ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΔΕΥΤΕΡΑ 6 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

Ενδεικτικές απαντήσεις

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ

Α2. β

Α3. α

Α4. γ

Α5. δ

ΘΕΜΑ Β

Β1. 1-στ, 2-ε, 3-α, 4-γ, 5-δ.

Β2. Στο κύτταρο Α πραγματοποιείται η διαδικασία της μίτωσης, ενώ στο κύτταρο Β η διαδικασία της μείωσης. Στο διάγραμμα του κυττάρου Α παρατηρούμε ότι η ποσότητα του DNA από α διπλασιάζεται σε 2α και έπειτα επιστρέφει στην αρχική ποσότητα α. Αντίστοιχα, στο διάγραμμα του κυττάρου Β παρατηρούμε ότι η ποσότητα του DNA αρχικά διπλασιάζεται (2α) και έπειτα μειώνεται μια φορά σε α και άλλη μια φορά σε α/2. Γνωρίζουμε ότι κατά τη διαδικασία της μίτωσης προκύπτουν δύο θυγατρικά κύτταρα με πανομοιότυπα με το αρχικό, ενώ στη μείωση προκύπτουν τέσσερα κύτταρα με μισή ποσότητα γενετικού υλικού από το αρχικό. Άρα στο κύτταρο Α πραγματοποιήθηκε μίτωση, ενώ στο κύτταρο Β μείωση.
Με τη διαδικασία της μίτωσης εξασφαλίζεται η γενετική σταθερότητα, ενώ με η μείωση συμβάλλει στη γενετική ποικιλομορφία.

Β3. Η τρισδιάστατη δομή μιας πρωτεΐνης καθορίζει τη λειτουργία που αυτή εκτελεί. Αυτό φαίνεται από τις συνέπειες της έκθεσής της σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας ή pH. Τότε η πρωτεΐνη υφίσταται αυτό που

ονομάζουμε *μετουσίωση*. Σπάζουν δηλαδή οι δεσμοί που έχουν αναπτυχθεί μεταξύ των πλευρικών ομάδων, καταστρέφεται η τρισδιάστατη δομή της και η πρωτεΐνη χάνει τη λειτουργικότητά της (σελ. 25 σχολικού βιβλίου-Τεύχος Α).

Τα μονοκλωνικά αντισώματα είναι πολύ σημαντικά στην Ιατρική και χρησιμοποιούνται ως διαγνωστικά για την ανίχνευση ασθενειών ή ως εξειδικευμένα φάρμακα εναντίον παθογόνων μικροοργανισμών ή ακόμη εναντίον καρκινικών κυττάρων. Ήταν, επομένως, σημαντικό να γίνει δυνατή η παραγωγή τους στο εργαστήριο σε μεγάλες ποσότητες. Όμως τα Β-λεμφοκύτταρα δεν επιβιώνουν για πολύ έξω από το σώμα και δεν μπορούν να διατηρηθούν σε κυτταροκαλλιέργειες. Την ιδιότητα αυτή την αποκτούν ύστερα από σύντηξη με καρκινικά κύτταρα. Τα υβριδικά κύτταρα που παράγονται ονομάζονται *υβριδώματα* (σελ.123 σχολικού βιβλίου-Τεύχος Β).

Β4. Η πιστότητα της αντιγραφής σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο εξασφαλίζεται με:
i) τη δράση της DNA πολυμεράσης. Γνωρίζουμε ότι η DNA πολυμεράση μπορεί να «βλέπει» και να απομακρύνει νουκλεοτίδια που οι ίδια τοποθετεί κατά παράβαση του κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων (σελ. 32 σχολικού βιβλίου-Τεύχος Β)
ii) τη δράση των επιδιορθωτικών ενζύμων. Γνωρίζουμε ότι τα λάθη που δεν επιδιορθώνονται από τις DNA πολυμεράσες, επιδιορθώνονται σε μεγάλο ποσοστό από τα επιδιορθωτικά ένζυμα.

Β5. Μόρια τα οποία αποτελούνται από το ίδιο είδος και αριθμό αμινοξέων μπορούν ν παρουσιάζουν διαφορετικές λειτουργίες. Αυτό οφείλεται στη διαφορετική αλληλουχία των αμινοξέων, δηλαδή τη διαφορετική πρωτοταγή δομή σε συνδυασμό με τις διαφορετικές ομάδες R. Όταν η σειρά των αμινοξέων είναι διαφορετική, η δυνατότητα να σχηματιστούν δεσμοί ανάμεσα στις πλευρικές ομάδες αμινοξέων βρίσκεται σε διαφορετικά σημεία της πεπτιδικής αλυσίδας. Αυτό οδηγεί σε διαφορετική αναδίπλωση του μορίου, που συνεπάγεται διαφορετική δευτεροταγή και τριτοταγή δομή, επομένως σε διαφορετική διαμόρφωση στο χώρο και άρα διαφορετική λειτουργία (η λειτουργικότητα μιας πρωτεΐνης καθορίζεται από την τριτοταγή δομή του μορίου) (σελ. 25 σχολικού βιβλίου-Τεύχος Α).

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Οι συνδυασμοί πλασμιδίων-βακτηρίων που θα χρησιμοποιηθούν για την επιλογή μετασχηματισμένων βακτηρίων είναι οι ακόλουθοι:

i) Βακτήριο Α- πλασμίδιο 2

ii) Βακτήριο Β- πλασμίδια 1,3, 4

iii) Βακτήριο Γ-πλασμίδια 3, 4

Τα πλασμίδια είναι δίκλωνα, κυκλικά μόρια DNA με διάφορα μεγέθη. Περιέχουν μικρό ποσοστό της γενετικής πληροφορίας και αποτελούν το 1-2% του βακτηριακού DNA. Ένα βακτήριο μπορεί να περι έχει ένα ή περισσότερα πλασμίδια, τα οποία αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου. Μεταξύ των γονιδίων που περιέχονται στα πλασμίδια υπάρχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά και γονίδια που σχετίζονται με τη μεταφορά γενετικού υλικού από ένα βακτήριο σε άλλο. Τα πλασμίδια έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό τόσο μεταξύ τους όσο και με το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου, καθώς και να μεταφέρονται από ένα βακτήριο σε άλλο. Με τον τρόπο αυτό μετασχηματίζουν το βακτήριο στο οποίο εισέρχονται και του προσδίδουν καινούριες ιδιότητες (σελ. 22 σχολικού βιβλίου-Τεύχος Β).

Γνωρίζουμε ότι η επιλογή των μετασχηματισμένων από τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια στηρίζεται στην ικανότητα των πρώτων να αναπτύσσονται σε ένα συγκεκριμένο αντιβιωτικό. Την ιδιότητα αυτή θα την αποκτήσουν έπειτα από μετασχηματισμό με κατάλληλο πλασμίδιο, το οποίο θα διαθέτει ένα γονίδιο ανθεκτικότητας στο οποιό τα βακτήρια δεν είναι ανθεκτικά.

Από την υπόθεση βλέπουμε ότι το βακτήριο Α είναι ανθεκτικό στην αμπικιλίνη και τη στρεπτομυκίνη. Επομένως, κατάλληλο πλασμίδιο θα είναι το δεύτερο, καθώς τα μετασχηματισμένα βακτήρια θα έχουν ανθεκτικότητα στην καναμυκίνη (ενώ τα μη μετασχηματισμένα όχι).

Από την υπόθεση βλέπουμε ότι το βακτήριο Β έχει ανθεκτικότητα στην καναμυκίνη. Επομένως, κατάλληλα πλασμίδια θα είναι τα 1, 3 και 4, καθώς τα μετασχηματισμένα με αυτά βακτήρια θα έχουν ανθεκτικότητα είτε στην αμπικιλίνη, είτε στην στρεπτομυκίνη , είτε και στα δύο αντιβιωτικά.

Από την υπόθεση βλέπουμε ότι το βακτήριο Γ έχει ανθεκτικότητα στην αμπικιλίνη και στην καναμυκίνη. Επομένως, κατάλληλα πλασμίδια είναι τα 3 και 4, καθώς τα μετασχηματισμένα με αυτά βακτήρια θα έχουν ανθεκτικότητα στην στρεπτομυκίνη (τα μη μετασχηματισμένα όχι).

Γ2. Συμβολισμός:

β=φυσιολογική πολυπεπτιδική αλυσίδα β.

β_1= μεταλλαγμένη αλυσίδα 1.

β_2=μεταλλαγμένη αλυσίδα 2.

Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες παράγονται από βακτήρια και ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι να τα προστατεύουν από την εισβολή «ξένου» DNA. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες 4-8 νουκλεοτιδίων στο δίκλωνο DNA (σελ.61 σχολικού βιβλίου-Τεύχος Β).

Γνωρίζουμε ότι η Ε1 κόβει μια φορά στο γονίδιο β_1, ενώ η Ε2 κόβει μια φορά στο γονίδιο 2. Από τον πίνακα Γ παρατηρούμε ότι στο άτομο I_1 δεν έχει επιδράσει καμμία περιοριστική ενδονουκλεάση (το γονίδιο έχει το αρχικό μήκος των 500 ζευγών βάσεων) στο άτομο I_2 έχει επιδράσει μόνο η περιοριστική ενδονουκλεάση Ε1 (κομμάτια 100 και 400 ζευγών βάσεων), στο άτομο II_4 έχει επιδράσει μόνο νη περιοριστική ενδονουκλεάση Ε2 (κομμάτια 200 και 300 ζευγών βάσεων), ενώ στο άτομο III_1 έχουν επιδράσει και οι δύο περιοριστικές ενδονουκλεάσες (κομμάτια 100 και 400 ζευγών βάσεων για την Ε1, κομμάτια 200 και 300 ζευγών βάσεων για την Ε2).

Επιπλέον, από το γενεαλογικό δέντρο παρατηρούμε ότι τα άτομα I_2, II_4 και III_1 πάσχουν από την ασθένεια. Με βάση τα παραπάνω λοιπόν συμπεραίνουμε ότι:

i) το άτομο I_1 δε φέρει ούτε το β_1 ούτε το β_2.

ii) το άτομο I_2 φέρει μόνο το β_1

iii) το άτομο II_4 φέρει μόνο το β_2,

iv) το άτομο III_1 φέρει και το β_1 και το β_2.

Γ3. Με βάση το ερώτημα Γ2, οι γονότυποι των ατόμων θα είναι:

I_3: $\beta\beta_2$

I_4; $\beta\beta_2$

II_1: $\beta\beta_1$

II_2: $\beta\beta_1$

II_3: $\beta\beta_2$

Γ4. Το άτομο II_3 έχει γονότυπο $ββ_2$. Επομένως, με την διαδικασία που περιγράφηκε στο ερώτημα Γ2 θα προκύψουν τρία (3) κομμάτια, τα οποία θα έχουν μήκος 500 ζεύγη βάσεων (το φυσιολογικό αλληλόμορφο), 300 και 200 ζεύγη βάσεων (το μεταλλαγμένο $β_2$ που κόπηκε από την Ε2).

Γ5. Κάθε κύηση είναι ανεξάρτητο γεγονός. Επομένως, η πιθανότητα το επόμενο παιδί των ατόμων II_2 και II_3 να φέρει το αλληλόμορφο $β_2$ είναι ½ (50%).

Διασταύρωση:

Γαμέτες	β	$β_2$
β	ββ	***ββ₂***
$β_1$	$ββ_1$	$\mathbf{β_1β_2}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

α) Η αλυσίδα ΙΙ αντιστοιχεί στο cDNA και η αλυσίδα Ι αντιστοιχεί στην αλυσίδα του γονιδίου.

β) Η κωδική αλυσίδα του γονιδίου συμμετέχει στην υβριδοποίηση. Γνωρίζουμε ότι το cDNA προκύπτει από τη δράση της αντίστροφης μεταγραφάσης στο ώριμο mRNA. Γνωρίζουμε επίσης ότι το mRNA αποτελεί το κινητό αντίγραφο της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου. Επομένως, το cDNA θα είναι συμπληρωματικό της κωδικής (άρα θα έχει ίδια αλληλουχία βάσεων με τη μη κωδική αλυσίδα). Εφόσον λοιπόν η υβριδοποίηση στηρίζεται στη δημιουργία $ΔΗ_2$ μεταξύ μονόκλωνων συμπληρωματικών μορίων DNA ή DNA/RNA, συμπληρωματική του cDNA στο Σχήμα 3 θα είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου.

γ) Οι περιοχές α και β αντιστοιχούν στα εσώνια του γονιδίου. Γνωρίζουμε ότι μια cDNA βιβλιοθήκη περιέχει DNA αντίγραφα του ολικού ώριμου mRNA των γονιδίων που εκφράζονται σε ένα συγκεκριμένο κυτταρικό τύπο και επιτρέπει την απομόνωση μόνο των αλληλουχιών που μεταφράζονται σε αμινοξέα (δηλαδή των εξωνίων). Επομένως, κατά την υβριδοποίηση του cDNA με την κωδική αλυσίδα του αρχικού γονιδίου, τα τμήματα των εσωνίων δεν θα υβριδοποιηθούν, καθώς δεν εντοπίζονται στην αλληλουχία του cDNA.

Δ2. Γνωρίζουμε ότι οι γονείς είναι φυσιολογικοί, και το κορίτσι διαθέτει φυσιολογικό αριθμό χρωμοσωμάτων. Με βάση τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι ο πατέρας φέρει το επικρατές γονίδιο (X^AY), ενώ η μητέρα είναι ετερόζυγη (X^AX^α). Διακρίνουμε λοιπόν τις παρακάτω περιπτώσεις (επιλογή δύο):

-Περίπτωση 1η: Το κορίτσι προέκυψε από τη γονιμοποίηση γαμέτη του πατέρα που δεν περιείχε κανένα φυλετικό χρωμόσωμα (μη-διαχωρισμός των φυλετικών χρωμοσωμάτων στην α' μειωτική διαίρεση του πατέρα) με γαμέτη της μητέρας ο οποίος περιέχει δύο X^α (μη διαχωρισμός των αδελφών χρωματίδων X^α στη β' μειωτική διαίρεση της μητέρας).

-Περίπτωση 2η: Το κορίτσι προέκυψε από τη γονιμοποίηση γαμέτη του πατέρα που δεν περιείχε κανένα φυλετικό χρωμόσωμα (μη-διαχωρισμός των αδελφών χρωματίδων X^A στην β' μειωτική διαίρεση του πατέρα) με γαμέτη της μητέρας ο οποίος περιέχει δύο X^α (μη διαχωρισμός των αδελφών χρωματίδων X^α στη β' μειωτική διαίρεση της μητέρας).

-Περίπτωση 3η: Το κορίτσι προέκυψε από τη γονιμοποίηση γαμέτη του πατέρα που περιείχε το χρωμόσωμα Χ στο οποίο συνέβη γονιδιακή μετάλλαξη με αποτέλεσμα το γονίδιο να μη λειτουργεί σωστά, με γαμέτη της μητέρας ο οποίος περιέχει το φυσιολογικό X^α .

-Περίπτωση 4η: Το κορίτσι προέκυψε από τη γονιμοποίηση γαμέτη του πατέρα που περιείχε «μη-φυσιολογικό χρωμόσωμα Χ» (το αλληλόμορφο X^A βρίσκεται σε άλλο μή-ομόλογο χρωμόσωμα λόγο μετατόπισης), με γαμέτη της μητέρας ο οποίος περιέχει ένα X^α .

Δ3.

α) -Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Α: αντικατάσταση της 2ης βάσης Τ του 4ου κωδικονίου από G (από TTG σε TGG)

-Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Β: αντικατάσταση της 1ης βάσης G του 6ου κωδικονίου από Τ (μετατροπή του GGA σε TGA –κωδικόνιο λήξης).

-Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Γ: έλλειψη του πρώτου νουκλεοτιδίου C του 2ου κωδικονίου (αλλαγή του τρόπου διαβάσματος σε 5'-ATG-ACA-GGT-TGT-GGG-GAG-AC…-3')

-Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Δ: Προσθήκη τριών διαδοχικών βάσεων TGT μεταξύ της A και της G του 3ου κωδικονίου AGG (δημιουργούνται τα κωδικόνια ATG και TGG χωρίς να επηρεάζεται η σειρά των υπολοίπων)

β) Η αλληλουχία των αζωτούχων βάσεων της κωδικής αλυσίδαςτου DNA, η οποία κωδικοποιεί τη συγκεκριμένη αλληλουχία των αμινοξέων στη φυσιολογική πρωτεΐνη είναι:

5'-ATGCACAGGTTGTGGGGAGAC-3'

Συνολική εκτίμηση: Τα θέματα ήταν πολλά και σύνθετα, με έμφαση στη λεπτομέρεια. Απαιτήθηκε προσοχή στη λεπτομέρεια προκειμένου ο μαθητής να αποσπάσει τη μέγιστη βαθμολογία.

Τις απαντήσεις επιμελήθηκε ο Καθηγητής:
Γερακόπουλος Χ. Αθανάσιος, MSc