

**ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ  
ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΠΟΥ ΥΠΗΡΕΤΟΥΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ**

**ΤΕΤΑΡΤΗ 10 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2025**

**ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

**ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

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

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** A → 7, B → 5, Γ → 1, Δ → 3, E → 2, ΣΤ → 4, Z → 6

**B2.** Η ινσουλίνη είναι μια ορμόνη που αποτελείται από 51 αμινοξέα και παράγεται από ειδικά κύτταρα του παγκρέατος. Η ινσουλίνη αποτελείται από δύο μικρά πεπτίδια, Α και Β, που συγκρατούνται μεταξύ τους με δισουλφιδικούς δεσμούς. Το γονίδιο της ινσουλίνης παράγει ένα πρόδρομο μόριο, την προϊνσουλίνη, το οποίο μετατρέπεται τελικά σε ινσουλίνη. Η ορμόνη αυτή ρυθμίζει το μεταβολισμό των υδατανθράκων και ειδικότερα το ποσοστό της γλυκόζης στο αίμα.

**B3.** Το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*, το οποίο ζει στο έδαφος, διαθέτει τη φυσική ικανότητα να μολύνει φυτικά κύτταρα μεταφέροντας σ' αυτά ένα πλασμίδιο που ονομάζεται Ti (Ti = tumor inducing factor). Το πλασμίδιο Ti ενσωματώνεται στο γενετικό υλικό των φυτικών κυττάρων, και δημιουργεί εξογκώματα (όγκους) στο σώμα των φυτών. Οι ερευνητές, αφού απομόνωσαν το πλασμίδιο από το βακτήριο, κατόρθωσαν να απενεργοποιήσουν τα γονίδια που δημιουργούν τους όγκους τοποθετώντας στο πλασμίδιο το γονίδιο που θα προσδώσει στο φυτό μία επιθυμητή ιδιότητα. Το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο εισάγεται σε φυτικά κύτταρα που αναπτύσσονται σε ειδικές καλλιέργειες στο εργαστήριο. Τα τροποποιημένα αυτά φυτικά κύτταρα τελικά

δίνουν ένα νέο φυτικό οργανισμό, που περιέχει και εκφράζει το ξένο γονίδιο. Τα διαγονιδιακά φυτά που δημιουργούνται έχουν την ικανότητα να μεταβιβάζουν τις νέες ιδιότητες στους απογόνους τους.

**B4.** α) Φάση ανάπτυξης α: Λανθάνουσα

Φάση ανάπτυξης β: Εκθετική

Φάση ανάπτυξης στ: Στατική

Φάση ανάπτυξης ζ: Φάση θανάτου

β) Τελική κατεργασία είναι η διεργασία καθαρισμού του προϊόντος που παραλαμβάνεται από το βιοαντιδραστήρα. Αρχικά, γίνεται διαχωρισμός των υγρών από τα στερεά συστατικά, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα κύτταρα. Αυτό γίνεται συνήθως με διήθηση ή με φυγοκέντρηση. Το επιθυμητό προϊόν περιλαμβάνεται στα υγρά συστατικά, από όπου παραλαμβάνεται με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων. Τα προϊόντα της ζύμωσης μπορούν να αξιοποιηθούν μόνο όταν είναι απόλυτα καθαρά, δηλαδή όταν δεν έχουν προσμείξεις.

## ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Το πυρηνικό DNA έχει απομονωθεί από μεταφασικά κύτταρα. Κατά την μετάφαση τα χρωμοσώματα είναι διπλασιασμένα, δηλαδή αποτελούνται από δύο αδελφές χρωματίδες ενωμένες στο κεντρομερίδιο. Με βάση αυτήν την πληροφορία γνωρίζουμε ότι στα μεταφασικά χρωμοσώματα έχουν διπλασιαστεί και τα αλληλόμορφα.

Τα γονίδια που κωδικοποιούν την πολυπεπτιδική αλυσίδα α είναι διπλά, δηλαδή υπάρχουν δύο γονίδια α σε κάθε ομόλογο χρωμόσωμα. Οπότε σε ένα φυσιολογικό κύτταρο θα πρέπει να υπάρχουν 8 αλληλόμορφα.

Για το γονίδιο της β αλυσίδας υπάρχει ένα αλληλόμορφο σε κάθε χρωμόσωμα, άρα στη μετάφαση θα υπάρχουν 4 αλληλόμορφα σε φυσιολογικό κύτταρο. Σε ένα φυσιολογικό άτομο δεν υπάρχουν αλληλόμορφα για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία. Σε φορέα υπάρχει 1 αλληλόμορφο, άρα 2 στη μετάφαση. Σε ομόζυγο άτομο που πάσχει από δρεπανοκυτταρική αναιμία θα υπάρχουν 2 αλληλόμορφα, άρα 4 στη μετάφαση Έτσι έχουμε:

**Μαρία:** Ο ανιχνευτής Α που υβριδοποιεί το φυσιολογικό αλληλόμορφο γονίδιο της α αλυσίδας των αιμοσφαιρινών συνδέεται 4 φορές. Επομένως η Μαρία φέρει 2 μόνο αλληλόμορφα γονίδια α. Συνεπώς, είναι φορέας της α-θαλασσαιμίας.

**Κώστας:** Ο ανιχνευτής B για το φυσιολογικό αλληλόμορφο γονίδιο της β αλυσίδας της αιμοσφαιρίνης HbA υβριδοποιείται 2 φορές. Επομένως, ο Κώστας είναι φορέας της β-θαλασσαιμίας.

**Θανάσης:** Ο ανιχνευτής B για το φυσιολογικό αλληλόμορφο γονίδιο της β αλυσίδας της αιμοσφαιρίνης HbA υβριδοποιείται 2 φορές και παράλληλα ο ανιχνευτής Γ για το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο γονίδιο που είναι υπεύθυνο για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία, υβριδοποιείται επίσης 2 φορές. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι ο Θανάσης είναι φορέας της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας.

**Γ2.** Όταν το μεταλλαγμένο γονίδιο που είναι υπεύθυνο για την ασθένεια υπάρχει στον γονότυπο ενός ατόμου, τότε εκφράζεται στον φαινότυπό του και το άτομο πάσχει.

Άρα αν το γονίδιο είναι **πυρηνικό**, το άτομο θα πάσχει όχι μόνο σε ομόζυγη για το μεταλλαγμένο γονίδιο κατάσταση αλλά και σε ετερόζυγη. Συνεπώς, η ασθένεια θα κληρονομείται με επικρατή τύπο κληρονομικότητας. Αν το υπεύθυνο για την ασθένεια αλληλόμορφο κληρονομούνται με φυλοσύνδετο τρόπο, θα έπρεπε το άτομο II2 που είναι αρσενικό και πάσχει να έχει γονότυπο X<sup>a</sup>Y. Επομένως, η κόρη του θα έπρεπε να κληρονομήσει το X<sup>a</sup> από τον πατέρα της και να πάσχει. Άρα, η ασθένεια κληρονομείται με **αυτοσωμικό τύπο κληρονομικότητας**.

Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο, επομένως η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική. Παρατηρούμε πως τα ασθενή θηλυκά άτομα II2 και II3 κληροδοτούν την ασθένεια σε όλα τους τα παιδιά, ενώ το ασθενές αρσενικό άτομο II2 δεν κληροδοτεί την ασθένεια. Συνεπώς, θα μπορούσε το γονίδιο να είναι **μιτοχονδριακό**.

**Γ3. α)** Η περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI, όποτε συναντά την αλληλουχία:

5' –GAATTC–3'

3' –CTTAAG–5' στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του A (με κατεύθυνση 5'→3') αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα.

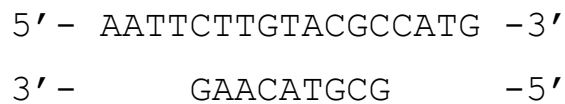
Μετά την δράση των δύο περιοριστικών ενδονουκλεασών προκύπτουν 3 θραύσματα.

Θραύσμα 1:

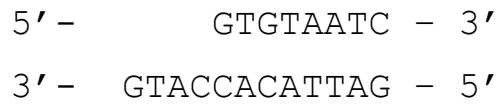
5' – GATTACAG – 3'

3' – CTAATGTCCTAA – 5'

Θραύσμα 2:

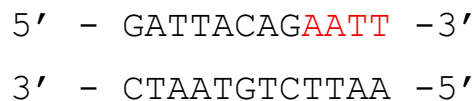


Θραύσμα 3:

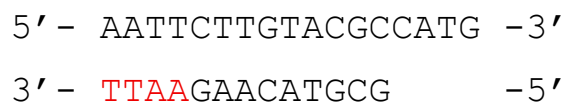


β) Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Εν προκειμένω θα δράσουν στα θραύσματα 1 και 2.

Θραύσμα 1:



Θραύσμα 2:



## ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Με βάση την πεπτιδική αλυσίδα που δίνεται και με αντιστοίχιση από τον γενετικό κώδικα, το αλληλόμορφο A2 είναι το φυσιολογικό αλληλόμορφο. Γνωρίζουμε ότι ο κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, συνεχής και μη επικαλυπτόμενος. Το αμινοξύ met έχει αφαιρεθεί από το αρχικό αμινικό άκρο, προκειμένου η πρωτεΐνη να γίνει λειτουργική.

**Δ2.** Για το αλληλόμορφο A1: Στην κωδική αλυσίδα το 6ο κωδικόνιο TGC μετατρέπεται με γονιδιακή μετάλλαξη αντικατάστασης βάσης σε TGA, το οποίο αποτελεί κωδικόνιο λήξης, με αποτέλεσμα να τερματίζεται πρόωρα η μετάφραση και το ένζυμο να μην είναι λειτουργικό.

Για το αλληλόμορφο A3: Από την κωδική αλυσίδα αφαιρείται το 4ο κωδικόνιο TGT, οπότε υπάρχει ένα λιγότερο αμινοξύ. Το αμινοξύ που απουσιάζει (cys) είναι από τα απαραίτητα για τη διαμόρφωση του ενεργού κέντρου του ενζύμου, άρα το ένζυμο δε θα μπορεί να συνδεθεί με το υπόστρωμα και χάνει τη λειτουργικότητά του.

Για το αλληλόμορφο A4: Το 2ο κωδικόνιο AAA, που κωδικοποιεί λυσίνη, μετατρέπεται σε AGA, που κωδικοποιεί αργινίνη, με γονιδιακή μετάλλαξη αντικατάστασης βάσης. Δίνεται ότι τα αμινοξέα lys και arg έχουν παρόμοιες ιδιότητες κατά τη διαμόρφωση του πεπτιδίου στον χώρο. Άρα δεν θα υπάρξει επίπτωση στο γονιδιακό προϊόν και η μετάλλαξη θα είναι ουδέτερη.

**Δ3.** Χ-αμινικό άκρο Υ-καρβοξυλικό άκρο

**Δ4.**  $A_2A_4 \times A_1A_3$

Γαμέτες:  $A_2, A_4 \quad A_1, A_3$

Γ.Α.:  $1 A_2A_1: 1 A_2A_3: 1 A_4A_1: A_4A_3$

Τα αλληλόμορφα A2 και A4 είναι φυσιολογικά. Όλοι οι απόγονοι έχουν έστω μία φορά ένα από τα δύο φυσιολογικά αλληλόμορφα. Οπότε, η πιθανότητα να πάσχει κάποιος απόγονος είναι 0%.