

## ΘΕΜΑ Α

**A1. β.** ... στον σπλήνα, τις αμυγδαλές, τους λεμφαδένες και τον λεμφικό ιστό κατά μήκος του γαστρεντερικού σωλήνα.

**A2. α.** ... μόνο στα ευκαρυωτικά κύτταρα

**A3. δ.** ... αποικοδόμησης

**A4. α.** ... υπάρχουν φυσιολογικά στο ανθρώπινο γονιδίωμα

**A5. γ.** ... παράγεται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου

## ΘΕΜΑ Β

### B1.

	Αριθμός χρωμοσωμάτων	Αριθμός μορίων DNA πυρήνα
<b>Μετάφραση Μίτωσης</b>	48	96
<b>Θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει από την Μείωση 1</b>	24	48

**B2.** Η υπερβολική κατανάλωση οινοπνεύματος ελαττώνει την ικανότητα του λεπτού εντέρου να απορροφά τις θρεπτικές ουσίες που περιέχονται στην τροφή μας. Συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι η φθορά του ήπατος, το οποίο, αντί να αποθηκεύει τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες που χρησιμοποιούνται από τα ηπατικά κύτταρα, αποθηκεύει λίπη, με αποτέλεσμα τη διόγκωσή του. Η συνεχιζόμενη κατανάλωση οινοπνεύματος από έναν αλκοολικό καταλήγει συχνά σε εκφυλισμό του ηπατικού ιστού, μια κατάσταση που ονομάζεται κίρρωση του ήπατος, η οποία, αν και δεν περιορίζεται στους αλκοολικούς, παρουσιάζεται ωστόσο σε ποσοστό οκτώ φορές μεγαλύτερο σ' αυτούς παρά στα μη εξαρτημένα από το αλκοόλ άτομα. Επίσης σε περίπτωση κατάχρησης αλκοόλ είναι δυνατόν να εκδηλωθεί καρκίνος του ήπατος.

**B3. (i)** Σε αντίξοες συνθήκες, όπως σε ακραίες θερμοκρασίες ή υπό τη δράση ακτινοβολιών, πολλά βακτήρια μετατρέπονται σε ανθεκτικές μορφές, τα ενδοσπόρια. Τα ενδοσπόρια είναι αφυδατωμένα κύτταρα με ανθεκτικά τοιχώματα και χαμηλούς μεταβολικούς ρυθμούς. Όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος ξαναγίνουν ευνοϊκές, τα ενδοσπόρια βλαστάνουν δίνοντας το καθένα ένα βακτήριο.

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

(ii) Όταν στο περιβάλλον δεν υπάρχει γλυκόζη αλλά μόνο λακτόζη ενεργοποιείται το οπερόνιο της λακτόζης. Το ρυθμιστικό γονίδιο μεταγράφεται, μεταφράζεται και παράγεται η πρωτεΐνη καταστολέας. Ο διασκαχάρτης προσδένεται στον καταστολέα και δεν του επιτρέπει να προσδεθεί στο χειριστή. Τότε η RNA πολυμεράση είναι ελεύθερη να αρχίσει τη μεταγραφή των τριών δομικών γονιδίων. Παράγεται ένα μόριο mRNA το οποίο με μετάφραση δίνει τα τρία ένζυμα διάσπασης της λακτόζης.

(iii) Γνωρίζουμε ότι στο γονιδίωμα των προκαρυωτικών οργανισμών τα γονίδια των ενζύμων που παίρνουν μέρος σε μια μεταβολική οδό, όπως η βιοσύνθεση διάφορων αμινοξέων, οργανώνονται σε οπερόνια, δηλαδή σε ομάδες που υπόκεινται σε κοινό έλεγχο της έκφρασής τους. Άρα απουσία αμινοξέων θα γίνει επαγωγή έκφρασης δομικών γονιδίων ώστε να παραχθούν τα απαραίτητα ένζυμα που συμμετέχουν στο μεταβολικό μονοπάτι σύνθεσης των αμινοξέων.

**B4.** Ο αλφισμός οφείλεται στην έλλειψη ενός ενζύμου, το οποίο είναι απαραίτητο για το σχηματισμό της χρωστικής μελανίνης. Κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τρόπο. Στα άτομα που πάσχουν από αλφισμό υπάρχει έλλειψη της χρωστικής στο δέρμα, στα μαλλιά και στην ίριδα του οφθαλμού. Ο αλφισμός εμφανίζει ετερογένεια, δηλαδή άλλα άτομα εμφανίζουν παντελή έλλειψη ενεργότητας του ενζύμου, ενώ άλλα εμφανίζουν μειωμένη ενεργότητα. Σε γονιδιακό επίπεδο, πιθανόν να υπάρχουν διαφορετικά υπολειπόμενα μεταλλαγμένα γονίδια (π.χ. μεταλλάξεις σε διαφορετικά σημεία του DNA που επηρεάζουν το ενεργό κέντρο του ενζύμου) με αποτέλεσμα να εμφανίζεται ετερογένεια. Εάν τα γονίδια της ίδιας γενετικής θέσης είναι περισσότερα από 2, πρόκειται για πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια.

**B5.** Μεταγράφονται αλλά δεν μεταφράζονται οι 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές, το κωδικόνιο λήξης, τα γονίδια που μεταγράφονται σε tRNA και rRNA.

## ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Στην καμπύλη A αντιστοιχεί πρωτογενής ανοσοβιολογική απόκριση, στη καμπύλη B επίσης πρωτογενής και στη καμπύλη Γ δευτερογενής.

**Καμπύλη Α:** Το άτομο έρχεται σε επαφή με το αντιγόνο 1 για πρώτη φορά και ενεργοποιείται η πρωτογενής ανοσοβιολογική απόκριση. Καθυστερεί να ξεκινήσει η παραγωγή των αντισωμάτων από τη στιγμή της μόλυνσης και το μικρόβιο μετά την είσοδό του εγκαθίσταται και πολλαπλασιάζεται.

**Καμπύλη Β:** Το αντιγόνο 2 αποτελεί εμβόλιο (περιέχει νεκρούς ή εξασθενημένους μικροοργανισμούς ή τμήματά τους) η συγκέντρωση του οποίου είναι υψηλή τη στιγμή της μόλυνσης, μετά παραμένει σταθερή και σταδιακά ελαττώνεται. Το εμβόλιο, όπως θα έκανε και ο ίδιος ο μικροοργανισμός, ενεργοποιεί τον ανοσοβιολογικό μηχανισμό, για να παραγάγει

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

αντισώματα και κύτταρα μνήμης. Το άτομο που εμβολιάζεται δεν εμφανίζει συνήθως τα συμπτώματα της ασθένειας και φυσικά δεν τη μεταδίδει. Το άτομο πραγματοποιεί πρωτογενή ανοσοβιολογική απόκριση.

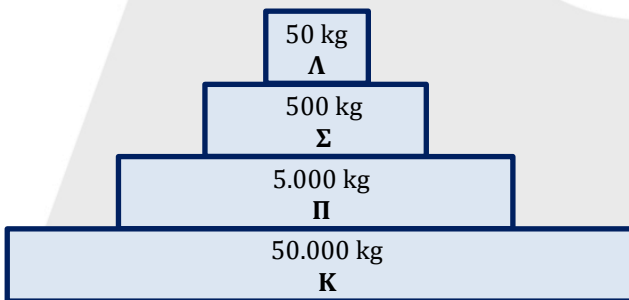
**Καμπύλη Γ:** Το αντιγόνο 3 δεν προλαβαίνει να πολλαπλασιαστεί γεγονός που οφείλεται στην άμεση αντίδραση του οργανισμού. Πρόκειται για δεύτερη ή επόμενη επαφή του οργανισμού με το ίδιο αντιγόνο, άρα ενεργοποιείται η δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση. Στην περίπτωση αυτή ενεργοποιούνται τα κύτταρα μνήμης, ξεκινά αμέσως η έκκριση αντισωμάτων και έτσι δεν προλαβαίνουν να εμφανιστούν τα συμπτώματα της ασθένειας. Το άτομο δεν ασθενεί και πιθανότατα δεν αντιλαμβάνεται ότι μολύνθηκε.

## Γ2.

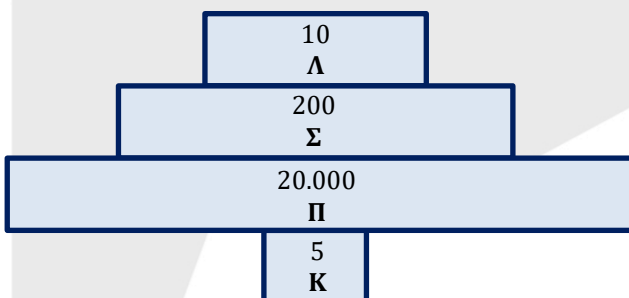
Είδος	Αριθμός ατόμων	Μέση βιομάζα ατόμου (Kg)	Βιομάζα
Π	20000	0,25	5.000
Κ	5	10.000	50.000
Λ	10	5	50
Σ	200	2,5	500

Οι παραγωγοί έχουν τη μεγαλύτερη βιομάζα και είναι οι οργανισμοί **Κ**, αμέσως μικρότερη έχουν οι καταναλωτές 1<sup>ης</sup> τάξης, αμέσως μικρότερη οι καταναλωτές 2<sup>ης</sup> τάξης και πιο μικρή οι καταναλωτές 3<sup>ης</sup> τάξης. Άρα οι οργανισμοί **Π** είναι οι καταναλωτές 1<sup>ης</sup> τάξης, οι **Σ** οι καταναλωτές 2<sup>ης</sup> τάξης και οι **Λ** οι καταναλωτές 3<sup>ης</sup> τάξης.

Τροφική πυραμίδα βιομάζας



Τροφική πυραμίδα πληθυσμού



Μεθοδικό Φροντιστήριο

Βουλιαγμένης & Κύπρου 2, Αργυρούπολη, Τηλ: 210 99 40 999  
Δ. Γούναρη 201, Γλυφάδα, Τηλ: 210 96 36 300  
Ελ. Βενιζέλου 45 Ν.Σμύρνη, 210 93 10 320

[www.methodiko.net](http://www.methodiko.net)

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

**Γ3.** Αφού η πρωτεΐνη A είναι απαραίτητη για την λειτουργία των μιτοχονδρίων μπορεί να προέρχεται είτε από την έκφραση γονιδίου μιτοχονδριακού DNA ή πυρηνικού DNA.

**α' περίπτωση:** Μιτοχονδριακό DNA

Γνωρίζουμε ότι το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική. Αφού η γυναίκα πάσχει, θα πάσχουν και όλοι οι απόγονοι

**β' περίπτωση:** Πυρηνικό DNA

Αφού η συχνότητα εμφάνισης της ασθένειας είναι ίδια στα αρσενικά και θηλυκά άτομα του πληθυσμού πρόκειται για αυτοσωμικό γονίδιο.

(1) Η ασθένεια οφείλεται σε αυτοσωμικό υπολειπόμενο γονίδιο. Η γυναίκα έχει γονότυπο αα και ο άνδρας ΑΑ ή Αα.

P	ΑΑ x αα	Αα x αα
γαμέτες	A α	A,α α
F1	Αα	Αα, αα
γονοτυπική αναλογία:	1 Αα	1 Αα : 1 αα
φαινοτυπική αναλογία:	1 υγιές	1 υγιές: 1 ασθενές

Σε αυτή την περίπτωση, εάν ο άνδρας έχει γονότυπο ΑΑ κανένας απόγονος δεν πάσχει ενώ αν έχει γονότυπο Αα, οι μισοί απόγονοι πάσχουν.

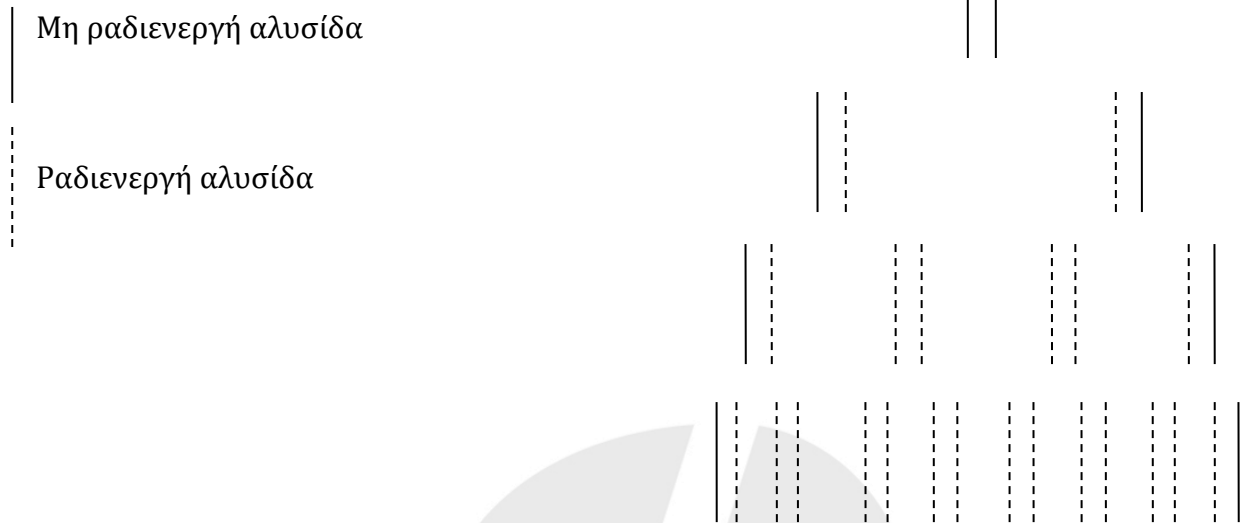
(2) Η ασθένεια οφείλεται σε αυτοσωμικό επικρατές γονίδιο. Η γυναίκα έχει γονότυπο ΑΑ ή Αα και ο άνδρας αα.

P	ΑΑ x αα	Αα x αα
γαμέτες	A α	A,α α
F1	Αα	Αα, αα
γονοτυπική αναλογία:	1Αα	1 Αα : 1 αα
φαινοτυπική αναλογία:	1 ασθενές	1 ασθενές : 1 υγιές

Σε αυτή την περίπτωση εάν η γυναίκα έχει γονότυπο ΑΑ όλοι οι απόγονοι πάσχουν, ενώ αν έχει γονότυπο Αα οι μισοί απόγονοι πάσχουν.

**Γ4.** Οι Watson και Crick φαντάστηκαν μια διπλή έλικα η οποία ξετυλίγεται και κάθε αλυσίδα λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας νέας συμπληρωματικής αλυσίδας. Έτσι τα δύο θυγατρικά μόρια που προκύπτουν είναι πανομοιότυπα με το μητρικό και καθένα αποτελείται από μία παλιά και μία καινούρια αλυσίδα. Ο μηχανισμός αυτός ονομάστηκε ημισυντηρητικός.

## Συμβολισμοί



Μετά από τρεις διπλασιασμούς, θα παραχθούν οκτώ μόρια DNA, εκ των οποίων τα δύο θα αποτελούνται από μία φυσιολογική και μία ραδιενεργή αλυσίδα και τα έξι θα αποτελούνται από δύο ραδιενεργές αλυσίδες. Άρα το 75% των μορίων DNA μετά το τέλος του 3<sup>ου</sup> κύκλου αντιγραφής θα περιέχουν αποκλειστικά ραδιενεργό άζωτο.

## ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Το γονίδιο Α κωδικοποιεί το mRNA. Η αλυσίδα 1 του γονιδίου είναι η κωδική, διότι σε αυτήν εντοπίσαμε το κωδικόνιο έναρξης  $5'ATG3'$  και με βήμα τριπλέτας συνεχόμενα και μη επικαλυπτόμενα εντοπίσαμε και το κωδικόνιο λήξης  $5'TGA3'$ .

Το mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του γονιδίου θα είναι :

$5' GAAUUCGGAAC-AUG-CCC-GGG-UCA-GCC-UGA-GAGAAUUGCC 3'$

**Δ2.** Το γονίδιο Γ κωδικοποιεί το tRNA που μεταφέρει τη μεθειονίνη. Το tRNA συντίθεται με μεταγραφή της μη κωδικής αλυσίδας του γονιδίου Γ. Η αλυσίδα που χρησιμοποιείται ως καλούπι από την RNA πολυμεράση για το σχηματισμό του tRNA ονομάζεται μη κωδική, ενώ η συμπληρωματική της ονομάζεται κωδική. Η κωδική αλυσίδα του DNA ταυτίζεται με το tRNA, απλά έχει T αντί U και έχει τον ίδιο προσανατολισμό με αυτό.

Τμήμα του μορίου tRNA είναι το αντικωδικόνιο του, δηλαδή το  $3'UAC5'$ . Άρα η αλληλουχία  $3'TAC5'$  θα υπάρχει στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου και η  $5'ATG3'$  στη μεταγραφόμενη. Εντοπίζουμε την αλληλουχία αυτή στην αλυσίδα 1 του γονιδίου Γ.

**Δ3.** Το γονίδιο Β κωδικοποιεί το rRNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος. Κατά την έναρξη της μετάφρασης το mRNA προσδένεται μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραστη περιοχή του, με το rRNA της μικρής ριβοσωμικής υπομονάδας με βάση τον κανόνα συμπληρωματικότητας των βάσεων.

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Η πεντάδα των ριβονουκλεοτιδίων  $3'CCUUG5'$  είναι συμπληρωματική της αλληλουχίας  $5'GGAAC3'$  που βρίσκεται στην 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA.

Η μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου B είναι η αλυσίδα 2, η οποία με τη μεταγραφή θα δώσει rRNA:

$3'CUUAUACGCAAU - GUUCC - UAAA5'$

Η αλληλουχία της μεταγραφόμενης αλυσίδα του γονιδίου B είναι:

$5'GAATATGCGTTA - CAAGG - ATTT3'$

*Σημείωση: Κάποιοι υποψήφιοι μπορεί να εντοπίσουν την αλληλουχία  $5'ATG3'$ , συμπληρωματική και αντιπαράλληλη του αντικωδικονίου  $3'UAC5'$  και στο γονίδιο B (είτε στην αλυσίδα 1 είτε στη αλυσίδα 2 του συγκεκριμένου γονιδίου) με αποτέλεσμα να το αποδώσουν στην κωδικοποίηση του tRNA.*

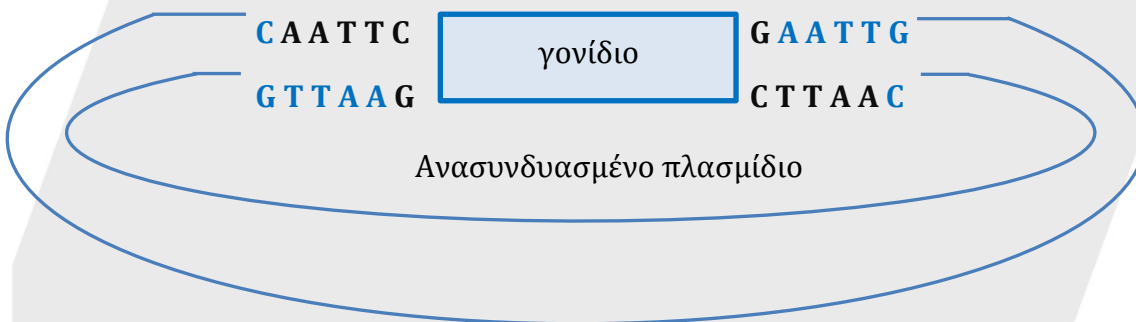
## Δ4.

(i) Η περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI θα χρησιμοποιηθεί για το κόψιμο του γονιδίου A αφού εντοπίζουμε την αλληλουχία αναγνώρισής της εκατέρωθέν του. Η περιοριστική ενδονουκλεάση ΠΕ-I θα χρησιμοποιηθεί για το κόψιμο του πλασμιδίου αφού αφήνει τα ίδια μονόκλιωνα άκρα με την EcoRI.

(ii) Το επιθυμητό γονίδιο ενσωματώνεται στο πλασμίδιο με τη δράση της DNA δεσμάσης. Μετά τη δράση της EcoRI στο γονίδιο A το τμήμα με το επιθυμητό γονίδιο είναι το ακόλουθο:

$5'AAATTCGGAACATGCCCGGGTCAGCCTGAGAG3'$   
 $3'GCCTTGTACGGGCCAGTCGGACTCTCTTAA5'$

Με την ενσωμάτωσή του στο πλασμίδιο προκύπτει το ακόλουθο ανασυνδυασμένο πλασμίδιο:



Οι αλληλουχίες έξι ζευγών βάσεων εμφανίζονται στο σχήμα.

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

(iii) Η ΠΕ-Ι αναγνωρίζει τη αλληλουχία:

5' CAATTG 3'

3' GTTAAC 5'

και κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ C και A, με κατεύθυνση 5'→3' αφήνοντας μονόκλινα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα.

Όμως, με τη χρήση δύο διαφορετικών περιοριστικών ενδονουκλεασών για τη δημιουργία του ανασυνδυσμένου πλασμιδίου δεν υπάρχει πλέον η αλληλουχία αναγνώρισης της ΠΕ-Ι σε αυτό. Άρα, η επίδραση της ΠΕ-1 στο ανασυνδυσμένο πλασμίδιο δεν υφίσταται, αφού λόγω ενσωμάτωσης του γονιδίου έχει τροποποιηθεί η αλληλουχία αναγνώρισης της.

***Ευχόμαστε καλά αποτελέσματα!***

*Επιμέλεια: Σταύρος Γαρυφαλλίδης, Σοφία Δημάκου, Βάσια Μεραντζή*

**Μεθοδικό Φροντιστήριο**

Βουλαγμένης & Κύπρου 2, Αργυρούπολη, Τηλ: 210 99 40 999

Δ. Γούναρη 201, Γλυφάδα, Τηλ: 210 96 36 300

Ελ. Βενιζέλου 45 Ν.Σμύρνη, 210 93 10 320

[www.methodiko.net](http://www.methodiko.net)