

Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs Központ | dr.braun.tibor@gmail.com

# A szerelem molekulái

## Válogatott szemelvények a személyi érzelmek kémiájából

*La chimie sans amour est comme l'amour sans chimie: le deux provoquent une mauvaise reaction*

(A kémia szerelem nélkül olyan, mint a szerelem kémia nélkül: mindkettő rossz reakciót vált ki)

Antoine Lavoisier (1743–1794)

### Előszó

Teljesen tudatában vagyunk annak, hogy e fejezet témája – enyhén szólva – szerteágazónak mondható és számos oldalról közelíthető meg. Egy minireview erejéig mi elindulunk egy ösvényen, amit a bőséges szakirodalomból jelentősen szűkítve jelöltünk ki. Talán elsőként kellene említeni, hogy miért a molekulákat, azaz a kémiát emeltük ki a címbe a szerelem mellé, amikor a szakirodalomban *The Physics of Love*, [1] *The Biology of Love*, [2] *The Thermodynamics of Love*, [3] *The Biochemistry of Love* [4] szakterületekkel is társítják, elemzik és részletezik a szerelmet. Vegyészként magunkhoz a molekuláris vonatkozásokat éreztük közelebbinek. Olvasóinktól elnézést kérünk, amiért a szerelmi romantikára csak közvetve térünk ki.

### Bevezetés

Úgy gondolják, hogy körülbelül 4 millió évvel ezelőtt, az emberi faj első napjaiban, az afrikai síkságok voltak a szerelem kivirágzásának helyszínei, amikor az első üzenethordozó molekulák zuhatagjai áramlani kezdtek az agyból a vérbe, létrehozva az ezzel járó tüneteket. Függőség, fellángolás, vágyak, viszonzás, kötelezettség, kölcsönöség, meghittség, szenvedély, szenvedés, szomorúság és féltékenység – csak néhány azok közül az érzelmmel töltött fogalmak közül, amelyeket akkor használnak, amikor körülírják azt az érzést, amit a szerelem képvisel.

A szerelmet, annak különböző állapotait és megnyilvánulásait aránylag gyakran és sokan vizsgálták sokféle vonatkozásban. [5,6] Ez részben annak tulajdonítható, hogy romantikus szemszögből a szere-

lem mindig a költők és művészek alkotási területe volt, a lélekemelő fennköltség és/vagy a szívfájdítás jegyében. [7] A szerelem, angolul *love* szó etimológiailag a vágy, vágyakozás, elégedettség szavakból származik és a gyökere közös a *libidóéval*.

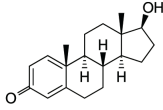
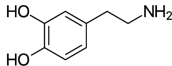
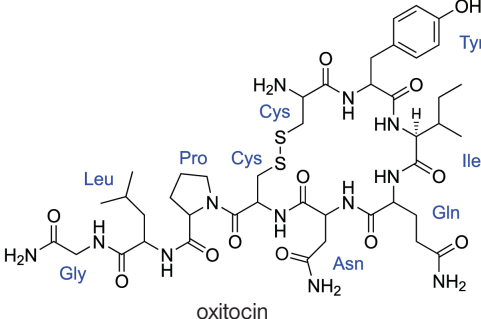
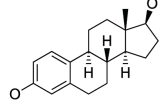
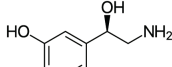
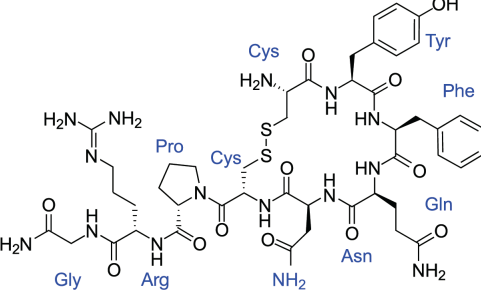
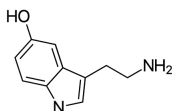
### Mechanizmus

Ahhoz, hogy egy másik nemű személlyel való találkozás „szerelemmé” váljon, számos változásnak kell létrejönnie az emberi szervezetben. Bizonyos molekulák üzeneteket szállítanak a szervek és a testrészek között, mert az információknak el kell jutnia a test egyik részéből a másikba. Ilyen molekulák például az acetilkolin, az adrenalin, a noradrenalin, a dopamin és a szerotonin. Ezeknek fontos szerepe van a szerelmi kémiai játékokban. A hormonmoleku-

lák valamelyik szakosított szöveti mirigyben képződhetnek, például a hasnyálmirigyben, és a véráramlatban terjednek. Fogadásukra a célszervek sejteinek felületén speciális receptorok vannak. Zárkulcs reakciók jönnek létre a hormon és a receptor között, amelyek jelzik az üzenet megérkezését. A szóba jöhető molekulák között említik például a kortizont, az inzulint és általában a szexhormonokat. A legszélesebb értelemben minden hormonmolekulának valamilyen teendője van a szerelemben. Különleges érdeklődésre számíthat a tesztoszteron és az ösztrogén, a két, talán legfontosabb szexhormon. Ezek hozzák létre a vágyat, és nélkülük nincs öröm a szexben. [8]

A tudományos kutatás általában három fokozatra osztja a szerelmet: vágy (lust), vonzódás (attraction) és ragaszkodás (at-

1. ábra. A szerelem fokozatai és főbb molekulái

Vágy	Vonzalom	Ragaszkodás
 <p>tesztoszteron</p>	 <p>dopamin</p>	 <p>oxitocin</p>
 <p>ösztrogén</p>	 <p>noradrenalin</p>	 <p>vazopresszin</p>
 <p>szerotonin</p>		



tachment). Az ingerületátvivő (neurotranszmitter) molekulák közül egyesek felelősek a vágyért, a többi határozza meg a szerelmi ragaszkodást és vonzódást (**1. ábra**). A fokozatok egymástól függetlenül is működhetnek. Külön említést kell tegyünk arról, hogy csaknem mindennek a forrása a középagy. Ez a kulcsfontosságú apró terület az, ami sok mindent meghatároz: hangulatot, jó és rossz érzeteket, motivációt. Működése az a megalimpikus pólus, amihez a kellemes érzetek, az ösztönös magatartás, a jutalmazás és a függőségek alakulása is kapcsolható. Laikus nyelven ezt rendszerint jutalmazási központnak (nucleus accumbensnek) is nevezik.

A dopamin különösen fontos molekula a szerelmi vonzódásban és az eufória létrejöttében. Üzenetközvetítő molekulák befolyásolják a „jutalmi rendszert” (reward system) is. Bizonyos vegyületek, mint például a kokain, az amfetamin és származékaik megnövelik a dopaminszintet és szintén aktiválják a jutalmi központot. Ez az agyi dopamin felszabadulásával eufóriát hoz létre, és az elégedettség érzését kelti a szerelmesekben. A norepinefrinnek is nevezett noradrenalin molekula hatása hasonló a dopaminéhoz. Kémiai reakcióval a dopamin noradrenalinná változtatható. Az adrenalin szerelemstimuláló hatása van. Stresszes helyzetekben néhány milliszekundum alatt kerül a vérbe a mellékvesével emlékeztetéseikből, és stresszállapotot hoz létre a szervezetben. Következésképpen a szív gyorsabban ver, az oxigén- és vérszükséglet megnő, a tenyerek izzadnak. A szerotonin neurotranszmitter és gyakran „örömhormonként” is hivatkoznak rá. Az emberi test körülbelül 10 mg szerotonint tartalmaz. Erre a mennyiségre a kellemes érzés előidézéséhez szükség van. Ha a szerotoninszint csökken, a kedélyállapot megváltozik. Álmatlanság, depresszió és lankadás az eredmény. A szerotonin az étvágyat és a fájdalomérzést is befolyásolja. Így nem meglepő a szerepe a szerelemben sem.

A szerotonin előállításához az emberi szervezetnek egy aminosavra (a triptofánra) van szüksége. Nehézségnek tekinthető, hogy a triptofánt az emberi test nem tudja maga előállítani, ezért az étellemmel kell a testbe juttatni. Bizonyos ételek szerotonint vagy triptofánt tartalmaznak, például a gyümölcsök, mint a banán, az ananász, a málna vagy az eper. A szezám és a tejberizs szintén ellátja a testet szerotinnal, ahogy a csokoládé is. Az oxitocin és a vazopresszin is kiemelkedő molekulák a szerelemben és a kötődésben. Az „ölekezés és bizalom” (cuddle and trust) név-

vel is ellátott hormon, az oxitocin, az ölekezést és a bizalmat növeli és a komfort kellemes érzését hozza létre. [9]

A vazopresszinnek a kardiovaszkuláris feladatokban, valamint a vérnyomás karbantartásában van fontos szerepe. Emellett a ragaszkodás hormonjaként is számoltartják. Férfiakban a szerepe fontosabb, mint a nőkben, mivel az oxitocinmelésük kisebb. Ők ezt a hormont használják helyette a párkötődéshez. [9] Mindkét hormont a hipotalamuszbeli paraventriculáris és supraoptikus magok termelik, és az agyalapi mirigyben keresztül bocsátják a vérkeringésbe, ahol a megfelelő receptoraikat keresik.

Három különböző típusú vazopresszinreceptor és egyfajta oxitocinreceptor fedezték fel eddig. A V1a vazopresszinreceptor, valamint az oxitocinreceptor jelen van a szerelemmel kapcsolatos több agyrészben is, beleértve a dopamintermelő agyi rendszert. [10] Ez azt jelenti, hogy az oxitocin és a vazopresszin hatása bizonyos mértékben dopaminfüggő. Kis, monogám emlősökben, a mezei egerekben, amelyeket a ragaszkodás modelljeként alkalmaztak a szerelem-kutatásokban, azt mutatták ki, hogy az említett receptorok eloszlása és sűrűsége jelentős szerepet játszik a párkötődésben, [11] de a mezei egerekben különbségek is vannak az oxitocin és a vazopresszin hatásában. Az oxitocinnak anxiolitikus és stresszcsökkentő hatásai vannak, és partnerkötődést indukálnak a nőstényekben. Másrészt a vazopresszin fokozza a félelem- és stresszválaszokat, és társzkötődést hoz létre hímelekben. [9] Ez igaz az emberekre is, és kutatások kimutatták, hogy ez a történelem előtti szülőgyermek kötődésből ered, amikor az anyák gondozták és az apák védtek veszélyben az utódokat. [12] Amikor a dopamin jutalmazási rendszerhez kapcsolódik, az oxitocin és a vazopresszin dopaminkibocsátást hoz létre, ezáltal ragaszkodási tapasztalattá teszi a szerelmet. [13]

A dopamintermelés, valamint a jutalmazási rendszerben az 1(D1) vagy 2(D2) dopaminreceptorok határozzák meg a párkapcsolat egyediségét. A D1 stimulálása neuroplaszticitást, vonzalomhoz kapcsolódó tanulást és emlékezést hoz létre, valamint blokkolja a mezei egerekben kialakuló párkapcsolatokat. Másrészt a D2-t kifejező neuronok hatnak a ventrálpalindumra és integrálják az információt a vazopresszinerg rendszerbeli neuronokkal, valamint aktiválják a párkapcsolatot létrehozó idegi hálózatokat. Mezei egerekben a D1-megnyilvánulás újraszabályozódik, mi-

után az első kötődés megtörténik, ezáltal megelőzve a szabad szerelmi spontaneitási (promiszkuitási) viselkedést. [14] A kapcsolat első fázisa után a szerotoninszintek az eredetire térnek vissza. Végül megemlítjük, hogy a kutatások a norepinefrin-, [14] a kortizol- és a tesztoszteronszintek [9] különlegesen fontos szerepére is felhívták a figyelmet.

## Utószó

Mint a fentiekben láttuk, különböző molekulák fontos szerepet játszanak a szerelemben és abban, hogyan éljük át érzelmi kapcsolatunkat. Hatásaik nemcsak ezek szintjétől függenek, hanem azok receptorainak számától és eloszlásától is. Ez az oka, hogy a szerelem mögötti kémia néha nehezen összegezhető és általánosítható. Az ismeretek után feltehetjük a kérdést, hogy mi a szív szerepe a szerelemben. A szív és az agy viszonya egyéni mérlegelés tárgya, de az érzelmek valójában a molekulák forgalmának szintjén dőlnek el. ●●●

## IRODALOM

- [1] J. Pawlitschek, *J. Environment Stud. Sci.* (2013) 4, 2.
- [2] R. Boock, *Psychol. Review* (2002) 109, 739.
- [3] D. Hwan, Emory University, *J. Hybrid Vigor*, 201, 1.
- [4] C. Carter, S. Porges, *EMBO Reports* (2013) 14, 12.
- [5] L. Thims, Research Project, #4, 2005, Chicago Institute of Human Thermodynamics.
- [6] L. Thims, *Human Chemistry*, vol. 1, Morrisville, NC, Lulu, 2007.
- [7] J. Adler, A. Cunningham, N. Jardine (eds.), in *Romanticism and Sciences*. Cambridge University Press, New York, 1990.
- [8] L. Young, B. Alexander, *The Chemistry Between Us: Love, Sex and the Science of Attraction*. Penguin, 2012.
- [9] A. de Boer, *Euroscience* (2012) 114.
- [10] A. Bartels, *Neuroimages* (2004) 21, 1155
- [11] T. G. Insel, L. E. Shapiro, *Proc. Nat. Acad. Sci.* (1992) 89, 5981.
- [12] J. Debiec, *FEBS Lett.* (2007) 581, 2580.
- [13] L. Young, Z. Wang, *Nat. Neurosci.* (2004) 7, 1048.
- [14] <https://uberdiyousus.livejournal.com/267831.html>

