



ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2011

ΘΕΜΑ Α

- A1. α
- A2. δ
- A3. γ
- A4. β
- A5. β

ΘΕΜΑ Β

- B1. Σελ. 13: “Το 1928 ο Griffith χρησιμοποίησε δύο στελέχη του βακτηρίου πνευμονιόκοκκος... δεν μπόρεσε να δώσει ικανοποιητική απάντηση για το πώς γίνεται αυτό.”
- B2. Σελ. 101: “Βλάβες στους μηχανισμούς επιδιόρθωσης του DNA έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη... μετάλλαξης των γονιδίων που κωδικοποιούν τα επιδιορθωτικά ένζυμα.”
- B3. Κατά τη δημιουργία μιας γονιδιωματικής βιβλιοθήκης το συνολικό DNA ενός οργανισμού δότη κόβεται από μία περιοριστική ενδονουκλεάση σε χιλιάδες κομμάτια. Τα κομμάτια αυτά ενσωματώνονται σε έναν φορέα κλωνοποίησης (πλασμίδιο ή DNA φάγων) που έχει κοπεί με την ίδια περιοριστική ενδονουκλεάση. Τα ανασυνδυασμένα μόρια που δημιουργούνται εισάγονται σε βακτήρια με μια διαδικασία που ονομάζεται 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. Κάθε βακτήριο που προσέλαβε ένα ανασυνδυασμένο πλασμίδιο πολλαπλασιάζεται και δίνει έναν κλώνο. Η διαδικασία δημιουργίας κλώνων βακτηρίων ονομάζεται κλωνοποίηση. Το σύνολο των βακτηριακών κλώνων περιέχει το συνολικό DNA του οργανισμού δότη και αποτελεί την γονιδιωματική του βιβλιοθήκη.
- Κατά τη δημιουργία μιας cDNA βιβλιοθήκης απομονώνεται το ολικό «ώριμο» mRNA από κύτταρα που εκφράζουν ένα γονίδιο που μας ενδιαφέρει. Το mRNA

χρησιμοποιείται σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας DNA (cDNA: complementary DNA). Η σύνθεση του DNA γίνεται από το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση. Παράγονται έτσι υβριδικά μόρια cDNA-mRNA. Το mRNA διασπάται με κατάλληλες χημικές ουσίες ή αποδιατάσσεται με θέρμανση και τα cDNA χρησιμεύουν σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας DNA. Τα δίκλωνα μόρια DNA εισάγονται σε πλασμίδια ή βακτηριοφάγους και κλωνοποιούνται με τη διαδικασία που αναφέρθηκε προηγουμένως για τη γονιδιωματική βιβλιοθήκη. Το σύνολο των βακτηριακών κλώνων που περιέχουν τα αντίγραφα των mRNA όλων των γονιδίων που εκφράζονται στα συγκεκριμένα κύτταρα αποτελούν τη cDNA βιβλιοθήκη.

- B4. Σελ. 14: “Δεδομένα από την ανάλυση του ποσοστού των βάσεων σε μόρια DNA από διαφορετικούς οργανισμούς... των βάσεων $[(A+T)/(G+C)]$ διαφέρει από είδος σε είδος και σχετίζεται με το είδος του οργανισμού.”
Τα βακτήρια έχουν για γενετικό υλικό δίκλωνο DNA, επομένως στο βακτήριο της πρώτης καλλιέργειας ισχύει $A=T=28\%$ και $G=C=22\%$. Άρα ο λόγος $[(A+T)/(G+C)]$ είναι ίσος με 56/44. Επίσης στο βακτήριο της δεύτερης καλλιέργειας ισχύει $G=C=28\%$ και $A=T=22\%$. Άρα ο λόγος $[(A+T)/(G+C)]$ είναι ίσος με 44/56. Επομένως αφού ο λόγος $[(A+T)/(G+C)]$ είναι διαφορετικός στα βακτήρια των δύο καλλιεργειών, τα βακτήρια ανήκουν σε διαφορετικό είδος.

ΘΕΜΑ Γ

- Γ1. Από τα πειράματα του Mendel γνωρίζουμε ότι το μωσχομπίζελο μπορεί να είναι ψηλό ή κοντό και ότι το αλληλόμορφο που καθορίζει το ψηλό φυτό είναι επικρατές έναντι του κοντού. Επομένως, έστω:
Ψ: το αλληλόμορφο που καθορίζει το ψηλό φυτό και
ψ: το αλληλόμορφο που καθορίζει το κοντό φυτό
Άρα, ένα ψηλό φυτό μπορεί να έχει γονότυπο ΨΨ ή Ψψ, ενώ ένα κοντό φυτό έχει γονότυπο ψψ.
Επίσης, γνωρίζουμε ότι το χρώμα του σπέρματος στο μωσχομπίζελο μπορεί να είναι κίτρινο ή πράσινο και ότι το αλληλόμορφο που καθορίζει το κίτρινο χρώμα είναι επικρατές έναντι του πράσινου. Επομένως, έστω:
Κ: το αλληλόμορφο που καθορίζει το κίτρινο χρώμα σπέρματος και
κ: το αλληλόμορφο που καθορίζει το πράσινο χρώμα σπέρματος
Άρα, ένα άτομο με κίτρινο χρώμα σπέρματος μπορεί να έχει γονότυπο ΚΚ ή Κκ, ενώ ένα άτομο με πράσινο χρώμα σπέρματος έχει γονότυπο κκ.
Με βάση τα παραπάνω ένα ψηλό μωσχομπίζελο με κίτρινα σπέρματα μπορεί να έχει γονότυπο ΨΨΚΚ ή ΨΨΚκ ή ΨψΚΚ ή ΨψΚκ. Για να βρούμε το γονότυπο ενός τέτοιου ατόμου θα πραγματοποιήσουμε διασταύρωση ελέγχου.
Σελ. 72-73: “Ο Mendel προκειμένου να εξακριβώσει αν ένα ψηλό φυτό είχε γονότυπο ΨΨ (ομόζυγο)... δηλαδή ένα κοντό φυτό είναι πάντοτε ψψ.”
Σελ. 71: “Ο τρόπος με τον οποίο κληρονομούνται οι χαρακτήρες τους οποίους μελέτησε ο Mendel είναι αποτέλεσμα... αποτελεί τον **πρώτο νόμο του Mendel** ή **νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων**.”
Σελ. 73-74: “Σύμφωνα με τον **δεύτερο νόμο της ανεξάρτητης μεταβίβασης των γονιδίων**, που αναφέρει... τα χρωμοσώματα κάθε γονέα συνδυάζονται με τυχαίο τρόπο κατά τη δημιουργία των γαμετών.” Αφού τα δύο ζεύγη γονιδίων βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων ισχύει ο $2^{\text{ος}}$ νόμος του Mendel.

Σύμφωνα με τα παραπάνω οι διασταυρώσεις που απαιτούνται για να βρεθεί ο γονότυπος ενός ψηλού φυτού με κίτρινα σπέρματα είναι οι εξής:

P γενιά: ΨΨΚΚ (x) ψψκκ

γαμέτες: ΨΚ ψκ

F1 γενιά: ΨψΚκ

Φαινοτυπική αναλογία: όλα ψηλά φυτά με κίτρινα σπέρματα

P γένια: ΨΨΚκ (x) ψψκκ

γαμέτες: ΨΚ, Ψκ ψκ

F1 γενιά: ΨψΚκ, Ψψκκ

Φαινοτυπική αναλογία: 1 ψηλό φυτό με κίτρινα σπέρματα : 1 ψηλό φυτό με πράσινα σπέρματα

P γενιά: ΨψΚΚ (x) ψψκκ

γαμέτες: ΨΚ, ψΚ ψκ

F1 γενιά: ΨψΚκ, ψψΚκ

Φαινοτυπική αναλογία: 1 ψηλό φυτό με κίτρινα σπέρματα : 1 κοντό φυτό με κίτρινα σπέρματα

P γενιά: ΨψΚκ (x) ψψκκ

γαμέτες: ΨΚ, ψΚ, Ψκ, ψκ ψκ

F1 γενιά: ΨψΚκ, ψψΚκ, Ψψκκ, ψψκκ

Φαινοτυπική αναλογία: 1 ψηλό φυτό με κίτρινα σπέρματα : 1 κοντό φυτό με κίτρινα σπέρματα : 1 ψηλό φυτό με πράσινα σπέρματα : 1 κοντό φυτό με πράσινα σπέρματα

Επομένως ανάλογα με την φαινοτυπική αναλογία των απογόνων μπορούμε να προσδιορίσουμε το γονότυπο του ψηλού φυτού με κίτρινα σπέρματα.

- Γ2. Σελ 96: “Αν κατά τη διάρκεια της μειωτικής διαίρεσης δεν πραγματοποιηθεί φυσιολογικά ο διαχωρισμός των ομολόγων χρωμοσωμάτων... ονομάζεται **μονοσωμία**, ενώ η ύπαρξη ενός επιπλέον **τρισωμία**.”

και

Σελ 97: “Τα άτομα που πάσχουν από το **σύνδρομο Turner** έχουν φυσιολογικό αριθμό αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων... παρ’ όλο που έχουν φαινότυπο θηλυκού ατόμου και είναι στείρα.”

Κατά συνέπεια, ένα παιδί με σύνδρομο Turner προκύπτει από την ένωση ενός φυσιολογικού γαμέτη, που περιέχει 22 αυτοσωμικά και ένα Χ χρωμόσωμα, με έναν μη φυσιολογικό γαμέτη, που περιέχει 22 αυτοσωμικά και κανένα φυλετικό χρωμόσωμα. Ο μη φυσιολογικός γαμέτης μπορεί να είναι είτε το ωάριο είτε το σπερματοζωάριο και μπορεί να προκύψει από το μη διαχωρισμό είτε των ομολόγων φυλετικών χρωμοσωμάτων στην 1^η μειωτική διαίρεση είτε των αδελφών χρωματίδων του ενός φυλετικού χρωμοσώματος στη 2^η μειωτική διαίρεση.

- Γ3. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ. Έτσι στο γονίδιο που κωδικοποιεί την πολυπεπτιδική αλυσίδα των 100 αμινοξέων απαιτούνται 300 νουκλεοτίδια για την κωδικοποίηση των αμινοξέων αυτών. Στο γονίδιο αυτό υπάρχουν επιπλέον τα εξής νουκλεοτίδια:

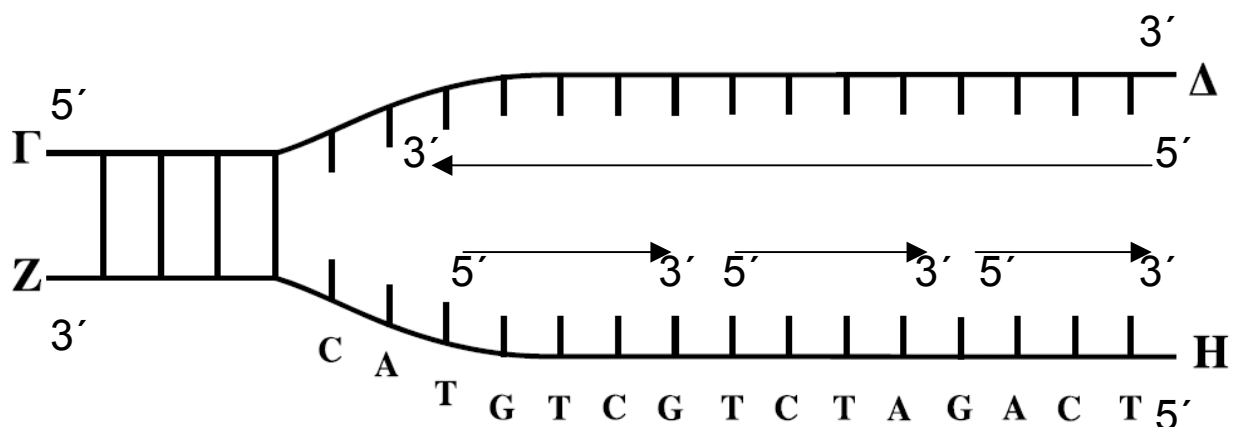
- 3 νουκλεοτίδια που αντιστοιχούν στο κωδικόνιο λήξης, στο οποίο γίνεται ο τερματισμός της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Το κωδικόνιο λήξης δεν κωδικοποιεί κάποιο αμινοξύ.
- νουκλεοτίδια που αντιστοιχούν στις δύο περιοχές του mRNA που δεν μεταφράζονται σε αμινοξέα. Η μία βρίσκεται στο 5' άκρο και η άλλη στο 3' άκρο. Οι αλληλουχίες αυτές ονομάζονται 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές αντίστοιχα.
- νουκλεοτίδια που αντιστοιχούν σε εσώνια. Τα περισσότερα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών είναι **ασυνεχή ή διακεκομμένα**. Δηλαδή η αλληλουχία που μεταφράζεται σε αμινοξέα διακόπτεται από ενδιάμεσες αλληλουχίες οι οποίες δεν μεταφράζονται σε αμινοξέα. Οι αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα ονομάζεται **εξώνια** και οι ενδιάμεσες αλληλουχίες ονομάζονται **εσώνια**.
- νουκλεοτίδια που αντιστοιχούν στις **αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής**, οι οποίες βρίσκονται στο τέλος του γονιδίου και είναι αλληλουχίες στις οποίες σταματά η σύνθεση του mRNA και επιτρέπουν την απελευθέρωσή του.
- νουκλεοτίδια που κωδικοποιούν αμινοξέα τα οποία αφαιρούνται από την πολυπεπτιδική αλυσίδα με μετα-μεταφραστική τροποποίηση. Για παράδειγμα, σε πολλές πρωτεΐνες απομακρύνονται ορισμένα αμινοξέα από το αρχικό αμινικό άκρο και γι' αυτό το λόγο δεν έχουν όλες οι πρωτεΐνες του οργανισμού ως πρώτο αμινοξύ τη μεθειονίνη.

Παρατήρηση: ο υποκινητής βρίσκεται πάντοτε **πριν** από την αρχή κάθε γονιδίου, επομένως τα νουκλεοτίδιά του **δεν** ανήκουν στο γονίδιο.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Σελ. 30: “Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια... είναι **συνεχής** στη μία και **ασυνεχής** στην άλλη.”

Έτσι, τα συνεχή και ασυνεχή τμήματα των νέων αλυσίδων και ο προσανατολισμός όλων των αλυσίδων είναι οι εξής:



Δ2. Σελ. 28: “Τα κύρια ένζυμα που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA ονομάζονται DNA πολυμεράσες... πρωταρχικά τμήματα.”

Έτσι το πρωταρχικό τμήμα του κλώνου που αντιγράφεται με συνεχή τρόπο είναι το εξής: 5' UCAGAUCU 3'

Δ3. 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. Έτσι η κωδική αλυσίδα και το mRNA είναι πανομοιότυπα και με τα ίδια άκρα με τη μόνη διαφορά ότι όπου υπάρχει T στην κωδική αλυσίδα θα υπάρχει U στο mRNA.

Η μετάφραση του mRNA αρχίζει πάντοτε από το κωδικόνιο 5' AUG 3' και τελειώνει σε ένα από τα κωδικόνια λήξης που είναι τα 5' UAG 3', 5' UAA 3' και 5' UGA 3'. Επομένως η κωδική αλυσίδα θα πρέπει να έχει αντίστοιχα το κωδικόνιο 5' ATG 3' και ένα από τα κωδικόνια 5' TAG 3', 5' TAA 3' και 5' TGA 3'.

Επίσης ο γενετικός κώδικας είναι:

- κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μία τριάδα νουκλεοτιδίων, δηλαδή το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ,
- συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο,
- μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.

Επομένως, στην κωδική αλυσίδα τα κωδικόνια έναρξης και λήξης πρέπει να διαχωρίζονται από ακέραιο αριθμό νουκλεοτιδίων. Η μόνη αλυσίδα που πληρεί τις παραπάνω προϋποθέσεις είναι η επάνω, η οποία είναι η κωδική.

Τα κωδικόνια του DNA είναι:

κωδική: 5' ATG – TCG – CGA – TGC – AAG – TTC – TAA 3'

μη κωδική: 3' TAC – AGC – GCT – ACG – TTC – AAG – ATT 5'

Δ4. Το τμήμα DNA που αποκόπηκε είναι το εξής:

5' CAAGTTCTAAT3'

3' GTTCAAGATTA5'

Δ5. Σελ. 97: “Η αναστροφή δημιουργείται από θραύσεις σε δύο διαφορετικά σημεία ενός χρωμοσώματος και επανένωση του τμήματος ύστερα από αναστροφή. Η αναστροφή έχει ως συνέπεια την αλλαγή της διάταξης των γονιδίων στο χρωμόσωμα.”

και

Σελ. 14: “Μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση πολλών νουκλεοτιδίων... ονομάζεται 3'-5' φωσφοδιεστερικός δεσμός.”

Επομένως το μόριο του DNA που προκύπτει μετά από την αναστροφή είναι το εξής:

5' TACATGTCGCGATGATTAGAACTTGCTCAATATCTT 3'

3' ATGTACAGCGCTACTAATCTTGAACGAGTTATAGAA 5'

Τα κωδικόνια του μορίου DNA που κωδικοποιούν το νέο πεπτίδιο είναι:

κωδική: 5' ATG – TCG – CGA – TGA 3'

μη κωδική: 3' TAC – AGC – GCT – ACT 5'

Επιμέλεια Καθηγητών Φροντιστηρίων Βακάλη