

Csermely – Hrabák – Idei – Mészáros

# Bioorganikus kémia

Szerkesztette:

Dr. Mandl József



Semmelweis Kiadó

Csermely–Hrabák–Idei–Mészáros

---

# Bioorganikus kémia

---

szerkesztette: dr. Mandl József

---

Szerkesztette: **DR. MANDL JÓZSEF**

egyetemi tanár, igazgató  
Semmelweis Egyetem  
Orvosi Vegytani, Molekuláris Biológiai  
és Patobiokémiai Intézet

Írták: **DR. CSERMELY PÉTER**  
**DR. HRABÁK ANDRÁS**  
**DR. IDEI MIKLÓS**  
**DR. MÉSZÁROS GYÖRGY**

egyetemi tanár  
egyetemi docens  
tudományos tanácsadó  
egyetemi docens  
Semmelweis Egyetem  
Orvosi Vegytani, Molekuláris Biológiai  
és Patobiokémiai Intézet

Az első kiadást  
lektorálta: **DR. SZIKLA KÁROLY**

egyetemi adjunktus  
Semmelweis Egyetem  
Orvosi Biokémiai Intézet

Az e-könyv alapja a 2005-ben megjelent kiadás (ISBN 963 9214 81 7)

---

© *Dr. Mandl József, 2005*

**ISBN 978 963 331 005 2**

A könyv szerzői jogi oltalom és kizárólagos kiadói felhasználási jog alatt áll. Bármely részének vagy egészének mindennemű (légyen ez e-könyv, CD vagy egyéb digitális megjelenés) többszörözése kizárólag a szerző és a kiadó előzetes írásbeli engedélye alapján jogszerű.



A kiadásért felel a Semmelweis Kiadó igazgatója

Tördelőszerkesztő-grafikus: Ángyán Gergő

---

---

# Tartalom

<b>Előszó</b> (dr. Mandl József) . . . . .	7
<b>1. Bevezetés</b> (dr. Csermely Péter) . . . . .	8
<b>2. A szerves vegyületekben előforduló legfontosabb kötéstípusok</b> (dr. Csermely Péter) . . . . .	9
2.1. A promóció és a hibridizáció fogalma, az $sp$ hibridállapot . . . . .	9
2.2. A $\sigma$ kötés . . . . .	12
2.3. Az $sp$ , az $sp$ hibridállapot és a $\pi$ kötés . . . . .	13
2.4. Kötéshossz és kötési energia szerves vegyületekben . . . . .	15
2.5. Delokalizált kötések szerves vegyületekben . . . . .	16
2.6. Az aromás karakter . . . . .	19
<b>3. Szerves vegyületek dipólusmomentuma</b> (dr. Csermely Péter) . . . . .	21
3.1. Dipólusmomentum, szerves vegyületek polározottsága, polarizációja. . . . .	21
3.2. Szerves vegyületek sav-bázis karaktere, mint a bennük lévő töltéseltolódások egyik következménye . . . . .	23
<b>4. A szerves molekulák térbeli szerkezete, izoméria, a szerves vegyületek elnevezési szabályai</b> (dr. Hrabák András). . . . .	27
4.1. A konstitúció, konfiguráció és konformáció fogalma és jelentősége. . . . .	27
4.2. A konstitúciós izoméria fajtái és a vele kapcsolatos elnevezési szabályok . . . . .	28
4.2.1. Kapcsolódási (elágazási, szénváz) izoméria . . . . .	28
4.2.2. Helyzeti izoméria . . . . .	29
4.2.3. Tautóméria . . . . .	31
4.3. Geometriai izoméria . . . . .	34
4.4. Sztereoizoméria (optikai izoméria). A kiralitás . . . . .	36
4.4.1. A kiralitási centrum fogalma és összefüggése az izomerek számával. . . . .	37
4.4.2. A királis vegyületek ábrázolása és elnevezése . . . . .	37
4.4.2.1. A Fischer-féle ábrázolás és elnevezés. . . . .	37
4.4.2.2. A Cahn-Ingold-Prelog ábrázolási mód (C.I.P.) és elnevezés. . . . .	39
4.4.2.3. Néhány példa a királis vegyületek elnevezésére . . . . .	40
4.4.3. Az enantiomerek fizikai-kémiai tulajdonságai . . . . .	41
4.4.4. A kiralitás biológiai jelentősége . . . . .	44
4.5. A konformáció. . . . .	44
4.5.1. Alifás szénhidrogének konformációi. . . . .	45
4.5.2. Aliciklusos vegyületek konformációs viszonyai . . . . .	47

4.6. A prokiralitás. Az enzimek sztereospecifitása . . . . .	50
4.6.1. A prokiralitás fogalma, szerkezeti feltételei. . . . .	50
4.6.2. A prokiralitás általános jellemzői . . . . .	51
4.6.3. A prokiralitás vegyületek nomenklatúrája. Sztereospecifikus számozás (sn) . . . . .	52
4.6.4. A prokiralitás enzimreakciók legismertebb példái. . . . .	54
<b>5. A szerves vegyületek csoportosítása és legfontosabb kémiai tulajdonságaik jellemzése (dr. Mészáros György és dr. Idei Miklós)</b> . . . . .	57
5.1. A szénvegyületek csoportosítása . . . . .	57
5.1.1. A vázak szerinti csoportosítás. . . . .	57
5.1.2. Funkciós csoportok . . . . .	58
5.2. A szerves kémiai reakciók típusai és lehetséges mechanizmusai . . . . .	59
5.2.1. A szerves kémiai reakciók típusai . . . . .	59
5.2.2. A szerves kémiai reakciók lehetséges mechanizmusai . . . . .	59
5.2.2.1. Homolízis . . . . .	59
5.2.2.2. Heterolízis . . . . .	60
5.2.3. A szerves kémiai reakciók jelölése . . . . .	60
5.3. Fontosabb szerves vegyületek és reakcióik . . . . .	60
5.3.1. Alkánok és származékaik tulajdonságai . . . . .	60
5.3.1.1. Nyílt láncú alkánok . . . . .	60
5.3.1.2. Gyökös típusú szubsztitúciós reakciók (SR) . . . . .	62
5.3.1.3. Halogéntartalmú paraffinszármazékok (alkilhalogenidek) . . . . .	63
5.3.1.4. Az alkilhaloidok jellemző reakciója: a nukleofil szubsztitúció . . . . .	64
5.3.1.5. Cikloalkánok . . . . .	67
5.3.2. Telítetlen szénhidrogének . . . . .	68
5.3.2.1. Olefinek . . . . .	68
5.3.2.2. Acetilén típusú szénhidrogének . . . . .	68
5.3.2.3. A telítetlen vegyületek addíciós készsége . . . . .	69
5.3.2.4. Az izoprénvázas vegyületek, a poliének tulajdonságai. . . . .	73
5.3.3. Aromás vegyületek . . . . .	76
5.3.3.1. Az aromás vegyületek általános jellemzése . . . . .	76
5.3.3.2. A benzol és homológjai . . . . .	77
5.3.3.3. Többgyűrűs, policiklusos aromás szénhidrogének . . . . .	78
5.3.3.4. Aromás vegyületek reakciói . . . . .	78
5.3.4. Vázban heteroatomot tartalmazó gyűrűs szénvegyületek (heterociklusos vegyületek) . . . . .	84
5.3.4.1. Egy gyűrű egy heteroatommal . . . . .	84
5.3.4.2. Egy gyűrű több heteroatommal. . . . .	85
5.3.4.2. Több gyűrű egy vagy több heteroatommal . . . . .	88
5.3.4.4. A porfirinvázas . . . . .	89
5.3.5. Oxigéntartalmú szénvegyületek. . . . .	90
5.3.5.1. Alkohokok, éterek . . . . .	91
5.3.5.1.1. Alkohokok csoportosítása, nomenklatúrája . . . . .	91
5.3.5.1.2. Éterek csoportosítása, nomenklatúrája. . . . .	94
5.3.5.1.3. Alkohokok és éterek szerkezete, tulajdonságai. . . . .	94
5.3.5.1.4. Alkohokok amfoter jellege, az éterek bázisos jellege . . . . .	95

5.3.5.1.5. Az alkoholok kémiai reakciói . . . . .	96
5.3.5.1.6. Néhány fontos alkohol és alkoholszármazék . . . . .	97
5.3.5.1.7. Enolok . . . . .	98
5.3.5.1.8. Fenolok . . . . .	99
5.3.5.2. Karbonilcsoportot tartalmazó vegyületek . . . . .	100
5.3.5.2.1. Az oxovegyületek osztályozása . . . . .	100
5.3.5.2.2. A karbonilcsoport szerkezete . . . . .	100
5.3.5.2.3. Fontosabb oxovegyületek . . . . .	101
5.3.5.2.4. Aldehidek, ketonok reakciói . . . . .	102
5.3.5.2.5. Dioxovegyületek . . . . .	105
5.3.5.3. Karbonsavak . . . . .	106
5.3.5.3.1. A karbonsavak csoportosítása, nevezéktana . . . . .	107
5.3.5.3.2. A karbonsavak előállításai: . . . . .	109
5.3.5.3.3. A karbonsavak fizikai és kémiai sajátosságai: . . . . .	109
5.3.5.3.4. A karbonsavak reakciói . . . . .	111
5.3.5.3.5. Fontosabb karbonsavak . . . . .	116
5.3.5.4. Kéntartalmú szerves vegyületek . . . . .	127
5.3.5.4.1. A kéntartalmú szerves vegyületek csoportosítása . . . . .	127
5.3.5.4.2. A kéntartalmú szerves vegyületek kémiai tulajdonságai és reakciói . . . . .	128
5.3.5.4.3. Fontosabb kéntartalmú szénvegyületek. . . . .	129
5.3.5.5. Nitrogéntartalmú szerves vegyületek . . . . .	130
5.3.5.5.1. A nitrogéntartalmú szerves vegyületek csoportosítása, reakciói . . . . .	130
5.3.5.5.2. Aminok és iminek . . . . .	133
5.3.5.5.3. Savamidok . . . . .	136
5.3.5.6. Foszfortartalmú szerves vegyületek . . . . .	138
<b>6. Biológiai fontos szerves vegyületek szerkezetvizsgálati módszereinek alapelvei (dr. Csermely Péter) . . . . .</b>	<b>141</b>
6.1. Szerves vegyületek elválasztására szolgáló módszerek . . . . .	141
6.1.1. Extrakció . . . . .	141
6.1.2. Kromatográfiai eljárások . . . . .	142
6.1.3. Gélszűrés . . . . .	143
6.1.4. Elektroforézis . . . . .	143
6.1.5. Ultracentrifugálás . . . . .	144
6.2. Szerves vegyületek szerkezetének vizsgálatára szolgáló módszerek . . . . .	145
6.2.1. Fizikai állandók vizsgálata. . . . .	145
6.2.2. Az elemi összetétel meghatározása . . . . .	145
6.2.3. Tömegspektrometria . . . . .	146
6.2.4. Funkcionális csoportok kimutatása . . . . .	146
6.2.5. Szerkezetbizonyítás lebontással és szintézissel . . . . .	147
6.2.6. Magmágneses rezonancia (NMR) . . . . .	147
6.2.7. Elektron-spín rezonancia (ESR) . . . . .	148
6.2.8. Ultraibolya és infravörös spektroszkópia . . . . .	148
6.2.9. Optikai forgatóképesség diszperziója (ORD-CD). . . . .	149
6.2.10. Röntgen- (elektron-, neutron-) diffrakció . . . . .	149

<b>7. A fontosabb vegyületek képletei (dr. Hrabák András)</b> . . . . .	151
7.1. Nyílt szénláncú alapvegyületek képletei . . . . .	151
7.1.1. Alkánok. . . . .	151
7.1.2. Alkének, alkinek. . . . .	152
7.1.3. Fontosabb telített homociklusos szénhidrogének képletei . . . . .	152
7.2. Fontos gyűrűs vázak képletei . . . . .	152
7.2.1. Homociklusos aromás alapvegyületek . . . . .	152
7.2.2. Heterociklusos alapvegyületek . . . . .	153
7.2.2.1. Egy gyűrű egy heteroatommal . . . . .	153
7.2.2.2. Egy gyűrű több heteroatommal . . . . .	153
7.2.2.3. Több gyűrű egy vagy több heteroatommal . . . . .	154
7.3. Szerves halogénvegyületek . . . . .	154
7.4. Szerves hidroxivegyületek . . . . .	154
7.4.1. Alkohokok és származékaik . . . . .	154
7.4.2. Fenolok. . . . .	155
7.4.3. Éterek . . . . .	155
7.5. Szerves oxovegyületek . . . . .	155
7.5.1. Aldehidek . . . . .	155
7.5.2. Ketonok . . . . .	156
7.6. Szerves savak képletei . . . . .	156
7.6.1. Monokarbonsavak homológ sora (sóik nevével). . . . .	156
7.6.2. Dikarbonsavak, trikarbonsavak . . . . .	157
7.6.3. Szubsztituált és aromás karbonsavak . . . . .	157
7.7. Nitrogéntartalmú vegyületek . . . . .	158
7.8. Kéntartalmú vegyületek. . . . .	159
7.9. Fontosabb kötéstípusok . . . . .	159
7.10. Ritkább funkciós csoport származékok . . . . .	161
7.10.1. Az oxocsoport kondenzációs származékai . . . . .	161
7.10.2. A karboxilcsoport kondenzációs származékai . . . . .	161