

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ  
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ  
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 19 ΙΟΥΝΙΟΥ 2020  
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

**ΘΕΜΑ Α**

- A1.** β  
**A2.** α  
**A3.** δ  
**A4.** α  
**A5.** γ

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.**

Μετάφαση Μίτωσης  
Κύτταρο μετά την Μείωση I

Χρωμ/τα

48  
24

DNA

96  
48

**B2.** Σχολικό βιβλίο σελίδα 63

«Το πεπτικό σύστημα ... από το αλκοόλ άτομα».

**B3. i)** Σχολικό βιβλίο σελίδες, 13-14:

«Τα βακτήρια αναπαράγονται ... ένα βακτήριο».

Άρα, τα χαρακτηριστικά που αποκτούν για να επιβιώσουν σε αντίξοες συνθήκες είναι: η αφυδάτωση, η δημιουργία ανθεκτικών τοιχωμάτων και οι χαμηλοί μεταβολικοί ρυθμοί.

**ii)** Σχολικό βιβλίο σελίδα, 45:

«Όταν το θρεπτικό υλικό ... να καταστείλει την λειτουργία των τριών γονιδίων».

**iii)** Σχολικό βιβλίο σελίδα, 45:

«Στο γονιδίωμα των προκαρυωτικών οργανισμών ... έκφρασής της».  
Έτσι, τα βακτήρια, μέσω της λειτουργίας σπερονίων, βιοσυνθέτουν αμινοξέα που απουσιάζουν από το θρεπτικό τους υλικό.



**B4.** Σχολικό βιβλίο, σελίδα 98:

«Οι μεταβολικές οδοί στον άνθρωπο ... τύπο κληρονομικότητας».

Ετερογένεια σε φαινοτυπικό επίπεδο

«Ο αλφισμός οφείλεται ... μειωμένη ενεργότητα».

Ετερογένεια σε γονιδιακό επίπεδο

Η ύπαρξη ετερογένειας σε γονιδιακό επίπεδο οφείλεται στην παρουσία πολλαπλών αλληλομόρφων. Εφ' όσον στον πληθυσμό εμφανίζεται φαινοτυπική ετερογένεια, για μία μονογονιδιακή ασθένεια, συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν περισσότερα από δύο αλληλόμορφα για μία γενετική θέση.

**B5.** Το DNA ενός προκαρυωτικού κυττάρου μεταγράφεται σε mRNA και μεταφράζεται σε πρωτεΐνες, ενώ υπάρχουν και γονίδια που μεταγράφονται σε tRNA και rRNA, τα οποία δεν μεταφράζονται. Από τα μόρια mRNA, δεν μεταφράζονται οι 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές και το κωδικόνιο λήξης, για το οποίο δεν υπάρχει tRNA που να αντιστοιχεί. Συνολικά λοιπόν, οι περιοχές του DNA προκαρυωτικού κυττάρου που μεταγράφονται αλλά δεν μεταφράζονται είναι: Τα γονίδια για tRNA και rRNA, και οι περιοχές που αντιστοιχούν στις 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές και το κωδικόνιο λήξης των mRNA.

**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ1.** Καμπύλη A: παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση αντιγόνου, για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι για το αντιγόνο A πραγματοποιείται πρωτογενής ανοσοβιολογική απόκριση, που χαρακτηρίζεται από καθυστερημένη και μειωμένη παραγωγή αντισωμάτων, οπότε το αντιγόνο προλαβαίνει να πολλαπλασιαστεί.



Καμπύλη Β: παρατηρείται εξαρχής αυξημένη συγκέντρωση αντιγόνου, το οποίο δεν πολλαπλασιάζεται και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα μειώνεται. Αυτό συμβαίνει γιατί το αντιγόνο έχει χορηγηθεί με τη μορφή εμβολίου (νεκροί ή εξασθενημένοι μικροοργανισμοί ή τμήματά τους), οπότε δεν είναι δυνατόν να πολλαπλασιαστεί. Προκαλεί πρωτογενή ανοσοβιολογική απόκριση, αφού είναι η πρώτη επαφή του οργανισμού με το συγκεκριμένο αντιγόνο.

Καμπύλη Γ: στη καμπύλη αυτή η συγκέντρωση των αντιγόνων είναι πολύ περιορισμένη, προφανώς επειδή αντιμετωπίστηκαν άμεσα. Αυτό συμβαίνει στη δευτερογενή ανοσοβιολογική απόκριση, όπου ενεργοποιούνται τα κύτταρα μνήμης, ξεκινά αμέσως η έκκριση αντισωμάτων και δεν πολλαπλασιάζεται το αντιγόνο. Στην περίπτωση που η χαμηλή συγκέντρωση του αντιγόνου Γ οφείλεται στην χορήγηση ορού (έτοιμα αντισώματα που έχουν παραχθεί σε άλλο άτομο ή ζώο), δεν ενεργοποιείται η ανοσοβιολογική απόκριση στο άτομο που λαμβάνει ορό. (Επειδή τα αντιγόνα Γ έχουν αρχική συγκέντρωση διάφορη του μηδενός, δεν αποκλείεται να παριστάνουν αλλεργιογόνο, κατά την πρώτη ή την δεύτερη επαφή του με τον οργανισμό, οπότε η ενεργοποίηση του ανοσοβιολογικού συστήματος έχει χαρακτηριστικά πρωτογενούς ανοσοβιολογικής απόκρισης. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα ερμηνείας του ως συστατικού του οργανισμού, που προκαλεί αυτοάνοσο νόσημα, όπου η παρουσία συμπτωμάτων και μόνο μας οδηγεί στην υπόθεση της πρωτογενούς ανοσοβιολογικής απόκρισης).

|                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Γ2. Συνολική Βιομάζα Π :</b> | $20.000 \times 0,25 = 5.000\text{kg}$ |
| <b>Συνολική Βιομάζα Κ :</b>     | $5 \times 10.000 = 50.000\text{kg}$   |
| <b>Συνολική Βιομάζα Λ :</b>     | $10 \times 5 = 50\text{kg}$           |
| <b>Συνολική Βιομάζα Σ :</b>     | $200 \times 2,5 = 500\text{kg}$       |



Σχολικό βιβλίο, σελίδα 77:

«Σε γενικές γραμμές ... μειώνεται η βιομάζα του».

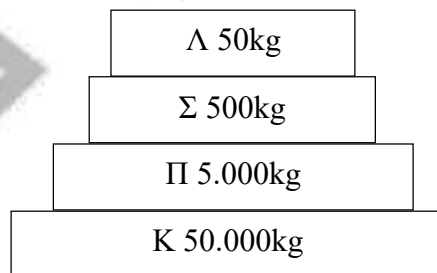
Άρα η τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος είναι:  $K \rightarrow \Pi \rightarrow \Sigma \rightarrow \Lambda$ , και απεικονίζει τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου – καταναλωτή.

Σχολικό βιβλίο, σελίδα 76:

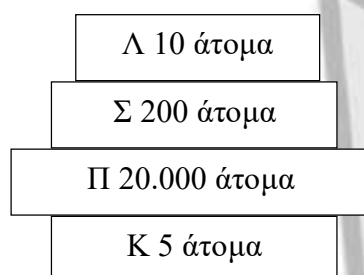
«Οι τροφικές πυραμίδες ... «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο» και «Το εμβαδόν που δίνεται ... στο συγκεκριμένο τροφικό επίπεδο».

(Η παραπάνω αιτιολόγηση δίνεται στα πλαίσια μίας ολοκληρωμένης απάντησης, χωρίς να απαιτείται – σύμφωνα με την εκφώνηση – από τον μαθητή).

Τροφική πυραμίδα βιομάζας



Τροφική πυραμίδα πληθυσμού



Μεταξύ των οργανισμών Κ και Π υπάρχουν παρασιτικές σχέσεις (ο Π παρασιτεί στον Κ).



**Γ3.** Το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους, δηλαδή την οξειδωτική φωσφορυλίωση. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες, που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των μιτοχονδρίων, κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι τα οργανίδια αυτά δεν είναι ανεξάρτητα από τον πυρήνα του κυττάρου και γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα.

Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.

Αν λοιπόν το γονίδιο που ευθύνεται για την πρωτεΐνη A βρίσκεται στο μιτοχονδριακό DNA, οι απόγονοι του ζευγαριού θα το κληρονομήσουν μόνο από την μητέρα. Επειδή η μητέρα πάσχει, θα πάσχουν και όλοι οι απόγονοι του ζευγαριού.

Αν το γονίδιο που ευθύνεται για την πρωτεΐνη A βρίσκεται στο πυρηνικό DNA, δεν βρίσκεται στο φυλετικό X χρωμόσωμα (δεν είναι φυλοσύνδετο), επειδή δεν διαφέρει η συχνότητα εμφάνισης της ασθένειας μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων του πληθυσμού. Συνεπώς πρόκειται για αυτοσωμικό γονίδιο.

**1<sup>η</sup> περίπτωση:** Το γονίδιο που έχει υποστεί μετάλλαξη να είναι υπολειπόμενο, έναντι του φυσιολογικού επικρατούς γονιδίου .

A: αυτοσωμικό, επικρατές αλληλόμορφο, υπεύθυνο για την παραγωγή της πρωτεΐνης A.

a: αυτοσωμικό, υπολειπόμενο αλληλόμορφο, υπεύθυνο για την εμφάνιση της ασθένειας.

Γονότυπος Μητέρας : aa

Γονότυπος Πατέρα : AA ή Aa

P: AA ⊗ aa

ή

P:

Aa ⊗ aa

γαμέτες A // a

γαμέτες: A, a // a

F1 Aa

F1 Aa, aa

Δεν πάσχουν οι απόγονοι

50% των απογόνων πάσχουν

50% των απογόνων δεν πάσχουν





**2<sup>η</sup> περίπτωση:** Το γονίδιο που έχει υποστεί μετάλλαξη να είναι επικρατές έναντι του φυσιολογικού υπολειπόμενου γονιδίου.

A: αυτοσωμικό, επικρατές αλληλόμορφο, υπεύθυνο για την εμφάνιση της ασθένειας.

a: αυτοσωμικό, υπολειπόμενο αλληλόμορφο, υπεύθυνο για την παραγωγή της πρωτεΐνης A.

Γονότυπος Μητέρας : AA, ή Aa

Γονότυπος Πατέρα : aa

P: AA  $\otimes$  aa ή P: Aa  $\otimes$  aa

γαμέτες A // α γαμέτες: A, α // α

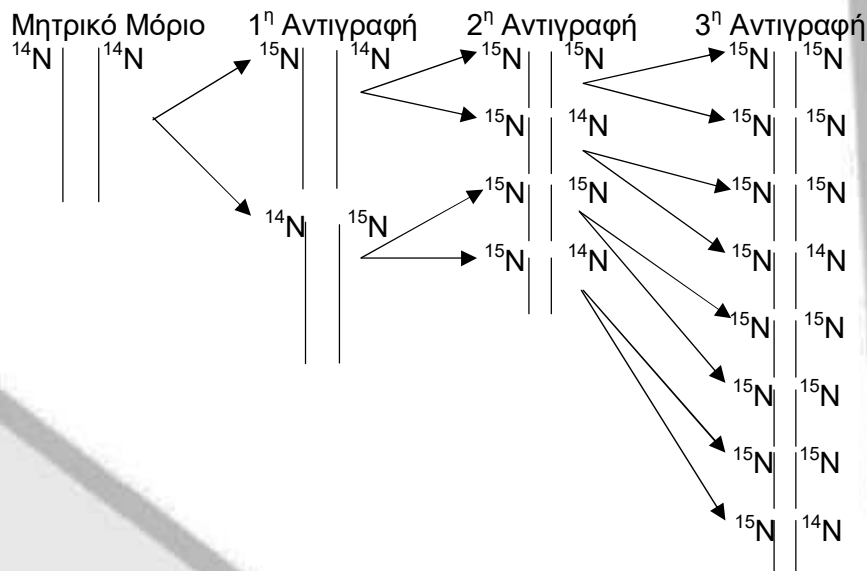
F1 Aa F1 Aa, aa

Όλοι οι απόγονοι πάσχουν 50% των απογόνων πάσχουν

50% των απογόνων δεν πάσχουν

Στις παραπάνω διασταυρώσεις όπου το γονίδιο είναι στο πυρηνικό DNA ισχύει ο 1<sup>ος</sup> νόμος του Mendel (νόμος του διαχωρισμού των αλληλομόρφων γονιδίων), σύμφωνα με τον οποίο κατά τη μείωση διαχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα και τα γονίδια που βρίσκονται σ' αυτά και σχηματίζονται οι γαμέτες. Στη γονιμοποίηση γίνεται ελεύθερος συνδυασμός των αλληλομόρφων γονιδίων.

**Γ4.** Η αντιγραφή του DNA γίνεται με τον ημισυντηρητικό μηχανισμό. Η διπλή έλικα, η οποία ξετυλίγεται και κάθε αλυσίδα λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας νέας συμπληρωματικής αλυσίδα. Έτσι τα δύο θυγατρικά μόρια που προκύπτουν είναι πανομοιότυπα με το μητρικό και καθένα αποτελείται από μία παλιά και μία καινούργια αλυσίδα. Επειδή λοιπόν αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον με ραδιενεργό άζωτο, οι νέες αλυσίδες θα έχουν ραδιενεργό άζωτο (<sup>15</sup>N).



Μετά το τέλος του τρίτου κύκλου αντιγραφής υπάρχουν 8 μόρια DNA εκ των οποίων τα 6 έχουν μόνο ραδιενεργό άζωτο, δηλαδή το 75% των μορίων.

#### ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Το γονίδιο A κωδικοποιεί το mRNA. Παρατηρούμε ότι διαθέτει κωδικόνιο έναρξης 5' ATG 3' και με βήμα τριπλέτας κωδικόνιο λήξης 5' TGA 3', με φορά από αριστερά προς τα δεξιά. Από το γενετικό κώδικα γνωρίζουμε ότι το mRNA διαθέτει κωδικόνιο έναρξης 5' AUG 3' και ένα από τα κωδικόνια λήξης 5' UAA 3', 5' UAG 3' και 5' UGA 3'. Το mRNA παράγεται από τη μεταγραφή της μη κωδικής αλυσίδας του αντίστοιχου γονιδίου με φορά μεταγραφής 5' → 3', με αποτέλεσμα να είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο σε αυτήν και να έχει την ίδια αλληλουχία και τον ίδιο προσανατολισμό με την κωδική αλυσίδα (με τη διαφορά ότι το T αντικαθίσταται από U )



Επομένως, το γονίδιο Α έχει τον εξής προσανατολισμό των αλυσίδων του

αλυσίδα 1 (κωδική)

5'GAATTCGGAACATGCCCGGGTCAGCCTGAGAGAATTCCC 3'

αλυσίδα 2 (μη κωδική)

3'CTTAAGCCTTGTACGGGCCCAGTCGGACTCTCTTAAGGG 5'

Το mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του είναι:

5'GAAUUCGGAACAUGCCCGGGUCAGCCUGAGAGAAUUC 3'

**Δ2.** Το tRNA που μεταφέρει τη μεθειονίνη διαθέτει αντικωδικόνιο 3'UAC 5', συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο του κωδικονίου έναρξης 5'AUG 3' του mRNA με το οποίο συνδέεται κατά το σχηματισμό του συμπλόκου έναρξης της μετάφρασης. Άρα στην αλληλουχία του tRNA θα υπάρχει η τριπλέτα 5'CAU 3' και στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου από το οποίο παράγεται θα συναντήσουμε την τριπλέτα 5'CAT 3', αφού και το tRNA παράγεται από τη μεταγραφή της μη κωδικής αλυσίδας του γονιδίου του με φορά 5'→3'.

Αυτήν την τριπλέτα τη συναντάμε στην αλυσίδα 2 του γονιδίου Γ με φορά από δεξιά προς τα αριστερά. Άρα η αλυσίδα 2 του γονιδίου Γ έχει προσανατολισμό 5'→3' από δεξιά προς τα αριστερά και είναι η κωδική ή μη μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου Γ. Επομένως, η αλυσίδα 1 είναι η μη κωδική ή μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου Γ, από το οποίο παράγεται το tRNA που μεταφέρει τη μεθειονίνη, με προσανατολισμό 3'→5' από δεξιά προς τα αριστερά.

Αλυσίδα 1 (μη κωδική, μεταγραφόμενη) 5'

ACTATGCACTTCCGGCCAA 3'

Αλυσίδα 2 (κωδική, μη μεταγραφόμενη)

3'TGATACGTGAAGGCCGGTT 5'

Το γονίδιο Β διαθέτει την εν λόγω τριπλέτα και στις δύο αλυσίδες με την ίδια φορά, οπότε απορρίπτεται και επομένως, το γονίδιο Β παράγει το rRNA.





**Δ3.** Άρα το rRNA παράγεται από το γονίδιο B  
Η 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA έχει την εξής αλληλουχία:  
5'GAAUUCGGAAC 3'

Το rRNA συνδέεται με 5 από αυτά τα νουκλεοτίδια σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας και της αντιπαράλληλης. Άρα στην αλληλουχία του θα συναντήσουμε ένα κομμάτι της αλληλουχίας 3'CUUAAGCCUUG 5' (διαβάζοντας με προσανατολισμό 5'→3'). Επομένως, στην κωδική θα συναντήσουμε ένα τμήμα της αλληλουχίας 5'GTTCCGAATTC 3'

Αλυσίδα 1 (κωδική, μη μεταγραφόμενη) 5'  
CTTATACGCAAT**GTTCC**TAAA 3'

Αλυσίδα 2 (μη κωδική, μεταγραφόμενη)  
3'GAATATGCGTTACAAGGATTT 5'

**Δ4. i)** Το γονίδιο φέρει αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI, εκατέρωθεν της κωδικοποιούσας περιοχής, και με σωστό προσανατολισμό, οπότε κόβεται με αυτή την περιοριστική ενδονουκλεάση. Τα μονόκλωνα άκρα που δημιουργούνται από την δράση της EcoRI είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα με τα μονόκλωνα άκρα που δημιουργούνται από την δράση της ΠΕ-I, η οποία δρα στο πλασμίδιο. Έτσι, με την προσθήκη δεσμάσης, τα δύο τμήματα DNA συνδέονται και δημιουργούν το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο.

**ii)** Στο ανασυνδυασμένο πλασμίδιο έχουν δημιουργηθεί αλληλουχίες 6 ζευγών βάσεων εκατέρωθεν της κωδικοποιούσας περιοχής, που είναι αποτέλεσμα συνδυασμού των αλληλουχιών αναγνώρισης των περιοριστικών ενδονουκλεασών EcoRI και ΠΕ-I. Άρα, η αλληλουχία των 6 ζευγών βάσεων που δημιουργείται είναι:

5'CAATTC 3' και 5'GAATTG 3'  
3'GTTAAG 5'      3'CTTAAC 5'

**iii)** Η ΠΕ-I δεν δρα στο ανασυνδυασμένο πλασμίδιο, επειδή, όπως φαίνεται παραπάνω, δεν υπάρχει η αλληλουχία αναγνώρισής της.