

**IBRIS**

We know  
books

**MINISTERUL EDUCAȚIEI  
ȘI CERCETĂRII**

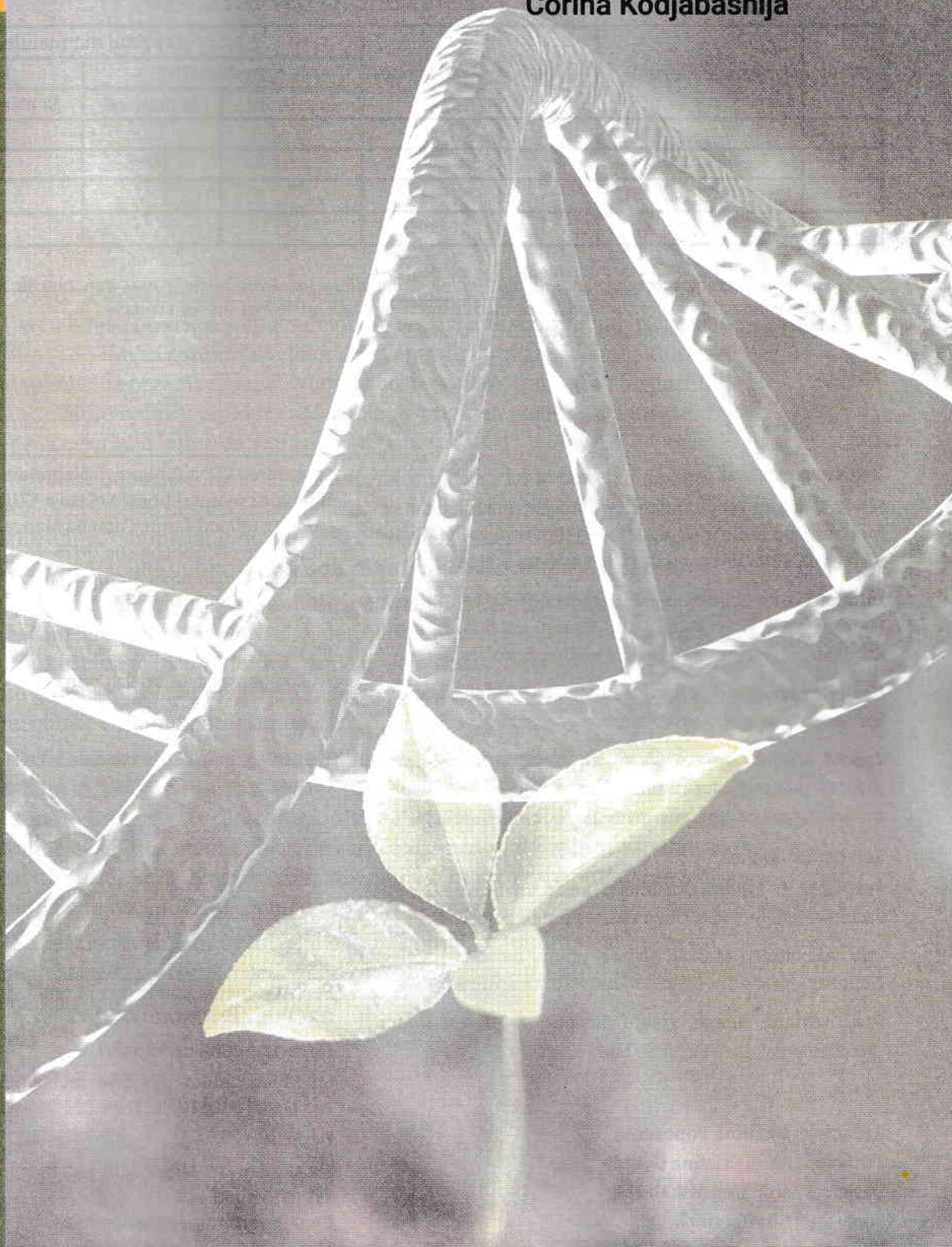
**Silvia Olteanu** (coordonator)

**Iuliana Tanur**

**Camelia Manea**

**Corina Kodjabashija**

# Biologie



**CORINT**  
LOGISTIC

## Cuprins

Cuvânt-înainte .....	3
Ghid de utilizare a manualului .....	5
Competențe generale și competențe specifice .....	6
Fișe de autoevaluare și evaluare .....	7
Modele de rezolvare itemi .....	8
Test inițial .....	9

### UNITATEA 1 – NOȚIUNI GENERALE PRIVIND EREDITATEA ȘI VARIABILITATEA LA OM..... 11

Ereditate și variabilitate .....	12
Materialul genetic: noțiuni generale despre cromozomi, gene, ADN .....	15
Cariotipul uman normal: număr de cromozomi, cromozomi autozomi și heterozomi .....	18
Transmiterea materialului genetic: rolul gameților și al fecundației .....	21
Transmiterea ereditară a unor caractere normale și patologice. Caractere dominante și recesive .....	24
Mutații, factori mutageni și consecințele mutațiilor .....	27
Aplicații practice – Analiza de cariotip, analiza de pedigree, probleme de genetică .....	30
<b>Recapitulare</b> .....	36
<b>Evaluare</b> .....	38

### UNITATEA 2 – EVOLUȚIONISM.....

Teorii despre originea și evoluția vieții .....	42
Dovezi ale evoluției vieții: directe și indirecte .....	45
Factori ai evoluției: ereditatea, variabilitatea .....	48
Factori ai evoluției: suprapopulația, lupta pentru existență, selecția naturală .....	51
Evoluția omului .....	54
Aplicații practice – Probleme simple de evoluție .....	57
<b>Recapitulare</b> .....	61
<b>Evaluare</b> .....	63

### UNITATEA 3 – SĂNĂTATEA OMULUI ȘI A MEDIULUI..... 65

Calitatea aerului .....	66
Calitatea apei .....	69
Calitatea solului .....	72
Aplicații practice – Investigarea sistemelor antropizate .....	75
Boli influențate de factorii de mediu și de propriul comportament. Alergii, astm .....	78
Boli influențate de factorii de mediu și de propriul comportament. Boli nutriționale .....	81
Boli influențate de factorii de mediu și de propriul comportament. Cancerul de piele, pulmonar, de colon .....	84
Omul și tehnologia – avantaje și riscuri .....	87
Resursele energetice ale planetei .....	90
Aplicații practice – Proiecte de mediu privind colectarea selectivă a deșeurilor, reducerea consumului de energie, apă și alte resurse .....	93
Biodiversitatea și importanța păstrării biodiversității .....	96
Dezvoltarea durabilă .....	99
Aplicații practice – Evidențierea impactului antropic asupra ecosistemelor (amprenta ecologică) .....	102
<b>Recapitulare</b> .....	105
<b>Evaluare</b> .....	107
<b>Recapitulare finală</b> .....	109
<b>Evaluare finală</b> .....	112
<b>Anexe</b> .....	114
<b>Rezolvări</b> .....	120

## Ereditate și variabilitate



Lumea vie este reprezentată prin numeroase forme de viață, de la bacterii la om, care s-au menținut de-a lungul timpului datorită proprietății de a da naștere unor descendenți asemănători lor, ca și prin capacitatea de a se adapta la mediu prin dezvoltarea unor însușiri noi.

### OBSERVĂ ȘI COMPARĂ!

1. Identifică însușirile comune ale cățelușilor din prima imagine cu părinții lor.
2. Privește a doua imagine și spune dacă asemănarea copiilor cu părinții este valabilă și în cazul oamenilor.



1.



2.

La organismele vii, puii sunt asemănători cu părinții lor: cățelușii au blană și ochi de aceeași culoare, urechi și bot de aceeași formă (1.), iar trăsăturile umane (forma feței, culoarea părului și a ochilor etc.) se moștenesc de-a lungul generațiilor, ca în cazul fetiței, mamei, bunicii și străbunicii – 2.).

În toată lumea vie, părinții și urmașii lor au trăsături (caracteristici) similare, deoarece părinții (ascendenții) transmit copiilor (descendenții) anumite caracteristici, pe care și ei le-au primit de la părinții lor, această transmitere numindu-se **ereditate** (*hereditas* – a moșteni, în lb. latină).

### OBSERVĂ ȘI COMPARĂ!

1. Compară organismele din imaginile de mai jos și identifică asemănări și deosebiri.
2. De ce crezi că apar deosebiri la organismele care aparțin aceleiași specii?



3.



4.



5.



6.

#### Vocabular

##### Biotehnologie

Știința care folosește organisme vii sau derivate ale acestora pentru obținerea industrială a produselor utile omului.

##### Inginerie genetică

Modificarea structurii genetice a unui organism prin intervenții asupra genelor.

#### Știi că?

- Printre primele plante modificate genetic au fost cerealele. Cu mii de ani în urmă, au fost încrucișate între ele, rezultând speciile actuale.

- Cercetările lui Gregor Mendel au rămas necunoscute din anul 1866 până în anul 1900, când au fost redescoperite, marcând apariția geneticii ca știință.

Deși ființele vii moștenesc caracterele de la părinți, nu arată exact ca ei, deci manifestă **variabilitate**, apărând modificări ale formei și mărimii corpului, ale culorii blănii etc. (imaginile 3., 4., 5., 6.). Variabilitatea este capacitatea organismelor de a dezvolta caracteristici noi, prin care se deosebesc unele de altele în cadrul unei specii. Cu cât organismele sunt mai diferite, cu atât mai mult crește capacitatea de adaptare la modificările mediului, rezistența la boli etc.

Știința care studiază ereditatea și variabilitatea ființelor vii se numește **genetică**.

Din cele mai vechi timpuri, oamenii au folosit empiric principiile geneticii în domesticirea animalelor și în cultivarea plantelor, selecționându-le pe cele cu trăsăturile dorite. Astfel, ei au observat că trăsăturile se transmit de la o generație la alta (ereditate) și că deosebirile dintre indivizi (variabilitatea) sunt importante în obținerea organismelor dorite.

### → În Antichitate

În **Mesopotamia**, au fost descoperite tăblițe de piatră și argilă, vechi de câteva mii de ani, care conțin informații despre modul de transmitere a unor caractere la cai.

**Aristotel**, în Grecia Antică, studiind animalele și plantele, a formulat idei despre transmiterea caracteristicilor de la o generație la alta.

### → În secolul al XIX-lea

**Gregor Mendel** (călugăr ceh), „părintele geneticii”, experimentând cu plante de mazăre, a formulat în anul 1865 legile eredității, care descriu modul cum se transmit trăsăturile de la părinți la descendenți.

**Friedrich Miescher**, în anul 1869, a identificat în nucleul celulelor „nucleina” și a demonstrat rolul ei în transmiterea caracterelor ereditare.

**Walther Flemming**, în anul 1882, a vizualizat pentru prima dată filamente (cromozomi) în celule aflate în diviziune.

### → Secolul al XX-lea

**T. H. Morgan** (biolog și genetician american), în urma experiențelor de încrucișare pe musculița de oțet, stabilește că factorii ereditari (genele) sunt plasați liniar, de-a lungul cromozomilor.

În **1953**, **J. Watson** și **F. Crick** descifrează structura ADN-ului, materialul genetic al tuturor organismelor, fiind răsplățiți cu Premiul Nobel.

Anul **1970** marchează apariția **ingenieriei genetice**, prin care se obțin organisme modificate genetic, pentru sporirea productivității, a rezistenței la boli și dăunători etc. Astfel au fost obținute bacteriile modificate genetic care produc insulină, pentru tratarea diabetului.

### → Secolul al XXI-lea

**Proiectul Genomului Uman** a fost un program internațional de cercetare, derulat între anii 1990 și 2003. Secvențierea completă a genomului uman, finalizată abia în 2022, a deschis calea unor cercetări avansate în genetică, medicină și biotehnologie.

## REȚINE!

**Genetica** este știința care studiază **ereditatea** (proprietatea de a moșteni informația genetică) și **variabilitatea** (proprietatea organismelor de a se deosebi unele de altele), **proprietăți** complementare care acționează împreună pentru **conservarea speciei**.

### Spune-ți părerea!

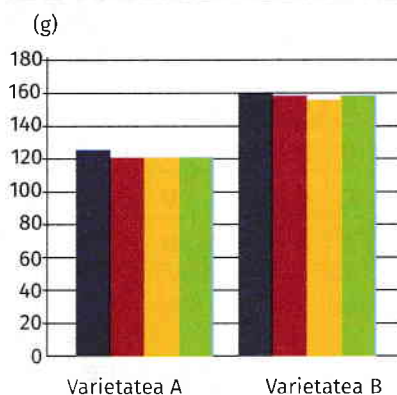
1. Identifică minimum trei caracteristici moștenite de copilul din imagine de la părinții săi.
2. Precizează 3-5 trăsături moștenite de la părinții tăi.



### Formulează o ipoteză!

Graficul de mai jos prezintă variația masei fructelor de măr (exprimată în grame, pe verticală) recoltate din același arbore (varietatea A) sau din alți arbori din livadă, aparținând aceleiași specii (varietatea B).

1. De ce fructele dintr-un arbore nu sunt toate identice (nu au aceeași masă sau culoare)? Dar fructele din varietatea B?



2. Identifică o altă caracteristică ce poate varia la o specie de plante, respectiv la o specie de animale.

## Aplicații

### A. Adevărat sau fals?

Scrie litera **A** pentru enunțurile adevărate și **F** pentru cele false. Dacă unul dintre enunțuri este fals, modifică-l parțial pentru ca acesta să devină adevărat. Nu este permisă folosirea negației.

1. Faptul că nepoții au trăsături comune cu ale bunicilor este datorat variabilității.

2. Materialul genetic prin care se transmit caracterele moștenite se găsește numai în celula animală.

### B. Evaluează enunțurile!

Acordă trei puncte pentru fiecare enunț pe care îl consideri corect și scade câte un punct pentru enunțul greșit.

1. Ereditatea este proprietatea organismelor de a-și transmite caracteristicile urmașilor.

2. Variabilitatea reprezintă însușirea organismelor de a se deosebi de cele care aparțin unor specii diferite.

3. Culoarea diferită a blăunii la vulpile polare și la cele din zona temperată nu este importantă pentru supraviețuirea acestora.

4. Plantele, spre deosebire de animale, nu prezintă modificări determinate de mediul în care trăiesc.

Câte puncte ai obținut în total?

A. 12 puncte; B. 0 puncte; C. 4 puncte; D. 8 puncte.

### C. Găsește noțiunile.

O	T	I	N	C	C	V	U	M	Z	O	O	P
R	T	S	I	B	A	B	D	O	R	A	T	E
W	U	U	W	S	S	R	T	R	C	S	R	T
A	U	E	R	B	E	W	U	G	O	E	U	A
R	A	N	B	S	R	I	M	A	A	D	Y	T
S	N	A	D	E	R	G	E	N	E	C	V	I
D	B	D	A	R	W	I	N	U	I	U	V	D
A	U	N	U	U	O	R	D	X	F	Y	C	E
V	C	U	O	I	U	O	E	N	S	A	D	R
V	A	R	I	A	B	I	L	I	T	A	T	E

Identifică, în careul alăturat, șapte noțiuni întâlnite în lecție, dintre care trei reprezintă numele unor savanți care au avut un rol important în dezvoltarea geneticii ca știință (prima literă a cuvântului este încercuită cu roșu). Cuvintele pot fi scrise de sus în jos, de jos în sus, de la stânga la dreapta și de la dreapta la stânga și au în comun cel puțin o literă.

### D. Cuvinte anagramate

Ghicește noțiunile ascunse în spatele cuvintelor anagramate (rezultate prin amestecarea literelor), astfel încât să obții noțiuni învățate pe parcursul lecției: CANEGETI; DETREATIE; ROMICOZOM.

Utilizează-le corect într-o propoziție.

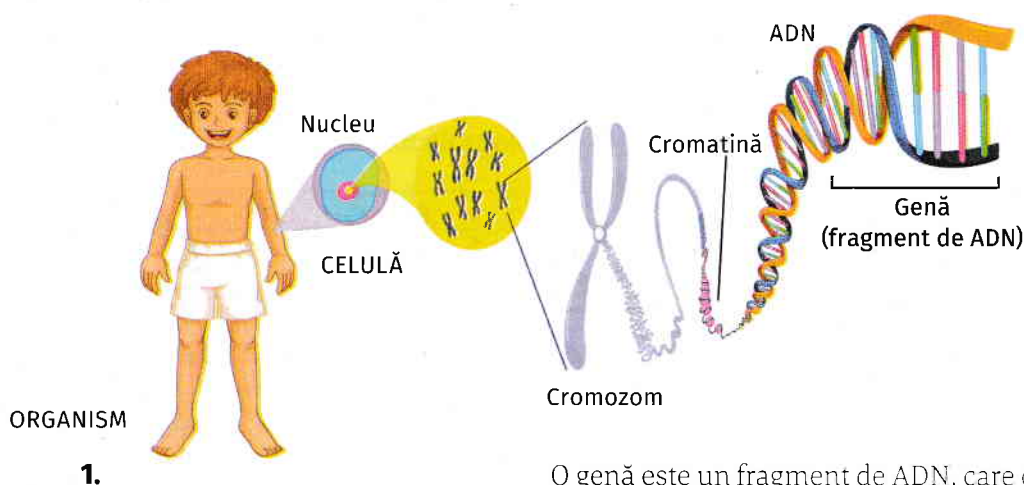


## Materialul genetic: noțiuni generale despre cromozomi, gene, ADN

Părinții seamănă cu copiii lor, deoarece celulele organismelor conțin în nucleu substanțe care transmit însușirile acestora în descendență, substanțe denumite **acizi nucleici**.

### OBSERVĂ ȘI IDENTIFICĂ.

1. Descrie componentele nucleului, așa cum apar în timpul diviziunii celulare în imaginea 1.
2. Stabilește relația cromozom–genă–ADN, vizibilă în imaginea 1.



Majoritatea celulelor au un **nucleu** care coordonează activitățile celulei, are rol în diviziunea acesteia și în transmiterea însușirilor organismului. În nucleul celulelor se află un amestec de substanțe, printre care ADN și proteine, substanțe din care se formează **cromatina**. În timpul diviziunii celulare, cromatina se spiralizează și se condensează (se scurtează și se îngroașă), formând **cromozomii**, structuri filiforme, care devin vizibili la microscopul optic (1.).

Cromozomii conțin **gene**, dispuse liniar în cromozom, în poziții fixe.

O genă este un fragment de ADN, care codifică sinteza unor proteine sau determină anumite trăsături ale unui organism, precum: culoarea părului, a ochilor, forma nasului etc.

Celulele corpului (somatice) conțin **cromozomi** omologi, în perechi (de la mamă și de la tată), ca și genele pe care le conțin. Genele perechi din cromozomii omologi care determină variații ale unui caracter se numesc gene alele. O genă poate fi **dominantă** sau **recesivă**: caracterul determinat de gena dominantă se manifestă, indiferent dacă perechea ei este identică cu ea sau e recesivă, iar caracterul determinat de gena recesivă apare numai dacă perechea ei este identică.

### Știi că?

- Acizii nucleici descoperiți inițial în nucleu au fost identificați și în cloroplaste și mitocondrii.
- Numărul de cromozomi este caracteristic speciei: 78 la câine, 40 la șoarece, 16 la ceapă, 46 la om, 8 la musculița de oțet.
- Organismele eucariote au un nucleu individualizat, în care există ADN format din două catene; acesta nu poate ieși prin porii nucleari pentru a ajunge în citoplasmă (locul traducerii informației genetice în proteine). De aceea, organismele eucariote (cu nucleu) au și un al doilea acid nucleic, ARN, format dintr-o singură catenă, care va copia o genă și, traversând porii, va ajunge în citoplasmă.

### Portofoliu

Cuprinde documente ale realizării sarcinilor propuse în activități de învățare.

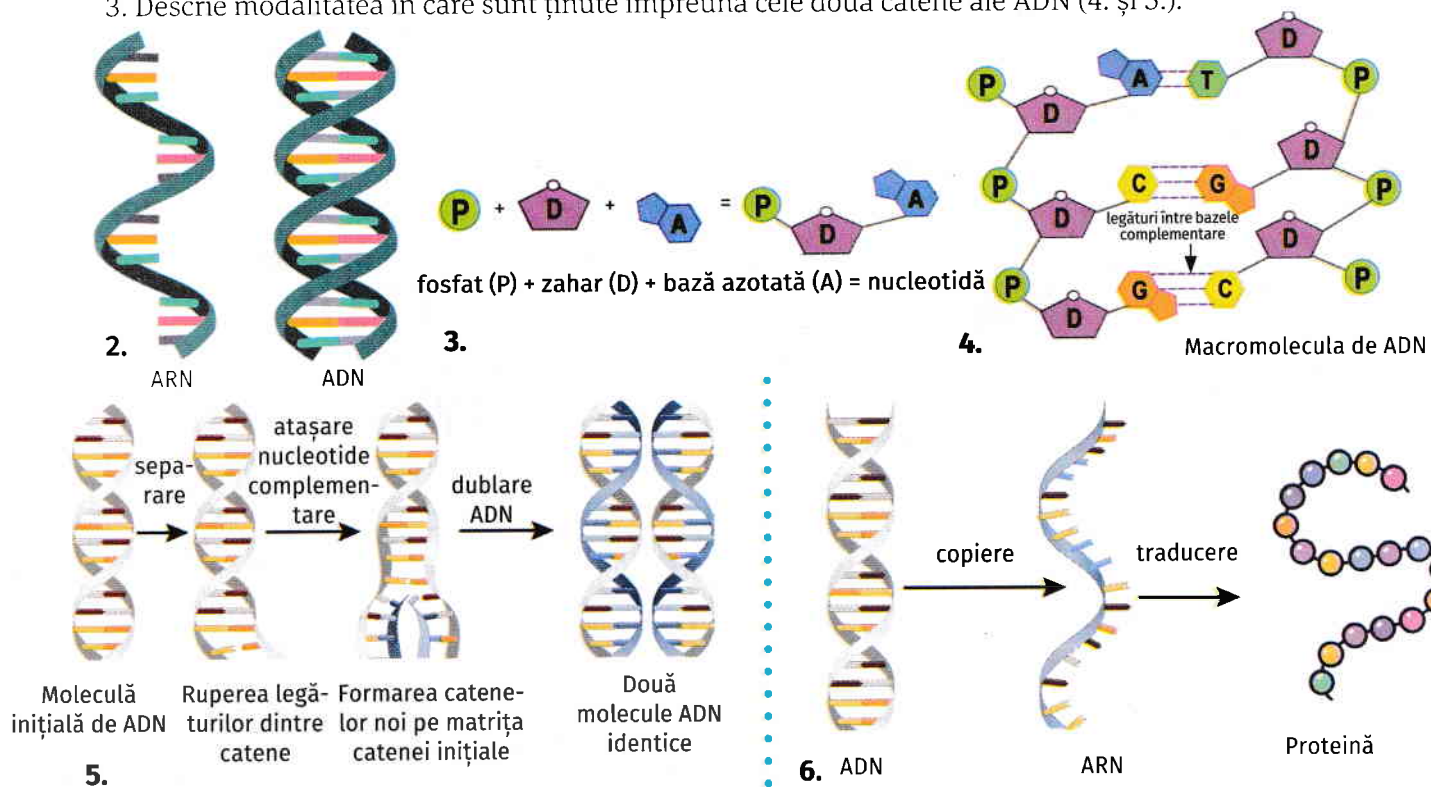
Produsele realizate prin rezolvarea punctelor D. și E. (pag. 17) – Modelul ADN și desene/fotografii vor constitui primele piese ale portofoliului tău.

**Acizii nucleici**

Acizii nucleici (**ADN** – acid dezoxiribonucleic și **ARN** – acid ribonucleic) sunt substanțe macromoleculare, alcătuite din unități mai simple, care se repetă de mii de ori, numite **nucleotide**. În celulele organismelor, numai ADN-ul codifică informația ereditară, în timp ce ARN îndeplinește alte roluri.

**OBSERVĂ ȘI COMPARĂ!**

1. Observă imaginea de mai jos (2.) și identifică deosebirea dintre cele două tipuri de acizi nucleici.
2. Numește elementele componente ale unei nucleotide (3.).
3. Descrie modalitatea în care sunt ținute împreună cele două catene ale ADN (4. și 5.).



**ARN** (2.) este format dintr-un singur lanț (catenă) de nucleotide. **ADN**, „spirală vieții”, conține două catene de nucleotide, răsucite una în jurul celeilalte (2.).

O **nucleotidă** (3.) este formată din 3 componente: un **zahar** (D), un **radical fosfat** (P) și o **bază azotată** (adenina – A, guanina – G, timina – T și citozina – C). În ADN există patru tipuri de nucleotide, care diferă doar prin baza azotată pe care o conțin.

Datorită structurii lor chimice, bazele azotate de pe o catenă a ADN atrag anumite baze azotate (complementare) de pe cealaltă catenă: adenina face pereche cu timina și guanina cu citozina, prin legături care mențin structura spațială de dublu helix a ADN (4). Poate fi asemănată cu o scară, balustradele fiind

formate din zahar și fosfat, iar treptele, din câte două baze azotate complementare.

Rolul ADN constă în stocarea, multiplicarea, transmiterea și traducerea informației genetice.

Multiplicarea ADN – **replicarea** (5.) se desfășoară în nucleu astfel: cele două catene se desfac și fiecare servește ca matriță (tipar) pentru câte o catenă nouă, rezultând două molecule de ADN, fiecare având o catenă veche și una nouă.

**Traducerea** informației genetice în proteine (6.) constă în copierea unei gene într-o moleculă de ARN care migrează în citoplasmă, unde este „citit” de ribozomii care vor produce o proteină.

**REȚINE!**

Materialul genetic este conținut în nucleul celulelor și se organizează sub formă de cromozomi în timpul diviziunii celulare, prin înfășurarea și împachetarea filamentelor de cromatină. De-a lungul ADN-ului unui cromozom sunt localizate genele care codifică sinteza unor proteine ce determină apariția însușirilor caracteristice ale unui organism. Genele pot fi dominante și recesive.

## Aplicații

**A. Completează pe caiet spațiile libere cu noțiunile corespunzătoare.**

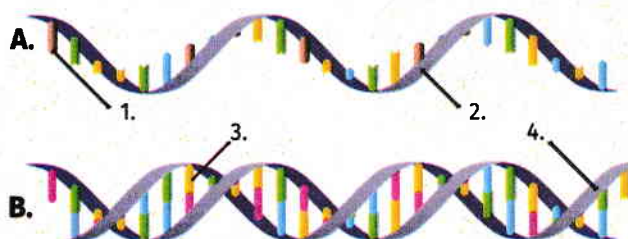
- Acizii nucleici au fost descoperiți în ..... celulei și sunt reprezentați de ..... și de ..... – acidul care codifică toate însușirile unui organism și care prin împachetare în timpul diviziunii formează .....
- Genele care sunt mereu traduse în proteine se numesc .....

**B. Adevărat sau fals?**

Scrie pe caiet litera **A** pentru enunțurile adevărate și **F** pentru cele false. Dacă unul dintre enunțuri este fals, modifică-l parțial pentru ca acesta să devină adevărat. Nu este permisă folosirea negației.

- Radicalul fosforic participă la realizarea structurii nucleotidelor.
- Replicarea este procesul de sinteză a proteinelor.
- Proteinele sunt alcătuite din aminoacizi.

**C. Desenează pe caiet și apoi completează legenda desenului alăturat, precizând numele substanțelor reprezentate: 1., 3. \_\_\_\_\_; 2., 4. \_\_\_\_\_; A. \_\_\_\_\_. B. \_\_\_\_\_.**

**D. Modelează!**

Structura ADN poate fi comparată cu o scară în spirală, bazele azotate reprezentând treptele, iar glucidele și grupările fosfat reprezentând balustradele.

Realizează un model artizanal din paste făinoase, caramele, plastilină sau cartonașe. Legăturile dintre catene se reprezintă prin scobitori sau bețe de chibrit (este nevoie de șase tipuri de forme sau culori, care să corespundă structurilor ce intră în componența ADN).

**E. Realizare de preparat microscopic, urmată de observații microscopice asupra cromozomilor din celulele de *Allium cepa*.**

**Materiale necesare:** bulbi de ceapă, carmin acetic, lame, lamele, microscopic optic.

**Mod de lucru:** Bulbii de ceapă se suspendă pe gura unor borcane pline cu apă, plasate într-un loc întunecos; după 3–5 zile, bulbii germinează formând radicele, care se recoltează când au atins lungimea de 1–2 cm (a.).

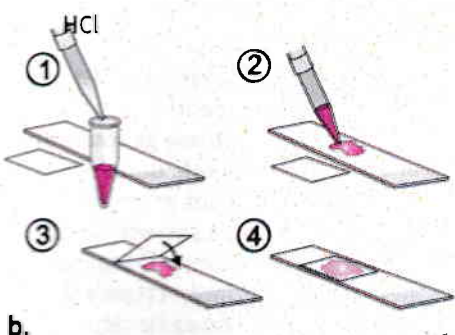


a.

Radicelele se pun într-un recipient cu câteva picături de carmin acetic (2%); se încălzesc 2–3 minute la flacără, evitând fierberea. Se pot adăuga câteva picături de HCl pentru distrugerea parțială a peretelui celular. Operația se consideră terminată când radicelele au culoarea roșu-închis și consistență moale. Se pun vârfurile mai închise la culoare pe o lamă de sticlă într-o picătură de carmin acetic; se acoperă cu lamela și se strivește materialul vegetal (se bate cu un bețișor în lamelă) pentru distribuția uniformă a materialului (b.).

Se analizează acele zone în care cromozomii sunt bine etalați și individualizați (c.).

Se numără cromozomii și se desenează/fotografiază (d.).



b.



c.

d.

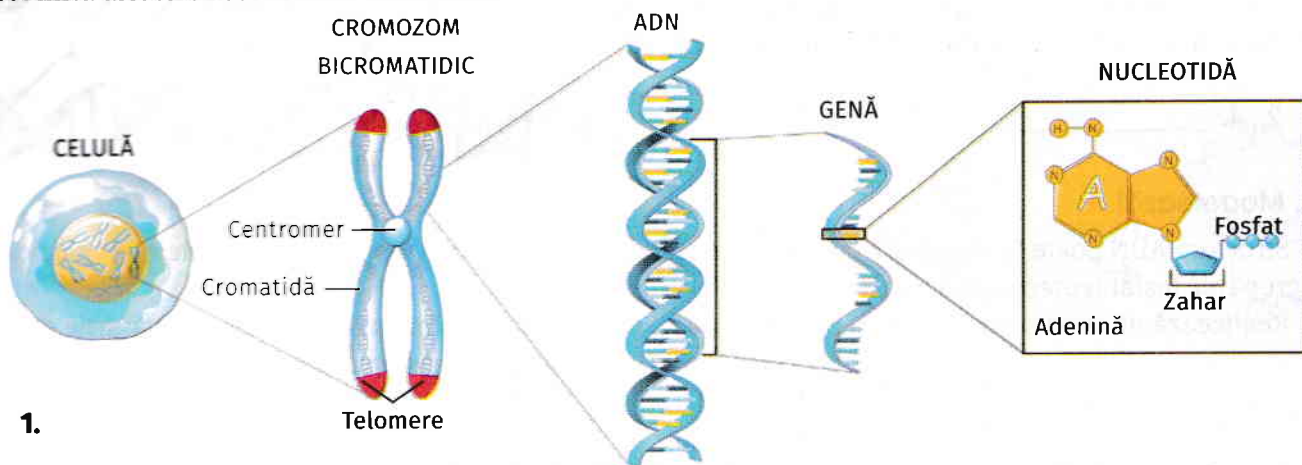
## Cariotipul uman normal: număr de cromozomi, cromozomi autozomi și heterozomi



**Cromozomii**, structuri permanente ale nucleului, dar vizibile la microscopul optic doar în timpul diviziunii celulare, sunt formați din două structuri identice, numite **cromatide**, unite printr-un **centromer**.

### OBSERVĂ ȘI IDENTIFICĂ!

1. Identifică, în imaginea de mai jos, componentele unui cromozom, așa cum este el vizibil în timpul diviziunii.
2. Găsește o explicație pentru faptul că un cromozom are două cromatide identice în timpul diviziunii, în rest fiind alcătuit doar dintr-o cromatidă.



Înainte de a intra în diviziune se produce dublarea cantității de ADN, urmată în primele faze ale diviziunii de condensarea sa, astfel încât fiecare cromozom va avea două brațe, numite **cromatide-surori** (cromozom bicromatidic). Cele două cromatide sunt identice, deoarece au rezultat prin copierea (replicarea) ADN-ului, având o catenă veche și o catenă nou formată, pe bază de complementaritate a bazelor azotate.

**Centromerul** leagă cromatidele-surori în timpul diviziunii celulare. Prin intermediul centromerului,

în timpul diviziunii, cromozomul se atașează de fibrele fusului de diviziune.

Extremitățile cromatidelor se numesc **telomere** și sunt formate din secvențe de ADN care împiedică unirea cromozomilor și asigură integritatea fiecărui cromozom.

Pe cromozomi sunt plasate **genele**, fragmente de ADN, alcătuite din mai multe **nucleotide** (de la câteva sute la mai mult de două milioane, în funcție de complexitatea proteinei codificate).

#### Știi că?

- La om, pe cromozomul 1 se găsesc 2 968 de gene, 931 de gene pe cromozomul X și numai 231 de gene pe cromozomul Y.
- Deși ADN-ul dintr-o celulă eucariotă poate avea doi metri lungime, prin împachetare încapă într-un nucleu cu diametrul de 10 micrometri (un micron = 0,001 mm).
- Moleculele de ADN din toate celulele unui adult de 70 kg, puse cap la cap, ar însuma de peste 60 de ori distanța de la Pământ la Soare.

#### Vreau să știu mai mult!

**Proiectul Genomul uman (1990–2003) a avut drept scop identificarea celor aproximativ 25 000 de gene care constituie genomul uman. Descoperirea a evidențiat unitatea vieții, deoarece aproape jumătate din proteinele umane sunt asemănătoare cu ale altor organisme, dar și faptul că secvența genomului uman este identică la 99,6% din oameni, ceea ce demonstrează că doar 0,4% din genom interacționează cu efectele mediului, determinând unicitatea fiecăruia.**

## OBSERVĂ ȘI COMPARĂ!

1. În imaginea alăturată (2.) sunt prezentate tipurile de cromozomi, în funcție de poziția centromerului. Compară lungimea brațelor în cazul fiecărui tip de cromozom prezentat.

2. Stabilește numărul de cromozomi specific omului, ținând cont că aceștia formează perechi.

3. Compară cromozomii unei femei (3. a.) cu cei ai unui bărbat (3. b.) și identifică diferența dintre aceștia.

**Poziția centromerului** poate fi diferită și, ca urmare, lungimea brațelor cromatidelor este diferită. Albert Levan, în 1960, a clasificat cromozomii în funcție și de aceste criterii (2.), astfel:

- metacentrici – cu centromerul situat în regiunea mediană, având brațele egale;

- submetacentrici – cu centromerul situat la distanță de regiunea mediană, brațele fiind inegale;

- acrocentrici – centromerul este situat aproape de unul dintre capetele cromozomului, brațele fiind inegale;

- telocentrici – centromerul este situat la un capăt al cromozomului.

Cellulele umane conțin în nucleu 46 de cromozomi organizați în 23 de perechi, dintre care 22 de perechi de cromozomi omologi, denumiți **autozomi**, în timp ce o pereche poate fi diferită, fiind perechea de **heterozomi**, cromozomi care determină sexul organismului. La femei (3. a.), această pereche este reprezentată de doi cromozomi de mărime mijlocie, notați X, în timp ce la bărbați (3. b.), perechea este formată dintr-un cromozom X și altul mic, notat cu Y. Cariotipul, formula scrisă cu cifre și litere ce descrie numărul de cromozomi, poate fi:

- format din 22 perechi de cromozomi autozomi și o pereche de heterozomi – XX și se notează „44 + XX”, la femei;

- format din 22 perechi de cromozomi autozomi și o pereche de heterozomi – XY și se notează „44 + XY”, la bărbați.

## REȚINE!

Cariotipul este reprezentarea grafică a cromozomilor dintr-o celulă, așezați în ordinea mărimii lor. Cariotipul uman normal este format din 23 de perechi de cromozomi, în fiecare pereche un cromozom provenind din ovul și celălalt cromozom din spermatozoid. Dintre cele 23 de perechi de cromozomi, 22 de perechi sunt identice la femei și la bărbați și se numesc cromozomi autozomi, în timp ce o pereche diferă la femei față de bărbați, acești cromozomi determinând sexul și purtând denumirea de heterozomi.

## Modelează!

Lucrând în grupe de câte 3-4 elevi, modelați din plastilină sau alte materiale cariotipul uman, ca în imaginea alăturată.

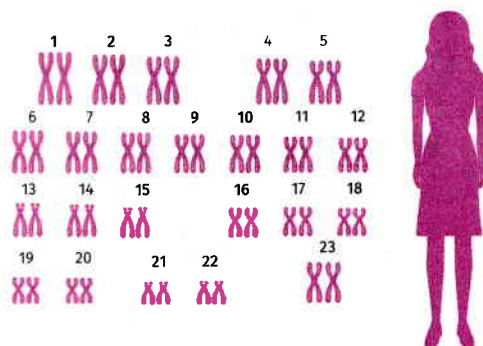
- Câte cromatide prezintă cromozomii pe care i-ai modelat?
- Modelul tău reprezintă cariotipul unei femei sau al unui bărbat?
- Câți autozomi ai modelat? Dar heterozomi?



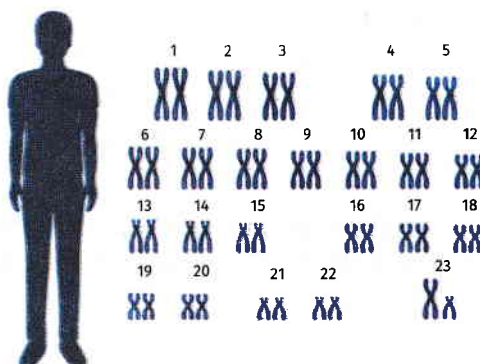
Metacentric Submetacentric Acrocentric Telocentric

2.

## Tipuri de cromozomi



3. a.



3. b.

## Portofoliu

Cromozomii realizați prin modelare vor fi fotografiati, apoi așezați în cutii, constituind piese ale portofoliului.

