



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI
CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE



**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE BIOLOGIE
ȚIRGU MUREȘ
5-9 aprilie 2015**

PROBA TEORETICĂ

CLASA a XII-a

COMPLEMENT SIMPLU

La întrebările 1-30 alegeți un singur răspuns corect.

1. La ADN-ul de tip B, scobitura mare:

- A. prezintă un diametru de 23 Å
- B. conține 12 perechi de baze azotate
- C. este locul de acțiune a factorilor mutageni
- D. nu are contact cu proteinele materialului genetic

2. Ambiguitatea codului genetic reprezintă:

- A. existența unor excepții de la universalitate
- B. un codon poate codifica mai mulți aminoacizi
- C. existența a doar doi codoni START și a trei codoni STOP
- D. un aminoacid este codificat de mai mulți codoni

3. Un ribozom:

- A. conține 2/3 proteine și 1/3 ARNr
- B. are cca 80 de proteine și 80% din ARN-ul celular
- C. își poziționează situsul A spre capătul 5' al moleculei de ARNm
- D. prezintă ARN 28S ce intră în structura peptidil-transferazei

4. Viroizii:

- A. sunt implicați în procese de parasexualitate
- B. au un genom segmentat
- C. pot avea porțiuni bicatenare
- D. sunt structuri izocapsidice

5. Doisprezece nucleosomi:

- A. conțin 24 de molecule de tip H1
- B. formează 2 tururi de spirală ale fibrei de 30 nm
- C. conțin 12 spire de ADN în jurul lor
- D. se pot compacta cu ajutorul a 2 kinetocori

6. La eucariote, în reglajul genetic al transcripției :

- A. fragmentul TATA este recunoscut de ARNsn
- B. promotorul leagă ARN-polimeraza apoi factorii de transcripție
- C. se fosforilează ARN-polimeraza II permițând transcripția
- D. proteine activatoare cuplează intensificatorul la codonul START

7. Tehnica PCR:

- A. se deosebește de replicarea *in vivo* prin numărul de enzime necesare
- B. necesită un amplificator ce menține constantă temperatura
- C. se bazează pe instabilitatea termică a polimerazei Taq
- D. identifică restricte pentru obținerea organismelor transgenice

8. Procentul de crossing-overe într-o pereche de cromozomi omologi:

- A. este invers proporțional cu distanța dintre genele respective
- B. confirmă legile mendeliene de transmitere a caracterelor
- C. este mai mare la cromozomii femeilor decât la cromozomii bărbaților
- D. exprimă distanța dintre gene în unități numite kilomorgani

9. Interferonii:

- A. cele mai multe tipuri sunt codificate de cromozomul 12
- B. pot fi sintetizați de virusuri și bacterii
- C. din tipul 2 distrug celulele canceroase sau parazitare
- D. sunt un tip de interleukine cu durată de viață nelimitată

10. Translocațiile:

- A. se realizează numai între telomerele a doi cromozomi
- B. se pot solda cu schimb reciproc al unor gene
- C. pot duce la apariția unor gene himere antioncogene
- D. sunt cauza meningiomului și a neuroblastomului

11. În reglajul posttranslațional, proteinele ce urmează a fi degradate, sunt atacate mai întâi de:

- A. histamină
- B. citokine
- C. proteosomi
- D. ubiquitină

12. O moleculă de ARNm nociv poate fi recunoscută de către:

- A. ARN-i
- B. ARN_{XIST}
- C. ARN_{sn}
- D. ARN_{sno}

13. Precipitațiile acide:

- A. sunt determinate de acumulări de monoxid de carbon
- B. împiedică absorbția metalelor toxice de către plante
- C. înlocuiesc elementele nutritive din sol cu protoni
- D. determină deschiderea stomatelor prin care intră ozon

14. În electroforeza ADN:

- A. se separă numai moleculele cu aceleași dimensiuni
- B. probele migrează spre polul pozitiv
- C. primerii se atașează la secvența originală
- D. viteza migrării depinde de sarcina electrică a fragmentelor de ADN

15. La o persoană albinotică:

- A. cantitatea de melanină din tegument este de 11%
- B. straturile epidermei nu au melanocite
- C. gena mutantă se transmite pe linie maternă
- D. tirozina se transformă în acid homogentic și hormoni tiroidieni

16. Cel mai mare grad de deșertificare a ariilor agricole terestre se întâlnește în:

- A. America de Sud
- B. Africa
- C. Australia
- D. Asia

17. Alegeți varianta corectă referitoare la cercetările realizate de Alfred Hersley și Martha Chase:

- A. proteinele virale au fost marcate cu izotopul ^{32}P
- B. au fost utilizate două tulpini de pneumococi
- C. bacteriofagii T4 au fost marcați radioactiv
- D. noua generație de bacteriofagi conține ^{32}P

18. Modelarea homeoloagă:

- A. are la bază similaritatea dintre o proteină cunoscută și una necunoscută
- B. este o metodă care redă structura ADN-ului pe baza proteinei codificate
- C. are la bază utilizarea unui număr mare de enzime cu funcții diferite
- D. permite separarea moleculelor în funcție de masa lor moleculară

19. Operonul *trp* de la bacteria *Escherichia coli* suferă următoarele influențe:

- A. este activat de acumularea în mediu a substanței ce urmează a fi metabolizată
- B. este inactivat prin cuplarea represorului activ cu operatorul
- C. are activitate redusă în absența triptaminei din mediul de cultură
- D. activitatea lui este blocată dacă izoleucina sintetizată este în exces

20. Primul reprezentant al speciei *Homo sapiens sapiens* în Europa a fost:

- A. *Omul de Cro-Magnon*
- B. *Homo sapiens arhaicus*
- C. *Homo habilis*
- D. *Homo sapiens*

21. Bolile monogenice:

- A. majoritatea se manifestă la vârste înaintate
- B. se transmit conform legilor mendeliene
- C. includ luxația congenitală de șold
- D. sunt condiționate de vârsta părinților

22. ADN-ul linear este caracteristic pentru:

- A. *Haemophilus*
- B. *Pseudomonas*
- C. *Anabaena*
- D. *E.coli tulpina K12*

23. Elementele genetice mobile:

- A. intensifică exprimarea antioncogenelor normale
- B. pot activa gena BRCA1, în cancerul hepatic
- C. se află și în genomul virusului hepatitei B
- D. există și sub formă de retrotranspozoni

24. Modelul dispersiv ale replicării ADN se caracterizează prin:

- A. catena parentală rămâne întotdeauna intactă
- B. una dintre catene se formează *de novo*
- C. catenele formate conțin ADN vechi și ADN nou
- D. ADN-ul se formează prin crossing-over succesive

25. Maladia Huntington:

- A. este o boală autozomală recesivă manifestată la ambele sexe
- B. bolnavii prezintă, printre alte manifestări, depresie severă
- C. se transmite numai la fete dacă mama este bolnavă
- D. pentru a se manifesta, ambii părinți trebuie să fie purtători ai genei

26. Ecosistemele terestre pot fi:

- A. naturale - nu sunt capabile de autoreglare
- B. antropogene - au fost create de om
- C. seminaturale - nu necesită management
- D. biotice - nu sunt influențate de om

27. Hipogonadismul este simptom caracteristic pentru :

- A. sindromul Rett
- B. sindromul Jacobs
- C. boala Hunter
- D. sindromul Klinefelter

28. Antioncogenele:

- A. pot facilita diferențierea celulară
- B. devin active prin mutații acumulate
- C. sunt alele mutante dominante ale unor gene celulare
- D. au rol în repararea leziunilor moleculei de ADN

29. Proteinele non-histonice:

- A. sunt în cantitate mai mare decât histonele
- B. asigură stabilitatea nucleosomilor în fibra de 30 nm
- C. au rol în exprimarea genelor
- D. prin fosforilare scad rata de transcriere

30. Factorii edafici:

- A. sunt poluanți fizici
- B. influențează producția primară
- C. compun biocenozele
- D. se determină cu anemometrul

COMPLEMENT GRUPAT

La următoarele întrebări (31-60) răspundeți cu:

- A - dacă variantele 1, 2 și 3 sunt corecte
- B - dacă variantele 1 și 3 sunt corecte
- C - dacă variantele 2 și 4 sunt corecte
- D - dacă varianta 4 este corectă
- E - dacă toate cele 4 variante sunt corecte

31. Istoria biologiei a cunoscut numeroase momente importante, precum:

1. George Church a determinat caracterul triplet al codului genetic
2. Gheorghe Benga a descoperit aquaporina
3. Fleming și Arnold au stabilit formula cromozomială umană $2n=46$
4. Kary Mullis a inventat tehnica PCR

32. Legarea:

1. N_3 al bazei azotate de C_1 al pentozei determină formarea unui nucleozid
2. radicalului fosfat la C_3 și C_5 determină formarea unei nucleotide
3. N_9 al bazei azotate de C_1 al pentozei determină eliminarea unei molecule de apă
4. unui hidroxil la C_2 al ribozei determină formarea dezoxiribozei

33. ARN polimeraza III intervine în:

1. formarea fragmentelor Okazaki
2. sinteza moleculelor de ARNsn
3. formarea primer-ului ARN în replicare
4. transcripție la eucariote

34. Bacteriofagii din grupul T:

1. determină gazda să le sintetizeze propriul ARNr
2. conțin 5-hidroxi-metil-citozină
3. au ADN bicatenar protejat de o capsidă de 65 μm
4. pot ataca celulele de *Escherichia coli*

35. Alegeți afirmațiile corecte:

1. cromozomii procariotelor se pot asocia cu proteine bazice
2. ADN poate avea formă lineară la bacterii
3. în mitocondrii anumiți codoni au altă semnificație decât în nucleu
4. informația genetică este întotdeauna copiată de la o moleculă de ADN

36. Activarea catenelor polipeptidice se poate realiza prin:

1. adăugarea unor grupări fosfat
2. procese de glicozilare
3. digestia parțială a moleculei
4. formarea de legături intra- și intercatenare

37. Cele 24 de tipuri de cromozomi umani diferă prin:

1. succesiunea de nucleotide conținute
2. gradul de condensare a cromatinei
3. luminozitatea și nuanța benzilor
4. numărul de brațe q conținute

38. Raportul de segregare mendelian se păstrează la transmiterea următoarelor caractere:

1. forma ochilor
2. grupele de sânge
3. gropița mentonieră
4. culoarea părului

39. Genomul mitocondrial:

1. conține gene pentru ARNr și pentru ARNt
2. este reprezentat de o moleculă de ADN/celulă
3. are codoni pentru metionină ce codifică izoleucină în nucleu
4. prezintă 93% material genetic repetitiv

40. Inteligența umană:

1. are o heritabilitate de aproximativ 30%
2. este influențată de gene ce codifică proteine de membrană
3. este un caracter continuu și meristic
4. este determinată de gene situate pe cromozomul X

41. Limfocitele T:

1. recunosc antigene prezentate de macrofage
2. pot produce anumite tipuri de interferon
3. au pe suprafața lor receptori pentru antigeni
4. prin interleukină activează complexul C1 al complementului

42. În celulele unui pui de găină infectat cu virusul sarcomului Rous :

1. genele pentru proteinele capsidului devin oncogene
2. gena *src* poate fi preluată de genomul viral
3. genele pentru reverstranscriptază sunt inhibate
4. oncogenă virală preluată se exprimă într-o nouă celulă gazdă

43. În replicarea materialului genetic:

1. se produc pierderi de nucleotide la capetele cromozomilor
2. în înlăturarea erorilor intervin enzime precum ADN-topoizomeraze
3. instabilitatea microsateleților afectează repararea postreplicativă
4. afectarea reparării postreplicative poate fi o consecință a imunodeficienței

44. Tehnica bandării:

1. permite realizarea hărților genetice
2. evidențiază benzile C, de reversie față de benzile T
3. folosește cromozomii metafazici din hematii
4. cu fluorocrom colorează secvențe în care predomină A-T

45. Dacă o femeie însărcinată are peste 40 de ani:

1. crește riscul de a avea un copil cu trisomie autozomală
2. este interzisă biopsia țesutului corionic
3. este oportun diagnosticul prenatal
4. ultrasunetele au efecte teratogene demonstrate asupra fătului

46. Diminuarea stratului de ozon este produsă de substanțe precum:

1. cloroformul
2. metil-bromura
3. clorofluorocarbura
4. vaporii de apă

47. Supraexploatarea ecosistemelor afectează:

1. interacțiunile interspecifice
2. efectivele populațiilor
3. biodiversitatea
4. variabilitatea genetică

48. Interferonii:

1. aparțin unei clase de glicoproteine de dimensiuni mici
2. modifică reacțiile imunologice ale organismului
3. acționează direct asupra celulei infectate
4. sunt sintetizați de gene de pe cromozomii 9 și 12

49. Receptorii pentru antigeni ai limfocitelor T:

1. sunt polipeptide cu structuri dimerice
2. genele lor sunt localizate pe cromozomii 1, 7 și 14
3. recunosc fragmentele epitopice numai dacă sunt legate de MHC
4. posedă patru perechi de polipeptide alfa, beta, gama și delta

50. Genele pentru receptorii TRC se află pe cromozomii :

1. 7 - gena pentru catena alfa
2. 1 - gena pentru catena delta
3. 14 - gena pentru catena delta
4. 14 - gena pentru catena alfa

51. Mastocitele:

1. sunt în mare parte prezente în epidermă
2. se găsesc în țesutul conjunctiv al căilor respiratorii
3. au pe suprafața lor imunoglobuline din clasa M
4. conțin în citoplasmă granule bogate în histamină

52. În reglarea transcripției la eucariote:

1. există mai multe secvențe de ADN reglatoare
2. are loc eucromatinizarea sau heterocromatinizarea
3. se poate atașa gruparea metil la citozină
4. se degradează moleculele de ARNm

53. În transferul genelor se utilizează:

1. endonucleaze
2. ADN-giraza
3. ADN-ligază
4. aminoacil-transferaza

54. Terapia genică cu celule stem este posibilă deoarece:

1. au capacitatea de a prolifera intens prin diviziuni mitotice
2. se pot diferenția în celule înalt specializate ale diferitelor organe
3. majoritatea genelor lor nu sunt încă exprimate
4. sunt introduse ușor în organism folosind ca vectori lipozomii

55. Referitor la distribuția apei pe glob:

1. 97,5% este reprezentată de apa mărilor și oceanelor
2. cea mai parte din apa dulce este accesibilă organismelor
3. un procent de 2,5% este reprezentat de apă dulce
4. nu influențează răspândirea florei și faunei

56. Acțiunile directe ale antropizării mediilor naturale sunt:

1. eroziunea solului și deșertificarea
2. distrugerea habitatelor naturale
3. schimbarea microclimatului
4. determinarea migrației unor populații

57. Stadiile stabilizării populațiilor din statele europene dezvoltate, se caracterizează prin:

1. în stadiul 1 există valori ridicate ale natalității și mortalității
2. în stadiul 2 rata mortalității este în scădere
3. în stadiul 3 natalitatea scade și se apropie de rata mortalității
4. în stadiul 4 mortalitatea și natalitatea sunt crescute și au valori egale

58. Proteinele serice ale sistemului complement:

1. completează acțiunea exercitată de anticorpi
2. circulă în sânge sub formă inactivă
3. prima proteină este activată de un anticorp legat de antigen
4. contribuie la optimizarea bacteriilor în vederea fagocitării lor

59. Neustonul:

1. este o componentă a biotopului pelagic
2. este reprezentat de fitoplancton și zooplancton
3. formează pelicula aflată la zona de contact apă – aer
4. conține specii ca scobaru, obletele, boișteanul

60. ADN-helicaza intervine în:

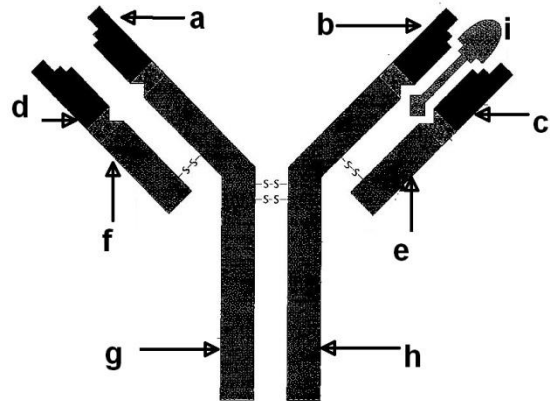
1. arhitectura cromozomului bacterian
2. funcția autocatalitică a ADN-ului
3. desprinderea histonelor de pe helix
4. ruperea legăturilor dintre catene

PROBLEME

La întrebările 61-100 alegeți un singur răspuns corect.

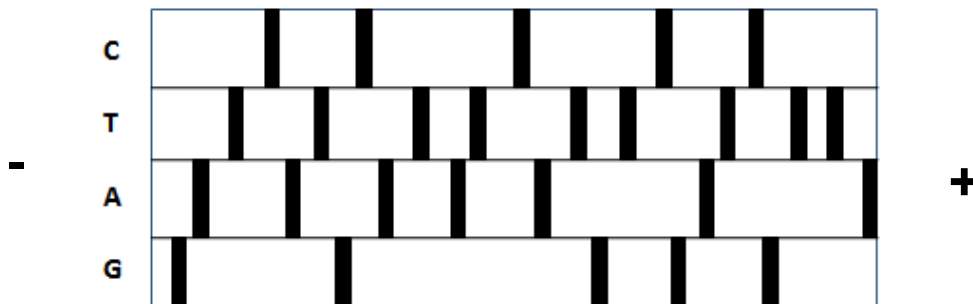
61.

Imaginea alăturată prezintă molecula unui anticorp cu regiunile sale indicate prin litere. Alegeți răspunsul corect referitor la:
 1) conținutul lanțurilor ușoare ale moleculei;
 2) conținutul lanțurilor grele ale moleculei;
 3) determinarea genetică a anticorpilor.



	1)	2)	3)
A.	d și c - două regiuni variabile	a și b - două regiuni variabile	structura regiunilor a, b, c și d constituie criteriul de clasificare a claselor de imunoglobuline
B.	f și e - două regiuni constante	g și h - două regiuni constante denumite kappa și lambda	pentru sinteza lanțurilor ușoare ale Ig se produc rearanjări ale secvențelor genice corespunzătoare
C.	atomi de sulf intracatenari	atomi de sulf în regiunile g și h	anticorpul determină apariția structurii notate cu i, cu care formează legături covalente
D.	câte două domenii diferite, răsucite în spațiu	câte trei domenii în regiunile constante	maturarea ARNm determină clasa de apartenență a anticorpului

62. O moleculă de ADN a fost prelucrată conform metodei Sanger, pentru a i se determina succesiunea de nucleotide. Fragmentele de ADN obținute pe baza catenei 3'-5', au fost supuse electroforezei, rezultând autoradiografia alăturată. Alegeți răspunsul corect referitor la poziția nucleotidelor din catena matriță în direcția 3'-5':

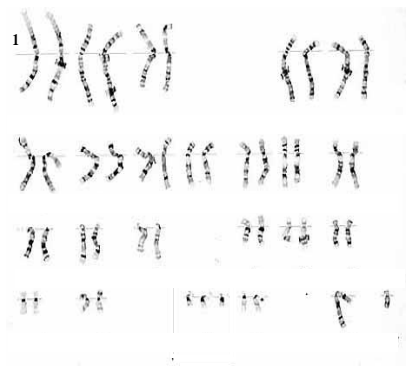
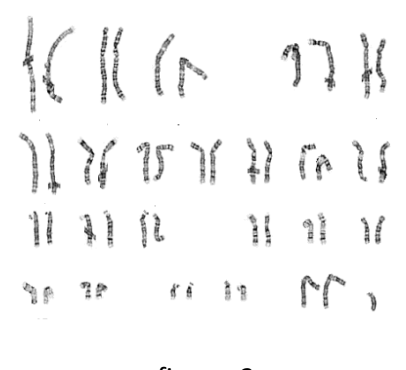
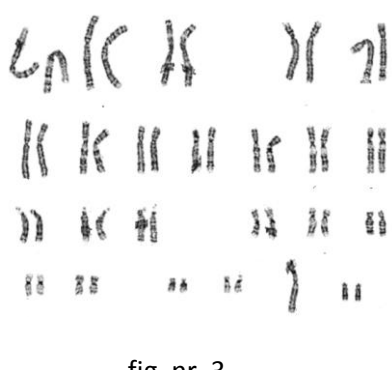
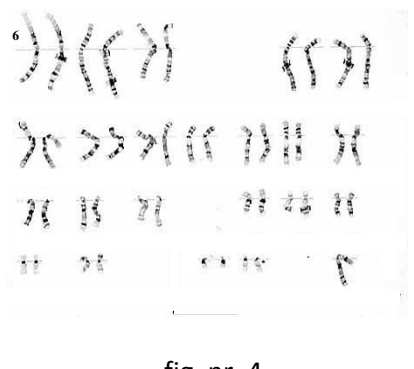
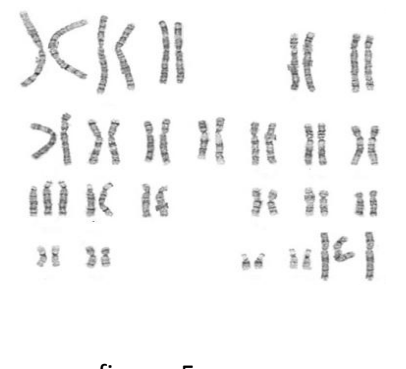
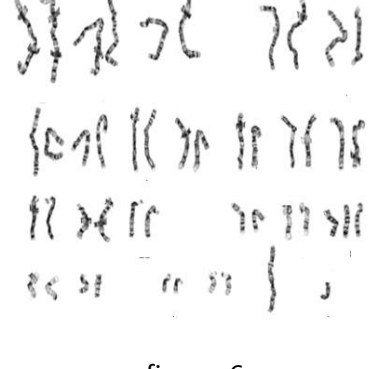


- A. pozițiile 14, 20, 26 sunt ocupate de adenină
- B. pozițiile 4, 8, 11 sunt ocupate de guanină
- C. pozițiile 2, 5, 9, 11 sunt ocupate de timină
- D. pozițiile 20, 26 sunt ocupate de citozină

63. Șase cupluri care lucrează în medii toxice și au avut boli genetice în familie, apelează la medic pentru un diagnostic prenatal. În urma realizării cariotipurilor copiilor rezultă imaginile de mai jos. Alegeți răspunsul corect referitor la:

a) caracteristicile fenotipice ale copiilor;

b) informațiile care se pot aduce la cunoștința părinților, pe baza analizării imaginilor.

 <p>fig. nr. 1</p>	 <p>fig. nr. 2</p>	 <p>fig. nr. 3</p>
 <p>fig. nr. 4</p>	 <p>fig. nr. 5</p>	 <p>fig. nr. 6</p>

	a)	b)
A	fig. nr. 5 și 6 - malformații cardiace	fig. nr. 1 - va prezenta hairy-pinna
B	fig. 4 și 2- sterilitate determinată de malformații ale ovarelor	fig. nr. 5 - va avea nevoie de tratament hormonal
C	fig.nr.1 și 3- coeficient de inteligență sub medie	fig. nr. 6 - va suferi de daltonism
D	fig. nr. 1 și 5 – malformații ale scheletului	fig. nr. 2 - va avea nevoie de tratament cu testosteron

64. Identificați caracteristicile genotipice ale copiilor ale căror cariotipuri sunt reprezentate în cele șase imagini de mai sus:

- A. 3 copii prezintă aberații numerice autozomale
- B. 5 copii prezintă aberații numerice heterozomale
- C. 4 copii prezintă aberații numerice ce afectează cromozomi acrocentrici
- D. 3 copii prezintă aberații numerice ce afectează cromozomi submetacentrici

65. Imaginea următoare reprezintă doi cromozomi implicați într-o translocăție.

Alegeți răspunsul corect referitor la:

- cromozomii normali figurați;
- afecțiuni în care pot fi implicați cromozomii respectivi;
- locurile la nivelul cărora s-a produs ruperea cromatidelor și schimbarea reciprocă a acestora.

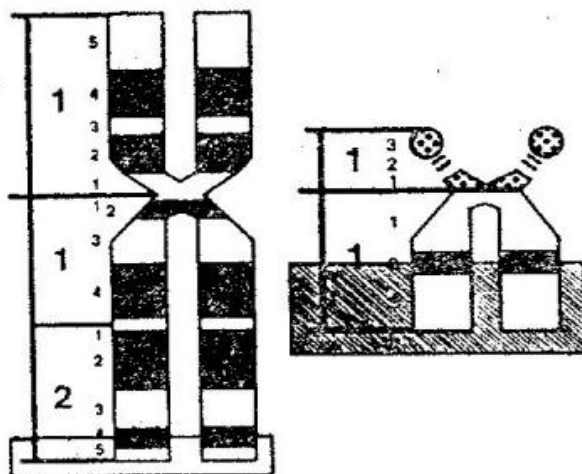


fig. nr.1

fig. nr.2

	a)	b)	c)
A.	fig .nr. 1 - 12 fig. nr.2 - y	12- liposarcom y- sindrom Jacobs	cromozomul din fig. nr.2- q12
B.	fig .nr. 1 - 13 fig. nr.2 - 21	13 – cancer mamar 21-sindrom Down	cromozomul din fig. nr.2- p21
C.	fig .nr. 1 - 11 fig. nr.2 - 22	11 și 22- Sarcomul Ewing	cromozomul din fig. nr.1 - q24
D.	fig .nr. 1 - 9 fig. nr.2 - 22	9 și 22 – leucemie cronică granulocitară	cromozomul din fig. nr.1 - q42

66. Dacă segmentul cu gena *abl* reprezintă $\frac{1}{5}$ din lungimea cromozomului și este de două ori mai mare decât segmentul cu gena *bcr*, iar raportul între lungimea cromozomilor corespunzători este 2, cu cât se modifică procentual după translocăție lungimea cromozomului Philadelphia față de cea a cromozomului 22?

- 10 %
- 20 %
- 25 %
- 30%

67. Presupunem că pe suprafața unui virus se găsesc 300.000 de determinanți antigenici din trei clase. Dacă în clasa A sunt de două ori mai mulți determinanți decât în clasa B și egali cu cei din clasa C, stabiliți numărul maxim posibil de anticorpi care s-ar putea atașa pe un virus, pentru neutralizarea determinanților antigenici din clasa B.

- 15.000
- 50.000
- 60.000
- 120.000

67. Se dă următoarea secvență de ARN_m precursor: I-ES-I1-EL-I2-E2-I3-E3-I4-E4. Presupunând că exonul S are 60 perechi de baze, exonul L are 40 perechi de baze, iar restul exonilor câte 50 de perechi de baze fiecare, aflați numărul total de perechi de baze din 4 molecule de ARN_m matur, care determină sinteza α -amilazei în celulele glandei salivare.

- A. 600 pb
- B. 760 pb
- C. 840 pb
- D. 1000 pb

68. Se dă o colonie formată din 10.000 de bacterii *E.coli*, fiecare având 15 plasmide în citoplasmă.

Aflați:

- a. care este lungimea totală, calculată în metri, a cromozomilor din colonia dată;
- b. care este numărul maxim cunoscut de gene din plasmidele acestor bacterii;
- c. numărul total maxim cunoscut de gene din colonia dată.

	a	b	c
A	140	1.500.000	44.930.000
B	14	1.500.000	45.530.000
C	1,4	1.000.000	44.030.000
D	14	1.200.000	45.930.000

69. Într-o pășune daunătorii naturali consumă 7,75% din producția primară netă de 700 tone/ha, iar 80% este consumată de către ovine. Care este cantitatea de substanță organică transferată către consumatori și care va fi evoluția acestui ecosistem?

- A. 54,25 t/ha, deteriorare prin invazia dăunătorilor
- B. 505,75 t/ha, deteriorare prin eroziune
- C. 560 t/ha, deteriorare prin pășunare intensivă
- D. 614,25 t/ha, deteriorare prin suprapășunare

Notă: Timp de lucru 3 ore. Toate subiectele sunt obligatorii.

În total se acordă 100 de puncte: pentru întrebările 1-60 câte 1 punct; pentru întrebările 61-70 câte 3 puncte; 10 puncte din oficiu.

SUCCES !



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI
CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE BIOLOGIE

TÎRGU MUREȘ

5-9 aprilie 2015

PROBA TEORETICĂ

BAREM DE CORECTARE CLASA a XII-a

Nr. item	Răspuns	Nr. item	Răspuns	Nr. item	Răspuns
1.	C	26.	B	51.	C
2.	B	27.	D	52.	A
3.	D	28.	A	53.	B
4.	C	29.	C	54.	A
5.	B	30.	B	55.	B
6.	C	31.	C	56.	C
7.	A	32.	1p oficiu	57.	A
8.	C	33.	C	58.	E
9.	C	34.	C	59.	B
10.	B	35.	A	60.	C
11.	D	36.	E	61.	D
12.	A	37.	A	62.	3 p oficiu
13.	C	38.	B	63.	D
14.	B	39.	B	64.	A
15.	D	40.	C	65.	C
16.	D	41.	A	66.	B
17.	D	42.	C	67.	C
18.	A	43.	E	68.	C
19.	B	44.	D	69.	B
20.	A	45.	B	70.	D
21.	B	46.	A		
22.	B	47.	E		
23.	D	48.	E		
24.	C	49.	A		
25.	B	50.	B		

PREȘEDINTE,
ACADEMICIAN OCTAVIAN POPESCU

Rezolvarea problemelor:

62. 5' GATCATGCATATCATGTCGATCGTTA 3'
3' CTAGTACGTATAGTACAGCTAGCAAT5'

66. cromozomul 9 cu gena *abl* - 2x, cromozomul 22 cu gena *bcr* - x

segmentul cu gena *abl* - 2x/5, segmentul cu gena *bcr* - x/5

68. secvența ARNm matur : Es – E2 – E3 – E4 conține 210 pb x 4 = 840 pb

69. $10000 \times 1400 \mu\text{m} = 14 \text{ m}$

$10000 \times 15 \text{ plasmide} \times 10 \text{ gene} = 1500000 \text{ gene}$

$(4403 \text{ gene cromozon} + 150 \text{ gene plasmide}) \times 10000 = 4553000 \text{ gene}$