

## TEMA 8. ACIZII NUCLEICI

- 8.1. Nucleozidele și nucleotidele
- 8.2. Acidul dezoxiribonucleic (ADN)
- 8.4. Acidul ribonucleic (ARN)
- 8.5. Codul genetic

*We have discovered the secret of life.*  
Francis Crick

### 3.1. NUCLEOZIDELE ȘI NUCLEOTIDELE

Acizii nucleici, ADN și ARN, sunt substanțe polimere macromoleculare, alcătuite din unități structurale mai simple (*monomeri*) – *nucleotide*. O nucleotidă este alcătuită din trei componente: o *bază azotată*, o *monoglucidă* și un *radical al acidului fosforic* (o *grupare fosfat*).

Bazele azotate pot fi *purinice* (au un nucleu purinic) – *adenină* (A) și *guanină* (G) și *pirimidinice* (au un nucleu pirimidinic) – *citozină* (C), *timină* (T) și *uracil* (U) (fig. 8.1).

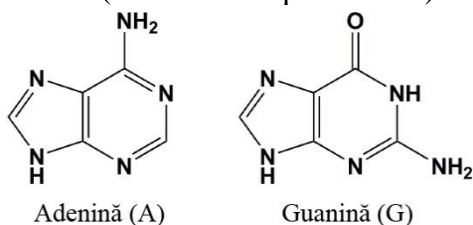


Fig. 8.1. A. Baze azotate purinice [12]

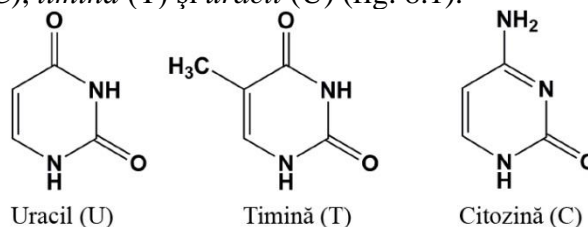


Fig. 8.1. B. Baze azotate pirimidinice [12]

Al doilea component al nucleotidelor este reprezentat de o monoglucidă cu 5 atomi de carbon (pentoză) *dezoxiriboză* sau *riboză*. În condiții naturale, pentozele se găsesc sub formă ciclică. Atunci când se află în stare liberă au o structură *piranozică*, iar când se asociază cu alte componente pentru a forma o macromoleculă mai complexă, se găsesc în stare *furanozică*. În constituția acizilor nucleici, pentozele se găsesc sub formă furanozică (fig. 8.2).

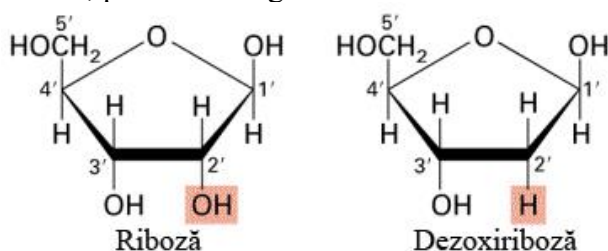


Fig. 8.2. Pentoze – componente ale nucleotidelor ARN și ADN [12]

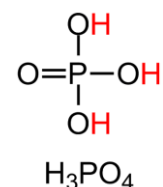


Fig. 8.3. Structura acidului fosforic [12]

Radicalul acidului fosforic (fig. 8.3) reprezintă al treilea component al nucleotidelor acizilor nucleici. Acidul fosforic are trei radicali  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ .

Prin urmare, acidul fosforic are trei grupări OH libere ce pot fi esterificate. În cazul acizilor nucleici se esterifică două grupări OH, deci acizii nucleici sunt *fosfodiesteri*. Structura acidului fosforic îi conferă posibilitatea de a atașa două nucleotide adiacente cu eliminarea unei molecule de  $H_2O$ . Pe lângă aceasta, acidul fosforic asigură acizilor nucleici un puternic caracter acid precum și prezența a numeroase sarcini negative. Datorită acestor sarcini negative, acizii nucleici sunt puternic ionizați.

Dezoxiriboză, împreună cu o bază azotată, formează un *nucleozid*. Bazele azotate sunt legate de dezoxiriboză prin legături  *$\beta$ -N-glicozil*. Bazele pirimidinice se asociază de monoglucid cu atomul

N<sub>1</sub>, iar bazele purinice – cu atomul N<sub>9</sub>. Pentru a deosebi numerotarea atomilor de carbon din pentoze de atomii de carbon din baze azotate, atomilor din dezoxiriboză li se adaugă prim (') – 1', 2', 3', 4' și 5'. Monoglucida se atașează de bazele azotate cu grupa -OH a atomului de carbon din poziția 1' (C<sub>1</sub>).

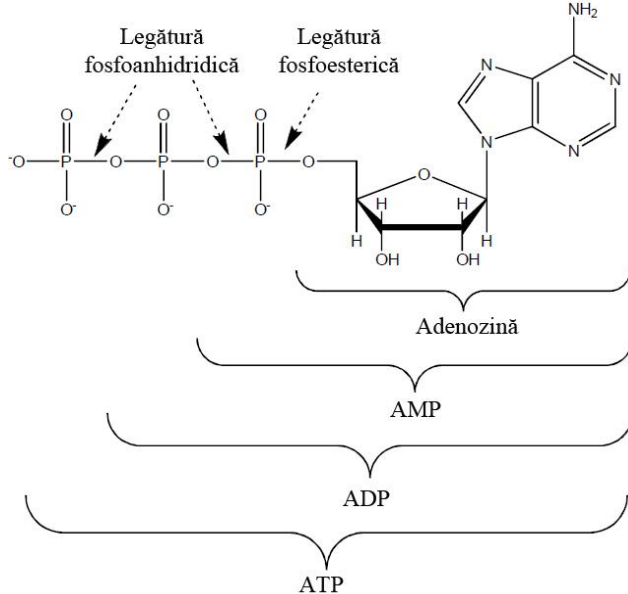


Fig. 3.4. Nucleozid fosfați [1]

Atașarea restului fosforic la nucleozide se realizează la carbonul 5' al dezoxiribozei și condiționează formarea nucleotidelor. Denumirea nucleotidelor provine de la baza azotată și numărul de resturi de acid fosforic. Nucleotidul se numește *nucleozid monofosfat* (de ex., dAMP – *dezoxiadenozin monofosfat*) dacă conține un rest fosfat; *nucleozidul difosfat* (dADP – *dezoxiadenozin difosfat*) conține două resturi fosfat; *nucleozidul trifosfat* (dATP – *dezoxiadenozin trifosfat*) conține trei resturi fosfat (fig. 8.4).

Resturile de acid fosforic se unesc la carbonul 5' al dezoxiribozei și se numerează cu literele grecești  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Nucleotidele se unesc între ele prin *legături fosfodiesterice* în urma înlăturării resturilor fosforice  $\beta$  și  $\gamma$ .

Radicalul fosforic realizează legătura între carbonul din poziția 5' (C<sub>5</sub>) a unei nucleotide cu carbonul din poziția 3' (C<sub>3</sub>) a unei alte nucleotide, astfel încât se formează un lanț polinucleotidic prin *legături fosfodiesterice* 5'→3' sau 3'→5'. Secvența polinucleotidică a unei catene reprezintă *structura primară a ADN-ului* (fig. 8.5).

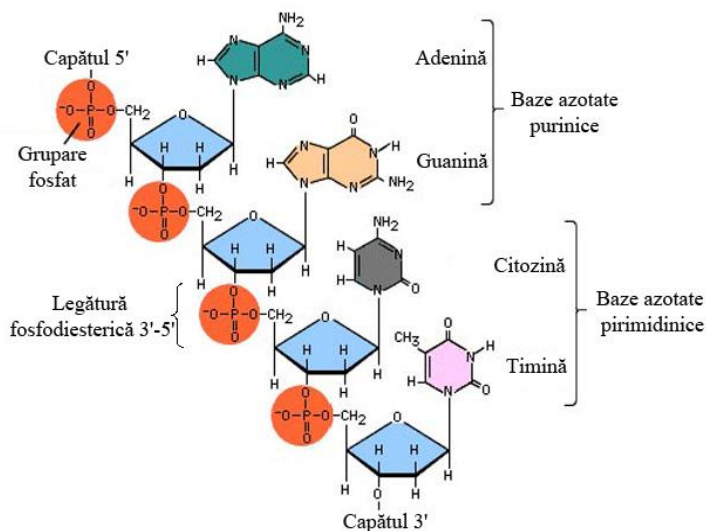


Fig. 8.5. Lanț polinucleotidic al moleculei de ADN [1]

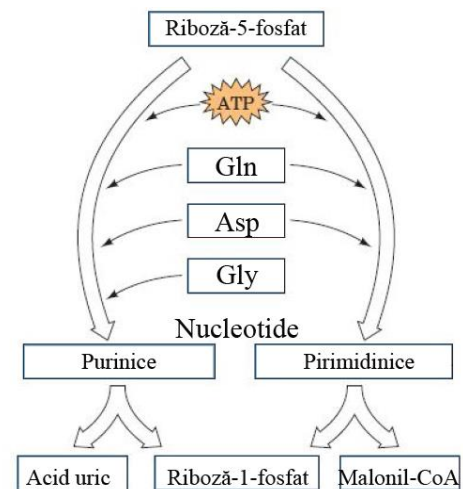


Fig. 8.6. Schema generală a metabolismului nucleotidelor [7]

Nucleotidele, pe lângă faptul că reprezintă elementele structurale ale acizilor nucleici, îndeplinesc rolul de sursă universală de energie în celula vie – *adenozintrifosfat* (ATP). Sub formă de nucleozid trifosfați – ATP, CTP, GTP și UTP, nucleotidele joacă un rol central în metabolism. Nucleotidele îndeplinesc funcția de cofactor, participă nemijlocit la reacții chimice în calitate de

acceptori de grupări chimice, atomi și electroni, iar nucleotidele ciclice (*cGMP* and *cAMP*) participă la semnalizarea celulară [12]. Așadar, nucleotidele îndeplinesc funcții multiple.

1. *Monomeri ai acizilor nucleici*. Nucleozidtrifosfații reprezintă substratul material din care se sintetizează acizii nucleici – ADN și ARN.

2. *Forme de stocare a energiei chimice*. Principala formă de stocare a energiei chimice în celulă sunt moleculele de ATP, care se sintetizează în cadrul respirației celulare.

3. *Componente structurale ale unor coenzime*. Coenzime precum NAD, NADP, FAD, FMN, S-adenozilmetionină, coenzima A au un rol major în metabolismul celular. Legarea acestora de partea proteică a enzimei se realizează prin intermediul AMP-ului.

4. *Mediatori fiziologici ai unor procese metabolice*. Molecula de cAMP funcționează ca un mesager chimic în controlul hormonal al sintezei macromoleculilor, diviziunii celulare, coagulării sângelui.

5. *Activatori moleculari*. Pentru sinteza glicogenului, glicoproteidelor, fosfolipidelor, nucleotidele în formă mono-, di- sau trifosforilată (UDP, CMP, CTP, CDP) leagă molecule de glucoză, acid sialic, colină, gliceroli și le transferă la locul sintezei.

6. *Efectori alosterici*. Multe căi metabolice sunt controlate de concentrații intracelulare de nucleotide, inclusiv interconversiunile între purine și pirimidine. În acest fel, nucleotidele participă la reglarea specifică a metabolismului celular.

### 3.2. ACIDUL DEZOXIRIBONUCLEIC (ADN)

Macromolecula de ADN rezultă din polymerizarea *dezoxiribonucleotidelor*. O dezoxiribonucleotidă este formată din trei componente: o bază azotată *purinică* sau *pirimidinică*, o *dezoxiriboză* și o grupare fosfat. În structura ADN-ului intră două baze purinice, *adenină* (A), *guanină* (G) și două pirimidinice, *citozină* (C) și *timină* (T) (fig. 8.7). În constituția acidului dezoxiribonucleic intră obligatoriu toate cele patru tipuri de baze azotate, însă ordinea și proporția în care se găsește fiecare din acestea este o caracteristică de specie.

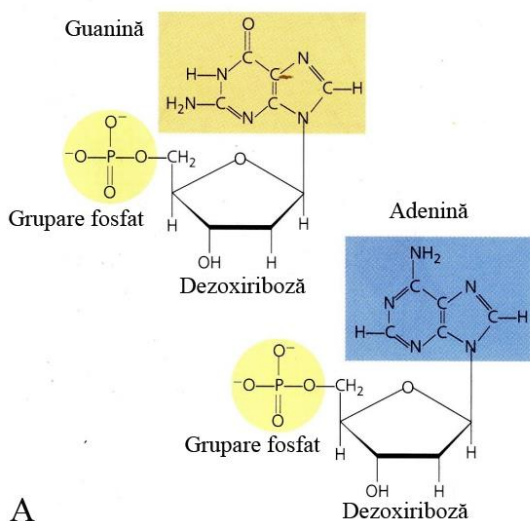


Fig. 8.7. A. Structura nucleotidelor purinice [1]

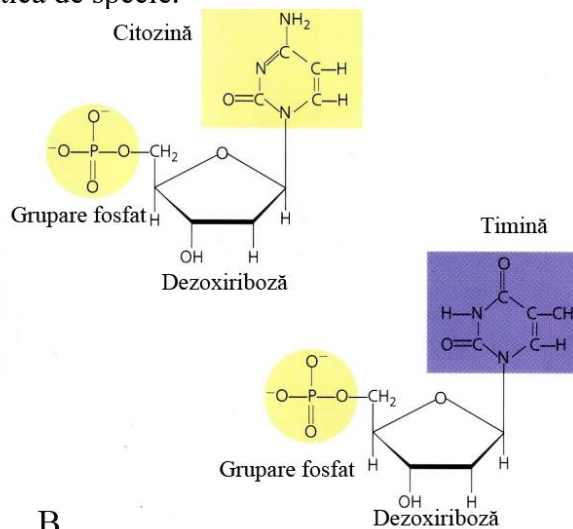


Fig. 8.7. B. Structura nucleotidelor pirimidinice [1]

Pentru prima dată o analiză amănunțită a structurii chimice a acizilor nucleici a fost efectuată de biochimistul austriac Erwin Chargaff în 1952, folosind metoda cromatografică. S-a stabilit că în moleculele de ADN conținutul de adenină este egal cu conținutul de timină ( $A = T$ ), conținutul de citozină este egal cu conținutul de guanină ( $G = C$ ), iar conținutul bazelor purinice este egal cu conținutul bazelor pirimidinice ( $A+G = T+C$ ). Aceste legități chimice, care au primit ulterior

denumirea de *regulile lui Chargaff*, au stat la baza descoperirii structurii bicatenare a ADN-ului. În același timp, raportul dintre  $(A+T) / (G+C)$  diferă și este specific la diferite organisme [5]: *Escherichia coli* – 0,97; *Saccharomyces cerevisiae* – 1,80; *Homo sapiens* – 1,40.



Francis Crick



James Watson



Maurice Wilkins

În anul 1953 James Watson, Francis Crick și Maurice Wilkins, folosind metoda *difracției în raze X*, au elaborat modelul de structură bicatenară a ADN-ului și au postulat modelul semiconservativ de replicare a lui. Conform acestui model molecula de ADN este alcătuită din două lanțuri sau catene polinucleotidice complementare, răsucite una în jurul

celeilalte, formând un *helix dublu*, aceasta fiind *structura secundară a ADN-ului* (fig. 8.8). Pentru această descoperire savanților James Watson, Francis Crick și Maurice Wilkins li s-a decernat premiul Nobel pentru fiziologie sau medicină în 1962 [14].

Spre exteriorul moleculei de ADN se află scheletul glucidofosforic, iar spre interiorul moleculei – bazele azotate complementare legate prin punți de hidrogen. O nucleotidă cu adenină se asociază prin două legături de hidrogen cu o nucleotidă cu timină sau invers –  $A = T$  sau  $T = A$ , iar o nucleotidă cu guanină se leagă cu o nucleotidă cu citozină prin intermediul a trei legături de hidrogen sau invers –  $G = C$  sau  $C = G$  (fig. 8.8).

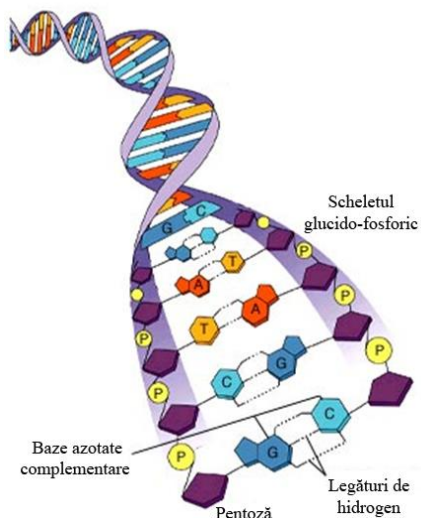


Fig. 8.8. A. Împerecherea bazelor azotate [11]

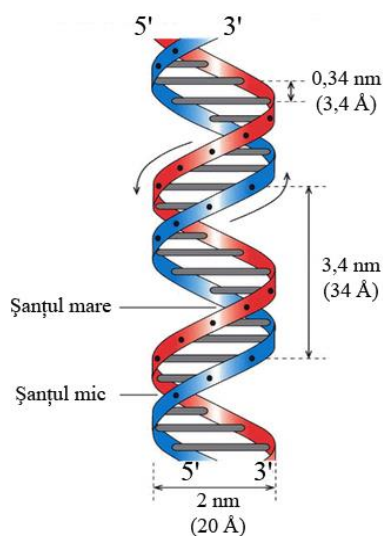


Fig. 8.8. B. Structura secundară a ADN-ului [11]

Lungimea unei molecule de ADN se exprimă în kilobaze (kb), iar masa moleculară în daltoni (D). Structura bicatenară a macromoleculelor de ADN asigură transmiterea informației ereditare din generație în generație. Acest proces se realizează datorită replicării moleculei mamă de ADN și formării a două molecule fiice de ADN, care ulterior se repartizează în celule fiice în cadrul diviziunii celulare. Macromoleculele de ADN posedă proprietăți specifice care sunt determinate de structura lor chimică [2].

1. *Absorbția razelor ultraviolete.* Prezența bazelor azotate purinice și pirimidinice în structura ADN-ului îi conferă moleculei proprietatea de absorbție a radiațiilor ultraviolete cu lungimea de undă de 260 nm. Această proprietate poate fi folosită pentru determinarea cantitativă a ADN-ului.

2. *Denaturarea și renaturarea ADN-ului.* Proprietățile fizice ale moleculelor de ADN se pot modifica ca rezultat al acțiunii unor factori fizici ( $t^{\circ}C$ ) sau chimici (pH, prezența în soluție a



alcoolilor și a cetonelor). S-a demonstrat, că prin încălzire la temperaturi cuprinse între 63–100°C, la moleculele de ADN se rup legăturile de hidrogen dintre bazele azotate, cele două catene se separă una de alta în soluție, proces care se numește *denaturare*. Denaturarea termică este adesea însoțită de o fluidizare a soluției, fenomen denumit *topire* a ADN-ului [3]. După denaturare, dacă soluția de ADN este răcită brusc, cele două catene rămân în această stare, denaturarea devenind permanentă. Dacă răcirea este lentă, legăturile de hidrogen dintre cele două catene se pot restabili, având loc procesul de *renaturare*.

3. *Replicarea ADN-ului*. Reproducerea este una din însușirile fundamentale ale materiei vii care se poate realiza la nivel de organism, celular și molecular. Replicarea ADN este un proces molecular prin care se realizează copierea exactă a moleculelor de ADN. Sinteza ADN-ului este de tip *semiconservativ*, deoarece fiecare din cele două catene e folosită ca matrice pentru sinteza unei catene noi de ADN.

4. *Reparația ADN-ului*. Această proprietate se realizează prin mecanisme care asigură repararea în molecula de ADN a leziunilor produse de diferiți factori ai mediului, previne apariția mutațiilor și se bazează pe principiul complementarității bazelor azotate.

5. *Spiralizarea și despiralizarea ADN-ului*. Proprietatea respectivă asigură trecerea macromoleculii de ADN de la o stare funcțională la alta.

6. *Flexibilitatea ADN-ului*. Această însușire asigură trecerea ADN-ului de la o formă conformațională la alta. Astfel, trecerea moleculei de la forma B la forma A se asociază cu activarea ADN-ului pentru transcripție, trecerea moleculei de la forma B la forma Z – cu inactivarea secvenței de ADN. Forma B a moleculei este caracteristică pentru ADN-ul în cadrul procesului de replicare, iar forma C a moleculei este caracteristică pentru organizarea ADN-ului în structuri supramoleculare.

7. *Heterogenitatea secvențelor de ADN*. Anumite secvențe de nucleotide se întâlnesc cu frecvență diferită de-a lungul moleculei de ADN. De exemplu, raportul dintre bazele azotate (A+T) / (G+C) este diferit la diverse organisme.

### 3.3. ACIDUL RIBONUCLEIC (ARN)

Acidul ribonucleic (ARN) are o structură chimică asemănătoare cu cea a ADN-ului. Ribonucleotidele sunt alcătuite din 3 componente de bază: o bază azotată *purinică* sau *pirimidinică*, o *riboză* și o grupare fosfat. În structura ARN-ului intră două baze purinice, *adenină* (A), *guanină* (G) și două pirimidinice, *citozină* (C) și *uracil* (U) (fig. 8.7). Spre deosebire de ADN, molecula de ARN este monocatenară (fig. 8.9).

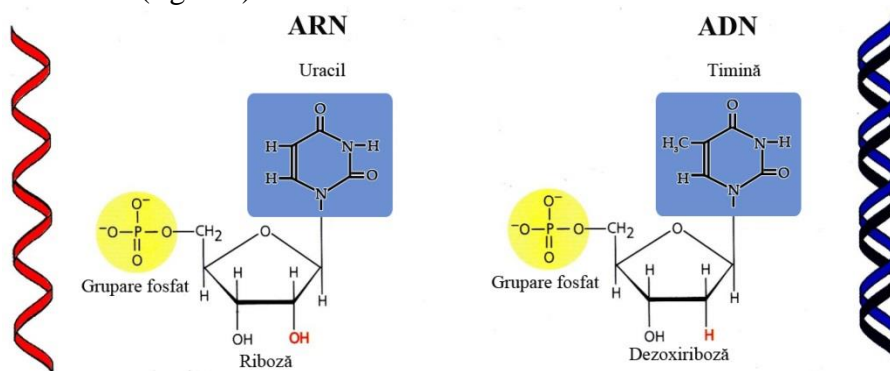


Fig. 3.9. Deosebiri între moleculele de ARN și ADN [1]

*ARN-ul celular* îndeplinește funcții esențiale în procesul de decodificare a informației genetice în procesul de biosinteză a proteinelor. Se disting câteva tipuri principale de ARN celular:

ARN mesager (ARNm), ARN de transport (ARNt), ARN ribozomal (ARNr) și ARN nuclear mic (ARNsm).

ARN mesager (ARNm) se sintetizează pe una din catenele de ADN (3'-5' – matrice), transcrie și transportă informația ereditară din nucleu în citoplasma celulei, la locul de sinteză a proteinelor – ribozomi. Ulterior, ARNm reprezintă o matrice pentru asamblarea lanțului polipeptidic al moleculei de proteină.

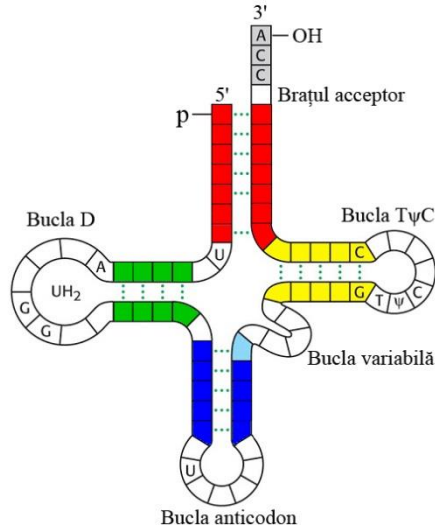


Fig. 8.10. Structura ARNt [2]

ARN de transport (ARNt) transportă aminoacizii proteici la ribozomi – sediul de sinteză a proteinelor. Astfel, ARNt servește în calitate de translator al codului genetic de pe ARNm și ca adaptor pentru aminoacizii proteici corespunzători. Fiecare moleculă este formată din ~70–80 nucleotide care formează o structură secundară specifică – frunză de trifoi [15]. În molecula de ARNt sunt prezente câteva regiuni funcționale distincte (fig. 8.10):

- brațul acceptor este un segment terminal monocatenar trinucleotidic CCA care are rolul de acceptor pentru aminoacidul specific activat;
- bucla TψC este implicată în legarea de suprafața ribozomului;
- bucla D este responsabilă de legarea de enzima aminoacil ARNt-sintetaza;

- bucla anticodon este formată dintr-un triplet de nucleotide cu o secvență complementară bazelor azotate dintr-un codon de ARNm, are proprietatea de a se împerechea cu codonul ARNm în baza principiului complementarității.

ARN ribozomal (ARNr) reprezintă circa 80–85% din cantitatea totală de ARN celular. ARNr constituie circa 60%, iar proteinele – 40% din masa ribozomilor [13]. În fiecare subunitate a ribozomilor (la eucariote subunitatea mare – 60S, subunitatea mică – 40S) există o singură catenă de ARNr, care se sintetizează în nucleolul celular. Așadar, ARNr are un rol structural și participă la sinteza proteinelor, asigurând legătura dintre ribozom, ARNm și ARNt.

Tab. 8.2. Tipurile de ADNr [13]

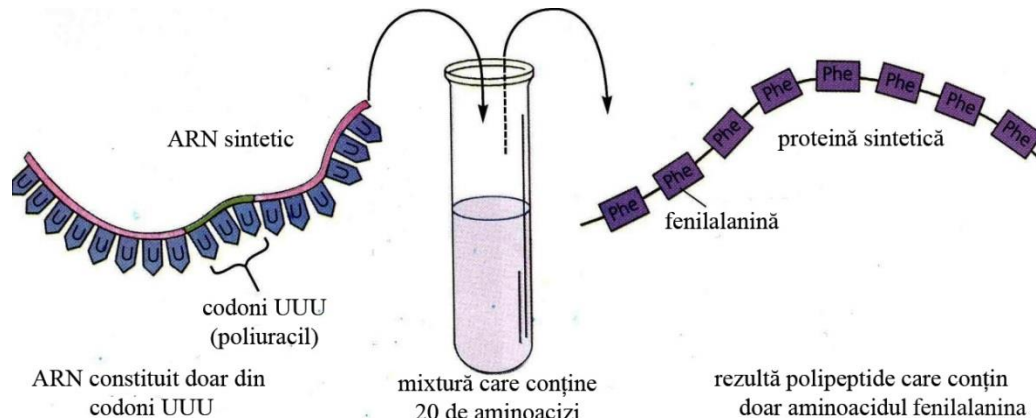
Tipul celulelor	Mărimea, (S)	Subunitatea mare a ribozomului (ARNr)	Subunitatea mică a ribozomului (ARNr)
Procariote ( <i>E. coli</i> )	70S	50S (5S : 120 nt; 23S : 2906 nt)	30S (16S : 1542 nt)
Eucariote ( <i>H. sapiens</i> )	80S	60S (5S:121 nt; 5.8S:156 nt; 28S:5070 nt)	40S (18S : 1869 nt)

ARN nuclear mic (ARNsm) este reprezentat de secvențe de câteva zeci de nucleotide și intră în componența enzimelor ce catalizează metabolismul acizilor nucleici (*primaza, telomeraza, splicesomul*).

### 3.4. CODUL GENETIC

După descoperirea rolului genetic și a structurii moleculare a acizilor nucleici, în 1954 ciberneticianul american George Gamow emite ipoteza, că în macromolecula de ADN este codificată biochimic informația genetică necesară sintezei moleculelor de proteine. Legătura dintre

acizii nucleici și proteine se realizează cu ajutorul *codului genetic*, un limbaj biochimic prin care o secvență de 3 nucleotide din ADN determină prezența unui anumit aminoacid în molecula proteică (fig. 8.11).



**Fig. 8.11. Experimentul care demonstrează relația dintre ARNm – polipeptid [1]**

Unitatea funcțională a codului genetic este *codonul*. Codul genetic, alcătuit din 64 de codoni, codifică 20 de aminoacizi proteici standard. Trei dintre codoni (UAA, UAG, UGA) se numesc *STOP*, nu codifică aminoacizi și servesc ca semnale pentru terminarea sintezei catenei polipeptidice.



**Robert Holley**



**Gobind Khorana**



**Marchall Nirenberg**

Acest *alfabet* al vieții a fost descifrat de Marchall Nirenberg, Robert Holley și Gobind Khorana în anii 60 ai secolului XX. Pentru această realizare savanților li s-a decernat premiul Nobel pentru fiziologie sau medicină în anul 1968 [14]. Prin urmare, în fiecare celulă, în moleculele de ADN este stocată

toată informația genetică a organismului, care se realizează în cadrul procesului de biosinteză a proteinelor în ontogeneză.

Codul genetic are următoarele proprietăți.

1. Codul genetic este *universal*, cu mici excepții. Aminoacizii proteici sunt codificați de aceeași codoni, indiferent de organismul în care se realizează biosinteza proteinelor. Universalitatea codului genetic impune ideea că toate organismele vii provin dintr-un singur strămoș, care a apărut în urma unui îndelungat proces de evoluție a materiei.

2. Codul genetic este *tripletar*, un codon este alcătuit din 3 nucleotide (*triplet*).

3. Codul genetic este *degenerat*. Toți aminoacizii, cu excepția metioninei și a triptofanului, sunt codificați de mai mulți codoni. Această proprietate are o mare importanță în stabilitatea transferului de informație genetică din generație în generație. Spre exemplu, codonii UCU, UCC, UCA, UCG codifică aminoacidul *serina*. Dacă al treilea nucleotid va fi înlocuit în urma unei mutații, structura proteinei va rămâne neschimbată.

**Tab. 3.3. Codul genetic însris în ARN-m**

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

4. Codul genetic este *colinear*. Succesiunea codonilor din molecula de ARNm matur este liniară cu succesiunea aminoacizilor din proteina sintetizată.

5. Codul genetic este *specific*. Unul și același triplet codifică un aminoacid specific. De exemplu, UUU nu codifică aminoacidul serina, ci aminoacidul *fenilalanina*.

6. Codul genetic este *nesuprapus*. Codonii vecini din molecula de ARNm nu au nucleotide comune. Spre exemplu, secvența de ARNm matur, care se începe cu nucleotidele AUG/AGC/GCA, nu este citită AUG/UGA/GAG, ci strict pe triplete.

7. Codul genetic este *fără virgule*. Succesiunea de codoni din ARNm se citește secvențial, codon după codon, fără semne de separare.

În citirea mesajului genetic purtat de ARNm un rol important îl au 3 codoni – *UAA*, *UGA*, *UAG* – *stop* sau *nonsens*. Codonii *stop* nu codifică aminoacizi ci servesc ca semnale pentru terminarea sintezei unei catene polipeptidice. Dintre cei 61 de codoni *sens* 2 marchează începutul sintezei unui lanț polipeptidic – *AUG* și *GUG*.

## TESTE DE EVALUARE

### 1. Completați spațiile libere din text.

- 1.1. O nucleotidă este alcătuită din trei componente: a).....; b).....; c).....
- 1.2. ADN-ul stochează informația.....
- 1.3. Molecula de ARN este o structură.....
- 1.4. În componența acizilor nucleici intră monoglucida.....
- 1.5. Se cunosc .....tipuri de ARN celular:.....



## 2. Alegeți răspunsul corect din două variante alternative: Da / Nu.

- 2.1. Bazele azotate formează împreună cu monoglucidele dezoxiriboza și riboza – nucleozide.
- 2.2. Nucleozidele purinice se hidrolizează mai greu decât nucleozidele pirimidinice.
- 2.3. ADN-ul este substratul material al informației genetice.
- 2.4. În molecula de ADN conținutul de  $A + T = G + C$ .
- 2.5. ADN-ul extranuclear este liniar.

## 3. Alegeți varianta sau variantele de răspuns corecte.

- 3.1. Molecula de ARN: a) adenină; b) guanină; c) uracil; d) timină; e) citozină.
- 3.2. ADN-ul eucariotelor reprezintă:  
a) un lanț polinucleotidic monocatenar; b) o spirală polinucleotidică monocatenară; c) un lanț polinucleotidic bicatenar; d) o spirală polinucleotidică bicatenară.
- 3.3. Un segment bicatenar al moleculei de ADN conține 2400 de nucleotide, dintre care 300 cu adenină. Câte nucleotide cu citozină conține acest segment? A. 300. B. 750. C. 900. D. 1800.
- 3.4. Un segment bicatenar de ADN conține 720 de nucleotide cu adenină și timină (48% din numărul total de nucleotide). Determinați numărul total de nucleotide cu guanină în segmentul respectiv.  
A. 195. B. 390. C. 720. D. 360.
- 3.5. ADN-ul celular este localizat în:  
a) nucleu; b) reticulul endoplasmatic; c) mitocondrii; d) cloroplaste; e) aparatul Golgi; f) lizozomi.

## 4. Asociați:

Celula umană

1. 46 molecule de ADN	A. Celule sexuale
2. 23 molecule de ADN	B. Aparat Golgi
3. ADN liniar	C. Celule somatice
4. ADN circular	D. Mitocondrie
	E. Nucleu
	F. Ribozomi

## 5. Selectați termenul care nu se încadrează în grupul tematic prezentat și explicați de ce l-ați separat.

- 5.1. Adenină; guanină; dezoxiriboză; timină; citozină; riboză.
- 5.2. Timină; citozină; guanină; adenină, uracil.
- 5.3. ATP; ADN; ARN, proteină.

## 6. Completați tabelul.

ADN/ARN

Asemănări	Deosebiri
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.

## 7. Scrieți un referat la tema.

- 7.1. Proprietățile fizico-chimice ale ADN-ului.
- 7.2. Structura și funcțiile ADN-ului în celulă.
- 7.3. Structura și funcțiile ARN-ului în celulă.
- 7.4. Proprietățile codului genetic.

## GLOSAR

*Angstrom* (Å) – unitate de măsură a lungimii egală cu  $10^{-10}$  m sau 0,1 nm.

*Difracția de raze X* – (engl. *XRD – X-Ray Diffraction*) este o metoda de analiză nedistructivă a structurii atomice sau moleculare a cristalelor.

*Furanoză* – monoglucidă ciclică (cu inel furanic) alcătuită din 5 atomi de carbon.

*Genă* – un segment al macromoleculei de ADN care codifică un polipeptid, o moleculă de ARNt sau ARNr.

*Genom* – totalitatea moleculelor de ADN în celulă.

*Mozaic* – viroză a plantelor, manifestată prin apariția unor pete decolorate pe frunze, care alternează cu porțiuni colorate normal, având aspectul de mozaic.

*Piranoză* – monoglucidă ciclică (cu inel piranic) alcătuită din 6 atomi de carbon.

*Transcripție* – proces de sinteză a unei molecule de ARN pe o catenă matrice de ADN 3'-5'.

*Translație* – proces de sinteză a unui polipeptid pe o matrice de ARNm asociată cu ribozomii celulari.

*Pentoză* – monoglucidă cu 5 atomi de carbon.

## BIBLIOGRAFIE

1. Ardelean, A., Roșu, I., Istrate, C. *Genetică. Atlas școlar*. București, 2002.
2. Cemortan, I., Capcelea, S., Țaranov, L., Amoașii, D. *Curs de biologie moleculară*. Chișinău, USMF, 2000.-243 p.
3. Cornea, C., Vătafu, I., Barbu, A. *Elemente de inginerie genetică*. – București, All Educational, 1998.-184 p.
4. Duca, M. *Fiziologie vegetală*. – Chișinău, Știința, 2006.-287 p.
5. Palii, A. *Genetica*. – Chișinău, Museum, 1998.-352 p.
6. Popa, N. *Genetica. Curs de prelegeri*. – Chișinău, Centrul Editorial al USM, 2000.-382 p.
7. Voet, D., Pratt, Ch., Voet, J. *Principles of Biochemistry, 4th Edition International Student Version*, 2012.-1208 p.
8. Титова, Н., Савченко, А., Замай, Т. Боровкова, Г., Субботина, Т., Инжеваткин Е. *Биохимия и молекулярная биология: конспект лекций* – Россия, Красноярск, 2008.
9. [http: Hershey – Chase experiment](http://en.wikipedia.org/wiki/Hershey-Chase_experiment) // en.wikipedia.org/wiki/ Hershey-Chase
10. [http: Messenger RNA](http://en.wikipedia.org/wiki/Messenger_RNA) //en.wikipedia.org/wiki/Messenger\_RNA
11. [http: Nucleic acid structure](http://en.wikipedia.org/wiki/Nucleic_acid_structure) //en.wikipedia.org/wiki/Nucleic\_acid\_structure
12. [http: Nucleotides](http://en.wikipedia.org/wiki/Nucleotides) //en.wikipedia.org/wiki/Nucleotides
13. [http: Ribosomal RNA](http://en.wikipedia.org/wiki/Ribosomal_RNA) //en.wikipedia.org/wiki/Ribosomal\_RNA
14. [http: The Nobel Prizes](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/) // www.nobelprize.org / nobel\_prizes/
15. [http: Transfer RNA](http://en.wikipedia.org/wiki/Transfer_RNA) //en.wikipedia.org/wiki/Transfer\_RNA