

**ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ**  
**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ**  
**Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**  
**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 06/06/2022**  
**ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**  
**ΛΥΣΕΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ**

**Θέμα Α**

A1. γ

A2. β

A3. α

A4. γ

A5. δ

**Θέμα Β**

B1. 1→στ, 2→ε, 3→α, 4→γ, 5→δ

B2.

Κύτταρο Α: Μίτωση

Κύτταρο Β: Μείωση

Στο πρώτο διάγραμμα παρατηρούμε ότι η ποσότητα του γενετικού υλικού στο κύτταρο Α διπλασιάζεται ( $2\alpha$ ) και στο τέλος της διαίρεσης η ποσότητα σε κάθε θυγατρικό κύτταρο είναι πανομοιότυπη με την αρχική( $\alpha$ ).

Στο δεύτερο διάγραμμα η ποσότητα του γενετικού υλικού στο κύτταρο Β διπλασιάζεται και μετά από μία κυτταρική διαίρεση προκύπτουν δύο κύτταρα με ποσότητα  $\alpha$ , και το κάθε ένα από αυτά διαιρείται ξανά με αποτέλεσμα να προκύπτουν θυγατρικά κύτταρα τα οποία φέρουν τη μισή ποσότητα γενετικού υλικού( $\alpha/2$ ), είναι δηλαδή απλοειδή.

Γενετική σταθερότητα εξασφαλίζει η μίτωση ενώ γενετική ποικιλομορφία εξασφαλίζει η μείωση.

B3.

**Υβριδώματα** είναι τα υβριδικά κύτταρα που προκύπτουν ύστερα από σύντηξη Β λεμφοκυττάρων με καρκινικά κύτταρα και μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ενός μονοκλωνικού αντισώματος που αναγνωρίζει συγκεκριμένο αντιγονικό καθοριστή.

**Μετουσίωση** είναι το σπάσιμο των δεσμών που έχουν αναπτυχθεί μεταξύ των πλευρικών ομάδων μιας πρωτεΐνης, λόγω έκθεσης σε ακραίες τιμές pH ή θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα την καταστροφή της τρισδιάστατης δομής της και την απώλεια της λειτουργικότητά της.

**B4.**

Κατά την αντιγραφή 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**.

Η συμπληρωματικότητα έχει τεράστια σημασία για τον αυτοδιπλασιασμό του DNA, μια ιδιότητα που το καθιστά το καταλληλότερο μόριο για τη διατήρηση και τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας. Κάθε αλυσίδα DNA μπορεί να χρησιμεύει ως καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας, ώστε τελικά να σχηματίζονται δύο δίκλιωνα μόρια DNA πανομοιότυπα με το μητρικό μόριο.

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

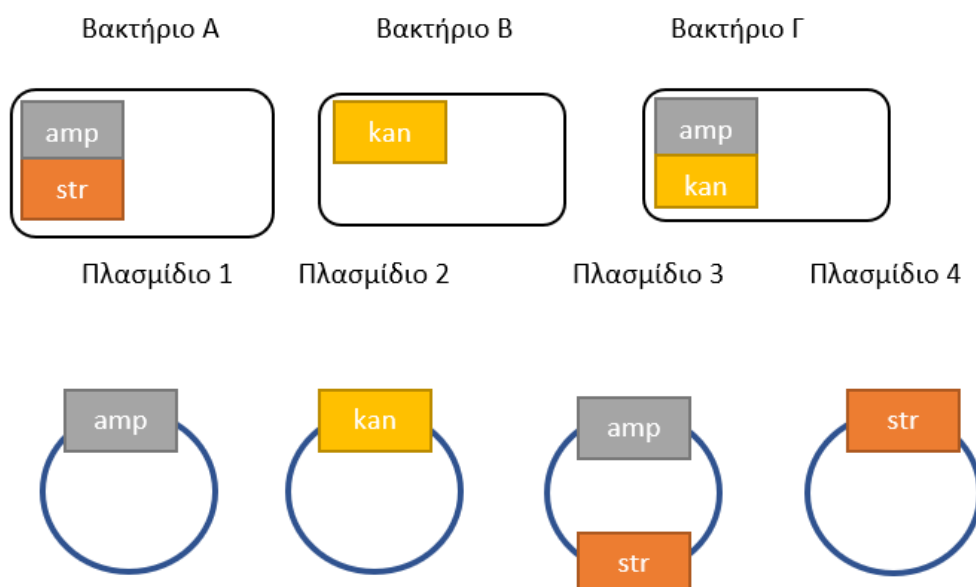
Η αντιγραφή του DNA είναι απίστευτα ακριβής, μόνο ένα νουκλεοτίδιο στα 100.000 μπορεί να ενσωματωθεί λάθος. Τα λάθη που δεν επιδιορθώνονται από τις DNA πολυμεράσες, επιδιορθώνονται σε μεγάλο ποσοστό από ειδικά επιδιορθωτικά ένζυμα. Έτσι ο αριθμός των λαθών περιορίζεται στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς στο ένα στα  $10^{10}$ .

**B5.**

Οι δύο πρωτεΐνες είναι δυνατόν να δομούνται από τα ίδια είδη και ίδιο αριθμό αμινοξέων αλλά παρουσιάζουν διαφορά στη λειτουργία, διότι έχουν διαφορετική αλληλουχία αμινοξέων, δηλαδή διαφορετική πρωτοταγή δομή και άρα διαφορετικό συνδυασμό πλευρικών ομάδων R. Όταν η σειρά των αμινοξέων είναι διαφορετική, η δυνατότητα να σχηματιστούν δεσμοί ανάμεσα στις πλευρικές ομάδες των αμινοξέων οδηγεί σε διαφορετική αναδίπλωση του μορίου, που συνεπάγεται σε διαφορετική δευτεροταγή και τριτοταγή δομή, επομένως σε διαφορετική διαμόρφωση στο χώρο. Η τρισδιάστατη δομή μιας πρωτεΐνης καθορίζει τη λειτουργία που αυτή εκτελεί.

**Θέμα Γ**

**Γ1.**



Το σύνολο των βακτηριακών κλώνων περιέχει το συνολικό DNA του οργανισμού δότη και αποτελεί μία γονιδιωματική βιβλιοθήκη. Για τη δημιουργία γονιδιωματικής βιβλιοθήκης συνήθως χρησιμοποιούνται ως ξενιστές, βακτήρια που δεν έχουν πλασμίδια και επομένως είναι ευαίσθητα σε αντιβιοτικά. Εάν το βακτήριο ξενιστής διαθέτει το ίδιο γονίδιο ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικό με τον φορέα δεν μπορεί να γίνει επιλογή των μετασχηματισμένων κλώνων.

Άρα από όλα τα πιθανά ζευγάρια παρακάτω φαίνονται με + οι δυνατοί συνδυασμοί και το αντιβιοτικό με το οποίο θα γίνει επιλογή των μετασχηματισμένων κλώνων σε κάθε περίπτωση.

	Βακτήριο Α	Βακτήριο Β	Βακτήριο Γ
Πλασμίδιο 1	-	+ (επιλογή με αμπικιλίνη)	-
Πλασμίδιο 2	+ (επιλογή με καναμυκίνη)	-	-
Πλασμίδιο 3	-	+ (επιλογή με αμπικιλίνη και στρεπτομυκίνη)	+ (επιλογή με στρεπτομυκίνη)
Πλασμίδιο 4	-	+ (επιλογή με στρεπτομυκίνη)	+ (επιλογή με στρεπτομυκίνη)

## Γ2.

$\beta_1$ : μεταλλαγμένο αλληλόμορφο 1

$\beta_2$ : μεταλλαγμένο αλληλόμορφο 2

$\beta$ : φυσιολογικό αλληλόμορφο για τη σύνθεση της  $\beta$ -αλυσίδας της αιμοσφαιρίνης

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα Γ οι γονότυποι των ατόμων είναι:

**I<sub>1</sub>:  $\beta\beta$**

**I<sub>2</sub>:  $\beta_1\beta_1$**

**II<sub>4</sub>:  $\beta_2\beta_2$**

**III<sub>1</sub>:  $\beta_1\beta_2$**

Το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο  $\beta_1$  κόβεται μόνο από την Π.Ε. E1, το μεταλλαγμένο κόβεται μόνο από την Π.Ε. E2, το φυσιολογικό αλληλόμορφο  $\beta$  δεν κόβεται από καμία Π.Ε. και έχει μήκος 500ζβ.

Για άτομο I<sub>1</sub>: Τόσο μετά τη δράση της E1, όσο και μετά τη δράση της E2 προκύπτουν τμήματα μήκους 500ζβ., άρα τα αλληλόμορφα του σε κάθε περίπτωση παραμένουν άθικτα, συνεπώς φέρει δύο φυσιολογικά αλληλόμορφα και έχει γονότυπο  $\beta\beta$ .

Για το άτομο Ι2: Μόνο μετά τη δράση της Π.Ε. Ε1 προκύπτουν τμήματα 400ζβ. & 100ζβ., δηλαδή και τα δύο αλληλόμορφα που φέρει το άτομο Ι2 έχουν κοπεί. Συνεπώς το άτομο Ι2 είναι ομόζυγο για το  $\beta_1$  (που έχει θέση αναγνώρισης από την Π.Ε. Ε1) και γονότυπο  $\beta_1\beta_1$ .

Για το άτομο ΙΙ4: Μόνο μετά τη δράση της Π.Ε. Ε2 προκύπτουν τμήματα 300ζβ. & 200ζβ., δηλαδή και τα δύο αλληλόμορφα που φέρει το άτομο ΙΙ4 έχουν κοπεί. Συνεπώς το άτομο ΙΙ4 είναι ομόζυγο για το  $\beta_2$  (που έχει θέση αναγνώρισης από την Π.Ε. Ε2) και γονότυπο  $\beta_2\beta_2$ .

Για το άτομο ΙΙΙ1: Μετά τη δράση της Π.Ε. Ε1 προκύπτουν τόσο τμήματα 500ζβ. (ακέραιο αλληλόμορφο χωρίς θέση αναγνώρισης από Ε1), όσο και τμήματα 400ζβ., 100ζβ. (αλληλόμορφο  $\beta_2$  μετά από πέψη με Ε1).

Μετά τη δράση της Π.Ε. Ε2 προκύπτουν τόσο τμήματα 500ζβ. (ακέραιο αλληλόμορφο χωρίς θέση αναγνώρισης από Ε2), όσο και τμήματα 300ζβ., 200ζβ. (αλληλόμορφο  $\beta_1$  μετά από πέψη με Ε2). Άρα το άτομο ΙΙΙ1 έχει γονότυπο  $\beta_1\beta_2$ .

**Γ3.**

**I<sub>3</sub>:  $\beta\beta_2$**

**I<sub>4</sub>:  $\beta\beta_2$**

**II<sub>1</sub>:  $\beta\beta_1$**

**II<sub>2</sub>:  $\beta\beta_1$**

**II<sub>3</sub>:  $\beta\beta_2$**

**Γ4.** Το άτομο ΙΙ<sub>3</sub> έχει γονότυπο  $\beta\beta_2$ .

Η αλληλουχία του αλληλόμορφου  $\beta$  δεν αναγνωρίζεται ούτε από την Π.Ε. Ε1, ούτε από την Π.Ε. Ε2, άρα το αλληλόμορφο θα παραμένει ακέραιο και δίνει ένα τμήμα μήκους 500ζβ.

Η αλληλουχία του αλληλόμορφου  $\beta_2$  έχει μία θέση αναγνώρισης από την Π.Ε. Ε2 και άρα συνολικά προκύπτουν τρία διαφορετικά κομμάτια DNA μήκους 500ζβ., 300ζβ. & 200ζβ.

**Γ5.**

II<sub>2</sub>  $\beta\beta_1$  (x) II<sub>3</sub>  $\beta\beta_2$   
Γαμέτες:  $\beta, \beta_1$      $\beta, \beta_2$

	$\beta$	$\beta_1$
$\beta$	$\beta\beta$	$\beta\beta_1$
$\beta_2$	$\beta\beta_2$	$\beta_1\beta_2$

Η πιθανότητα το παιδί να φέρει το αλληλόμορφο  $\beta_2$  είναι 1/2.

## **Θέμα Δ**

**Δ1.**

**α.**

Αλυσίδα I: Αλυσίδα γονιδίου

Αλυσίδα II: cDNA

**β.** Στην υβριδοποίηση συμμετέχει η **κωδική αλυσίδα** του γονιδίου.

Οι δύο αλυσίδες ενός γονιδίου είναι μεταξύ του συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες. Το mRNA παράγεται με μεταγραφή της μίας από τις δύο αλυσίδες του γονιδίου. Η αλυσίδα που μεταγράφεται ονομάζεται μη κωδική και είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη τόσο με το mRNA που παράγεται όσο και με την κωδική αλυσίδα. Οι αλληλουχίες της κωδικής αλυσίδας και του προδρόμου mRNA είναι πανομοιότυπες με τη διαφορά ότι στη θέση της θυμίνης θα βρίσκεται η ουρακίλη. Εφόσον το cDNA συντέθηκε με αντίστροφη μεταγραφή χρησιμοποιώντας σαν καλούπι το mRNA, θα έχει αλληλουχία πανομοιότυπη με την μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου (με εξαίρεση ότι θα περιέχει εσώνια) και συνεπώς θα μπορεί να υβριδοποιηθεί λόγω συμπληρωματικότητας με την κωδική αλυσίδα.

γ. Οι περιοχές α και β αντιπροσωπεύουν τα εσώνια. Όπως αναφέρθηκε το cDNA συντέθηκε με αντίστροφη μεταγραφή χρησιμοποιώντας σαν καλούπι το ώριμο mRNA που απομονώθηκε από το κυτταρόπλασμα. Το ώριμο mRNA δεν περιέχει εσώνια, τα οποία όμως βρίσκονται στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου, συνεπώς αυτά δεν υβριδοποιούνται.

**Δ2.** Ενδεικτικά δύο πιθανοί μηχανισμοί είναι:

Γονιμοποίηση θηλυκού γαμέτη ο οποίος φέρει το αλληλόμορφο  $X^a$  από αρσενικό γαμέτη στον οποίο έχει γίνει γονιδιακή μετάλλαξη και το αλληλόμορφο  $X^A$  έχει μετατραπεί σε  $X^a$ .

Γονιμοποίηση θηλυκού γαμέτη ο οποίος έχει προκύψει από μη διαχωρισμό κατά την δεύτερη μειωτική διαίρεση της μητέρας και περιέχει δύο αντίγραφα του  $X^a$ , από αρσενικό γαμέτη ο οποίος έχει προκύψει από μη διαχωρισμό είτε στην πρώτη είτε στην δεύτερη μειωτική διαίρεση και ο οποίος δεν φέρει κανένα φυλετικό χρωμόσωμα.

**Δ3.**

α) Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Α: αντικατάσταση της δεύτερης βάσης T του 4<sup>ου</sup> κωδικονίου από G. Δηλαδή: T TG → T GG

β) Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Β: αντικατάσταση της πρώτης βάσης G του 6<sup>ου</sup> κωδικονίου από T με αποτέλεσμα να προκύπτει κωδικόνιο λήξης. Δηλαδή: G GA → T GA

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Γ: έλλειψη της πρώτης C (κυτοσίνης) του 2<sup>ου</sup> κωδικονίου CAC. Με αποτέλεσμα να αλλάζει το βήμα τριπλέτας και τα κωδικόνια από εκείνο το σημείο και έπειτα να είναι διαφορετικά.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Δ: Προσθήκη τριών διαδοχικών βάσεων μετά την πρώτη βάση A (αδενίνη) του 3<sup>ου</sup> κωδικονίου AGG. Η τριπλέτα που προστέθηκε είναι η 5'TGT3'.

β) 5' ATG-CAC-AGG-TTG-TGG-GGA-GAC-...3'

Επιμέλεια θεμάτων: Καλογνώμου Μαρία  
Χατζηβάγια Ελένη