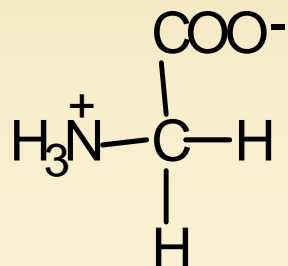


# Aminosavak, peptidek

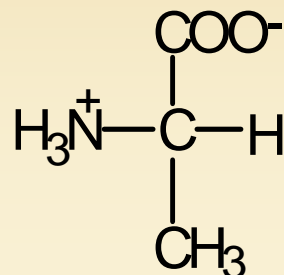
The background is a solid light beige color. In the bottom right corner, there are several overlapping, wavy, light grey lines that create a sense of movement or depth.

# Aminosavak

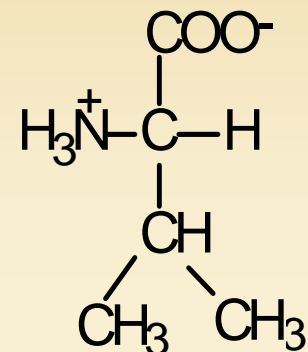
## Neutrális aminosavak



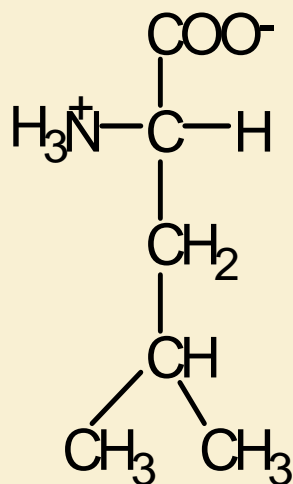
**glicin (Gly)**



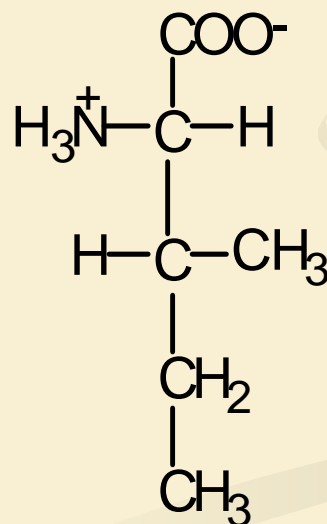
**alanin (Ala)**



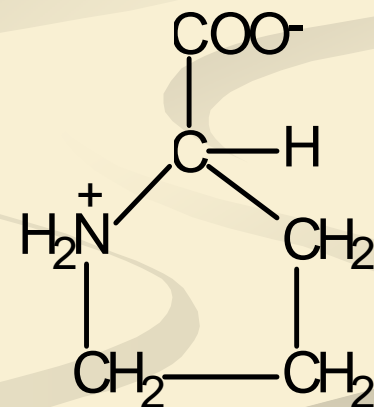
**valin (Val)**



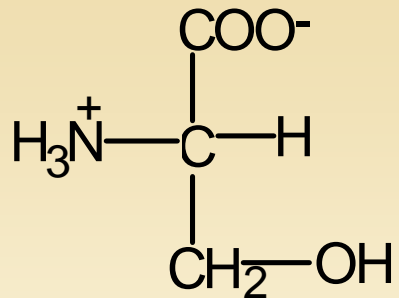
**leucin (Leu)**



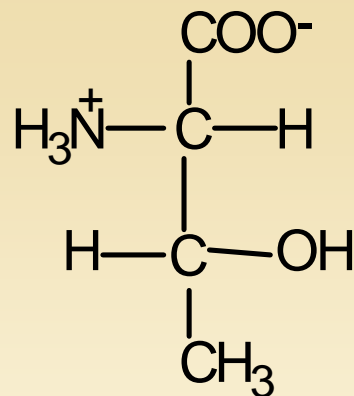
**izoleucin (Ile)**



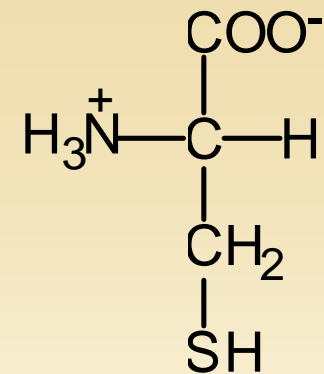
**prolin (Pro)**



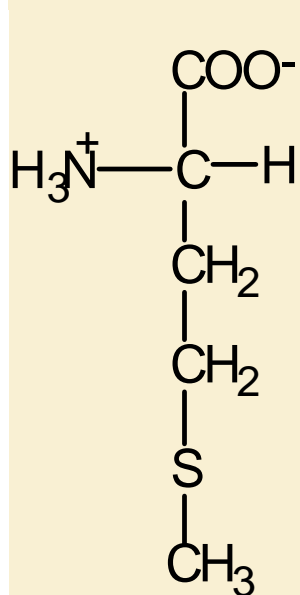
**szerin (Ser)**



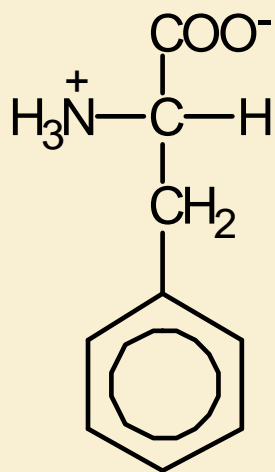
**treonin (Thr)**



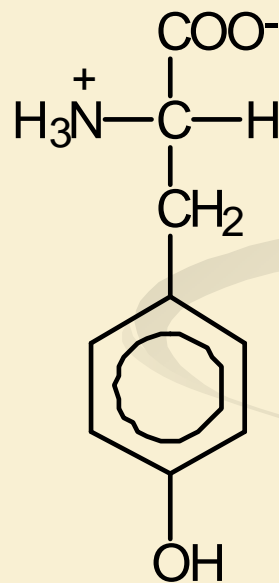
**cisztein (Cys)**



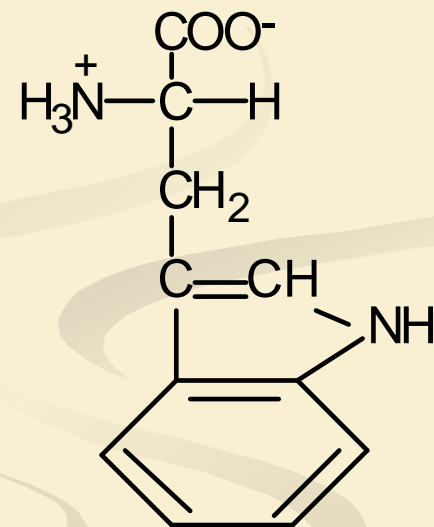
**metionin (Met)**



**fenilalanin (Phe)**

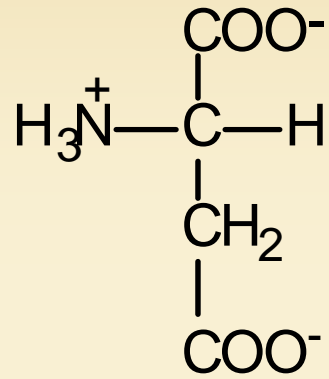


**tirozin (Tyr)**

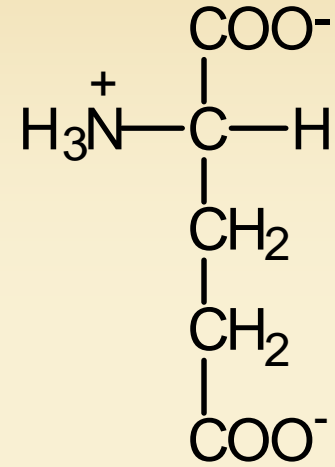


**triptofán (Trp)**

# Savas aminosavak

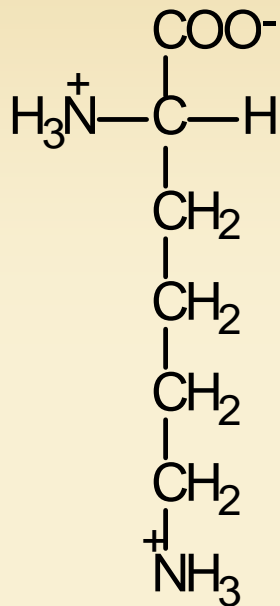


**aszparaginsav (Asp)**

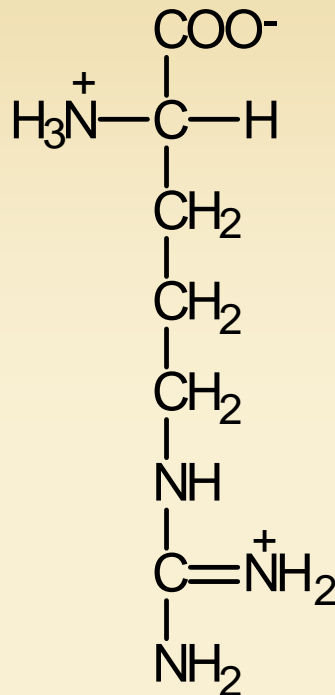


**glutaminsav (Glu)**

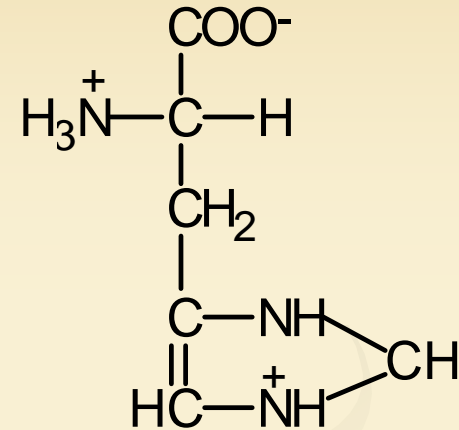
# Bázisos aminosavak



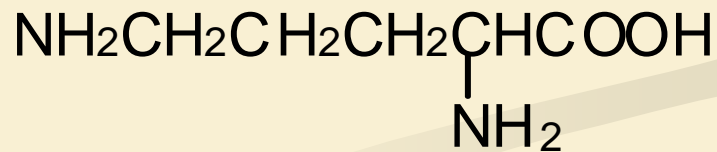
**lizin (Lys)**



**arginin (Arg)**

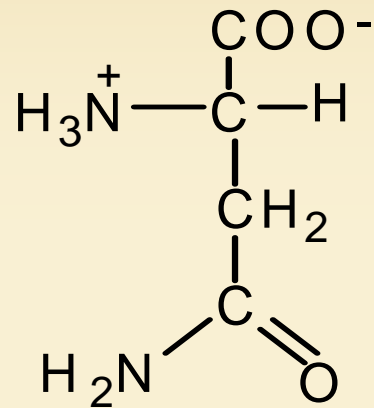


**hisztidin (His)**

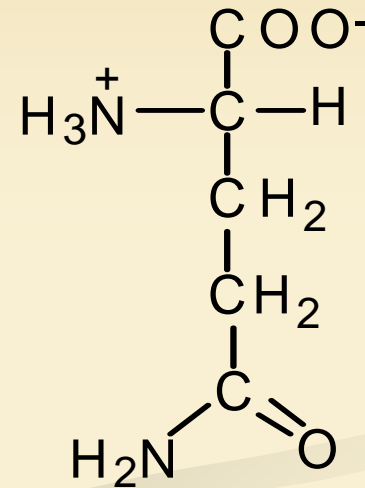


**ornitin**

# Monoamidok



**aszparagin (Asn)**



**glutamin (Gln)**

**Glicin:** 1820 zselatinból izolálták.

**Alanin:** selyemfibroinban nagy mennyiségben.

**Szerin:** 4–8%-ban a fehérjékben.

**Cisztein, cisztin:** 1–2%-ban a fehérjékben.

Diszulfidhidak révén nagy stabilitás.

**Treonin:** állati fehérjékben 4,5–5%, gabonafélékben kevesebb.

**Metionin:** esszenciális AS, állati feh.: 2–4%, növényi feh.: 1–2%.

**Arginin:** félig esszenciális AS, fehérjében 3–6%-ban található.

**Valin:** tojás- és tejfeh.: 7–8%, elasztin: 15%.

**Leucin:** legtöbb fehérjében 7–10%.

**Izoleucin:** 4–7%-ban van a fehérjében.

**Lizin:** hal: 10–11%, hús, tej, tojás: 7–9%,  
gabona: 2–4%.

**Aszparaginsav:** állati fehérjében 6–10%

**Aszparagin:** növényi csírák, fiatal növények  
fehérjéinek jellegzetes komponense.

**Glutaminsav:** 1866-ban izolálták búzalisztból.  
Búzafehérjében >30%, szójában, kukoricában 20%.

**Fenilalanin:** 4–5%-ban található a fehérjékben,  
tirozinná tud alakulni a szervezetben.

**Prolin:** búzában kb. 10%.

**Hisztidin:** 2–3% a fehérjékben.

**Triptofán:** 1–2%-ban van jelen.

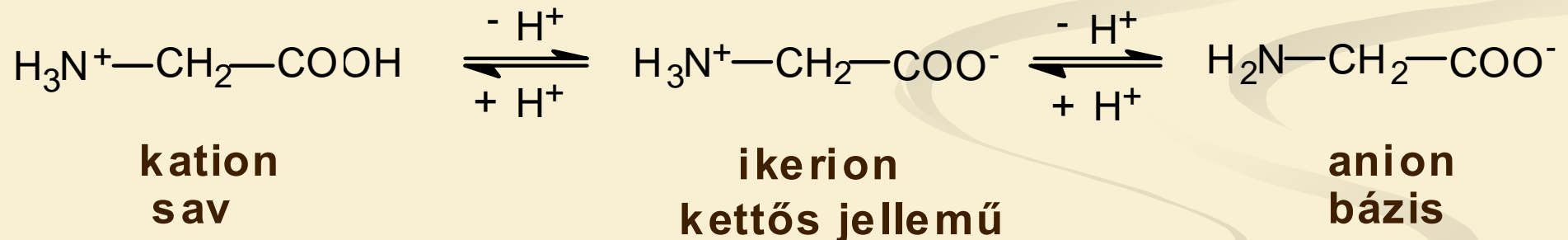


## Az $\alpha$ -aminosavak fizikai tulajdonságai

Magas olvadáspont, oldékonyság  $\longrightarrow$  sójellegetű szerkezet.

Savval is, lúggal is sót képeznek.

## Glicin ikerionos szerkezetének változása a pH hatására



## A természetes aminosavak fontosabb fizikai adatai

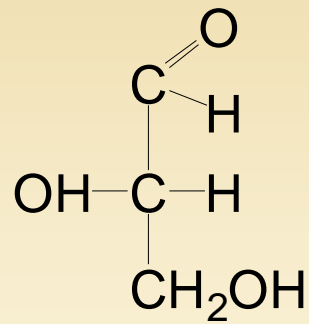
Aminosav	Op (°C)	[α]	pI	pK <sub>s1</sub>
Gly	292	–	6,06	2,34
L-Ala	297	+14,6°	6,00	2,34
L-Val	315	+28,3°	5,96	2,32
L-Leu	295	+16,4°	6,02	2,36
L-Ile	283	+41,0°	5,98	2,36
L-Thr	253	–15,2°	6,16	2,71
L-Cys	258	–23,2°	4,8	1,65
L-Met	283	+23,2°	5,74	2,28
L-Phe	283	–4,5°	5,48	1,83
L-Tyr	344	–10,0°	5,66	2,20
L-Trp	282	–34,1°	6,30	2,38
L-Pro	222	–60,4°	5,89	1,99
L-Asp	270	+25,4°	2,77	1,88(3,65)
L-Glu	249	+32,0°	3,22	2,19(4,25)
L-Lys	224	+26,0°	9,74	2,18
L-Arg	238	+27,6°	10,76	2,17

**$\alpha$ -helyzetű  $\text{-NH}_2$ -csoport báziserőssége =  $\text{NH}_3$   
de!**

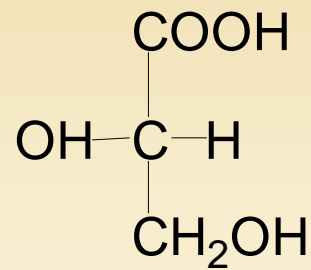
**Lys  $\epsilon\text{-NH}_2 \longrightarrow \text{pK}_b = 3,47$**

**Arg guanidino-csoportja  $\longrightarrow \text{pK}_b = 1,52$**

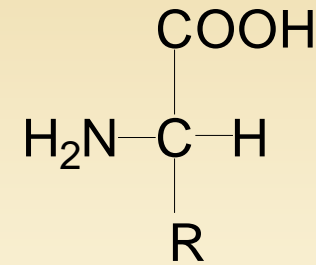
## Az $\alpha$ -aminosavak sztereokémiája



L-glicerinaldehid

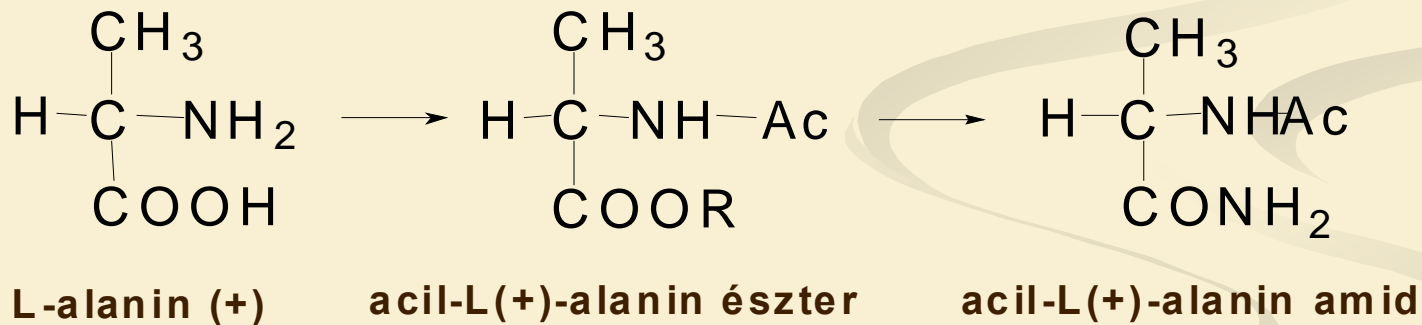


L-glicerinsav



L-aminosav

## Konfiguráció bizonyítás az optikai eltolódás alapján.



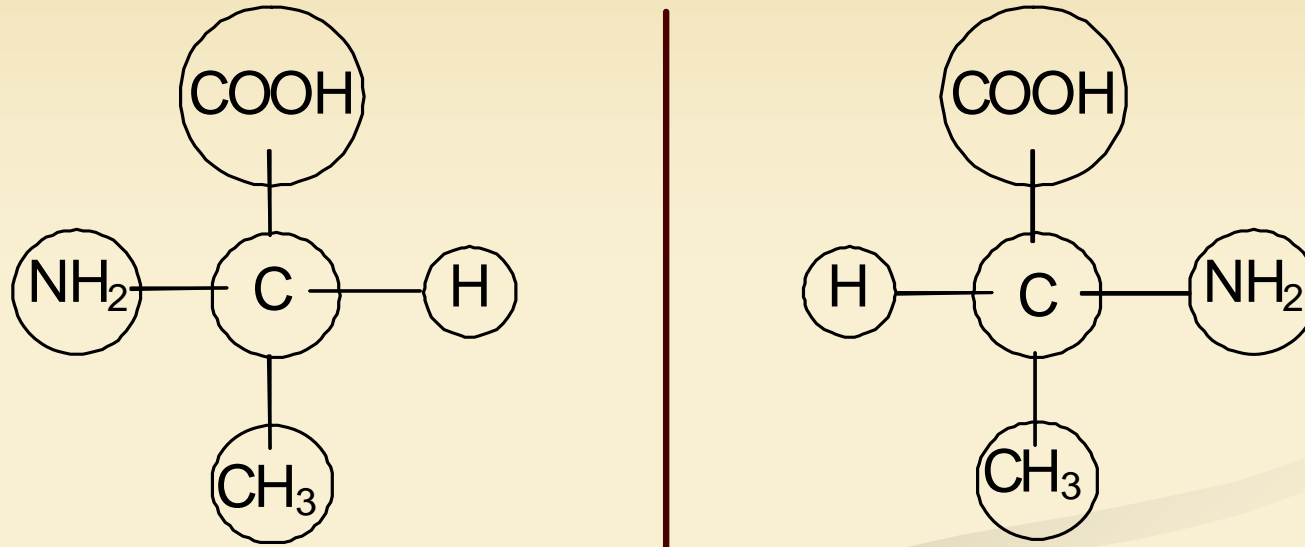
etil-észter:  $26^\circ$   
metil-észter:  $29^\circ$

**A változás az L(+) tejsavnál teljesen azonos**



**Alanin (+) konfigurációja = L-tejsav konfigurációjával**

## Az $\alpha$ -aminosavak L- és D- izomerjei

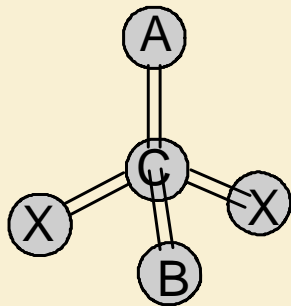


**Optikai izoméria, D- és L-alanin.**  
(A középső vonal a tükörsíkot jelenti.)

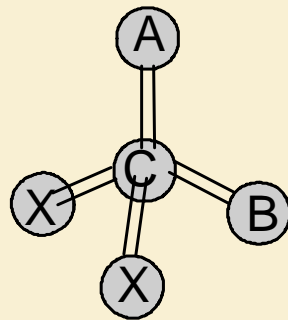
**Egy akirális, aszimmetria centrummal nem rendelkező, a.) és egy királis, aszimmetria centrummal rendelkező, b.) molekula**

a.)

Eredeti molekula

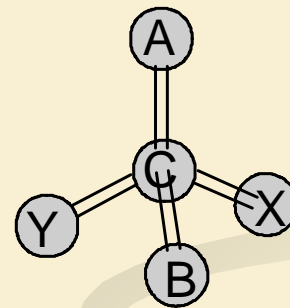


Akirális molekula: az eredeti molekulával fedésbe lehet hozni

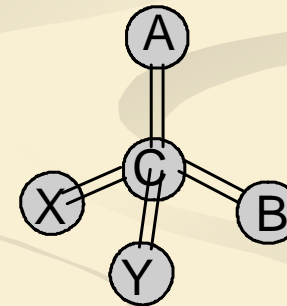


b.)

Eredeti molekula



Királis molekula: az eredeti molekulával nem lehet fedésbe hozni

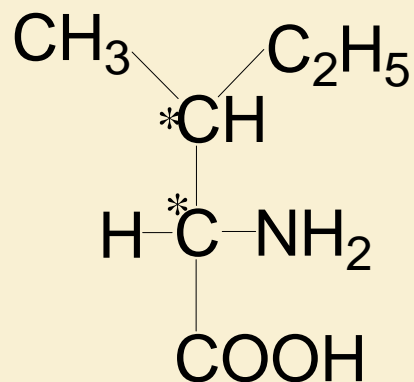


## Racemizáció:

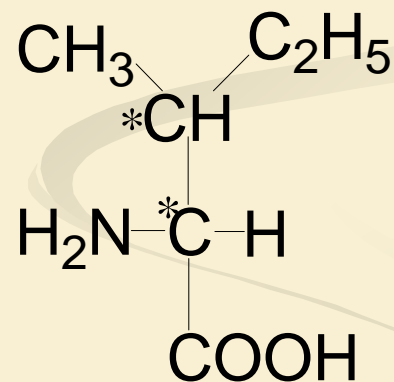
L- vagy D-aminosavból  $\longrightarrow$  DL aminosav

## Epimerizáció:

Két aszimmetriacentrum közül csak az egyik szimmetriája változik meg.



L-izoleucin



D-allo-izoleucin



# Az aromás aminosavak UV-abszorpciója

fenilalanin

firozin

triptofán

200–230 nm, és 250–290 nm-en  
abszorpciós maximum!

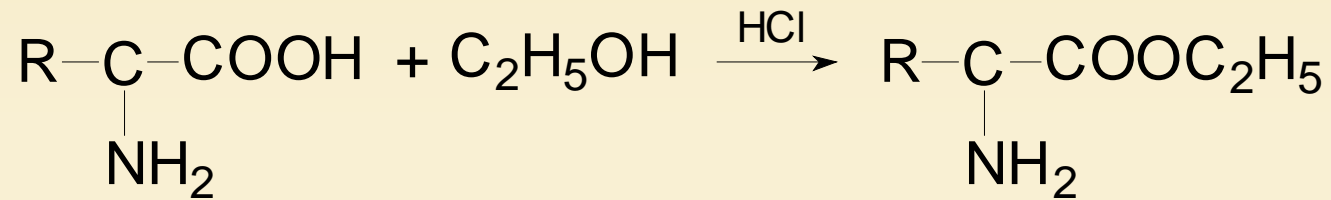


**Fehérje-meghatározás!**

# Az aminosavak kémiai tulajdonságai

## A karboxilcsoport reakciói:

### Aminosav-észterek

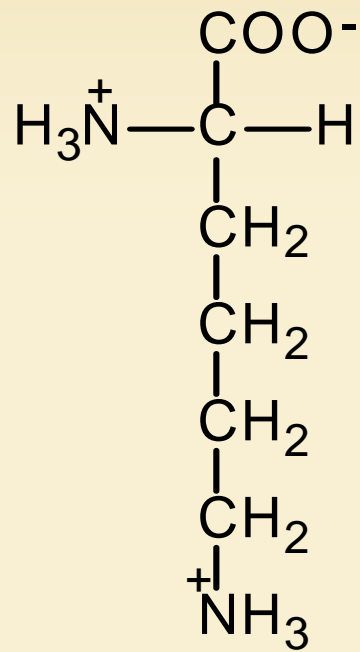


$\alpha$ -aminosav-etilészter

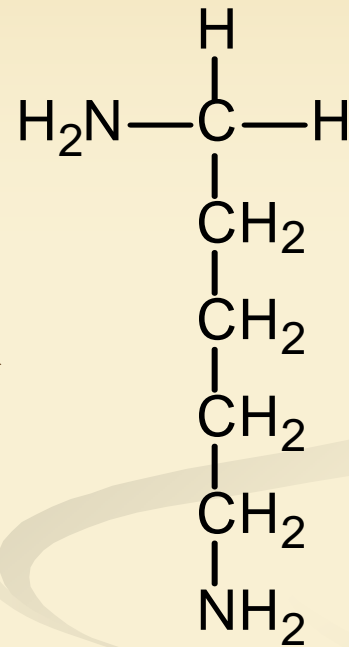
Aminosav dekarboxilezése  $\longrightarrow$  biogén aminok

lizin  $\longrightarrow$  kadaverin

ornitin  $\longrightarrow$  putreszcin



**lizin (Lys)**

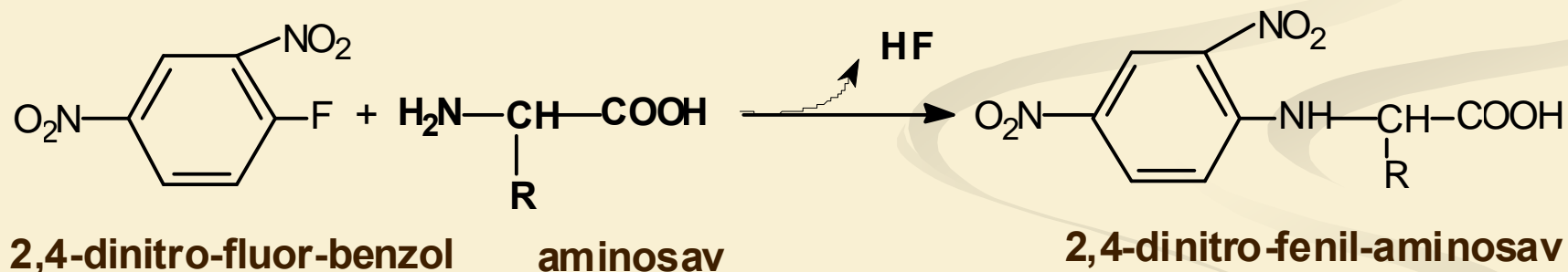


**kadaverin**

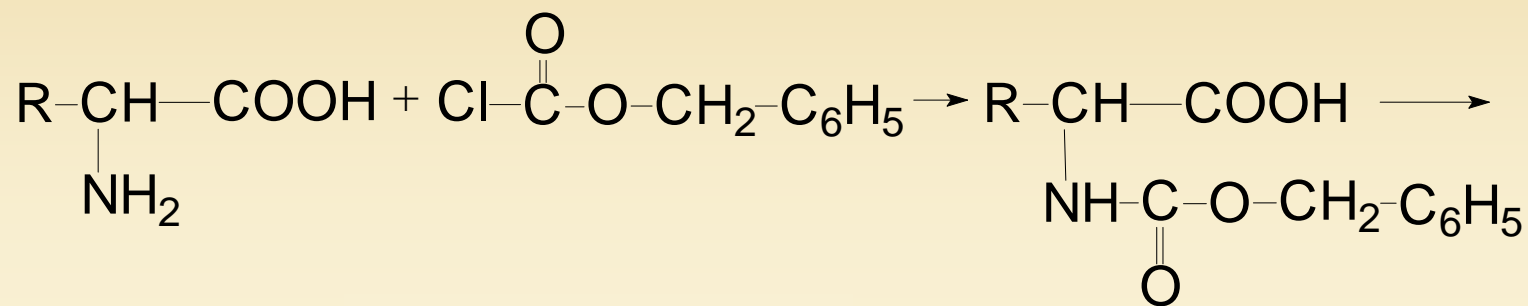
## Az aminocsoport reakciói:

**Alkilezés**  $\longrightarrow$  szekunder, terciér, kvaterner aminovegyületek.

**Arilezés**  $\longrightarrow$  pl. 2,4 dinitro-fluor-benzollal  
2,4 dinitro-fenil aminosavak  $\longrightarrow$  Sanger (1945), a  
fehérjék aminosav-sorrendjének meghatározása.



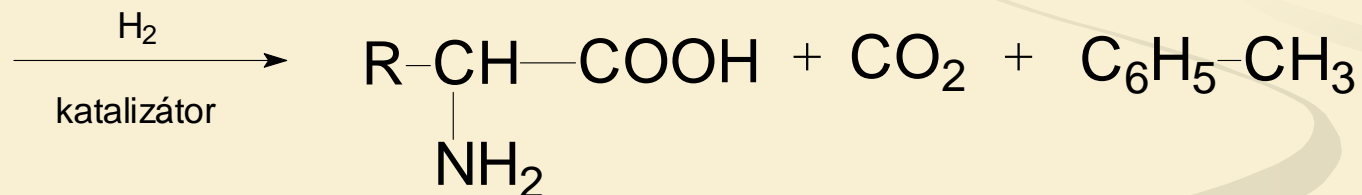
## Acilezés → N-acil-aminosavak



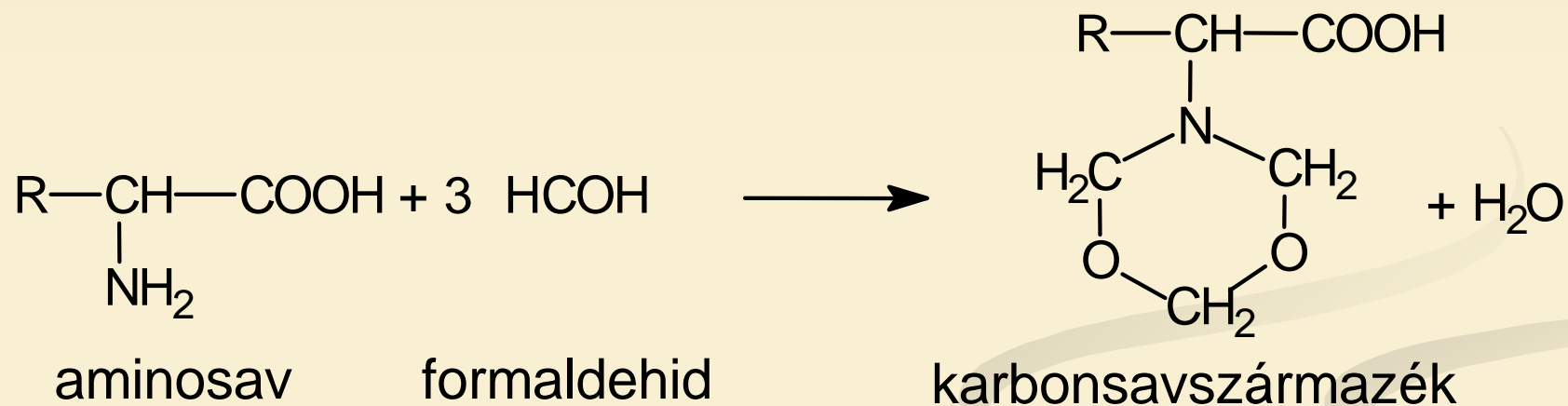
aminosav

klór-hangyasav  
benzil-észter

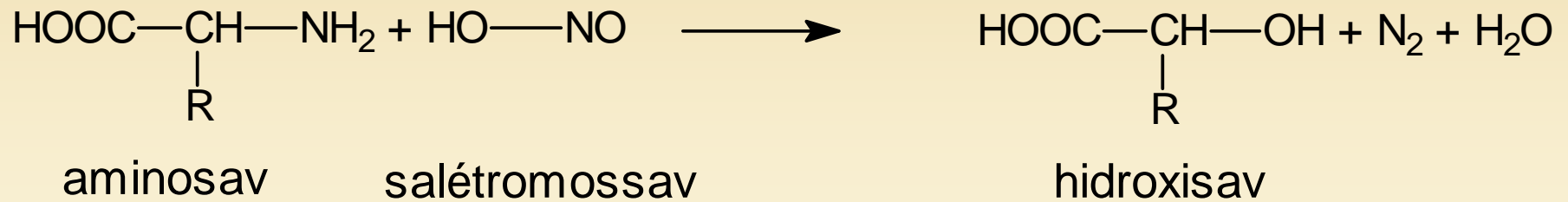
N-karbobenzoiloxi-  
aminosav



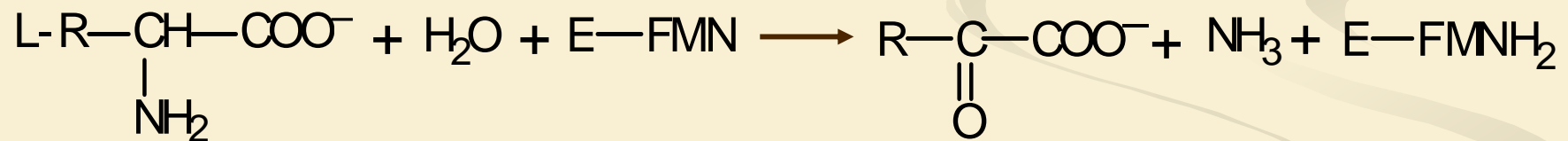
# Formaldehiddel $\longrightarrow$ N-metilol származék és heterogyűrű



## Salétromossavval $\longrightarrow$ nitrogénfejlődés

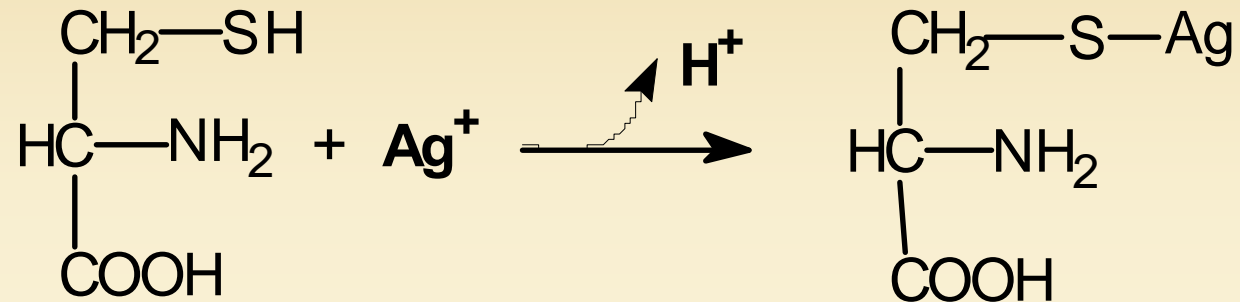


## Oxidálószerrek hatására $\longrightarrow$ dezaminálódás



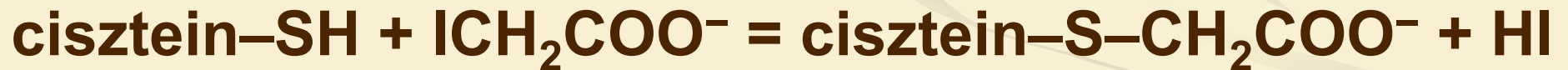
## Kéntartalmú aminosavak reakciói

### Merkaptidok nehézfémekkel



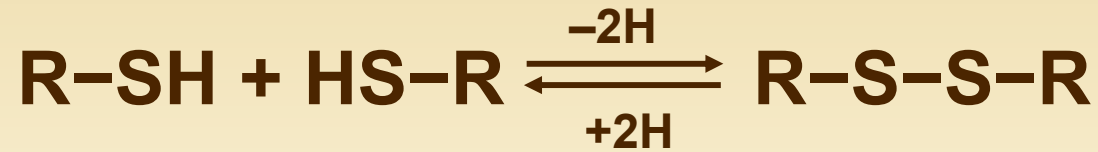
cisztein-fém-merkaptid

### Tioéterek alkil-jodidokkal



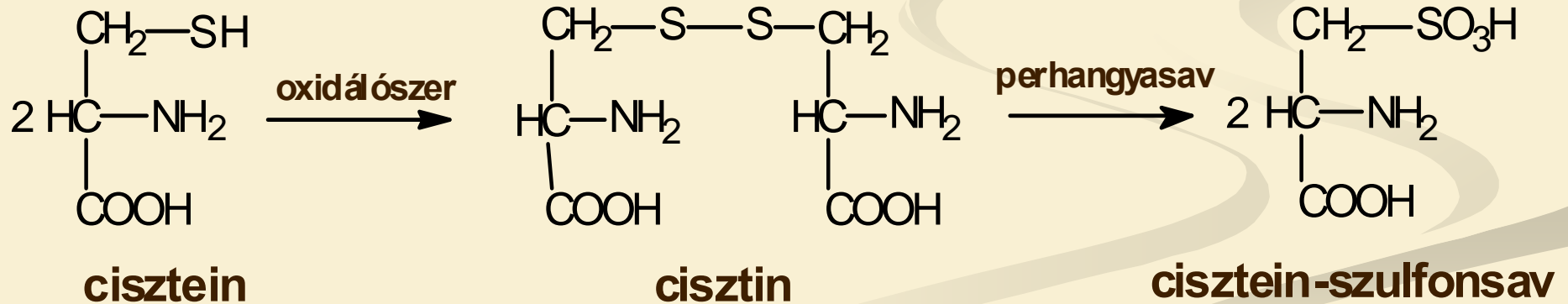


# Diszulfidok oxidálószerekkel

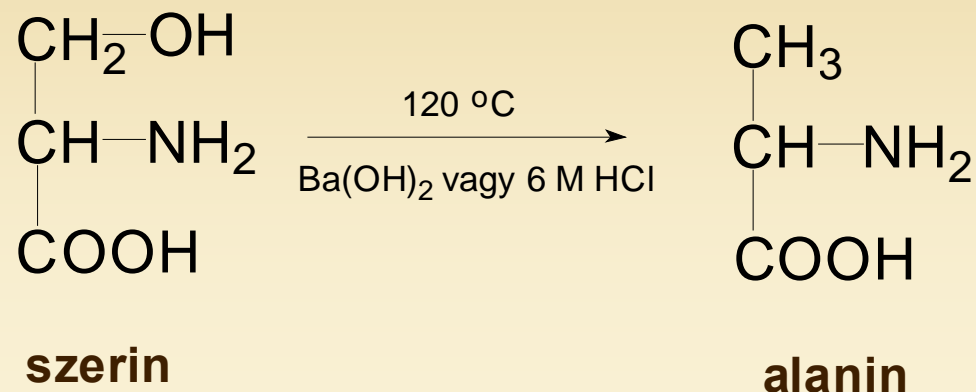


## Diszulfidhidak kialakulása

### erélyes oxidációval

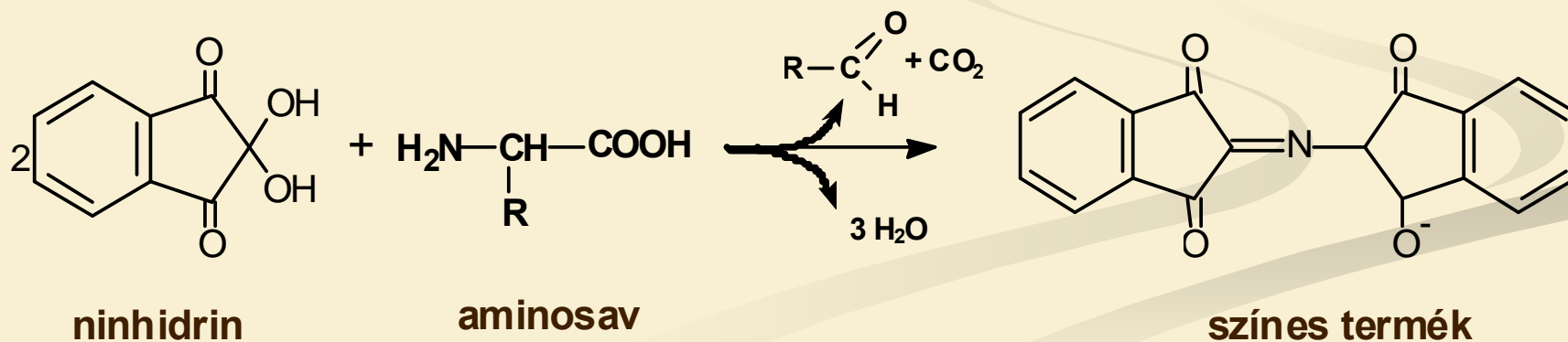


## Hidroxi-aminosavak reakciói:



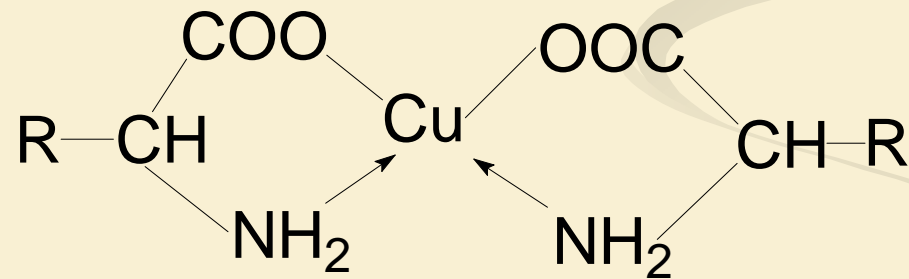
## Az aminosavak színreakciói:

**Ninhidrinnel**  $\longrightarrow$  **kékes-ibolya színű vegyület, de !**  
**prolin sárga**



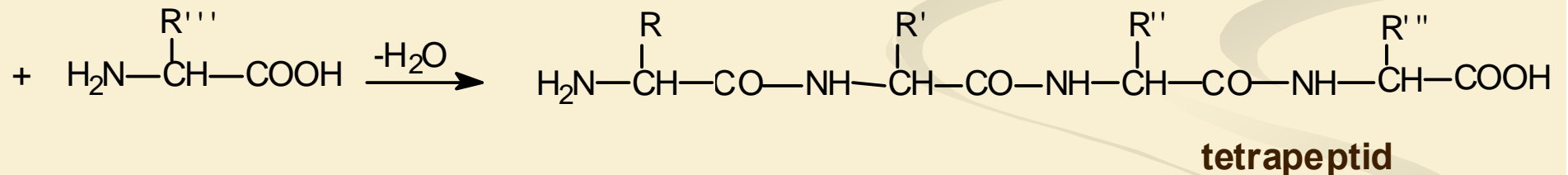
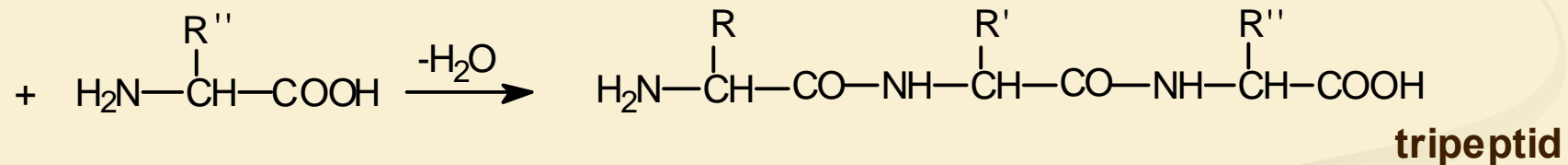
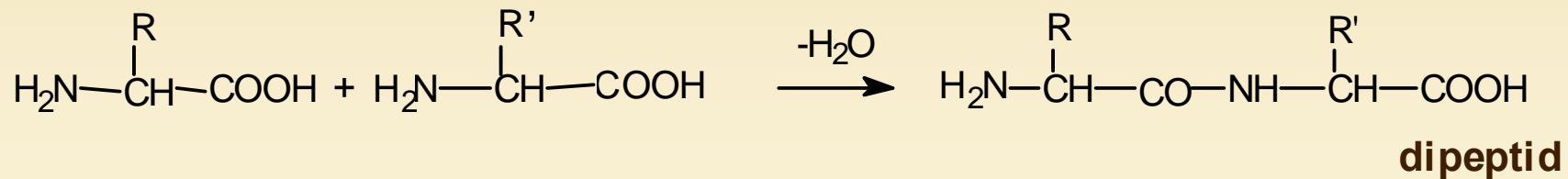
**Reakció naftokinon-szulfonsavval** → vörös színű vegyület (Folin-féle meghatározás)

**Reakció réz(II)-vegyületekkel** → mélykék színű komplex



# Az aminosavak közötti fontosabb reakciók

## Peptidkötés





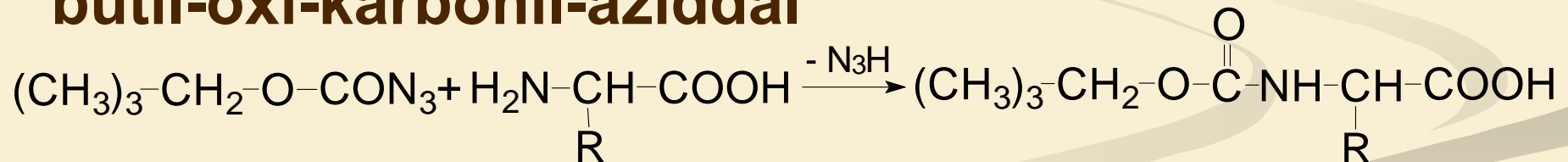
A legegyszerűbb dipeptid

## A peptidszintézis lépései:

- védett aminosav-származékok előállítása,
- a peptidkötés kiépítése (kapcsolás),
- a védőcsoportok eltávolítása.

### 1. Az aminocsoport védeése

pl. klórhangyasav benzilészterrel, vagy tercier-butil-oxi-karbonil-aziddal



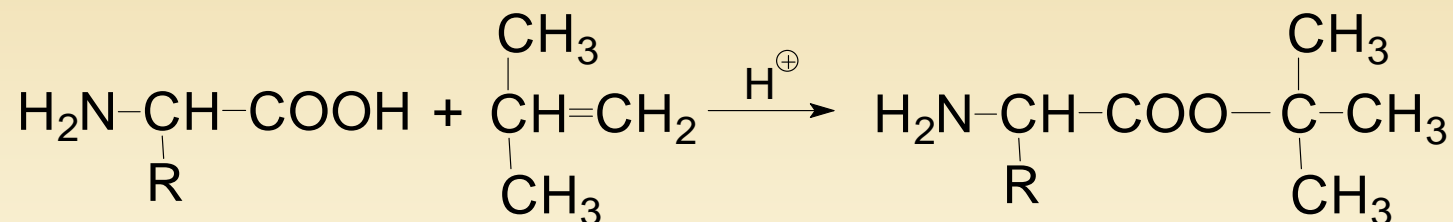
tercier-butiloxi-  
-karbonil-azid

aminosav

BOC-aminosav

## 2. A karboxilcsoport védeése

pl. aminosav-tercier-butilészter formában

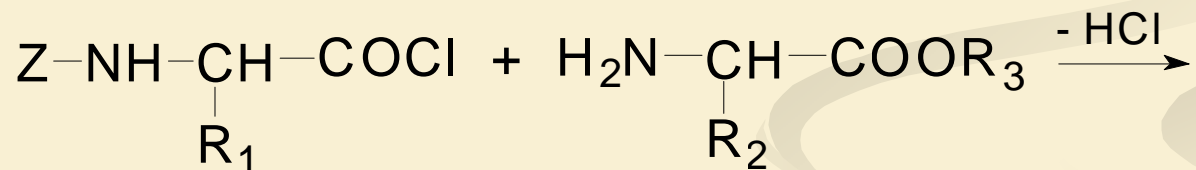


aminosav

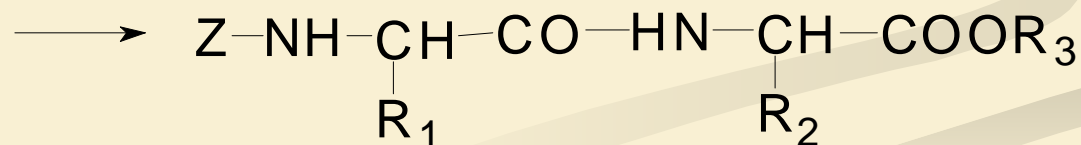
izo-butilén

aminosav-terc-butilészter

### 2.1. Aktiválás karbonsav-kloriddal

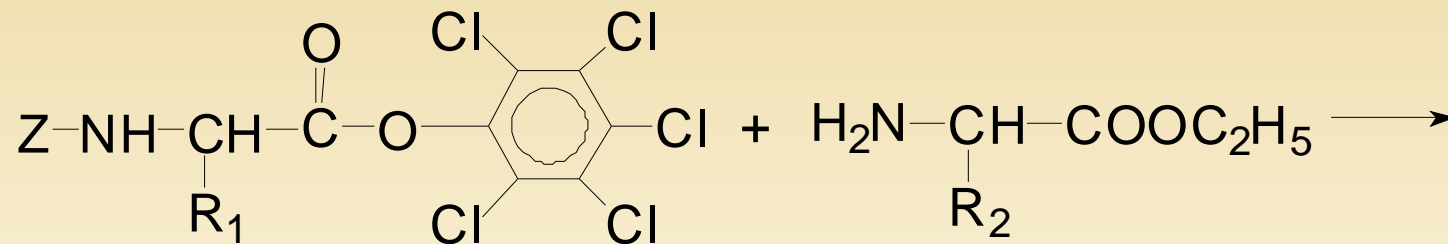


N-karbo-benziloxi-aminosav-klorid

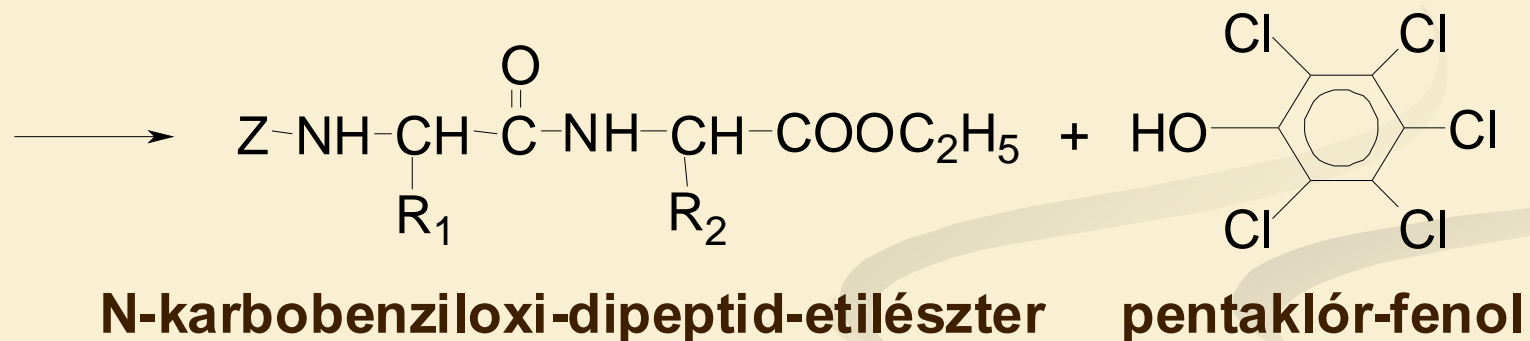


N-karbo-benziloxi-dipeptid-észter

## 2.2. Aktív észteres kapcsolás



N-karbobenziloxi-aminosav-  
-pentaklór-fenilészter      aminosav-etilészter

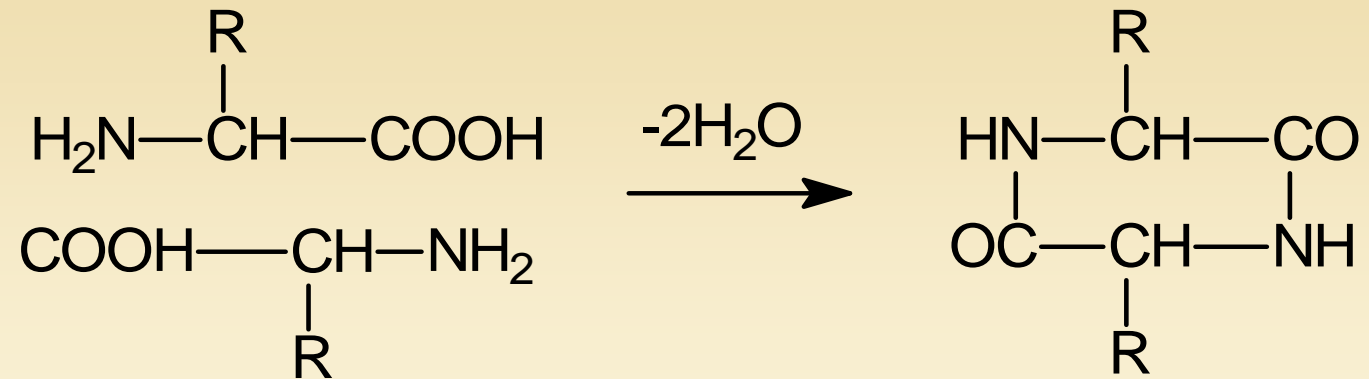


**3. Benzilészter**  $\longrightarrow$  katalitikus hidrogénezéssel

Tercier-butil-oxi-karbonilcsoport  $\longrightarrow$  savas hidrolízissel

Aktív-észter  $\longrightarrow$  hidrolízissel

## Diketopiperazin-kötés



Ha 2 db. glicin  $\longrightarrow$  2,5-diketopiperazin

Peptidláncok között pl. Lys és Glu, vagy Lys és Asp segítségével.

## Diszulfidhíd

A cisztein  $-\text{SH}$  csoportjai között.





# Élelmiszerek D-aminosav-tartalma és hatása az emberi szervezetre

## Pasteur (1852):

A bükkönyből előállított aszparaginsav optikailag aktív (királis), az ammónium-fumarát hevítésével előállított nem mutat optikai aktivitást.

Az élő szervezet fehérjéit kizárólag L-aminosavak építik fel.

A D- és az L-sztereoizomerek (enantiomerek) ugyanazzal a kémiai és fizikai tulajdonsággal rendelkeznek (kivétel a polarizált fény síkjának az elforgatása).

## Az aminosavak racemizációja:

Az  $\alpha$ -helyzetű szénatom hidrogénjének leszakadása  
—→ planáris karbanion szerkezet kialakulása  
—→ rekombinálódás racém keverék kialakulásával.

### A racemizáció függ:

- az aminosav szabadon vagy a peptidláncban kötött formában fordul-e elő,
- a hőmérséklettől, a pH-tól, és az R-csoport tulajdonságától.

**Racemizációs felezési idő** (amikor a D/L arány eléri a 0,33-at).

## Különböző élelmiszerek D-aminosav-tartalma (%)

(% D-aminosav=[D/(D+L)]·100)

Kezelt élelmiszer (Kezeletlen, Ref.)	Aminosavak					
	Asp	Ala	Phe	Leu	Val	Met
<b>Piritós</b> (Kenyér, Bunjapamai és mtsai., 1982)	10,5	2,8	2,4	2,7	1,1	1,7
	5,6	2,4	2,3	3,2	0,9	2,3
Fehér kenyér 1 perc 45 másodpercig melegítve, csak a felszín elemezve.						
<b>Extrudált szója</b> (Szójaliszt, Bunjapamai és mtsai., 1982)	7,6	2,2	2,4	2,7	0,8	–
	4,4	2,5	2,8	1,47	1,0	–
<b>Szójafehérje</b> (Kezeletlen, Friedman és Liardon, 1982)	27,7	9,9	19,7	3,1	1,0	18,2
	0,5	0,2	0,5	0,2	0,03	0,3
3 óra, 65 °C, 0,1 M NaOH						
<b>Zein</b> (Kezeletlen, Jenkins és mtsai., 1984)	40,2	17,6	31,3	5,0	2,9	19,5
	3,4	0,7	2,2	0,7	0,4	0,9
4 óra, 85 °C, 0,2 M NaOH						

# Különböző élelmiszerek D-aminosav-tartalma (%)

$$(\% \text{ D-aminosav} = [D / (D+L)] \cdot 100)$$

Kezelt élelmiszer (Kezeletlen, Ref.)	Aminosavak					
	Asp	Ala	Phe	Leu	Val	Met

<b>Hamburger</b> (Nyers marhahús, Bunjapamai és mtsai., 1982)	5,5	2,8	2,7	3,2	1,5	2,9
	6,2	3,2	2,8	3,1	1,6	2,4

Hamburger: mindkét oldalán 4 percig sütve, a felületi hőmérséklet 250 °C, csak a felszín analizálva.

<b>Csirkeizom</b> (Nyers csirke, Liardon és Hurrel, 1983)	22,4	0,5	0,4	0,1	0	0
	2,9	0	0	0	0	0

Hőkezelve 121 °C-on, 4 órán át.

<b>Szalonna 180 °C</b> (Hőkezeletlen, Fuse és mtsai., 1984)	10,7	2,4	3,1	3,1	1,6	–
	2,4	–	1,8	3,3	0,7	–

20 perc sütés.

<b>Kazein 230 °C</b> (Hőkezeletlen, Hayase és mtsai., 1973, 1975)	31,0	12,0	–	7,0	4,4	–
	3,1	1,5	–	–	–	–

## Élelmezési eredetű D-aminosavak

D-aminosavak nem fő élelmiszer komponensek, mennyiségük technológiai beavatkozástól mentes élelmiszer alapanyagokban jelentéktelen.

De! Tengeri kagylókban és egyéb puhatestűekben a D-aminosavak mennyisége az 1%-ot is meghaladhatja.

Az élelmiszer kezelések (főzés, sütés, párolás, gőzölés, grillezés, mikrohullám, alkalikus körülmények) → indukált racemizáció → D-aminosavak a fehérjékben.

A lizinoalanin szinte mindenütt jelen van az élelmi anyagokban.

**A tej, a hús és a gabonafélék nem tartalmaznak jelentős mennyiségben D-aminosavakat.**

**A fogyasztásra történő előkészítés folyamán racemizáció játszódhat le.**

**A kezeletlen nyers tej tartalmazza a legkevesebb D-aszparaginsavat (1,48%).**

**A pirítósban, a sültzalonnában, csirkehúsban magas a D-aminosavak aránya.**

**Azok az élelmiszerek tartalmaznak sok D-aminosavat, melyek baktériumos fermentáción mentek keresztül.**

## A D-aminosavak emésztése

A hosszú időn keresztül történő fogyasztás hatása az emberi szervezetre még nem eléggé ismert.

### A D-aminosavak káros hatásai

A D-aminosavak hasznosulása függ:

- felszabadulnak-e az L-D, D-L és D-D kötésekből,
- a felszabadult D-aminosavak hatékonyan át tudnak-e alakulni L-aminosavakká.

Az alkáliával kezelt fehérje emészthetősége:  $\longrightarrow$   
Minden alkalommal csökkent emészthetőséget figyeltek meg.

Néhány aminosav racemizációja lényeges veszteséget okozhat a környező esszenciális aminosavak tekintetében is, csökkentve a fehérje proteolitikus emészthetőségét.



## **Toxikusak-e a D-aminosavak?**

**A különböző D- és L-aminosavak ugyanolyan akut toxicitással rendelkeznek, melyet LD<sub>50</sub> értékük bizonyít (kivétel a D-prolin, melyről nagyobb letalitást állapítottak meg a csirke esetében, mint az L-prolinról).**

**Néhány D-aminosav hosszú időn keresztül fejt ki toxicitását. Az élelmiszerekben lévő D-szerin, lizinoalanin és a különböző lúggal kezelt fehérjék kóros elváltozást idéztek elő patkányok veséjében.**

**A szabad lizinoalanin sokkal nefrotoxikusabb, mint a peptidkötésben lévő.**

## **A D-aminosavak hasznos hatásai**

**A fehérje csökkent emészthetősége előnyös lehet, ha a proteolitikus emésztés után visszamaradó anyagok nem toxikusak.**

**Fogyókúrás kezeléseknél az alacsony emészthetőség miatt rövid idő alatt jelentős súlycsökkenést lehet remélni.**

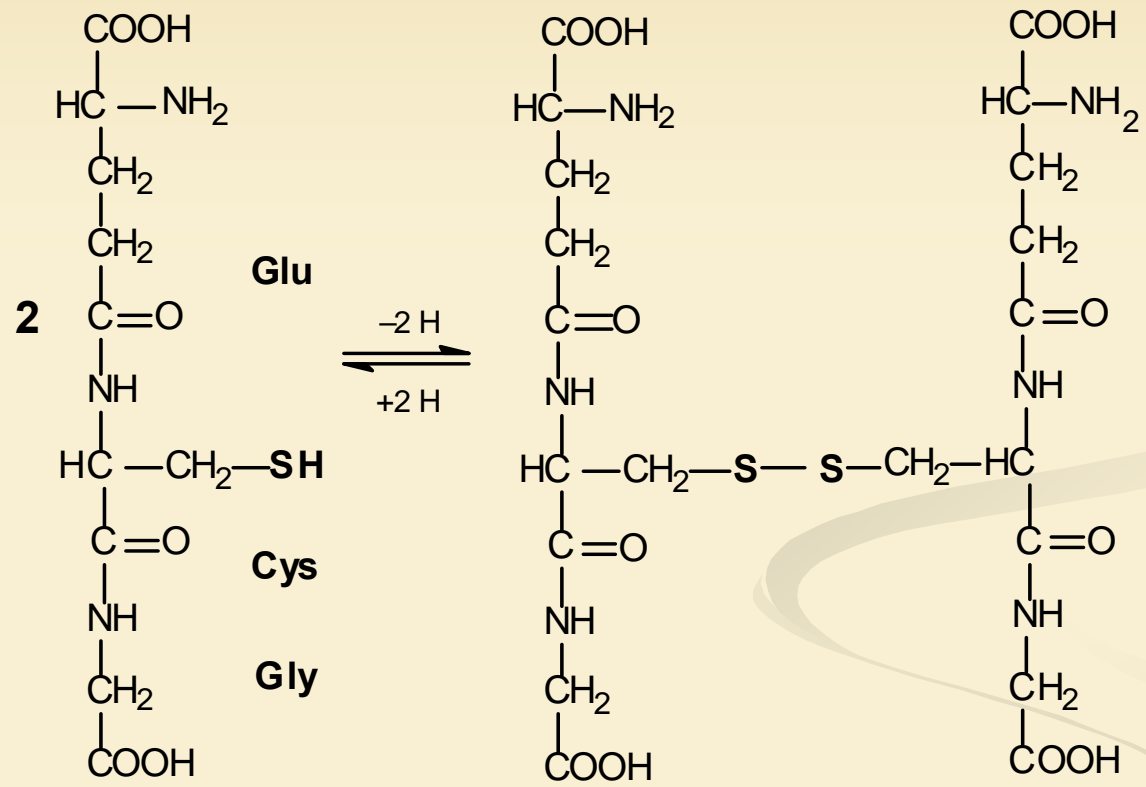
**A D-fenilalanin és a D-leucin fájdalomcsillapító hatással rendelkezik. → Használják őket makacs fájdalmak esetén.**

# PEPTIDEK

<b>Dipeptid</b>	→	<b>2 aminosavból</b>
<b>Tripeptid</b>	→	<b>3 aminosavból</b>
<b>Tetrapeptid</b>	→	<b>4 aminosavból</b>
<b>Oligopeptid</b>	→	<b>10-nél kevesebb aminosavból</b>
<b>Polipeptid</b>	→	<b>10-nél több aminosavból</b>
<b>Fehérjék</b>	→	<b>100 vagy 100-nál több aminosavból</b>

# Glutation

A sejt redoxfolyamataiban vesz részt.

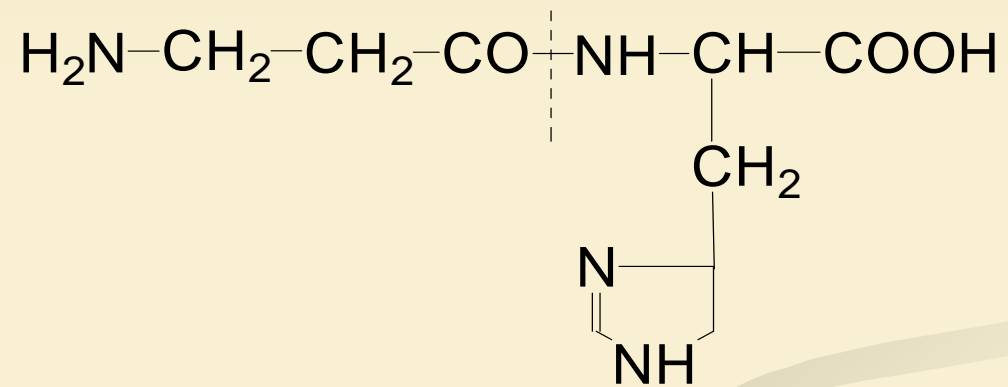


redukált glutation

oxidált glutation

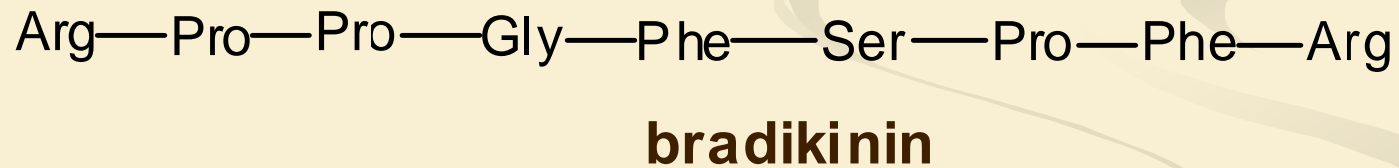
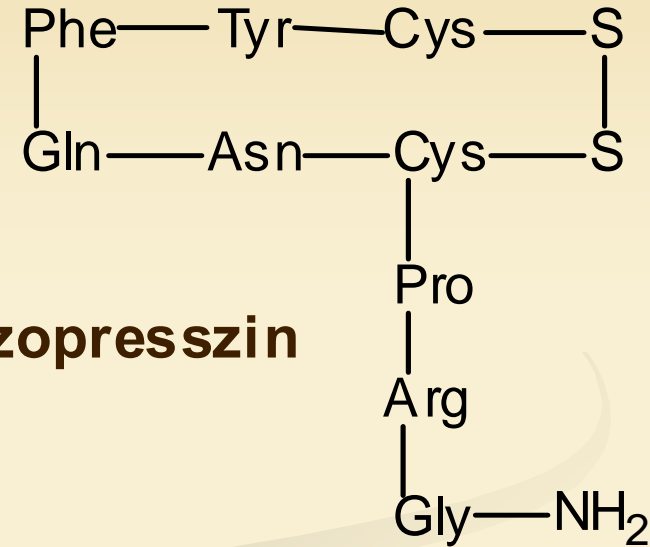
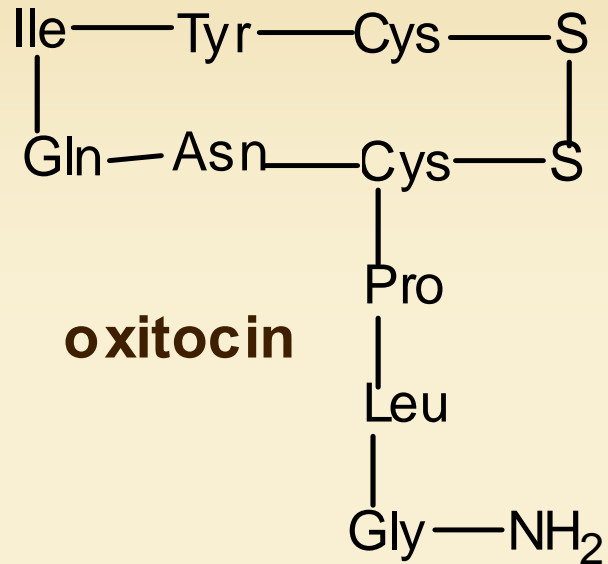
# Karnozin

Emlősök harántcsíkos izmaiban



# Oxitocin

A simaizom-sejteket húzza össze



# Vazopresszin

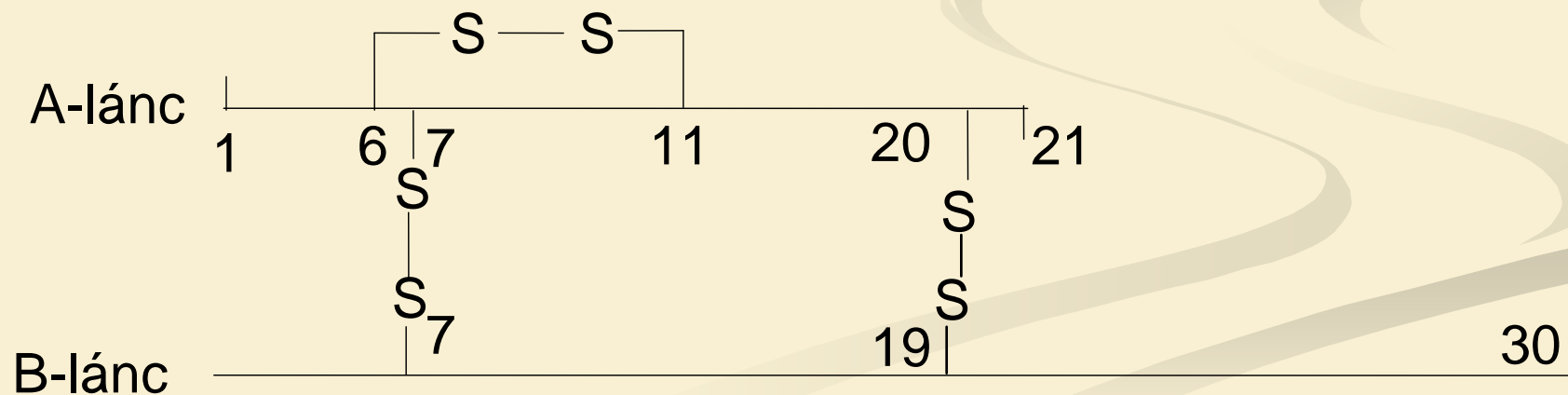
Vérnyomás-szabályozó

# Kortikotropin vagy adrenokortikotrop hormon vagy ACTH

A mellékvesekéreg hormontermelését szabályozza.

H-Ser-Tyr-Ser-Met-Glu-His-Phe-Arg-Trp-Gly-Lys-Pro-Val-Gly-Lys-Lys-Arg-Arg-Pro-Val-Lys-Val-Tyr-Pro.....25–39.

**Inzulin** (hasnyálmirigy, vércukorszint szabályozás)



## **Bradikinin**

**Vérnyomás szabályozása.**

## **További peptidhormonok:**

**növekedéshormon-reguláló faktor,**

**parathormon,**

**kalcitonin,**

**lipotrop hormon,**

**prolaktin,**

**luteinizáló,**

**follikulusstimuláló,**

**tireoideastimuláló,**

**glukagon.**



## **Proteázgátlók:**

**Leupeptin: plazmint, tripszint, papaint, katepszin B-t gátolja.**

**Antipain: papaint, tripszint, katepszin A-t, B-t gátolja.**

**Elasztin: elasztázt gátolja.**

## **Endorfin**

**Morfinhoz hasonló fájdalomcsökkentő hatás.**

## **Antibiotikum:**

**Aktinomicin, bacitracin, nizin, gramicidin, penicillin.**

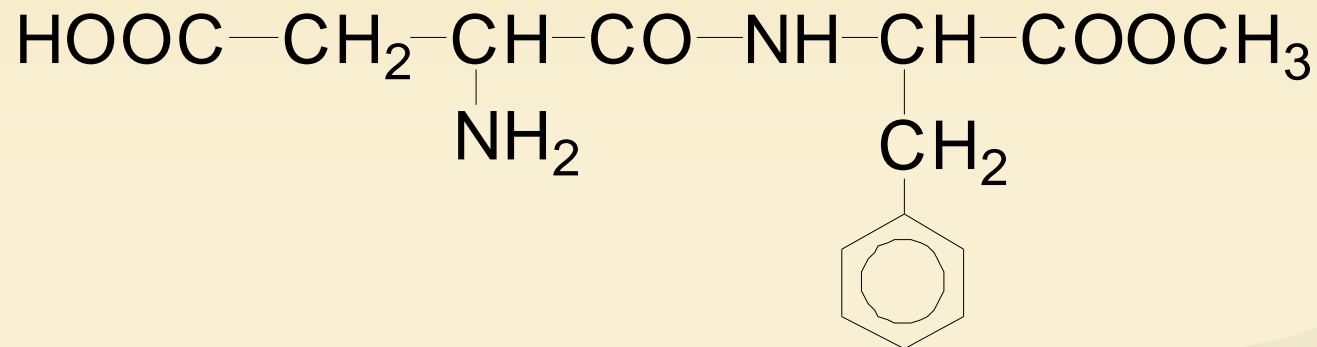
# A peptidek semleges vagy keserű ízeik

<b>Peptid</b>	<b>Keserű ízintenzitás mM/dm<sup>3</sup></b>
Gly-Leu	19–23
Gly-D-Leu	20–23
Gly-Phe	15–17
Gly-D-Phe	15–17
Leu-Leu	4–5
Leu-D-Leu	5–6
D-Leu-D-Leu	5–6
Ala-Leu	18–22
Leu-Ala	18–21
Gly-Leu	19–23
Leu-Gly	18–21
Ala-Val	60–80
Val-Ala	65–75
Phe-Gly	16–18
Gly-Phe	15–17
Phe-Gly-Phe-Gly	1,0–1,5
Phe-Gly-Gly-Phe	1,0–1,5

**Fehérjebomlás → peptidek → keserű íz.**

**pl.: sajtoknál**

**De! Aszparaginsav dipeptidjei édesek.**



L-aszparagil-L-fenilalanin-metilészter (aszpartám)

**Csak az L-L-származék édes.**

**A D-D, L-D, D-L izomerek nem édesek.**

**Édesítőképesség: 150–200 szorosa a répacukornak.**