

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΔΕΥΤΕΡΑ 6 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022

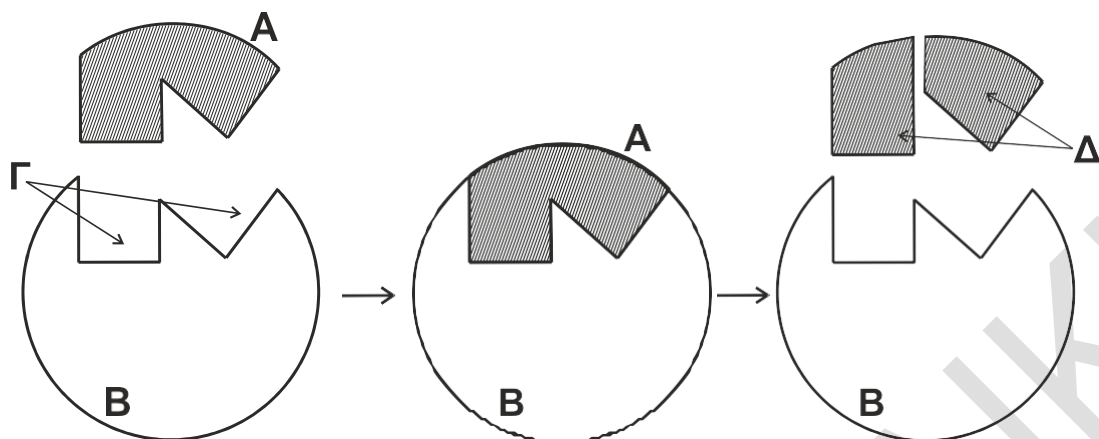
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΕΠΤΑ (7)

ΘΕΜΑ Α

- A1.** Δύο φυσιολογικά ομόλογα χρωμοσώματα
γ. παρουσιάζουν διαφορετικές αλληλουχίες.
- A2.** Το γενετικά τροποποιημένο πρόβατο Tracy, ένα φυτό καλαμποκιού ποικιλίας Bt και η Dolly περιέχουν γονίδια από
β. δύο, τρία και ένα διαφορετικά είδη οργανισμών, αντίστοιχα.
- A3.** Κύτταρο που προκύπτει από την πρώτη μειωτική διαίρεση έχει 8 μόρια DNA. Τα χρωμοσώματα στον καρυότυπο του οργανισμού, από τον οποίο προήλθε αυτό το κύτταρο, είναι
α. 8.
- A4.** Δύο αδελφές χρωματίδες δεν είναι πανομοιότυπες όταν
γ. έχει γίνει επιχiasμός κατά την πρόφαση Ι.

A5. Το σχήμα 1 αναπαριστά μία ενζυμική αντίδραση.



Σχήμα 1

Τα Α, Β, Γ και Δ απεικονίζουν αντίστοιχα:

δ. υπόστρωμα, ένζυμο, ενεργό κέντρο, προϊόντα.

ΘΕΜΑ Β

B1. Να αντιστοιχίσετε τους όρους της **στήλης Α** με τους όρους της **στήλης Β**. (Στη στήλη Β περισεύει ένας όρος).

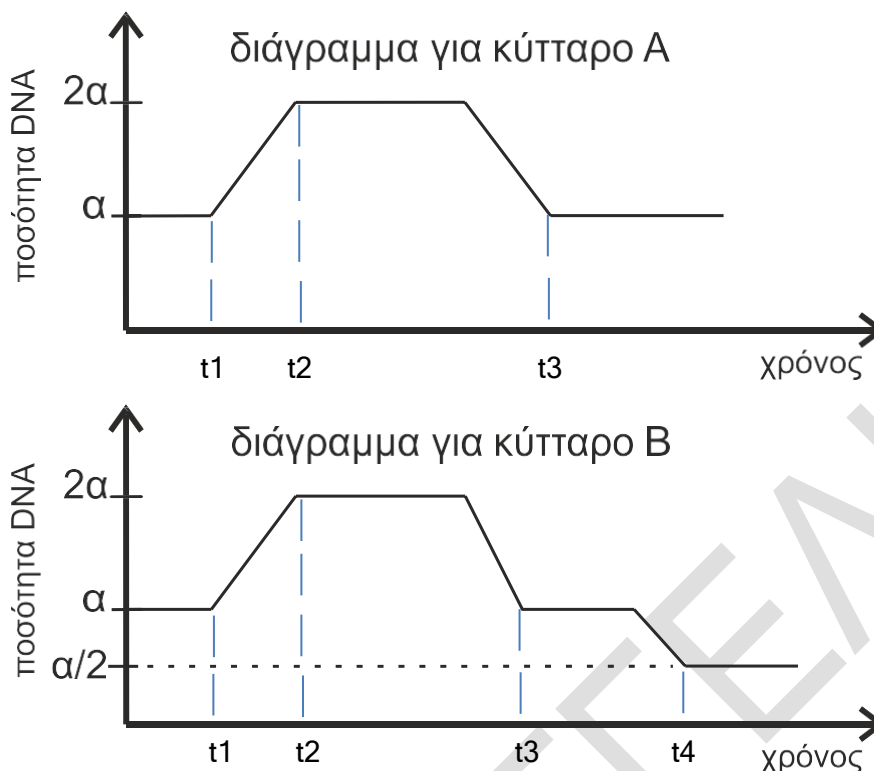
ΣΤΗΛΗ Α
1. Μικροέγχυση
2. Γενετικά τροποποιημένοι ιοί
3. Πλασμίδιο Ti
4. Μονοκλωνικά αντισώματα
5. Καλλιέργεια μικροοργανισμών

ΣΤΗΛΗ Β
α. Ποικιλία Bt
β. Μελέτη DNA από απολιθώματα
γ. Ταυτοποίηση ομάδων αίματος
δ. Παραγωγή αντιβιοτικού
ε. Γονιδιακή θεραπεία
στ. Gene pharming

- | | | |
|--------------------------------|---|-------------------------------|
| 1. Μικροέγχυση | → | στ. Gene pharming |
| 2. Γενετικά τροποποιημένοι ιοί | → | ε. Γονιδιακή θεραπεία |
| 3. Πλασμίδιο Ti | → | α. Ποικιλία Bt |
| 4. Μονοκλωνικά αντισώματα | → | γ. Ταυτοποίηση ομάδων αίματος |
| 5. Καλλιέργεια μικροοργανισμών | → | δ. Παραγωγή αντιβιοτικού |

B2. Δύο κύτταρα Α και Β που προέρχονται από τον ίδιο οργανισμό πραγματοποιούν κυτταρική διαίρεση. Η μεταβολή στην ποσότητα του γενετικού υλικού σε σχέση με το χρόνο για κάθε κύτταρο παρουσιάζεται στα δύο παρακάτω διαγράμματα:

ΑΡΧΗ 3ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ



Ποιο είδος κυτταρικής διαίρεσης πραγματοποιεί το κύτταρο A και ποιο το κύτταρο B; (μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

Να αναφέρετε τον τύπο της κυτταρικής διαίρεσης που εξασφαλίζει τη γενετική σταθερότητα (μονάδα 1) και τον τύπο της κυτταρικής διαίρεσης που συμβάλλει στη γενετική ποικιλομορφία. (μονάδα 1)

Παρατηρώ ότι στο πρώτο διάγραμμα η ποσότητα του DNA διπλασιάζεται (κατά τη διάρκεια της φάσης S της μεσόφασης - χρονικό διάστημα t_1 - t_2) κι έτσι από α γίνεται 2α . Με το τέλος της διαίρεσης του κυττάρου A, η ποσότητα επανέρχεται στην αρχική της τιμή, δηλαδή α . Αυτό σημαίνει ότι το κύτταρο A διαιρείται με μίτωση (είναι δηλαδή ένα σωματικό κύτταρο), με το τέλος της οποίας (χρονική στιγμή t_3) προκύπτουν δυο νέα κύτταρα γενετικά όμοια μεταξύ τους και με το αρχικό, έχουν δηλαδή τον ίδιο αριθμό και είδος χρωμοσωμάτων με το αρχικό, άρα και την ίδια ποσότητα DNA. Η μίτωση ευνοεί τη γενετική σταθερότητα.

Παρατηρώ ότι στο δεύτερο διάγραμμα η ποσότητα του DNA διπλασιάζεται (κατά τη διάρκεια της φάσης S της μεσόφασης - χρονικό διάστημα t_1 - t_2) κι έτσι από α γίνεται 2α . Στη συνέχεια, ακολουθούν δυο διαδοχικές κυτταρικές διαιρέσεις. Με το τέλος της 1^{ης} διαίρεσης του κυττάρου B (χρονική στιγμή t_3), η ποσότητα επανέρχεται στην αρχική της τιμή, δηλαδή α , ενώ με το τέλος της 2^{ης} διαίρεσης του κυττάρου B (χρονική στιγμή t_4), η ποσότητα είναι η μισή από την αρχική της τιμή, δηλαδή $\alpha/2$. Αυτό σημαίνει ότι το κύτταρο B διαιρείται με μείωση (είναι δηλαδή ένα άωρο γεννητικό κύτταρο), με

ΑΡΧΗ 4ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

το τέλος της οποίας προκύπτουν τέσσερα νέα απλοειδή κύτταρα, δηλαδή γαμέτες, που έχουν το μισό της ποσότητας του γενετικού υλικού από το αρχικό κύτταρο. Η μείωση ευνοεί τη γενετική ποικιλομορφία.

B3. Να διατυπώσετε τους ορισμούς των παρακάτω βιολογικών εννοιών:

α) υβρίδωμα: 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) μετουσίωση: Η τρισδιάστατη δομή μιας πρωτεΐνης καθορίζει τη λειτουργία που αυτή εκτελεί. Αυτό φαίνεται από τις συνέπειες της έκθεσης 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. Να εξηγήσετε πώς εξασφαλίζεται η πιστότητα της αντιγραφής σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο.

Η συμπληρωματικότητα των βάσεων του DNA ώθησε τους Watson και Crick, όταν περιέγραψαν το μοντέλο τους για τη δομή του γενετικού υλικού το 1953, να γράψουν: «είναι φανερό ότι το ειδικό ζευγάρωμα που έχουμε υποθέσει ότι δημιουργείται μεταξύ των βάσεων του DNA προτείνει έναν απλό μηχανισμό αντιγραφής του γενετικού υλικού». 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**.

DNA πολυμεράσες επιδιορθώνουν επίσης 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.

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

ΑΡΧΗ 5ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

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.** Να εξηγήσετε πώς είναι δυνατόν δύο διαφορετικές πρωτεΐνες, αν και αποτελούνται από το ίδιο είδος και αριθμό αμινοξέων, να επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες.

Είναι δικαιολογημένο να αναρωτιόμαστε πώς είναι δυνατό μόρια τα οποία είναι φτιαγμένα από τα ίδια είδη αμινοξέων να παρουσιάζουν τόσο διαφορετικές λειτουργίες. Την απάντηση θα τη βρούμε, αν προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε εκείνο το στοιχείο που διαφοροποιεί τις πρωτεΐνες μεταξύ τους. Αυτό 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 Γ

Γ1. Για τη δημιουργία γονιδιωματικής βιβλιοθήκης διαθέτουμε τέσσερα (4) διαφορετικά είδη πλασμιδίων και τρία (3) διαφορετικά είδη βακτηρίων. Τα βακτήρια που θα χρησιμοποιηθούν ως ξενιστές δεν περιέχουν πλασμίδια, φέρουν όμως στο κυρίως γενετικό υλικό τους γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα Α:

Πίνακας Α

Βακτήριο	Α	Β	Γ
Ανθεκτικότητα σε Αντιβιοτικά	αμπικιλίνη στρεπτομυκίνη	καναμυκίνη	αμπικιλίνη καναμυκίνη

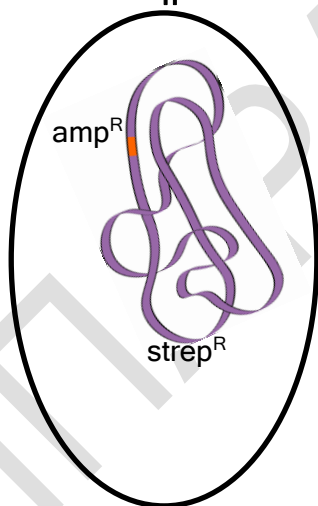
Τα πλασμίδια που θα χρησιμοποιηθούν διαθέτουν μια θέση αναγνώρισης για κατάλληλη περιοριστική ενδονουκλεάση και γονίδιο/γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά. Στον Πίνακα Β σημειώνεται με (+) η παρουσία και με (-) η απουσία γονιδίου ανθεκτικότητας σε αντίστοιχο αντιβιοτικό:

Πίνακας Β

Πλασμίδιο	1	2	3	4
Ανθεκτικότητα στην Αμπικιλίνη	+	-	+	-
Ανθεκτικότητα στη Στρεπτομυκίνη	-	-	+	+
Ανθεκτικότητα στην Καναμυκίνη	-	+	-	-

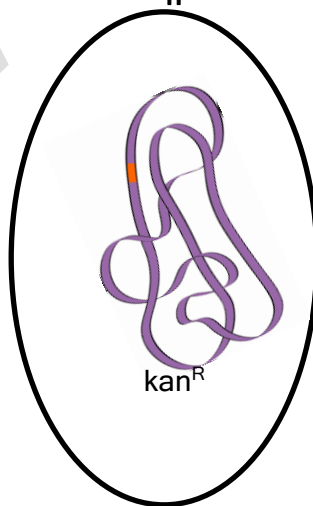
Να εξηγήσετε ποιοι συνδυασμοί πλασμιδίων-βακτηρίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιλογή μετασχηματισμένων βακτηρίων.

Βακτήριο Α



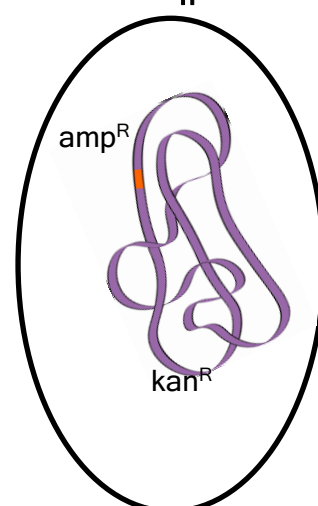
Ανθεκτικό σε αμπικιλίνη και
στρεπτομυκίνη
Ευαίσθητο σε καναμυκίνη

Βακτήριο Β



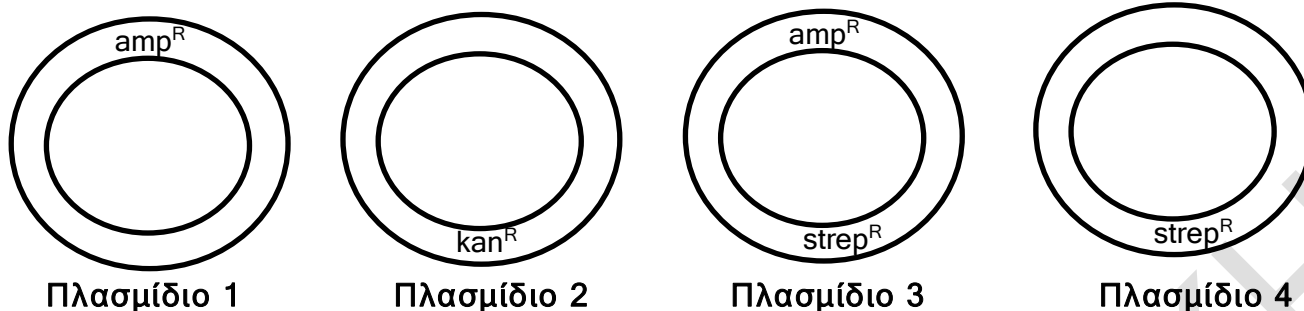
Ανθεκτικό σε καναμυκίνη
Ευαίσθητο σε αμπικιλίνη και
στρεπτομυκίνη

Βακτήριο Γ



Ανθεκτικό σε αμπικιλίνη και
καναμυκίνη
Ευαίσθητο σε στρεπτομυκίνη

ΑΡΧΗ 7ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ



Τα πλασμίδια που χρησιμοποιούνται ως φορείς κλωνοποίησης έχουν την αλληλουχία αναγνώρισης της περιοριστικής ενδονουκλεάσης μία μόνο φορά. Έτσι τα πλασμίδια κόβονται από την ενδονουκλεάση σε αυτή τη θέση και δημιουργείται ένα γραμμικό μόριο DNA με μονόκλωνα άκρα. Τα δύο είδη DNA, του πλασμιδίου και του οργανισμού, αναμιγνύονται και, επειδή έχουν συμπληρωματικά άκρα, ενώνονται μεταξύ τους με τη μεσολάβηση ενός ενζύμου, της DNA δεσμάσης. Έτσι δημιουργούνται ανασυνδυασμένα πλασμίδια. Μερικά πλασμίδια ξαναγίνονται κυκλικά, χωρίς να προσλάβουν DNA του οργανισμού.

Για να μπει ένα πλασμίδιο μέσα στο βακτήριο, τα τοιχώματα του βακτηρίου γίνονται παροδικά διαπερατά σε μακρομόρια, μετά από κατάλληλη κατεργασία (μετασχηματισμός).

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.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν οι εξής πιθανοί συνδυασμοί βακτηρίων και πλασμιδίων:

Βακτήριο Α: θα μετασχηματιστεί με το **πλασμίδιο 2** και η επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων θα γίνει με την προσθήκη του αντιβιοτικού **καναμυκίνη**.

Βακτήριο Β: μπορεί να μετασχηματιστεί:

- με το **πλασμίδιο 1** και η επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων θα γίνει με την προσθήκη του αντιβιοτικού **αμπικιλίνη**
ή
- με το **πλασμίδιο 3** και η επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων θα γίνει είτε με την προσθήκη του αντιβιοτικού **αμπικιλίνη** είτε με την προσθήκη του αντιβιοτικού **στρεπτομυκίνη**
ή

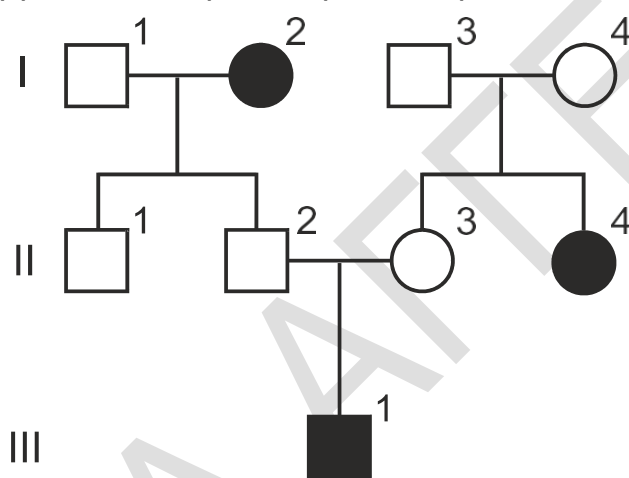
ΑΡΧΗ 8ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

- με το πλασμίδιο 4 και η επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων θα γίνει με την προσθήκη του αντιβιοτικού στρεπτομυκίνη.

Βακτήριο Γ: μπορεί να μετασχηματιστεί:

- με το πλασμίδιο 3 και η επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων θα γίνει με την προσθήκη του αντιβιοτικού στρεπτομυκίνη
ή
- με το πλασμίδιο 4 και η επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων θα γίνει με την προσθήκη του αντιβιοτικού στρεπτομυκίνη

Γ2. Το παρακάτω γενεαλογικό δένδρο (Σχήμα 2) παρουσιάζει τον τρόπο που κληρονομείται η β-θαλασσαιμία σε μια οικογένεια.



Σχήμα 2

Τα άτομα I_2 , II_4 και III_1 πάσχουν από την ασθένεια.

Τα άτομα I_1 , I_2 , II_4 και III_1 ελέγχονται για την παρουσία συγκεκριμένων μεταλλάξεων στο γονίδιο της β αλυσίδας της HbA. Για το σκοπό αυτό, τμήμα

ΑΡΧΗ 9ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

του γονιδίου μήκους 500 ζ.β. πολλαπλασιάζεται με PCR και στα αντίγραφα μόρια DNA που προκύπτουν επιδρούμε με δύο περιοριστικές ενδονουκλεάσες (Π.Ε.), τις E₁ και E₂, ξεχωριστά κάθε φορά.

Η E₁ έχει μια θέση αναγνώρισης στο μεταλλαγμένο αλληλόμορφο β₁ και καμία στο αλληλόμορφο β₂, ενώ η E₂ έχει μία θέση αναγνώρισης στο μεταλλαγμένο αλληλόμορφο β₂ και καμία στο αλληλόμορφο β₁. Καμία από τις δύο δεν επιδρά στο φυσιολογικό αλληλόμορφο.

Τα κομμάτια που προκύπτουν παρουσιάζονται στον Πίνακα Γ.

Πίνακας Γ

		Άτομα			
		I ₁	I ₂	II ₄	III ₁
Π.Ε.	E ₁	500 ζ.β.	100 ζ.β. 400 ζ.β.	500 ζ.β.	100 ζ.β. 400 ζ.β. 500 ζ.β.
	E ₂	500 ζ.β.	500 ζ.β.	200 ζ.β. 300 ζ.β.	200 ζ.β. 300 ζ.β. 500 ζ.β.

Με βάση τα δεδομένα του Πίνακα Γ, ποιο/α από το/τα άτομο/α I₁, I₂, II₄ και III₁ φέρει/φέρουν το αλληλόμορφο β₁ και ποιο/α φέρει/φέρουν το αλληλόμορφο β₂; (μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

Η β-θαλασσαιμία κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας. Έτσι, εάν Β είναι το φυσιολογικό αλληλόμορφο στο οποίο καμία από τις δυο Π.Ε. δεν επιδρά, τότε ισχύουν τα παρακάτω:

Εφόσον η καθεμία από τις Π.Ε. βρίσκει μία φορά την αλληλουχία της στο αντίστοιχο γονίδιο, θα προκύψουν δυο θραύσματα μετά την επίδρασή της σε αυτό. Συγκεκριμένα:

- από την επίδραση της E₁ στο β₁ αλληλόμορφο γονίδιο θα προκύψουν δυο θραύσματα (μικρότερου μήκους από 500ζ.β. το καθένα), ενώ από την επίδραση της E₂ σε αυτό δεν θα προκύψει κανένα θραύσμα.
- από την επίδραση της E₂ στο β₂ αλληλόμορφο γονίδιο θα προκύψουν δυο θραύσματα (μικρότερου μήκους από 500ζ.β. το καθένα), ενώ από την επίδραση της E₁ σε αυτό δεν θα προκύψει κανένα θραύσμα.
- από την επίδραση είτε της E₁ είτε της E₂ στο Β αλληλόμορφο γονίδιο δεν θα προκύψουν καθόλου θραύσματα, παρά μόνο άκοπα τμήματα μήκους 500 ζ.β.

Άτομο I1: από το γεν. δένδρο προκύπτει ότι το άτομο αυτό είναι υγιές. Από τον πίνακα Γ προκύπτει ότι καμία από τις δυο Π.Ε. δεν επέδρασε στο κλωνοποιημένο προϊόν της PCR, αφού τόσο από την επίδραση της E₁ όσο και από την επίδραση της E₂, προέκυψαν άκοπα τμήματα μήκους 500 ζ.β. Άρα, το άτομο αυτό είναι ομόζυγο για το φυσιολογικό Β αλληλόμορφο γονίδιο, με γονότυπο BB.

Άτομο I2: από το γεν. δένδρο προκύπτει ότι το άτομο αυτό είναι ασθενές. Από τον πίνακα Γ προκύπτει ότι στο κλωνοποιημένο προϊόν της PCR επέδρασε μόνο η E₁, αφού από τη δράση της προέκυψαν δυο τμήματα μήκους 100 ζ.β. και 400 ζ.β. Αντίθετα, από την επίδραση της E₂, προέκυψαν

ΑΡΧΗ 10ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

άκοπα τμήματα μήκους 500 ζ.β. Άρα, το άτομο αυτό στον γονότυπό του φέρει μόνο το β_1 αλληλόμορφο, είναι δηλαδή ομόζυγο για το αλληλόμορφο αυτό, με γονότυπο $\beta_1\beta_1$.

Άτομο II4: από το γεν. δένδρο προκύπτει ότι το άτομο αυτό είναι ασθενές. Από τον πίνακα Γ προκύπτει ότι στο κλωνοποιημένο προϊόν της PCR επέδρασε μόνο η E2, αφού από τη δράση της προέκυψαν δυο τμήματα μήκους 200 ζ.β. και 300 ζ.β. Αντίθετα, από την επίδραση της E1, προέκυψαν άκοπα τμήματα μήκους 500 ζ.β. Άρα, το άτομο αυτό στον γονότυπό του φέρει μόνο το β_2 αλληλόμορφο, είναι δηλαδή ομόζυγο για το αλληλόμορφο αυτό, με γονότυπο $\beta_2\beta_2$.

Άτομο III1: από το γεν. δένδρο προκύπτει ότι το άτομο αυτό είναι ασθενές. Από τον πίνακα Γ προκύπτει ότι στο κλωνοποιημένο προϊόν της PCR επέδρασαν και οι δυο Π.Ε. Αυτό φαίνεται ως εξής: έδρασε η E1, για αυτό και από τη δράση της προέκυψαν δυο τμήματα μήκους 100 ζ.β. και 400 ζ.β. Έδρασε όμως και η E2, για αυτό και από τη δράση της προέκυψαν δυο τμήματα μήκους 200 ζ.β. και 300 ζ.β. Άρα, το άτομο αυτό στον γονότυπό του φέρει και τα δυο παθολογικά αλληλόμορφα, με γονότυπο $\beta_1\beta_2$.

Γ3. Να προσδιορίσετε τους γονότυπους των ατόμων I₃, I₄, II₁, II₂ και II₃.

Άτομο I3: είναι υγιές με γονότυπο $B\beta_2$, ώστε να μπορεί να κληροδοτήσει το β_2 αλληλόμορφο στο ασθενές παιδί του II4, μιας και από το κάθε ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων, άρα και αλληλόμορφων γονιδίων, το ένα είναι μητρικής και το άλλο πατρικής προέλευσης.

Άτομο I4: είναι υγιές με γονότυπο $B\beta_2$, ώστε να μπορεί να κληροδοτήσει το β_2 αλληλόμορφο στο ασθενές παιδί του II4.

Άτομο II1: είναι υγιές με γονότυπο $B\beta_1$, αφού κληρονόμησε οπωσδήποτε το β_1 αλληλόμορφο από την ασθενή μητέρα του I2.

Άτομο II2: είναι υγιές με γονότυπο $B\beta_1$, αφού κληρονόμησε οπωσδήποτε το β_1 αλληλόμορφο από την ασθενή μητέρα του I2.

Άτομο II3: είναι υγιές με γονότυπο $B\beta_2$, ώστε να μπορεί να κληροδοτήσει το β_2 αλληλόμορφο στο ασθενές παιδί του III1.

Γ4. Το άτομο II₃ ελέγχεται για την παρουσία των αλληλόμορφων β_1 και β_2 με την ίδια διαδικασία που περιγράφηκε στο ερώτημα Γ2. Πόσα διαφορετικά κομμάτια DNA θα προκύψουν και τι μήκος θα έχει το καθένα;

Εφόσον το άτομο II₃ έχει γονότυπο $B\beta_2$, θα προκύψουν 3 διαφορετικού μήκους τμήματα από την δράση των δυο ενδονουκλεασών με την παραπάνω διαδικασία:

ΑΡΧΗ 11ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

		II3
Π.Ε.	E1	500 ζ.β.
	E2	200 ζ.β. 300 ζ.β.

Καμία από τις δυο Π.Ε. δεν θα δράσει στο φυσιολογικό Β αλληλόμορφο, για αυτό και θα προκύψουν άκοπα τμήματα μήκους 500 ζ.β. Στο παθολογικό β₂ θα δράσει μόνο η Ε2 δημιουργώντας δυο διαφορετικού μήκους θραύσματα: 200 ζ.β. και 300 ζ.β.

- Γ5.** Τα άτομα II₂ και II₃ περιμένουν και δεύτερο παιδί. Ποια είναι η πιθανότητα αυτό το παιδί να φέρει το αλληλόμορφο β₂; (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με την κατάλληλη διασταύρωση. (μονάδες 2)

Με βάση τον 1^ο νόμο του Mendel ή νόμου του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων προκύπτει η παρακάτω διασταύρωση:

II2 II3

Γονείς: Bβ₁ (x) Bβ₂

Γαμέτες: B, β₁ - B, β₂

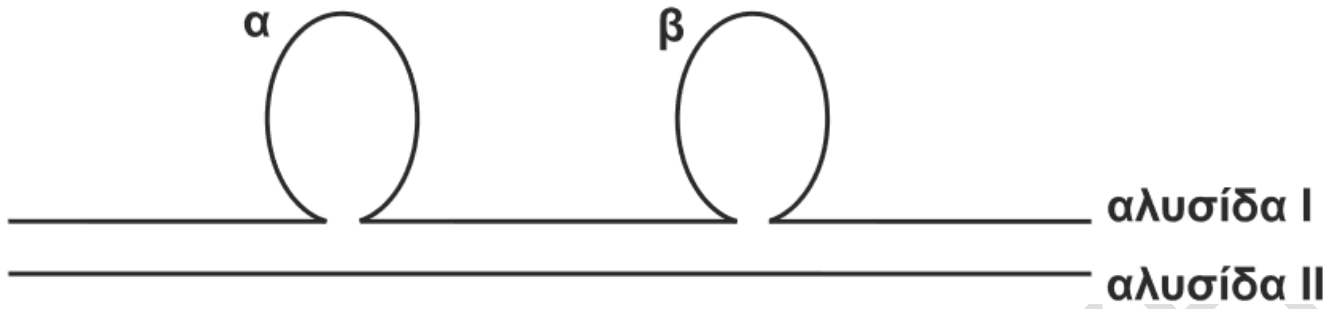
Απόγονοι: BB, Bβ₁, Bβ₂, β₁β₂

Παρατηρώ ότι υπάρχει 50% πιθανότητα να προκύψει παιδί που να φέρει στον γονότυπό του το β₂ αλληλόμορφο: Bβ₂ ή β₁β₂

Η κάθε κύηση είναι ένα ανεξάρτητο γεγονός και δεν σχετίζεται με τα αποτελέσματα προηγούμενων κυήσεων.

ΘΕΜΑ Δ

- Δ1.** Το mRNA που έχει απομονωθεί από το κυτταρόπλασμα κυττάρου ευκαρυωτικού οργανισμού χρησιμοποιήθηκε ως καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας cDNA. Το υβριδικό μόριο cDNA-mRNA, που προκύπτει από την αντίστροφη μεταγραφή, αποδιατάσσεται και στη συνέχεια το cDNA υβριδοποιείται με τη μία από τις δύο αλυσίδες του γονιδίου. Μετά την υβριδοποίηση προκύπτει η δομή του Σχήματος 3.



Σχήμα 3

Οι περιοχές α και β αντιστοιχούν σε δύο τμήματα που δεν υβριδοποιήθηκαν.

α) Ποια αλυσίδα (I ή II) αντιστοιχεί στο cDNA και ποια στην αλυσίδα του γονιδίου; (μονάδες 2)

Η αλυσίδα II αντιστοιχεί στο cDNA και η αλυσίδα I στην αλυσίδα του γονιδίου.

β) Ποια από τις δύο αλυσίδες του γονιδίου (κωδική ή μη κωδική) συμμετέχει στην υβριδοποίηση; (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

Η διαδικασία της υβριδοποίησης είναι η σύνδεση μονόκλωνων συμπληρωματικών αλυσίδων DNA ή συμπληρωματικών DNA-RNA.

Η αλυσίδα cDNA έχει συμπληρωματική και αντιπαράλληλη αλληλουχία με το ώριμο mRNA. Αυτό σημαίνει ότι αντιστοιχεί στη μη κωδική αλυσίδα του αντίστοιχου γονιδίου, και μάλιστα χωρίς τα εσώνιά της, μιας και για να κατασκευαστεί μια cDNA βιβλιοθήκη, απομονώνεται το ολικό ώριμο mRNA από το κυτταρόπλασμα του αντίστοιχου κυττάρου. Άρα, η αλυσίδα I του γονιδίου με την οποία η cDNA αλυσίδα είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη είναι η κωδική αλυσίδα.

γ) Τι αντιπροσωπεύουν οι περιοχές α και β; (μονάδες 2)

Οι περιοχές α και β αντιπροσωπεύουν τα δυο εσώνια.

Γιατί δεν υβριδοποιήθηκαν; (μονάδες 2)

Όπως προαναφέρθηκε, η cDNA αλυσίδα είναι στην ουσία η μη κωδική αλυσίδα, και μάλιστα χωρίς τα εσώνιά της, δηλαδή μόνο με τα εξώνιά της. Υβριδοποιεί λοιπόν την κωδική αλυσίδα μόνο στα τρία της εξώνιά της, ενώ οι περιοχές α και β είναι αυτές στις οποίες δεν βρήκε συμπληρωματική και αντιπαράλληλη αλληλουχία, είναι δηλαδή τα δυο εσώνια.

Δ2. Από δύο υγιείς γονείς γεννήθηκε ένα κορίτσι με φυσιολογικό αριθμό χρωμοσωμάτων, το οποίο πάσχει από ασθένεια που κληρονομείται με

φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τρόπο. Να υποδείξετε δύο πιθανούς μηχανισμούς που να εξηγούν τη γέννηση του συγκεκριμένου ατόμου.

Στον άνθρωπο υπάρχει ένα ζεύγος χρωμοσωμάτων, που ονομάζονται φυλετικά και διαφέρουν ανάμεσα σε αρσενικά και θηλυκά άτομα. Τα φυσιολογικά θηλυκά άτομα έχουν ένα ζεύγος όμοιων X χρωμοσωμάτων, ενώ τα φυσιολογικά αρσενικά άτομα έχουν ένα X και ένα Y χρωμόσωμα. Τα γονίδια που βρίσκονται στο X χρωμόσωμα και δεν έχουν αλληλόμορφα στο Y ονομάζονται φυλοσύνδετα και ο τρόπος με τον οποίο κληρονομούνται αναφέρεται ως φυλοσύνδετη κληρονομικότητα. Επειδή τα αρσενικά άτομα έχουν ένα X χρωμόσωμα, ενώ τα θηλυκά έχουν δύο, θα υπάρχουν δύο πιθανοί γονότυποι στα αρσενικά: $X^{\delta}Y$ και $X^{\Delta}Y$ και τρεις στα θηλυκά: $X^{\delta}X^{\delta}$, $X^{\Delta}X^{\delta}$ και $X^{\Delta}X^{\Delta}$. Δίνεται ότι X^{Δ} είναι το φυσιολογικό αλληλόμορφο, ενώ X^{δ} είναι το υπεύθυνο για την ασθένεια.

Ο πατέρας είναι υγιής, άρα έχει γονότυπο $X^{\Delta}Y$.

Η μητέρα είναι επίσης υγιής, άρα θα μπορούσε να έχει γονότυπο $X^{\Delta}X^{\Delta}$ ή $X^{\Delta}X^{\delta}$. Επειδή, όμως, αποκτά κόρη που πάσχει, κι επειδή αποκλείουμε το ενδεχόμενο γονιδιακής μετάλλαξης, αναγκαστικά μόνο στη μητέρα μπορεί να υπάρχει το φυλοσύνδετο υπολειπόμενο αλληλόμορφο, προκειμένου να κληροδοτηθεί στο παιδί. Άρα, η μητέρα είναι ετερόζυγη με γονότυπο $X^{\Delta}X^{\delta}$.

Μια περίπτωση είναι το ασθενές κορίτσι να έχει γονότυπο $X^{\delta}X^{\delta}$. Τότε μπορεί να έχει προκύψει ως εξής:

1^η Περίπτωση:

Ένα ζυγωτό με χρωμοσωμική σύσταση $44A+X^{\delta}X^{\delta}$, από γονείς με καρυότυπο $44A+X^{\Delta}Y$ και $44A+X^{\delta}X^{\delta}$, μπορεί να έχει να προκύψει από τη γονιμοποίηση ενός μη φυσιολογικού ωαρίου με χρωμοσωμική σύσταση $22A+X^{\delta}X^{\delta}$ από ένα επίσης μη φυσιολογικό σπερματοζωάριο με χρωμοσωμική σύσταση $22A+0$.

Το μη φυσιολογικό ωάριο προέκυψε από μη διαχωρισμό των αδελφών χρωματίδων του διπλασιασμένου φυλετικού X χρωμοσώματος που φέρει το δ αλληλόμορφο κατά τη Β' Μ.Δ. σε άωρο γεννητικό κύτταρο της μητέρας.

Το μη φυσιολογικό σπερματοζωάριο μπορεί να έχει προκύψει με τρεις πιθανούς μηχανισμούς. Ένας από αυτούς είναι ο εξής:

Συνέβη μη διαχωρισμός του ζεύγους των μερικώς ομόλογων φυλετικών XY χρωμοσωμάτων κατά την Α' Μ.Δ. σε άωρο γεννητικό κύτταρο του πατέρα:

Γονείς	$44A+X^{\delta}X^{\delta}$	(x)	$44A+X^{\Delta}Y$
γαμέτες	$22A+X^{\delta}X^{\delta}, 22A+0, 22A+X^{\Delta}, 22A+X^{\Delta}$	-	$22A+X^{\Delta}Y, 22A+0$
Απόγονος	$44A+X^{\delta}X^{\delta}$		

Αν κατά τη διάρκεια της μειωτικής διαίρεσης δεν πραγματοποιηθεί φυσιολογικά ο διαχωρισμός των ομόλογων χρωμοσωμάτων ή των αδελφών χρωματίδων, ένα φαινόμενο που ονομάζεται **μη-διαχωρισμός**, τότε δημιουργούνται γαμέτες με αριθμό χρωμοσωμάτων μεγαλύτερο ή μικρότερο του φυσιολογικού.

2^η Περίπτωση:

Συνέβη γονιδιακή μετάλλαξη (τύπου αντικατάστασης, προσθήκης ή έλλειψης) κατά την αντιγραφή του DNA σε άωρο γεννητικό κύτταρο του πατέρα κι έτσι προέκυψε γαμέτης που, αντί για το φυσιολογικό επικρατές, να έχει το υπολειπόμενο X^{δ} . Ο γαμέτης αυτός γονιμοποίησε ένα ωάριο που επίσης είχε το υπολειπόμενο φυλοσύνδετο αλληλόμορφο κι έτσι δημιουργήθηκε το ζυγωτό αυτό.

Δ3. Η αλληλουχία αμινοξέων $H_2N\text{-met-his-arg-leu-trp-gly-asg}\dots\dots$ αντιστοιχεί στα 7 πρώτα αμινοξέα μιας φυσιολογικής πρωτεΐνης.

α) Προσδιορίστε τον τύπο μετάλλαξης, ο οποίος έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της αλληλουχίας ή του αριθμού των αμινοξέων σε καθεμιά από τις παρακάτω μεταλλαγμένες πρωτεΐνες:

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Α: $H_2N\text{-met-his-arg-trp-trp-gly-asg}\dots\dots$

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Β: $H_2N\text{-met-his-arg-leu-trp-COOH}$.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Γ: $H_2N\text{-met-thr-gly-cys-gly-glu-thr}\dots\dots$

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Δ: $H_2N\text{-met-his-met-trp-leu-trp-gly-asg}\dots\dots$

Οι μεταλλαγμένες πρωτεΐνες Α, Β και Γ προκύπτουν με γονιδιακή μετάλλαξη ενός μόνο νουκλεοτιδίου.

Γνωρίζουμε ότι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου είναι αυτή που έχει τη γενετική πληροφορία, για αυτό και οι γονιδιακές μεταλλάξεις παρακάτω παρατίθενται απευθείας στην κωδική αλυσίδα (εννοείται όμως ότι υπάρχει και η αντίστοιχη αλλαγή στην μη κωδική αλυσίδα, αφού από τη μεταγραφή αυτής το mRNA προκύπτει).

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Α:

Συγκρίνοντας τις δυο αμινοξικές αλληλουχίες, παρατηρούμε ότι ενώ ο αριθμός των αμινοξέων είναι ίδιος, αλλάζει η αλληλουχία τους κατά ένα μόνο αμινοξύ, για την ακρίβεια το 4ο κατά σειρά αμινοξύ. Συγκεκριμένα, αντί για *leu* υπάρχει *trp*.

Συνέβη, λοιπόν, γονιδιακή μετάλλαξη τύπου αντικατάστασης μιας βάσης στην τριπλέτα που κωδικοποιεί το τέταρτο αμινοξύ. Συγκεκριμένα, στο φυσιολογικό κωδικόνιο 5'TTG3' που στην φυσιολογική κωδική αλυσίδα κωδικοποιεί το αμινοξύ λευκίνη, το 2^ο νουκλεοτίδιο, δηλαδή αυτό

που έχει ως βάση την *T* αντικαθίσταται από ένα νουκλεοτίδιο που έχει ως βάση την *G*. Έτσι, προκύπτει νέο κωδικόνιο 5'TGG3' που κωδικοποιεί το αμινοξύ τρυπτοφάνη.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Β:

Συγκρίνοντας τις δυο αμινοξικές αλληλουχίες, παρατηρούμε ότι ο αριθμός των αμινοξέων στην πρωτεΐνη Β είναι μικρότερος. Για την ακρίβεια, έχει δημιουργηθεί πρόωρο κωδικόνιο λήξης, με τα πέντε πρώτα αμινοξέα να παραμένουν ίδια.

Συνέβη, λοιπόν, γονιδιακή μετάλλαξη τύπου αντικατάστασης μιας βάσης στην τριπλέτα που κωδικοποιεί το 6ο αμινοξύ, δηλαδή το αμινοξύ γλυκίνη. Συγκεκριμένα, στο φυσιολογικό κωδικόνιο 5'GGA3' που στην φυσιολογική κωδική αλυσίδα κωδικοποιεί το αμινοξύ γλυκίνη, το 1^ο νουκλεοτίδιο, δηλαδή αυτό που έχει ως βάση την *G* αντικαθίσταται από ένα νουκλεοτίδιο που έχει ως βάση την *T*. Έτσι, προκύπτει πρόωρο κωδικόνιο λήξης 5'TGA3' το οποίο δεν ορίζει αμινοξύ.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Γ: Συγκρίνοντας τις δυο αμινοξικές αλληλουχίες, παρατηρούμε ότι διαφέρουν σε όλα τα αμινοξέα μετά από την *Met*.

Υποθέτουμε, λοιπόν, ότι συνέβη γονιδιακή μετάλλαξη τύπου προσθήκης ή έλλειψης αριθμού βάσεων μη πολλαπλάσιου του 3, και μάλιστα μικρότερου του 3, δηλαδή ή μιας ή δυο βάσεων, ώστε να αλλάξει το βήμα τριπλέτας από το σημείο προσθήκης ή έλλειψης και μετά, μιας και ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, συνεχής και μη επικαλυπτόμενος.

Παρακάτω παρατίθενται όλα τα πιθανά κωδικόνια στη φυσιολογική κωδική αλυσίδα, καθώς επίσης και σε αυτήν του μεταλλαγμένου γονιδίου Γ:

Φυσιολογική Κωδική αλυσίδα:

5'...ATG - CAC - CGC - TTG - TGG - GGA - GAT...-3'

CAT CGG

GAC

CGA

CGT

AGG

AGA

Μεταλλαγμένη Κωδική αλυσίδα Γ:

5'...ATG - ACA - GGC - TGT - GGG - GAA - ACA...-3'

ACT GGG TGC GGC GAG ACT

ACC GGT GGT ACC

ACG GGA GGA ACG

Πράγματι, συγκρίνοντας την αλληλουχία της φυσιολογικής κωδικής αλυσίδας με αυτή της μεταλλαγμένης Γ, παρατηρούμε ότι συνέβη γονιδιακή μετάλλαξη τύπου έλλειψης, στο κωδικόνιο που στη φυσιολογική κωδική αλυσίδα ορίζει το αμινοξύ his. Συγκεκριμένα, συνέβη έλλειψη του πρώτου νουκλεοτιδίου που έχει ως βάση την C από το κωδικόνιο 5'CAC3', που κωδικοποιεί το αμινοξύ ιστιδίνη, με συνέπεια να αλλάζει όλη η αλληλουχία των κωδικονίων από το σημείο έλλειψης και μετά.

Έτσι, ενώ η αλληλουχία των κωδικονίων στη φυσιολογική κωδική αλυσίδα ήταν η:

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

CGG

Μετά την έλλειψη του νουκλεοτιδίου που έχει ως βάση την C από το κωδικόνιο 5'CAC3' διαμορφώθηκε κατά σειρά η εξής αλληλουχία κωδικονίων:

5'...ATG - ACA - GGT - TGT - GGG - GAG - ACA...-3'

ACC

ACT

ACG

ACC

η οποία κωδικοποιεί την αλληλουχία των αμινοξέων στην μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Γ, μιας και όποιο νουκλεοτίδιο από τα τέσσερα και να ακολουθεί στη συνέχεια, θα προκύψει κωδικόνιο που να ορίζει το αμινοξύ Thr.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Δ

Συγκρίνοντας το τμήμα της φυσιολογικής αλληλουχίας αμινοξέων με αυτό της αλληλουχίας μετά τη μετάλλαξη παρατηρούμε ότι είναι κατά ένα αμινοξύ αυξημένη, αλλά κατά δυο αμινοξέα αλλαγμένη: συγκεκριμένα, αντί για το αμινοξύ arg υπάρχουν τα αμινοξέα met και trp. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι έγινε προσθήκη τριών διαδοχικών βάσεων στο κωδικόνιο που στη φυσιολογική κωδική αλυσίδα κωδικοποιεί το αμινοξύ arg, με αποτέλεσμα τη δημιουργία δυο νέων κωδικονίων. Με τη βοήθεια του γενετικού κώδικα εντοπίζουμε τα αντίστοιχα κωδικόνια και τα παραθέτουμε απευθείας στην κωδική αλυσίδα, μιας και αυτή έχει τη γενετική πληροφορία:

arg: 5' AGG 3'

met: 5' ATG 3' *trp*: 5' TGG 3'

Συγκρίνοντας τα αντίστοιχα κωδικόνια, παρατηρούμε ότι έγινε προσθήκη της τριπλέτας 5' TGT 3' μετά το 1ο νουκλεοτίδιο που έχει ως βάση την Α στο κωδικόνιο ATG που ορίζει το αμινοξύ *met*.

- β) Ποια είναι η αλληλουχία των αζωτούχων βάσεων της κωδικής αλυσίδας του DNA, η οποία κωδικοποιεί τη συγκεκριμένη αλληλουχία των αμινοξέων στη φυσιολογική πρωτεΐνη;

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

ΑΡΧΗ 18ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

Δίνεται ο πίνακας του γενετικού κώδικα:

Πίνακας Δ

		Δεύτερο γράμμα							
		U		C		A			
Πρώτο γράμμα	U	UUU } Φαινυλα- λανίνη (phe)	UCU }	Σερίνη (ser)	UAU }	Τυροσίνη (tyr)	UGU }	κυστεΐνη (cys)	U C A G
		UUC }	UCC }		UAC }	UGC }			
		UUA }	UCA }		UAA }	UGA }	λήξη		
		UUG }	UCG }		UAG }	UGG }	Τρυπτο- φάνη(trp)		
	C	CUU }	CCU }	Προλίνη (pro)	CAU }	Ιστιδίνη (his)	CGU }	Αργινίνη (arg)	U C A G
		CUC }	CCC }		CAC }	CGC }			
		CUA }	CCA }		CAA }	CGA }			
		CUG }	CCG }		CAG }	CGG }			
	A	AUU }	ACU }	Θρεονίνη (thr)	AAU }	Ασπαραγίνη (asn)	AGU }	Σερίνη (ser)	U C A G
		AUC }	ACC }		AAC }	AGC }			
		AUA }	ACA }		AAA }	AGA }	Αργινίνη (arg)		
		AUG }	ACG }		AAG }	AGG }			
	G	GUU }	GCU }	Αλανίνη (ala)	GAU }	Ασπαρτικό οξύ (asp)	GGU }	Γλυκίνη (gly)	U C A G
		GUC }	GCC }		GAC }	GGC }			
		GUA }	GCA }		GAA }	γλουταμινικό οξύ (glu)	GGA }		
		GUG }	GCG }		GAG }	GGG }			

ΟΔΗΓΙΕΣ (για τους εξεταζομένους)

1. Στο εξώφυλλο να γράψετε το εξεταζόμενο μάθημα. Στο εσώφυλλο πάνω-πάνω να συμπληρώσετε τα ατομικά σας στοιχεία. Στην αρχή των απαντήσεών σας να γράψετε πάνω- πάνω την ημερομηνία και το εξεταζόμενο μάθημα. **Να μην αντιγράψετε** τα θέματα στο τετράδιο και **να μη γράψετε** πουθενά στις απαντήσεις σας το όνομά σας.
2. Να γράψετε το ονοματεπώνυμό σας στο πάνω μέρος των φωτοαντιγράφων, αμέσως μόλις σας παραδοθούν. **Τυχόν σημειώσεις σας πάνω στα θέματα δεν θα βαθμολογηθούν σε καμία περίπτωση**. Κατά την αποχώρησή σας, να παραδώσετε μαζί με το τετράδιο και τα φωτοαντίγραφα.
3. Να απαντήσετε **στο τετράδιό σας** σε όλα τα θέματα **μόνο** με μπλε ή **μόνο** με μαύρο στυλό με μελάνι που δεν σβήνει.
4. Κάθε απάντηση επιστημονικά τεκμηριωμένη είναι αποδεκτή.
5. Διάρκεια εξέτασης: τρεις (3) ώρες μετά τη διανομή των φωτοαντιγράφων.
6. Χρόνος δυνατής αποχώρησης: 10.00 π.μ.

**ΣΑΣ ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ
ΤΕΛΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ**