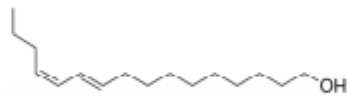


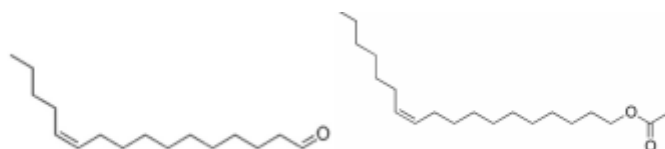
## A selyemhernyó nőtényének hívó szava – a bombikol

„Bevallom, csodálom és irigylem a kutyámat, Harryt, akinek egymillió szaglősejt van mindegyik orrlükében... Nem irigylem viszont a hím selyem-szövőlepkét, amely két kilométer távolságból repül a nőtény felé, amikor észleli annak illatát.” (Alexander Bródy) A selyemlepké (Bombyxmori) külsején sincs mit irigyelni. A gubókból kikelő lepkék (inkább pillék) nem virágról virágra röppenő kecses fajták. Testük tömzsi (a nőtény potroha a lerakandó petékkal teli, a hím hosszabb repülésre kész), színük fakó. Egy-két napig élnek, ez alatt nem táplálkoznak, szájuk sincs. Egyetlen feladatuk a szaporítás. A nőtény csökevényes szárnyaival repülni sem tud, de a hímnek nagy szárnyai vannak. Ahogy a nőtény kibújik a gubójából, egy illékony anyagot bocsát ki, amivel párját hívja. Ez a kémiai jel, a bombikol (egy szexferomon) volt az első, amit a rovarok világában felfedeztek (1959-ben).



A bombikol szerkezete

A feromonok közös tulajdonsága a hosszú szénhidrogénlánc által biztosított zsírolékonyság, ami meggátolja a nedves felületeken történő oldódást, és elősegíti a hím lepké gyantás felületű antennáin való megtapadást. Az inger a feromon úgy váltja ki, hogy egy idegsejt végződésén levő specifikus receptoron megkötődik. A receptor azonban vizes környezetben található, amin a zsírolékonyszerom nem juthat át. Ráadásul a vizes közegben a feromont lebontó enzimek is jelen vannak, hogy egy-egy megkötődés által kiváltott inger ne tartson sokáig. Így a hím lepké arra kényszerül, hogy a légáramban hozzá eljutó illatösvényt keresve újabb és újabb feromonmolekulákat keressen, és ezáltal megtalálja a nőtényhez vezető utat. A feromon eljuttatását az idegsejt felszínén lévő receptorhoz egy vízben oldható feromont kötő fehérje (pheromonbinding protein, PBP) oldja meg. Ez a feromont teljesen beburkolja, és mint egy komp átjuttatja az idegsejt vizes környezetén. A bombikolt megkötő PBP relatív molekulatömege mintegy 15900, és hat „spirális” lánc ( $\alpha$ -hélix) alkotja. A molekula alakja egy palackra hasonlít, amibe a nyílt láncú molekula egy keskeny „nyíláson” jut be. A palack belsejében elhelyezkedő aminosavegységek oldalláncai szigorú feltételeket szabnak a megkötődő feromonmolekula méretére, alakjára és kémiai összetételére nézve. Ez – a receptor specifikusságán felül – további szelekciót nyújt a rovarvilág számára a fajok keveredésének kivédésére. Elvégre a fuvallat szárnyán terjedő feromon sok hím lepkét elér, és egyidejűleg más rovarfajok nőténye is bocsát ki a bombikoltól kémiaiilag eltérő feromont. Biztosítani kell, hogy a bombikol ne hívogassa más fajok hímjeit, a hím selyemlepké pedig ne reagáljon más fajok nőtényeinek illatára. Ezt a célt szolgálja tehát a receptor és a PBP specifikussága a bombikolra nézve. A dohányrüggy bagolylepké és a közönséges muslica feromonja például nagyon hasonlít a bombikolra:



A dohányrüggy bagolylepké (balra) és a közönséges muslica feromonja

Mégis, egyik sincs hatással a hím selyemlepkére. A vizes környezetben átjuttatott bombikol csak akkor kapcsolódhat a receptorhoz és válthat ki ingert, ha kijut a PBP belsejéből. Kísérletileg igazolták, hogy a PBP konformációs változáson megy át a sejtmembrán felületén,

ahol a kémhatás enyhén savas (a pH 5 és 6 közötti). Ilyenkor a „fehérjepalack” felnyílik, a bombikol szabaddá válik és megkötődik a receptor felületén. (Simonyi Miklós: *Bombykol. A selyemhernyó nőstény lepkéjének hívó szava. Kémiai Panoráma 3. (2010) cikk alapján*)

1. Hány ténizomer létezik a bombikol konstitúciójával?

2. A bombikol többi ténizomere közül egyiknek sincs feromonhatása a hím selyemlepkére. Mi a magyarázata ennek a ténynek?

3. Főként milyen tulajdonságú aminosavoldalláncok lehetnek a palack alakú bombikol-PBP molekula belső felszínén és milyenek a „palack” külső felszínén?

a „palack” belső felszínén:

a „palack” külső felszínén:

4. Nevezze meg a szövegben szereplő másik két feromonmolekula funkciós csoportját!

a dohányrügy bagolylepke feromonjának funkciós csoportja:

a közönséges muslica feromonjának funkciós csoportja:

5. Milyen következménye lenne a bombikol lebontását katalizáló enzim hiányának? (Karikázza be a megfelelő válasz betűjelét az alábbi lehetőségek közül!)

A) Felgyorsulna a hím lepke repülése a nőstény felé.

B) A hím lepke ellenkező irányban keresné a nőstényt.

C) A hím lepke a nőstényt meglátva sem párosodna vele.

D) A hím lepke „tanácstalanná válna” a nőstény irányát illetően.

E) A nőstény kezdené keresni a hím lepkét.

6. Amikor a bombikol selyemlepkére gyakorolt hatását vizsgálták, azt a megdöbbentő tényt állapították meg, hogy a selyemlepke már azt is érzékeli, ha 1 liter levegő  $2,4 \cdot 10^{-20}$  g bombikolt tartalmaz. Hány bombikolmolekula van 1 liter ilyen levegőben?

(2017. május II.)

**Megoldás: (9 pont)**

1. 4 (a kettős kötések körül cisz vagy transz helyzet) *1 pont*
2. A bombikol receptora a selyemlepkében ennyire specifikusan csak ezt az izomert képes megkötni.  
vagy: A bombikol-PBP molekula nem képes megkötni a másik három izomert, így el sem jut a receptorhoz. *(A két válasz közül bármelyikért:)* *1 pont*
3. A „palack” belső felszínén: apoláris (vagy hidrofób) oldalláncok. *1 pont*  
A „palack” külső felszínén: poláris (vagy hidrofil) oldalláncok. *1 pont*
4. A dohányrügy bagolylepke feromonja: formilcsoport (aldehid) *1 pont*  
A közönséges muslica feromonja: észtercsoport. *1 pont*
5. D *1 pont*
6. A bombikol képlete:  $C_{16}H_{29}-OH$  ( $C_{16}H_{30}O$ ),  
így a moláris tömege: 238 g/mol *1 pont*  
 $2,4 \cdot 10^{-20} \text{ g} : 238 \text{ g/mol} = 1,0 \cdot 10^{-22} \text{ mol}$ , ami:  
 $1,0 \cdot 10^{-22} \text{ mol} \cdot 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 60$ , vagyis **60 molekula** van 1 liter levegőben. *1 pont*