

2/6/2025

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

**ΘΕΜΑ Α**

A1. Β

A2. Α

A3. Γ

A4. Α

A5. Δ

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.**

1-ΣΤ

2-Η

3-Δ

4-Ε

5-Β

6-Γ

7-Α

**B2.**

Α. 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.

Β. 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 βρίσκονται ο ένας απέναντι από τον άλλον.

**B3.** 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 1)δεν αναπαράγονται 2)εμφανίζουν μικρό αριθμό μεταβολικών διεργασιών και 3) περιορισμένη διάρκεια ζωής.

**B4.**

A)Από τα κλασσικά πειράματα των Hersey – Chase γνωρίζουμε ότι μόνο το DNA ενός φάγου εισέρχεται στα βακτήρια και δίνει τις απαραίτητες εντολές για τον πολλαπλασιασμό και σχηματισμό νέων φάγων. Αντίθετα, το πρωτεϊνικό περίβλημα ενός φάγου δεν εισέρχεται στα βακτήρια ξενιστές.

Ο σύνθετος φάγος αποτελείται από DNA του φάγου T2 και από πρωτεΐνες του φάγου T4 συνεπώς οι νέοι φάγοι θα αποτελούνται από πρωτεΐνες του φάγου T2, αφού το DNA είναι το γενετικό υλικό, που περιέχει τη γενετική πληροφορία για τη μεταγραφή και τη μετάφραση (πρωτεϊνοσύνθεση).

B) Το θείο ενσωματώνεται μόνο στις πρωτεΐνες – μπορεί οι αρχικοί φάγοι να έχουν σημανθεί με ραδιενεργό θείο ( $^{35}\text{S}$ ) όμως οι νέοι φάγοι θα πολλαπλασιαστούν σε θρεπτικό μέσο με μη ραδιενεργό θείο ( $^{32}\text{S}$ ). Συνεπώς όλες οι πρωτεΐνες των νέων φάγων θα αποτελούνται από μη ραδιενεργό θείο

### **Θέμα Γ**

**Γ1. α.** Ο κλώνος 1 είναι ο φυσιολογικός και ο κλώνος 2 ο μεταλλαγμένος. Στο βακτήριο E.coli, η κύρια πηγή άνθρακα είναι η γλυκόζη. Όταν στο θρεπτικό υλικό βρίσκεται μόνο λακτόζη, επάγεται η παραγωγή τριών ενζύμων που είναι ικανά να διασπάσουν τη λακτόζη σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Τα τρία αυτά ένζυμα βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο στο γονιδίωμα και αποτελούν μία μονάδα που ονομάζεται οπερόνιο της λακτόζης.

Στον κλώνο 2 δεν παράγεται β-γαλακτοζιδάση, που είναι ένα από τα ένζυμα που κωδικοποιείται από τα δομικά γονίδια του οπερονίου της λακτόζης, συνεπώς έχει υποστεί μετάλλαξη το οπερόνιο της λακτόζης.

**Γ1. β.** Πιθανές περιοχές του οπερονίου που μπορούν να υποστούν μετάλλαξη ώστε να μην αυξάνεται η συγκέντρωση της β-γαλακτοζιδάσης είναι:

- Μετάλλαξη στο δομικό γονίδιο της β γαλακτοζιδάσης ώστε να μην παράγεται προϊόν
- Μετάλλαξη στον υποκινητή των δομικών γονιδίων ώστε να μη μπορεί να προσδεθεί η RNA πολυμεράση.
- Μετάλλαξη στο ρυθμιστικό γονίδιο, ώστε να παράγεται καταστολέας που να μην έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με τη λακτόζη, συνεπώς να παραμένει διαρκώς προσδεδμένος στον χειριστή και το οπερόνιο να είναι συνεχώς σε καταστολή.

**Γ1. γ.** Τα τρία δομικά γονίδια του οπερονίου της λακτόζης παράγονται από ένα κοινό mRNA που έχει κωδικόνιο έναρξης και λήξης για κάθε ένζυμο. Συνεπώς μια μετάλλαξη στο δομικό γονίδιο της β-γαλακτοζιδάσης δε θα επηρεάσει κανένα άλλο δομικό γονίδιο, άρα η συγκέντρωση της περμεάσης δε θα επηρεαστεί.

Μια μετάλλαξη στον υποκινητή των δομικών γονιδίων θα είχε ως αποτέλεσμα να μη μπορεί να συνδεθεί η RNA πολυμεράση, άρα να μη μπορεί να γίνει η μεταγραφή των δομικών γονιδίων. Αυτό σημαίνει πως δε θα παραχθεί mRNA, άρα κανένα από τα δομικά γονίδια δε θα εκφραστούν, που σημαίνει πως θα επηρεαστεί η συγκέντρωση της περμεάσης.

Αν ο καταστολέας παραμένει διαρκώς συνδεδμένος στον χειριστή, η RNA πολυμεράση δε θα μπορεί να κάνει τη μεταγραφή των δομικών γονιδίων, οπότε το οπερόνιο θα βρίσκεται συνεχώς σε καταστολή. Αυτό σημαίνει πως η συγκέντρωση της περμεάσης θα επηρεαστεί με τον ίδιο τρόπο.

**Γ2.** Το γνώρισμα κληρονομείται με αυτοσωμικό επικρατή τρόπο.

Αποκλείεται να είναι υπολειπόμενο, καθώς οι δύο γονείς I1 και I2 θα ήταν ομόζυγοι για το υπολειπόμενο και δε θα υπήρχε πιθανότητα να αποκτήσουν υγιές παιδί.

Απορρίπτεται η περίπτωση του φυλοσύνδετου επικρατούς γονιδίου, καθώς το άτομο II1 θα έπρεπε να είναι ομόζυγο για το υπολειπόμενο  $X^aX^a$  και να πάρει ένα αλληλόμορφο από κάθε γονέα. Άρα ο πατέρας της, I1, θα έπρεπε να είχε γονότυπο  $X^aY$  και να μην είχε το γνώρισμα.

Απορρίπτεται η περίπτωση της μιτοχονδριακής κληρονομικότητας, καθώς η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική, άρα το γνώρισμα θα έπρεπε να κληρονομείται από τη μητέρα σε όλα τα παιδιά και τα παιδιά θα είχαν τον φαινότυπο της μητέρας.

Από τη στιγμή που οι δύο γονείς έχουν το γνώρισμα και αποκτούν απόγονο που δεν το έχει, είναι και οι δύο ετερόζυγοι.

Συμβολισμός: A: επικρατές αλληλόμορφο υπεύθυνο για το γνώρισμα  
α: υπολειπόμενο αλληλόμορφο

Διασταύρωση I1 X I2:

Γαμέτες:        Aα     X        Aα  
                  A, α    /        A, α

Απόγονοι: AA, Aα, Aα, αα

Γονοτυπική αναλογία: 1AA : 2Aα : 1αα

Φαινοτυπική αναλογία: 3 έχουν το γνώρισμα: 1 δεν έχει το γνώρισμα.

Από τους απογόνους που έχουν το γνώρισμα, η πιθανότητα να είναι κάποιος ετερόζυγος είναι  $2/3$ .

Η πιθανότητα να προκύψει θηλυκός απόγονος είναι  $1/2$ .

Άρα η πιθανότητα να αποκτηθεί θηλυκός απόγονος ετερόζυγος είναι  $2/3 * 1/2 = 2/6 = 1/3$

**Γ3. α.** Ένα γνώρισμα που οφείλεται στο μιτοχονδριακό DNA κληρονομείται από τη μητέρα σε όλα τα παιδιά της, καθώς η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική. Από τη στιγμή που η μητέρα πάσχει αλλά δεν υπάρχει πιθανότητα να πάσχει ένας θηλυκός απόγονος, η τύφλωση στη μητέρα οφείλεται στο φυλοσύνδετο γονίδιο και όχι στο μιτοχονδριακό. Αντίθετα, η τύφλωση στον πατέρα οφείλεται στο μιτοχονδριακό γονίδιο, καθώς το μιτοχονδριακό DNA δεν κληρονομείται από τον πατέρα στα παιδιά του.

**Γ3. β.** Συμβολισμός φυλοσύνδετου γονιδίου:

$X^A$ : φυσιολογικό αλληλόμορφο

$X^a$ : τύφλωση.

Η μητέρα θα πρέπει να είναι ομόζυγη για το υπολειπόμενο γονίδιο της τύφλωσης  $X^aX^a$ , καθώς πρέπει να δώσει ένα  $X^a$  αλληλόμορφο σε κάθε αρσενικό της απόγονο. Ο πατέρας θα έχει γονότυπο  $X^AY$ , ώστε να δώσει ένα επικρατές φυσιολογικό αλληλόμορφο στην κόρη του.

Διασταύρωση:         $X^aX^a$     X         $X^AY$   
Γαμέτες:         $X^a$      /         $X^A, Y$   
Απόγονοι:  $X^AX^a, X^aY$

Φαινοτυπική αναλογία: 1 θηλυκό φυσιολογικό: 1 αρσενικό που πάσχει.

Για της διασταυρώσεις που αναφέρθηκαν στα παραπάνω ερωτήματα ισχύει ο πρώτος νόμος του Mendel, ο νόμος διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων, που αναφέρει ότι κατά την παραγωγή γαμετών, διαχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς τα αλληλόμορφα γονίδια. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό γαμετών.

#### Δ1.

Κάθε μόριο tRNA έχει μια ειδική τριπλέτα 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.

1. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.
2. Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.
3. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.
4. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το AUG και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα UAG, UGA και UAA. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.

Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Έτσι, για παράδειγμα, το κωδικόνιο έναρξης AUG αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου ATG κ.ο.κ.

Εφόσον το tRNA που μεταφέρει τρυπτοφάνη χρησιμοποιείται για τη μετάφραση του γονιδίου και εφόσον αυτό έχει αντικωδικόνιο 3'ACC5', τότε θα πρέπει ο mRNA να έχει υποχρεωτικά 5'UGG3', άρα και η κωδική θα πρέπει να έχει 5'TGG3'.

Η μόνη περίπτωση όπου διαβάζοντας συνεχώς ανά τρία και μη επικαλυπτόμενα προκύπτει κωδικόνιο 5'TGG3' είναι να είναι η κωδική η πάνω με το 5' αριστερά και το 3' δεξιά.

5'...CA **ATT GAA TGG CCG TTT TGG ATT AAT** TA... 3'  
3'...GT TAA CTT ACC GGC AAA ACC TAA TTA AT...5'

Με έντονο συμβολίζεται το βήμα τριπλέτα που χρησιμοποιήθηκε.

#### Δ2.

Το mRNA που παράγεται από το παραπάνω τμήμα είναι το εξής:

5'...CAAUUGAAUGGCCGUUUUGGAUUAAUUA...3'

Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται **γενετικός κώδικας**.

Το πεπτίδιο είναι το εξής:

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

#### Δ3.

Η μετάλλαξη που έχει πραγματοποιηθεί είναι αναστροφή.

Το μεταλλαγμένο εξώνιο έχει ως εξής:

5'...CAATTGAA**AAAAACGGC**CTGGATTAATTA... 3'  
3'...GTTAAC**TTTTG**CCGGACCTAATTAAT...5'

Με έντονο η περιοχή που υπέστη αναστροφή.

#### Δ4.

Το εξώνιο κόβεται και με τις δύο περιοριστικές ενδονουκλεάσες, συγκεκριμένα η ΠΕΙ κόβει αριστερά και η ΠΕΙΙ κόβει δεξιά. Παρατηρούμε ότι αφήνουν τα ίδια μονόκλωνα άκρα. Το πλασμίδιο θα κοπεί ή με την ΠΕΙ ή με την ΠΕΙΙ, καθώς δεν γίνεται να κοπεί και με τις δύο αφού θα απομακρυνθεί η θέση έναρξης αντιγραφής (ΘΕΑ). Τα μονόκλωνα άκρα στο εξώνιο είναι συμπληρωματικά με αυτά που προκύπτουν στο πλασμίδιο είτε κοπεί με την ΠΕΙ είτε με την ΠΕΙΙ.

#### Δ5.

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.

Θυγατρική είναι η κάτω αλυσίδα γιατί εκεί έχει πρωταρχικά τμήματα RNA. Παρατηρούμε ότι τα πρωταρχικά τμήματα RNA επιμηκύνονται προς τα αριστερά. Η αντιγραφή γίνεται με κατεύθυνση 5'→3'. Συνεπώς, το 5' της θυγατρικής είναι δεξιά και το 3' αριστερά. Η ΘΕΑ βρίσκεται πάντα πριν από το πρωταρχικό τμήμα που επιμηκύνεται με συνεχή τρόπο ενώ τα πρωταρχικά τμήματα που επιμηκύνονται με ασυνεχή τρόπο κατευθύνονται προς τη ΘΕΑ.

Επιπλέον, στην περιοχή που θα συντεθεί ένα πρωταρχικό τμήμα, η επιμήκυνση γίνεται με συνεχή τρόπο ενώ στην περιοχή που θα συντεθούν δύο πρωταρχικά τμήματα, η επιμήκυνση γίνεται με ασυνεχή τρόπο. Συνεπώς, διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

Εάν υποθέσουμε ότι κάθε πρωταρχικό τμήμα πρέπει να έχει το ίδιο μήκος, τότε στην περιοχή Y δημιουργείται ένα πρωταρχικό τμήμα και στην X δύο πρωταρχικά τμήματα. Άρα ο τρόπος σύνθεσης είναι συνεχής στην Y και ασυνεχής στην X. Εάν τώρα υποθέσουμε ότι οι τελείες στο εσωτερικό του πρωταρχικού τμήματος στην περιοχή X διακόπτουν το πρωταρχικό τμήμα στη μέση, οπότε εκεί υπάρχει ένα πρωταρχικό τμήμα, τότε η ΘΕΑ είναι στην 1 και η περιοχή X συντίθεται με συνεχή και η Y με ασυνεχή τρόπο.

**Είναι παράλειψη της ΚΕΕ που δεν διευκρίνησε στην εκφώνηση ότι τα πρωταρχικά τμήματα RNA πρέπει να είναι ισομήκη, καθώς δεν υπάρχει στο σχολικό βιβλίο τέτοια υπόδειξη.**