



ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2022

ΘΕΜΑ 1^ο

A1. γ

A2. β

A3. α

A4. γ

A5. δ

ΘΕΜΑ 2^ο

B1. 1. στ, 2. ε, 3. α, 4.γ, 5.δ.

B2. Το κύτταρο Α πραγματοποιεί μίτωση και το κύτταρο Β πραγματοποιεί μείωση.

Κατά τη μίτωση, μετά τον αυτοδιπλασιασμό του γενετικού υλικού γίνεται μια διαίρεση του πυρήνα και μια διαίρεση του κυτταροπλάσματος, με αποτέλεσμα να προκύπτουν δύο νέα κύτταρα, που το καθένα έχει την ίδια ποσότητα γενετικού υλικού σε σχέση με το αρχικό κύτταρο.

Κατά τη μείωση, μετά τον αυτοδιπλασιασμό του γενετικού υλικού γίνονται δύο διαδοχικές κυτταρικές διαιρέσεις. Καθεμιά από αυτές περιλαμβάνει μια διαίρεση του πυρήνα και μια διαίρεση του κυτταροπλάσματος, με αποτέλεσμα να προκύπτουν τέσσερις γαμέτες, που ο καθένας έχει τη μισή ποσότητα γενετικού υλικού σε σχέση με το αρχικό κύτταρο.

Ο τύπος της κυτταρικής διαίρεσης που εξασφαλίζει τη γενετική σταθερότητα είναι η μίτωση, ενώ ο τύπος της κυτταρικής διαίρεσης που συμβάλλει στη γενετική ποικιλομορφία είναι η μείωση.

B3. α) Τα αντισώματα είναι πρωτεϊνικά μόρια, που παράγονται από τα Β-λεμφοκύτταρα του ανοσοποιητικού μας συστήματος. 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 και μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ενός μονοκλωνικού αντισώματος.

β) 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.

B4. Οι δύο αλυσίδες ενός μορίου DNA είναι συμπληρωματικές, και αυτό υποδηλώνει ότι η αλληλουχία της μιας καθορίζει την αλληλουχία της άλλης. Κατά τη διάρκεια της αντιγραφής η διπλή έλικα 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.

Οι DNA πολυμεράσες επιδιορθώνουν λάθη που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αντιγραφής. Μπορούν, δηλαδή, να «βλέπουν» και να απομακρύνουν νουκλεοτίδια που οι ίδιες τοποθετούν, κατά παράβαση του κανόνα της συμπληρωματικότητας, και να τοποθετούν τα σωστά.

Όπως τα προϊόντα ενός εργοστασίου ελέγχονται με αρκετούς τρόπους, για να εξακριβωθεί αν έχουν κατασκευαστεί σωστά, έτσι και το κύτταρο ελέγχει αν η αλληλουχία βάσεων του DNA είναι σωστή. Η αντιγραφή του DNA είναι απίστευτα ακριβής, μόνο ένα νουκλεοτίδιο στα 100.000 μπορεί να ενσωματωθεί λάθος. Τα λάθη που δεν επιδιορθώνονται από τις DNA πολυμεράσες, επιδιορθώνονται σε μεγάλο ποσοστό από ειδικά επιδιορθωτικά ένζυμα. Έτσι ο αριθμός των λαθών περιορίζεται στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς στο ένα στα 10^{10} !

B5. Εκείνο το στοιχείο που διαφοροποιεί τις πρωτεΐνες μεταξύ τους είναι η διαφορετική αλληλουχία των αμινοξέων, δηλαδή η διαφορετική πρωτοταγής 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. Η τρισδιάστατη δομή μιας πρωτεΐνης καθορίζει τη λειτουργία που αυτή εκτελεί.

ΘΕΜΑ 3^ο

Γ1. Η επιλογή των βακτηρίων που δέχτηκαν ανασυνδυασμένο πλασμίδιο στηρίζεται στην ικανότητα ανάπτυξής τους παρουσία αντιβιοτικού, επειδή το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο περιέχει ένα γονίδιο που τους προσδίδει ανθεκτικότητα στο συγκεκριμένο αντιβιοτικό. Κάθε βακτήριο που προσέλαβε ένα ανασυνδυασμένο πλασμίδιο πολλαπλασιάζεται και δίνει έναν κλώνο. Η διαδικασία δημιουργίας κλώνων βακτηρίων ονομάζεται κλωνοποίηση. Το βακτήριο Α έχει στο κύριο μόριο DNA του γονίδια ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη και στη στρεπτομυκίνη. Επομένως, μπορεί για το μετασχηματισμό του να χρησιμοποιηθεί το πλασμίδιο 2, το οποίο φέρει ένα γονίδιο ανθεκτικότητας στην καναμυκίνη. Έτσι τα μετασχηματισμένα βακτήρια θα είναι ανθεκτικά στην καναμυκίνη, ενώ τα μη μετασχηματισμένα όχι.

Το βακτήριο Β έχει στο κύριο μόριο DNA του γονίδιο ανθεκτικότητας στην καναμυκίνη. Επομένως, μπορεί για το μετασχηματισμό του να χρησιμοποιηθούν τα πλασμίδια 1, 3 ή 4. Το πλασμίδιο 1 φέρει ένα γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη. Έτσι τα μετασχηματισμένα βακτήρια θα είναι ανθεκτικά στην αμπικιλίνη, ενώ τα μη μετασχηματισμένα όχι. Το πλασμίδιο 3 φέρει δύο γονίδια ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη και στη στρεπτομυκίνη. Έτσι τα μετασχηματισμένα βακτήρια θα είναι ανθεκτικά στην αμπικιλίνη και στη στρεπτομυκίνη, ενώ τα μη μετασχηματισμένα όχι. Το πλασμίδιο 4 φέρει ένα γονίδιο ανθεκτικότητας στην στρεπτομυκίνη. Έτσι τα μετασχηματισμένα βακτήρια θα είναι ανθεκτικά στην στρεπτομυκίνη, ενώ τα μη μετασχηματισμένα όχι.

Το βακτήριο Γ έχει στο κύριο μόριο DNA του γονίδια ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη και στην καναμυκίνη. Επομένως, μπορεί για το μετασχηματισμό του να χρησιμοποιηθούν τα πλασμίδια 3 ή 4. Το πλασμίδιο 3 φέρει δύο γονίδια ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη και στη στρεπτομυκίνη. Έτσι τα μετασχηματισμένα βακτήρια θα είναι ανθεκτικά στη στρεπτομυκίνη, ενώ τα μη μετασχηματισμένα όχι. Το πλασμίδιο 4 φέρει ένα γονίδιο ανθεκτικότητας στην στρεπτομυκίνη. Έτσι τα μετασχηματισμένα βακτήρια θα είναι ανθεκτικά στην στρεπτομυκίνη, ενώ τα μη μετασχηματισμένα όχι.

Παρατήρηση: Τα παραπάνω ισχύουν με την προϋπόθεση ότι οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες δεν κόβουν σε κάποιο από τα γονίδια ανθεκτικότητας του κάθε πλασμιδίου.

Γ2. Έστω:

B: φυσιολογικό αλληλόμορφο

β_1 : μεταλλαγμένο αλληλόμορφο που κόβεται από την E_1

β_2 : μεταλλαγμένο αλληλόμορφο που κόβεται από την E_2

Άτομο I₁: BB

Άτομο I₂: $\beta_1\beta_1$

Άτομο II₄: $\beta_2\beta_2$

Άτομο III₁: $\beta_1\beta_2$

Για τη δράση της E_1 ισχύει:

- όταν προκύπτει ένα κομμάτι μήκους 500 ζευγών βάσεων, υπάρχει το αλληλόμορφο B ή το β_2 ,
- όταν προκύπτουν δύο κομμάτια μήκους 100 και 400 ζευγών βάσεων, υπάρχει το αλληλόμορφο β_1 .

Για τη δράση της E_2 ισχύει:

- όταν προκύπτει ένα κομμάτι μήκους 500 ζευγών βάσεων, υπάρχει το αλληλόμορφο B ή το β_1 ,
- όταν προκύπτουν δύο κομμάτια μήκους 200 και 300 ζευγών βάσεων, υπάρχει το αλληλόμορφο β_2 .

Το άτομο I₁ είναι υγιές και το τμήμα DNA δεν κόβεται ούτε από την E_1 , ούτε από την E_2 , επομένως έχει γονότυπο BB.

Το άτομο I₂ είναι ασθενές και το τμήμα DNA κόβεται μόνο από την E_1 , επομένως έχει γονότυπο $\beta_1\beta_1$.

Το άτομο II₄ είναι ασθενές και το τμήμα DNA κόβεται μόνο από την E_2 , επομένως έχει γονότυπο $\beta_2\beta_2$.

Το άτομο III₁ είναι ασθενές και το τμήμα DNA κόβεται και από τις δύο περιοριστικές ενδονοκλεάσες, επομένως έχει γονότυπο $\beta_1\beta_2$.

Γ3. Άτομο I₃: $B\beta_2$, άτομο I₄: $B\beta_2$, άτομο II₁: $B\beta_1$, άτομο II₂: $B\beta_1$, άτομο II₃: $B\beta_2$.

Γ4. Αν στο άτομο II₃, το οποίο έχει γονότυπο $B\beta_2$, δράσει η E_1 θα προκύψει ένα είδος κομματιού DNA μήκους 500 ζευγών βάσεων, ενώ αν δράσει η E_2 θα προκύψουν τρία είδη κομματιών DNA μήκους 500, 300 και 200 ζευγών βάσεων.

Γ5. Ρ γενιά: $B\beta_1$ (x) $B\beta_2$

Γαμέτες: B, β_1 B, β_2

F₁ γενιά: BB, B β_1 , B β_2 , $\beta_1\beta_2$

Η πιθανότητα το δεύτερο παιδί του ζευγαριού να φέρει το β_2 αλληλόμορφο είναι 50%.

Κάθε κύηση είναι ένα ανεξάρτητο γεγονός, που δε σχετίζεται με το αποτέλεσμα προηγούμενων κυήσεων.

ΘΕΜΑ 4^ο

Δ1. α) cDNA: αλυσίδα 2, γονίδιο: αλυσίδα 1

β) Στην υβριδοποίηση συμμετέχει η κωδική αλυσίδα του γονιδίου.

Το cDNA είναι το προϊόν της αντίστροφης μεταγραφής, από το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση. Με καλούπι την αλυσίδα mRNA συντίθεται συμπληρωματική αλυσίδα DNA με βάση τους κανόνες της συμπληρωματικότητας. Το mRNA είναι συμπληρωματικό με τη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου. Η κωδική αλυσίδα είναι η μη μεταγραφόμενη, συμπληρωματική της μη κωδικής αλυσίδας. Κατ' επέκταση είναι συμπληρωματική και του cDNA. Για αυτό τον λόγο υβριδοποιούνται.

γ) Οι περιοχές α και β αντιστοιχούν στα εσώνια της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου. Το mRNA που απομονώνεται από το κυτταρόπλασμα ευκαρυωτικού κυττάρου είναι το ώριμο mRNA το οποίο αποτελείται αποκλειστικά από εξώνια. Τα γονίδια των ευκαρυωτικών κυττάρων είναι ασυνεχή, δηλαδή περιέχουν εσώνια που ενώ μεταγράφονται, δεν μεταφράζονται, καθώς απομακρύνονται κατά την ωρίμανση του πρόδρομου mRNA.

Δ2. Οι δυο γονείς είναι υγιείς. Η μητέρα είναι φορέας της φυλοσύνδετης υπολειπόμενης ασθένειας, με γονότυπο $X^A X^a$. Ο πατέρας έχει γονότυπο $X^A Y$.

Μηχανισμός 1: μη διαχωρισμός χρωμοσωμάτων (1^η ή 2^η μειωτική διαίρεση) σε άωρο γεννητικό κύτταρο στον αρσενικό γονέα. Δημιουργία σπερματοζωαρίου χωρίς φυλετικό χρωμόσωμα (n-1). Γονιμοποίηση με μη φυσιολογικό ωάριο (n+1) που διαθέτει δυο χρωμοσώματα X^a με το υπολειπόμενο αλληλόμορφο, αποτέλεσμα μη διαχωρισμού στη 2^η μειωτική διαίρεση. Το ζυγωτό θα έχει γονότυπο $X^a X^a$ και το άτομο που θα αναπτυχθεί από αυτό θα έχει την ασθένεια.

Μηχανισμός 2: έλλειψη της συγκεκριμένης φυλοσύνδετης γενετικής θέσης ή μετατόπιση της σε μη ομόλογο χρωμόσωμα. Η μετάλλαξη θα συμβεί σε άωρο γεννητικό κύτταρο του αρσενικού γονέα. Θα δημιουργηθεί γαμέτης με το μεταλλαγμένο χρωμόσωμα X, που δεν φέρει το αλληλόμορφο A. Τα αυτοσωμικά χρωμοσώματα του συγκεκριμένου γαμέτη θα είναι φυσιολογικά. Από την γονιμοποίηση του συγκεκριμένου γαμέτη με φυσιολογικό ωάριο που έχει το χρωμόσωμα X^a με το υπολειπόμενο αλληλόμορφο, προκύπτει ζυγωτό με δομική χρωμοσωμική έλλειψη τμήματος του χρωμοσώματος X πατρικής προέλευσης. Το

χρωμόσωμα X μητρικής προέλευσης έχει το υπολειπόμενο αλληλόμορφο και το άτομο που θα αναπτυχθεί από αυτό θα είναι θηλυκό, με την ασθένεια. Ο γονότυπος του θα είναι X^aX .

Μηχανισμός 3: γονιδιακή μετάλλαξη σε άωρο γεννητικό κύτταρο του αρσενικού γονέα, η οποία θα μετατρέψει το A φυσιολογικό αλληλόμορφο σε α. Θα δημιουργηθεί γαμέτης με το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο X^a . Από την γονιμοποίηση του συγκεκριμένου γαμέτη με φυσιολογικό ωάριο που έχει το χρωμόσωμα X^a με το υπολειπόμενο αλληλόμορφο προκύπτει ζυγώτο με γονότυπο X^aX^a και το άτομο που θα αναπτυχθεί από αυτό θα έχει την ασθένεια.

Δ3. α) Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη A: αντικατάσταση βάσης, στο 4^ο κωδικόνιο. Συγκεκριμένα το κωδικόνιο 5' TTG3' γίνεται 5' TGG3', με αντικατάσταση του 2^{ου} T σε G.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη B: αντικατάσταση βάσης, στο 6^ο κωδικόνιο. Συγκεκριμένα το κωδικόνιο 5' GGA3' γίνεται TGA με αντικατάσταση του 1^{ου} G από T, με αποτέλεσμα να δημιουργείται πρόωρο κωδικόνιο λήξης.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Γ: έλλειψη μιας βάσης στο 2^ο κωδικόνιο και μετατόπιση του τρόπου ανάγνωσης των βάσεων του mRNA με αποτέλεσμα να αλλάξει η αλληλουχία των κωδικονίων μετά το κωδικόνιο έναρξης. Έγινε αφαίρεση της 1^{ης} C από το κωδικόνιο 5' CAC3' του φυσιολογικού γονιδίου.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Δ: προσθήκη τριών διαδοχικών βάσεων, στο 3^ο κωδικόνιο. Συγκεκριμένα, μετά την A του κωδικονίου αυτού προστίθεται η τριάδα βάσεων 5' TGT3', με αποτέλεσμα, την αλλαγή ενός αμινοξέος και την προσθήκη ακόμα ενός στην πολυπεπτιδική αλυσίδα.

β) Η αλληλουχία της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου είναι:

5' ... ATG CAC AGG TTG TGG GGA GAC ... 3'