



**STRUCTURA BIOLOGICĂ.**  
**§2.1. SECVENȚE DE AMINOACIZI:**  
**FORME DE REPREZENTARE**

**Sorana D. BOLBOACĂ**

# Despre ...

---

- Informația genetică:
  - Definiție
  - Forme de prezentare
- Genomul
- Codul genetic
- Aminoacizi:
  - Definiție
  - Clasificare
  - Secvențe de aminoacizi: forme de prezentare

# Informația genetică: definiție

---

3

- = informația codificată în materialul genetic cu care este înzestrat orice organism viu (unicelular sau pluricelular)
  - genotipul = totalitatea informației genetice dintr-un organism
  - genomul = întreaga material genetic dintr-un organism
    - Nuclear
    - Celular

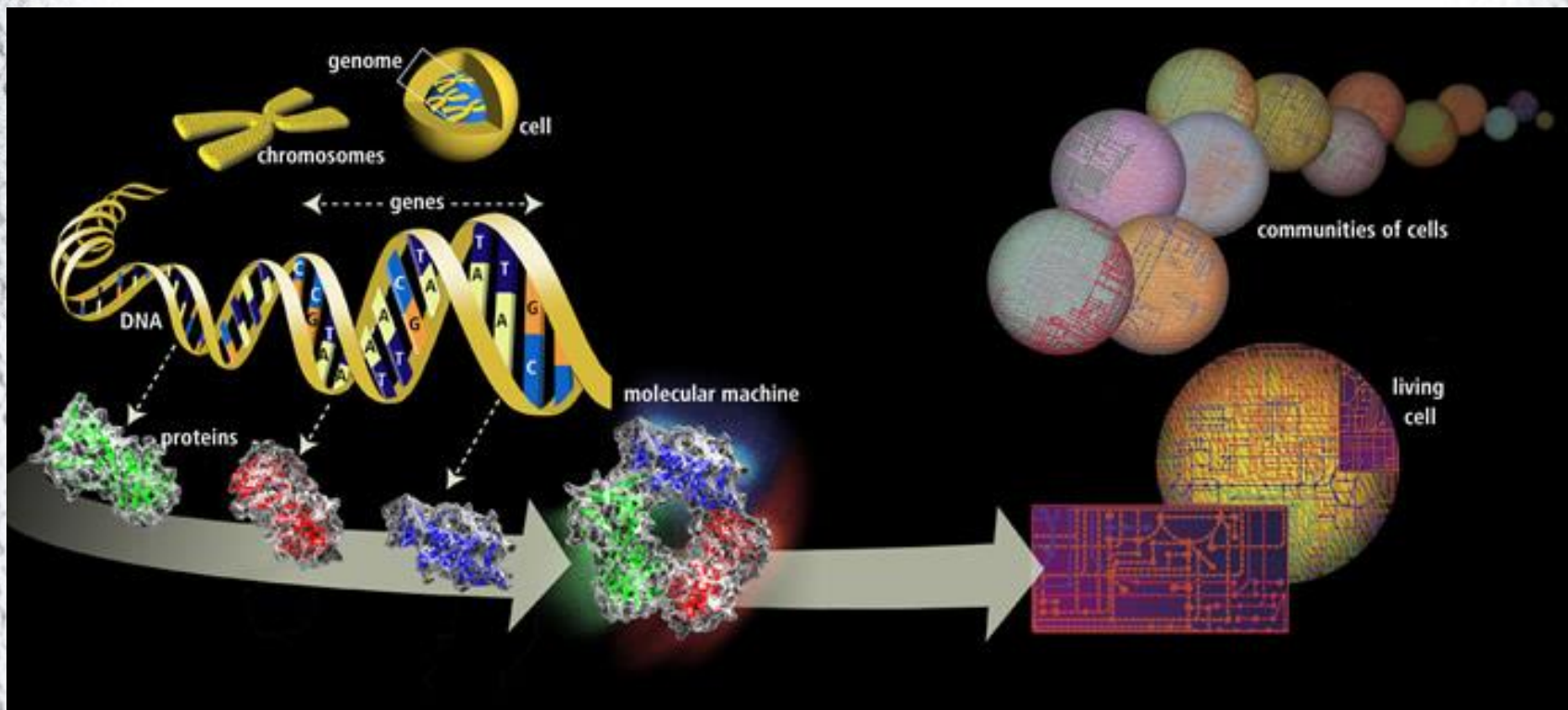
# Informația genetică

---

- Este stocată în structura macromoleculară a ADN-ului (acidul dezoxiribonucleic), la nivelul ADN-ului nuclear (rol principal în stocarea informației genetice) și a ADN-ului extracelular.



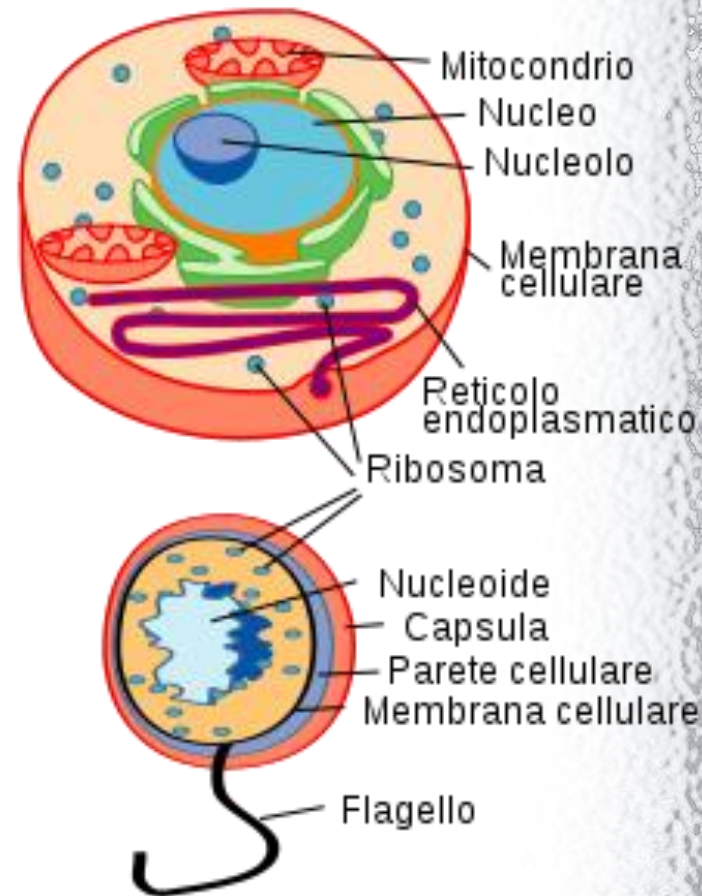
# Structura genetică



# Genomul: forme de prezentare

- Eucariote
  - Nuclear (prezent în nucleu)
  - Extranuclear:
    - Mitocondrial – animale
    - Cloroplastic – plante
- Procariote:
  - Cromozomal (prezent în cromozomul circular)
  - Plasmidic (prezent în plasmidă)

Cellula procariote Cellula eucariote



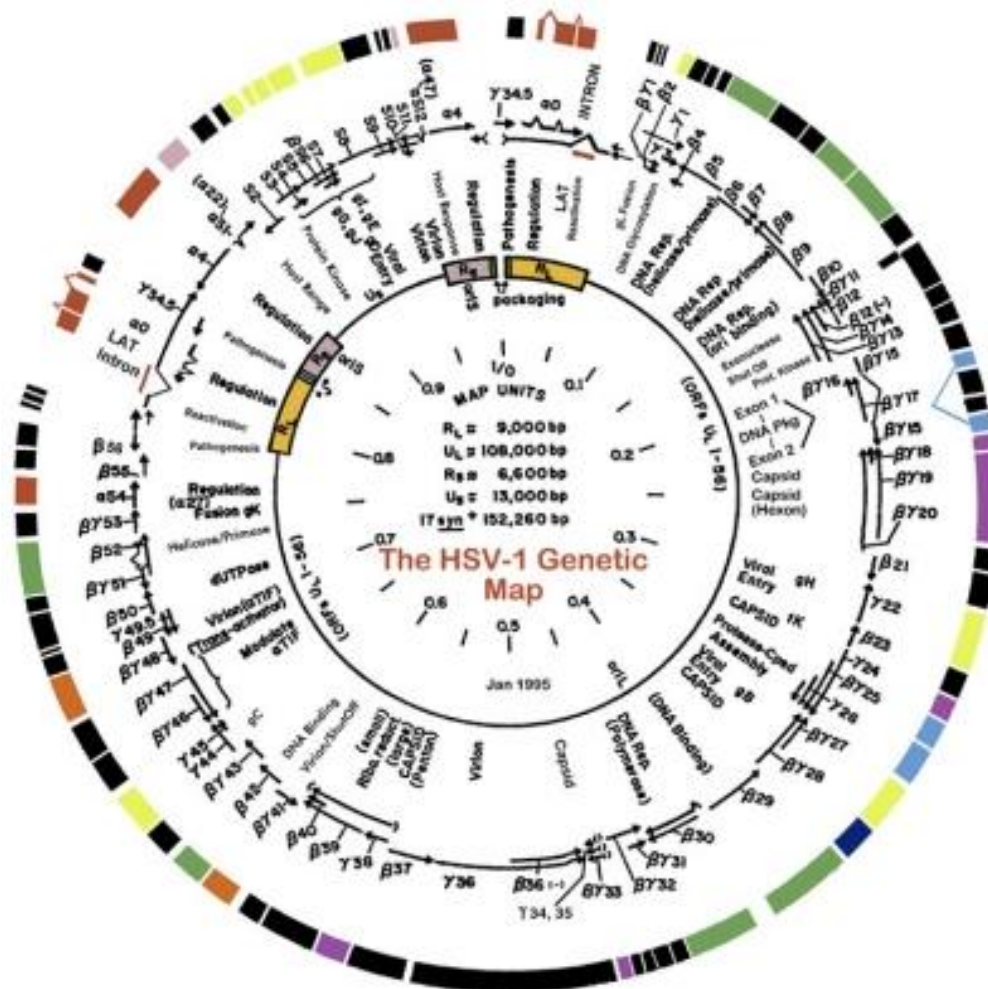
# Genomul: forme de prezentare

---

- Virusuri
  - ADN (dezoxiribovirusuri):
    - Herpes
    - Varicelă
  - ARN (ribovirusuri):
    - Gripal
    - Mozaicului tutunului
    - HIV



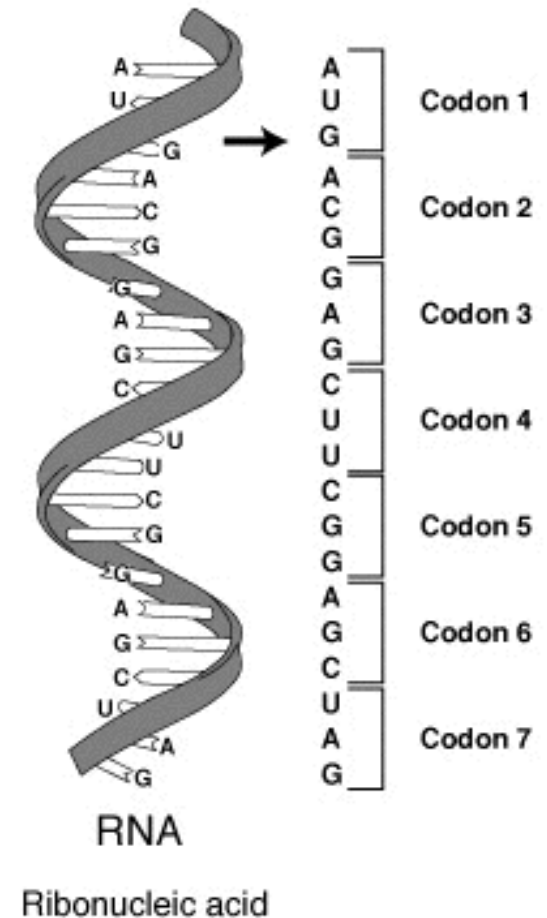
# Harta genetică a virusului herpetic





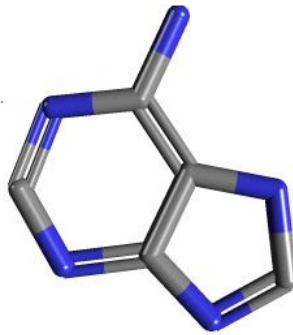
# Codul genetic

- Set de reguli prin care informația din materialul genetic (ADN, ARNm) este transformată în proteine (secvențe de aminoacizi) în celulele vii.
- Codonul = secvența de trei nucleotide ale macromoleculei de acid dezoxiribonucleic care codifică un aminoacid specific
- Baze purinice:
  - A = adenina & G = guanina
- Baze pirimidinice:
  - C = citozina & T = timina (U = uracil în ARN)

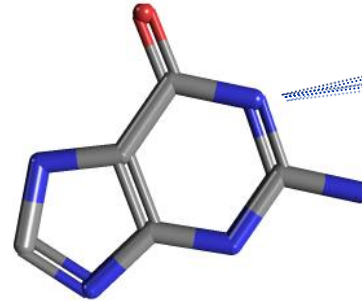


# Nucleotide

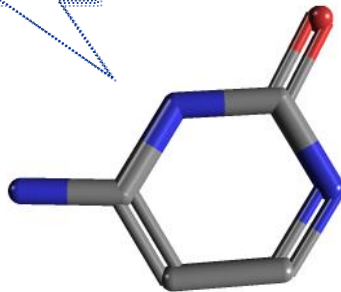
adenina



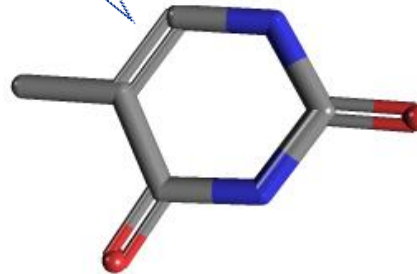
guanina



citozina



timina



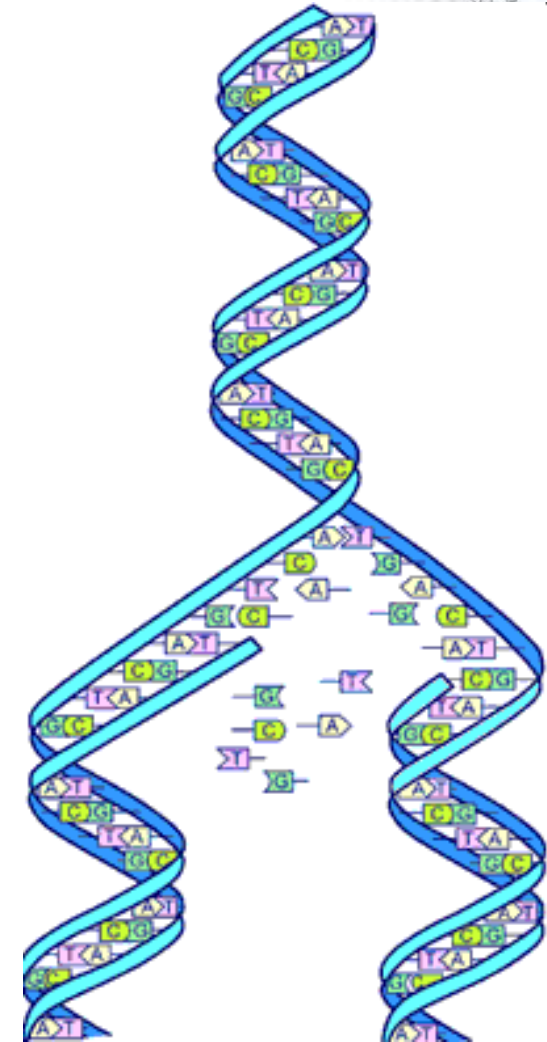
uracil



# AND (1 milion de nucleotide)

11

- "rețeta" necesară sintezei de proteine
- ADN
  - gene - zone fără funcție - zone cu funcție necunoscută
  - Structură de dublu helix
  - Baze azotate care se combină într-un mod bine stabilit:
    - Adenina doar cu timina (A + T sau T + A)
    - Citozina doar cu guanina (G + C sau C + G)
    - Ordinea contează: A + T nu e identic cu T + A

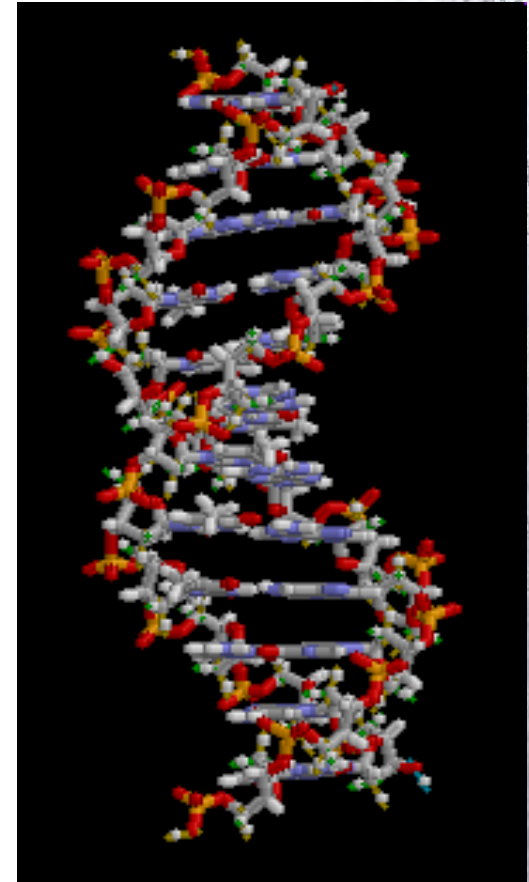




# ADN

12

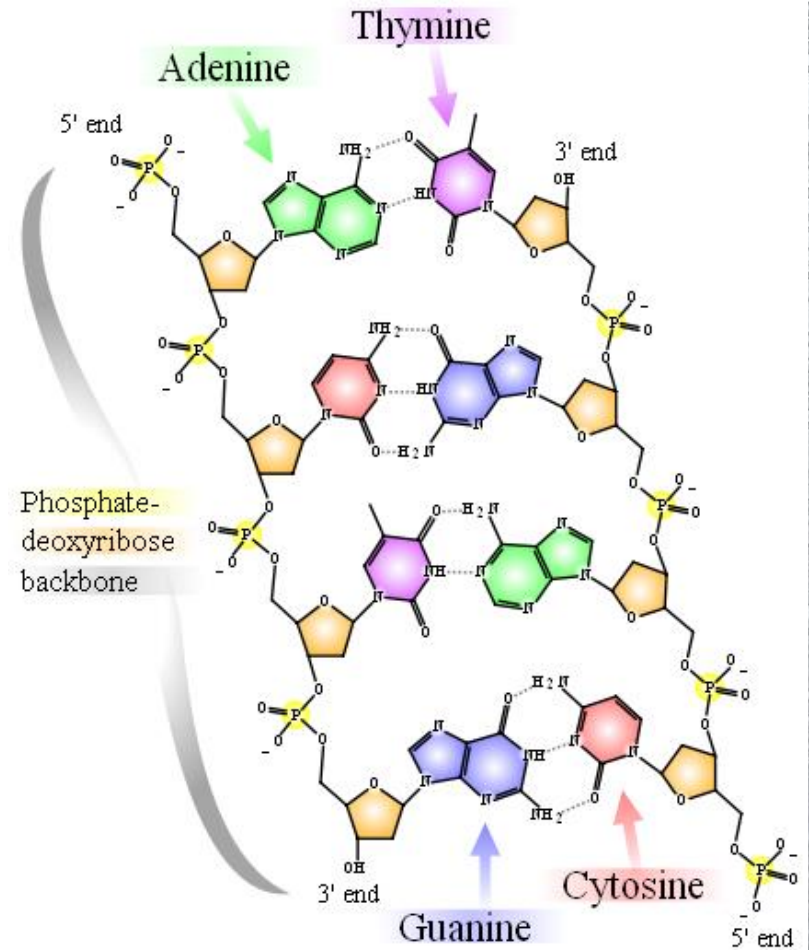
- Organizat în structuri lungi numite cromozomi
- Replicarea ADN-ului – duplicarea cromozomilor înainte de divizare
  - Nucleul celular ( $\pm$  mitocondrii / cloroplast): eucariote (animale, plante, fungi)
  - Citoplasmatic: procariote (bacterii)



# Structura chimică a ADN-ului

13

- James D. Watson & Francis Crick, 1953 – modelul dublu-helix al ADN-ului
- [Watson, J.D., F.H.C. Crick, (1953). A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. Nature 171(4356):737-738.]



Sursa: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:DNA\\_chemical\\_structure.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:DNA_chemical_structure.svg) [26 Octombrie 2010]

# ARN (200 – 4000 nucleotide)

---

14

- Lanț polipeptidic unicitenar
  - bază azotată (A,U,G,U,C), riboză, și un fosfat
- Sintetizat prin proces de transcripție
- Clasificare:
  - ARN genetic – controlează ereditatea la unii viruși
  - ARN non-genetic – implicat în sinteza substanțelor proteice (ARN celular)
    - ARNm – mesager
    - ARNt – de transfer (sau solubil)
    - ARNr – ribozomal



# ARNm

---

15

- 4 nucleotide de bază: A – G – C – U
  - Codon din trei baze
  - 64 codoni pentru cei 20 aminoacizi esențiali

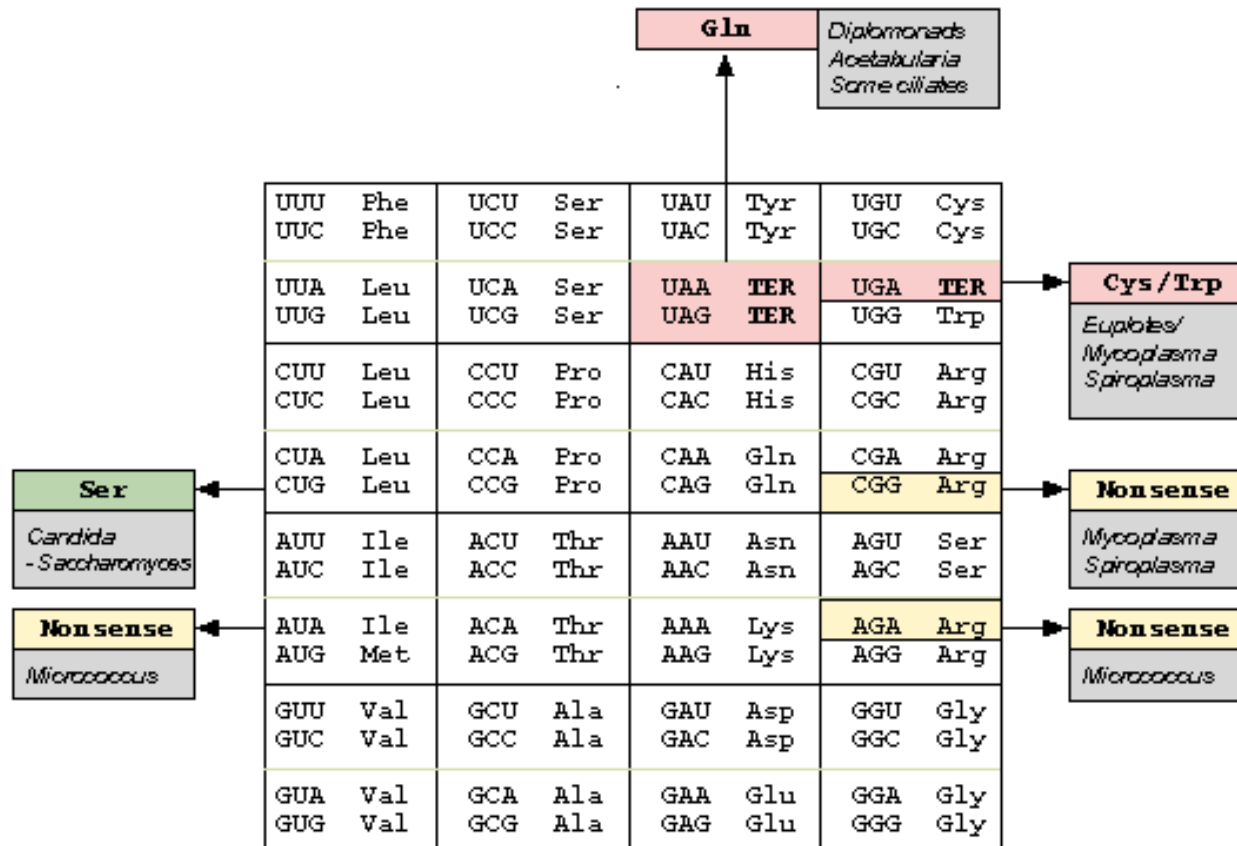
# Universalitatea codului genetic

16

- 3 baze azotate (codon) codifică un aminoacid
- Citirea se face de la 5' la 3' (prima bază este cea de la 5'):
  - 5' -AUG- 3' codifică metionina
  - 5' -UCU- 3' codifică serina
  - 5' -CCA- 3' codifică prolina
- Codonul ternimal (nu codifică aminoacizi):
  - UAA – UAG – UGA: codonul de stop – sinteza de proteină se încheie
  - AUG - codon de start +/- GUC – UUG
- Cea mai frecventă excepție:
  - UGA – codifică triptofanul mitocondrial

# Universalitatea codului genetic

## ■ Variații ale codului genetic nuclear

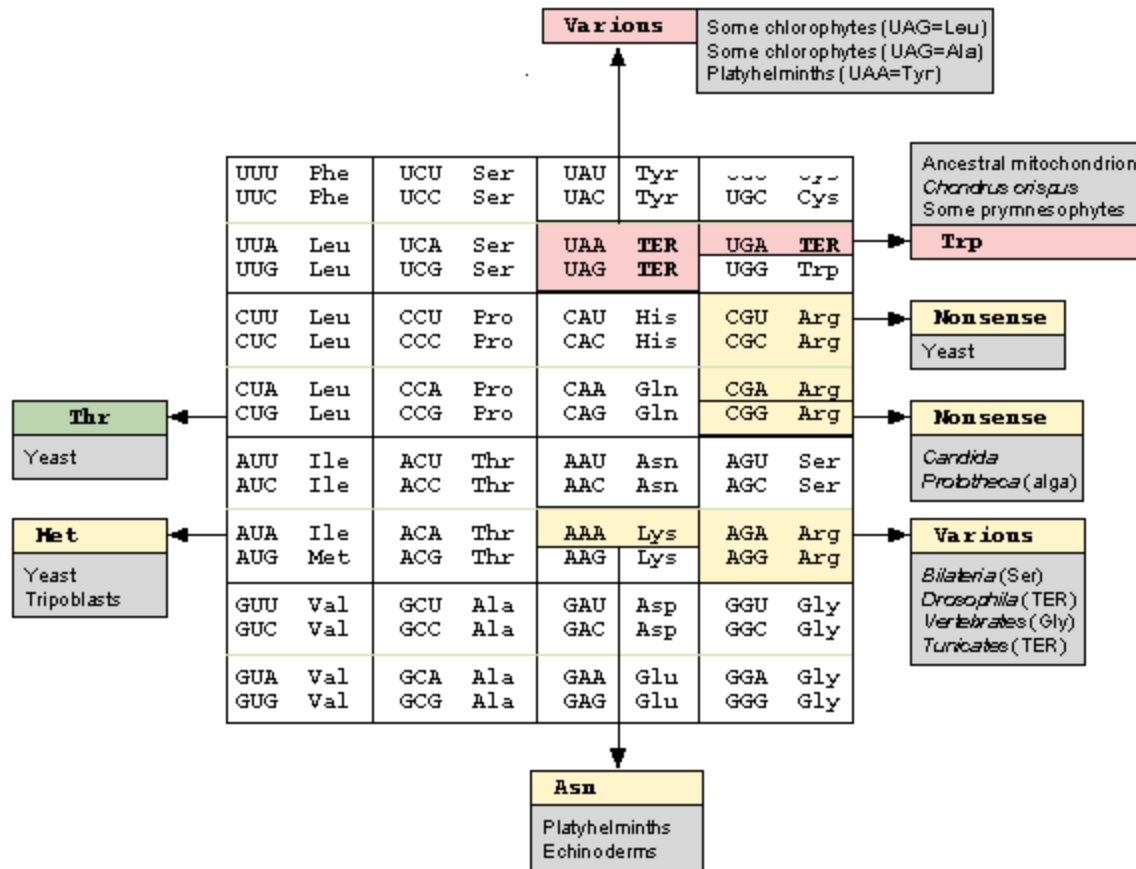


Sursa: [http://www.mun.ca/biochem/courses/3107/Lectures/Topics/Genetic\\_code.html](http://www.mun.ca/biochem/courses/3107/Lectures/Topics/Genetic_code.html) [26 Octombrie 2010]



# Universalitatea codului genetic

## ■ Variații ale codului genetic mitochondrial



Sursa: [http://www.mun.ca/biochem/courses/3107/Lectures/Topics/Genetic\\_code.html](http://www.mun.ca/biochem/courses/3107/Lectures/Topics/Genetic_code.html) [26 Octombrie 2010]

# Caracterele codului genetic

---

19

- Specificitate:
  - un codon specific întotdeauna va determina sinteza aceluiași aminoacid
- Universabilitate:
  - Același codon este utilizat la toate organismele vii, procarote și eucariote
- Degenerarea:
  - Fiecare codon codifică un singur aminoacid dar un aminoacid poate fi codificat de mai mulți codoni (ex. arginina are 6 codoni diferiți)

# Caracterele codului genetic

		Second base					
		U	C	A	G		
First base (5' end)	U	UUU	UCU	UAU	UGU	U	
		UUC	UCC	UAC	UGC		C
		UUA	UCA	UAA Stop	UGA Stop		A
		UUG	UCG	UAG Stop	UGG Trp		G
	C	CUU	CCU	CAU	CGU	U	
		CUC	CCC	CAC	CGC		C
		CUA	CCA	CAA	CGA		A
		CUG	CCG	CAG	CGG		G
	A	AUU	ACU	AAU	AGU	U	
		AUC	ACC	AAC	AGC		C
		AUA	ACA	AAA	AGA		A
		AUG Met or start	ACG	AAG	AGG		G
	G	GUU	GCU	GAU	GGU	U	
		GUC	GCC	GAC	GGC		C
		GUA	GCA	GAA	GGA		A
		GUG	GCG	GAG	GGG		G

Sursa: <http://faculty.ksu.edu.sa/73922/Nucleotides%20and%20nucleic%20acids/genetic%20code%20and%20translation.ppt#329,3>, Slide 3 [accesată 26 Ocombrie 2010]



# Caracterele codului genetic

21

Ala/A	GCU, GCC, GCA, GCG	Leu/L	UUA, UUG, CUU, CUC, CUA, CUG
Arg/R	CGU, CGC, CGA, CGG, AGA, AGG	Lys/K	AAA, AAG
Asn/N	AAU, AAC	Met/M	AUG
Asp/D	GAU, GAC	Phe/F	UUU, UUC
Cys/C	UGU, UGC	Pro/P	CCU, CCC, CCA, CCG
Gln/Q	CAA, CAG	Ser/S	UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC
Glu/E	GAA, GAG	Thr/T	ACU, ACC, ACA, ACG
Gly/G	GGU, GGC, GGA, GGG	Trp/W	UGG
His/H	CAU, CAC	Tyr/Y	UAU, UAC
Ile/I	AUU, AUC, AUA	Val/V	GUU, GUC, GUA, GUG
START	AUG	STOP	UAA, UGA, UAG

Sursa: [http://en.wikipedia.org/wiki/Genetic\\_code](http://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_code) [26 Octombrie 2010]



# Organizarea genomului

---

22

- Genomul la eucariote este complex
  - Cantitatea și organizarea ADN-ului variază semnificativ între specii
- Paradoxul valorii C:
  - Cantitatea de ADN în celulele haploide ale unui organism nu este în legătură cu complexitatea evoluționară sau numărul de gene

# Organizarea genomului

23

Specii	ADN (bp)	Gene
<i>Escherichia coli</i>	4.639.221	4289
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	14.213.386	6241
<i>Drosophila melanogaster</i>	180.000.000	18000
<i>Homo sapiens</i>	3.000.000.000	35000
<i>Muntiacus muntjak vaginalis</i>	2.521.500.000	
Lăcusta	10.000.000.000	
Salamandra	19.000.000.000	
Lungfish	140.000.000.000	
<i>Amoeba dubia</i>	670.000.000.000	

Genom de 20x mai mic decât omul și de 2x mai puține gene

Genom de 50x mai mare decât omul

Genom de 5x mai mare decât omul

Sursa: <http://en.wikipedia.org> [26 Octombrie 2010]

# Cronologia secvențierii genomului

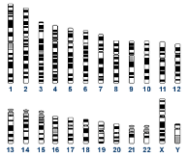
24

An	Organism	Obs	Genom (bp)	Nr. gene
1977	Bacteriophage fX174	Primul genom	5386	11
1981	Human mitochondria		16500	37
1995	<i>Haemophilus influenzae</i> Rd	Primul organism viu	1830137	~3500
1996	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Primul eucariot	12086000	~6000



# Cronologia secvențierii genomului

25



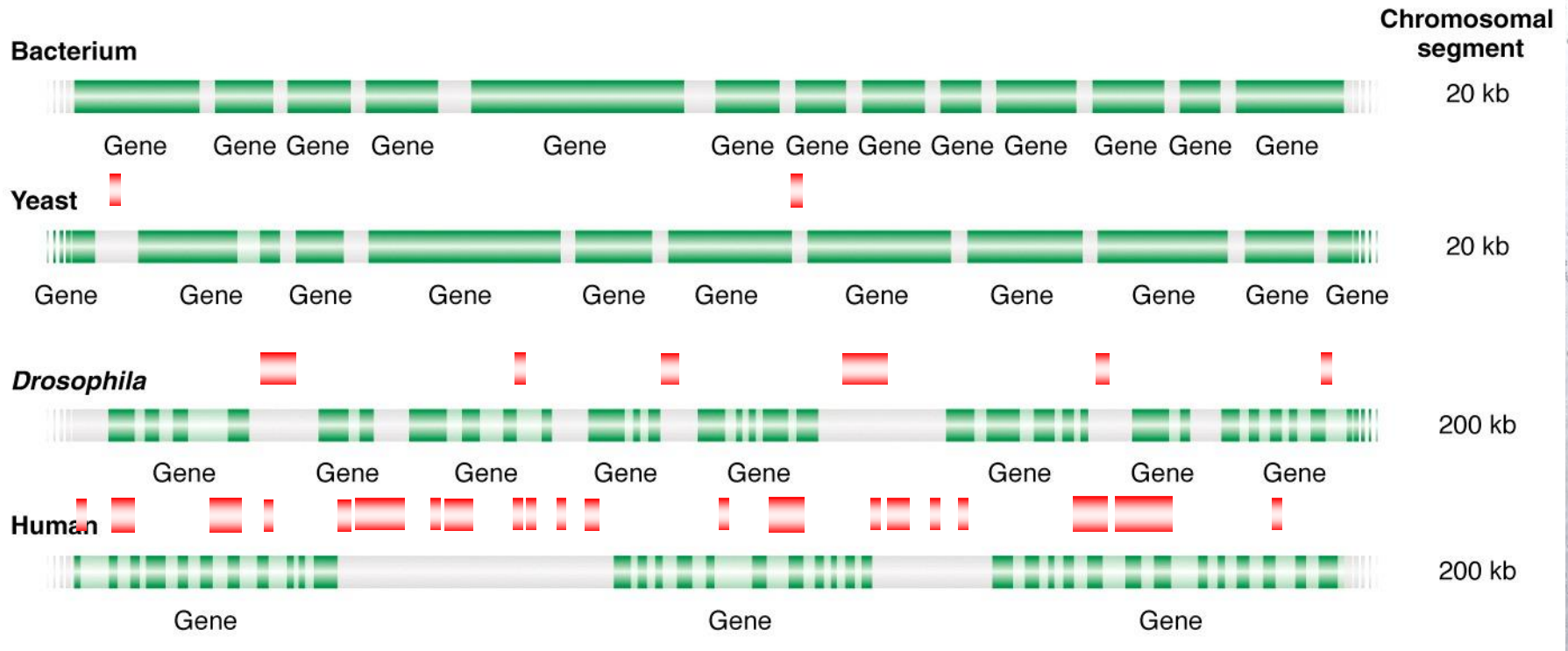
An	Organism	Obs	Genom (bp)	Nr. gene
1998	<i>Caenorhab-ditis elegans</i>	Primul organism multicelular	97000000	~19000
1999	Cromozomul uman 22	Primul cromozom	49000000	673
2000	<i>Drosophila melanogaster</i>	Prima insectă	150000000	~14000
2000	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Prima plantă	150000000	~25000



# Cronologia secvențierii genomului

26

An	Organism	Obs	Genom	Nr. gene
<b>2001</b>	<i>Homo sapiens</i>		<b>3000000000 (bp)</b>	<b>~30000</b>
<b>2005</b>	<b>Orez</b>		<b>389 (Mb)</b>	<b>37544</b>
<b>2008</b>	<b>Porumb</b>		<b>2300 (Mb)</b>	
	...			



 **Transposable Element**

# Genomul la plante

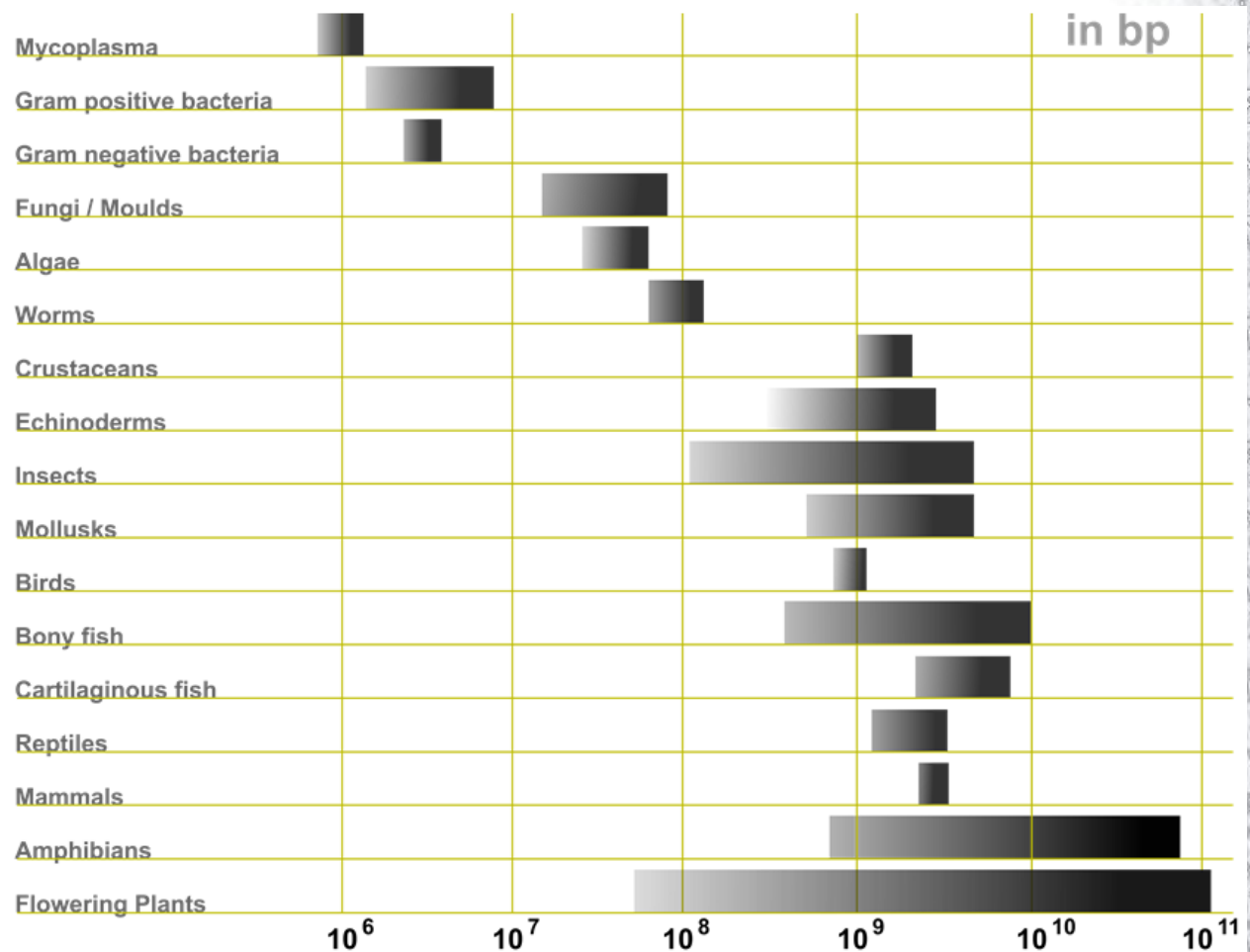
---

28

- Informația genetică este divizată în cromozomi
- Mărimea genomului diferă de la o specie la alta (este specie – dependentă)
- Diferența de mărime a genomului este dată în principal de numărul diferit de secvențe identice de mărimi diferite
- Genele structurale
  - Conțin informații structurale și funcționale a proteinelor
  - Pentru proteinele înrudite formează o familie de gene
  - sunt prezente în doar câteva copii, uneori existând doar o singură copie

# Genomul la plante

29



Sursa: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Genome\\_Sizes.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Genome_Sizes.png) [26 Octombrie 2010]



# Genomul la plante

30






Denumire	Volum (mil bp)
<i>Arabidopsis thaliana</i>	145
<i>Prunus persica</i>	363
<i>Ricinus communis</i>	323
<i>Citrus sinensis</i>	367
<i>Oryza sativa</i> spp. <i>Javanica</i>	424
<i>Petunia parodii</i>	1221
<i>Pisum sativus</i>	3947
<i>Avena sativa</i>	11315
<i>Tulipa</i> spp.	24704

# Genomul plantelor: particularități

---

- Pot ajunge până la zeci de miliarde de perechi de baze
- Existența a numeroase forme poliploide
- Abundența ADN-ului non-sense (până la 99%) - împiedică secvențiere, cartografierea genetică
- Cunoștințe insuficiente cu privire la morfologia, genetica și cartografierea fizică a cromozomilor
- Număr mare de cromozomi mici – lungime  $\leq 3 \mu\text{m}$

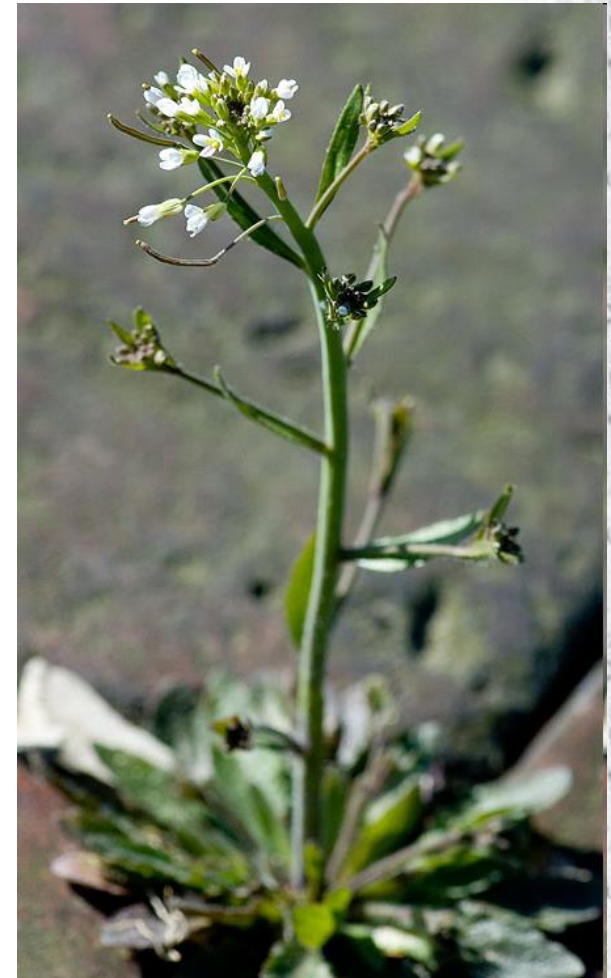
# Genomul plantelor: particularități

Genom	<b>Arabidopsis thaliana</b>	<b>Zea mays</b> 	<b>Vicia faba</b> 	<b>Human</b> 
Nuclear	70 mil	3900 mil	14500 mil	2800 mil
Plasmidic	0.156 mil	0.136 mil	0.120 mil	
Mitochondrial	0.370 mil	0.570 mil	0.290 mil	0.017 mil



# *Arabidopsis thaliana*

- Cromozomi:  $2 \times 5$
- Mărime: 70 Mbp
- Ciclul de viață: 6 weeks
- Conține 25.498 gene structurale aparținând la 11.000 familii
- Genele structurale sunt prezente în doar puține copii, uneori doar o singură proteină



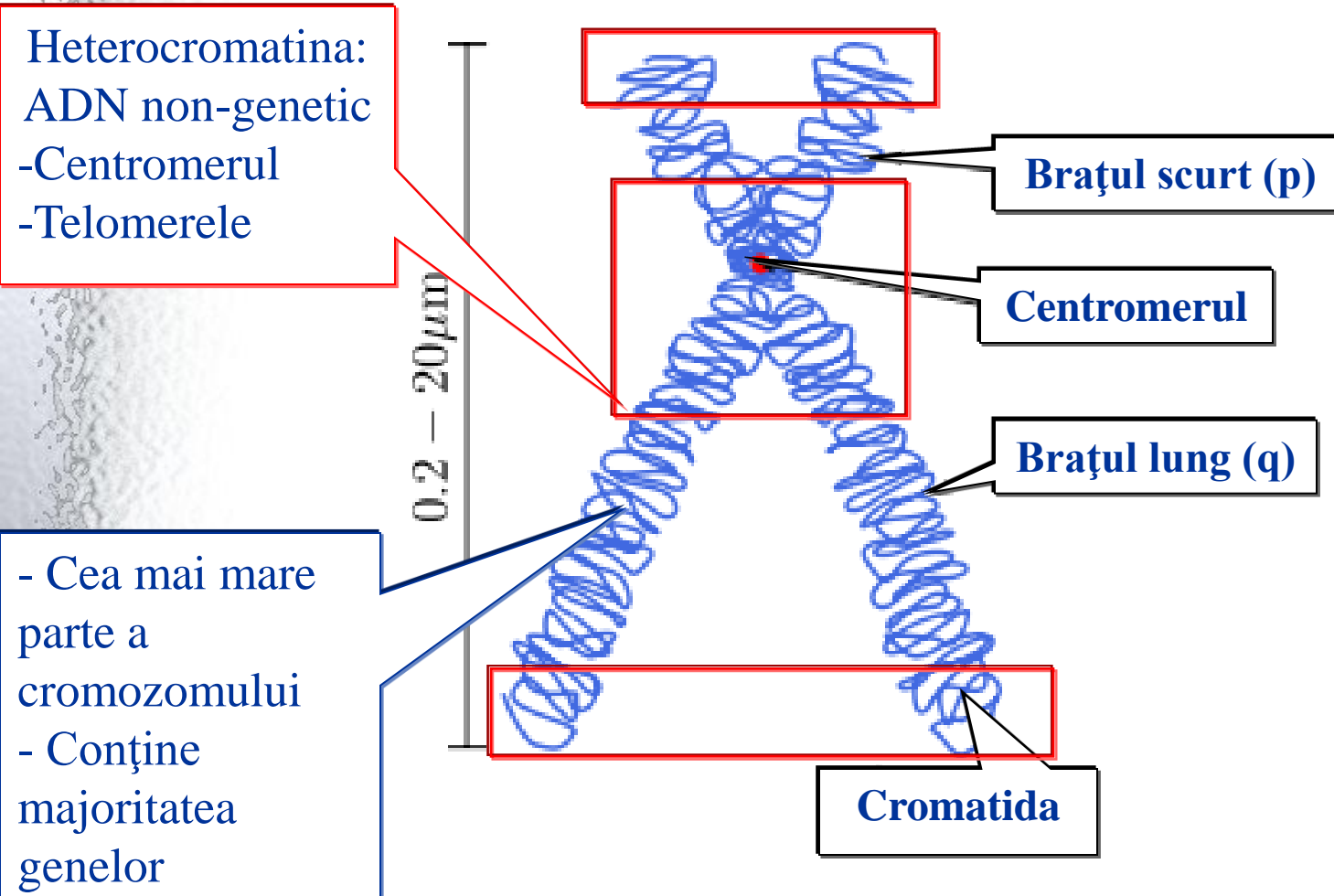


# Organizarea genomului: cromozomul

---

- Genomul nuclear este organizat în cromozomi
- Cromozomul - o spirală de AND în jurul nucleozomului
- La metafaza (genomul este relativ inactiv) cromozomul este condensat – mai ușor de observat citologic
- Cromozomii – genomul plantei este replicat și segregă regulat în mitoză și meioză

# Organizarea genomului: cromozomul



# Poliploidia și numărul de cromozomi

Organism	Poliploidia	Nr. cromozomi
Porumb	Diploid (2X)	20
Roșia	Diploid (2X)	24
Arabidopsis	Diploid (2X)	10
Cartoful	Tetraploid (4X)	48
Grâu	Hexaploid (6X)	42



# Organizarea genomului la plante

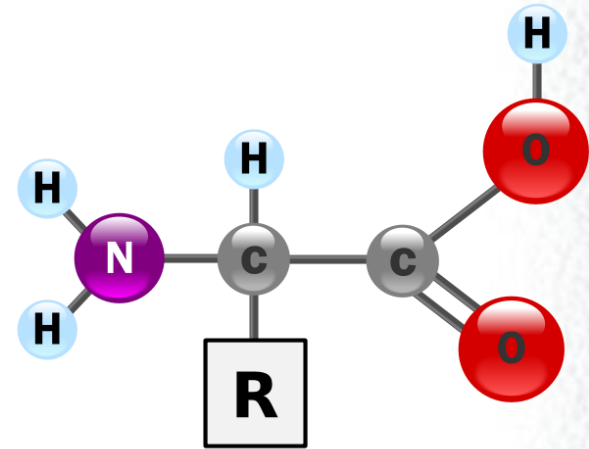
---

- Cele mai multe plante conțin cantități de ADN care depășesc cu mult nevoile lor de codificare și funcțiile de reglare
- Un procent foarte mic din genom codifică genele responsabile de producția de proteine



# Aminoacizi: definiție

38

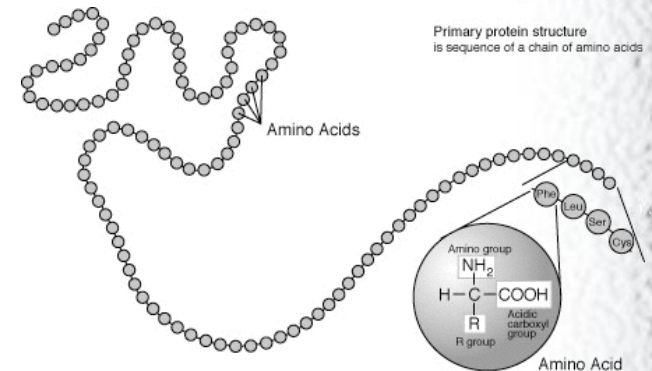


- Substanța specifică materiei vii, care se caracterizează prin prezență în aceeași moleculă a unei funcții acid și a unei funcții bazice și care intră în componența proteinelor

# Amino acizi: clasificare

39

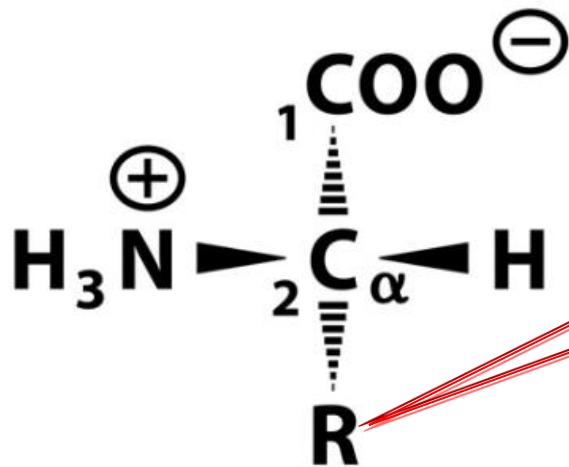
Sursa: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/Protein-primary-structure.png> [accesată 26 Octombrie 2010]



- Standard
  - Intră în structura proteinelor: formează lanțuri polimerice scurte (peptide) sau lungi (polipeptide sau proteine)
  - Structură: primară – secundară – terțiară – cuaternară
  - 22 aminoacizi (12 existenți în codul genetic universal)
- Non-standard: identificați în proteine ca urmare a modificărilor post-tranlaționale – esențiale pentru funcția și reglarea proteică

# Aminoacizi: structura generală

- Grup carboxil
- Grup amino
- Un atom de hidrogen
- Un radical (R)



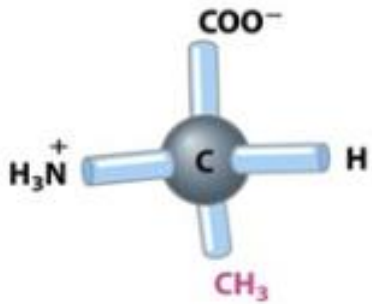
Determină:

- Polaritatea
- Încărcarea
- Acid / Bază
- Hidrofobicitatea / hidrofilitatea

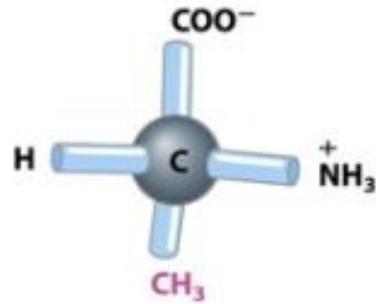
Nu se combină cu apa

Absoarbe apa în cantitate mare

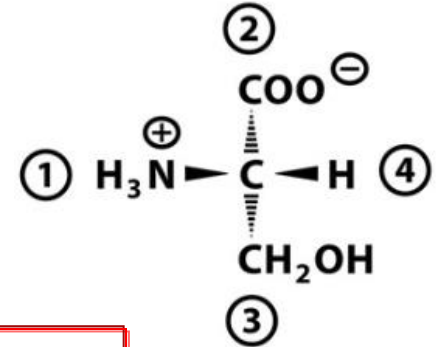
# Aminoacizi: structura generală



L-Alanine

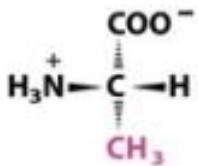


D-Alanine

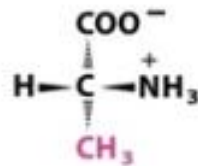


L-Serine

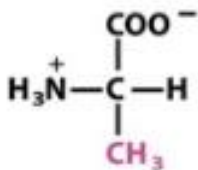
Molecule în oglindă dar nu identice (nu se pot suprapune una peste celaltă)



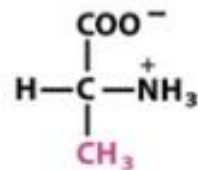
L-Alanine



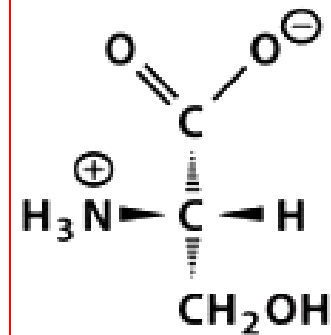
D-Alanine



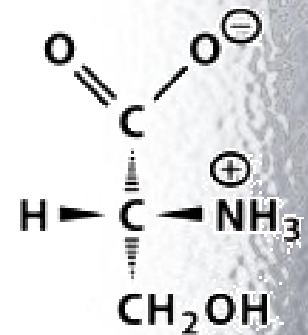
L-Alanine



D-Alanine



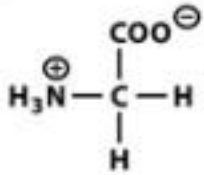
L-Serine



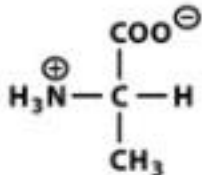
D-Serine



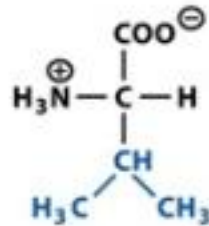
# Aminoacizi: structura



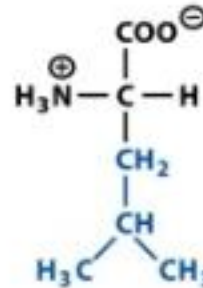
Glycine [G]  
(Gly)



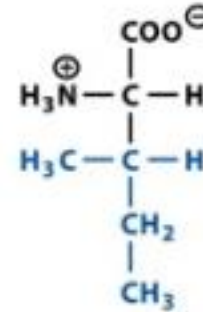
Alanine [A]  
(Ala)



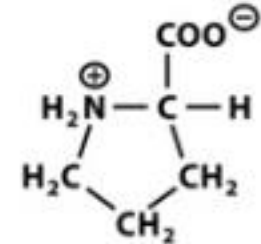
Valine [V]  
(Val)



Leucine [L]  
(Leu)



Isoleucine [I]  
(Iso)

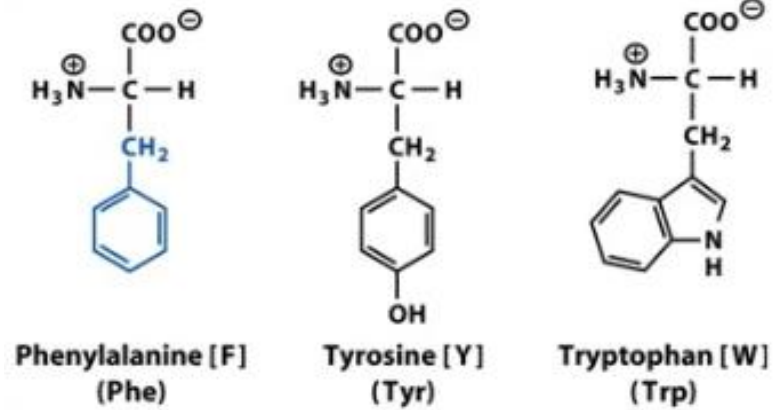


Proline [P]  
(Pro)

- AA alifatici:
  - Lanțuri alchil
  - Ne-polari & neutrii
  - 6 aa (**GAVLIP**)

- Glicina
- Alanina
- Valina
- Leucina
- Isoleucina
- Prolina

# Aminoacizi: structura

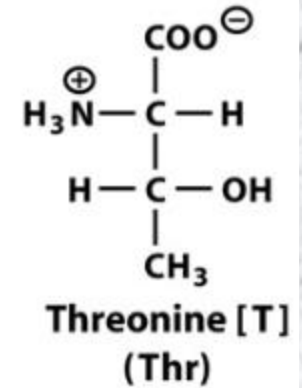
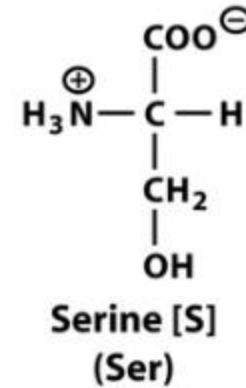


- AA aromatici

- R = benzen
- Ne-polari & neutrii
- 3 aa (**FYW**)

- **F**enilalanina
- **Y**-Tirozina
- **W**-Triptofanul

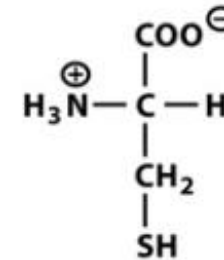
# Aminoacizi: structura



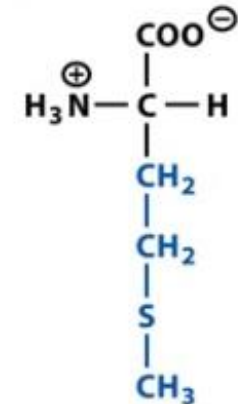
- Alcoolic AA
  - Grup hidroxil
  - Polari & neutrii
  - 2 aa (**ST**)

- **S**erina
- **T**reonină

# Aminoacizi: structura



Cysteine [C]  
(Cys)



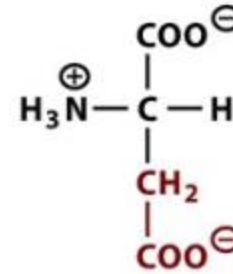
Methionine [M]  
(Met)

- AA cu sulf
  - Atom de sulf
  - Slab polari & neutrii
  - 2 aa (**CM**)

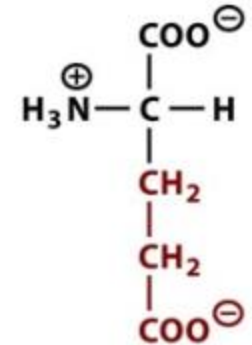
- **C**isteina
- **M**etionina



# Aminoacizi: structura



Aspartate [D]  
(Asp)

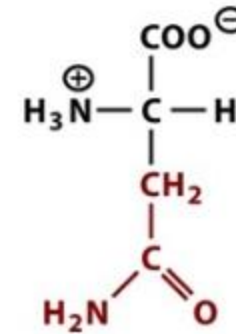


Glutamate [E]  
(Glu)

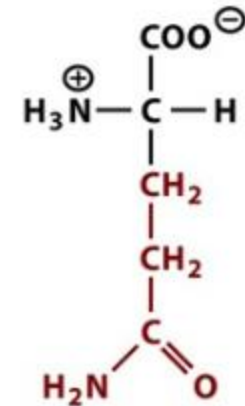
- AA acizi
  - Polari & negativi
  - 2 aa (**DE**)

- **D** - Acid aspartic (Aspartan)
- **E** - Acidul glutamic (Glutamat)

# Aminoacizi: structura



Asparagine [N]  
(Asn)



Glutamine [Q]  
(Gln)

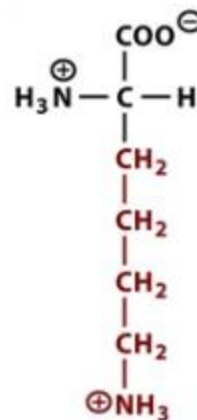
- AA amidici
  - Polari & neutrii
  - 2 aa (**NQ**)

- **N** - Asparagina
- **Q** - Glutamina

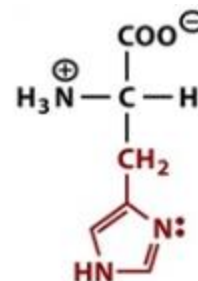
# Aminoacizi: structura

## ■ AA bazici

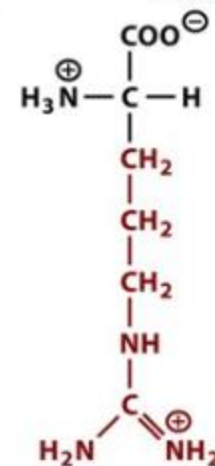
- Grup nitrogenos bazic
- Polari & pozitivi
- 2 aa (**KHR**)



Lysine [K]  
(Lys)



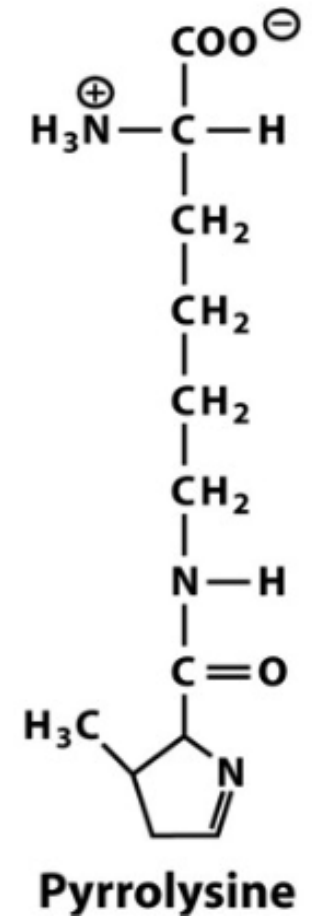
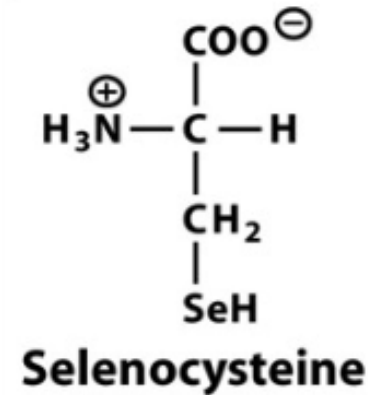
Histidine [H]  
(His)



Arginine [R]  
(Arg)

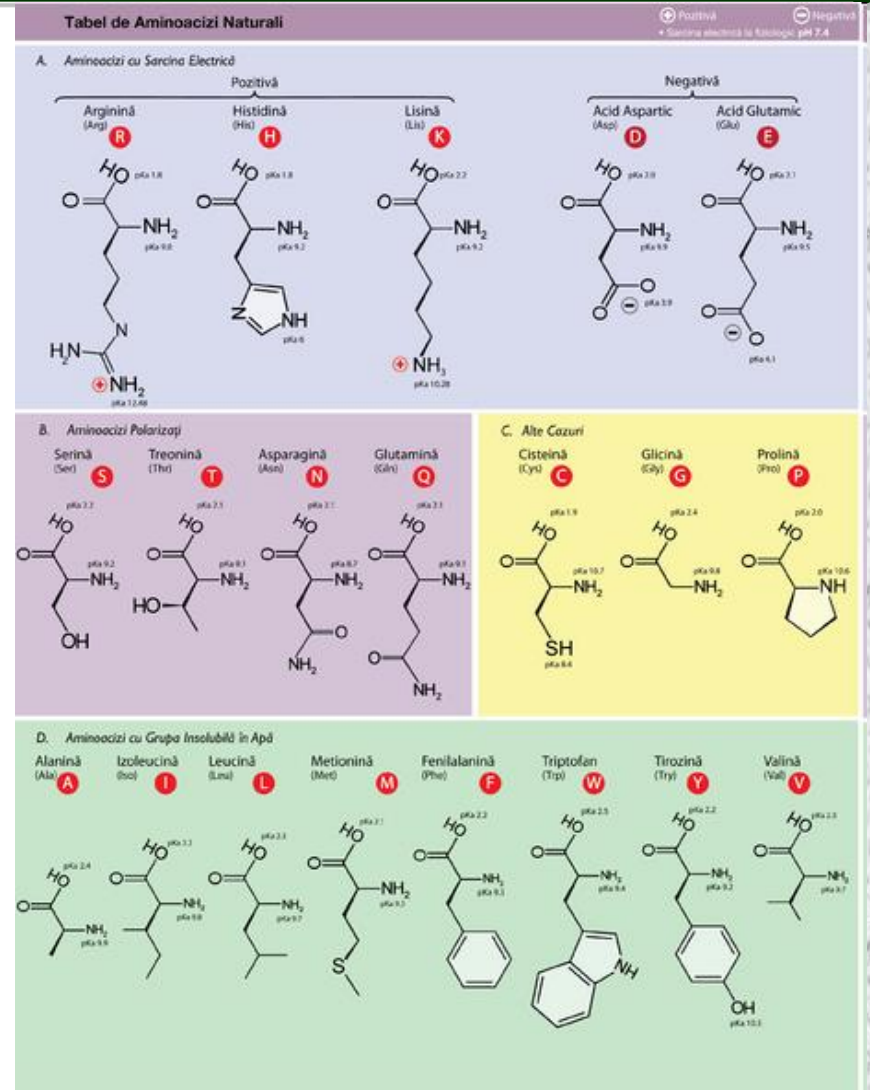
- **K** - Lizina
- **H** - Histidina
- **R** - Arginina

# Aminoacizi: structura



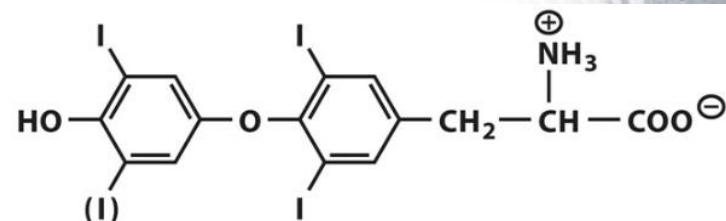
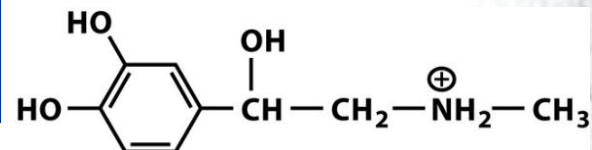
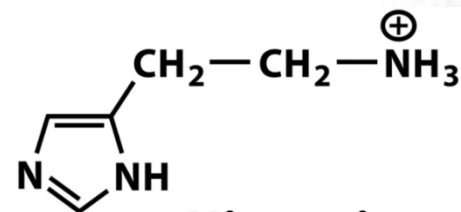
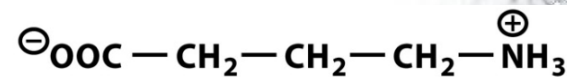


# Aminoacizi: structura



# Aminoacizi: compuși derivați din aa

Amino acid	Compus derivat
Glutamat	Alfa-amino butirat
Histidina	Histamina
Tirozina	Epinefrina
Tirozina	Tiroxina



# aa

nonpolar polar basic acidic (stop codon)

