

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**02 ΙΟΥΝΙΟΥ 2025**

**ΘΕΜΑ Α**

**A1.** Με το οπτικό μικροσκόπιο παρατηρούμε:

α. τα νουκλεοσώματα.

**β. τα χιάσματα.**

γ. τις θηλιές αντιγραφής.

δ. το αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο.

**A2.** Σε ένα υβριδικό μόριο 5' -ATCGATA-3' περιέχονται:

3' -UAGCUAU-5'

**α. 8 είδη νουκλεοτιδίων.**

β. 5 είδη νουκλεοτιδίων.

γ. 4 είδη νουκλεοτιδίων.

δ. 6 είδη νουκλεοτιδίων.

**A3.** Σε cDNA βιβλιοθήκες, που κατασκευάστηκαν από ηπατικά και από παγκρεατικά κύτταρα του ίδιου ατόμου, εντοπίζονται κοινά γονίδια, που κωδικοποιούν:

α. DNA πολυμεράση και α1-αντιθρυψίνη.

β. ιστόνες και απαμινάση της αδενοσίνης.

**γ. RNA πολυμεράση και πρωτεΐνες ριβοσωμάτων.**

δ. ινσουλίνη και DNA δεσμάση.

**A4.** Κάποιος άνθρωπος υποβλήθηκε σε *in vivo* γονιδιακή θεραπεία για την κυστική ίνωση. Αν συμβολίσουμε με Α το φυσιολογικό αλληλόμορφο και με α το αλληλόμορφο που είναι υπεύθυνο για την κυστική ίνωση, ο γονότυπος σε ένα επιθηλιακό κύτταρο του πνεύμονα και σε ένα κύτταρο του παγκρέατος θα είναι αντίστοιχα:

α. Αα και αα.

β. αα και Ααα.

γ. Ααα και Ααα.

δ. Αα και αα.

**A5.** Κατά τη δημιουργία του κλωνοποιημένου προβάτου Dolly και του διαγονιδιακού προβάτου Tracy χρησιμοποιήθηκαν, αντίστοιχα:

α. γονιμοποιημένο ωάριο και απύρηνω ωάριο.

β. γονιμοποιημένο ωάριο και γονιμοποιημένο ωάριο.

γ. απύρηνω ωάριο και απύρηνω ωάριο.

δ. απύρηνω ωάριο και γονιμοποιημένο ωάριο.

### **ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Να αντιστοιχίσετε κάθε όρο της στήλης Α του παρακάτω πίνακα με έναν από τους όρους της στήλης Β. Ένας όρος της στήλης Β περισσεύει.

| ΣΤΗΛΗ Α                                              | ΣΤΗΛΗ Β                                     |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. Πείραμα Griffith                                  | α. Ιός δαμαλίτιδας                          |
| 2. Εντομοκτόνος τοξίνη                               | β. Αδενοϊός                                 |
| 3. Πείραμα Hersey Chase                              | γ. Βακτήριο του γένους <i>Streptomyces</i>  |
| 4. Γονιδιωματική βιβλιοθήκη                          | δ. Βακτηριοφάγος T <sub>2</sub>             |
| 5. <i>In vivo</i> γονιδιακή θεραπεία κυστικής ίνωσης | ε. Βακτηριοφάγος λ                          |
| 6. Αντιβιοτικά                                       | στ. Πνευμονιόκοκκος                         |
| 7. Εμβόλια                                           | ζ. Βακτήριο του γένους <i>Lactobacillus</i> |
|                                                      | η. <i>Bacillus thuringiensis</i>            |

1. Πείραμα Griffith – στ. Πνευμονιόκοκκος

2. Εντομοκτόνος τοξίνη – η. *Bacillus Thuringiensis*

3. Πείραμα Hershey – Chase – δ. Βακτηριοφάγος T<sub>2</sub>

4. Γονιδιωματική βιβλιοθήκη – ε. Βακτηριοφάγος λ

5. *In vivo* γονιδιακή θεραπεία κυστικής ίνωσης – β. Αδενοϊός

6. Αντιβιοτικά – γ. Βακτήριο του γένους *Streptomyces*

7. Εμβόλια – α. Ιός δαμαλίτιδας

Περισσεύει το ζ. Βακτήριο του γένους *Lactobacillus*

**B2.** Να ορίσετε τις παρακάτω έννοιες:

**α. κυτταρικός κύκλος:** «Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη δημιουργία ενός κυττάρου ως τότε που και το ίδιο θα παράγει τους απογόνους του, ονομάζεται **κυτταρικός κύκλος** ή **κύκλος ζωής του κυττάρου**. Τον κύκλο αυτό, αν και αποτελεί μια συνεχή διαδοχή γεγονότων, τον χωρίζουμε σε δύο φάσεις, στη **μεσόφαση** και στη **μιτωτική διαίρεση** ή **μίτωση**, προκειμένου να τον περιγράψουμε και να τον μελετήσουμε καλύτερα.»

**β. σύναψη:** «Πρόκειται για ένα φαινόμενο που λαμβάνει χώρα στην Πρόφαση της 1ης Μειωτικής Διαίρεσης, δηλαδή στην **Πρόφαση Ι**. Τα ομόλογα χρωμοσώματα εγκαταλείπουν τις τυχαίες θέσεις που κατείχαν στο χώρο του πυρήνα, πλησιάζουν και τοποθετούνται το ένα απέναντι στο άλλο. Το φαινόμενο αυτό, που ονομάζεται σύναψη, γίνεται με εξαιρετική ακρίβεια, γιατί τα ομόλογα χρωμοσώματα στοιχίζονται έτσι, ώστε οι αντίστοιχοι γονιδιακοί τόποι (δηλ. οι θέσεις στις οποίες εδράζονται τα γονίδια που ελέγχουν το ίδιο γνώρισμα) να είναι ο ένας απέναντι στον άλλο.»

**B3.** Να αναφέρετε ποιες θα είναι οι συνέπειες σε ένα κύτταρο αν αφαιρεθεί τεχνητά ο πυρήνας του.

«Κάτι που δείχνει τη μεγάλη σημασία του πυρήνα για τη ζωή του κυττάρου είναι το γεγονός ότι κύτταρα τα οποία έχασαν τον πυρήνα τους κατά τη διαφοροποίησή τους (π.χ. ερυθρά αιμοσφαίρια) ή κύτταρα από τα οποία αφαιρέθηκε τεχνητά ο πυρήνας δεν αναπαράγονται και εμφανίζουν μικρό αριθμό μεταβολικών διεργασιών και περιορισμένη διάρκεια ζωής.»

Ερευνητές δημιούργησαν στο εργαστήριο έναν συνθετικό φάγο. Ο φάγος αυτός διαθέτει το DNA του φάγου T2 και πρωτεΐνες του φάγου T4, οι οποίες είναι σημασμένες με ραδιενεργό  $^{35}\text{S}$ . Με τους συνθετικούς φάγους οι επιστήμονες μόλυναν βακτήρια *E.coli*, τα οποία αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον με μη ραδιενεργό S ( $^{32}\text{S}$ ).

**B4.** Να εξηγήσετε:

**α.** αν οι πρωτεΐνες των νέων φάγων θα είναι όμοιες με εκείνες του φάγου T2 ή του φάγου T4.

«Η οριστική επιβεβαίωση ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό ήλθε το 1952 με τα κλασικά πειράματα των Hershey και Chase οι οποίοι μελέτησαν τον κύκλο ζωής του βακτηριοφάγου. Οι ερευνητές ιχνηθέτησαν τους φάγους με ραδιενεργό  $^{35}\text{S}$ , που ανιχνεύει τις πρωτεΐνες αλλά όχι το DNA, και με ραδιενεργό  $^{32}\text{P}$ , που ανιχνεύει το DNA αλλά όχι τις πρωτεΐνες. Στη συνέχεια με ραδιενεργούς φάγους μόλυναν βακτήρια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο το DNA των φάγων εισέρχεται στα βακτηριακά κύτταρα και είναι ικανό να "δώσει τις απαραίτητες εντολές", για να πολλαπλασιαστούν και να παραχθούν οι νέοι φάγοι.»

«Το DNA αποτελεί το γενετικό υλικό όλων των κυττάρων και των περισσότερων ιών.

Κάποιοι ιοί έχουν ως γενετικό υλικό RNA (RNA-ιοί).

Συνοπτικά οι λειτουργίες του γενετικού υλικού είναι:

- **Η αποθήκευση** της γενετικής πληροφορίας. Στο DNA (ή στο RNA των RNA ιών) περιέχονται οι πληροφορίες που καθορίζουν όλα τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού και οι οποίες οργανώνονται σε λειτουργικές μονάδες, **τα γονίδια**.
- **Η διατήρηση** και η μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας από κυτταρο σε κύτταρο και από οργανισμό σε οργανισμό, που εξασφαλίζονται με τον αυτοδιπλασιασμό του DNA.
- **Η έκφραση** των γενετικών πληροφοριών, που επιτυγχάνεται με τον έλεγχο της σύνθεσης των πρωτεϊνών»

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, από τη στιγμή που:

1. το DNA του φάγου T2 είναι αυτό που εισέρχεται μέσα στα βακτήρια και όχι οι πρωτεΐνες του
2. το DNA είναι το γενετικό υλικό, άρα σε αυτό βρίσκονται αποθηκευμένες οι πληροφορίες για την παραγωγή πρωτεϊνών

οι νέοι φάγοι θα έχουν πρωτεΐνες όμοιες με αυτές του φάγου T2.

**β.** αν οι νέοι φάγοι που θα παραχθούν θα έχουν πρωτεΐνες με ραδιενεργό  $^{35}\text{S}$  ή με μη ραδιενεργό  $^{32}\text{S}$ .

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, από τη στιγμή που:

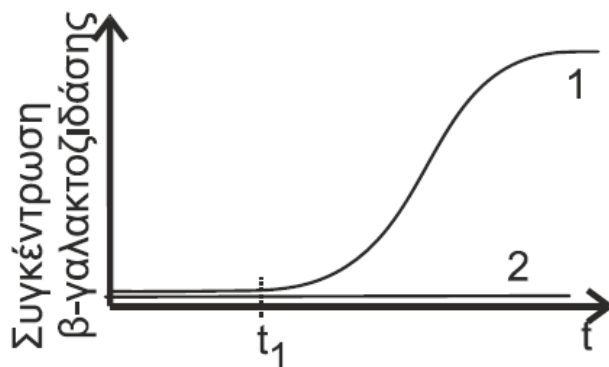
- το  $^{35}\text{S}$  ενσωματώνεται μόνο στις πρωτεΐνες και όχι στο DNA
- τα βακτήρια αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον με μη ραδιενεργό S ( $^{32}\text{S}$ )

οι νέοι φάγοι θα έχουν πρωτεΐνες με μη ραδιενεργό  $^{32}\text{S}$ .

### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Δυο κλώνοι *E.coli*, εκ των οποίων ο ένας είναι φυσιολογικός και ο άλλος μεταλλαγμένος, καλλιεργούνται σε θρεπτικό υλικό που αρχικά περιέχει μόνο γλυκόζη και μετά την κατανάλωσή της (χρονική στιγμή t1) προστίθεται λακτόζη.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μετράται συνεχώς η συγκέντρωση της β-γαλακτοζιδάσης, οπότε κατασκευάζεται η καμπύλη της Εικόνας 1.



Εικόνα 1

Γ1.

α. Ποιος κλώνος (1 ή 2) είναι ο φυσιολογικός και ποιος ο μεταλλαγμένος;

Ο κλώνος 1 είναι ο φυσιολογικός και ο κλώνος 2 είναι ο μεταλλαγμένος.

β. Να εντοπίσετε τρεις διαφορετικές περιοχές του οπερονίου της λακτόζης, που αν υποστούν μετάλλαξη εξηγούν την καμπύλη του μεταλλαγμένου κλώνου.

1. Στο ρυθμιστικό γονίδιο με αποτέλεσμα να παράγεται πρωτεΐνη-καταστολέας στην οποία δεν μπορεί να προσδεθεί η λακτόζη, με την προϋπόθεση ότι η μετάλλαξη επηρέασε αμινοξέα στην περιοχή αυτή του καταστολέα. Στην περίπτωση αυτή το οπερόνιο της λακτόζης είναι διαρκώς σε καταστολή.
2. Στον Υποκινητή των τριών δομικών γονιδίων, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να προσδεθεί η RNA πολυμεράση και να αρχίσει τη μεταγραφή των δομικών αυτών γονιδίων. Στην περίπτωση αυτή το οπερόνιο της λακτόζης είναι διαρκώς σε καταστολή.
3. Στο 1ο δομικό γονίδιο, δηλαδή στο γονίδιο της β-γαλακτοζιδάσης, ώστε ακόμη και όταν το οπερόνιο της λακτόζης είναι ενεργό, το πρώτο ένζυμο δεν παράγεται π.χ. λόγω μετάλλαξης

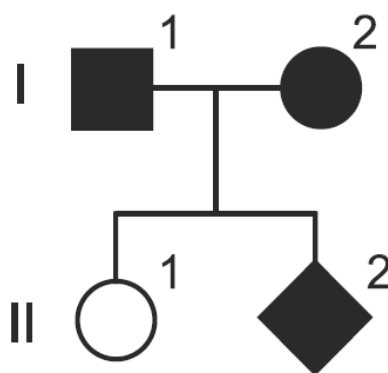
γ. Να εξετάσετε αν οι προτεινόμενες μεταλλάξεις επηρεάζουν με τον ίδιο τρόπο τη συγκέντρωση της περμεάσης.

Στις περιπτώσεις 1 και 2 οι οποίες συμπεριλήφθηκαν στην απάντηση του ερωτήματος β, οι προτεινόμενες μεταλλάξεις επηρεάζουν με τον ίδιο τρόπο και τη συγκέντρωση της περμεάσης. Άλλωστε, όπως ήδη προαναφέρθηκε, και στις δυο περιπτώσεις το οπερόνιο της λακτόζης είναι διαρκώς σε καταστολή και έτσι δεν παράγεται κανένα από τα τρία ένζυμα που διασπούν τη λακτόζη. Άρα, η αντίστοιχη καμπύλη θα είναι όμοια με την καμπύλη 2.

Ωστόσο, στην περίπτωση 3, η αντίστοιχη καμπύλη θα είναι όμοια με την καμπύλη 2. Αυτό συμβαίνει διότι, μέχρι και τη χρονική στιγμή  $t_1$  όπου τα βακτήρια αντλούν γλυκόζη από το θρεπτικό υλικό, το οπερόνιο της λακτόζης θα είναι σε καταστολή και έτσι δεν θα παράγεται κανένα από τα τρία ένζυμα, λόγω πρόσδεσης του καταστολέα στον χειριστή.

Από τη στιγμή  $t_1$  και μετά όμως, όπου το οπερόνιο ενεργοποιείται λόγω εισαγωγής της λακτόζης στο εσωτερικό του βακτηρίου και της πρόσδεσης αυτής στην πρωτεΐνη-καταστολέα, ο χειριστής ελευθερώνεται και έτσι η RNA πολυμεράση μεταγράφει τα τρία δομικά γονίδια. Από τη μετάφραση του ενιαίου αυτού mRNA το δεύτερο και τρίτο ένζυμο – περμεάση και τρανσακετυλάση αντίστοιχα – θα παραχθούν κανονικά.

**Γ2.** Στο γενεαλογικό δέντρο της Εικόνας 2 απεικονίζεται ο τρόπος κληρονόμησης ενός μονογονιδιακού χαρακτήρα.



Εικόνα 2

Να αναφέρετε τον τύπο κληρονομικότητας και να υπολογίσετε την πιθανότητα το άτομο II2 να είναι κορίτσι ετερόζυγο.

Πρόκειται για μια αυτοσωμική επικρατή ασθένεια.

Συμβολισμός Αλληλόμορφων:

A: αυτοσωμικό επικρατές υπεύθυνο για την ασθένεια σε ομοζυγία ή ετεροζυγία

a: αυτοσωμικό υπολειπόμενο υπεύθυνο για τον φυσιολογικό φαινότυπο σε ομοζυγία

Ο απόγονος II1 είναι υγιής με γονότυπο aa.

Από το κάθε ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων, άρα και αλληλόμορφων γονιδίων, το ένα είναι μητρικής και το άλλο πατρικής προέλευσης. Έτσι, ο απόγονος αυτός κληρονόμησε ένα υπολειπόμενο a από κάθε γονέα. Οι γονείς όμως είναι ασθενείς, άρα έχουν και το επικρατές, είναι δηλαδή ετερόζυγοι με γονότυπο Aa.

Σύμφωνα με τον 1ο νόμο του Mendel ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων προκύπτει η διασταύρωση:

Γονείς: Aa (x) Aa

γαμέτες: A, a – A, a

Απόγονοι: AA, Aa, Aa, aa

Ο απόγονος II2 είναι ασθενής, οπότε κοιτάζοντας μόνο στα ασθενή παιδιά, η πιθανότητα ένας ασθενής απόγονος να είναι ετερόζυγος είναι  $2/3$ .

Η πιθανότητα να είναι κορίτσι είναι  $1/2$ .

Πολλαπλασιάζουμε τις επιμέρους πιθανότητες μιας και τα ενδεχόμενα είναι ανεξάρτητα, άρα η πιθανότητα να είναι κορίτσι ετερόζυγο είναι  $1/2 \times 2/3 = 1/3$

Στον άνθρωπο υπάρχει ένα είδος τύφλωσης που οφείλεται σε μιτοχονδριακό γονίδιο. Ένα άλλο είδος τύφλωσης οφείλεται σε υπολειπόμενο φυλοσύνδετο γονίδιο. Άνδρας και γυναίκα που πάσχουν από τύφλωση, απευθύνονται σε ειδικό επιστήμονα για γενετική καθοδήγηση. Ο γενετιστής, μετά από έλεγχο των γονοτύπων τους, τους ενημερώνει ότι αν αποκτήσουν κορίτσι δεν υπάρχει πιθανότητα να πάσχει από τη συγκεκριμένη ασθένεια, ενώ αν αποκτήσουν αγόρι θα πάσχει οπωσδήποτε.

**Γ3.** Αν θεωρήσουμε ότι η ασθένεια σε κάθε γονέα προκαλείται από έναν τύπο μετάλλαξης και ότι οι δύο γονείς έχουν διαφορετικό τύπο μετάλλαξης

**α.** να εξετάσετε τι είδους παθολογικό γονίδιο μπορεί να είναι η αιτία που πάσχει ο κάθε γονέας.

Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το μάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.

Έτσι, εάν η τύφλωση στη μητέρα οφειλόταν σε μιτοχονδριακό γονίδιο, τότε όλοι οι απόγονοι θα έπασχαν. Αυτό δεν συμβαίνει στην περίπτωση αυτή, αφού δεν μπορεί ένα κορίτσι τους να είναι ασθενές.

Άρα, ο άνδρας έχει το παθολογικό μιτοχονδριακό γονίδιο και η γυναίκα το φυλοσύνδετο υπολειπόμενο γονίδιο.

**β.** να γράψετε τους γονότυπους των γονέων και των πιθανών αρσενικών και θηλυκών απογόνων.

Τα γονίδια που βρίσκονται στο Χ χρωμόσωμα και δεν έχουν αλληλόμορφα στο Υ ονομάζονται φυλοσύνδετα και ο τρόπος με τον οποίο κληρονομούνται αναφέρεται ως φυλοσύνδετη κληρονομικότητα.

**Συμβολισμός Αλληλόμορφων:**

$X^A$ : φυλοσύνδετο επικρατές υπεύθυνο για τον φυσιολογικό φαινότυπο

$X^a$ : φυλοσύνδετο υπολειπόμενο υπεύθυνο για την ασθένεια

Η μητέρα πάσχει άρα έχει γονότυπο  $X^aX^a$ , ενώ ο υγιής πατέρας έχει γονότυπο  $X^AY$ .

Σύμφωνα με τον 1ο νόμο του Mendel ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων προκύπτει η διασταύρωση:

Γονείς:  $X^aX^a$  (x)  $X^AY$

γαμέτες:  $X^a - X^A, Y$

Απόγονοι:  $X^AX^a, X^aY$

Όλα τα θηλυκά παιδιά υγιή με γονότυπο  $X^AX^a$ , ενώ όλα τα αρσενικά παιδιά ασθενή με γονότυπο  $X^aY$ .

### ΘΕΜΑ Δ

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται τμήμα της αλληλουχίας του 2<sup>ου</sup> εξωνίου ενός γονιδίου Α. Κατά τη μετάφραση του mRNA, που παράγεται από τη μεταγραφή του τμήματος της Εικόνας 3, χρησιμοποιείται το tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ τρυπτοφάνη.

...CAATTGAATGGCCGTTTGGATTAATTA... αλυσίδα I  
...GTTAACTTACCGGCAAAACCTAATTAAT... αλυσίδα II

Εικόνα 3

**Δ1.** Να εντοπίσετε την κωδική αλυσίδα του τμήματος του εξωνίου της **Εικόνας 3**. Να γράψετε τους προσανατολισμούς του DNA. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ο γενετικός κώδικας είναι **κώδικας τριπλέτας**, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το **κωδικόνιο**, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.

Κάθε μόριο tRNA έχει μια ειδική τριπλετα νουκλεοτιδίων, το **αντικωδικόνιο**, με την οποία προσδένεται, λόγω συμπληρωματικότητας, με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA. Επιπλέον, κάθε μόριο tRNA διαθέτει μια ειδική θέση σύνδεσης με ένα συγκεκριμένο αμινοξύ.

Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται συγκεκριμένα στην κωδική αλυσίδα, διότι αυτή η αλυσίδα έχει τη γενετική πληροφορία.

Έτσι, εφόσον κατά τη μετάφραση του παραγόμενου mRNA συμμετέχει το tRNA που μεταφέρει τρυπτοφάνη και εφόσον σύμφωνα με τον γενετικό κώδικα το κωδικόνιο που ορίζει τρυπτοφάνη είναι το 5'UGG3', ψάχνω και στις δυο αλυσίδες αμφίδρομα για την αλληλουχία 5'TGG3'. Την εντοπίζω στην πάνω αλυσίδα και μάλιστα δυο φορές, άρα αυτή είναι η κωδική, δηλαδή η αλυσίδα I.

Σύμφωνα με τον κανόνα της αντιπαράλληλης που αναφέρει ότι οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή το 3' άκρο της μίας είναι απέναντι από το 5' άκρο της άλλης, τοποθετώ τα άκρα και στην αλυσίδα II ως εξής:

5'

3'

...CAATTGAATGGCCGTTTTGGATTAATTA...

αλυσίδα Ι

...GTTAACTTACCGGCAAAACCTAATTAAT...

αλυσίδα ΙΙ

3'

5'

**Δ2.** Να γράψετε την αλληλουχία του mRNA που προκύπτει. Να γράψετε την αλληλουχία των αμινοξέων που προκύπτει από τη μετάφραση του τμήματος mRNA.

5'... CA – AUU – GAA – UGG – CCG – UUU – UGG – AUU – AAU – UA ...3'

NH<sub>2</sub> - ... ile – glu – trp – pro – phe – trp – ile – asn - ... - COOH

Μετάλλαξη στο τμήμα της αλληλουχίας του εξωνίου της **Εικόνας 3** οδηγεί στη δημιουργία του τμήματος πεπτιδίου που απεικονίζεται στην **Εικόνα 4**.

NH<sub>2</sub> ... ile – glu – lys – arg – pro – trp – ile – asn ... COOH

**Εικόνα 4**

**Δ3.** Να προσδιορίσετε τη μετάλλαξη. Να γράψετε την αλληλουχία του DNA του μεταλλαγμένου εξωνίου της **Εικόνας 3**.

Συγκρίνοντας τα δυο πεπτίδια ως προς τον αριθμό των αμινοξέων, παρατηρώ ότι είναι ο ίδιος – πρόκειται για ένα τμήμα 8 αμινοξέων σε κάθε περίπτωση.

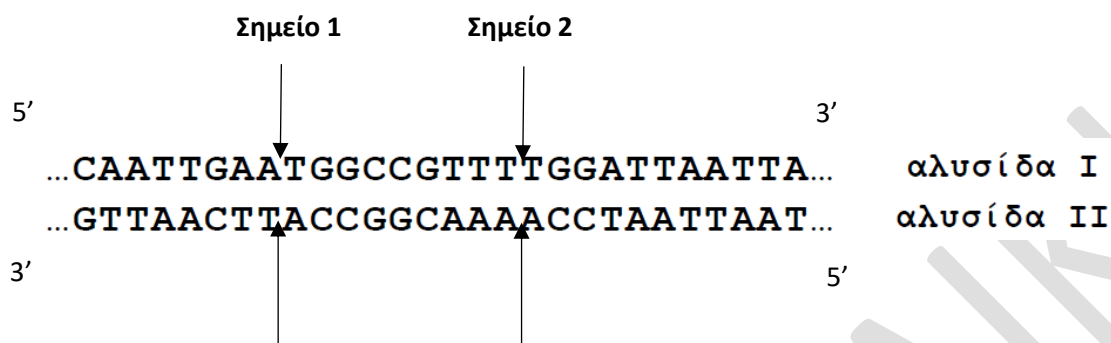
Συγκρίνοντάς τα όμως ως προς την αλληλουχία τους, παρατηρώ ότι έχει αλλάξει κατά τρία αμινοξέα: το 3ο, 4ο και 5ο κατά σειρά από αριστερά προς τα δεξιά.

Πρόκειται λοιπόν για αναστροφή.

Η **αναστροφή** δημιουργείται από θραύσεις σε δύο διαφορετικά σημεία ενός χρωμοσώματος και επανένωση του τμήματος ύστερα από αναστροφή, δηλαδή ύστερα από στροφή 180 μοιρών στον χώρο.

Ο 3'-5' **φωσφοδιεστερικός δεσμός** δημιουργείται μεταξύ του υδροξυλίου του 3' άνθρακα της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου.

Πριν από την αναστροφή:



Μετά από την αναστροφή:

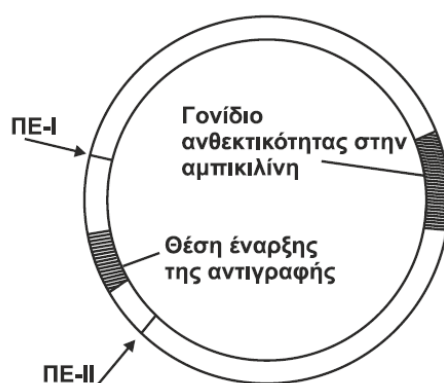


Άρα το νέο αντίστοιχο τμήμα του mRNA είναι:



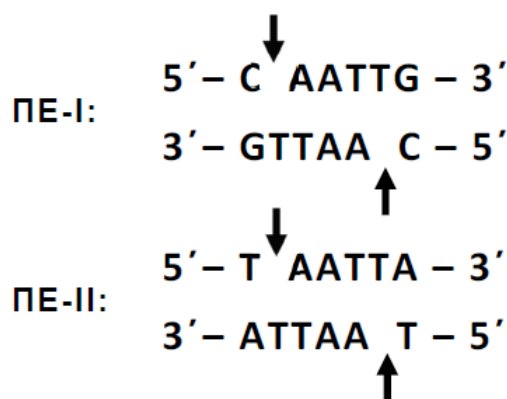
Επιθυμούμε να κλωνοποιήσουμε το τμήμα του εξωνίου της **Εικόνας 3** χρησιμοποιώντας ως φορέα κλωνοποίησης το πλασμίδιο της **Εικόνας 5**. Διαθέτουμε δύο διαφορετικές περιοριστικές ενδονουκλεάσες τις ΠΕ-I και ΠΕ-II.

Το πλασμίδιο φέρει γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη, μία θέση έναρξης αντιγραφής και δύο θέσεις αναγνώρισης από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες ΠΕ-I και ΠΕ-II.



Εικόνα 5

Παρακάτω δίνονται οι αλληλουχίες έξι ζευγών βάσεων που αναγνωρίζονται από τις ΠΕ-I και ΠΕ-II.



Τα βέλη υποδεικνύουν τη θέση που δρα η κάθε περιοριστική ενδονουκλεάση (ΠΕ) στην αλληλουχία αναγνώρισης.

**Δ4.** Ποια ή ποιες περιοριστική/ές ενδονουκλεάση/ες θα χρησιμοποιηθούν για να κόψουν το τμήμα του γονιδίου και ποια ή ποιες για να κόψουν το πλασμίδιο; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες 4-8 νουκλεοτιδίων στο δίκλωνο DNA και τις κόβουν αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα.

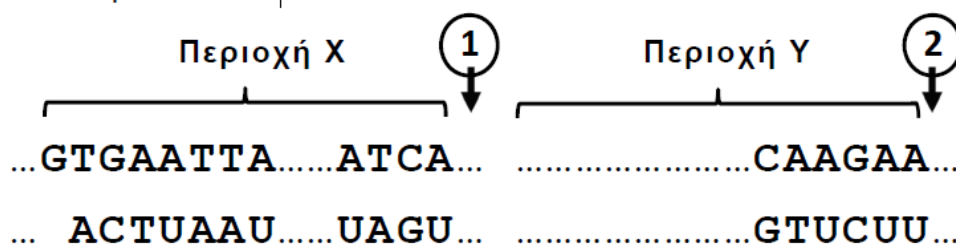
Παρατηρώ ότι οι δυο περιοριστικές ενδονουκλεάσες αφήνουν συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα ή αλλιώς κολλώδη.

Η αλληλουχία της ΠΕ-I υπάρχει μία φορά μόνο στην αρχή της αλληλουχίας και η αλληλουχία της ΠΕ-II υπάρχει πάλι μόνο μία φορά στο τέλος της αλληλουχίας. Άρα, θα επιδράσω ταυτόχρονα και με τις δυο ώστε να κοπεί σε δυο θραύσματα και από αυτά το ενδιάμεσο να ενσωματωθεί στο πλασμίδιο.

Το πλασμίδιο όμως θα κοπεί με μία μόνο από τις δυο, με οποιαδήποτε μία. Μάλιστα το ενδιάμεσο θραύσμα που θα προκύψει μπορεί να ενσωματωθεί με δύο πιθανούς τρόπους στο πλασμίδιο, με οποιαδήποτε από τις δυο και να κοπεί αυτό, σύμφωνα με τους κανόνες της συμπληρωματικότητας και της αντιπαράλληλίας, καθώς και με τον τρόπο δημιουργίας του 3'-5' φωσφοδιεστερικού δεσμού.

Το πλασμίδιο ΔΕΝ θα κοπεί και με τις δυο ταυτόχρονα, διότι τότε κόβεται σε δυο θραύσματα κι έτσι χάνεται είτε η ΘΕΑ είτε το μοναδικό γονίδιο ανθεκτικότητας που διαθέτει.

**Δ5.** Στην **Εικόνα 6** απεικονίζεται στιγμιότυπο της αντιγραφής της μίας αλυσίδας του 5ου εξωνίου του γονιδίου Α.



Εικόνα 6

Να γράψετε ποια περιοχή αντιγράφεται με συνεχή και ποια με ασυνεχή τρόπο. Να εξηγήσετε ποια από τις δύο θέσεις (1 ή 2) μπορεί να αποτελεί θέση έναρξης αντιγραφής.

Με συνεχή τρόπο αντιγράφεται η περιοχή Υ και με ασυνεχή η περιοχή Χ.

Η αντιγραφή του DNA αρχίζει από καθορισμένα σημεία, που ονομάζονται **θέσεις έναρξης της αντιγραφής**.

Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Έτσι, λέμε ότι αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' προς 3'. Κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα θα έχει προσανατολισμό 5'→3'. Έτσι, σε κάθε διπλή έλικα που παράγεται οι δύο αλυσίδες θα είναι αντιπαράλληλες. Για να ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι **συνεχής** στη μια αλυσίδα και **ασυνεχής** στην άλλη.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι από τη ΘΕΑ προς τη διχάλα η σύνθεση είναι συνεχής και από τη διχάλα προς τη ΘΕΑ είναι ασυνεχής.

Η θέση 2 μπορεί να αποτελεί θέση έναρξης της αντιγραφής καθώς εντοπίζεται στο σημείο έναρξης της συνεχούς σύνθεσης.