



**ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ
ΔΕΥΤΕΡΑ 10 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2014
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:
ΒΙΟΛΟΓΙΑ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

ΘΕΜΑ Α

A1. β

A2. γ

A3. δ

A4. γ

A5. β

ΘΕΜΑ Β

B1. 5, 4, 2, 1, 3

B2. Τα δομικά μέρη του οπερονίου της λακτόζης είναι κατά σειρά τα εξής:

1. Ρυθμιστικό γονίδιο
2. Υποκινητής
3. Χειριστής
4. Πρώτο δομικό γονίδιο
5. Δεύτερο δομικό γονίδιο
6. Τρίτο δομικό γονίδιο

Σχολικό βιβλίο σελ. 40 - 41: Το οπερόνιο της λακτόζης δε μεταγράφεται ούτε μεταφράζεται, όταν απουσιάζει από το θρεπτικό υλικό η λακτόζη. Τότε λέμε ότι τα γονίδια που το αποτελούν βρίσκονται υπό **καταστολή**. Πώς επιτυγχάνεται η καταστολή; Δύο είναι τα ρυθμιστικά μόρια: μια αλληλουχία DNA, που ονομάζεται χειριστής και βρίσκεται μεταξύ του υποκινητή και του πρώτου γονιδίου, και μια ρυθμιστική **πρωτεΐνη-καταστολέας**. Όταν απουσιάζει η λακτόζη ο καταστολέας προσδένεται ισχυρά στο χειριστή και εμποδίζει την RNA πολυμεράση να αρχίσει τη μεταγραφή των γονιδίων του οπερονίου. Ο καταστολέας κωδικοποιείται από ένα ρυθμιστικό γονίδιο, που βρίσκεται μπροστά από τον υποκινητή. Το ρυθμιστικό γονίδιο μεταγράφεται συνεχώς και παράγει λίγα μόρια του καταστολέα. Τα μόρια αυτά προσδένονται συνεχώς στο χειριστή.

Όταν στο θρεπτικό υλικό υπάρχει μόνο λακτόζη, ο ίδιος ο δισακχαρίτης προσδένεται στον καταστολέα και δεν του επιτρέπει να προσδεθεί στο χειριστή. Τότε η RNA πολυμεράση είναι ελεύθερη να αρχίσει τη μεταγραφή. Δηλαδή η λακτόζη λειτουργεί ως **επαγωγέας** της μεταγραφής των γονιδίων του οπερονίου. Τότε τα γονίδια αρχίζουν να «εκφράζονται», δηλαδή να μεταγράφονται και να συνθέτουν τα ένζυμα. Τα τρία ένζυμα μεταφράζονται ταυτόχρονα από το ίδιο μόριο mRNA το οποίο περιέχει κωδικόνιο έναρξης και λήξης για κάθε ένζυμο. Συμπερασματικά, η ίδια η λακτόζη ενεργοποιεί τη διαδικασία για την αποικοδόμησή της. Όταν η λακτόζη διασπαστεί πλήρως, τότε η πρωτεΐνη καταστολέας είναι ελεύθερη να προσδεθεί στο χειριστή και να καταστείλει τη λειτουργία των τριών γονιδίων.

B3. Σχολικό βιβλίο σελ. 71: Ο **γονότυπος** αναφέρεται στο σύνολο των αλληλόμορφων γονιδίων ενός οργανισμού, ενώ ο **φαινότυπος** αφορά το σύνολο των χαρακτήρων οι οποίοι αποτελούν την έκφραση του γονότυπου ενός οργανισμού, όπως είναι η εξωτερική εμφάνιση και η βιοχημική σύσταση.

Οι πιθανοί γονότυποι ενός ατόμου ομάδας αίματος A είναι $I^A I^A$ ή $I^A i$, καθώς το γονίδιο **I** που καθορίζει την ομάδα αίματος έχει 3 αλληλόμορφα: τα I^A , I^B που είναι συνεπικρατή και το **i** που είναι υπολειπόμενο ($I^A = I^B > i$).

B4. Σχολικό βιβλίο σελ. 18: Τα μόρια του DNA που υπάρχουν σε κάθε ευκαρυωτικό κύτταρο πακετάρονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν τα ινίδια χρωματίνης. Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, ύστερα από ειδική επεξεργασία, τα ινίδια χρωματίνης μοιάζουν με κομπολόγια από χάντρες. Κάθε «χάντρα»

ονομάζεται **νουκλεόσωμα** και αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης. Το νουκλεόσωμα αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και από οκτώ μόρια πρωτεϊνών, που ονομάζονται **ιστόνες**. Το DNA είναι τυλιγμένο γύρω από το οκταμερές των ιστονών. Τα νουκλεοσώματα αναδιπλώνονται με αποτέλεσμα το DNA να πακετάρεται σε μεγαλύτερο βαθμό, σχηματίζοντας τελικά τα ινίδια της χρωματίνης. Στην αναδίπλωση συμμετέχουν και άλλα είδη πρωτεϊνών.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Σχολικό βιβλίο σελ. 21: Η πιθανότητα να προκύψει απόγονος με μυϊκή δυστροφία είναι 0%. Ο λόγος είναι πως η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική καθώς το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο.

Γ2. Οι πιθανοί γονότυποι ενός ατόμου με φαινότυπο «πόδια με φτερά» και «σύνθετο λοφίο» είναι: **ΑΑΓΓ, ΑΑΓγ, ΑαΓΓ, ΑαΓγ**

Γ3. Από την διασταύρωση του **πετεινού Ι** με την **κότα ΙΙ** προκύπτουν απόγονοι με γονοτυπικές αναλογίες:

9 Α_Γ_ (πόδια με φτερά και σύνθετο λοφίο)

3 Α_γγ (πόδια με φτερά και απλό λοφίο)

3 ααΓ_ (πόδια χωρίς φτερά και σύνθετο λοφίο) και

1 ααγγ (πόδια χωρίς φτερά και απλό λοφίο).

Παρατηρούμε πως υπάρχουν απόγονοι με γονοτυπική αναλογία **ααγγ** δηλαδή είναι ομόζυγοι για τα υπολειπόμενα αλληλόμορφα. Οι γονείς τους έχουν επικρατείς φαινοτύπους. Σύμφωνα με τον 1^ο Νόμο του Μέντελ (*Νόμος διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων*) κατά την παραγωγή των γαμετών στη διάρκεια της μείωσης διαχωρίζονται τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς και τα δύο αλληλόμορφα γονίδια. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών. Κάθε απόγονος κληρονομεί ένα γονίδιο από κάθε γονέα.

Γ4. Ο **πετεινός Ι** έχει γονότυπο **AaΓγ**. Από την διασταύρωσή του με την **κότα ΙΙ**, προκύπτουν άτομα με γονότυπους:

A γγ (πόδια με φτερά και απλό λοφίο).

Η διασταύρωση του **πετεινού Ι** με την **κότα ΙΙΙ** είναι:

Γαμέτες: ΑΓ, Αγ, αΓ, αγ ΑΓ, Αγ

Γαμέτες	ΑΓ	Αγ	αΓ	αγ
ΑΓ	ΑΑΓΓ	ΑΑΓγ	ΑαΓΓ	ΑαΓγ
Αγ	ΑΑΓγ	ΑΑγγ	ΑαΓγ	Ααγγ

Φαινοτυπική αναλογία: 6 «πόδια με φτερά» και «σύνθετο λοφίο» : 2 «πόδια με φτερά» και «απλό λοφίο».

A Γ (πόδια με φτερά και σύνθετο λοφίο) και

ααΓ₋ (πόδια χωρίς φτερά και σύνθετο λοφίο).

Στους απογόνους εμφανίζεται το υπολειπόμενο αλληλόμορφο για το χαρακτηριστικό «πόδια χωρίς φτερά». Επομένως η **κότα IV** πρέπει να είναι ετερόζυγη γι' αυτό το αλληλόμορφο. Αντίθετα, επειδή οι απόγονοι εμφανίζουν μόνο «σύνθετο λοφίο», η **κότα IV** πρέπει να είναι ομόζυγη για το επικρατές αλληλόμορφο που καθορίζει το χαρακτηριστικό αυτό. Άρα ο γονότυπός της θα είναι **ΑαΓΓ**.

Η διασταύρωση του **πετεινού I** με την **κότα IV** είναι:

P: πετεινός I x κότα IV

Γαμέτες: ΑΓ, Αγ, αΓ, αγ ΑΓ, αΓ

Γαμέτες	ΑΓ	Αγ	αΓ	αγ
ΑΓ	ΑΑΓΓ	ΑΑΓγ	ΑαΓΓ	ΑαΓγ
αΓ	ΑαΓΓ	ΑαΓγ	ααΓΓ	ααΓγ

Γονοτυπική αναλογία: 1 ΑΑΓΓ : 1 ΑΑΓγ : 2 ΑαΓΓ : 2 ΑαΓγ : 1 ααΓΓ : 1 ααΓγ

Φαινοτυπική αναλογία: 6 «πόδια με φτερά» και «σύνθετο λοφίο» : 2 «πόδια χωρίς φτερά» και «σύνθετο λοφίο».

Στις παραπάνω διασταυρώσεις ισχύει ο 1^{ος} Νόμος του Μέντελ για τον διαχωρισμό των αλληλόμορφων γονιδίων όπως αυτός αναφέρθηκε, καθώς και ο 2^{ος} Νόμος του Μέντελ για την ανεξάρτητη μεταβίβαση γονιδίων. Το γονίδιο που ελέγχει ένα χαρακτήρα δεν επηρεάζει τη μεταβίβαση του γονιδίου που ελέγχει έναν άλλο χαρακτήρα. Τα χρωμοσώματα κάθε γονέα συνδυάζονται με τυχαίο τρόπο κατά τη δημιουργία των γαμετών. Αυτό ισχύει μόνο για γονίδια που βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

Αλυσίδα I Μη κωδική 3' TTGCCTCCTACGTATGAGGTCAGATCGC5'

Αλυσίδα II Κωδική 5' AACGGAGGATGCATACTCCAGTCTAGCG3'

Η αλυσίδα II είναι η κωδική αλυσίδα και ο προσανατολισμός της είναι αυτός που φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μια ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στο 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιο της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του. Οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες.

Η κατεύθυνση της μεταγραφής είναι 5' → 3' και το μόριο mRNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μια 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.

Παρατηρούμε πως ξεκινώντας από το 5' άκρο της αλυσίδας II συναντάμε **κωδικόνιο έναρξης 5' ATG 3'** και προχωρώντας με βήμα τριπλέτας (αφού το γονίδιο είναι συνεχές και άρα δεν υπάρχουν εσώνια) καταλήγουμε σε κωδικόνιο λήξης **5' TAG 3'**.

Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ. Το κωδικόνιο λήξης δεν αντιστοιχεί σε αμινοξύ.

Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνια έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης είναι το **5'AUG 3' στο mRNA** και το **5'ATG3' στην κωδική αλυσίδα** του DNA (αντιστοίχως στη μη κωδική αλυσίδα: **3'→5' TAC**). Τα κωδικόνια λήξης είναι τα **5' UAG 3', 5' UAA 3' και 5' UGA 3' στο mRNA** και τα **5' TAG 3', 5' TAA 3' και 5' TGA 3' στην κωδική αλυσίδα** του γονιδίου (αντιστοίχως στη μη κωδική αλυσίδα: **3'→5' ATC, ATT και ACT**)..

Δεν παραλείψαμε κάποιο νουκλεοτίδιο γιατί ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής και υπολογίσαμε κάθε νουκλεοτίδιο να ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο γιατί ο κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος.

Αν το συγκεκριμένο τμήμα γονιδίου διαβαστεί με άλλους τρόπους φαίνεται πως δεν διαθέτει τις αναγκαίες τριπλέτες.

Δ2.

mRNA 5' A A C G G A G G A U G C A U A C U C C A G U C U A G C G 3'


κωδικόνιο έναρξης κωδικόνιο λήξης

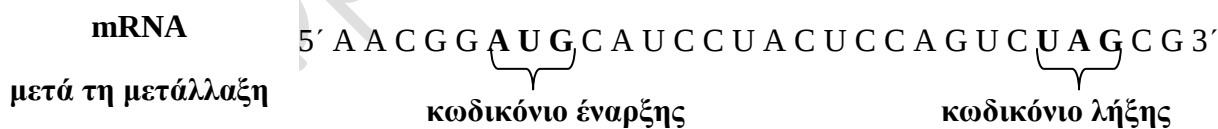
Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μιας αλυσίδας του DNA, σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια, που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3'→5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η κατεύθυνση της μεταγραφής είναι 5' → 3'. Το μόριο mRNA συντίθεται με πρότυπο τη μεταγραφόμενη (μη κωδική) αλυσίδα του DNA και με αντιπαράλληλία.

Δ3. Η **αναστροφή** δημιουργείται από θραύσεις σε δύο διαφορετικά σημεία ενός χρωμοσώματος και επανένωση του τμήματος ύστερα από αναστροφή. Έχει ως συνέπεια την αλλαγή της διάταξης των γονιδίων στο χρωμόσωμα.

Το μεταλλαγμένο δίκλωνο μόριο DNA που θα προκύψει μετά την αναστροφή είναι:

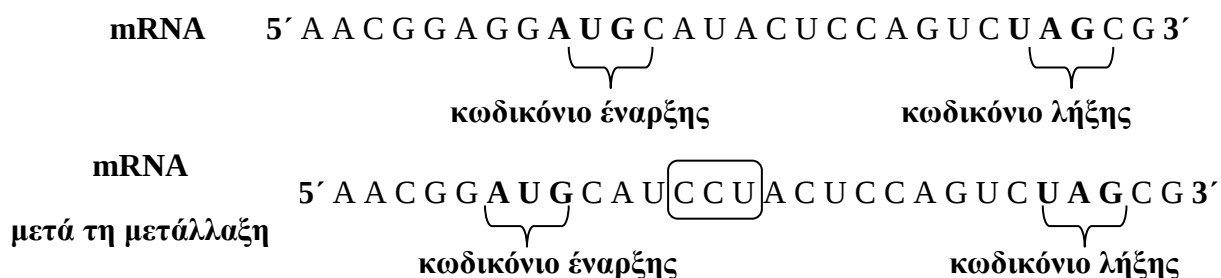


Δ4. Το mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή της μη κωδικής αλυσίδας του μεταλλαγμένου δίκλωνου μορίου DNA είναι:



Εντοπίζουμε κωδικόνιο έναρξης και με βήμα τριπλέτας εντοπίζουμε και κωδικόνιο λήξης. Επομένως το μεταλλαγμένο τμήμα DNA που προκύπτει μετά την αναστροφή μπορεί να παράγει γονιδιακό προϊόν.

Δ5.



Συγκρίνοντας το mRNA πριν και μετά τη μετάλλαξη παρατηρούμε πως υπάρχει προσθήκη τριών διαδοχικών βάσεων C C U ανάμεσα στο 2^ο και το 3^ο κωδικόνιο του αρχικού mRNA. Η προσθήκη τριπλέτας έχει ως αποτέλεσμα την προσθήκη ενός αμινοξέος στην πολυπεπτιδική αλυσίδα. Έτσι ενώ το αρχικό γονιδιακό προϊόν αποτελούνταν από 5 αμινοξέα το μεταλλαγμένο αποτελείται από 6.

Αλλαγές στον αριθμό των βάσεων έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μεταλλαγμένων φαινοτύπων. Η **προσθήκη ή η έλλειψη διαδοχικών βάσεων** σε οποιοδήποτε αριθμό πολλαπλάσιο του τρία δημιουργεί, αντίστοιχα, προσθήκη ή έλλειψη ενός ή περισσότερων αμινοξέων στην πολυπεπτιδική αλυσίδα, που μπορεί να αλλάζει τη λειτουργικότητά της.

Επιμέλεια Καθηγητών Φροντιστηρίων ΒΑΚΑΛΗ