 41, (2), 75–86.
- [7] Sweller, J. (1988): Cognitive load during problem solving: Effects on learning, *Cognitive Science*, 12, 257–285.
- [8] Bolte, C., Streller, S., Hofstein A. (2013): How to motivate students and raise their interest in chemistry education. In: Eilks, Hofstein (ed.): *Teaching Chemistry – A Studybook*, Sense Publishers, 67–95.
- [9] Cheung, D. (2011): Teacher beliefs about implementing guided-inquiry laboratory experiments for secondary school chemistry. *Journal of Chemical Education*, 88, 1462–1468.
- [10] Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. E., Chinn, C. A., (2007): Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychology*, 42, (2), 99–107.
- [11] PISA (2006): Science competences for tomorrow's world. Volume 1: Analysis, 64–68.
- [12] Criswell, B. (2012): Framing inquiry in high school chemistry: Helping students see the bigger picture. *Journal of Chemical Education*, 89, 199–205.
- [13] Allen, J. B., Barker, L. N., Ramsden, J. H. (1986): Guided inquiry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 63, 533–534.
- [14] Bruck, L. B., Towns, M. H. (2009): Preparing students to benefit from inquiry-based activities in the chemistry laboratory: Guidelines and suggestions. *Journal of Chemical Education*, 56 (7), 820–822.
- [15] Taber, K. S. (2014): Ethical considerations of chemistry education research involving 'human subjects'. *Chemistry Education Research and Practice*, 15 (2), 109–113.



Természetes antibiotikumok

Ha létezne lista a legutáltabb gyógyszerekről, az antibiotikumok biztosan az élbolyban szerepelnének. Ez részben érthető: szedésük gyakran jár nemkívánatos hatásokkal, s bár a gyógyulás is nekik köszönhető, sokak csak a kellemetlen mellékhatásokra emlékeznek... Mindezen túl a nevük is rémisztő: *anti-biotikum*, azaz élő-ellenes! S ha ehhez még azt is hozzáképzelnünk, hogy ezek szintetikus vegyületek, nem csoda, hogy az interneten számtalan írást találunk a mellékhatásmentes, ráadásul természetes antibiotikumként hirdetett növényi kivonatokról.

Az ilyen írárok szerzői valószínűleg nincsenek tisztában azzal, mik is az antibiotikumok. Az antibiotikumok definíció szerint olyan anyagok, amelyek az emberi szervezetben megtelepedett baktériumokat elpusztítják vagy szaporodásukat gátolják. *Ahhoz, hogy egy anyag (vagy növényi kivonat) alkalmazható legyen bakteriális fertőzések kezelésére, hatásosnak, szelektíven hatónak, (relatív) toxicitásmentesnek és megfelelő mértékben biohasznosulónak kell lennie.* A következőkben a fentiek mentén röviden megpróbálom elmagyarázni, miért nem nevezhető antibiotikumnak minden anyag, amely megöli a baktériumokat.

A legalapvetőbb feltétel természetesen az, hogy az „antibiotikumjelölt” elpusztítsa a kórokozókat. Sok tízezer olyan anyag, vegyület, kivonat létezik, amely lombikban megöli a kórokozókat, de sokuk esetén irreálisan nagy dózist kellene beadni a hatás kialakulásához, ha fertőzött embereket akarnánk kezelni. Mert az egy dolog, hogy egy kórokozótenyésztet nyakon öntve egy lombikban a mikrobák elpusztulnak, de ha a hatásos kezelés több kiló hatóanyag elfogyasztását tenné szükségessé, egyértelmű, hogy a gyógyászati alkalmazás esélye nulla. További fontos szempont, hogy az anyag ne úgy általában a baktériumok (pl. talajbaktériumok) ellen hasson: *elsősorban a jelentősebb humán kórokozók elleni hatás a lényeges.*

Az sem árt, ha egy antibiotikum szelektív: nem pusztítja el a bélbaktériumokat (sajnos, ezt általában nem lehet megúsni, ilyenkor van szükség probiotikumok alkalmazására), és nem

mérgező az emberi szervezet sejtjeire. Jóllehet van néhány antibiotikum, amely nem veszélytelen (pl. hallás- vagy májkárosító), a szerek kiválasztásánál az alkalmazásból eredő veszélyeket mindig összevetik az elérhető eredménnyel. A komolyabb mellékhatással járó antibiotikumokat szoros orvosi kontroll mellett, s csak olyankor alkalmazzák, amikor más szerrel nem érhető el eredmény.

A szelektivitás azt is jelenti, hogy a hatóanyagok mindegyikénél ismert, mely kórokozók esetén használhatóak igazán hatékonyan. Az lenne az ideális, ha minden esetben, amikor antibiotikumkezelésre kerül sor, meghatároznák, hogy az adott betegnél milyen baktérium alakította ki a betegséget. Bár erre van elvi lehetőség, az antibiotikumérzékenység meghatározása több napot vesz igénybe, így nagyon sokszor erre nem kerül sor (pl. mert a beteg állapota nem engedi meg a várakozást).

További fontos feltétel, hogy *a hatásnak az emberi szervezetben kell kialakulnia.* Magyarán: nem elég, ha az „antibiotikum” egy lombikban elpusztítja a kórokozót, erre az emberi szervezetben is képesnek kell lennie. A különbség látszólag árnyalatnyi, valójában azonban hatalmas. A lombikban (ún. *in vitro*) hatásos anyagok egy része ugyanis nem szívódik fel olyan mennyiségben a gyomor-bélrendszerből, hogy a vérben vagy a szövetekben baktériumellenes koncentrációt érjen el. Másként mondva ezeknek az anyagoknak rossz a biohasznosulása.

A baj az, hogy *az első pillantásra ígéretesnek tűnő (azaz lombikban baktériumokat jól pusztító) jelöltek zöméből sosem lesz antibiotikum.* Legtöbbször ugyan létezik a kórokozóellenes hatás, de nem elég erős. Vagy ha igen, akkor nem elég szelektív, így túlságosan súlyos mellékhatásokkal párosul. De ha még ez is stimmel, nagyon gyakran az a legfőbb probléma, hogy nem szívódik fel megfelelő arányban a hatóanyag, így nem képes feldúsulni ott, ahol a kórokozók tanyáznak (vérplazmában, szövetekben). És még az is előfordulhat, hogy bár felszívódik, de gyorsan el is bomlik: a végeredmény ugyanaz.



Penicillium notatum

A fentiek miatt számos, a bulvársajtóban sztárolt anyag, növény nem tekinthető antibiotikumnak, ugyanis nem alkalmas bakteriális fertőzések kezelésére, a kórokozók elpusztítására az élő szervezetben. Mint említettem, a baktériumölő képesség nem elég: senki nem tekinti antibiotikumnak például a hipót, jóllehet egy lombikban kiválóan elpusztítja a baktériumokat. Ugyanez a helyzet a tömény alkohollal: felületi fertőtlenítésre megfelelő, szájon át történő antibakteriális kezelésre (pl. tüdőgyulladásban) nem. Sajnos, a gyógynövények között sincsenek hatásos antibiotikumok. Az antibakteriális hatással jellemzett növények (a fokhagymától a grapefruit magjáiig) hatóanyagai a fertőzés helyén (a különböző szervekben) nem érnek el olyan koncentrációt, hogy az lehetővé tegye a kórokozók elpusztítását. Ettől még a fokhagyma és társai kiváló antibakteriális szerek: szájon át elfogyasztva a szájüregben, magunkra kenve pedig a bőrünkön számos mikrobát elpusztítanak – a felületi fertőtlenítés azonban nem hoz gyógyulást olyan esetben, amikor a vérben vagy a szövetekben szaporodtak el a baktériumok. Az antibakteriális hatás nem tévesztendő össze az antibiotikus hatással.

Gyakori tévhit, hogy az antibiotikumok szintetikus anyagok (ezért kellene óvakodnunk tőlük, s előnyben részesítenünk a „természetes antibiotikumokat”). A valóság azonban az, hogy az antibiotikumok alapvetően természetes vegyületek: ezeket az anyagokat jellemzően gombák állítják elő, hogy elpusztítsák a velük vetélkedő baktériumokat. A gombák és a baktériumok „együttélése” ezért a baktériumok számára kellemetlenné válhat – ezt hívják antibiózisnak. Az első antibiotikumot, a penicillint Alexander Fleming skót kutató „véletlenül” fedezte fel: észrevette, hogy bepenészedett baktériumtenyészetében elpusztultak a kórokozók, s ennek magyarázatát a penészgombák (*Penicillium notatum*) által termelt anyagokban kereste s találta meg. Azóta a penicillin kívül az antibiotikumok családjának számos tagja van. Ezek egy része különböző gombák által termelt vegyület (amit biotechnológiai módszerekkel állítanak elő), más részük a

gombák vegyületeinek félszintetikus származéka (ezeket a hatás fokozására módosítják kémiaiailag). Szűkebb értelemben az antibiotikumok gombaeredetű természetes anyagok, de gyakran illetik ezzel a névvel a nem ilyen eredetű, azonban szintén szisztémás baktériumellenes hatással rendelkező vegyületeket.

Ugyanakkor némi igazsága azoknak is van, akik az antibiotikumok ellen beszélnek. Tény, hogy a szükségesnél több antibiotikumot – és nem is túl szakszerűen – használunk fel. Olyan betegségek esetén is előkerülnek ezek a szerek, amikor nem lenne rájuk szükség (pl. közös náthában, amikor a betegséget vírusok okozzák, amelyekre egyáltalán nem hatnak az antibiotikumok). Az antibiotikumok túlzott, indokolatlan alkalmazása számos probléma forrása. Ha egy antibiotikumot a szükségesnél rövidebb ideig alkalmazunk (csak addig, amíg a súlyosabb tünetek mérséklődnek), a kórokozók egy része megerősödve, a kezelésre rezisztensen túlél, és egyre nehezebben kezelhető fertőzések forrásává válik. Ugyanilyen rezisztenciaforrás az is, ha nem a megfelelő szert használjuk a fertőzés kezelésére. Az lenne az ideális, ha az antibiotikumkezelés szakmai ajánlások alapján és az antibiotikum-

mérzékenység meghatározása után kezdődhetne el – mindez utópisztikus, ám szakmailag kívánatos cél. Az antibiotikumrezisztencia nagyon súlyos, emberéleteket követelő probléma; egyre gyakoribb, hogy a korábban hatásos szerek nem hatnak a kórokozókra, s ennek oka elsősorban a szakszerűtlen használat. Ezért lenne fontos, hogy csak szakember által javasolt esetben, az orvos által felírt antibiotikumot használjunk, és a kezelést az előírt ideig folytassuk. A szomszéd megmaradt gyógyszerének beszedése többszörösen problémás: jó eséllyel hatástalan az adott fertőzésre, de még ha hatékony is, valószínűleg a megmaradt készlet nem elegendő egy teljes kúrára.

Jelenleg nagyobb problémát jelent az antibiotikumok indokolatlan, szakszerűtlen alkalmazása, mint az antibiotikumkezelés elutasításából származó hátrányok. Az antibiotikumokat elutasítók ugyanakkor valószínűleg nincsenek tisztában azzal, hogy hányan haltak meg ma már banálisnak tekintett fertőzésekben a gyógyszercsoport kifejlesztése előtt. A század elején nem volt ritka, hogy egy egyszerű megfázás talaján kialakuló tüdőgyulladás emberéleteket követelt. A fokhagyma és a többi, egyéb célokra hasznos gyógynövény ilyen esetben nem segített – ezt nagyszüleink tudták, de az internetkorszak emberei kezdik elfelejteni. Az új antibiotikumokra nagy igény van a terápiában, főleg azért, mert egyre gyakoribb a rezisztencia a már forgalomban lévő szerekre. Épp ezért aktívan folyik a potenciálisan antibiotikumként felhasználható anyagok, köztük növényi kivonatok, vegyületek vizsgálata is. Nem kizárt, hogy a jövő sikeres hatóanyagai éppen növényi vegyületeken alapulnak majd, azonban az interneten propagált „természetes antibiotikumok” (pl. fokhagyma, ginzeng, fahéj, gyömbér, almaecet, citrom) nem alkalmasak a valóban hatásos szerek helyettesítésére. Csak reménykedni tudok abban, hogy nincs olyan elszánt ember, aki citromos teával vagy fokhagymával próbálja magát vagy gyermekeit kezelni tüdőgyulladás esetén...

Csupor Dezső