

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ  
ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ  
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ  
19 ΙΟΥΝΙΟΥ 2020

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. β

A2. α

A3. δ

A4. α

A5. γ

ΘΕΜΑ Β

B1.

	Αριθμός χρωμοσωμάτων	Αριθμός DNA πυρήνα
Μετάφαση μίτωσης	48 (διπλασιασμένα)	96
Θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει από τη μείωση I	24 (διπλασιασμένα)	48

B2. Η ακεταλδεΰδη που παράγεται κατά τον καταβολισμό του οινοπνεύματος προξενεί καταστροφές στα κύτταρα των διάφορων ιστών και επομένως διαταραχές σε όλα σχεδόν τα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού. 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.

**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.

**ii)** Οι Jacob και Monod απέδειξαν με γενετικές μελέτες ότι τα γονίδια που κωδικοποιούν τα τρία αυτά ένζυμα βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο πάνω στο γονιδίωμα του βακτηρίου και αποτελούν μια μονάδα, που την ονόμασαν οπερόνιο της λακτόζης.

Σε αυτό περιλαμβάνονται εκτός από αυτά τα γονίδια, που ονομάζονται δομικά, και αλληλουχίες DNA που ρυθμίζουν τη μεταγραφή τους. Οι αλληλουχίες αυτές που βρίσκονται μπροστά από τα δομικά γονίδια είναι κατά σειρά ένα ρυθμιστικό γονίδιο, ο υποκινητής και ο χειριστής.

Όταν στο θρεπτικό υλικό υπάρχει μόνο λακτόζη, τότε ο ίδιος ο δισακχαρίτης προσδένεται στον καταστολέα και δεν του επιτρέπει να προσδεθεί στο χειριστή. Τότε η RNA πολυμεράση είναι ελεύθερη να αρχίσει τη μεταγραφή. Δηλαδή η λακτόζη λειτουργεί ως επαγωγέας της μεταγραφής των γονιδίων του οπερονίου. Τότε τα γονίδια αρχίζουν να «εκφράζονται», δηλαδή να μεταγράφονται και να συνθέτουν τα ένζυμα. Τα τρία ένζυμα μεταφράζονται ταυτόχρονα από το ίδιο μόριο mRNA το οποίο περιέχει κωδικόνιο έναρξης και λήξης για κάθε ένζυμο. Συμπερασματικά, η ίδια η λακτόζη ενεργοποιεί τη διαδικασία για την αποικοδόμησή της. Όταν η λακτόζη διασπαστεί πλήρως, τότε η πρωτεΐνη καταστολέας είναι ελεύθερη να προσδεθεί στο χειριστή και να καταστείλει τη λειτουργία των τριών γονιδίων.

**iii)** Στο γονιδίωμα των προκαρυωτικών οργανισμών τα γονίδια των ενζύμων που παίρνουν μέρος σε μία μεταβολική οδό, όπως η διάσπαση της λακτόζης ή η βιοσύνθεση διάφορων αμινοξέων, οργανώνονται σε οπερόνια, δηλαδή σε ομάδες που υπόκεινται σε κοινό έλεγχο της έκφρασής τους.

**B4.** Ο αλφισμός οφείλεται στην έλλειψη ενός ενζύμου, το οποίο είναι απαραίτητο για το σχηματισμό της χρωστικής μελανίνης. Στα άτομα που πάσχουν από αλφισμό υπάρχει έλλειψη της χρωστικής στο δέρμα, στα μαλλιά και στην ίριδα του οφθαλμού. Ο αλφισμός εμφανίζει ετερογένεια στο φαινότυπο, δηλαδή άλλα άτομα εμφανίζουν παντελή έλλειψη ενεργότητας του ενζύμου, ενώ άλλα εμφανίζουν μειωμένη ενεργότητα.

Η ετερογένεια σε γονιδιακό επίπεδο στον αλφισμό οφείλεται στη δημιουργία μεταλλάξεων, αντικαταστάσεων, ελλείψεων ή προσθηκών διαφορετικού αριθμού βάσεων, στο γονίδιο που κωδικοποιεί τη μελανίνη και κατ' επέκταση στη δημιουργία πολλαπλών αλληλομόρφων που σχετίζονται με την ασθένεια.

**B5.** Τα γονίδια που μεταγράφονται σε tRNA και rRNA, οι 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές και το κωδικόνιο λήξης.

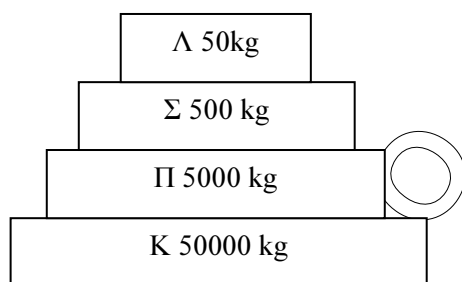
## ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Η καμπύλη Α αντιστοιχεί σε Πρωτογενή Ανοσοβιολογική απόκριση καθώς η συγκέντρωση του αντιγόνου αυξάνεται μετά τη στιγμή της μόλυνσης και όταν ξεκινήσει η παραγωγή των αντισωμάτων (σημείο καμψής) η συγκέντρωση μειώνεται και τελικά το αντιγόνο καταστρέφεται εντελώς (μηδενισμός συγκέντρωσης)

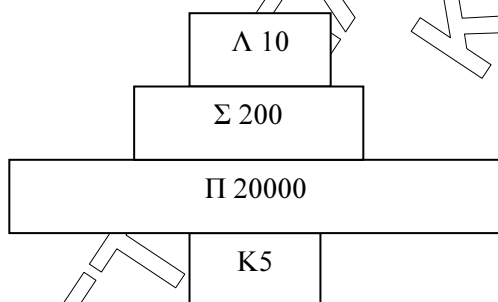
Η καμπύλη Β αντιστοιχεί σε Πρωτογενή Ανοσοβιολογική Απόκριση καθώς το αντιγόνο εισήλθε στον οργανισμό τεχνητά, με εμβόλιο, γιατί η μόλυνση γίνεται με υψηλή συγκέντρωση αντιγόνου, η οποία δεν αυξάνεται, άρα δεν πρόκειται για ζωντανό μικροοργανισμό που έχει τη δυνατότητα να πολλαπλασιαστεί, προκαλεί ενεργοποίηση των μηχανισμών ειδικής άμυνας και την τελική καταστροφή του αντιγόνου.

Η καμπύλη Γ αντιστοιχεί σε Δευτερογενή Ανοσοβιολογική Απόκριση καθώς η συγκέντρωση του αντιγόνου δεν αυξάνεται καθόλου μετά τη μόλυνση και σε πολύ σύντομο χρόνο μετά τη μόλυνση μηδενίζεται, άρα καταστρέφεται το αντιγόνο.

**Γ2.** Τροφική Πυραμίδα Βιομάζας



Τροφική Πυραμίδα Πληθυσμού



**Γ3.** Τα μιτοχόνδρια έχουν DNA. Το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους, δηλαδή σχετικά με την οξειδωτική φωσφορυλίωση, και κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των μιτοχονδρίων κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα.

Επομένως, πρέπει να εξετάσουμε δύο περιπτώσεις:

1η περίπτωση: **η πρωτεΐνη κωδικοποιείται από μιτοχονδριακό γονίδιο.** Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική. Έτσι, εφόσον η μητέρα είναι ασθενής, όλοι οι απόγονοί της θα είναι ασθενείς.

2η περίπτωση: **η πρωτεΐνη κωδικοποιείται από πυρηνικό γονίδιο.**

Εφόσον η συχνότητα εμφάνισης της ασθένειας είναι ίδια στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα, ο τρόπος κληρονομησης θα είναι αυτοσωμικός. Έτσι θα πρέπει να εξετάσουμε 2 υπο-περιπτώσεις, εάν κληρονομείται δηλαδή με υπολειπόμενο αυτοσωμικό ή επικρατή αυτοσωμικό τρόπο:

**I.** Έστω ότι το γονίδιο που καθορίζει την έκφραση της ασθένειας κληρονομείται με υπολειπόμενο αυτοσωμικό τρόπο.

Τότε:

- Α: επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για τη σύνθεση της πρωτεΐνης.
- α: υπολειπόμενο αλληλόμορφο υπεύθυνο για την έκφραση της ασθένειας.

Γονότυπος γυναίκας: αα. Γονότυπος άνδρα: ΑΑ ή Αα.

**1<sup>η</sup> Διασταύρωση:**

P:	αα	(×)	ΑΑ
Γαμέτες:	α		Α
F <sub>1</sub> :		Αα	
Φαινοτυπική αναλογία:		Όλοι οι απόγονοι υγιείς	

**2<sup>η</sup> Διασταύρωση:**

P:	αα	(×)	Αα
Γαμέτες:	α		Α, α
F <sub>1</sub> :		Αα, αα	
Φαινοτυπική αναλογία:		1 υγιής : 1 ασθενής	

II. Έστω ότι το γονίδιο που καθορίζει την έκφραση της ασθένειας κληρονομείται με επικρατή αυτοσωμικό τρόπο.

Τότε:

- A: επικρατές αλληλόμορφο υπεύθυνο για την έκφραση της ασθένειας.
- α: υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για τη σύνθεση της πρωτεΐνης. Γονότυπος γυναίκας: AA ή Aα. Γονότυπος άνδρα: αα.

**1<sup>η</sup> Διασταύρωση:**

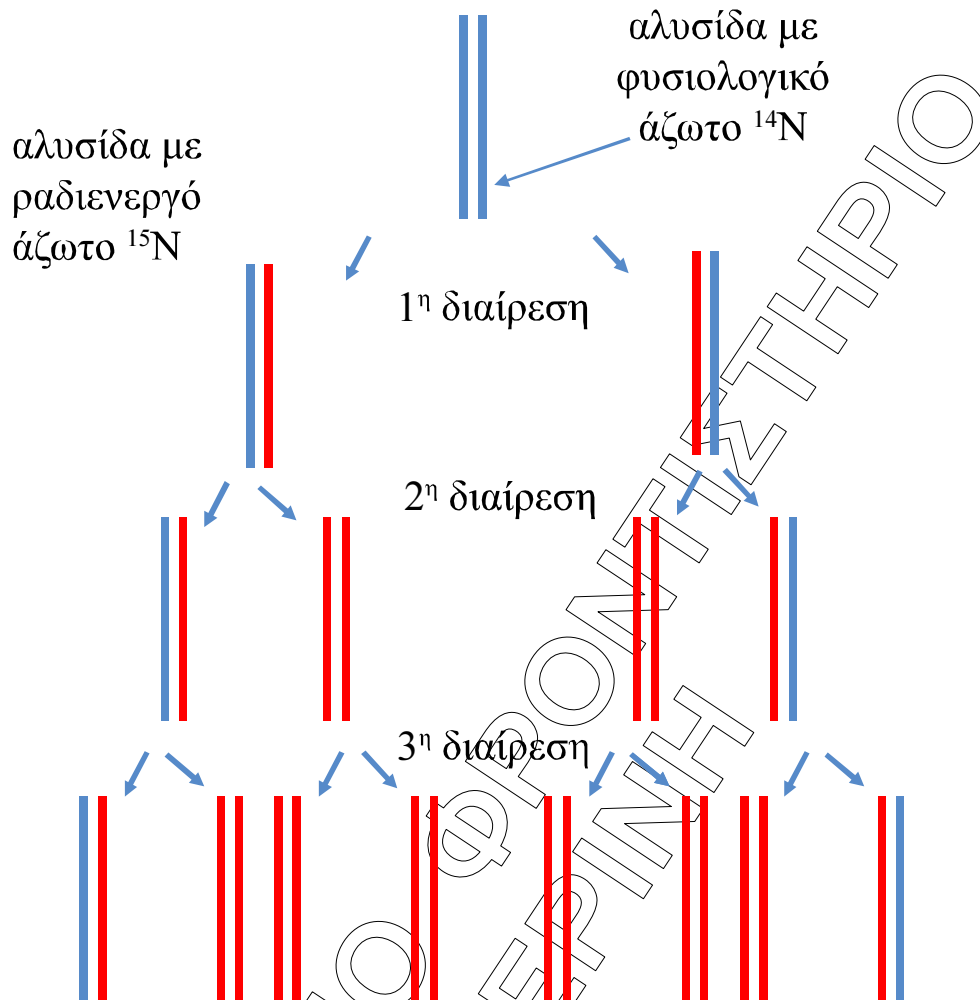
P:	AA	(×)	αα
Γαμέτες:	A		α
F <sub>1</sub> :		Aα	
Φαινοτυπική αναλογία:	Όλοι οι απόγονοι ασθενείς		

**2<sup>η</sup> Διασταύρωση:**

P:	Aα	(×)	αα
Γαμέτες:	A, α		α
F <sub>1</sub> :		Aα, αα	
Φαινοτυπική αναλογία:	1 υγιής : 1 ασθενής		

Οι γαμέτες προκύπτουν σύμφωνα με τον 1<sup>ο</sup> νόμο του Mendel, ο οποίος αποτελεί την κατανομή των αλληλομόρφων στους γαμέτες και τον τυχαίο συνδυασμό τους. Με βάση το νόμο αυτό, κατά τη μείωση όπου σχηματίζονται οι γαμέτες, διαχωρίζονται τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς και τα δύο αλληλόμορφα γονίδια. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών.

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.



Από τα 8 δίκλινα μόρια DNA τα 6 έχουν αποκλειστικά  $^{15}\text{N}$

Έτσι το ποσοστό είναι  $6/8$  ή 75%.

#### ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Το γονίδιο που μεταγράφεται σε mRNA είναι το Α.

Το mRNA είναι το :

5' GAAUUCGGAACAUGCCCGGGUCAGCCUGAGAGAAUUCCC 3'

Δ2. Γνωρίζουμε ότι κωδικόνιο του mRNA που κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη είναι το 5' AUG 3'. Συνεπώς το αντικωδικόνιο του tRNA που θα προσδένεται λόγω συμπληρωματικότητας και αντιπαράλληλίας στο συγκεκριμένο κωδικόνιο είναι το 3' UAC 5'.

Η μεταγραφή καταλύεται από ένα ένζυμο, την RNA πολυμεράση. Η RNA πολυμεράση προσδένεται σε ειδικές περιοχές του DNA, που ονομάζονται υποκινητές, με τη βοήθεια πρωτεϊνών που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA

πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3'-5'φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3' όπως και η αντιγραφή. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του. Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική.

Επομένως στη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου θα πρέπει να εντοπίσουμε την αλληλουχία 5' ATG 3'.

ΛΥΣΗ 1: Έτσι το γονίδιο που μεταγράφεται στο tRNA θα είναι το Γ και η μεταγραφόμενη αλυσίδα είναι η 1.

ΛΥΣΗ 2: Έτσι το γονίδιο που μεταγράφεται στο tRNA θα είναι το Β και μεταγραφόμενη αλυσίδα μπορεί να είναι η αλυσίδα είτε η αλυσίδα 1 είτε η αλυσίδα 2.

(ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Θα έπρεπε το ερώτημα Δ3 να προηγείται του ερωτήματος Δ2.

**Δ3.** Κατά την έναρξη της μετάφρασης το mRNA προσδένεται, μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραση περιοχή του, με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος, σύμφωνα με τους κανόνες της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Συνεπώς έχουμε:

5' αμετάφραστη περιοχή mRNA: 5' GAAUUCGGAAC 3'

rRNA μικρής υπομονάδας ριβοσώματος: 3' CUUAAGCCUUG 5'

μη κωδική αλυσίδα γονιδίου που μεταγράφεται σε rRNA: 5' GAATTCGGAAC 3'

ΛΥΣΗ 1: Έτσι το γονίδιο που μεταγράφεται στο tRNA θα είναι το Β και η μεταγραφόμενη αλυσίδα είναι η 2 όπου εντοπίζεται η αλληλουχία CAAGG.

ΛΥΣΗ 2: Έτσι το γονίδιο που μεταγράφεται στο tRNA θα είναι το Γ και η μεταγραφόμενη αλυσίδα είναι η 2 όπου εντοπίζεται η αλληλουχία AAGGC .

**Δ4. D)**

αλυσίδα 1 GAATTCGGAACATGCCCGGGTCAGCCTGAGAGAATTCCC

αλυσίδα 2 CTTAAGCCTTGTACGGGCCAGTCGGACTCTCTTAAGGG

Κοβουμε το γονίδιο A με την EcoRI που αναγνωρίζει την αλληλουχία  
5' - GAATTC - 3'  
3' - CTTAAG - 5'  
και το πλασμίδιο με την ΠΕ-1. Τα μονόκλινα άκρα των δύο περιοριστικών  
ενδονουκλεασών είναι συμπληρωματικά.

II) Από τη μια πλευρά θα έχουμε την αλληλουχία:

**5'CAATTC3'**  
**3'GTTAAG5'**

Και από την άλλη πλευρά θα έχουμε την αλληλουχία:

**5'GAATTG3'**  
**3'CTTAAC5'**

III) Η ΠΕ-1 δεν έχει καμία δράση πλέον στο ανασυνδυασμένο πλασμίδιο,  
καθώς η αλληλουχία που αναγνωρίζει δεν υπάρχει στο ανασυνδυασμένο  
μόριο DNA.