

LBRIS

We know
books

Alexandra Simon-Gruia

Traian Œaitan

BIOLOGIE

manual pentru clasa a XII-a
Filiera teoreticã



EDITURA CD PRESS

CUPRINS

1. GENETICA

GENETICĂ MOLECULARĂ

1. INTRODUCERE	4
2. ACIZII NUCLEICI	5
2.1. Compoziția chimică a acizilor nucleici.....	5
2.2. Structura moleculară a ADN-ului	7
2.3. Replicarea ADN-ului	9
3. DE LA ADN LA PROTEINE	11
3.1. Tipuri de ARN.....	11
3.2. Codul genetic	12
3.3. Transcrierea genetică	14
3.4. Traducerea genetică	15
4. ORGANIZAREA MATERIALULUI GENETIC	17
4.1. Materialul genetic viral.....	17
4.2. Cromozomul și genele bacteriene.....	18
4.3. Cromozomi și gene la eucariote.....	19
5. CONTROLUL EXPRIMĂRII GENELOR	22
5.1. Reglajul genetic la procariote	22
5.2. Reglajul genetic la eucariote.....	23
6. GENOMICA – O NOUĂ RAMURĂ A GENETICII	26
6. 1. Genomica structurală și funcțională	26
6. 2. Metode folosite în studiul genomului	26
LUCRĂRI PRACTICE	28
EVALUARE	30

GENETICĂ UMANĂ

7. ORGANIZAREA CROMOZOMIALĂ ȘI MOLECULARĂ A GENOMULUI UMAN	33
7.1. Complementul cromozomial la om.....	33
7.2. Cartarea genomului uman.....	37
7.3. Principalele caracteristici ale genomului uman	38
8. CARACTERE UMANE MONO ȘI POLIGENICE	39
8.1. Caractere umane determinate de alelele unei singure gene	39
8.2. Caractere umane determinate de mai multe gene	42
8.3. Genetica comportamentului uman	43
8.4. Diversitatea genetică umană	44

9. GENETICA ȘI CANCERUL	47
9.1. Bazele genetice ale cancerului. Agenții carcinogeni.....	47
9.2. Oncogene și antioncogene	48
9.3. Concluzii privind apariția cancerului.....	49
10. IMUNOGENETICA	51
10.1. Anticorpi și antigene	51
10.2. Maladii genetice ale sistemului imun	52
10.3. Antigenele de histocompatibilitate și transplantul de organe	53
11. BIOETICA	55
11.1 Principii generale ale bioeticii.....	55
11.2. Implicații bioetice ale geneticii umane	56
LUCRĂRI PRACTICE	61
EVALUARE	65

2. ECOLOGIE UMANĂ

1. ECOSISTEME ANTROPIZATE	70
1.1. Particularitățile biotopurilor și ale biocenozelor în ecosistemele antropizate	70
1.2. Principalele modalități de investigare.....	70
1.3. Procese ecologice fundamentale în ecosistemele antropizate.....	70
1.4. Urbanizarea și impactul asupra mediului.....	72
2. POPULAȚIILE UMANE	76
2.1. Structura pe vârste și pe sexe a populațiilor umane.....	76
2.2. Explozia demografică	77
2.3. Migrația internațională.....	78
3. DETERIORAREA CAPITALULUI NATURAL SUB IMPACT ANTROPIC	80
3.1. Fragmentarea și distrugerea habitatelor.....	80
3.2. Introducerea de noi specii	81
3.3. Supraexploatarea.....	82
3.4. Poluarea	82
3.5. Modificările climatice globale	83
4. MEDIUL ȘI SĂNĂTATEA	85
4.1. Starea generală de sănătate a populației umane.....	85
4.2. Efectele dezvoltării agriculturii și ale industrializării asupra sănătății umane	86
4.3. Modificările climatice și sănătatea umană.....	89
4.4. Strategii de îmbunătățire a stării de sănătate	91
5. CONSERVAREA BIODIVERSITĂȚII	93
5.1. Conceptul de dezvoltare durabilă	93
5.2. Metode de conservare a capitalului natural	94
5.3. Arii protejate și reconstrucția ecologică.....	95
LUCRĂRI PRACTICE	98
EVALUARE	103
BIBLIOGRAFIE	106

GENETICA 1

GENETICĂ MOLECULARĂ

- 1. INTRODUCERE
- 2. ACIZII NUCLEICI
- 3. DE LA ADN LA PROTEINE
- 4. ORGANIZAREA MATERIALULUI GENETIC
- 5. CONTROLUL EXPRIMĂRII GENELOR
- 6. GENOMICA - O NOUĂ RAMURĂ A GENETICII

GENETICĂ UMANĂ

- 7. ORGANIZAREA CROMOZOMIALĂ ȘI MOLECULARĂ A GENOMULUI UMAN
- 8. CARACTERE UMANE MONO ȘI POLIGENICE
- 9. GENETICA ȘI CANCERUL
- 10. IMUNOGENETICĂ
- 11. BIOETICĂ

1. INTRODUCERE

Genetica poate fi definită ca știința eredității și a variabilității organismelor.

Primele observații cu privire la transmiterea în descendență a caracterelor ereditare au fost efectuate de către oamenii Antichității, în cadrul preocupărilor lor pentru îmbunătățirea însușirilor plantelor cultivate și ale animalelor domestice.

Cu toate acestea, constituirea geneticii ca știință datează din cea de-a doua jumătate a secolului al XIX-lea, când, pe baza experiențelor de hibridare efectuate la plante, Gregor Mendel anunța descoperirea legilor eredității:

1. legea purității gametilor;
2. legea segregării independente a perechilor de caractere.

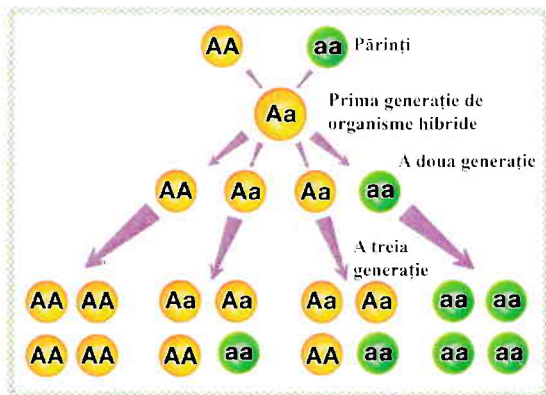


Fig. 1. Legea segregării independente a perechilor de caractere.

Știința eredității a fost numită **genetică** în 1905, de către geneticianul englez W. Bateson, care a cercetat și a demonstrat că legile mendeliene ale eredității sunt valabile și la animale, inclusiv la om.

În 1909, W. Johansen a introdus noțiunile de *genotip*, pentru constituția genetică, și de *fenotip*, pentru înfățișarea organismului, arătând care sunt deosebirile dintre acestea.

Progrese remarcabile în domeniul geneticii

au fost făcute de școala lui T. H. Morgan, care a elaborat tezele **teoriei cromozomiale a eredității** (dispunerea lineară a genelor pe cromozomi; linkage-ul; crossingover-ul), punând bazele unei noi științe – **citogenetica**.

Pe baza acestor descoperiri au fost alcătuite hărți cromozomiale sau genetice, la plante și animale, în care genele apar ca niște mărgelile înșirate pe ață (ața reprezentând cromozomul). Într-o asemenea concepție, genele sunt considerate unități funcționale în transmiterea caracterelor ereditare și, totodată, unități de recombinare și de mutație.

Ulterior, în 1958, utilizând sistemul bacterie-bacteriofag în analiza genetică, Benzer evidențiază faptul că genele sunt unități funcționale în transmiterea unui caracter, dar ele prezintă subunități de recombinare și de mutație, cea mai mică unitate mutațională fiind reprezentată de perechea de nucleotide.

Studiile de genetică biochimică au dus la descoperirea relației dintre gene și enzime.

Această relație, enunțată inițial sub forma „**o genă – o enzimă**”, a devenit mai apoi: „**o genă – o catenă polipeptidică**”.

Cu toate aceste progrese realizate în domeniul mecanismelor moleculare ale proceselor metabolice, natura chimică a genei a fost cunoscută abia în anul 1944, când O. T. Avery și colaboratorii acestuia au demonstrat experimental că ADN-ul stă la baza transformărilor pneumococilor din experiențele bacteriologului englez F. Griffith.

Se naște o nouă ramură a geneticii, **genetica moleculară**, care studiază ereditatea la nivel molecular. Utilizând tehnica pe care Linus Pauling a folosit-o în descoperirea modelului de structură în α -helix a proteinelor, pentru care a și primit Premiul Nobel, J. D. Watson și Crick descoperă, în 1953, modelul de structură dublu helicală a ADN-ului, care rămâne cea mai mare descoperire a biologiei secolului al XX-lea.

Acest model simplu, de dublu-helix, al struc-

turii ADN-ului a permis aflarea unor răspunsuri la numeroase întrebări legate de misterele vieții:

- cum se reproduce acesta în forme identice;
- cum dirijează sinteza catenelor polipeptidice cu o anumită secvență de aminoacizi și cum pot exprima acestea diferitele caractere ereditare;
- cum poate fi modificată informația ereditară, pentru ca, în descendență, să apară caractere noi, diferite de cele ale părinților.

Toate acestea au condus la elaborarea dogmei centrale a geneticii moleculare (Fig. 2), care, inițial, a fost considerată inviolabilă.

Schematic, aceasta se reprezintă astfel:

ADN → ARN → proteine

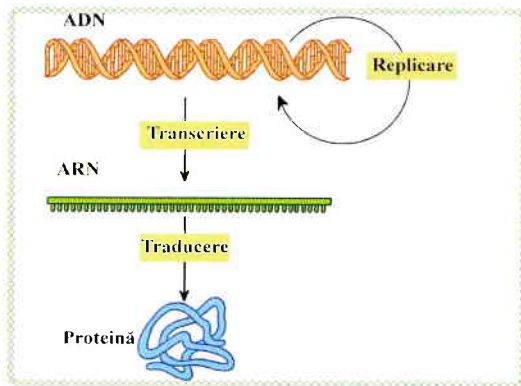


Fig. 2. Dogma centrală a geneticii.

Ulterior, studiul unor virusuri ARN a arătat că acesta se poate autoreplica și poate funcționa ca matriță pentru sinteza de ADN, printr-un proces numit *reverstranscriptic*.

2. ACIZII NUCLEICI

2.1. COMPOZIȚIA CHIMICĂ A ACIZILOR NUCLEICI

Una dintre cele mai importante caracteristici ale lumii vii este reproducerea, care, la nivel molecular, se bazează pe o substanță capabilă să coordoneze toate activitățile celulare și, în același timp, să se replice pentru a asigura perpetuarea informației pe care o conține.

Pentru multă vreme, substanța capabilă să îndeplinească acest dublu rol nu a fost cunoscută. În anul 1869, Friedrich Miescher, medic și biochimist elvețian, a izolat din nucleii leucocitelor o substanță,

Prezentată adesea ca o știință scumpă, care necesită investiții substanțiale, genetica moleculară pare, însă, a compensa orice nivel de investiție, prin rezultatele pe care le oferă pentru un mare spectru al activității omului.

Aplicațiile geneticii moleculare acoperă o arie largă în domeniul diagnosticării și al tratării maladiilor umane.

Ingenieria genetică a permis obținerea a numeroase produse de interes medical (insulina, hormonii de creștere, factorii coagulării sângelui, interferonul etc.), schimbând destinul multor oameni.

Cunoștințele geneticii moleculare și-au găsit utilitatea și în diferite ramuri ale industriei, prin **biotehnologii** care permit obținerea eficientă și ecologică a numeroase produse.

Astfel, în agricultură, s-a găsit posibilitatea ameliorării soiurilor de plante și a raselor de animale.

Pentru genetica moleculară, prezentul anunță o epocă de continuare descoperiri.

Retine!

Tehnologia ADN-ului recombinant a conferit geneticii moleculare statutul de „doamnă de onoare” a științelor sfârșitului de secol XX și începutului de secol XXI.

pe care a denumit-o **nucleină** și care, ulterior, a căpătat denumirea de **acid nucleic**.

Cu toate acestea, abia în anul 1928, datorită cercetărilor efectuate de microbiologul englez Frederick Griffith, s-a făcut primul pas în identificarea ADN-ului ca material genetic.

Experimentele sale asupra bacteriei *Streptococcus pneumoniae*, agentul patogen al pneumoniei, au demonstrat faptul că o tulpină bacteriană patogenă, omorâtă termic, poate induce patogenitatea la o tulpină mutantă, lipsită de această capacitate.

Tulpina patogenă, notată S (de la *smooth* – neted), formează, pe mediu de cultură adecvat, colonii cu aspect neted și este capabilă să inducă îmbolnăvirea atunci când este injectată la șoareci.

Cea de a doua tulpină, notată R (de la *rough* – rugos), formează colonii cu aspect rugos și este nepatogenă. Tulpina S este reprezentată de celule bacteriene învelite într-o capsulă proteică, ce conferă protecție împotriva mecanismelor de apărare a organismului infectat, spre deosebire de tulpina R, căreia îi lipsește enzima necesară pentru sinteza capsulei și, ca urmare, este anihilată de sistemul imun al gazdei.

chimici izolați din tulpinile de tip S omorâte termic și au concluzionat că singura substanță capabilă să inducă transformarea este ADN-ul.

Acestea au fost primele studii care au furnizat dovada că ADN-ul este materialul genetic celular; ele au fost urmate de studii efectuate pe virusuri, care au confirmat ipoteza inițială.

În celule, există două tipuri de **acizi nucleici**: ADN-ul (acidul dezoxiribonucleic) și ARN-ul (acidul ribonucleic), care reprezintă polimeri ai unor unități numite **nucleotide**.

Fiecare nucleotidă este formată din trei componente: o bază azotată, un zahar (o pentoză) și o

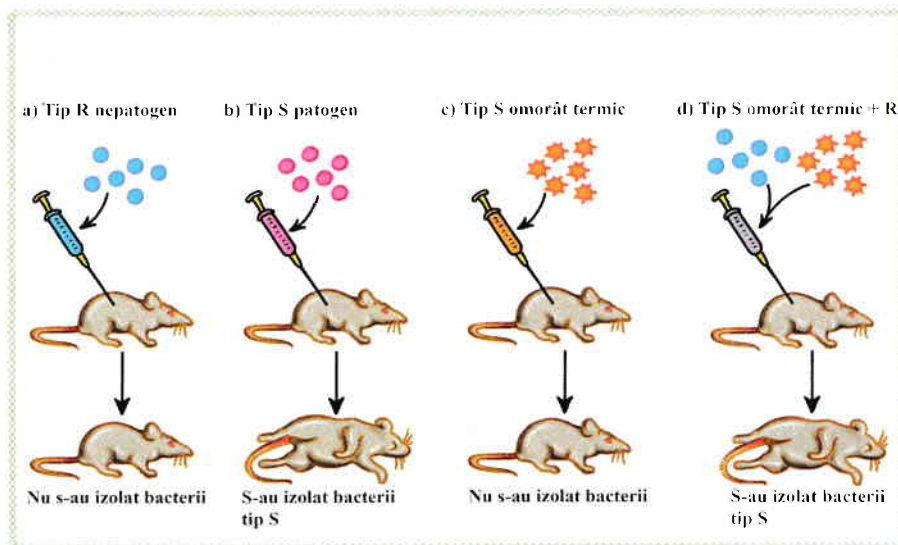


Fig. 3. Experimentele lui Griffith cu *Streptococcus pneumoniae*. Tulpina S omorâtă termic determină moartea șoarecilor, atunci când este injectată în amestec cu tulpina R nepatogenă.

Șoarecii injectați fie cu celule R, fie cu celule S omorâte termic rămân sănătoși. Însă, dacă se injectează un amestec de celule R și de celule S omorâte prin căldură, atunci șoarecii mor de pneumonie.

În plus, Griffith a descoperit în sângele șoarecilor morți celule S vii. El a concluzionat că, de fapt, celulele de tip R au achiziționat de la tulpina S ceva ce le-a transformat în bacterii virulente, fără a descoperi, însă, molecula responsabilă de acest lucru (Fig. 3).

Abia în 1944, Oswald Avery și colaboratorii săi au descoperit natura substanței care induce această transformare. Ei au purificat diferiți compuși

grupare fosfat (Tabel 1). Bazele azotate aparțin la două clase: **purine** și **pirimidine**.

Purinele sunt reprezentate de *adenină* (A) și *guanină* (G), care se întâlnesc atât în ADN, cât și în ARN, iar pirimidinele sunt reprezentate de *citozină* (C) și *timină* (T), în ADN, și de *citozină* (C) și *uracil* (U), în ARN (Fig. 4).

Tabel 1. Structura chimică a acizilor nucleici

	Gruparea fosfat	Zahar	Baze azotate	
			Purine	Pirimidine
ADN	Prezentă	Dezoxiriboză	Guanină Adenină	Citozină Timină
ARN	Prezentă	Riboză	Guanină Adenină	Citozină Uracil

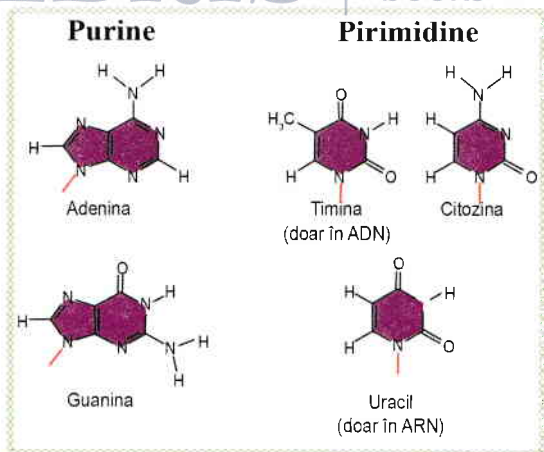


Fig. 4. Bazele azotate din compoziția acizilor nucleici.

Zaharurile legate la bazele azotate sunt **dezoxiriboza**, în nucleotidele ADN, și **riboza**, în ARN. Diferența dintre cele două zaharuri constă în lipsa unei grupări hidroxil la dezoxiriboză. Molecula formată dintr-o bază azotată legată la zahar se numește **nucleosidă**. Prin atașarea unei grupări fosfat la nucleosidă, se obține o **nucleotidă**. Nucleotidele se leagă unele de altele prin intermediul unei legături covalente între gruparea fosfat de la carbonul 5' al unei nucleotide și gruparea hidroxil (-OH) de la carbonul 3' al moleculei alăturate. Aceste legături sunt numite **fosfodiesterice** și stau la baza formării lanțurilor polinucleotidice ale acizilor nucleici (Fig. 5).

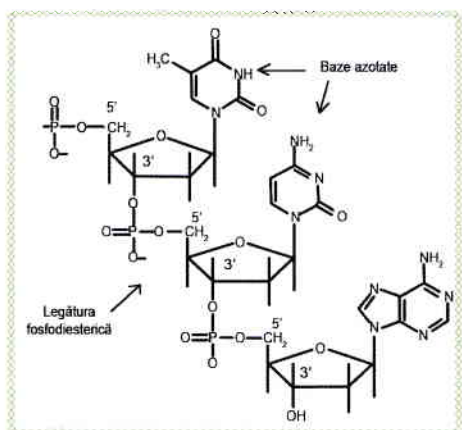


Fig. 5. Legătura fosfodiesterică dintre nucleotide succesive.

Retine!

O nucleotidă ADN sau ARN este formată dintr-o bază azotată purinică sau pirimidinică, un zahar (dezoxiriboza, în ADN, și riboza, în ARN) și o grupare fosfat.

Trebuie reținut faptul că nucleotidele sunt denumite în funcție de baza azotată și de zaharul pe care le conțin (Tabel 2).

Tabel 2. Nomenclatura nucleotidelor

Baza azotată	Nucleotida	Abreviere	
		Riboza	Dezoxiriboza
Guanină	Guanidin monofosfat Deoxiguanidin monofosfat	GMP	dGMP
Adenină	Adenozin monofosfat Deoxiadenozin monofosfat	AMP	dAMP
Citozină	Citidin monofosfat Deoxicitidin monofosfat	CMP	dCMP
Timină	Timidin monofosfat Deoxitimidin monofosfat	-	dTMP
Uracil	Uridin monofosfat	UMP	

2.2. STRUCTURA MOLECULARĂ A ADN-ULUI

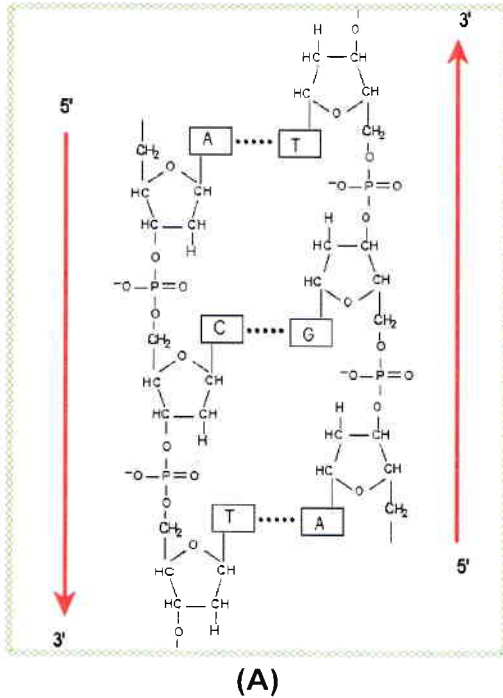
Cunoașterea compoziției chimice a moleculei de ADN nu este suficientă pentru a explica modalitatea în care funcționează ADN-ul. În descifrarea rolului macromoleculei de ADN, un pas important l-a reprezentat observația că, deși tipurile de nucleotide din molecula de ADN diferă cantitativ de la o specie la alta, cantitatea de timină este totdeauna aproximativ egală cu cea de adenină, iar guanina este egalată de citozină.

Cu alte cuvinte, la toate organismele, raportul purine: pirimidine este 1 : 1.

Pornind de la această constatare, în 1953, James Watson și Francis Crick au elucidat structura tridimensională a moleculei de ADN. Aceasta este formată din două lanțuri polinucleotidice (două catene) răsucite unul în jurul celuilalt, formând un **dublu-helix** (Fig. 6, B). În celule, ADN-ul este dublucatenar.

Fiecare bază azotată dintr-o catenă face pereche cu o bază azotată din cealaltă catenă, prin

intermediul unor legături de hidrogen, ținând, astfel, cele două catene reunite (Fig. 6, A). (Legăturile de hidrogen sunt legături slabe, prin care un atom încărcat pozitiv și un atom încărcat negativ sunt uniți prin intermediul unui atom de hidrogen).



Numai aceste legături (A-T și G-C) sunt posibile și, din această cauză, dacă se cunoaște succesiunea de nucleotide dintr-o catenă, se poate deduce structura celeilalte catene. Catenele sunt, astfel, **complementare**.

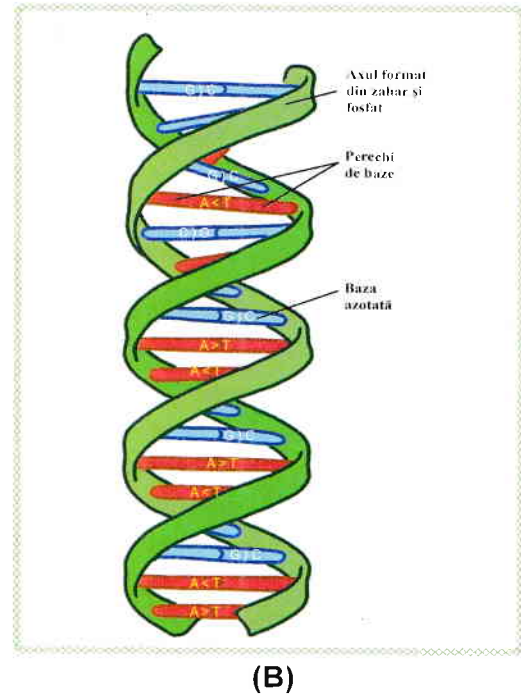


Fig. 6. Structura primară a ADN-ului (A) și dublu-helixul ADN (B).

Bazele azotate se găsesc situate spre interiorul dublu-helixului, în timp ce spre exterior se află zaharul (pentozele), unite prin intermediul legăturilor fosfodiesterice. Aspectul general este asemănător unei scări flexibile, în care balustradele sunt zaharurile unite prin intermediul grupării fosfat, iar treptele sunt bazele azotate.

Distanța dintre cele două catene, datorată legăturii de hidrogen dintre o purină și o pirimidină, este de 2 nanometri (nm) și se menține constantă pe toată lungimea dublu-helixului.

O rotație completă a helixului are loc la fiecare 3,4 nm, iar distanța dintre două baze azotate succesive de pe aceeași catenă este de 0,34 nm. Astfel, fiecare rotație corespunde la 10 perechi de baze azotate.

Fiecare adenină dintr-o catenă face pereche, prin intermediul unei legături duble de hidrogen, cu timina din cealaltă catenă, în timp ce fiecare guanină formează pereche cu citozina, printr-o legătură triplă de hidrogen.

Cele două lanțuri polinucleotidice ale dublu-helixului sunt orientate în direcție opusă unul față de celălalt, ceea ce înseamnă că sunt **antiparalele** (Fig. 6, A). Dacă una dintre catene are sensul 5' fosfat → 3' zahar, cealaltă va avea direcția 3' → 5'; cu alte cuvinte, la același capăt al dublu-helixului, o catenă se termină cu gruparea 5'- fosfat, în timp ce a doua catenă se termină cu gruparea 3'- OH.

Reține!

Catenele dublu-helixului ADN sunt complementare și antiparalele.

Structura tridimensională a ADN-ului a devenit simbolul biologiei moleculare și a sugerat descoperitorilor ei, încă de la început, mecanismul prin care acesta se replică cu atâta fidelitate.

Temă

1. Utilizând cunoștințele de chimie, realizează modele structurale pentru bazele azotate și pentru tipurile de nucleotide.
2. Compară structura chimică a ADN-ului și a ARN-ului. Precizează asemănările și deosebirile dintre acestea.
3. Analizează și stabilește dacă următoarele enunțuri sunt adevărate sau false. Motivează-ți alegerea, evidențiind corelația structură-funcție.

- a) Tulpina R de *Streptococcus pneumoniae* este inhibată de sistemul imunitar al gazdei.
 - b) Legăturile fosfodiesterice stau la baza formării lanțurilor polinucleotidice din acizii nucleici.
 - c) Uracilul înlocuiește adenina în compoziția ADN-ului.
4. Stabilește care este ordinea corectă a legăturilor într-o nucleotidă din ADN:
 - a) grupare fosfat – adenină – dezoxiriboză;
 - b) zahar – citozină – grupare fosfat;
 - c) grupare fosfat – guanină – riboză;
 - d) pentoză – grupare fosfat – timină.

2.3. REPLICAREA ADN-ULUI

Regulile de împerechere a bazelor azotate determină modul în care se combină bazele azotate, care formează „treptele” dublu-helixului, dar nu influențează succesiunea de nucleotide de-a lungul aceleiași catene. Astfel, ordonarea celor patru perechi de baze variază enorm, iar fiecare genă are propria sa secvență.

Întrucât cele două catene sunt complementare, fiecare dintre ele conține informația necesară pentru reconstrucția celeilalte. Atunci când o celulă își copiază molecula de ADN, cele două catene se separă, iar fiecare catenă folosește ca matriță pentru sinteza unei noi catene.

De exemplu, când dublu-helixul este despiralizat la nivelul perechii A-T (adenină-timină), o catenă va conține A, iar cealaltă va conține pe T. În timpul replicării, A din matrița ADN-ului va face pereche cu T în noua catenă sintetizată, generând o altă pereche de baze A-T. La rândul său, T din cealaltă catenă-matriță se va împerechea cu A, într-o nouă catenă sintetizată. Vor rezulta, astfel, două perechi A-T, corespunzătoare a două dublu-helixuri. Procesul se va repeta pentru fiecare pereche de baze azotate din dublu-helixul moleculei de ADN.

Acest mecanism de replicare este cunoscut sub denumirea de **modelul semiconservativ**, deoarece fiecare moleculă-fiică de ADN are o catenă-matriță conservată și o catenă nou sintetizată. Cu alte cuvinte, o catenă este întotdeauna conservată, reprezentând catena parentală, iar cealaltă catenă este nouă (Fig. 7).

Atunci când a fost propus, modelul de replicare semiconservativă nu a putut fi demonstrat

experimental. Din această cauză, au mai existat și alte două modele alternative: **replicarea conservativă** și **replicarea dispersivă** (Fig. 7). În cazul replicării conservative, molecula parentală rămâne intactă, iar noua moleculă se formează „de novo”. Modelul dispersiv presupune că, după replicare, fiecare dintre cele patru catene reprezintă un amestec de ADN parental și de ADN nou sintetizat.

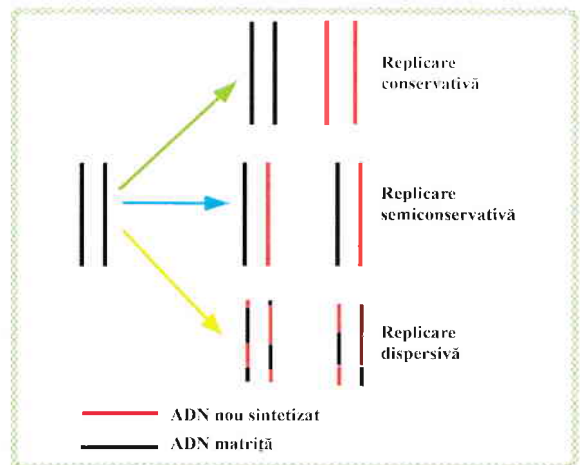


Fig. 7. Modele de replicare a ADN-ului.

Abia în anul 1957, Matthew Meselson și Franklin Stahl au efectuat un experiment prin care au dovedit că replicarea este, într-adevăr, semiconservativă, așa cum se deducea din modelul lui Watson și Crick.

Experimentul Meselson-Stahl a constatat în cultivarea bacteriei *Escherichia coli* pe mediu care conținea izotopul greu al azotului (^{15}N). (Un izotop este un atom cu număr diferit de neutroni față de

atomul obișnuit.) Bacteriile au încorporat ^{15}N în ADN-ul lor.

Ulterior, bacteriile au fost transferate pe un mediu care conținea ^{14}N , izotopul comun al azotului. Măsurând densitatea ADN-ului extras de la bacterii, s-a constatat că ADN-ul nou sintetizat este mai ușor decât ADN-ul de la bacteriile crescute pe mediu cu ^{15}N , dar mai greu decât cel extras de la *E.coli* cultivată pe mediu cu ^{14}N . Singurul model de replicare valabil s-a dovedit a fi cel al replicării semiconservative.

Reține!

ADN-ul se replică semiconservativ.

Etapele replicării ADN-ului

Replicarea unei molecule de ADN este un proces complex, cu mai multe etape, în care sunt implicate numeroase enzime.

Replicarea începe în regiuni denumite **origini de replicare**, iar fragmentele rezultate sunt, apoi, unite între ele. În timp ce cromozomul bacterian are o singură origine de replicare, la eucariote, cromozomii, fiind mai mari, posedă mai multe origini de replicare.

Prima condiție pentru ca replicarea să poată începe este despiralizarea și ruperea legăturilor de hidrogen dintre cele două catene; această etapă se realizează cu ajutorul unor enzime numite **helicaze**.

Replicarea este posibilă întotdeauna numai în direcția $5' \rightarrow 3'$, ceea ce face ca, pe una dintre catene (orientată $3' \rightarrow 5'$), replicarea să se desfășoare continuu, în timp ce pe catena complementară (orientată $5' \rightarrow 3'$), replicarea se desfășoară discontinuu, prin formarea unor fragmente scurte de ADN (numite, după descoperitorul lor, *fragmente Okazaki*), de 1500 de nucleotide, la eucariote, și de aproximativ 150 de nucleotide, la procariote. Unirea acestor fragmente se realizează prin intermediul unor enzime numite *ligaze*.

Modelul prezentat este un model general, care nu face decât pe alocuri referire la deosebirile dintre procariote și eucariote. În realitate, există diferențe

în desfășurarea replicării la cele două tipuri de celule, din cauza organizării diferite a materialului genetic. Una dintre cele mai importante deosebiri se referă la terminarea replicării, deoarece, liniaritatea cromozomilor de la eucariote implică formarea unor structuri specializate la capetele cromozomilor, structuri cunoscute sub numele de *telomere*.

La nivelul porțiunii deschise a dublu-helixului, numită *bifurcație de replicare* (Fig. 8), sub acțiunea unei enzime numite **ARN-polimeraza**, se sintetizează o secvență scurtă de ARN, numită **primer ARN**.

Acest primer ARN este necesar, deoarece ADN-ul însuși nu poate iniția replicarea. El furnizează un capăt liber $3'\text{-OH}$, necesar altei enzime, **ADN-polimeraza**, care, prin adăugare de nucleotide, determină elongarea lanțului polinucleotidic. Ulterior, primerul ARN este îndepărtat (Fig. 9).

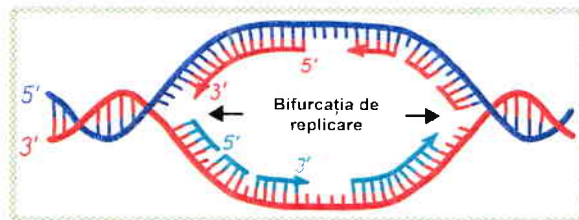


Fig. 8. Bifurcația de replicare a ADN-ului, care rezultă în urma despiralizării și a ruperii punților de hidrogen dintre catenele dublu-helixului.

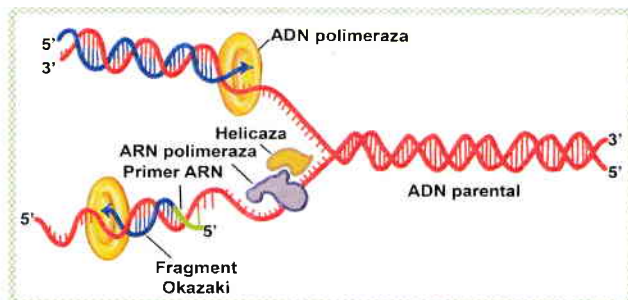


Fig. 9. Etapele replicării ADN-ului pe ambele catene și enzimele implicate în acest proces. Se observă că, pe una dintre catene, procesul este continuu, iar pe cealaltă, se formează fragmente Okazaki, care vor fi unite apoi cu ajutorul unor ligaze.

REZUMAT

- ⊙ ADN-ul conține informația necesară pentru sinteza proteinelor și autoreplicare. Pentru prima dată, ADN-ul a fost izolat în anul 1869 și a fost denumit *nucleină*. Identificarea ADN-ului ca material genetic a rezultat ca urmare a experimentelor lui Griffith, Avery și ale colaboratorilor lor.
- ⊙ Pornind de la observația că, în lungul moleculei de ADN, numărul de purine egalează numărul de pirimidine, Watson și Crick au descoperit structura terțiară a ADN-ului.
- ⊙ Dublu-helixul ADN este asemănător unei scări, în care balustradele sunt o alternanță de dezoxiriboză și fosfat. Treptele scării sunt reprezentate de perechi complementare de A-T și, respectiv, G-C. Dublu-helixul ADN este antiparalel, cele două catene care îl formează fiind orientate în direcții opuse.
- ⊙ Replicarea ADN-ului este semiconservativă, astfel că, întotdeauna, una dintre catene este o catenă parentală, iar cealaltă catenă este nou sintetizată. Replicarea ADN-ului presupune mai multe etape, în fiecare etapă fiind implicate diferite enzime.

Temă

1. Ce legătură există între ARN și procesul prin care are loc replicarea ADN? Argumentează.
2. Motivează importanța replicării ADN-ului după modelul semiconservativ.
3. Stabilește și explică ordinea implicării enzimelor în replicare. Precizează rolul lor. Ce consecințe ar avea modificarea succesiunii etapelor?
4. Precizează dacă enunțul este adevărat (A) sau fals (F). În cazul în care textul este greșit, înlocuiește cuvântul subliniat cu cel potrivit, pentru ca propoziția să devină adevărată.
 - a. Replicarea se realizează continuu, pe catena 5' - 3'.
 - b. Helicazele rup legăturile covalente dintre cele două catene ADN.
 - c. Cromozomii eucariotelor au mai multe origini de replicație.

3. DE LA ADN LA PROTEINE

Biosinteza proteică este un proces celular complex, care se desfășoară în două etape (Fig. 10):

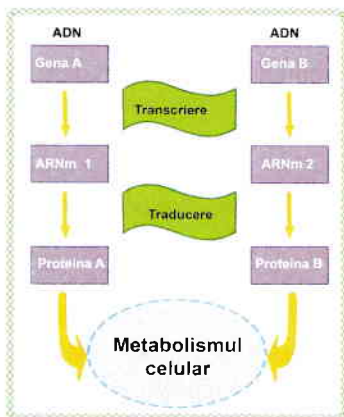


Fig. 10. Biosinteza proteică.

1. transcrierea genetică, cunoscută ca etapa de copiere a informației dintr-o secvență de ADN într-o secvență de ARN;

2. traducerea genetică¹, definită ca etapa de decodificare a secvenței de nucleotide din molecula ARNm, într-o secvență de aminoacizi, în structura unei catene polipeptidice.

3.1. TIPURI DE ARN

După cum s-a arătat anterior, ARN-ul este similar ADN-ului: amândoi sunt acizi nucleici reprezentând secvențe de baze azotate, unite lateral cu gruparea pentozo-fosfat. Totuși, există diferențe structurale și funcționale care fac ca ARN-ul să se deosebească de ADN. Structural, ARN-ul este, în general, monocatenar, în timp ce ADN-ul este dublucatenar. De asemenea, ARN-ul conține baza pirimidinică uracil (U) în loc de timină (T), care este prezentă în structura ADN-ului. ARN-ul include zaharul riboză,

¹⁾ În engleză, traducerea este denumită „translation” și, de aceea, în mod frecvent, geneticienii utilizează termenul de „translație”, ceea ce, conform DEX-ului, este o eroare.