



ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2020

ΘΕΜΑ 1^ο

A1. β

A2. α

A3. δ

A4. α

A5. γ

ΘΕΜΑ 2^ο

B1. Μετάφαση μίτωσης: Αριθμός χρωμοσωμάτων: 48, Αριθμός μορίων DNA πυρήνα: 96

Θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει από τη μείωση I: Αριθμός χρωμοσωμάτων: 24, Αριθμός μορίων DNA πυρήνα: 48

B2. Η υπερβολική κατανάλωση αιθυλικής αλκοόλης 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 οινόπνευματος 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. Όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος ξαναγίνουν ευνοϊκές, τα ενδοσπόρια βλαστάνουν δίνοντας το καθένα ένα βακτήριο.

ii) 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 μια 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. Επομένως, απουσία αμινοξέων από το θρεπτικό τους υλικό, πολλά βακτήρια ενεργοποιούν το αντίστοιχο οπερόνιο που οδηγεί στη βιοσύνθεση των αμινοξέων αυτών.

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, δηλαδή άλλα άτομα εμφανίζουν παντελή έλλειψη ενεργότητας του ενζύμου, ενώ άλλα εμφανίζουν μειωμένη ενεργότητα. Αυτή είναι η ετερογένεια του αλφισμού στο φαινοτυπικό επίπεδο. Στο γονοτυπικό επίπεδο ο αλφισμός δεν είναι αποτέλεσμα ενός μόνο τύπου μετάλλαξης. Μπορεί να είναι αποτέλεσμα αντικαταστάσεων, ελλείψεων ή προσθηκών διαφορετικού αριθμού βάσεων, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλαπλών αλληλομόρφων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεγάλη ετερογένεια των συμπτωμάτων ανάμεσα σε άτομα που πάσχουν από την ίδια ασθένεια.

B5. Οι περιοχές του DNA ενός προκαρυωτικού κυττάρου που μεταγράφονται αλλά δεν μεταφράζονται είναι:

- τα γονίδια που μόνο μεταγράφονται σε rRNA και tRNA,
- η 5' αμετάφραστη περιοχή των γονιδίων που μεταφράζονται στο προκαρυωτικό κύτταρο,
- η 3' αμετάφραστη περιοχή των γονιδίων που μεταφράζονται στο προκαρυωτικό κύτταρο,
- το κωδικόνιο λήξης των γονιδίων που μεταφράζονται στο προκαρυωτικό κύτταρο.

ΘΕΜΑ 3^ο

Γ1. Η καμπύλη Α αντιστοιχεί σε άτομο που κάνει πρωτογενή ανοσοβιολογική απόκριση μετά από μόλυνση με αντιγόνο που βρίσκεται στο περιβάλλον. Στην περίπτωση αυτή η παραγωγή των αντισωμάτων καθυστερεί, επειδή για να συμβεί πρέπει να ενεργοποιηθεί το ανοσοβιολογικό σύστημα για να παραχθούν τα ειδικά αντισώματα από τα κατάλληλα Β λεμφοκύτταρα. Έτσι, το αντιγόνο βρίσκει το χρόνο να αναπτυχθεί και να προκαλέσει την ασθένεια.

Η καμπύλη Β αντιστοιχεί σε άτομο που κάνει πρωτογενή ανοσοβιολογική απόκριση μετά από εμβολιασμό. Στο οργανισμό εισέρχεται μεγάλη ποσότητα αντιγόνων, τα οποία δεν αυξάνονται και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα καταστρέφονται από τον οργανισμό. Το εμβόλιο περιέχει νεκρούς ή εξασθενημένους μικροοργανισμούς ή τμήματά τους. Το εμβόλιο, όπως θα έκανε και ο ίδιος ο μικροοργανισμός, ενεργοποιεί τον ανοσοβιολογικό μηχανισμό, για να παραγάγει αντισώματα και κύτταρα μνήμης. Το άτομο που εμβολιάζεται δεν εμφανίζει συνήθως τα συμπτώματα της ασθένειας και φυσικά δεν τη μεταδίδει.

Η καμπύλη Γ αντιστοιχεί σε άτομο που κάνει δευτερογενή ανοσοβιολογική απόκριση. Η δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση ενεργοποιείται κατά την επαφή του οργανισμού με το ίδιο αντιγόνο για δεύτερη (ή επόμενη) φορά. Στην περίπτωση αυτή ενεργοποιούνται τα κύτταρα μνήμης, ξεκινά αμέσως η έκκριση αντισωμάτων και έτσι δεν προλαβαίνουν να εμφανιστούν τα συμπτώματα της ασθένειας. Το αντιγόνο δεν προλαβαίνει να αυξηθεί. Το άτομο δεν ασθενεί και πιθανότατα δεν αντιλαμβάνεται ότι μολύνθηκε.

Γ2. Η συνολική βιομάζα του κάθε είδους οργανισμού είναι:

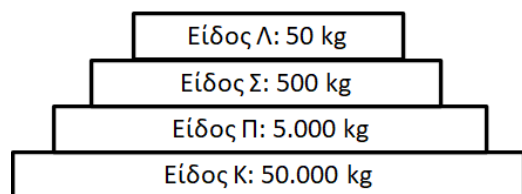
Είδος Π: $20.000 \times 0,25 = 5.000 \text{ kg}$

Είδος Κ: $5 \times 10.000 = 50.000 \text{ kg}$

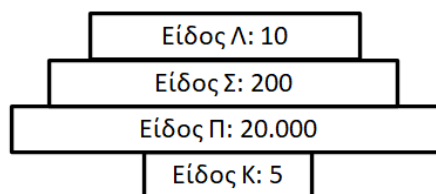
Είδος Λ: $10 \times 5 = 50 \text{ kg}$

Είδος Σ: $200 \times 2,5 = 500 \text{ kg}$

Επομένως, οι τροφικές πυραμίδες βιομάζας και πληθυσμού είναι:



Τροφική πυραμίδα βιομάζας



Τροφική πυραμίδα πληθυσμού

Γ3. Επειδή η συχνότητα εμφάνισης της ασθένειας είναι η ίδια στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα, η πρωτεΐνη Α δεν κωδικοποιείται από φυλοσύνδετο γονίδιο. Επομένως, διακρίνουμε τις παρακάτω περιπτώσεις:

- **Αυτοσωμική επικρατής κληρονομικότητα**

Έστω: Α: το αλληλόμορφο που προκαλεί την ασθένεια

α: το φυσιολογικό αλληλόμορφο

Η ασθενής γυναίκα μπορεί να έχει γονότυπο ΑΑ ή Αα, ενώ ο φυσιολογικός άνδρας έχει γονότυπο αα.

Αν η γυναίκα έχει γονότυπο ΑΑ:

Ρ γενιά: ΑΑ (x) αα

γαμέτες: Α α

F₁ γενιά: Αα

Η πιθανότητα οι απόγονοι του ζευγαριού να πάσχουν από την ασθένεια είναι 100%

Αν η γυναίκα έχει γονότυπο Αα:

Ρ γενιά: Αα (x) αα

γαμέτες: Α, α α

F₁ γενιά: Αα, αα

Η πιθανότητα οι απόγονοι του ζευγαριού να πάσχουν από την ασθένεια είναι 50%

- **Αυτοσωμική υπολειπόμενη κληρονομικότητα**

Έστω: Α: το φυσιολογικό αλληλόμορφο

α: το αλληλόμορφο που προκαλεί την ασθένεια

Η ασθενής γυναίκα έχει γονότυπο αα, ενώ ο φυσιολογικός άνδρας μπορεί να έχει γονότυπο AA ή Aα.

Αν ο άνδρας έχει γονότυπο AA:

P γενιά: AA (x) αα

γαμέτες: A α

F₁ γενιά: Aα

Η πιθανότητα οι απόγονοι του ζευγαριού να πάσχουν από την ασθένεια είναι 0%

Αν η γυναίκα έχει γονότυπο Aα:

P γενιά: Aα (x) αα

γαμέτες: A, α α

F₁ γενιά: Aα, αα

Η πιθανότητα οι απόγονοι του ζευγαριού να πάσχουν από την ασθένεια είναι 50%

- **Μιτοχονδριακή κληρονομικότητα**

Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική. Επομένως, αφού η γυναίκα εμφανίζει την ασθένεια, οι απόγονοι του ζευγαριού σίγουρα θα εμφανίζουν την ασθένεια.

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.

Στην περίπτωση της άσκησης όλες οι νεοσυντιθέμενες αλυσίδες είναι ραδιενεργές, επειδή η αντιγραφή του DNA γίνεται σε περιβάλλον με ραδιενεργό άζωτο, το οποίο ιχνηθετεί το DNA καθώς υπάρχει στις αζωτούχες βάσεις. Επομένως, μετά από τρεις κύκλους αντιγραφής θα υπάρχουν 8 μόρια DNA. Από αυτά, τα 6 αποτελούνται από αλυσίδες DNA που περιέχουν αποκλειστικά ραδιενεργό άζωτο, ενώ τα 2 περιέχουν μια μη ραδιενεργή αλυσίδα (αυτή που υπήρχε στο αρχικό μόριο DNA) και μία ραδιενεργή. Επομένως το ποσοστό των μορίων DNA που περιέχουν αποκλειστικά ραδιενεργό άζωτο είναι 6/8 ή 75%.

ΘΕΜΑ 4^ο

Δ1. Το γονίδιο A κωδικοποιεί το mRNA, καθώς η αλυσίδα 1 διαθέτει και κωδικόνιο έναρξης (ATG) και κωδικόνιο λήξης (TGA), με το 5' άκρο στα αριστερά και το 3' άκρο στα δεξιά. Το mRNA που προκύπτει θα έχει την αλληλουχία:

5'GAAUUCGGAACAUGCCCGGUCAGCCUGAGAGAAUUCCC3'

1η περίπτωση για Δ2 και Δ3

Δ2. Το κωδικόνιο της μεθειονίνης είναι το 5'AUG3'. Το tRNA που μεταφέρει την μεθειονίνη έχει για αντικωδικόνιο την τριπλέτα 3'UAC5'. Άρα η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου που κωδικοποιεί το παραπάνω tRNA πρέπει να διαθέτει την αλληλουχία 5'ATG3'. Στην αλυσίδα 1 του γονιδίου Γ υπάρχει αυτή η αλληλουχία, με το 5' άκρο στα αριστερά και το 3' άκρο στα δεξιά. Επομένως το γονίδιο Γ κωδικοποιεί το tRNA και η μεταγραφόμενη αλυσίδα είναι η αλυσίδα 1.

Δ3. Η 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA είναι 5'GAAUUCGGAAC3'. Επομένως, το rRNA, που είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με την 5' αμετάφραστη περιοχή, θα πρέπει να διαθέτει μέρος της αλληλουχίας 3'CUUAAGCCUUG5' (καθώς αναφέρει η εκφώνηση ότι 5 νουκλεοτίδια του rRNA είναι συμπληρωματικά με την 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA). Άρα η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου που κωδικοποιεί το rRNA θα πρέπει να διαθέτει μέρος της αλληλουχίας 5'GAATTCGGAAC3'. Στην αλυσίδα 2 του γονιδίου Β παρατηρείται η αλληλουχία 5'GGAAC3', με το 5' άκρο στα δεξιά και το 3' άκρο στα αριστερά. Επομένως το γονίδιο Β κωδικοποιεί το rRNA και η μεταγραφόμενη αλυσίδα είναι η αλυσίδα 2.

2η περίπτωση για Δ2 και Δ3

Δ2. Το κωδικόνιο της μεθειονίνης είναι το 5'AUG3'. Το tRNA που μεταφέρει την μεθειονίνη έχει για αντικωδικόνιο την τριπλέτα 3'UAC5'. Άρα η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου που κωδικοποιεί το παραπάνω tRNA πρέπει να διαθέτει την αλληλουχία 5'ATG3'. Στην αλυσίδα 1 του γονιδίου Β υπάρχει αυτή η αλληλουχία, με το 5' άκρο στα αριστερά και το 3' άκρο στα δεξιά. Επομένως το γονίδιο Β κωδικοποιεί το tRNA και η μεταγραφόμενη αλυσίδα είναι η αλυσίδα 1. Όμως και στην αλυσίδα 2 του γονιδίου Β υπάρχει αυτή η αλληλουχία, με το 5' άκρο στα αριστερά και το 3' άκρο στα δεξιά. Επομένως, και η αλυσίδα 2 του γονιδίου Β θα μπορούσε να είναι η μεταγραφόμενη.

Δ3. Η 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA είναι 5'GAAUUCGGAAC3'. Επομένως, το rRNA, που είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με την 5' αμετάφραστη περιοχή, θα πρέπει να διαθέτει μέρος της αλληλουχίας 3' CUUAAGCCUUG5' (καθώς αναφέρει η εκφώνηση ότι 5 νουκλεοτίδια του rRNA είναι συμπληρωματικά με την 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA). Άρα η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου που κωδικοποιεί το rRNA θα πρέπει να διαθέτει μέρος της αλληλουχίας 5'GAATTCGGAAC3'. Στην αλυσίδα 2 του γονιδίου Γ παρατηρείται η αλληλουχία 5' CGGAA3', με το 5' άκρο στα δεξιά και το 3' άκρο στα αριστερά. Επομένως το γονίδιο Γ κωδικοποιεί το rRNA και η μεταγραφόμενη αλυσίδα είναι η αλυσίδα 2.

Δ4. i) Το γονίδιο A διαθέτει την αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI πριν το κωδικόνιο έναρξης και μετά το κωδικόνιο λήξης. Αντίθετα δεν διαθέτει τις αλληλουχίες αναγνώρισης των άλλων περιοριστικών ενδονουκλεασών. Επομένως η EcoRI είναι κατάλληλη για την απομόνωση του γονιδίου A.

Το πλασμίδιο που θα χρησιμοποιηθεί ως φορέας δεν διαθέτει την αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI άρα δεν μπορεί να δράσει στο πλασμίδιο αυτή η περιοριστική ενδονουκλεάση. Παρατηρούμε ότι τα μονόκλωνα άκρα που δημιουργεί η PE-I είναι συμπληρωματικά με τα μονόκλωνα άκρα που προκύπτουν από τη δράση της EcoRI. Επομένως για το πλασμίδιο θα χρησιμοποιηθεί η PE-I.

ii) Οι αλληλουχίες που θα εμφανίζονται εκατέρωθεν του τμήματος του γονιδίου, στην περιοχή σύνδεσης των μονόκλωνων άκρων μετά την ενσωμάτωση στο πλασμίδιο είναι δύο. Η πρώτη είναι η :5'CAATTC3' και η δεύτερη είναι η: 5'GAATTG3'

3'GTTAAG5'

3'CTTAAC5'

iii) Το ανασυνδασμένο πλασμίδιο δεν διαθέτει την αλληλουχία αναγνώρισης της PE-I, επομένως η συγκεκριμένη περιοριστική ενδονουκλεάση δεν θα μπορέσει να δράσει και το ανασυνδασμένο πλασμίδιο θα παραμείνει κυκλικό.