

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΣΠΟΥΔΕΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ



νέο φροντιστήριο



ΥΠΕΥΘΥΝΟΙ ΣΥΝΤΑΞΗΣ – ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

**Βυλλιώτης Αντώνης
Ζώης Γιώργος
Κυτρίδης Βελισσάριος
Παππά Γιώτα**

Παραγωγή: Φροντιστήρια “ΝΕΟ”
Σειρά: Εκπαιδευτικά βιβλία
Τίτλος: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

Copyright 2020: Φροντιστήρια “ΝΕΟ”

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση, η αναπαραγωγή – ολική, μερική ή περιληπτική – ή η απόδοση κατά παράφραση ή διασκευή του περιεχομένου του βιβλίου με οποιονδήποτε τρόπο, μηχανικό, ηλεκτρονικό, φωτοτυπικό, ηχογράφησης ή άλλο, χωρίς προηγούμενη γραπτή άδεια του εκδότη. Νόμος 2121/1993 και κανόνες του Διεθνούς Δικαίου που ισχύουν στην Ελλάδα.

Πρόλογος

Τα τελευταία χρόνια η Βιολογία Γ' Λυκείου Θετικών Σπουδών αντιμετωπίζεται σαν μάθημα αυξημένων απαιτήσεων. Για το λόγο αυτό, η ολοκληρωμένη προετοιμασία των υποψηφίων πρέπει να περιλαμβάνει την σε βάθος κατανόηση της θεωρίας της εξεταστέας ύλης, όπως και την εξοικείωσή τους με ασκήσεις κάθε τύπου.

Το βιβλίο που κρατάτε στα χέρια σας περιλαμβάνει μια παρουσίαση της θεωρίας υπό μορφή ερωτήσεων-απαντήσεων, μεθοδολογία για την επίλυση των ασκήσεων, λυμένα παραδείγματα, ασκήσεις για λύση και ερωτήσεις εμπέδωσης ανά κεφάλαιο.

Στόχος μας, πάνω απ'όλα, είναι να βοηθηθούν οι υποψήφιοι στην κατάκτηση του στόχου τους, καθώς και να διευκολυνθούν οι συνάδελφοι καθηγητές στη διδασκαλία του συγκεκριμένου μαθήματος.

Ελπίζουμε να τα καταφέραμε...

Αντώνης Βυλλιώτης

Γιώργος Ζώης

Βελισσάριος Κυτρίδης

Γιώτα Παππά

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Το Γενετικό Υλικό	4
Ερωτήσεις Κατανόησης	5
Μεθοδολογία – Λυμένες ασκήσεις	16
Ερωτήσεις Θεωρίας	20
Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής	23
Ερωτήσεις Σωστού – Λάθους	38
Ασκήσεις για Επίλυση	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Αντιγραφή, Έκφραση και Ρύθμιση της Γενετικής Πληροφορίας	48
Ερωτήσεις Κατανόησης	49
Μεθοδολογία – Λυμένες ασκήσεις	63
Ερωτήσεις Θεωρίας	70
Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής	75
Ερωτήσεις Σωστού – Λάθους	94
Ασκήσεις για Επίλυση	99

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Τεχνολογία του Ανασυνδυασμένου DNA	111
Ερωτήσεις Κατανόησης	112
Μεθοδολογία – Λυμένες ασκήσεις	121
Ερωτήσεις Θεωρίας	124
Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής	127
Ερωτήσεις Σωστού – Λάθους	141
Ασκήσεις για Επίλυση	147

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΤΟ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

1) Για ποιό λόγο οι επιστήμονες πίστευαν παλαιότερα ότι τα μόρια που μεταφέρουν τη γενετική πληροφορία είναι οι πρωτεΐνες και όχι το DNA;

Απάντηση

Οι επιστήμονες πίστευαν παλαιότερα ότι τα μόρια που μεταφέρουν τη γενετική πληροφορία είναι οι πρωτεΐνες και όχι το DNA, επειδή οι πρωτεΐνες είναι μόρια με μεγαλύτερη ποικιλομορφία ως αποτέλεσμα συνδυασμού είκοσι διαφορετικών αμινοξέων και όχι τεσσάρων μόνο νουκλεοτιδίων που είναι το DNA.

2) Να περιγράψετε το πείραμα του Griffith.

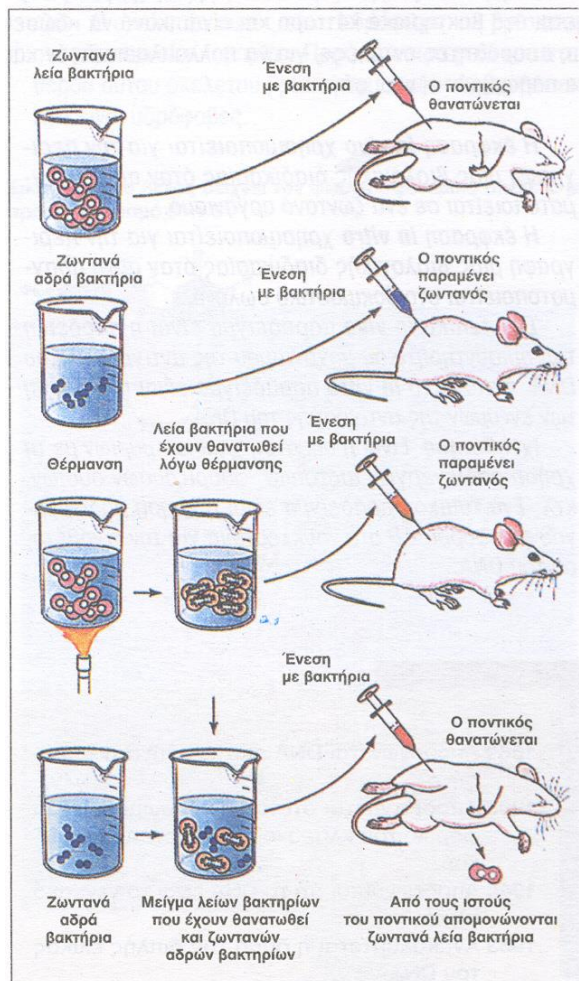
Απάντηση

Το 1928 στο πείραμά του ο Griffith χρησιμοποίησε τα εξής:

- Ένα στέλεχος του βακτηρίου πνευμονιόκοκκος (*Diplococcus pneumoniae*) το οποίο, όταν το καλλιεργούσε σε θρεπτικό υλικό, είχε κάλυμμα, σχημάτιζε **λείες** αποικίες και ήταν παθογόνο (δηλαδή σκότωνε τα ποντίκια που μόλυνε).
- Ένα στέλεχος του βακτηρίου πνευμονιόκοκκος (*Diplococcus pneumoniae*) το οποίο, όταν το καλλιεργούσε σε θρεπτικό υλικό, δεν είχε κάλυμμα, σχημάτιζε **αδρές** αποικίες και δεν ήταν παθογόνο (δηλαδή δε σκότωνε τα ποντίκια που μόλυνε).
- Ποντικούς που μόλυνε με τα προαναφερθέντα στελέχη των βακτηρίων.

Τα στάδια του πειράματος του Griffith ήταν τα παρακάτω:

- Χρησιμοποίησε υψηλή θερμοκρασία για να σκοτώσει τα λεία βακτήρια και με αυτά μόλυνε ποντικούς. Μετά τη μόλυνση οι ποντικοί παρέμεναν ζωντανοί.
- Κατόπιν ανέμειξε νεκρά λεία βακτήρια με ζωντανά αδρά και με το μείγμα μόλυνε ποντικούς. Μετά τη μόλυνση οι ποντικοί πέθαναν.
- Στο αίμα των νεκρών ποντικών βρέθηκαν ζωντανά λεία βακτήρια.
- Ο Griffith συμπέρανε ότι μερικά αδρά βακτήρια «μετασχηματίστηκαν» σε λεία παθογόνα ύστερα από αλληλεπίδραση με τα νεκρά λεία βακτήρια, αλλά δεν μπόρεσε να δώσει ικανοποιητική απάντηση για το πώς γίνεται αυτό.



3) Ποιοί επιστήμονες έδωσαν ικανοποιητική απάντηση στο πείραμα του Griffith; Με ποιο πείραμα; Ποιά ήταν η απάντηση αυτή;

Απάντηση

Το 1944 οι Avery, Mac-Leod και McCarty επανέλαβαν τα πειράματα του Griffith στο εργαστήριο, σε δοκιμαστικό σωλήνα (*in vitro*). Οι ερευνητές διαχώρισαν τα συστατικά των νεκρών λείων βακτηρίων σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, RNA, DNA κ.τ.λ και έλεγξαν ποιο από αυτά είχε την ικανότητα μετασχηματισμού. Διαπίστωσαν ότι το συστατικό που προκαλούσε το μετασχηματισμό των αδρών βακτηρίων σε λεία ήταν το **DNA**.

4) Ποιά ήταν τα βιοχημικά δεδομένα την εποχή των Avery, Mac-Leod και McCarty, τα οποία συνέτειναν στο ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό;

Απάντηση

Την εποχή των Avery, Mac-Leod και McCarty, τα βιοχημικά δεδομένα που συνέτειναν στο ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό ήταν:

- Η ποσότητα του DNA σε κάθε οργανισμό είναι σταθερή και δε μεταβάλλεται από αλλαγές στο περιβάλλον.
- Η ποσότητα του DNA είναι επίσης ίδια σε όλα τα είδη κυτάρων ενός

οργανισμού.

➤ Οι γαμέτες των ανώτερων οργανισμών, που είναι απλοειδείς, περιέχουν τη μισή ποσότητα DNA από τα σωματικά κύτταρα, που είναι διπλοειδή.

➤ Η ποσότητα του DNA είναι, κατά κανόνα, ανάλογη με την πολυπλοκότητα του οργανισμού. Συνήθως, όσο εξελικτικά ανώτερος είναι ο οργανισμός, τόσο περισσότερο DNA περιέχει σε κάθε κύτταρό του.

5) Να περιγράψετε το πείραμα με το οποίο επιβεβαιώθηκε ότι το γενετικό υλικό είναι το DNA.

Απάντηση

Η επιβεβαίωση ότι το γενετικό υλικό είναι το DNA έγινε το 1952 με τα πειράματα των Hershey και Chase. Οι επιστήμονες αυτοί μελέτησαν τον κύκλο ζωής του βακτηριοφάγου T₂. Ιχνηθέτησαν τους ιούς αυτούς με ραδιενεργό ³⁵S και ραδιενεργό ³²P. Το ³⁵S ενσωματώνεται μόνο στις πρωτεΐνες και όχι στο DNA, ενώ ο ³²P ενσωματώνεται μόνο στο DNA και όχι στις πρωτεΐνες. Κατόπιν μόλυναν με ραδιενεργούς ιούς (βακτηριοφάγους) βακτήρια. Διαπίστωσαν ότι μόνο το DNA των ιών εισερχόταν στα κύτταρα των βακτηρίων και ότι μόνο αυτό το μόριο μπορούσε να προκαλέσει τον πολλαπλασιασμό των νέων ιών (βακτηριοφάγων).

6) Σε ποιά περίπτωση χρησιμοποιούμε την έκφραση *in vitro* και σε ποιά την έκφραση *in vivo*; Να δώσετε από ένα παράδειγμα.

Απάντηση

***In vitro*:** Την έκφραση αυτή χρησιμοποιούμε για να περιγράψουμε μια βιολογική διαδικασία που πραγματοποιείται σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Παράδειγμα είναι η ανάλυση ενζύμων της αντιγραφής του DNA.

***In vivo*:** Την έκφραση αυτή χρησιμοποιούμε για να περιγράψουμε μια βιολογική διαδικασία που πραγματοποιείται σε ένα ζωντανό οργανισμό. Παράδειγμα είναι η απόδειξη του ημισυντηρητικού μηχανισμού αντιγραφής του DNA.

7) Να περιγράψετε πώς σχηματίζεται μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα.

Απάντηση

Σε κάθε νουκλεοτίδιο η αζωτούχος βάση συνδέεται με τον 1' άνθρακα της δεοξυριβόζης και η φωσφορική ομάδα με τον 5' άνθρακα¹. Μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση πολλών νουκλεοτιδίων με ομοιοπολικό δεσμό. Ο δεσμός αυτός 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 νουκλεοτιδίου². Ο δεσμός αυτός ονομάζεται **3'-5' φωσφοδιεστερικός δεσμός**. Με τον τρόπο αυτό η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα που δημιουργείται έχει ένα σκελετό που αποτελείται από επανάληψη των μορίων φωσφορική ομάδα - πεντόζη - φωσφορική ομάδα - πεντόζη.

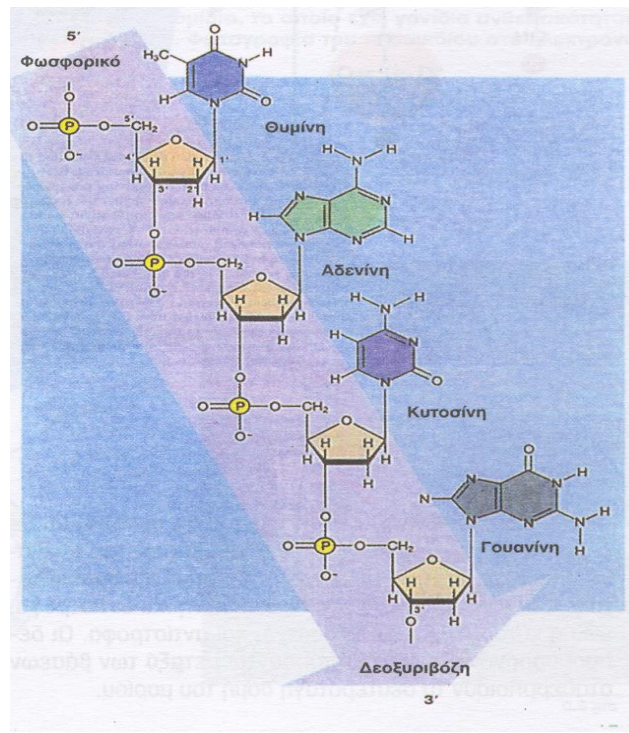
Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται

η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιό της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του. Για το λόγο αυτό αναφέρεται ότι ο προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι 5'→3'.

8) Ποιός δεσμός ονομάζεται φωσφοδιεστερικός;

Απάντηση

Μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση πολλών νουκλεοτιδίων με ομοιοπολικό δεσμό. Ο δεσμός αυτός 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. Ο δεσμός αυτός ονομάζεται 3' - 5' φωσφοδιεστερικός δεσμός.



1. Ο τόνος (1', 5' κτλ) δηλώνει τον άνθρακα του σακχάρου. Ο λόγος που βάζουμε τόνο στους άνθρακες των σακχάρων είναι για να ξεχωρίζουν από τους άνθρακες των αζωτούχων βάσεων.
2. Συγκεκριμένα, το υδροξύλιο του 3' άνθρακα του σακχάρου ενός δεοξυριβονουκλεοτιδίου ενώνεται με το υδροξύλιο του 5' άνθρακα του επόμενου σακχάρου με φωσφοδιεστερική γέφυρα.

9) Ποια είναι η δομή ενός νουκλεοτιδίου του DNA και ποια ενός νουκλεοτιδίου του RNA;

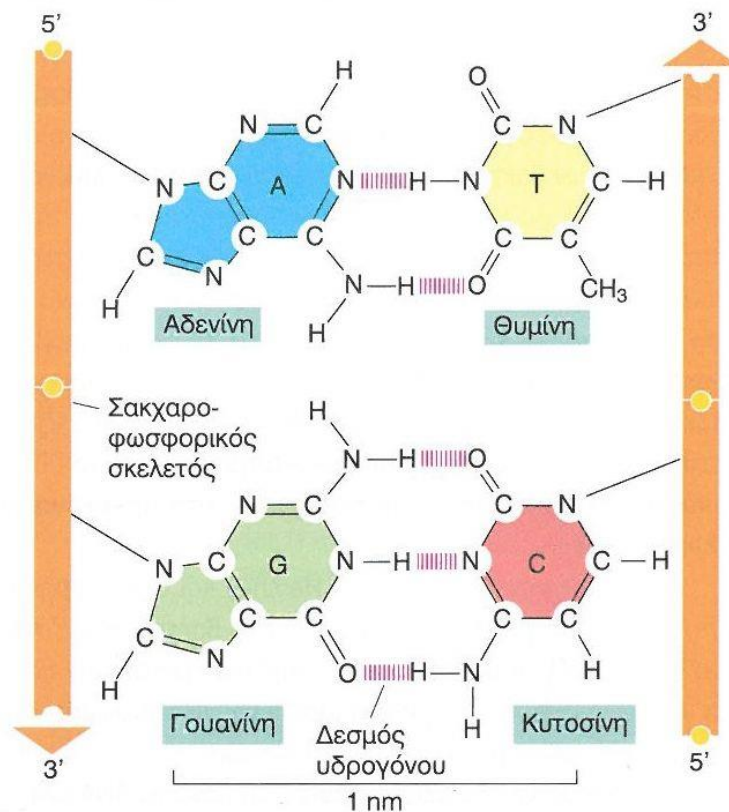
Απάντηση

Κάθε νουκλεοτίδιο του DNA (δεοξυριβονουκλεοτίδιο) δομείται από:

- ένα σάκχαρο, συγκεκριμένα μια πεντόζη, τη δεοξυριβόζη
- μια φωσφορική ομάδα
- μια αζωτούχο βάση (μία από τις: αδενίνη (A), θυμίνη (T), γουανίνη (G), κυτοσίνη (C)).

Κάθε νουκλεοτίδιο του RNA (ριβονουκλεοτίδιο) δομείται από:

- ένα σάκχαρο, συγκεκριμένα μια πεντόζη, τη ριβόζη
- μια φωσφορική ομάδα
- μια αζωτούχο βάση (μία από τις: αδενίνη (**A**), ουρακίλη (**U**), γουανίνη (**G**), κυτοσίνη (**C**))³



3. Η αδενίνη και η γουανίνη είναι πουρίνες, ενώ η θυμίνη, η κυτοσίνη και η ουρακίλη είναι πυριμιδίνες.

10) Τι εννοούμε όταν λέμε ότι ο προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι 5' → 3';

Απάντηση

Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιό της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του. Για το λόγο αυτό αναφέρεται ότι ο προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι 5' → 3'.

11) Τί έδειξαν τα δεδομένα από την ανάλυση του DNA σχετικά με το ποσοστό και την αναλογία των αζωτούχων βάσεων;

Απάντηση

Δεδομένα από την ανάλυση του ποσοστού των βάσεων σε μόρια DNA από διαφορετικούς οργανισμούς έδειξαν ότι σε κάθε μόριο DNA ο αριθμός των νουκλεοτιδίων που έχουν ως βάση την αδενίνη είναι ίσος με τον αριθμό των νουκλεοτιδίων που έχουν θυμίνη και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων που έχουν

ως βάση τη γουανίνη είναι ίσος με τον αριθμό αυτών που έχουν κυτοσίνη. Επίσης, βρέθηκε ότι η αναλογία των βάσεων $[(A + T)/(G + C)]$ διαφέρει από είδος σε είδος και έχει σχέση με το είδος του οργανισμού.

12) Ποιά επιστημονικά δεδομένα βοήθησαν στην ανακάλυψη της διπλής έλικας;

Απάντηση

Τα δεδομένα από την ανάλυση του ποσοστού των βάσεων σε μόρια DNA από διαφορετικούς οργανισμούς έδειξαν ότι $A = T$ και $G = C$. Επίσης, έδειξαν και ότι η αναλογία των βάσεων $[(A + T)/(G + C)]$ διαφέρει από είδος σε είδος και έχει σχέση με το είδος του οργανισμού. Τα δεδομένα αυτά, σε συνδυασμό με αποτελέσματα που αφορούσαν την απεικόνιση του μορίου του DNA με χρήση ακτίνων X (αποτέλεσμα της ερευνητικής εργασίας δύο ομάδων επιστημόνων: των Wilkins και Franklin, καθώς και των Watson και Crick), βοήθησαν στην ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA και απέδειξαν ότι το μόριο αυτό είναι ιδανικό ως γενετικό υλικό.

13) Ποιές ήταν οι διαπιστώσεις των Watson και Crick για το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA;

Απάντηση

Οι Watson και Crick διατύπωσαν το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA στο χώρο, σύμφωνα με το οποίο:

- Το DNA είναι ένα μόριο το οποίο αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες που σχηματίζουν στο χώρο μια δεξιόστροφη διπλή έλικα.
- Ο σταθερός σκελετός της διπλής έλικας αποτελείται από επαναλαμβανόμενες φωσφορικές ομάδες - δεοξυριβόζες ενωμένες με φωσφοδιεστερικό δεσμό. Ο σκελετός αυτός βρίσκεται στο εξωτερικό του μορίου και είναι υδρόφιλος. Στο εσωτερικό του μορίου βρίσκονται οι αζωτούχες βάσεις, που είναι υδρόφοβες.
- Οι αζωτούχες βάσεις της μιας αλυσίδας συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας. Οι δεσμοί υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των βάσεων σταθεροποιούν τη δευτεροταγή δομή του μορίου. Η σύνδεση των βάσεων γίνεται με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας, δηλαδή η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη και αντίστροφα, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντίστροφα.
- Η αδενίνη και η θυμίνη συνδέονται με δύο δεσμούς υδρογόνου, ενώ η γουανίνη και η κυτοσίνη συνδέονται με τρεις δεσμούς υδρογόνου.
- Οι δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες ενός μορίου DNA είναι συμπληρωματικές. Αυτό σημαίνει ότι η αλληλουχία της μιας καθορίζει την αλληλουχία της άλλης. Η συμπληρωματικότητα αυτή έχει πολύ μεγάλη σημασία για τον αυτοδιπλασιασμό του DNA (μία ιδιότητα που το καθιστά το καταλληλότερο μόριο για τη διατήρηση και τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας). Κάθε πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα DNA μπορεί να χρησιμεύει ως καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας και έτσι τελικά σχηματίζονται δύο δίκλινα μόρια DNA πανομοιότυπα με το μητρικό μόριο.

- Οι δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή το 3' άκρο της μιας είναι απέναντι από το 5' άκρο της άλλης.

14) Να αναφέρετε, συνοπτικά, τις λειτουργίες του γενετικού υλικού.

Απάντηση

Οι λειτουργίες του γενετικού υλικού, συνοπτικά, είναι:

- **Η αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας.** Στη δομή του DNA (ή του RNA των RNA ιών) περιέχονται οι πληροφορίες που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού.
- **Η διατήρηση και η μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας** από κύτταρο σε κύτταρο και από οργανισμό σε οργανισμό. Οι λειτουργίες αυτές επιτυγχάνονται με τον αυτοδιπλασιασμό του DNA.
- **Η έκφραση των γενετικών πληροφοριών**, που εξασφαλίζεται με τον έλεγχο της σύνθεσης των πρωτεϊνών.

15) Τί εννοούμε με τον όρο «γονιδίωμα» ενός κυτάρου;

Απάντηση

Με τον όρο «γονιδίωμα» εννοούμε το γενετικό υλικό του κυτάρου (προκαρυωτικού ή ευκαρυωτικού). Στα ευκαρυωτικά κύτταρα γενετικό υλικό υπάρχει στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες. Συνήθως όμως με τον όρο «γονιδίωμα» αναφερόμαστε στο γενετικό υλικό που βρίσκεται στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυτάρων.

16) Ποιά κύτταρα ονομάζονται απλοειδή και ποιιά διπλοειδή; Να δώσετε παραδείγματα απλοειδών και διπλοειδών κυτάρων.

Απάντηση

Απλοειδή ονομάζονται τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα συναντάται σε ένα μόνο αντίγραφο, όπως είναι τα προκαρυωτικά κύτταρα, οι γαμέτες των διπλοειδών οργανισμών και μονοκύτταροι οργανισμοί, όπως η αμοιβάδα. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε δύο αντίγραφα, όπως είναι τα σωματικά κύτταρα των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών, ονομάζονται διπλοειδή.

17) Ποιούς όρους χρησιμοποιούμε για την περιγραφή του μήκους ενός μορίου DNA και ενός μορίου mRNA;

Απάντηση

Για την περιγραφή του μήκους του DNA χρησιμοποιούμε τον όρο **«αριθμός ζευγών βάσεων»**. Για παράδειγμα, επειδή το DNA είναι δίκλωνο, ένα μόριο DNA έχει μήκος 3.000 ζεύγη βάσεων. Για την περιγραφή του μήκους του mRNA χρησιμοποιούμε τον όρο **«αριθμός βάσεων»**. Για παράδειγμα, επειδή το mRNA είναι μονόκλωνο, ένα μόριο mRNA έχει μήκος 3.000 βάσεις. Στην πραγματικότητα εννοούμε τον αριθμό των νουκλεοτιδίων του νουκλεϊκού οξέος. Η απλούστευση αυτή γίνεται γιατί το μόνο τμήμα του νουκλεοτιδίου που αλλάζει είναι η αζωτούχος βάση.

18) Ποιά μορφή έχει το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών οργανισμών;**Απάντηση**

Το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων είναι ένα δίκλωνο κυκλικό μόριο DNA και έχει μήκος 1 mm περίπου. Το τελικό μήκος αυτού του κυκλικού μορίου DNA είναι περίπου 1 μm , επειδή αναδιπλώνεται και πακετάρεται με τη βοήθεια κυρίως πρωτεϊνών. Σε πολλά βακτήρια, εκτός από το κύριο κυκλικό μόριο DNA, υπάρχουν ένα ή περισσότερα πλασμίδια. Τα πλασμίδια είναι δίκλωνα κυκλικά μόρια DNA με διάφορα μεγέθη. Αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο του βακτηριακού DNA και περιέχουν μικρό ποσοστό της γενετικής πληροφορίας. Αποτελούν το 1-2% του συνολικού DNA του προκαρυωτικού κυττάρου.

19) Ποιές είναι οι δυνατότητες που έχουν τα πλασμίδια των προκαρυωτικών κυττάρων;**Απάντηση**

Τα πλασμίδια έχουν τις εξής δυνατότητες:

- Να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό μεταξύ τους.
- Να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό με το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου.
- Να μεταφέρονται από ένα βακτήριο σε άλλο.

Με τον τρόπο αυτό μετασχηματίζουν το βακτήριο στο οποίο εισέρχονται και του προσδίδουν καινούριες ιδιότητες. Τέλος, πρέπει να αναφέρουμε ότι ορισμένα γονίδια, που περιέχονται στα πλασμίδια, προσδίδουν στο βακτήριο το χαρακτηριστικό της ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά. Επίσης, ορισμένα γονίδια σχετίζονται με τη μεταφορά γενετικού υλικού από ένα βακτήριο σε άλλο.

20) Ποιά είναι η μορφή και το μέγεθος του DNA στο ευκαρυωτικό κύτταρο;**Απάντηση**

Το DNA που υπάρχει στον πυρήνα κάθε ευκαρυωτικού κυττάρου αποτελείται από πολλά γραμμικά μόρια, ο αριθμός και το μήκος των οποίων είναι χαρακτηριστικά για τα διάφορα είδη των ευκαρυωτικών οργανισμών. Τα μόρια του DNA πακετάρονται με τη βοήθεια πρωτεϊνών και έτσι σχηματίζονται τα ινίδια χρωματίνης. Σε κάθε διπλοειδές κύτταρο του ανθρώπου το συνολικό DNA έχει μήκος περίπου 2m, το μήκος του δηλαδή είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό των προκαρυωτικών οργανισμών. Το μόριο αυτό συσπειρώνεται σε τέτοιο βαθμό, ώστε να χωράει στον πυρήνα του ευκαρυωτικού κυττάρου, η διάμετρος του οποίου δεν υπερβαίνει τα 10^{-5} m.

21) Ποιά είναι η δομή του νουκλεοσώματος;**Απάντηση**

Αν παρατηρήσουμε, ύστερα από ειδική επεξεργασία, στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο τα ινίδια χρωματίνης, θα διαπιστώσουμε ότι μοιάζουν με

κομπολογία από χάντρες. Στο κομπολόι αυτό κάθε «χάντρα» ονομάζεται νουκλεόσωμα και αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης των ινιδίων χρωματίνης. Το νουκλεόσωμα αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και από οκτώ μόρια πρωτεϊνών, που ονομάζονται ιστόνες. Το DNA είναι τυλιγμένο γύρω από τα οκτώ μόρια (οκταμερές) πρωτεϊνών των ιστονών.

22) Τί είναι οι ιστόνες;

Απάντηση

Οι ιστόνες είναι πρωτεΐνες οι οποίες βοηθούν το πακετάρισμα του DNA στο νουκλεόσωμα. Συγκεκριμένα, 146 ζεύγη βάσεων DNA τυλίγονται γύρω από οκτώ μόρια ιστονών, δημιουργώντας το νουκλεόσωμα.

23) Ποιούς σχηματισμούς ονομάζουμε χρωματίνη;

Απάντηση

Χρωματίνη ονομάζουμε τα ινίδια που σχηματίζονται με την αναδίπλωση των νουκλεοσωμάτων σε μεγαλύτερο βαθμό. Στην αναδίπλωση αυτή συμμετέχουν, εκτός από τις ιστόνες, και άλλα είδη πρωτεϊνών.

24) Να περιγράψετε τις χαρακτηριστικές μορφές του γενετικού υλικού ενός ευκαρυωτικού κυτάρου στα διάφορα στάδια του κυτταρικού κύκλου.

Απάντηση

Τα ινίδια χρωματίνης δεν είναι ορατά, ως μεμονωμένες δομές, με το οπτικό μικροσκόπιο. Κατά τη **μεσόφαση** το γενετικό υλικό έχει μικρό βαθμό συσπείρωσης και σχηματίζει δίκτυο ινιδίων χρωματίνης. Με το τέλος της αντιγραφής κάθε ινίδιο χρωματίνης έχει διπλασιαστεί. Τα δύο αντίγραφα κάθε ινιδίου συνδέονται μεταξύ τους με μια δομή που ονομάζεται κεντρομερίδιο. *Τον όρο «αδελφές χρωματίδες» χρησιμοποιούμε για να περιγράψουμε τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κατά το χρονικό διάστημα που είναι συνδεδεμένα στο κεντρομερίδιο.*

Στην **κυτταρική διαίρεση** οι αδελφές χρωματίδες συσπειρώνονται και, κατά το στάδιο της μετάφασης, αποκτούν το μέγιστο βαθμό συσπείρωσής τους. Αυτός ο υψηλός βαθμός συσπείρωσης κάνει τα μεταφασικά χρωμοσώματα ευδιάκριτα και έτσι είναι εύκολο πλέον να τα παρατηρήσουμε με το οπτικό μικροσκόπιο. Τα δύο νέα κύτταρα που προκύπτουν στο τέλος της κυτταρικής διαίρεσης είναι γενετικά όμοια μεταξύ τους και με το αρχικό, εφόσον το καθένα περιέχει τη μια από τις δύο «πρώην» αδελφές χρωματίδες.

25) Τί ονομάζουμε καρυότυπο;

Απάντηση

Καρυότυπο ονομάζουμε την απεικόνιση της ταξινόμησης των χρωμοσωμάτων κατά ζεύγη και ελαττούμενο μέγεθος.

26) Να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να κατασκευάσουμε τον καρυότυπο ενός ατόμου.

Απάντηση

Επειδή η μελέτη των χρωμοσωμάτων, τον καρυότυπο των οποίων θα παρατηρήσουμε, είναι δυνατή μόνο σε κύτταρα τα οποία διαιρούνται, τα προς παρατήρηση κύτταρα πρέπει να προέρχονται είτε από ιστούς που διαιρούνται φυσιολογικά είτε από κυτταροκαλλιέργειες, όπου γίνεται *in vitro* επαγωγή της διαίρεσης με ουσίες που έχουν μιτογόνο δράση. Έτσι:

- Τα χρωμοσώματα μελετώνται στο στάδιο της μετάφασης, επειδή τότε εμφανίζουν το μεγαλύτερο βαθμό συσπείρωσης και είναι ευδιάκριτα.
- Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε ουσίες οι οποίες σταματούν την κυτταρική διαίρεση στη φάση αυτή, επειδή σε έναν πληθυσμό διαιρούμενων κυττάρων το ποσοστό αυτών που βρίσκονται στη μετάφαση είναι μικρό.
- Ακολουθώντας τα κύτταρα επωάζονται σε υποτονικό διάλυμα, ώστε να σπάσει η κυτταρική τους μεμβράνη.
- Τα χρωμοσώματα των κυττάρων απλώνονται σε αντικειμενοφόρο πλάκα.
- Τέλος, χρωματίζονται με ειδικές χρωστικές ουσίες και παρατηρούνται στο μικροσκόπιο.

27) Τί είναι οι αδελφές χρωματίδες και τι το κεντρομερίδιο ενός χρωμοσώματος;

Απάντηση

Κάθε φυσιολογικό μεταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες οι οποίες συγκρατούνται στο κεντρομερίδιο.

28) Ποιά χρωμοσώματα ονομάζονται αυτοσωμικά και ποιά φυλετικά στον άνθρωπο;

Απάντηση

Στον άνθρωπο, τα φυσιολογικά αρσενικά και θηλυκά άτομα έχουν στον πυρήνα των σωματικών τους κυττάρων 23 ζεύγη χρωμοσωμάτων. Το ένα χρωμόσωμα κάθε ζεύγους είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης. Από τα 23 ζεύγη, τα 22 είναι μορφολογικά ίδια στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα και ονομάζονται αυτοσωμικά χρωμοσώματα. Το 23ο ζεύγος στα θηλυκά άτομα αποτελείται από δύο X χρωμοσώματα ενώ στα αρσενικά από ένα X και ένα Y χρωμόσωμα. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται φυλετικά.

29) Πώς καθορίζεται το θηλυκό και πώς το αρσενικό άτομο στον άνθρωπο;

Απάντηση

Ο άνθρωπος διαθέτει 23 ζεύγη χρωμοσωμάτων. Από αυτά τα 23 ζεύγη, τα 22 είναι μορφολογικά ίδια στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα και ονομάζονται

αυτοσωμικά χρωμοσώματα. Το 23ο ζεύγος στα θηλυκά άτομα αποτελείται από δύο X χρωμοσώματα ενώ στα αρσενικά από ένα X και ένα Y χρωμόσωμα. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται φυλετικά και καθορίζουν το φύλο. Στον άνθρωπο η παρουσία του Y χρωμοσώματος καθορίζει το αρσενικό φύλο, ενώ η απουσία του καθορίζει το θηλυκό.

30) Για ποιες λειτουργίες περιέχει πληροφορίες το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων;

Απάντηση

Όπως γνωρίζουμε, τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν γενετικό υλικό. Αυτό το γενετικό υλικό περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους, δηλαδή σχετικά με την οξειδωτική φωσφορυλίωση (των μιτοχονδρίων) και τη φωτοσύνθεση (των χλωροπλάστων). Πρέπει να αναφέρουμε ότι αυτό το γενετικό υλικό κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών.

31) Για ποιό λόγο τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες ονομάζονται ημιαυτόνομα οργανίδια;

Απάντηση

Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα οργανίδια επειδή δεν είναι ανεξάρτητα από τον πυρήνα του κυττάρου. Βέβαια, το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους, δηλαδή σχετικά με την οξειδωτική φωσφορυλίωση και τη φωτοσύνθεση αντίστοιχα, και κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών που σχετίζονται με τις λειτουργίες αυτές. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες, που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία και τη δομή των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων, κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα.

32) Γιατί η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων ενός οργανισμού είναι μητρική;

Απάντηση

Η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων χαρακτηρίζεται ως μητρική επειδή το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο.

33) Ποιό νουκλεϊκό οξύ είναι το γενετικό υλικό των ιών;

Απάντηση

Οι ιοί περιέχουν ένα μόνο είδος νουκλεϊκού οξέος, το οποίο μπορεί να είναι DNA ή RNA.

- Οι DNA ιοί μπορεί να έχουν DNA μονόκλωνο ή δίκλωνο, γραμμικό ή κυκλικό.
- Οι RNA ιοί έχουν συνήθως γραμμικό RNA (σε σπάνιες μόνο περιπτώσεις είναι κυκλικό), το οποίο μπορεί να είναι μονόκλωνο ή δίκλωνο.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

- Το γενετικό υλικό μπορεί να είναι DNA ή RNA, μονόκλωνο ή δίκλωνο, γραμμικό ή κυκλικό.
- **Στα ευκαρυωτικά κύτταρα** το γενετικό υλικό είναι πάντα δίκλωνο DNA. Στον πυρήνα είναι γραμμικό. Στα μιτοχόνδρια είναι συνήθως κυκλικό (σε ορισμένα κατώτερα πρωτόζωα είναι γραμμικό). Στους χλωροπλάστες είναι κυκλικό.
- **Στα προκαρυωτικά κύτταρα** το γενετικό υλικό (κυρίως γενετικό υλικό και πλασμίδια) είναι πάντα δίκλωνο κυκλικό DNA.
- **Στους ιούς** το γενετικό υλικό μπορεί να είναι DNA (κυκλικό ή γραμμικό, μονόκλωνο ή δίκλωνο) ή RNA (κυκλικό ή γραμμικό, μονόκλωνο ή δίκλωνο).

Για τον υπολογισμό των αζωτούχων βάσεων:

Αν το μόριο του νουκλεϊκού οξέος είναι **μονόκλωνο**, τότε το μόνο γνωστό είναι ότι το άθροισμα $A + T$ (ή U) + $G + C = n$, όπου n ο αριθμός των νουκλεοτιδίων ή $A\% + T\%$ (ή $U\%$) + $G\% + C\% = 100\%$.

Αν το μόριο του νουκλεϊκού οξέος είναι **δίκλωνο**, τότε:

$A = T$ (ή U) και $G = C$ ή $A\% = T\%$ (ή $u\%$) και $G\% = C\%$.

$A + G = T + C$, άρα $A + G / T + C = 1$

$A + T + G + C = n$, άρα **$2A + 2G = n$** .

Για τον υπολογισμό των δεσμών υδρογόνου:

Μεταξύ των νουκλεοτιδίων A και T (ή U) αναπτύσσονται δύο δεσμοί υδρογόνου, ενώ μεταξύ των νουκλεοτιδίων C και G αναπτύσσονται τρεις.

Το σύνολο των δεσμών υδρογόνου είναι ίσο με το άθροισμα των δεσμών που αναπτύσσονται στα ζεύγη $A - T$ (ή U) και $C - G$.

Δεσμοί υδρογόνου = ζεύγη $(A-T) \times 2$ + ζεύγη $(C-G) \times 3 = 2A + 3G$.

Ο αριθμός των δεσμών υδρογόνου μπορεί να υπολογιστεί ακόμη και εάν δίνεται ο **αριθμός των νουκλεοτιδίων της μιας αλυσίδας** του δίκλωνου μορίου.

Δεσμοί υδρογόνου = $2(A + T) + 3(G + C)$.

Για τον υπολογισμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών (φ.δ.):

Αν το γενετικό υλικό είναι **κυκλικό μονόκλωνο ή δίκλωνο**, τότε ο αριθμός των φ.δ. είναι ίσος με τον αριθμό των νουκλεοτιδίων (**φ.δ. = n**).

Αν το γενετικό υλικό είναι **γραμμικό και δίκλωνο**, τότε ο αριθμός των φ.δ. είναι ίσος με τον αριθμό των νουκλεοτιδίων μείον δύο (**φ.δ. = $n - 2$**).

Αν το γενετικό υλικό είναι **γραμμικό και μονόκλωνο**, τότε ο αριθμός των φ.δ. είναι ίσος με τον αριθμό των νουκλεοτιδίων μείον ένα (**φ.δ. = $n - 1$**).

Κατά τη δημιουργία ενός φωσφοδιεστερικού δεσμού αποσπάται κατά την αντίδραση συμπίκνωσης και ένα μόριο νερού.

Αριθμός **φ.δ.** = Αριθμός **μορίων νερού**. Το ίδιο ισχύει και κατά την υδρόλυση των φωσφοδιεστερικών δεσμών.

- Ένα τυπικό σωματικό κύτταρο έχει συγκεκριμένο αριθμό χρωμοσωμάτων, καθόλη τη διάρκεια της ζωής του. Εκείνο που αλλάζει είναι η μορφή των χρωμοσωμάτων αυτών.
- Ένα τυπικό σωματικό κύτταρο έχει διπλάσιο αριθμό μορίων DNA, αφού ολοκληρωθεί η αντιγραφή.
- Τα ζεύγη αδελφών χρωματίδων (μετά την αντιγραφή) είναι ίδια σε αριθμό με τα ινίδια χρωματίνης (πριν την αντιγραφή).
- Οι αδελφές χρωματίδες είναι διπλάσιες σε αριθμό από τα ινίδια χρωματίνης.
- Κάθε ινίδιο χρωματίνης, μέσω της αντιγραφής του, μετατρέπεται σε δύο πανομοιότυπες αδελφές χρωματίδες (ή σε ένα ζεύγος πανομοιότυπων χρωματίδων).
- Κάθε νουκλεόσωμα διαθέτει 146 ζεύγη νουκλεοτιδίων (ή 292 νουκλεοτίδια) και 8 ιστόνες.

	Αρχή μεσόφασης (πριν την αντιγραφή)	Τέλος μεσόφασης (μετά την αντιγραφή)	Μίτωση (μετά την αντιγραφή)
Ινίδια χρωματίνης	a	-	-
Αδελφές χρωματίδες	-	2a	2a
Ζεύγη αδελφών χρωματίδων	-	a	a
Μόρια DNA	a	2a	2a
Χρωμοσώματα	a	a	a

ΛΥΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ 1: Ο βάτραχος ανήκει στους διπλοειδείς οργανισμούς και έχει 13 ζεύγη χρωμοσωμάτων σε κάθε σωματικό του κύτταρο. Δεδομένου ότι το φύλο του καθορίζεται όπως και στον άνθρωπο, να υπολογίσετε:

- α) Πόσα αυτοσωμικά και πόσα φυλετικά χρωμοσώματα υπάρχουν σε ένα ωάριο και σε ένα σπερματοζωάριό του;
- β) Πόσα φυλετικά και πόσα αυτοσωμικά χρωμοσώματα υπάρχουν σε ένα σωματικό κύτταρό του;
- γ) Πόσες χρωματίδες και πόσα κεντρομερίδια υπάρχουν σε ένα σωματικό κύτταρό του;
- δ) Πόσα μόρια DNA υπάρχουν σε ένα σωματικό κύτταρο αυτού του οργανισμού στην αρχή της μεσόφασης και πόσα στην αρχή της μίτωσης;
- ε) Πόσα μόρια DNA υπάρχουν σε ένα γαμέτη του βατράχου;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Από τα 13 ζεύγη (ομόλογων) χρωμοσωμάτων, 1 ζεύγος αποτελεί τα φυλετικά χρωμοσώματα και τα υπόλοιπα 12 ζεύγη αποτελούν τα αυτοσωμικά. Δηλαδή, τα φυλετικά χρωμοσώματα ενός σωματικού κυττάρου είναι 2, ενώ τα αυτοσωμικά χρωμοσώματα είναι 24. Επειδή το ωάριο και το σπερματοζωάριο είναι γεννητικά κύτταρα (δηλαδή απλοειδή κύτταρα με ένα αντίγραφο του γενετικού τους υλικού) θα έχουν τα μισά φυλετικά και τα μισά αυτοσωμικά

χρωμοσώματα, συγκριτικά με το σωματικό κύτταρο. Δηλαδή, θα έχουν 1 φυλετικό και 12 αυτοσωμικά χρωμοσώματα.

β) Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το σωματικό κύτταρο θα έχει 2 φυλετικά και 24 αυτοσωμικά χρωμοσώματα.

γ) Εφόσον χρησιμοποιείται ο όρος “χρωματίδες”, σημαίνει πως έχει προηγηθεί η αντιγραφή του DNA. Κάθε χρωμόσωμα έχει πλέον τη μορφή ενός ζεύγους αδελφών χρωματίδων. Δηλαδή, τα 26 χρωμοσώματα είναι, στην ουσία, 26 ζεύγη αδελφών χρωματίδων. Κάθε ζεύγος όμοιων χρωματίδων συγκρατείται με ένα κεντρομερίδιο. Συνολικά, λοιπόν, οι χρωματίδες είναι 52 και 26 είναι τα κεντρομερίδια που τις συγκρατούν.

δ) Στην αρχή της μεσόφασης, δεν έχει γίνει η αντιγραφή του DNA. Κάθε χρωμόσωμα (που ονομάζεται και ινίδιο χρωματίνης) είναι ένα δίκλωνο μόριο DNA. Έτσι, τα 26 χρωμοσώματα είναι 26 μόρια DNA. Στην αρχή της μίτωσης, όμως, έχει γίνει η αντιγραφή του DNA. Κάθε χρωμόσωμα (το οποίο από ινίδιο χρωματίνης έχει μετατραπεί σε ζεύγος αδελφών χρωματίδων) αποτελείται από δύο δίκλωνα μόρια DNA. Έτσι, τα 26 χρωμοσώματα ισοδυναμούν με 52 μόρια DNA.

ε) Ο γαμέτης (ωάριο ή σπερματοζάριο) είναι απλοειδές κύτταρο. Κάθε χρωμόσωμά του είναι και ένα δίκλωνο μόριο DNA. Άρα, ο αριθμός μορίων DNA του γαμέτη είναι 13.

ΛΥΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ 2: Το χλωροπλαστικό DNA στα κύτταρα ενός φυτού έχει μήκος 133.250 ζεύγη βάσεων. Το 13,2% του συνόλου των νουκλεοτιδίων του έχει ως βάση την κυτοσίνη. Πόσοι είναι οι δεσμοί υδρογόνου που συγκρατούν τους δύο συμπληρωματικούς κλώνους του μορίου;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το DNA των χλωροπλαστών είναι δίκλωνο κυκλικό μόριο. Εφόσον ζητούνται οι δεσμοί υδρογόνου του μορίου, θα πρέπει να σκεφτούμε πού σχηματίζονται δεσμοί υδρογόνου. Γνωρίζοντας ότι τέτοιοι δεσμοί σχηματίζονται ανάμεσα στα ζεύγη συμπληρωματικών βάσεων, θα πρέπει να υπολογίσουμε πόσα ζεύγη έχει το μόριο. Φυσικά, θα πρέπει να γίνει ξεχωριστός υπολογισμός για τα ζεύγη θυμίνης – αδερίνης (καθένα από τα οποία διαθέτει δύο δεσμούς υδρογόνου) και ξεχωριστός για τα ζεύγη κυτοσίνης – γουανίνης (καθένα από τα οποία διαθέτει τρεις δεσμούς υδρογόνου).

Το ποσοστό νουκλεοτιδίων κυτοσίνης δίνεται ως μέρος του συνόλου των νουκλεοτιδίων του μορίου. Αφού όμως το μόριο έχει 133.250 ζεύγη βάσεων, τότε τα νουκλεοτίδια θα είναι διπλάσια σε αριθμό, δηλαδή $2 \times 133.250 = 266.500$.

Το 13,2% αυτού του αριθμού αντιστοιχεί στα νουκλεοτίδια κυτοσίνης. Δηλαδή:

$$100\% \rightarrow 266.500$$

$$13,2\% \rightarrow x$$

$$x = 35.178 \text{ νουκλεοτίδια κυτοσίνης. Ίδιος θα είναι και ο αριθμός νουκλεοτιδίων}$$

γουανίνης, λόγω συμπληρωματικότητας.

Οι δεσμοί υδρογόνου ανάμεσα σε αυτά τα 35.178 ζεύγη κυτοσίνης – γουανίνης είναι:

$$3 \times 35.178 = 105.534$$

Τα υπόλοιπα $133.250 - 35.178 = 78.072$ ζεύγη νουκλεοτιδίων είναι ζεύγη θυμίνης – αδενίνης. Οι δεσμοί υδρογόνου σε αυτά είναι:

$$2 \times 78.072 = 156.144$$

Τελικά, οι συνολικοί δεσμοί υδρογόνου στο χλωροπλαστικό DNA είναι:

$$105.534 + 156.144 = 261.678$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Ποιά μακρομόρια πίστευαν αρχικά οι επιστήμονες ότι αποτελούσαν το γενετικό υλικό των κυττάρων και γιατί;
2. Σε τί διέφεραν μορφολογικά τα δύο στελέχη του οργανισμού που χρησιμοποίησε ο Griffith στα πειράματά του;
3. Να περιγραφούν τα πειράματα του Griffith.
4. Σε ποιο συμπέρασμα κατέληξε ο Griffith;
5. Τί ονομάζεται αποικία;
6. Τί περιελάμβαναν τα πειράματα των Avery-MacLeod και McCarthy και τι διαπιστώθηκε με τα πειράματα αυτά;
7. Ποιά βιοχημικά δεδομένα υποστήριζαν το 1944 ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό;
8. Να περιγράψετε τα πειράματα των Hershey και Chase.
9. Να εξηγηθούν οι όροι *in vivo* και *in vitro*.
10. Ποιά είναι τα μονομερή των νουκλεϊκών οξέων;
11. Ποιά είναι η δομή των νουκλεοτιδίων;
12. Με ποιόν τρόπο συνδέονται μεταξύ τους τα νουκλεοτίδια μιας πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας;
13. Γιατί ο φωσφοδιεστερικός δεσμός που συνδέει δύο διαδοχικά νουκλεοτίδια μιας πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας ονομάζεται 3' - 5';
14. Ποιά στοιχεία σχετικά με τη δομή του DNA βοήθησαν στην ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA;
15. Γιατί λέμε ότι ο προσανατολισμός των αλυσίδων του DNA είναι 5' -3';
16. Τί προτείνει το μοντέλο της διπλής έλικας για το μόριο του DNA;
17. Ποιές είναι συνοπτικά οι λειτουργίες του γενετικού υλικού;
18. Ποιά κύτταρα ονομάζονται απλοειδή;
19. Ποιά κύτταρα ονομάζονται διπλοειδή;
20. Τί ονομάζεται γονιδίωμα ενός κυττάρου;
21. Πώς μετράμε το μήκος ενός νουκλεϊκού οξέος;

22. Ποιά μορφή έχει το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων;
23. Πώς συσπειρώνεται το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων;
24. Τί είναι τα πλασμίδια και τι γενετικές πληροφορίες περιέχονται σ' αυτά;
25. Ποιές είναι οι διαφορετικές μορφές του γενετικού υλικού ενός ευκαρυωτικού κυττάρου κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου;
26. Τί είναι οι αδελφές χρωματίδες;
27. Τί είναι οι ιστόνες και ποιός είναι ο ρόλος τους;
28. Τί είναι το κεντρομερίδιο;
29. Τί είναι τα νουκλεοσώματα και ποιά είναι η δομή τους;
30. Τί ονομάζεται καρυότυπος και με ποιά διαδικασία δημιουργείται;
31. Ποιά διαδικασία ακολουθούμε για τη μελέτη των χρωμοσωμάτων;
32. Ποιά ονομάζουμε αυτοσωμικά χρωμοσώματα;
33. Ποιά ονομάζουμε φυλετικά χρωμοσώματα;
34. Γιατί τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες χαρακτηρίζονται ως "ημιαυτόνομα" οργανίδια;
35. Σε τί διαφέρει το κύριο μόριο DNA ενός βακτηρίου από αυτό των πλασμιδίων;
36. Να συγκρίνετε την οργάνωση του γενετικού υλικού των προκαρυωτικών κυττάρων με αυτή των προκαρυωτικών.
37. Να περιγράψετε ένα πείραμα με το οποίο να αποδεικνύεται ότι οι πρωτεΐνες δεν είναι φορέας της γενετικής πληροφορίας.
38. Ποιές διαφορές εμφανίζουν 2 μεταφασικά χρωμοσώματα μεταξύ τους;
39. Ποιά χαρακτηριστικά των χρωμοσωμάτων χρησιμοποιούν οι γενετιστές για να εντοπίσουν τα ομόλογα χρωμοσώματα;
40. Γιατί στο πείραμα των Hershey και Chase επιλέχθηκαν για ιχνηθέτηση τα στοιχεία θείο και φώσφορος; Θα μπορούσαν να είχαν χρησιμοποιήσει άζωτο ή οξυγόνο;
41. Πώς μπορούμε από τον καρυότυπο να ελέγξουμε αν ένας οργανισμός είναι απλοειδής ή διπλοειδής;

42. Πού εντοπίζονται τα δυο ήδη νουκλεϊκών οξέων σε ένα ανθρώπινο κύτταρο;
43. Θα μπορούσε ένα μικρό τμήμα DNA να αποτελείται μόνο από αδερίνη ή γουανίνη;
44. Σε ποιά χαρακτηριστικά μπορούν να διαφέρουν μεταξύ τους δυο μόρια DNA;
45. Μπορεί ένα βακτήριο να χάσει την ανθεκτικότητά του σε ένα αντιβιοτικό;
46. Ποιούς δεσμούς γνωρίζετε στο μόριο του DNA;
47. Τί σημαίνει συμπληρωματικότητα των βάσεων του DNA;
48. Ποιά η σημασία της συμπληρωματικότητας των βάσεων;
49. Σε τί διαφέρει το γενετικό υλικό των σωματικών κυττάρων από εκείνο των γεννητικών κυττάρων;
50. Τί σημαίνει ο όρος γονίδιο;
51. Ποιά η σημασία του διπλασιασμού του DNA;
52. Σε τί διαφέρει το χρωμόσωμα 3 από το χρωμόσωμα 9 του ανθρώπου;
53. Η σύνδεση με δεσμούς υδρογόνου της Α με τη Τ είναι τόσο ισχυρή όσο και η σύνδεση της C με τη G;
54. Ένα δεοξυριβονουκλεοτίδιο αποτελεί μονομερές ενός μορίου DNA που απομονώθηκε από πυρήνα ευκαρυωτικού κυττάρου. Με πόσους και ποιους δεσμούς είναι δυνατό το νουκλεοτίδιο να συνδέεται με άλλα μονομερή του μορίου;
55. Στα σωματικά κύτταρα του αλόγου υπάρχουν 64 χρωμοσώματα, ενώ τα αντίστοιχα του γαϊδάρου 62 χρωμοσώματα. Το μουλάρι είναι ένα ζώο που προκύπτει από την διασταύρωση αρσενικού γαϊδάρου με θηλυκό άλογο και είναι στείρο. Πόσα χρωμοσώματα περιέχονται σε ένα σωματικό κύτταρο μουλαριού; Που οφείλεται κατά τη γνώμη σας η στειρότητα του;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1. Ένα χρωμόσωμα, στην αρχή της μίτωσης, αποτελείται από:
 - α) δύο ομόλογες χρωματίδες
 - β) δύο ινίδια χρωματίνης
 - γ) δύο αδελφές χρωματίδες
 - δ) δύο κλώνους DNA

2. Η ιχνηθέτηση του DNA, με σκοπό την ανίχνευση του ρόλου του, έγινε:
 - α) με ραδιενεργό ^{32}P
 - β) με ραδιενεργό ^{35}S
 - γ) με ραδιενεργά ^{32}P και ^{35}S
 - δ) με κανένα από τα παραπάνω

3. Τα βακτήρια έχουν ένα αντίγραφο του γονιδιώματός τους. Έτσι, χαρακτηρίζονται ως:
 - α) προκαρυωτικοί οργανισμοί
 - β) διπλοειδείς οργανισμοί
 - γ) μονοκύτταροι οργανισμοί
 - δ) απλοειδείς οργανισμοί

4. Πλασμίδιο είναι:
 - α) το γενετικό υλικό μερικών ιών
 - β) το γονιδίωμα μερικών βακτηρίων
 - γ) ένα μικρό μόριο του συνολικού DNA μερικών βακτηρίων
 - δ) κάθε κυκλικό μόριο DNA που εμφανίζεται στα βακτήρια

5. Το τυπικό σωματικό κύτταρο ενός φυσιολογικού ανθρώπου περιέχει:
 - α) ένα X και ένα Y χρωμόσωμα
 - β) οπωσδήποτε ένα X χρωμόσωμα
 - γ) μόνο ένα X ή μόνο ένα Y χρωμόσωμα, ανάλογα με το φύλο του
 - δ) ένα ζεύγος X χρωμοσωμάτων

6. Ένα τυπικό σωματικό κύτταρο μιας γυναίκας διαθέτει:
 - α) 46 αυτοσωμικά χρωμοσώματα
 - β) 22 ζεύγη αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων και δύο ανόμοια φυλετικά χρωμοσώματα
 - γ) 44 αυτοσωμικά χρωμοσώματα και 2 όμοια φυλετικά χρωμοσώματα
 - δ) 23 χρωμοσώματα, μεταξύ των οποίων και ένα ζεύγος X χρωμοσωμάτων

7. Τα φυλετικά χρωμοσώματα:
 - α) υπάρχουν μόνο στα γεννητικά κύτταρα των πολυκύτταρων οργανισμών
 - β) αποτελούν πάντα ένα ζευγάρι όμοιων χρωμοσωμάτων, στα σωματικά κύτταρα
 - γ) υπάρχουν τόσο στα γεννητικά όσο και στα σωματικά κύτταρα
 - δ) είναι ορατά με οπτικό μικροσκόπιο, κατά την διάρκεια της μεσόφασης

- 8.** Το ανθρώπινο γονιδίωμα αποτελείται από 6×10^9 :
- α) βάσεις, σε ένα απλοειδές κύτταρο
 - β) ζεύγη βάσεων, σε ένα απλοειδές κύτταρο
 - γ) βάσεις, σε ένα διπλοειδές κύτταρο
 - δ) ζεύγη βάσεων, σε ένα μιτοχόνδριο
- 9.** Οι γαμέτες είναι απλοειδή κύτταρα γιατί:
- α) το γενετικό τους υλικό υπάρχει σε ένα μόνο αντίγραφο
 - β) το γονιδίωμα τους είναι μονόκλωνο
 - γ) η δομή τους είναι όμοια με των προκαρυωτικών κυττάρων
 - δ) *τίποτα από τα παραπάνω*
- 10.** Μόριο DNA διαθέτει 1000 φωσφοδιεστερικούς δεσμούς και 1000 νουκλεοτίδια, από τα οποία 200 έχουν ως αζωτούχα βάση την αδερίνη και 200 την κυτοσίνη. Το μόριο αυτό είναι:
- α) μονόκλωνο κυκλικό
 - β) δίκλωνο κυκλικό
 - γ) μονόκλωνο γραμμικό
 - δ) δίκλωνο γραμμικό
- 11.** Τί μήκος έχει το κύριο DNA ενός βακτηρίου, αφού αναδιπλωθεί και πακεταριστεί;
- α) 1 mm
 - β) 10 mm
 - γ) 1 μm
 - δ) 10 μm
- 12.** Καθένα από τα 46 χρωμοσώματα, που απεικονίζονται στον ανθρώπινο καρυότυπο, αποτελείται από:
- α) δύο νουκλεοσώματα
 - β) δύο ινίδια χρωματίνης
 - γ) δύο αδελφές χρωματίδες
 - δ) δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες
- 13.** Η ιχνηθέτηση βρήκε εφαρμογή:
- α) στο πείραμα του Griffith
 - β) στο πείραμα του Avery
 - γ) στο πείραμα του Hershey
 - δ) *σε όλα τα παραπάνω πειράματα*
- 14.** Πόσα φυλετικά χρωμοσώματα υπάρχουν σε ένα ωάριο θηλαστικού;
- α) δύο
 - β) ένα
 - γ) μισό
 - δ) ένα ζεύγος

- 15.** Ένα ανθρώπινο σπερματοζωάριο έχει στον πυρήνα του:
- α) 3×10^9 ζεύγη βάσεων
 - β) 6×10^9 ζεύγη βάσεων
 - γ) 9×10^9 ζεύγη βάσεων
 - δ) 12×10^9 ζεύγη βάσεων
- 16.** Η αζωτούχα βάση των νουκλεοτιδίων ενώνεται:
- α) στον άνθρακα 5' της πεντόζης
 - β) στον άνθρακα 3' της πεντόζης
 - γ) στον άνθρακα 1' της πεντόζης
 - δ) στη φωσφορική ομάδα
- 17.** Το πυρηνικό DNA του ανθρώπου είναι:
- α) γραμμικό μονόκλωνο
 - β) γραμμικό δίκλωνο
 - γ) κυκλικό μονόκλωνο
 - δ) κυκλικό δίκλωνο
- 18.** Το χλωροπλαστικό DNA είναι:
- α) γραμμικό μονόκλωνο
 - β) γραμμικό δίκλωνο
 - γ) κυκλικό μονόκλωνο
 - δ) κυκλικό δίκλωνο
- 19.** Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της κυτταρικής διαίρεσης και το σχηματισμό των δύο νέων τυπικών κυττάρων:
- α) οι αδελφές χρωματίδες αποσυσπειρώνονται σε ινίδια χρωματίνης
 - β) τα ινίδια χρωματίνης συσπειρώνονται σε αδελφές χρωματίδες
 - γ) οι αδελφές χρωματίδες διπλασιάζονται
 - δ) τα ινίδια χρωματίνης διπλασιάζονται
- 20.** Στον καρυότυπο απεικονίζονται:
- α) χρωμοσώματα, μετά τον αυτοδιπλασιασμό τους
 - β) πλήρως συσπειρωμένα χρωμοσώματα
 - γ) χρωμοσώματα επεξεργασμένα με χρωστικές ουσίες
 - δ) όλα τα παραπάνω
- 21.** Ένας οργανισμός με 18 χρωμοσώματα έχει σε ένα γαμέτη του:
- α) 2 φυλετικά χρωμοσώματα
 - β) 9 αυτοσωμικά χρωμοσώματα
 - γ) 16 αυτοσωμικά χρωμοσώματα
 - δ) 8 αυτοσωμικά χρωμοσώματα
- 22.** Η αντιγραφή γίνεται:
- α) μόνο *in vivo*
 - β) μόνο *in vitro*
 - γ) *in vivo* και *in vitro*
 - δ) τίποτα από τα παραπάνω

23. Το DNA του είδους *Diplococcus pneumoniae* είναι:

- α) γραμμικό δίκλωνο
- β) κυκλικό δίκλωνο
- γ) γραμμικό μονόκλωνο
- δ) κυκλικό μονόκλωνο

24. Ένα νουκλεόσωμα έχει:

- α) 3×10^9 ζεύγη βάσεων
- β) 46 ζεύγη βάσεων
- γ) 23 ζεύγη βάσεων
- δ) 146 ζεύγη βάσεων

25. Αν το DNA ενός κυττάρου περιέχει νουκλεοτίδια αδενίνης σε ποσοστό 20% και το DNA ενός άλλου κυττάρου περιέχει νουκλεοτίδια της ίδιας βάσης σε ποσοστό 23%, τότε τα δύο αυτά κύτταρα προέρχονται:

- α) από άτομα του ίδιου είδους
- β) από άτομα διαφορετικού είδους
- γ) από διαφορετικούς ιστούς ενός ατόμου
- δ) από συγκεκριμένο ιστό ενός ατόμου

26. Ποιος είναι ο αριθμός των ελεύθερων φωσφορικών ομάδων που διαθέτει το DNA ενός μεταφασικού αυτοσωμικού χρωμοσώματος του ανθρώπου;

- α) 1
- β) 2
- γ) 3
- δ) 4

27. Μόριο DNA διαθέτει αριθμό νουκλεοτιδίων (βάσεων) ίσο με τον αριθμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών του. Το μόριο αυτό μπορεί να εντοπίζεται σε:

- α) ιό
- β) χλωροπλάστη
- γ) βακτήριο
- δ) όλα τα παραπάνω

28. Στα ζωικά κύτταρα το γενετικό υλικό εντοπίζεται:

- α) στον πυρήνα
- β) στον πυρήνα και στα ημιαυτόνομα οργανίδια
- γ) στον πυρήνα και στα μιτοχόνδρια
- δ) στον πυρήνα και στα πλασμίδια

29. Στον ανθρώπινο καρυότυπο, κάθε ζεύγος χρωμοσωμάτων περιλαμβάνει:

- α) 2 χρωμοσώματα και 4 αλυσίδες DNA
- β) 2 χρωμοσώματα, 2 κεντρομερίδια και 16 αλυσίδες DNA
- γ) 2 χρωμοσώματα, 8 αλυσίδες DNA και 8 βραχίονες
- δ) 2 κεντρομερίδια, 8 αλυσίδες DNA και 8 μεγάλους βραχίονες

30. Σε σωματικό μεταφασικό κύτταρο οργανισμού εντοπίστηκαν 19 γραμμικά μόρια DNA. Το συγκεκριμένο κύτταρο μπορεί να προέρχεται:

- α) από απλοειδή οργανισμό
- β) από πρωτόζωο
- γ) είτε από απλοειδή είτε από διπλοειδή οργανισμό
- δ) από διπλοειδή οργανισμό

31. Διαθέτουμε ισομήκη τμήματα DNA από διαφορετικούς οργανισμούς. Ποιό από τα τμήματα είναι ανθεκτικότερο σε υψηλές θερμοκρασίες, με δεδομένο ότι ο λόγος $(A + T) / (C + G)$ για το καθένα είναι:

- α) 0,4
- β) 0,35
- γ) 0,5
- δ) 0,2

32. Ο λόγος $(A + C) / (T + G)$ σε μόριο DNA είναι 0,75. Το μόριο αυτό είναι:

- α) μονόκλωνο
- β) δίκλωνο
- γ) γραμμικό
- δ) κυκλικό

33. Το κεντρομερίδιο αποτελεί δομή που:

- α) διαιρεί κάθε μεταφασικό χρωμόσωμα σε 2 πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες
- β) συνδέει ένα ζεύγος χρωμοσωμάτων
- γ) διαιρεί κάθε μεταφασικό χρωμόσωμα σε 4 βραχίονες
- δ) διαιρεί κάθε μεταφασικό χρωμόσωμα σε 2 βραχίονες

34. Στον καρυότυπο ενός οργανισμού εντοπίζονται 30 αδελφές χρωματίδες. Αυτό σημαίνει ότι:

- α) ο οργανισμός είναι διπλοειδής
- β) ο οργανισμός διαθέτει 60 χρωμοσώματα
- γ) στο συγκεκριμένο καρυότυπο εντοπίζονται 15 χρωμοσώματα και 30 βραχίονες
- δ) πρόκειται για απλοειδή οργανισμό

35. Το γενετικό υλικό των χλωροπλαστών:

- α) είναι γραμμικό δίκλωνο DNA
- β) είναι κυκλικό μόριο DNA
- γ) έχει μικρότερο μήκος από το μιτοχονδριακό DNA
- δ) είναι γραμμικό RNA

36. Ένας φυσιολογικός γαμέτης ανθρώπου μπορεί να περιέχει:

- α) 46 χρωμοσώματα
- β) ένα X χρωμόσωμα
- γ) πλασμίδια
- δ) DNA μήκους $1,5 \times 10^9$ ζεύγη βάσεων

37. Το RNA αποτελείται από:

- α) πεπτιδία που συνδέονται μεταξύ τους με πεπτιδικό δεσμό
- β) αμινοξέα, που συνδέονται μεταξύ τους με πεπτιδικό δεσμό
- γ) νουκλεοτίδια, που συνδέονται με φωσφοδιεστερικό δεσμό
- δ) διαφορετικά μόρια πεντοζών, που συνδέονται με αζωτούχες βάσεις.

38. Ο όρος αλληλουχία βάσεων:

- α) εκφράζει την ακολουθία των νουκλεοτιδίων σε ένα νουκλεϊκό οξύ
- β) εκφράζει την ακολουθία των πεντοζών μίας πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας
- γ) αναφέρεται στον αριθμό φωσφοδιεστερικών δεσμών
- δ) αναφέρεται στην ακολουθία των φωσφορικών ομάδων

39. Τα φυλετικά χρωμοσώματα:

- α) εντοπίζονται μόνο στα γεννητικά κύτταρα των πολυκύτταρων οργανισμών
- β) διατάσσονται πάντοτε σε ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων
- γ) είναι ορατά στα σωματικά κύτταρα κατά τη μεσόφαση
- δ) υπάρχουν τόσο στα σωματικά όσο και στα γεννητικά κύτταρα

40. Η χημική σύσταση του γενετικού υλικού των ιών είναι:

- α) DNA και RNA
- β) DNA ή RNA
- γ) πρωτεϊνική
- δ) νουκλεοπρωτεϊνική

41. Οι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί ενός γραμμικού μορίου DNA που αποτελείται από 200.000 ζεύγη νουκλεοτιδίων είναι:

- α) 200.002
- β) 800.000
- γ) 399.998
- δ) 199.998

42. Το γενετικό υλικό των ευκαρυωτικών οργανισμών βρίσκεται με τη μορφή των ινιδίων χρωματίνης κατά το στάδιο της:

- α) μετάφασης
- β) μεσόφασης
- γ) πρόφασης
- δ) ανάφασης

43. Εάν ένα κύτταρο κατά την μετάφαση της μίτωσης έχει 28 μόρια DNA, ο απλοειδής αριθμός των χρωμοσωμάτων του είναι:

- α) 12
- β) 14
- γ) 28
- δ) 7

44. Κάθε νουκλεόσωμα αποτελείται:

- α) από ένα γραμμικό δίκλωνο μόριο DNA
- β) από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων
- γ) από ένα γραμμικό δίκλωνο μόριο RNA και ένα 8μερές ιστονών
- δ) από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και ένα 8μερές ιστονών

45. Το πυρηνικό DNA ενός σωματικού κυττάρου ανθρώπου στη μετάφαση περιέχει:

- α) 3×10^9 βάσεις
- β) 6×10^9 βάσεις
- γ) 12×10^9 βάσεις
- δ) 24×10^9 βάσεις

46. Ο φωσφοδιεστερικός δεσμός σχηματίζεται:

- α) μεταξύ των σακχάρων των νουκλεοτιδίων
- β) μεταξύ των αζωτούχων βάσεων των νουκλεοτιδίων
- γ) μεταξύ του σακχάρου του πρώτου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας του επόμενου νουκλεοτιδίου
- δ) ανάμεσα στις συμπληρωματικές βάσεις

47. Μόριο DNA έχει 1000 φωσφοδιεστερικούς δεσμούς και 1000 νουκλεοτίδια, από τα οποία 200 περιέχουν ως βάση την αδερίνη και 200 την κυτοσίνη. Το μόριο είναι:

- α) μονόκλωνο κυκλικό
- β) δίκλωνο κυκλικό
- γ) μονόκλωνο γραμμικό
- δ) δίκλωνο γραμμικό

48. Ο αριθμός των φωσφοδιεστερικών δεσμών ενός βακτηριακού μορίου DNA μήκους 1000 ζευγών βάσεων είναι:

- α) 1000
- β) 2000
- γ) 998
- δ) 1999

49. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα, το γενετικό υλικό κατανέμεται:

- α) στον πυρήνα.
- β) στα μιτοχόνδρια και στο πλασμίδιο.
- γ) στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες.
- δ) στον πυρήνα και στα ριβοσώματα.

50. Ένα χρωμόσωμα στη μετάφαση περιλαμβάνει:

- α) δύο κλώνους DNA
- β) δύο ινίδια χρωματίνης
- γ) δύο συσπειρωμένες αδελφές χρωματίδες
- δ) δύο νουκλεοσώματα

51. Σε ένα νουκλεοτίδιο, η αζωτούχος βάση συνδέεται:

- α) με τη φωσφορική ομάδα
- β) με τον 5' άνθρακα της πεντόζης.
- γ) με τον 3' άνθρακα της πεντόζης.
- δ) με τον 1' άνθρακα της πεντόζης.

52. Ένα σωματικό κύτταρο ποντικού έχει 40 χρωμοσώματα. Κατά συνέπεια, ένας φυσιολογικός γαμέτης του ίδιου οργανισμού θα πρέπει να έχει:

- α) 40 χρωμοσώματα
- β) 30 χρωμοσώματα
- γ) 20 χρωμοσώματα
- δ) 10 χρωμοσώματα

53. Τα διαφορετικά νουκλεοτιδία που συμμετέχουν στη δομή των νουκλεϊκών οξέων είναι:

- α) 2
- β) 4
- γ) 5
- δ) 8

54. Για ένα μεταφασικό χρωμόσωμα ισχύει:

- α) αποτελείται από δύο μόρια DNA
- β) έχει ένα κεντρομερίδιο
- γ) εάν στη διπλή έλικα της μιας χρωματίδας αυτού η G=20%, στη διπλή έλικα της αδελφής χρωματίδας η C=20%
- δ) όλα τα παραπάνω

55. Το γενετικό υλικό των χλωροπλαστών

- α) είναι γραμμικό δίκλωνο DNA
- β) είναι κυκλικό μόριο DNA
- γ) έχει μικρότερο μήκος από το μιτοχονδριακό DNA
- δ) είναι γραμμικό RNA.

56. Ένας φυσιολογικός γαμέτης ανθρώπου μπορεί να περιέχει:

- α) 46 χρωμοσώματα
- β) ένα X χρωμόσωμα
- γ) πλασμίδια
- δ) DNA μήκους $1,5 \times 10^9$ ζεύγη βάσεων.

57. Το μιτοχονδριακό DNA:

- α) στα ανθρώπινα κύτταρα είναι δίκλωνο και γραμμικό
- β) έχει πληροφορίες για όλες τις λειτουργίες των μιτοχονδρίων
- γ) είναι γραμμικό σε ορισμένα κατώτερα πρωτόζωα
- δ) υπάρχει πάντα σε ένα μόνο αντίγραφο σε κάθε μιτοχόνδριο.

58. Δύο διαδοχικά νουκλεοτιδία μιας πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας συνδέονται μεταξύ τους με δεσμό που ονομάζεται:

- α) 5' – 3' φωσφοδιεστερικός
- β) δεσμός υδρογόνου
- γ) πεπτιδικός
- δ) 3' – 5' φωσφοδιεστερικός.

- 59.** Το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων είναι:
- α) γραμμικό δίκλωνο μόριο DNA
 - β) κυκλικό δίκλωνο μόριο DNA
 - γ) γραμμικό μονόκλωνο μόριο DNA
 - δ) κυκλικό μονόκλωνο μόριο DNA.
- 60.** Τα πλασμίδια είναι:
- α) κυκλικά δίκλιωνα μόρια RNA
 - β) γραμμικά μόρια DNA
 - γ) μονόκλιωνα μόρια DNA
 - δ) κυκλικά δίκλιωνα μόρια DNA.
- 61.** Οι γενετικές πληροφορίες που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού οργανώνονται σε λειτουργικές μονάδες που λέγονται:
- α) εσώνια
 - β) χρωμοσώματα
 - γ) πριμοσώματα
 - δ) γονίδια
- 62.** Βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης αποτελεί το:
- α) νουκλεοτίδιο
 - β) χρωμόσωμα
 - γ) νουκλεόσωμα
 - δ) κεντρομερίδιο
- 63.** Τα φυλετικά χρωμοσώματα υπάρχουν:
- α) μόνο στα ωάρια
 - β) μόνο στα σπερματοζωάρια
 - γ) μόνο στα σωματικά κύτταρα
 - δ) στα σωματικά κύτταρα και στους γαμέτες.
- 64.** Μέσα σ' ένα φυτικό ευκαρυωτικό κύτταρο, DNA υπάρχει μόνο:
- α) στα ριβοσώματα και στους χλωροπλάστες.
 - β) στον πυρήνα και στα μιτοχόνδρια.
 - γ) στον πυρήνα
 - δ) στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες.
- 65.** Το DNA ενός ανθρώπινου κυττάρου αποτελείται από 6×10^9 ζεύγη βάσεων. Το κύτταρο είναι:
- α) γαμέτης
 - β) σωματικό πριν την αντιγραφή του DNA
 - γ) σωματικό μετά την αντιγραφή του DNA
 - δ) σωματικό στη μετάφαση της μίτωσης.
- 66.** Η ποσότητα του DNA:
- α) είναι ίδια σε όλους τους απλοειδείς οργανισμούς
 - β) είναι σταθερή σε όλους τους διπλοειδείς οργανισμούς
 - γ) μεταβάλλεται στα κύτταρα των διαφόρων ιστών ενός οργανισμού
 - δ) διαφέρει στα κύτταρα των οργανισμών που ανήκουν σε διαφορετικά είδη

67. Εάν το DNA ενός κυττάρου Α περιέχει 20% Α και το DNA ενός κυττάρου Β περιέχει 30% Α, τα κύτταρα Α και Β προέρχονται από:

- α) οργανισμούς του ίδιου είδους
- β) οργανισμούς διαφορετικού είδους
- γ) τον ίδιο οργανισμό, αλλά διαφορετικούς ιστούς
- δ) τον ίδιο οργανισμό και τον ίδιο ιστό

68. Η ποσότητα του DNA είναι:

- α) διπλάσια στα νευρικά κύτταρα σε σχέση με τα ηπατικά του ίδιου οργανισμού
- β) η μισή στα διπλοειδή κύτταρα σε σχέση με τα απλοειδή
- γ) ίδια σε όλα τα είδη των σωματικών κυττάρων ενός οργανισμού
- δ) συνήθως μικρότερη στους περισσότερους εξελιγμένους οργανισμούς

69. Η διπλή έλικα του DNA:

- α) έχει μεταβαλλόμενο σκελετό
- β) έχει υδρόφιλο σκελετό
- γ) έχει πεπτιδικούς δεσμούς
- δ) είναι αριστερόστροφη

70. Ποιο από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά του μιτοχονδριακού DNA δεν είναι σωστό;

- α) στους περισσότερους οργανισμούς είναι κυκλικό μόριο αλλά σε ορισμένα κατώτερα πρωτόζωα είναι γραμμικό
- β) στους ανώτερους οργανισμούς τα μιτοχονδριακά γονίδια προέρχονται και από τους δύο γονείς
- γ) σε κάθε μιτοχόνδριο υπάρχουν έως και δέκα αντίγραφα του κυκλικού μορίου DNA
- δ) το DNA των μιτοχονδρίων έχει μέγεθος μικρότερο από το DNA των χλωροπλαστών

71. Στον ανθρώπινο φυσιολογικό καρυότυπο απεικονίζονται:

- α) 23 χρωμοσώματα
- β) 22 ζεύγη χρωμοσωμάτων
- γ) 23 ζεύγη χρωμοσωμάτων.
- δ) 46 ζεύγη χρωμοσωμάτων.

72. Δύο αδελφές χρωματίδες συγκροτούν:

- α) τον καρυότυπο
- β) το νουκλεόσωμα
- γ) το μεταφασικό χρωμόσωμα
- δ) το μόριο DNA

73. Μιτοχονδριακό DNA με ελεύθερο 3' άκρο μπορεί να ανήκει σε:

- α) νευρικό κύτταρο ανθρώπου
- β) επιδερμικό κύτταρο τριανταφυλλιάς
- γ) βακτήριο *Escherichia*
- δ) πρωτόζωο

74. Νουκλεϊκό οξύ με 1755 νουκλεοτίδια μπορεί να είναι:

- α) δίκλωνο DNA
- β) μονόκλωνο DNA
- γ) δίκλωνο RNA
- δ) οτιδήποτε από τα παραπάνω

75. Μόριο DNA χωρίς δεσμούς υδρογόνου μπορεί να υπάρχει σε:

- α) ιό
- β) κύτταρο αλόγου
- γ) πυρήνα
- δ) βακτήριο

76. Τα κύτταρα Α, Β, Γ και Δ ανήκουν στο ίδιο είδος και έχουν στο πυρηνικό τους DNA $1,8 \times 10^6$, $2,3 \times 10^5$, $3,3 \times 10^5$ και $0,9 \times 10^7$ νουκλεοσώματα, αντίστοιχα. Ποιο από τα τέσσερα κύτταρα είναι πιο “κοντά” στη διχοτόμησή του;

- α) το Α
- β) το Β
- γ) το Γ
- δ) το Δ

77. Ένα σπερματοζωάριο γάτας έχει:

- α) φυλετικά χρωμοσώματα Χ και Υ
- β) 19 πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες
- γ) 19 μόρια DNA
- δ) 19 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων

78. Σε μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα:

- α) ο 3' άνθρακας της τρίτης πεντόζης ενώνεται με τον 5' άνθρακα της πέμπτης πεντόζης
- β) ο 3' άνθρακας της τρίτης πεντόζης ενώνεται με τον 5' άνθρακα της τέταρτης πεντόζης
- γ) ο 5' άνθρακας της τρίτης πεντόζης ενώνεται με τον 3' άνθρακα της πέμπτης πεντόζης
- δ) ο 5' άνθρακας της τρίτης πεντόζης ενώνεται με τον 3' άνθρακα της τέταρτης πεντόζης

79. Για να μετατραπεί ένα γραμμικό μονόκλωνο μόριο νουκλεϊκού οξέος σε κυκλικό, πρέπει:

- α) ο 3' άνθρακας του τελευταίου νουκλεοτιδίου να ενωθεί στον 5' άνθρακα του πρώτου
- β) ο 3' άνθρακας του πρώτου νουκλεοτιδίου να ενωθεί στον 5' άνθρακα του τελευταίου
- γ) ο 5' άνθρακας του τελευταίου νουκλεοτιδίου να ενωθεί στον 3' άνθρακα του πρώτου
- δ) ο 5' άνθρακας του πρώτου νουκλεοτιδίου να ενωθεί στον 5' άνθρακα του τελευταίου

- 80.** Ένα δίκλωνο μόριο DNA 200 βάσεων μπορεί να έχει το πολύ:
- α) 300 δεσμούς υδρογόνου
 - β) 198 φωσφοδιεστερικούς δεσμούς
 - γ) 200 δεσμούς υδρογόνου
 - δ) 100 φωσφοδιεστερικούς δεσμούς
- 81.** Από ένα καρυότυπο με 44 ζεύγη αδελφών χρωματίδων συμπεραίνουμε ότι:
- α) ο γαμέτης του είδους έχει 44 χρωμοσώματα
 - β) ο γαμέτης του είδους έχει 22 χρωμοσώματα
 - γ) ο καρυότυπος πραγματοποιήθηκε από DNA γαμέτη
 - δ) ο γαμέτης του είδους δεν έχει φυλετικό χρωμόσωμα
- 82.** Ένα μέγιστα συσπειρωμένο τμήμα DNA με 40 ιστόνες διαθέτει:
- α) 730 ζεύγη βάσεων
 - β) 730 νουκλεοτίδια
 - γ) 8 νουκλεοσώματα
 - δ) 320 νουκλεοσώματα
- 83.** Μονόκλωνο γραμμικό μόριο DNA αποτελείται από 10 νουκλεοτίδια. Στους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς του συμμετέχουν:
- α) 9 άνθρακες 3' και 10 άνθρακες 5'
 - β) 9 άνθρακες 5' και 10 άνθρακες 3'
 - γ) 10 άνθρακες 3' και 10 άνθρακες 5'
 - δ) 9 άνθρακες 5' και 9 άνθρακες 3'
- 84.** Ωάριο ζώου περιέχει 10 αυτοσωμικά ινίδια χρωματίνης. Σπερματοζωάριο του ίδιου είδους ζώου περιέχει:
- α) 10 χρωμοσώματα
 - β) 2 φυλετικά χρωμοσώματα
 - γ) 9 αυτοσωμικά χρωμοσώματα και ένα φυλετικό
 - δ) 11 χρωμοσώματα
- 85.** Κύτταρο με 46 χρωμοσώματα είναι:
- α) απλοειδές
 - β) διπλοειδές
 - γ) απλοειδές ή διπλοειδές
 - δ) σωματικό
- 86.** Ένα είδος ημιυδρόβιου αρουραίου έχει 92 χρωμοσώματα στα σωματικά του κύτταρα. Τον συγκεκριμένο αριθμό μορίων DNA έχει ένα:
- α) ανθρώπινο σωματικό κύτταρο στην αρχή της μεσόφασης
 - β) ανθρώπινο γεννητικό κύτταρο στην αρχή της μεσόφασης
 - γ) ανθρώπινο γεννητικό κύτταρο στη μετάφαση
 - δ) ανθρώπινο σωματικό κύτταρο στη μετάφαση

- 87.** Ποια από τις παρακάτω ιδιότητες δεν αναφέρεται σε πλασμίδια:
- αυτοδιπλασιάζονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου
 - μεταφέρονται από βακτήριο σε βακτήριο
 - αποτελούν το 98 – 99% του γενετικού υλικού των βακτηρίων
 - έχουν διάφορα μεγέθη
- 88.** Η κατασκευή του καρυότυπου προϋποθέτει τη χρήση ορισμένων ουσιών, όπως:
- ουσίες με μιτογόνο δράση
 - ουσίες που σταματούν τη διαίρεση στη μετάφαση
 - υποτονικό διάλυμα
 - όλα τα παραπάνω
- 89.** Ένα σωματικό κύτταρο ανθρώπου στη μετάφαση περιέχει (όταν δεν υπολογίζεται το εκτός πυρήνα DNA):
- 3×10^9 βάσεις DNA
 - 6×10^9 βάσεις DNA
 - 12×10^9 βάσεις DNA
 - 24×10^9 βάσεις DNA
- 90.** Το μιτοχονδριακό DNA:
- όταν εκφράζεται, παράγονται όλες οι απαραίτητες για τη λειτουργία του οργανιδίου πρωτεΐνες
 - αποτελείται από 2 – 10 όμοια μόρια κυκλικού (σπάνια γραμμικού) DNA
 - περιέχει πληροφορίες για τις ίδιες ιδιότητες, αλλά εκφρασμένες με διαφορετικό τρόπο, αν εξεταστούν τα κύτταρα των παιδιών μίας οικογένειας
 - είναι συνδεδεμένο με πρωτεΐνες, ώστε να χωράει στον περιορισμένο χώρο του μιτοχονδρίου
- 91.** Ένα ζεύγος αυτοσωμικών ομολόγων χρωμοσωμάτων:
- περιλαμβάνει χρωμοσώματα όμοια στη μορφολογία, που περιέχουν ακριβώς τις ίδιες γενετικές πληροφορίες
 - αποτελείται από δύο μόρια DNA, κατά τη μετάφαση
 - περιέχει γραμμικά μόρια DNA προκειμένου για ευκαρυωτικό κύτταρο, και κυκλικά μόρια DNA προκειμένου για προκαρυωτικό
 - δεν περιέχεται φυσιολογικά σε γαμετικό κύτταρο
- 92.** Οι πνευμονιόκοκκοι:
- έχουν γενετικό υλικό DNA ή RNA
 - δεν προκαλούν θάνατο στους ποντικούς στους οποίους χορηγούνται
 - στη μετάφαση το γενετικό τους υλικό είναι συσπειρωμένο στη μορφή των χρωμοσωμάτων
 - μπορεί να προσβληθούν από φάγους
- 93.** Στα πειράματα των Hershey και Chase αποδείχθηκε ότι:
- μόνο το DNA του φάγου εισέρχεται στο βακτήριο
 - ολόκληρος ο φάγος εισέρχεται στο βακτήριο
 - το DNA είναι το γενετικό υλικό
 - τα α και γ είναι σωστά

94. Στο DNA δεν υπάρχουν:

- α) δεσμοί υδρογόνου
- β) υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις
- γ) φωσφοδιεστερικοί δεσμοί (3' – 5')
- δ) πεπτιδικοί δεσμοί

95. Οι δύο αλυσίδες του DNA είναι αντιπαράλληλες) Αυτό σημαίνει ότι:

- α) η μία έχει προσανατολισμό 5' – 3', ενώ η άλλη 3' – 5'
- β) η μία είναι δεξιόστροφη και η άλλη αριστερόστροφη
- γ) απέναντι από το 5' άκρο της μίας βρίσκεται το 3' άκρο της άλλης
- δ) το πρώτο νουκλεοτίδιο της μίας έχει ελεύθερη φωσφορική ομάδα στο 5' άκρο, ενώ το πρώτο νουκλεοτίδιο της άλλης έχει ελεύθερο OH στο 3' άκρο

96. Ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων, όπως φαίνονται στον καρυότυπο, είναι ιδιαίτερο χαρακτηριστικό:

- α) για κάθε οργανισμό
- β) για κάθε είδος
- γ) για κάθε πληθυσμό
- δ) για κάθε φύλο

97. Στο τέλος της μίτωσης καθένα από τα 2 θυγατρικά κύτταρα περιέχει:

- α) ένα από τα δύο χρωμοσώματα κάθε ζεύγους ομολόγων χρωμοσωμάτων
- β) μία από τις δύο αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος
- γ) από κάθε μόριο DNA του αρχικού κυττάρου κατά την αρχή της διαίρεσης, τη μία αλυσίδα)
- δ) μία μόνο χρωματίδα από κάθε ζευγάρι χρωμοσωμάτων

98. Κυκλικά μόρια DNA συναντάμε:

- α) στα προκαρυωτικά κύτταρα
- β) στα μιτοχόνδρια των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών
- γ) σε μερικούς ιούς
- δ) σε όλα τα παραπάνω

99. Οι συνολικές διαφορετικές αζωτούχες βάσεις που συμμετέχουν στα μονομερή των νουκλεϊκών οξέων είναι:

- α) 4
- β) 5
- γ) 8
- δ) 2

100. Το DNA ενός κυττάρου περιέχει 12% A, ενώ ενός άλλου περιέχει 35% C) Τα κύτταρα αυτά είναι:

- α) διαφορετικών ιστών του ίδιου οργανισμού
- β) από διαφορετικούς ιστούς διαφορετικών οργανισμών
- γ) οργανισμών διαφορετικών ειδών, ανεξάρτητα από ποιο ιστό προέρχονται
- δ) οργανισμών διαφορετικών ειδών, υποχρεωτικά από διαφορετικούς ιστούς

101. Το ποσοστό της αδεΐνης σε ένα μόριο νουκλεϊκού οξέος που απομονώθηκε από ένα φυσιολογικό βακτήριο είναι 52%. Το είδος του νουκλεϊκού οξέος που απομονώθηκε είναι:

- α) γραμμικό μονόκλωνο DNA
- β) γραμμικό δίκλωνο RNA
- γ) γραμμικό μονόκλωνο RNA
- δ) κυκλικό μονόκλωνο RNA

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ – ΛΑΘΟΥΣ

1. Οι λειτουργίες του γενετικού υλικού είναι η αποθήκευση, η διατήρηση, η μεταβίβαση και η έκφραση της γενετικής πληροφορίας.
2. Μόνο χαρακτηριστικά που ελέγχονται από μιτοχονδριακά γονίδια μεταβιβάζονται από τη μητέρα στο γιο.
3. Ένας ανώτερος οργανισμός έχει δίκλωνο κυκλικό μιτοχονδριακό DNA.
4. Το πυρηνικό γονιδίωμα περιέχει το σύνολο των γονιδίων ενός κυττάρου.
5. Οι γυναίκες έχουν σε κάθε πυρήνα σωματικού τους κυττάρου περισσότερο DNA σε σχέση με τους άντρες.
6. Ένα ανθρώπινο σπερματοζωάριο περιέχει 46 πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες στον πυρήνα του.
7. Η ποσότητα του DNA σε κάθε οργανισμό είναι σταθερή, χωρίς να μεταβάλλεται από αλλαγές στο περιβάλλον.
8. Το DNA των ανθρώπινων ωαρίων είναι μονόκλωνο.
9. Ένα χρωμόσωμα μετά την αντιγραφή αποτελείται από δύο μόρια DNA.
10. Δύο δεσμοί υδρογόνου αναπτύσσονται μεταξύ γουανίνης και κυτοσίνης και τρεις μεταξύ αδενίνης και θυμίνης.
11. Ο 5'→3' προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι απόρροια του γεγονότος ότι τα νουκλεοτίδια ενώνονται με 5'–3' φωσφοδιεστερικό δεσμό.
12. Ο αριθμός πυρηνικών μορίων DNA ενός κυττάρου μεταβάλλεται στα διάφορα στάδια του κυτταρικού κύκλου.
13. Τα σωματικά κύτταρα αρσενικών ατόμων έχουν μικρότερη ποσότητα πυρηνικού γενετικού υλικού από τα σωματικά κύτταρα θηλυκών ατόμων, ενώ τα γεννητικά κύτταρα αρσενικών ατόμων έχουν μικρότερη ή ίση ποσότητα πυρηνικού γενετικού υλικού από τα γεννητικά κύτταρα θηλυκών ατόμων.
14. Ορισμένα πλασμίδια είναι ανθεκτικά σε αντιβιοτικά.
15. Η θυμίνη είναι υδρόφοβο μόριο.
16. Η πεντόζη είναι υδρόφιλο μόριο.
17. Χαρακτηρίζοντας έναν οργανισμό ως απλοειδή εννοούμε ότι διαθέτει μονόκλωνο DNA ως γενετικό υλικό.
18. Το 4ο χρωμόσωμα του ανθρώπου είναι μεγαλύτερο σε μήκος από το 5ο.

19. Οι ιοί που χρησιμοποίησαν οι Hershey και Chase στο πείραμά τους περιείχαν RNA.
20. Κάθε νουκλεόσωμα έχει 292 αζωτούχες βάσεις.
21. Γονιδίωμα καλείται το σύνολο των γονιδίων του πυρήνα ενός κυττάρου.
22. Σε ένα δίκλωνο μόριο DNA η μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα έχει προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$ και η άλλη $3' \rightarrow 5'$.
23. Σε κάθε γραμμικό δίκλωνο μόριο DNA οι δεσμοί υδρογόνου είναι λιγότεροι από τους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς.
24. Ένα σωματικό μεταφασικό ανθρώπινο κύτταρο διαθέτει στον πυρήνα του 12×10^9 ζεύγη βάσεων.
25. Κάθε αρσενικός απόγονος κληρονομεί από τη μητέρα του μεγαλύτερη ποσότητα DNA συγκριτικά με αυτήν που κληρονομεί από τον πατέρα του.
26. Σε ανθρώπινο παγκρεατικό κύτταρο εντοπίζονται κυκλικά μόρια DNA.
27. Στο κύριο μόριο DNA ενός βακτηρίου είναι δυνατόν να εντοπιστεί γονίδιο που προσδίδει ανθεκτικότητα σε αντιβιοτικό.
28. Σε μόριο DNA που απομονώθηκε από ιό τα νουκλεοτίδια με αδενίνη είναι δυνατόν να διαφέρουν αριθμητικά από τα νουκλεοτίδια με θυμίνη.
29. Το νουκλεόσωμα αποτελεί τη μονάδα οργάνωσης των ινιδίων χρωματίνης και μπορεί να εντοπιστεί σε πυρηνικό DNA ζωϊκών κυττάρων.
30. Τα δύο χρωμοσώματα κάθε αυτοσωμικού ζεύγους αποτελούν δύο πανομοιότυπες αλληλουχίες νουκλεοτιδίων.
31. Κάθε θηλυκός απόγονος έχει πάρει την ίδια ποσότητα DNA από καθέναν από τους δύο γονείς του.
32. Ο καρυότυπος ενός φυσιολογικού ανθρώπου διαθέτει 46 χρωμοσώματα και 184 βραχίονες.
33. Ένας ανθρώπινος γαμέτης διαθέτει DNA αποτελούμενο από 6×10^9 βάσεις.
34. Το κεντρομερίδιο αποτελεί δομή που ενώνει ένα ζεύγος χρωμοσωμάτων.
35. Το πυρηνικό DNA περιέχει πληροφορίες σχετικά με την οξειδωτική φωσφορυλίωση.
36. Ένα ζυγωτό ανώτερου οργανισμού περιέχει περισσότερο DNA μητρικής, παρά πατρικής προέλευσης.
37. Η διαφορά μεταξύ ανθρώπων διαφορετικού φύλου είναι η ύπαρξη του X

χρωμοσώματος στα θηλυκά άτομα και η ύπαρξη του Y χρωμοσώματος στα αρσενικά άτομα.

38. Σε αντίθεση με το ραδιενεργό ισότοπο θείου, που ενσωματώνεται μόνο σε πρωτεΐνες και όχι σε DNA, το ραδιενεργό ισότοπο αζώτου μπορεί να ενσωματωθεί και στα δύο είδη μορίων.

39. Ένα γονίδιο ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικό μπορεί να εντοπιστεί στο κύριο DNA ενός βακτηρίου.

40. Αν ο καρυότυπος ενός κυττάρου εμφανίζει 36 ζεύγη αδελφών χρωματίδων, τότε το κύτταρο αυτό διαθέτει 18 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων.

41. Σε δίκλωνο μόριο DNA μήκους 200 ζευγών βάσεων, το 190^ο νουκλεοτίδιο της μιας αλυσίδας είναι ζευγαρωμένο με το 10^ο νουκλεοτίδιο της συμπληρωματικής.

42. Εφόσον ο καρυότυπος κατασκευάζεται από DNA σωματικού κυττάρου, περιέχει διπλάσια σε αριθμό μόρια DNA σε σχέση με αυτά ενός γεννητικού κυττάρου του είδους.

43. Οι γαμέτες περιέχουν μονόκλωνο DNA και τα σωματικά κύτταρα δίκλωνο.

44. Το ανθρώπινο ωάριο περιέχει 46 μονόκλωνα μόρια DNA. Η γονιμοποίησή του από σπερματοζωάριο που περιέχει επίσης 46 μονόκλωνα μόρια DNA έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ζυγωτού με 46 δίκλωνα μόρια DNA.

45. Τα πλασμίδια μπορεί να προσδίδουν καινούργιες ιδιότητες στα βακτήρια στα οποία εισέρχονται.

46. Το γενετικό υλικό στα ευκαρυωτικά κύτταρα δεν είναι ένα ενιαίο μόριο DNA, αλλά πολλά γραμμικά μόρια, ο αριθμός και το μήκος των οποίων είναι χαρακτηριστικά για τον κάθε οργανισμό του ίδιου είδους.

47. DNA στα ευκαρυωτικά κύτταρα υπάρχει στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες.

48. Είναι δυνατόν να συναντήσουμε μόριο DNA με ανάλυση βάσεων A = 28%, T = 23%, G = 31% και C = 18%.

49. Η ποσότητα του DNA είναι πάντα ανάλογη με την πολυπλοκότητα του οργανισμού.

50. Σε κάθε αλυσίδα DNA ισχύει A = T και G = C.

51. Μία πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα με 100 νουκλεοτίδια, θα περιέχει 100 ελεύθερες φωσφορικές ομάδες και 100 ομάδες OH.

52. Τα αγόρια κληρονομούν από τη μητέρα τους λίγο μεγαλύτερη ποσότητα γενετικού υλικού σε σύγκριση με αυτήν που κληρονομούν από τον πατέρα

τους.

53. Τα μιτοχονδριακά γονίδια όλων των βιολογικών παιδιών μίας οικογένειας είναι ίδια με της μητέρας τους.

54. Τα ξαδέρφια, των οποίων οι μητέρες είναι αδελφές, έχουν ίδιο μιτοχονδριακό DNA.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ

1. Τα μεταφασικά χρωμοσώματα του λύκου είναι 78. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Μόρια DNA πριν την αντιγραφή	
Ινίδια χρωματίνης	
Μεταφασικά μόρια DNA	
Φυλετικά χρωμοσώματα σπερματοζωαρίου	
Αυτοσωμικά χρωμοσώματα ωαρίου	
Αδελφές χρωματίδες	
Φυλετικά χρωμοσώματα νευρικού κυττάρου	

2. Σε ένα χλωροπλαστικό μόριο DNA, το 15% των νουκλεοτιδίων κυτοσίνης είναι ίσο με τον αριθμό των νουκλεοτιδίων αδενίνης. Ποιο είναι το μήκος του μορίου, αν οι δεσμοί υδρογόνου είναι 3300;

3. Σε ένα τμήμα κυκλικού μορίου DNA, ο αριθμός των φωσφοδιεστερικών δεσμών είναι κατά 100 μικρότερος από τον αριθμό δεσμών υδρογόνου. Πόσες κυτοσίνες έχει το τμήμα;

4. Σε ένα μόριο DNA, όπου υπάρχουν 100 λιγότεροι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί συγκριτικά με τους δεσμούς υδρογόνου, τα νουκλεοτίδια αδενίνης έχουν τετραπλάσιο αριθμό από τα νουκλεοτίδια γουανίνης. Πόσες αζωτούχες βάσης κάθε είδους έχει το μόριο;

5. Στον έναν από τους δύο κλώνους ενός μορίου DNA, ο λόγος $(A_1+C_1)/(T_1+G_1)$ ισούται με $\frac{7}{8}$. Με τί ισούται ο αντίστοιχος λόγος στο συμπληρωματικό κλώνο, αλλά και σε ολόκληρο το μόριο;

6. Δύο δίκλωνα μόρια DNA έχουν τον ίδιο αριθμό νουκλεοτιδίων κυτοσίνης, αλλά οι δεσμοί υδρογόνου του ενός είναι 880 και του άλλου 1230. Ποια είναι η αριθμητική σχέση μεταξύ των νουκλεοτιδίων θυμίνης των δύο μορίων;

7. Ένα μόριο DNA με 1080 νουκλεοτίδια διαθέτει 14 νουκλεοτίδια αδενίνης. Ένα άλλο μόριο με 1306 νουκλεοτίδια διαθέτει 353 νουκλεοτίδια θυμίνης. Ποιό μόριο απαιτεί περισσότερη ενέργεια για τον αποχωρισμό των συμπληρωματικών κλώνων του;

8. Ένα τμήμα χρωματίδας έχει 320 μόρια ιστονών και 16.800 δεσμούς υδρογόνου. Αν η απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών νουκλεοσωμάτων είναι 45 ζεύγη βάσεων και στα άκρα του τμήματος βρίσκονται νουκλεοσώματα, να βρεθεί ο αριθμός κάθε τύπου αζωτούχας βάσης στο τμήμα αυτό.

9. Παρακάτω φαίνεται η αλληλουχία βάσεων του ενός από τους δύο συμπληρωματικούς κλώνους τριών δίκλωνων μορίων DNA (Α, Β, Γ) που βρίσκονται σε κοινό δοκιμαστικό σωλήνα. Με ποιά χρονική σειρά θα συμβεί ο

αποχωρισμός των συμπληρωματικών κλώνων τους, αν αρχίσουμε να θερμαίνουμε το διάλυμα μέσα στο οποίο περιέχονται;

μόριο Α: 5' GGCCTAGCCCTTTAGGCC 3'
 μόριο Β: 5' AAAATTCCCGATCGGTGAA 3'
 μόριο Γ: 5' TTCTTTGTAAAAGACCGGAA 3'

Σημειώνεται ότι η θέρμανση προκαλεί σταδιακή καταστροφή των δεσμών υδρογόνου.

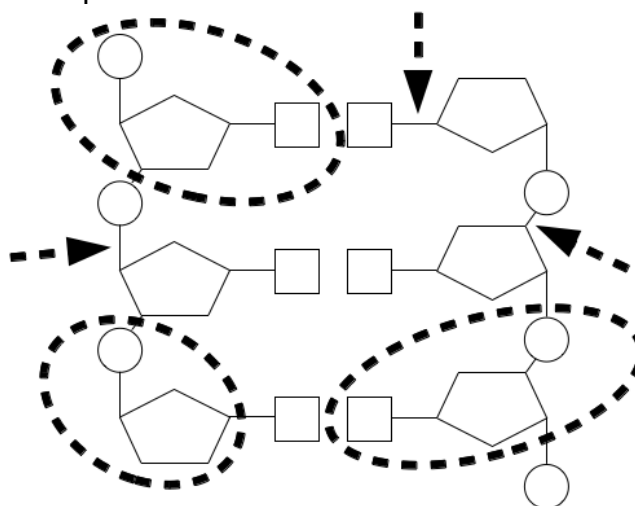
10. Εξηγήστε αν τα παρακάτω μονόκλωνα μόρια DNA είναι συμπληρωματικά μεταξύ τους.

α' μόριο: 5' CGCTTACGAAT 3'
 β' μόριο: 5' ATTCGTAAGCG 3'

11. Βρείτε το λανθασμένο νούμερο στη δεξιά στήλη του πίνακα.

Πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες ωαρίου	52
Ζεύγη αδελφών χρωματίδων	52
Αυτοσωμικά χρωμοσώματα ηπατικού κυττάρου	52
Βραχίονες στον καρυότυπο	208
Ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων	26
Ινίδια χρωματίνης	52

12. Στο παρακάτω τμήμα δίκλωνου DNA, εντοπίστε το νουκλεοτίδιο και το φωσφοδιεστερικό δεσμό.



13. Στον καρυότυπο του ποντικού υπάρχουν 24 λιγότεροι βραχίονες, σε σχέση με τον καρυότυπο του ανθρώπου.

- πόσα αυτοσωμικά χρωμοσώματα έχει ο γαμέτης του ποντικού;
- πόσες πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες έχει ο πυρήνας του παραπάνω γαμέτη;
- πόσα μόρια DNA έχει ο πυρήνας ηπατικού κυττάρου του ποντικού;

14. Το γονιδίωμα ενός ιού αποτελείται από δύο γραμμικά μονόκλωνα μόρια, με 22.678 νουκλεοτίδια, αθροιστικά. Δίκλωνο μόριο RNA, με ίδιο αριθμό φωσφοδιεστερικών δεσμών με το ιικό γονιδίωμα, διαθέτει 7523 νουκλεοτίδια ουρακίλης. Πόσοι είναι οι δεσμοί υδρογόνου του;

15. Είναι δυνατό να ανήκουν στο ίδιο είδος δύο κύτταρα, από τα οποία το ένα να διαθέτει 17 γραμμικά μόρια DNA και το άλλο να εμφανίζει 136 βραχίονες στον καρυότυπο;

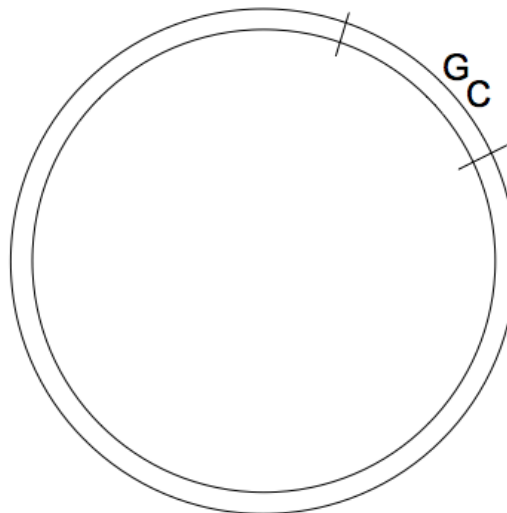
16. Τα φυλετικά χρωμοσώματα X και Y ενός είδους έχουν μήκος 3×10^7 και 10^7 ζεύγη βάσεων, αντίστοιχα. Το απλοειδές γονιδίωμα του είδους περιλαμβάνει τέσσερα αυτοσωμικά χρωμοσώματα, με μήκη 5×10^7 , $4,2 \times 10^7$, $3,5 \times 10^7$ και 2×10^7 ζευγών βάσεων.

α) πόσα ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων απεικονίζονται στον καρυότυπο του είδους;

β) πόσα ζεύγη βάσεων περιέχονται στον πυρήνα σωματικού κυττάρου αρσενικού ατόμου;

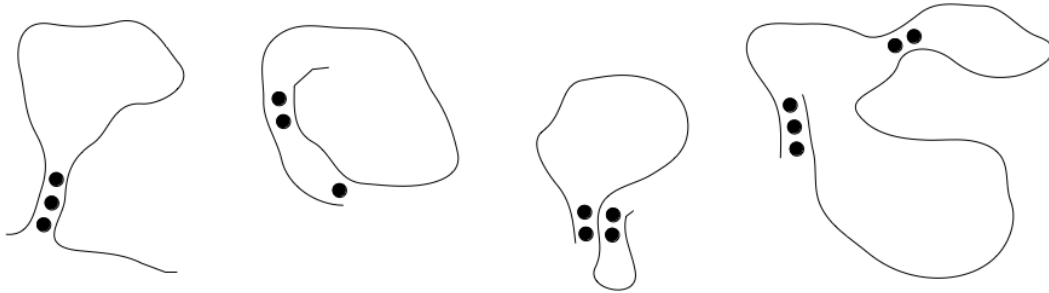
γ) πόσα ζεύγη βάσεων περιέχονται στον πυρήνα ωαρίου;

17. Στο παρακάτω μόριο, ο 3' άνθρακας του νουκλεοτιδίου G συμμετέχει στο φωσφοδιεστερικό δεσμό με το διπλανό νουκλεοτίδιο C.



Κατάλληλο ένζυμο κόβει το πλασμίδιο στα σημεία που φαίνονται οι γραμμές. Το μικρό κομμάτι που προκύπτει περιέχει, εκτός από τα δύο παραπάνω νουκλεοτίδια, τέσσερα νουκλεοτίδια T. Αφού σχεδιάσετε το κομμάτι αυτό, με τις δύο βάσεις που φαίνονται, δείξτε τον προσανατολισμό του, υπολογίστε τους δεσμούς υδρογόνου του και εκφράστε το μήκος του.

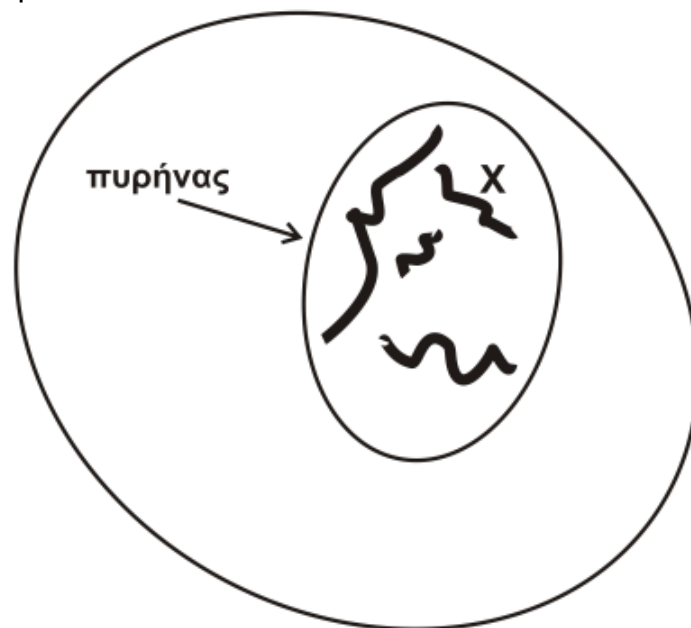
18. Ποιες από τις παρακάτω αναδιπλώσεις μονόκλωνων μορίων είναι ρεαλιστικές;



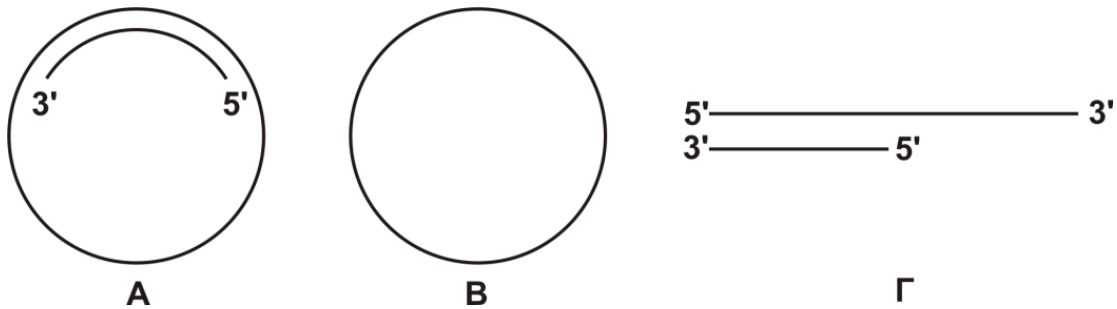
(με κουκίδες απεικονίζονται δεσμοί υδρογόνου)

19. Στο σχήμα απεικονίζονται τα χρωμοσώματα κυττάρου ενός διπλοειδούς οργανισμού.

- να εξηγήσετε αν το κύτταρο του σχήματος προέρχεται από γαμέτη ή σωματικό κύτταρο
- να γράψετε μόνο τον αριθμό των μορίων του πυρηνικού DNA στη μετάφαση ενός σωματικού κυττάρου του οργανισμού αυτού
- μπορείτε να προβλέψετε το φύλο του ατόμου από το οποίο προήλθε το κύτταρο αυτό; Επισημαίνεται ότι το φύλο στον εν λόγω οργανισμό καθορίζεται όπως στον άνθρωπο.



20. Έχετε στη διάθεσή σας τα τρία μόρια DNA της εικόνας, όλα τα είδη δεοξυριβονουκλεοτιδίων στην κατάλληλη ποσότητα και DNA πολυμεράση. Σε ποιο/ποια από τα μόρια της εικόνας θα γίνει σύνθεση DNA και σε ποιο/ποια δεν θα γίνει;



21. Στο ανθρώπινο είδος, ποιος είναι ο μέγιστος και ποιος ο ελάχιστος αριθμός χρωμοσωμάτων που μπορεί να έχει κληρονομήσει ένα φυσιολογικό αρσενικό άτομο από:

- α) τη μητέρα του
- β) τον πατέρα του
- γ) τη μητέρα της μητέρας του
- δ) τον πατέρα της μητέρας του
- ε) τη μητέρα του πατέρα του
- στ) τον πατέρα του πατέρα του

Να μην λάβετε υπ' όψιν την περίπτωση μετάλλαξης.

22. Ένας γενετιστής μελετάει την εξελικτική σχέση μεταξύ δύο πειραματόζων διαφορετικού είδους, του Α και του Β. Μελετώντας κύτταρα των ιστών τους, διαπίστωσε ότι το πειραματόζωο Α περιέχει στα μεσοφασικά του κύτταρα, πριν την αντιγραφή, ποσότητα DNA ίση με 4×10^9 ζεύγη βάσεων, ενώ το πειραματόζωο Β περιέχει στα μεταφασικά του κύτταρα ποσότητα DNA ίση με 12×10^8 ζεύγη βάσεων.

- α) με βάση τα παραπάνω δεδομένα, μπορεί ο γενετιστής να αποφανθεί ποιο από τα δύο πειραματόζωα χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη πολυπλοκότητα;
- β) ποια η ποσότητα του DNA στους γαμέτες των δύο οργανισμών;

23. Το είδος του χιμπατζή Pan troglodytes έχει σε κάθε απλοειδές του κύτταρο DNA μήκους $3,6 \times 10^9$ ζευγών βάσεων, οργανωμένο σε 24 χρωμοσώματα. Με δεδομένο ότι στον οργανισμό αυτό το φύλο καθορίζεται όπως και στον άνθρωπο, να βρείτε:

- α) πόσα μόρια DNA και πόσα ζεύγη βάσεων υπάρχουν στα σωματικά κύτταρα του χιμπατζή στην αρχή και στο τέλος της μεσόφασης
- β) πόσα αυτοσωμικά και πόσα φυλετικά χρωμοσώματα υπάρχουν σε κάθε σωματικό κύτταρο του χιμπατζή
- γ) πόσα αυτοσωμικά και πόσα φυλετικά χρωμοσώματα υπάρχουν σε ένα ωάριο
- δ) πόσες αδελφές χρωματίδες, πόσα κεντρομερίδια και πόσοι βραχίονες υπάρχουν σε ένα σωματικό κύτταρο του χιμπατζή που βρίσκεται στη μετάφαση

24. Ένα σωματικό κύτταρο στον άνδρα περιέχει $5,96 \times 10^9$ ζεύγη βάσεων, ενώ το αντίστοιχο σωματικό κύτταρο στη γυναίκα περιέχει $0,1 \times 10^9$ ζεύγη βάσεων περισσότερο DNA. Να βρείτε την ποσότητα του DNA που υπάρχει σε ένα ωάριο και σε ένα σπερματοζωάριο.

25. Απομονώθηκε το DNA από δύο κύτταρα δύο διαφορετικών οργανισμών που βρίσκονται σε στάδιο μετά την αντιγραφή του DNA. Βρέθηκε ότι το πρώτο κύτταρο περιέχει 6 μόρια DNA και το δεύτερο 8. Να βρείτε ποιο κύτταρο είναι ευκαρυωτικό και ποιο προκαρυωτικό και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Να μην συμπεριλάβετε τα μόρια DNA που μπορεί να περιέχονται στα μιτοχόνδρια ή στους χλωροπλάστες του ευκαρυωτικού κυττάρου.

26. Το χρωμόσωμα Υ ενός ανθρώπου, όταν βρίσκεται στην αρχή της μεσόφασης, αποτελείται από 57.999.946 ζεύγη βάσεων. Αν υποθέσετε ότι το τμήμα του DNA που συνδέει δύο νουκλεο σώματα έχει σταθερό μήκος ίσο με 54 ζεύγη βάσεων και ότι στα άκρα του ινιδίου χρωματίνης βρίσκονται νουκλεοσώματα, να βρείτε τον αριθμό των μορίων ιστονών που περιέχονται στο μη διπλασιασμένο αυτό χρωμόσωμα.

27. Σε ένα μόριο DNA προκαρυωτικού κυττάρου υπάρχουν 3.100 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί και 3.940 δεσμοί υδρογόνου. Να βρείτε πόσες αδενίνες, θυμίνες, κυτοσίνες και γουανίνες περιέχει.

28. Κατά την πλήρη υδρόλυση ενός μορίου DNA ευκαρυωτικού κυττάρου χρησιμοποιήθηκαν 1.098 μόρια νερού. Αν το μόριο αυτό περιέχει 1.350 δεσμούς υδρογόνου, να βρείτε πόσες αδενίνες, θυμίνες, κυτοσίνες και γουανίνες περιέχει.

29. Ένα δίκλωνο μόριο DNA έχει μήκος 4.000 ζεύγη βάσεων. Η μια αλυσίδα του περιέχει 15% A, 20%G και 35%C. Να βρείτε πόσοι δεσμοί υδρογόνου περιέχονται στο μόριο αυτό.

30. Σε ένα πλασμίδιο που αποτελείται από 7.500 ζεύγη νουκλεοτιδίων, ο λόγος $(A+T) / (G+C)$ βρέθηκε να είναι ίσος με 0,5. Να βρείτε:

- α) τον αριθμό καθεμιάς από τις αζωτούχες βάσεις στο πλασμίδιο αυτό
- β) πόσα μόρια νερού απαιτούνται για την πλήρη υδρόλυση του πλασμιδίου.

31. Ένα δίκλωνο μόριο RNA αποτελείται από 1.350 αδενίνες και 1.900 κυτοσίνες. Να βρείτε:

- α) τον αριθμό καθεμιάς από τις αζωτούχες βάσεις που περιέχει
- β) τον αριθμό των 3' – 5' φωσφοδιεστερικών δεσμών που υπάρχουν στο μόριο αυτό
- γ) τον αριθμό των δεσμών υδρογόνου που υπάρχουν στο μόριο αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ, ΕΚΦΡΑΣΗ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ

ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

1) Ποιός είναι ο μηχανισμός αντιγραφής του DNA που προτάθηκε από τους Watson και Crick;

Απάντηση

Οι Watson και Crick πρότειναν έναν τρόπο αντιγραφής του DNA με βάση τη δομή του, κατά τον οποίο η διπλή έλικα ξετυλίγεται και κάθε αλυσίδα λειτουργεί ως καλούπι για τη σύνθεση μιας νέας, συμπληρωματικής στην αρχική αλυσίδα. Έτσι, δημιουργούνται δύο νέα μόρια πανομοιότυπα με το αρχικό, που το καθένα αποτελείται από μια παλιά και μια καινούρια αλυσίδα. Ο μηχανισμός αυτός ονομάστηκε **ημισυντηρητικός**.

2) Γιατί ο μηχανισμός της αντιγραφής του DNA μελετήθηκε κυρίως σε προκαρυωτικά κύτταρα, όπως το βακτήριο *E. coli*;

Απάντηση

Ο μηχανισμός της αντιγραφής του DNA μελετήθηκε πρώτα σε προκαρυωτικούς οργανισμούς, γιατί το γενετικό υλικό τους είναι πολύ μικρότερο σε μήκος και είναι απλούστερα οργανωμένο από εκείνο των ευκαρυωτικών κυττάρων.

3) Ποιός είναι ο μηχανισμός αντιγραφής του DNA;

Απάντηση

Ο μηχανισμός της αντιγραφής του DNA έχει μελετηθεί κατά βάση στα προκαρυωτικά κύτταρα και κυρίως στο βακτήριο *E.coli*. Τα βασικά στάδια του μηχανισμού της αντιγραφής παρουσιάζουν μεγάλες ομοιότητες σε προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά κύτταρα.

Η αντιγραφή αρχίζει από καθορισμένα σημεία που ονομάζονται θέσεις έναρξης της αντιγραφής. Το **βακτηριακό DNA** έχει μία μόνο θέση έναρξης της αντιγραφής (η οποία κάτω από ιδανικές συνθήκες ολοκληρώνεται σε λιγότερο από 30 λεπτά). Στο ευκαρυωτικό κύτταρο, όπου το κάθε χρωμόσωμα είναι ένα γραμμικό μόριο DNA, συναντάμε πολλές θέσεις έναρξης της αντιγραφής. Έτσι, το DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων αντιγράφεται ξεκινώντας ταυτόχρονα από εκατοντάδες σημεία έναρξης, με αποτέλεσμα, παρότι είναι πολύ μεγαλύτερο, να αντιγράφεται πάρα πολύ γρήγορα.

Για να αρχίσει η αντιγραφή, ξετυλίγονται οι δύο αλυσίδες του DNA στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής με τη βοήθεια ειδικών ενζύμων που ονομάζονται **DNA ελικάσες** και οι οποίες σπάζουν τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των συμπληρωματικών αζωτούχων βάσεων των δύο αλυσίδων. Όταν ανοίξει η διπλή έλικα, δημιουργείται μια «θηλιά», η οποία διευρύνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Οι θηλιές αυτές είναι ορατές με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

Τα κύρια ένζυμα που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA ονομάζονται **DNA πολυμεράσες**. Τα ένζυμα αυτά **δεν έχουν την ικανότητα** να αρχίσουν την αντιγραφή. Για τον σκοπό αυτόν, το κύτταρο διαθέτει ένα σύμπλοκο ενζύμων και όχι μόνο και λέγεται **πριμόσωμα**. Το πριμόσωμα συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες, τα οποία ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα.

Οι DNA πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA. Τα νέα μόρια αρχίζουν να σχηματίζονται, καθώς δημιουργούνται φωσφοδιεστερικοί δεσμοί μεταξύ των διαδοχικών δεοξυριβονουκλεοτιδίων.

Οι DNA πολυμεράσες έχουν την ικανότητα να διορθώνουν λάθη που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αντιγραφής, απομακρύνοντας τα νουκλεοτίδια που έχουν τοποθετηθεί κατά παράβαση του κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων και τοποθετώντας τα σωστά νουκλεοτίδια. Ακόμη, οι DNA πολυμεράσες απομακρύνουν τα πρωταρχικά τμήματα RNA και τα αντικαθιστούν με τμήματα DNA.

Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν προς μια κατεύθυνση, τοποθετώντας τα νουκλεοτίδια στο 3' ελεύθερο άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου. Έτσι λέμε ότι η αντιγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3'. **Κάθε αλυσίδα που συντίθεται πρέπει να έχει προσανατολισμό 5'→3' και κάθε διπλή έλικα που δημιουργείται πρέπει να έχει τις δύο νουκλεοτιδικές αλυσίδες της αντιπαράλληλες.** Για να γίνουν αυτά, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μια και ασυνεχής στην άλλη αλυσίδα σε κάθε κατεύθυνση κατά την οποία γίνεται η αντιγραφή.

Τα τμήματα που συντίθενται με ασυνεχή τρόπο συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια του ενζύμου DNA δεσμάση. Το ένζυμο αυτό συνδέει και όλα τα τμήματα που προκύπτουν από τις διάφορες θέσεις έναρξης της αντιγραφής.

Η διαδικασία της αντιγραφής είναι ιδιαίτερα ακριβής. Μόνο ένα νουκλεοτίδιο στα 100.000 μπορεί να ενσωματωθεί λάθος. Όσα λάθη δεν επιδιορθώνονται από την DNA πολυμεράση, αποκαθίστανται σε μεγάλο ποσοστό από επιδιορθωτικά ένζυμα. Έτσι, η πιθανότητα λάθους στα ευκαρυωτικά κύτταρα είναι $1/10^{10}$.

Συνοπτικά τα βήματα που ακολουθούνται κατά την αντιγραφή, καθώς και τα ένζυμα που συμμετέχουν σε κάθε βήμα δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

4) Πώς περιγράφεται το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας;

Απάντηση

Το κεντρικό δόγμα της βιολογίας μας δείχνει τη ροή της πληροφορίας στα βιολογικά συστήματα. Όπως ορίστηκε από τον F. Crick, το DNA αναπαράγει τον εαυτό του και συνθέτει το RNA, το οποίο κατευθύνει τη σύνθεση των πρωτεϊνών.



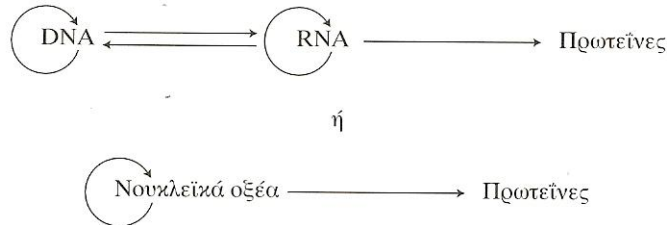
Σήμερα όμως είναι γνωστό ότι με καλούπι το RNA είναι δυνατόν σε κάποιους RNA ιούς να συντεθεί τόσο DNA όσο και RNA. Έτσι το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας μπορεί να περιγραφεί ως εξής:



Όταν μελετήθηκε ο πολλαπλασιασμός άλλων RNA ιών, το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας διαφοροποιήθηκε ως εξής:



Έτσι σήμερα στη σύγχρονη γενικευμένη μορφή του το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας δίνεται από το σχήμα:



Επομένως, μπορούμε να πούμε ότι τα νουκλεϊκά οξέα αναπαράγουν τον εαυτό τους και κατευθύνουν τη σύνθεση των πρωτεϊνών, αλλά δεν ισχύει το αντίστροφο.

5) Τί είναι τα γονίδια;

Απάντηση

Τα γονίδια είναι συγκεκριμένες αλληλουχίες του DNA που περιέχουν μια ορισμένη πληροφορία. Υπάρχουν γονίδια που μέσω της μεταγραφής σε mRNA και της μετάφρασης καθορίζουν τη σειρά των αμινοξέων στις πολυπεπτιδικές αλυσίδες. Υπάρχουν και γονίδια που μεταγράφονται και παράγουν tRNA, rRNA και snRNA. **Το τελευταίο υπάρχει μόνο στα ευκαρυωτικά κύτταρα.**

Σημείωση: Στους ιούς που έχουν ως γενετικό υλικό RNA, η έννοια γονίδιο αναφέρεται σε αλληλουχίες νουκλεοτιδίων του RNA.

6) Τί ονομάζουμε γονιδιακή έκφραση;

Απάντηση

Ο όρος γονιδιακή έκφραση αναφέρεται στο σύνολο της διαδικασίας με την οποία ενεργοποιείται ένα γονίδιο, ώστε τελικά να παραχθεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα. Δηλαδή ως γονιδιακή έκφραση μπορούμε να θεωρήσουμε τις πορείες της μεταγραφής και της μετάφρασης των γονιδίων.

7) Τί καθορίζει η μεταγραφή;

Απάντηση

Η μεταγραφή καθορίζει ποιά γονίδια θα εκφραστούν, σε ποιούς ιστούς (στους ανώτερους ευκαρυωτικούς οργανισμούς) και σε ποιά στάδια της ανάπτυξης. Με τη μεταγραφή συντίθενται από το DNA όλα τα είδη RNA.

8) Πόσα είναι τα γονίδια που απαντώνται στον ανθρώπινο οργανισμό και ποιός είναι ο ρόλος τους;

Απάντηση

Υπολογίζεται ότι στο ανθρώπινο απλοειδές γονιδίωμα, που έχει μήκος 3×10^9 ζεύγη βάσεων, μόνο ένα μικρό ποσοστό αντιστοιχεί σε γονίδια, δηλαδή μεταγράφεται σε RNA.

Τα γονίδια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Στα γονίδια που μεταγράφονται σε mRNA και καθορίζουν τη σύνθεση των πολυπεπτιδικών αλυσίδων.
- Στα γονίδια που μεταγράφονται σε tRNA, rRNA ή snRNA, τα οποία συμβάλουν στην έκφραση της γενετικής πληροφορίας.

Όλα τα σωματικά κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού έχουν την ίδια ποσότητα πυρηνικού DNA. Σε κάθε κύτταρο όμως εκφράζονται και διαφορετικά γονίδια. Για παράδειγμα, στα πρόδρομα ερυθρά αιμοσφαίρια (πριν χάσουν τον πυρήνα τους) εκφράζονται κυρίως τα γονίδια των αιμοσφαιρινών, ενώ στα μυϊκά κύτταρα εκφράζονται κυρίως τα γονίδια των πρωτεϊνών ακτίνη και μυοσίνη.

9) Ποιό είναι το προϊόν της μεταγραφής και τί γνωρίζετε γι' αυτό;

Απάντηση

Το προϊόν της μεταγραφής είναι το RNA, το οποίο διακρίνεται σε τέσσερα είδη:

α) Αγγελιαφόρο RNA (mRNA): Τα μόρια αυτά μεταφέρουν την πληροφορία για την παραγωγή μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Αποτελούν λιγότερο από το 5% του ολικού RNA του κυττάρου. Τα περισσότερα mRNA έχουν μήκος 500 - 2000 βάσεις.

β) Ριβοσωμικό RNA (rRNA): Τα μόρια αυτά συνδέονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν τα ριβοσώματα, οργανίδια απαραίτητα για την πραγματοποίηση της πρωτεϊνοσύνθεσης. Αποτελούν περίπου το 80% του συνολικού RNA του κυττάρου. Κάθε μόριο rRNA έχει μήκος 100 - 3000 βάσεις.

γ) Μεταφορικό RNA (tRNA): Κάθε τέτοιο μόριο συνδέεται με ένα συγκεκριμένο αμινοξύ και το μεταφέρει στη θέση της πρωτεϊνοσύνθεσης. Τα μόρια αυτά αποτελούν το 15% του συνολικού RNA του κυττάρου και αποτελούνται από 70 - 85 βάσεις.

δ) Μικρό πυρηνικό RNA (snRNA): Είναι μικρά μόρια RNA που συνδέονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια. Τα σωματίδια αυτά καταλύουν την ωρίμανση του mRNA, **μια διαδικασία που συναντάμε μόνο στα ευκαρυωτικά κύτταρα.**

10) Ποιός είναι ο μηχανισμός μεταγραφής του DNA;

Απάντηση

Ο μηχανισμός της μεταγραφής του DNA είναι ίδιος σε ευκαρυωτικούς και προκαρυωτικούς οργανισμούς. Η μεταγραφή καταλύεται από το ένζυμο RNA πολυμεράση (στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς υπάρχουν τρία είδη RNA πολυμερασών).

Η RNA πολυμεράση προσδένεται σε ειδικές περιοχές του DNA που ονομάζονται **υποκινητές** με τη βοήθεια κατάλληλων πρωτεϊνών που ονομάζονται **μεταγραφικοί παράγοντες**. Οι υποκινητές, που βρίσκονται πάντα στην αρχή κάθε γονιδίου, και οι μεταγραφικοί παράγοντες επιτρέπουν στην RNA πολυμεράση να

αρχίσει σωστά τη μεταγραφή.

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 απέναντι από τη μια αλυσίδα του DNA τα συμπληρωματικά ριβονουκλεοτίδια. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια που προστίθενται έτσι, ώστε η φορά της μεταγραφής να είναι ίδια με τη φορά της αντιγραφής (δηλαδή το RNA που συντίθεται έχει προσανατολισμό 5' → 3').

Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου βρίσκονται οι αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής που επιτρέπουν την απελευθέρωση του μορίου RNA που μόλις συντέθηκε.

11) Ποιές είναι οι βασικές διαφορές μεταξύ αντιγραφής και μεταγραφής στο ευκαρυωτικό κύτταρο;

Απάντηση

Οι βασικές διαφορές μεταξύ αντιγραφής και μεταγραφής στο ευκαρυωτικό κύτταρο δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Αντιγραφή	Μεταγραφή
Σκοπός είναι η σύνθεση DNA έτσι ώστε τα θυγατρικά κύτταρα να διαθέτουν το απαραίτητο γενετικό υλικό	Σκοπός είναι η σύνθεση των απαραίτητων μορίων RNA
Γίνεται μια φορά στον κύκλο ζωής του κυττάρου	Γίνεται πολλές φορές στον κύκλο ζωής του κυττάρου
Το μόριο του DNA ανοίγει ταυτόχρονα σε πολλά σημεία	Το μόριο του DNA ανοίγει σε ένα μόνο σημείο
Τα δεοξυριβονουκλεοτίδια τοποθετούνται σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων	Απέναντι από κάθε δεοξυριβονουκλεοτίδιο τοποθετείται, σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας το κατάλληλο ριβονουκλεοτίδιο
Αντιγράφονται και οι δυο αλυσίδες του DNA	Μεταγράφεται τμήμα της μιας μόνο αλυσίδας του DNA
Τα κύρια ένζυμα είναι οι DNA πολυμεράσες	Τα κύρια ένζυμα είναι οι RNA πολυμεράσες
Γίνεται επιδιόρθωση λαθών με τη βοήθεια DNA πολυμεράσης και επιδιορθωτικών ενζύμων	Δεν παρατηρείται δράση επιδιορθωτικών ενζύμων

12) Τι ονομάζεται κωδική και τι μη κωδική (μεταγραφόμενη) αλυσίδα του DNA;

Απάντηση

Το μόριο του RNA που συντίθεται κατά τη μεταγραφή είναι συμπληρωματικό προς τη μια από τις δύο αλυσίδες του DNA, η οποία λέγεται **μη κωδική** (μεταγραφόμενη). Η απέναντι αλυσίδα της μη κωδικής (μεταγραφόμενης) ονομάζεται **κωδική** αλυσίδα του DNA.

13) Τι είναι τα εσώνια και τι τα εξώνια;

Απάντηση

Τα περισσότερα γονίδια των ευκαρυωτικών κυττάρων, καθώς και των ιών που τα προσβάλλουν, είναι ασυνεχή ή διακεκομμένα. Οι αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα ονομάζονται **εξώνια** και διακόπτονται από ενδιάμεσες αλληλουχίες που δεν μεταφράζονται και οι οποίες ονομάζονται **εσώνια**. Το «κόψιμο» των εσωνίων και η «συρραφή» των εξωνίων γίνεται με τη βοήθεια ριβονουκλεοπρωτεϊνικών σωματιδίων που αποτελούνται από snRNA και πρωτεΐνες, τα οποία λειτουργούν ως ένζυμα και βρίσκονται στον πυρήνα.

14) Ποιό μόριο ονομάζεται πρόδρομο mRNA;

Απάντηση

Πρόδρομο mRNA είναι το προϊόν της μεταγραφής του γονιδίου στο οποίο αντιπροσωπεύονται τόσο τα εσώνια όσο και τα εξώνια. Το πρόδρομο αυτό μόριο με τη διαδικασία της ωρίμανσης μετατρέπεται σε mRNA. **Το μόριο αυτό το συναντάμε μόνο στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων.**

15) Σε ποιούς οργανισμούς συναντάμε ασυνεχή γονίδια;

Απάντηση

Ασυνεχή γονίδια, δηλαδή γονίδια που περιέχουν και εσώνια, συναντάμε στον πυρήνα των ευκαρυωτικών οργανισμών, καθώς και στο γονιδίωμα των ιών που τους προσβάλλουν.

16) Ποιά είναι τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής του DNA;

Απάντηση

Ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής του DNA είναι κάποιες αλληλουχίες νουκλεοτιδίων DNA, δηλαδή ο υποκινητής, ειδικές πρωτεΐνες που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες, καθώς και οι αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής.

Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς υπάρχει ένας υποκινητής για κάθε γονίδιο, σε αντίθεση με τους προκαρυωτικούς, όπου πολλά γονίδια μπορούν να έχουν έναν κοινό υποκινητή. Ακόμη, κάθε κύτταρο ευκαρυωτικού οργανισμού περιέχει διαφορετικά είδη μεταγραφικών παραγόντων και κάθε διαφορετικός συνδυασμός των μεταγραφικών αυτών παραγόντων ρυθμίζει τη μεταγραφή του κατάλληλου γονιδίου. Αυτό σημαίνει ότι η RNA πολυμεράση αρχίζει τη μεταγραφή ενός γονιδίου μόνο όταν προσδεθεί στον υποκινητή με τη βοήθεια των μεταγραφικών παραγόντων.

17) Τί εννοούμε με τον όρο ωρίμανση του RNA και πού γίνεται αυτή;

Απάντηση

Λέγοντας ωρίμανση του RNA εννοούμε τη διαδικασία αποκοπής των εσωνίων και συρραφής των εξωνίων και γίνεται στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων με τη βοήθεια ριβονουκλεοπρωτεϊνικών σωματιδίων που αποτελούνται από snRNA

και πρωτεΐνες. Το mRNA που προκύπτει ονομάζεται ώριμο mRNA και το οποίο είναι έτοιμο να βγει στο κυτταρόπλασμα για να γίνει η πρωτεϊνοσύνθεση στα ριβοσώματα.

18) Τί γνωρίζετε για την αντίστροφη μεταγραφάση;

Απάντηση

Η αντίστροφη μεταγραφάση είναι ένα ένζυμο (πρωτεΐνη), το οποίο βρέθηκε σε RNA ιούς και συγκεκριμένα σε ρετροϊούς και το οποίο μπορεί να συνθέσει DNA χρησιμοποιώντας ως καλούπι το RNA του ιού. Η ανακάλυψη αυτού του ενζύμου οδήγησε στη συμπλήρωση του κεντρικού δόγματος της Βιολογίας στη μορφή που έχει σήμερα. Επίσης, έδωσε νέες δυνατότητες στη Μοριακή Βιολογία και στη Γενετική Μηχανική.

19) Τί ορίζουμε ως κωδικόνιο;

Απάντηση

Ως κωδικόνιο ορίζουμε μια τριπλέτα νουκλεοτιδίων του DNA ή του mRNA που κωδικοποιεί ένα αμινοξύ, την έναρξη ή τη λήξη του μηνύματος. Έτσι, για παράδειγμα, το κωδικόνιο ATG της κωδικής αλυσίδας του DNA αντιστοιχεί στο TAC της μη κωδικής (μεταγραφόμενης) αλυσίδας ή στο AUG της αλυσίδας του mRNA.

20) Τί εννοούμε με τον όρο μετάφραση, πού γίνεται και τι απαιτείται για την πραγματοποίησή της;

Απάντηση

Λέγοντας μετάφραση εννοούμε την αντιστοίχιση των κωδικονίων του mRNA σε αμινοξέα, καθώς και τη διαδοχική σύνδεση των αμινοξένων αυτών σε πολυπεπτιδική αλυσίδα με τη δημιουργία πεπτιδικών δεσμών. Πραγματοποιείται στα ριβοσώματα (δηλαδή στο κυτταρόπλασμα και στα ημιαυτόνομα οργανίδια) με τη βοήθεια κατάλληλων μορίων tRNA. Για τη διαδικασία της μετάφρασης απαιτούνται:

- mRNA,
- tRNA,
- ριβοσώματα (rRNA και πρωτεΐνες),
- αμινοξέα,
- ένζυμα (πρωτεΐνες),
- ενέργεια και
- παράγοντες απελευθέρωσης.

21) Τί είναι το tRNA και ποιός είναι ο ρόλος του;

Απάντηση

Το tRNA είναι το μεταφορικό RNA. Αποτελεί το 15% περίπου του συνολικού RNA στο κύτταρο και αποτελείται από 70 - 85 βάσεις. Κάθε μόριο tRNA έχει δύο

θέσεις σύνδεσης. Από αυτές η μία είναι ειδική τριπλέτα (τριπλέτα νουκλεοτιδίων) και ονομάζεται αντικωδικόνιο. Μέσω του αντικωδικονίου, το tRNA προσδένεται, λόγω της συμπληρωματικότητας των βάσεων, με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA. Η άλλη θέση είναι ειδική θέση σύνδεσης για ένα συγκεκριμένο αμινοξύ.

Εφόσον σκοπός του tRNA είναι να μεταφέρει το κατάλληλο αμινοξύ στα ριβοσώματα και αυτό γίνεται με βάση τη σχέση κωδικονίου - αντικωδικονίου, θα πρέπει, θεωρητικά, να υπάρχουν τόσα διαφορετικά tRNA όσα είναι και τα κωδικόνια που αντιστοιχούν σε αμινοξέα, δηλαδή 61.

Σημείωση: Τα tRNA είναι δυνατό να διαφέρουν εκτός από την περιοχή του αντικωδικονίου και στην υπόλοιπη αλληλουχία των νουκλεοτιδίων τους. Έτσι σήμερα έχει βρεθεί η πρωτοταγής δομή σε περισσότερα από 130 tRNA.

22) Τί είναι τα ριβοσώματα και ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους;

Απάντηση

Τα ριβοσώματα είναι σχηματισμοί στους οποίους επιτελείται η πρωτεϊνوسύνθεση. Τα συναντάμε στο κυτταρόπλασμα και στα ημιαυτόνομα οργανίδια. Είναι ριβονουκλεοπρωτεϊνικοί σχηματισμοί που αποτελούνται από rRNA και πρωτεΐνες. Κάθε ριβόσωμα αποτελείται από δύο υπομονάδες, μια μικρή, η οποία συνδέεται με το mRNA, και μια μεγάλη, η οποία έχει δύο θέσεις εισδοχής των tRNA. Τα ριβοσώματα δεν είναι εξειδικευμένα και έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μετάφραση οποιουδήποτε mRNA.

Η δομή και η σύσταση των ριβοσωμάτων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Ριβοσώματα			
Προκαρυωτικό κύτταρο		Ευκαρυωτικό κύτταρο	
30S Μικρή υπομονάδα	50S Μεγάλη υπομονάδα	40S Μικρή υπομονάδα	60S Μεγάλη υπομονάδα
1 μόριο RNA και 21 πρωτεΐνες περίπου	2 μόρια RNA και 34 πρωτεΐνες περίπου	1 μόριο RNA και 33 πρωτεΐνες περίπου	3 μόρια RNA και 45 πρωτεΐνες περίπου

23) Τί ονομάζεται γενετικός κώδικας;

Απάντηση

Γενετικός κώδικας είναι ένας κώδικας αντιστοίχισης τριπλετών νουκλεοτιδίων (κωδικονίων), των γονιδίων και των αντίστοιχων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών.

24) Ποιά είναι τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα;

Απάντηση

Τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι τα εξής:

- Είναι κώδικας τριπλέτας. Κάθε τριάδα νουκλεοτιδίων (κωδικόνιο) κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.
- Έχει κωδικόνια έναρξης (AUG που κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη) και λήξης

(UAG, UGA, UAA).

γ) Είναι συνεχής. Το mRNA διαβάζεται συνεχόμενα ανά τρία νουκλεοτίδια, χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.

δ) Είναι μη επικαλυπτόμενος. Κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.

ε) Είναι σχεδόν καθολικός. Όλοι οι οργανισμοί έχουν τον ίδιο γενετικό κώδικα, με μικρές εξαιρέσεις. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι mRNA από οποιονδήποτε οργανισμό μπορεί να μεταφραστεί σε εκχυλίσματα προκαρυωτικών ή ευκαρυωτικών κυττάρων *in vitro* και να παράγει την ίδια πρωτεΐνη.

στ) Χαρακτηρίζεται ως εκφυλισμένος, γιατί, με εξαίρεση τη μεθειονίνη και την τρυπτοφάνη, τα υπόλοιπα αμινοξέα κωδικοποιούνται από περισσότερα από ένα κωδικόνια, τα οποία ονομάζονται **συνώνυμα**. Τα συνώνυμα κωδικόνια μπορεί να είναι δύο, τρία, τέσσερα ή έξι.

25) Ποιά είναι τα στάδια της πρωτεϊνوسύνθεσης;

Απάντηση

Η πρωτεϊνوسύνθεση διακρίνεται σε τρία στάδια: την **έναρξη**, την **επιμήκυνση** και τη **λήξη**. Κατά την έναρξη, το mRNA συνδέεται με το ριβόσωμα, και το πρώτο tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ μεθειονίνη προσδένεται με το αντικωδικόνιό του στο κωδικόνιο έναρξης. Κατά το στάδιο της επιμήκυνσης, τα tRNA μεταφέρουν τα αμινοξέα που αντιστοιχούν στα κωδικόνια του mRNA. Τα αμινοξέα συνδέονται μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς. Στο στάδιο της λήξης σταματά η πρωτεϊνوسύνθεση και απελευθερώνεται η πολυπεπτιδική αλυσίδα.

26) Τί ονομάζεται σύμπλοκο έναρξης της πρωτεϊνوسύνθεσης;

Απάντηση

Σύμπλοκο έναρξης ονομάζεται το σύμπλοκο που δημιουργείται μετά την πρόσδεση του mRNA και του tRNA που μεταφέρει τη μεθειονίνη στη μικρή υπομονάδα του ριβοσώματος. Στη συνέχεια, στο παραπάνω σύμπλοκο συνδέεται και η μεγάλη υπομονάδα του ριβοσώματος.

27) Να περιγραφεί το στάδιο έναρξης της πρωτεϊνوسύνθεσης (μετάφρασης).

Απάντηση

Κατά την έναρξη της μετάφρασης, το mRNA συνδέεται με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος μέσω μιας αλληλουχίας νουκλεοτιδίων που υπάρχει στην 5' αμετάφραστη περιοχή του (αλληλουχία αναγνώρισης του ριβοσώματος), σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων.

Στο πρώτο κωδικόνιο του mRNA, που είναι πάντοτε το AUG, προσδένεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη, με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, μέσω του αντικωδικονιού του. Με αυτόν τον τρόπο, θα έπρεπε κάθε πολυπεπτιδική αλυσίδα να έχει ως πρώτο αμινοξύ τη μεθειονίνη, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει γιατί πολλές φορές μετά τη σύνθεση της πρωτεΐνης απομακρύνονται κάποια αμινοξέα από το αρχικό αμινικό άκρο της. Έτσι, δημιουργείται το σύμπλοκο έναρξης της πρωτεϊνوسύνθεσης (**mRNA, μικρή ριβοσωματική υπομονάδα, tRNA, μεθειονίνη**) και στη συνέχεια έρχεται η μεγάλη

υπομονάδα και ενώνεται με τη μικρή. Τώρα πλέον το ριβόσωμα είναι έτοιμο να «διαβάσει» το mRNA και να ξεκινήσει η μετάφραση.

28) Να περιγράψετε το στάδιο της επιμήκυνσης της πρωτεϊνοσύνθεσης.

Απάντηση

Σε αυτή τη φάση, ένα δεύτερο tRNA τοποθετείται στη δεύτερη θέση πρόσδεσης του ριβοσώματος (μεγάλη υπομονάδα), σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, μεταξύ του δεύτερου κωδικονίου του mRNA και του αντικωδικονίου του tRNA. Μεταξύ της μεθειονίνης του πρώτου tRNA και του αμινοξέος που μεταφέρει το δεύτερο tRNA σχηματίζεται ένας πεπτιδικός (ομοιοπολικός) δεσμός και αμέσως μετά το πρώτο tRNA αποσυνδέεται από το ριβόσωμα και απελευθερώνεται στο κυτταρόπλασμα, όπου θα συνδεθεί εκ νέου με μεθειονίνη, την οποία θα μεταφέρει στα ριβοσώματα, όποτε χρειαστεί ξανά. Αντίστοιχα, κάθε tRNA που διαδοχικά θα απελευθερώνεται, θα συνδέεται εκ νέου με το κατάλληλο αμινοξύ για να το μεταφέρει στο ριβόσωμα, όποτε χρειαστεί ξανά.

Το ριβόσωμα και το mRNA έχουν τώρα δύο αμινοξέα προσδεσμένα στο ίδιο tRNA. Έτσι αρχίζει η επιμήκυνση της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Το ριβόσωμα κινείται κατά μήκος του mRNA με κατεύθυνση 5' → 3' και βήμα ενός κωδικονίου. Στην κενή θέση που δημιουργήθηκε στο ριβόσωμα έρχεται ένα τρίτο tRNA μεταφέροντας το κατάλληλο αμινοξύ. Ανάμεσα στο δεύτερο και το τρίτο αμινοξύ θα δημιουργηθεί πεπτιδικός δεσμός, το δεύτερο tRNA θα απελευθερωθεί στο κυτταρόπλασμα, το ριβόσωμα θα κινηθεί κατά μήκος του mRNA και ένα νέο tRNA θα προσδεθεί στην ελεύθερη θέση του ριβοσώματος. Έτσι, καθώς νέα tRNA φέρουν συνεχώς τα κατάλληλα αμινοξέα που συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζεται η πολυπεπτιδική αλυσίδα.

Σημείωση: Πεπτιδικός δεσμός είναι ο ομοιοπολικός δεσμός που δημιουργείται από την αντίδραση της καρβοξυλομάδας του ενός αμινοξέος με την αμινομάδα του επόμενου αμινοξέος με ταυτόχρονη αποβολή ενός μορίου νερού.

29) Να περιγράψετε το στάδιο λήξης της πρωτεϊνοσύνθεσης.

Απάντηση

Η διαδικασία της επιμήκυνσης θα σταματήσει σε κάποιο από τα κωδικόνια λήξης (UGA ή UAA ή UAG), για τα οποία, ως γνωστόν, δεν υπάρχει κανένα tRNA. Το τελευταίο tRNA απομακρύνεται από το ριβόσωμα και απελευθερώνεται η πολυπεπτιδική αλυσίδα με τη βοήθεια εξειδικευμένων πρωτεϊνών που ονομάζονται παράγοντες απελευθέρωσης. Στη συνέχεια θα αποχωριστούν και οι υπομονάδες του ριβοσώματος από το mRNA.

30) Τί ονομάζεται πολύσωμα;

Απάντηση

Ένα μόριο mRNA μπορεί να μεταφραστεί ταυτόχρονα από πολλά ριβοσώματα που το καθένα βρίσκεται σε διαφορετικό σημείο κατά μήκος του μορίου. Το σύμπλεγμα του mRNA μαζί με τα ριβοσώματα που το μεταφράζουν ονομάζεται

πολύσωμα. Έτσι, σε μικρό χρονικό διάστημα, από ένα μόριο mRNA μπορούν να παραχθούν πολλά μόρια της ίδιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

31) Γιατί είναι απαραίτητη η γονιδιακή ρύθμιση σε ένα κύτταρο;

Απάντηση

Σε κάθε κύτταρο είναι αδύνατη η σύνθεση όλων των πρωτεϊνών σε κάθε χρονική στιγμή. Το κύτταρο επιπλέον χρειάζεται κάθε πρωτεΐνη σε συγκεκριμένη ποσότητα, πράγμα που σημαίνει ότι όλες οι πρωτεΐνες δεν μπορούν να παράγονται σε ίσες ποσότητες, γιατί τότε κάποιες θα περίσσευαν και κάποιες δεν θα επαρκούσαν.

Γι' αυτούς τους λόγους είναι απαραίτητο να υπάρχει μια διαδικασία ρύθμισης της γονιδιακής έκφρασης, η οποία θα παρέχει «οδηγίες» για το είδος και την ποσότητα των πρωτεϊνών οι οποίες πρέπει να παραχθούν σε κάθε χρονική στιγμή.

32) Σε τί αποσκοπεί κυρίως η «ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης» στα βακτήρια;

Απάντηση

Η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης είναι ένας μηχανισμός ρύθμισης που παρέχει τις απαραίτητες οδηγίες για το είδος και την ποσότητα των πρωτεϊνών που πρέπει να παραχθούν σε έναν οργανισμό σε κάθε χρονική στιγμή.

Στα βακτήρια, αλλά και γενικότερα στους περισσότερους μονοκύτταρους οργανισμούς, η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης αποσκοπεί κυρίως στην προσαρμογή του οργανισμού στις εναλλαγές του περιβάλλοντος, ώστε να εξασφαλίζονται οι καλύτερες προϋποθέσεις επιβίωσης και αναπαραγωγής του.

33) Σε τί αποσκοπεί κυρίως η «ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης» στα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού; Τι ονομάζεται κυτταρική διαφοροποίηση;

Απάντηση

Όλα τα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού, όπως τα νευρικά, τα μυϊκά κ.ά, έχουν το ίδιο γενετικό υλικό, αλλά διαφέρουν κατά πολύ στη μορφή και στη λειτουργία τους. Δηλαδή τα κύτταρα αυτά έχουν αναπτύξει μηχανισμούς που τους επιτρέπουν να εκφράζουν επιλεκτικά τη γενετική τους πληροφορία. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στην εξειδίκευση των κυττάρων να εκτελούν επιμέρους λειτουργίες και ονομάζεται κυτταρική διαφοροποίηση. Έτσι, κάθε τύπος κυττάρου του οργανισμού έχει μια εξειδικευμένη λειτουργία και γι' αυτό πρέπει να υπάρχει πλήρης συντονισμός των λειτουργιών όλων των κυττάρων. \

Για τον λόγο αυτόν η τελειοποίηση των συστημάτων ελέγχου είναι αναγκαία και λόγω της μεγαλύτερης πολυπλοκότητας των ευκαρυωτικών κυττάρων, αλλά και επειδή πρέπει να ελεγχθεί πολύ προσεκτικά η ανάπτυξη ενός πολυκύτταρου οργανισμού. Έτσι, η ρύθμιση των γονιδίων στα ευκαρυωτικά κύτταρα γίνεται σε πολλά επίπεδα.

34) Να αναφέρετε ένα παράδειγμα γονιδιακής ρύθμισης στους προκαρυωτικούς οργανισμούς. Τι ονόμασαν οπερόνιο της λακτόζης οι F. Jacob και J. Monod;

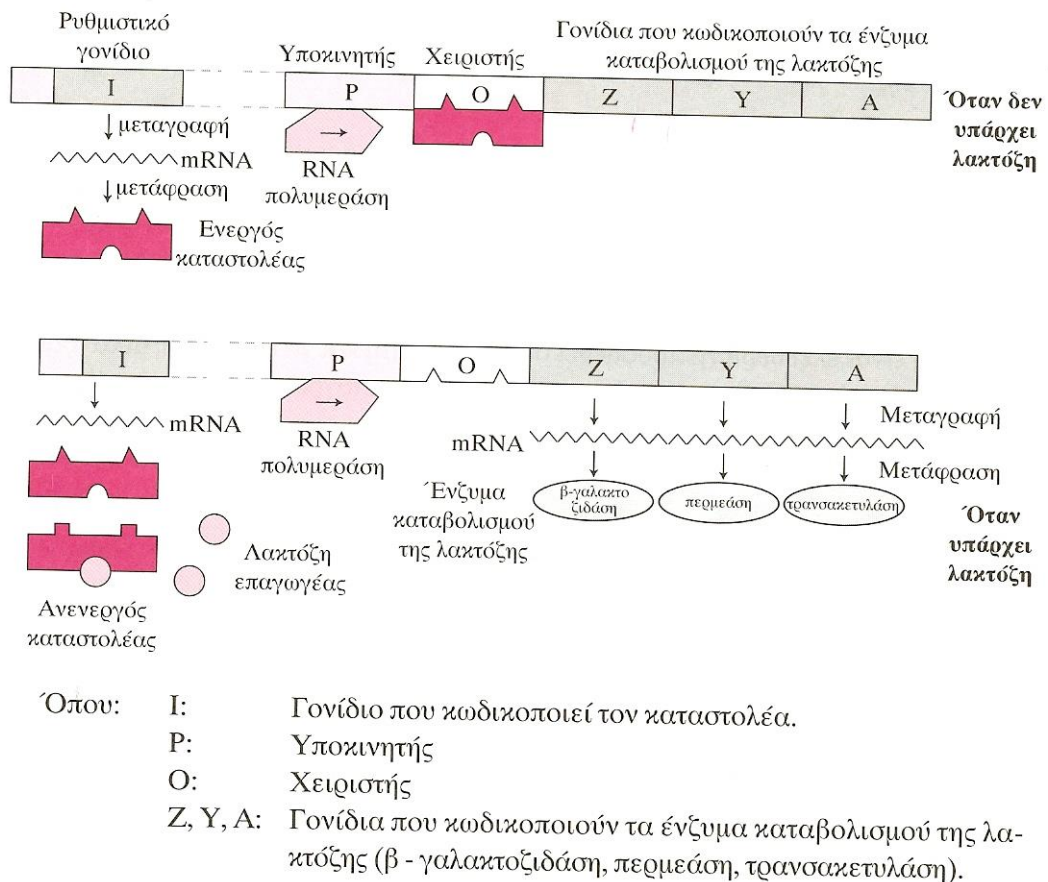
Απάντηση

Ένα παράδειγμα γονιδιακής ρύθμισης στους προκαρυωτικούς οργανισμούς αποτελεί το οπερόνιο της λακτόζης. Οι F. Jacob και J. Monod ονόμασαν οπερόνιο της λακτόζης ένα σύνολο τριών δομικών γονιδίων που βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο στο γονιδίωμα του βακτηρίου *E. coli*. Αποτελούν μια λειτουργική μονάδα και παράγουν τα κατάλληλα ένζυμα για τον μεταβολισμό της λακτόζης, όταν δεν υπάρχει άλλη πηγή άνθρακα στο θρεπτικό υπόστρωμα εκτός από αυτόν τον δισακχαρίτη. Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, οπερόνιο ονομάζουμε μια ομάδα γονιδίων (στους προκαρυωτικούς οργανισμούς), τα οποία υπόκεινται σε κοινό έλεγχο της έκφρασής τους.

35) Πώς λειτουργεί το οπερόνιο της λακτόζης; Πότε τα γονίδια που το αποτελούν βρίσκονται υπό καταστολή;

Απάντηση

Το οπερόνιο της λακτόζης (συνεργίωμα) στο βακτήριο *E. coli* αποτελείται από ένα **ρυθμιστικό γονίδιο**, που κωδικοποιεί ένα πρωτεϊνικό μόριο, τον καταστολέα, τον **υποκινητή** και τον **χειριστή**, το σημείο δηλαδή όπου προσδένεται ο καταστολέας όταν στο θρεπτικό υλικό δεν υπάρχει λακτόζη και εμποδίζει την RNA πολυμεράση να μεταγράψει τα **τρία δομικά γονίδια** που κωδικοποιούν τα ένζυμα που καταβολίζουν τη λακτόζη.



Το σπερονόιο της λακτόζης δεν μεταγράφεται και δεν μεταφράζεται όταν δεν υπάρχει ως θρεπτικό υλικό του βακτηρίου η λακτόζη. Τότε λέμε ότι τα γονίδια που το αποτελούν βρίσκονται υπό καταστολή. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο ρυθμιστικά μέρη:

- Μια αλληλουχία DNA που ονομάζεται χειριστής και η οποία βρίσκεται μεταξύ του υποκινητή και του πρώτου γονιδίου.
- Μια ρυθμιστική πρωτεΐνη που ονομάζεται καταστολέας και η οποία κωδικοποιείται από ένα ρυθμιστικό γονίδιο που βρίσκεται πριν τον υποκινητή. Κατά την καταστολή, ο καταστολέας προσδένεται στον χειριστή και εμποδίζει την RNA πολυμεράση να αρχίσει τη μεταγραφή του σπερονόιου.

Όταν υπάρχει λακτόζη στο θρεπτικό υλικό, η ίδια η λακτόζη προσδένεται στον καταστολέα και δεν του επιτρέπει να προσδεθεί στον χειριστή. Έτσι, η RNA πολυμεράση, που με τη βοήθεια των μεταγραφικών παραγόντων έχει προσδεθεί στον υποκινητή, είναι ελεύθερη ώστε να αρχίσει τη μεταγραφή. Έτσι λέμε ότι η λακτόζη λειτουργεί ως επαγωγέας της μεταγραφής των γονιδίων του σπερονόιου.

36) Τί εννοούμε λέγοντας ότι η λακτόζη λειτουργεί ως επαγωγέας της μεταγραφής του σπερονόιου της;

Απάντηση

Όταν στο θρεπτικό υλικό δεν υπάρχει λακτόζη, ο καταστολέας, που παράγεται

από το ρυθμιστικό γονίδιο, προσδένεται στον χειριστή εμποδίζοντας την RNA πολυμεράση να μεταγράψει τα γονίδια του οπερονίου.

Όταν όμως υπάρχει λακτόζη στο θρεπτικό υλικό, τότε αυτή προσδένεται στον καταστολέα εμποδίζοντάς τον να προσδεθεί στον χειριστή. Με αυτόν τον τρόπο η RNA πολυμεράση είναι ελεύθερη να προσδεθεί στον υποκινητή και να αρχίσει τη μεταγραφή. Τότε λέμε ότι η λακτόζη λειτουργεί ως επαγωγέας της μεταγραφής του οπερονίου της.

37) Να αναφέρετε τα επίπεδα ρύθμισης της γονιδιακής έκφρασης στα ευκαρυωτικά κύτταρα.

Απάντηση

Στα ευκαρυωτικά κύτταρα δεν συναντάμε οπερόνια και η γονιδιακή έκφραση ρυθμίζεται σε τέσσερα επίπεδα:

- Στο επίπεδο της μεταγραφής.
- Στο επίπεδο μετά τη μεταγραφή (μετα-μεταγραφικό επίπεδο).
- Στο επίπεδο της μετάφρασης.
- Στο επίπεδο μετά τη μετάφραση (μετα-μεταφραστικό επίπεδο).

38) Πώς επιτυγχάνεται η ρύθμιση της έκφρασης των γονιδίων στο επίπεδο της μεταγραφής και της μετα-μεταγραφής στο ευκαρυωτικό κύτταρο;

Απάντηση

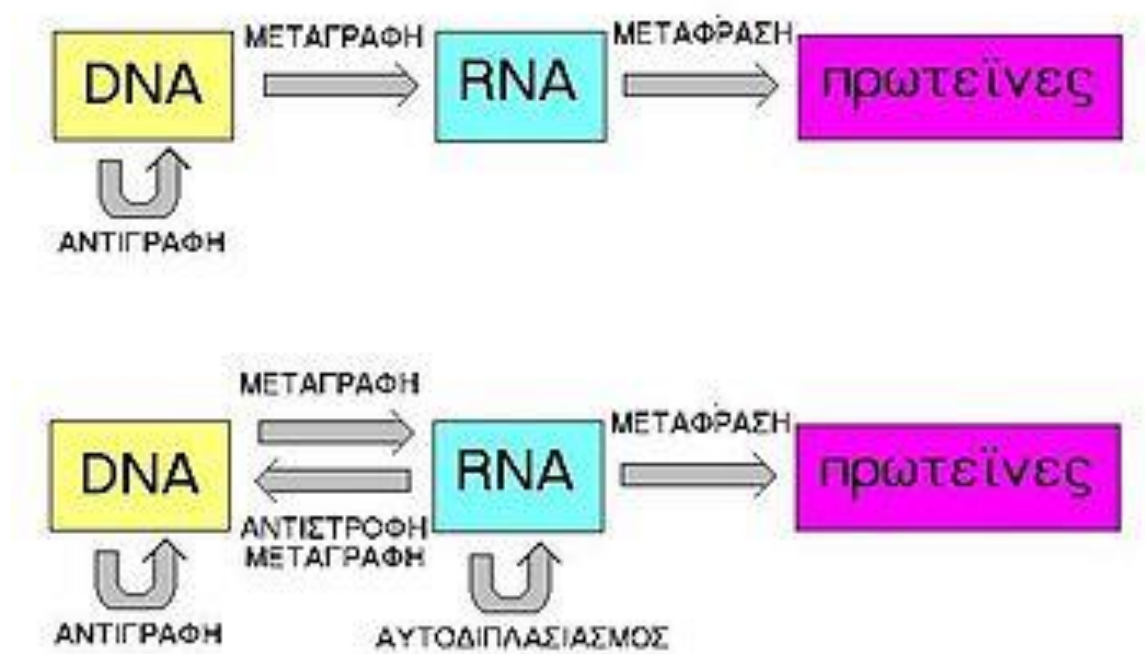
Στο μεταγραφικό επίπεδο ένα σύνολο μηχανισμών ελέγχει ποια γονίδια θα μεταγραφούν και με ποιά ταχύτητα. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι οι εξής:

- Το DNA δεν οργανώνεται σε οπερόνια, αλλά κάθε γονίδιο έχει τον δικό του υποκινητή και μεταγράφεται ανεξάρτητα.
- Η RNA πολυμεράση λειτουργεί με τη βοήθεια των μεταγραφικών παραγόντων, που παρουσιάζουν τεράστια ποικιλία.
- Κάθε κυτταρικός τύπος περιέχει διαφορετικά είδη μεταγραφικών παραγόντων και η μεταγραφή του κάθε γονιδίου επιτυγχάνεται με διαφορετικό συνδυασμό μεταγραφικών παραγόντων.

Στο επίπεδο της μετα - μεταγραφής έχουμε τους μηχανισμούς με τους οποίους:

- ρυθμίζεται η ωρίμανση του πρόδρομου mRNA,
- ρυθμίζεται η ταχύτητα με την οποία το ώριμο mRNA εξέρχεται από τον πυρήνα στο κυτταρόπλασμα.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ



Το Κεντρικό Δόγμα της Μοριακής Βιολογίας («πριν» & «μετά»)

Αλλαγές συμπληρωματικών βάσεων ανάλογα με τη διαδικασία στην οποία αναφερόμαστε:

ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ	ΜΕΤΑΓΡΑΦΗ	ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ
T → A	A → U	A → U
A → T	T → A	U → A
G → C	G → C	G → C
C → G	C → G	C → G

Η αντιγραφή του DNA πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της **μεσόφασης** του κυτταρικού κύκλου. Ο μηχανισμός της αντιγραφής χαρακτηρίστηκε ως **ημισυντηρητικός**. Αυτό διότι, σε κάθε μόριο DNA που δημιουργείται κατά την αντιγραφή, η μιά αλυσίδα προέρχεται από το **αρχικό** μόριο, ενώ η άλλη είναι **νεοσυντιθέμενη**.

Η αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' προς 3'. Κάθε νέα αλυσίδα που συντίθεται θα έχει προσανατολισμό 5'→3'. Κατά συνέπεια, κάθε νέο μόριο DNA που δημιουργείται θα έχει δύο αλυσίδες μεταξύ τους

αντιπαράλληλες. Για να ισχύει κάτι τέτοιο, σε κάθε τμήμα DNA που αντιγράφεται, η σύνθεση του DNA είναι **συνεχής** στη μιά αλυσίδα και **ασυνεχής** στην άλλη.

Για να υπολογίσουμε ποσοτικά **το πλήθος των μορίων του DNA** που θα προκύψουν **μετά από x αντιγραφές**, πρέπει να γνωρίζουμε ότι από 1 μόριο προκύπτουν 2, από 2, 4 κ.τ.λ. Κατά συνέπεια, για να υπολογίσουμε τον τελικό αριθμό των μορίων DNA χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$N_T = N_A \cdot 2^x$, όπου: **N_T : τελικός αριθμός μορίων DNA, N_A : αρχικός αριθμός μορίων DNA, x: αριθμός διαδοχικών αντιγραφών**

Το **AUG**, το κωδικόνιο έναρξης, κωδικοποιεί πάντα το αμινοξύ μεθειονίνη.

Το κωδικόνιο έναρξης AUG, δεν βρίσκεται πάντοτε στην αρχή της αλυσίδας του mRNA, όπως και το κωδικόνιο λήξης δεν βρίσκεται πάντα στο τέλος της.

Τα **UAG, UAA, UGA** δηλ. τα κωδικόνια λήξης δεν κωδικοποιούν αμινοξέα, ούτε αντιστοιχούν σε tRNA. Κατά συνέπεια δεν εντοπίζονται αντικωδικόνια συμπληρωματικά με αυτά τα κωδικόνια.

1 ΑΜΙΝΟΞΥ → 1 ΚΩΔΙΚΟΝΙΟ → 3 ΝΟΥΚΛΕΟΤΙΔΙΑ

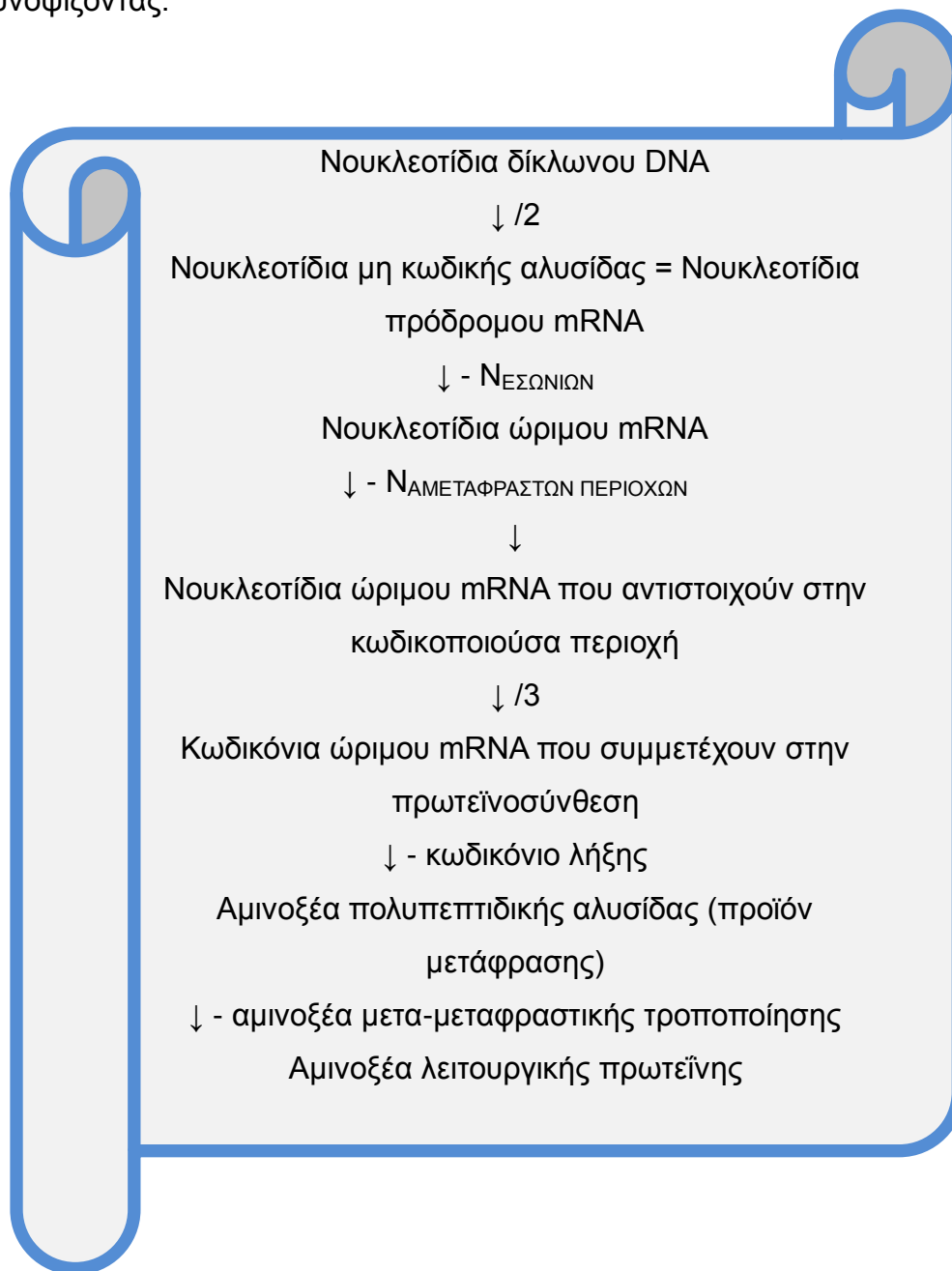
Δηλαδή κάθε ένα κωδικόνιο αποτελείται από 3 νουκλεοτίδια και αντιστοιχεί σε ένα αμινοξύ.

Αν έχουμε/δίνονται **A αμινοξέα**, τότε αυτά θα **αντιστοιχούν σε A+1 κωδικόνια** (συν το κωδικόνιο λήξης) και κατά συνέπεια τα τελευταία θα αποτελούνται από **3(A+1) νουκλεοτίδια**. Αν αναφερόμαστε σε **δίκλωνο μόριο DNA** τότε ο **αριθμός των νουκλεοτιδίων** θα είναι : **3(A+1) x 2**.

Είναι γνωστό ότι πολλές πρωτεΐνες, μετά τη μετάφραση που οδηγεί στην παραγωγή τους, τροποποιούνται προκειμένου να γίνουν βιολογικά λειτουργικές.

Στα πλαίσια αυτής της τροποποίησης αρκετά συχνά ένας αριθμός αμινοξέων αφαιρείται από το αρχικό αμινικό τους άκρο.

Συνοψίζοντας:



Κατά τη μεταγραφή, μόνο ο ένας κλώνος του DNA μεταγράφεται και είναι πάντα ο ίδιος (δηλ. αυτός που «διαβάζεται» με κατεύθυνση 3'→5'). Μπορούμε να βρούμε ποιός είναι ο μεταγραφόμενος κλώνος με τον εξής τρόπο:

Στην περίπτωση που δίνονται τα άκρα και στους δύο κλώνους του DNA, βρίσκουμε το μεταγραφόμενο κλώνο εντοπίζοντας ποιός από τους δύο κλώνους διαθέτει τη συμπληρωματική τριπλέτα του AUG (δηλ. την TAC).

Προσοχή!!!! Ψάχνουμε και τους δύο κλώνους με φορά 3'→5' μέχρι να

εντοπίσουμε την τριπλέττα TAC. Στην περίπτωση που και οι δύο κλώνοι που θα δίνονται περιέχουν TAC, τότε κάποιος από τους δύο κλώνους δεν θα καταλήγει σε λήξη.

Όταν σε μόριο DNA δίνεται η θέση του υποκινητή ενός γονιδίου, τότε η κωδική αλυσίδα είναι εκείνη που έχει το 5' άκρο της στην πλευρά του υποκινητή (αντιστρόφως, η μη κωδική αλυσίδα θα έχει το 3' άκρο της στην πλευρά του υποκινητή).

Όταν μεταγράφεται αλυσίδα DNA σε RNA, τότε μεταγράφεται όλος ο κλώνος του DNA που δίνεται. Κατά συνέπεια, η μεταγραφή γίνεται από την αρχή ως το τέλος της μή κωδικής αλυσίδας του συγκεκριμένου τμήματος του μορίου, χωρίς καμιά παράληψη και ανεξάρτητα από τη θέση έναρξης ή λήξης. Όταν μεταφράζεται τμήμα του mRNA, τότε η μετάφραση ξεκινά από το AUG και καταλήγει στο κωδικόνιο λήξης (κωδικοποιούσα περιοχή), ακόμα και αν δεν είναι η πρώτη ή η τελευταία τριπλέτα του mRNA αντίστοιχα. Κάτι τέτοιο συμβαίνει λόγω των 5' και 3' αμετάφραστων περιοχών που εντοπίζονται στο mRNA.

Το ώριμο mRNA προκύπτει από το πρόδρομο mRNA με την αφαίρεση των εσώνίων του.

Στην περίπτωση που ζητηθεί να δωθούν τα αντικωδικόνια που αντιστοιχούν σε ένα μόριο mRNA, τότε **ανάμεσα στις τριπλέτες τοποθετούμε κόμματα για να υπογραμμίσουμε έτσι ότι κάθε αντικωδικόνιο ανήκει σε διαφορετικό μόριο tRNA.** Αν πρέπει να καθορίσουμε τον προσανατολισμό των tRNAs, τοποθετούμε 3' και 5' άκρα σε καθεμιά τριπλέτα αντικωδικονίου, αφού καθεμιά ανήκει σε διαφορετική πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα (tRNA).

Ο γενετικός κώδικας αντιστοιχεί σε mRNA. Τα κωδικόνια βρίσκονται στο mRNA και αυτά καθορίζουν τα αμινοξέα που θα τοποθετηθούν στη νεοσχηματιζόμενη πρωτεΐνη. Το tRNA μεταφέρει τα αμινοξέα και φέρει επίσης το αντικωδικόνιο, το οποίο είναι συμπληρωματικό του κωδικονίου. Κατά συνέπεια, στη διάρκεια της μετάφρασης, παρατηρείται παροδική ένωση του mRNA (κωδικόνιο) με το tRNA (αντικωδικόνιο). Το αμινοξύ που φέρει το tRNA ουσιαστικά καθορίζεται από το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA.

Τα κωδικόνια λήξης του mRNA δεν συνδέονται με αντικωδικόνια των tRNAs, οπότε και δεν κωδικοποιούν κάποιο αμινοξύ.

ΛΥΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ 1: Δίνεται τμήμα ευκαρυωτικού DNA που περιέχει ασυνεχές γονίδιο, στο οποίο και αναγράφεται με έντονα γράμματα το εσώνιό του.

(I) ...AATTATGCCAGAT **GCCATTA** AAACAATAACAA....

(II).. .TTAATACGGTCTA **CGGTAAT** TTT GTTATT GTT.....

A) Να προσδιορίσετε τα 5' και 3' άκρα των αλυσίδων του DNA.

- Β) Ποιά η αλληλουχία του mRNA που μεταγράφεται από το γονίδιο αυτό;
 Γ) Να γράψετε την αλληλουχία του μορίου του mRNA που θα μεταφραστεί από το ριβόσωμα.
 Δ) Πόσα αμινοξέα διαθέτει η πρωτεΐνη που θα προκύψει από αυτό το γονίδιο και πόσοι πεπτιδικοί δεσμοί σχηματίζονται μεταξύ αυτών;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Μεταγραφή γονιδίου: Σελ. 36-37 Σχολ. Βιβλίου: «Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου....» ως «.....Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.»

Όταν το γονίδιο μεταγράφεται σε mRNA, παράγεται μόριο που φέρει το κωδικόνιο έναρξης 5'-AUG-3' και ένα από τα κωδικόνια λήξης 5'-UGA-3', 5'-UAA-3', 5'-UAG-3'. Αυτό ισχύει καθώς ο γενετικός κώδικας έχει ένα κωδικόνιο έναρξης και τρία κωδικόνια λήξης. Σε όλους τους οργανισμούς το κωδικόνιο έναρξης κωδικοποιεί πάντα το αμινοξύ μεθειονίνη, ενώ η παρουσία ενός από τα κωδικόνια λήξης στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της πρωτεϊνοσύνθεσης.

Επιπλέον ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής και κώδικας τριπλέτας – αφού το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανα τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κανένα από αυτά – και μη επικαλυπτόμενος διότι κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.

Από το γονίδιο αυτό παράγεται mRNA που κωδικοποιεί πρωτεΐνη, οπότε στην αλληλουχία του θα πρέπει να υπάρχει το κωδικόνιο έναρξης 5'AUG3' και ένα από τα κωδικόνια λήξης. Κατά συνέπεια, η συμπληρωματική και αντιπαράλληλη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου θα φέρει την τριπλέτα 3'TAC5' και μια από τις τριπλέτες 3'ATC5', 3'ACT5', 3'ATT5'. Τις παραπάνω προϋποθέσεις ικανοποιεί η αλυσίδα II του γονιδίου, **παραλείποντας την αλληλουχία βάσεων του εσωνίου**, η οποία και θα είναι η μη κωδική. Η συμπληρωματική και αντιπαράλληλη αυτής, αλυσίδα I, θα είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου. Ως εκ τούτου τα άκρα των δύο αλυσίδων θα είναι:

- (I) 5'....AATTATGCCAGAT **GCCATTA** AAACAATAACAA....3'
 (II) 3'....TTAAT**ACGGTCTA** **CGGTAAT** TTT GTT**ATT** GTT...5'

Β) Σύμφωνα με όλα όσα προαναφέρθηκαν, η RNA πολυμεράση μεταγράφει τη μια εκ των δύο αλυσίδων του γονιδίου, σχηματίζοντας ένα μόριο mRNA με κατεύθυνση 5'→3', συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με τη μη κωδική αλυσίδα. Το μόριο αυτό που προκύπτει από τη μεταγραφή θα είναι το πρόδρομο mRNA, αφού το γονίδιο που μεταγράφεται είναι ασυνεχές και περιέχει ένα εσώνιο. Η αλληλουχία του μορίου αυτού είναι:

5'..AAUU**AUG**CCAGAU **GCCAUUA** AAACA**UA**CAA.....3'

Γ) Το πρόδρομο mRNA που προέκυψε από τη μεταγραφή του ασυνεχούς γονιδίου περιέχει εσώνια και εξώνια και πρέπει να υποστεί τη διαδικασία της ωρίμανσης.

Το πρόδρομο mRNA μετατρέπεται σε RNA ικανό να μεταφραστεί, μέσω της διαδικασίας της ωρίμανσης, κατά την οποία τα εσώνια κόβονται από μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια και απομακρύνονται. Τα σωματίδια αυτά, αποτελούμενα από snRNA και πρωτεΐνες, λειτουργούν ως ένζυμα που κόβουν τα εσώνια και συρράπτουν τα εξώνια μεταξύ τους. Έτσι δημιουργείται το ώριμο mRNA, το οποίο παρότι αποτελείται αποκλειστικά από εξώνια διαθέτει επίσης τις 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές στα αντίστοιχα άκρα του. Το ώριμο mRNA μεταφέρεται από τον πυρήνα στο κυτταρόπλασμα και ειδικά στα ριβοσώματα, όπου και γίνεται η μετάφραση.

Βάσει των παραπάνω, το μόριο του ώριμου mRNA που θα μεταφραστεί είναι:
5'..AAUU**AUG**CCAGAUAAACAA**UAA**CAA.....3'

Δ) Κατά τη διάρκεια της πρωτεϊνοσύνθεσης, τα tRNA μεταφέρουν τα αμινοξέα για τη σύνθεση του πρωτεϊνικού προϊόντος. Κάθε μόριο tRNA συνδέεται με ένα και μόνο συγκεκριμένο αμινοξύ και φέρει επίσης μια συγκεκριμένη τριπλέτα, το αντικωδικόνιο. Μέσω αυτής, κάθε μόριο tRNA συνδέεται συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα με συγκεκριμένο κωδικόνιο του mRNA. Εξαίρεση σε αυτό αποτελούν μόνο τα κωδικόνια λήξης, για τα οποία δεν υπάρχει συμπληρωματικό αντικωδικόνιο και επομένως δεν αντιστοιχεί κάποιο αμινοξύ σε κανένα από αυτά.

Κατά συνέπεια, και σύμφωνα με την αλληλουχία του παραπάνω ώριμου mRNA, τα αμινοξέα που αποτελούν την παραγόμενη πρωτεΐνη είναι 5.

Η πρωτεΐνη είναι ένα γραμμικό μόριο αποτελούμενο από αμινοξέα ενωμένα με πεπτιδικούς δεσμούς. Αφού τα αμινοξέα της πρωτεΐνης που παράγεται είναι 5, τότε οι μεταξύ τους πεπτιδικοί δεσμοί θα είναι:

$$5 - 1 = 4.$$

ΛΥΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ 2: Πολυπεπτιδική αλυσίδα αποτελείται από 282 αμινοξέα. Από πόσα νουκλεοτίδια αποτελείται το γονίδιο που κωδικοποιεί την εν λόγω πρωτεΐνη; Δίνεται ότι το γονίδιο είναι συνεχές και στις 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές του mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του περιέχονται 17 και 19 νουκλεοτίδια αντίστοιχα.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Είναι γνωστό ότι ο γενετικός κώδικας είναι:

Κώδικας τριπλέτας που σημαίνει πως ένα αμινοξύ κωδικοποιείται από 3 νουκλεοτίδια, δηλ. από ένα κωδικόνιο.

Συνεχής που σημαίνει πως το mRNA «διαβάζεται» χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.

Μη επικαλυπτόμενος που σημαίνει πως κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.

Με βάση τα παραπάνω, αφού η πολυπεπτιδική αλυσίδα έχει 282 αμινοξέα, τότε το mRNA και συγκεκριμένα το τμήμα που την κωδικοποιεί, θα έχει $282 + 1 = 283$ κωδικόνια (282 τα κωδικόνια των αμινοξέων και 1 το κωδικόνιο λήξης).

Τα κωδικόνια αυτά αντιστοιχούν σε $283 \times 3 = 849$ νουκλεοτίδια κι επειδή το μόριο mRNA διαθέτει επιπλέον και τις 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές, ο

συνολικός αριθμός νουκλεοτιδίων του mRNA που μεταγράφεται από το συγκεκριμένο συνεχές γονίδιο θα είναι: $849 + 17 + 19 = 885$.

Το mRNA προκύπτει από τη μεταγραφή της μη κωδικής αλυσίδας του γονιδίου (μεταγραφόμενη αλυσίδα) η οποία κατά συνέπεια θα διαθέτει 885 νουκλεοτίδια.

Τέλος, δεδομένου ότι το γονίδιο είναι δίκλωνο μόριο, διαθέτοντας εκτός από μη κωδική και κωδική αλυσίδα, θα διαθέτει συνολικά: $885 \times 2 = 1770$ νουκλεοτίδια.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να περιγράψετε με λίγα λόγια τον ημισυντηρητικό τρόπο αυτοδιπλασιασμού του DNA.
2. Γιατί ο μηχανισμός αυτοδιπλασιασμού του DNA χαρακτηρίζεται ημισυντηρητικός;
3. Γιατί επελέγη η *Escherichia coli* για τις πρώτες έρευνες σχετικά με τον αυτοδιπλασιασμό του γενετικού υλικού;
4. Πώς επιτυγχάνεται η γρήγορη αντιγραφή του DNA των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών;
5. Ποιά είναι η βιολογική σημασία του αυτοδιπλασιασμού του DNA;
6. Ποιά σχέση έχουν μεταξύ τους και με το αρχικό τα μόρια που προκύπτουν από την αντιγραφή του DNA;
7. Με ποιά διαδικασία μεταφέρονται οι γενετικές πληροφορίες του DNA στις πρωτεΐνες;
8. Τί γνωρίζετε για την ακρίβεια του μηχανισμού αντιγραφής του DNA στα κύτταρα;
9. Ποιός είναι ο ρόλος των DNA πολυμερασών στη διαδικασία της αντιγραφής της γενετικής πληροφορίας;
10. Να αναφέρετε τα ένζυμα που συμμετέχουν στον αυτοδιπλασιασμό του DNA και το ρόλο που έχει το καθένα από αυτά στη συγκεκριμένη διαδικασία.
11. Τί είναι οι θέσεις έναρξης αντιγραφής; Πόσες θέσεις έναρξης αντιγραφής υπάρχουν σε ένα μόριο DNA;
12. Τί είναι το πριμόσωμα και ποιος είναι ο ρόλος του;
13. Ποιό ένζυμο καταλύει τη σύνθεση των πρωταρχικών τμημάτων RNA και ποιο τα αντικαθιστά με τα κατάλληλα δεσοξυριβονουκλεοτίδια;
14. Γιατί η μία αλυσίδα ενός μορίου DNA αντιγράφεται συνεχώς ενώ η συμπληρωματική της ασυνεχώς;
15. Ποιός είναι ο ρόλος της DNA δεσμάσης στον αυτοδιπλασιασμό του DNA;
16. Τί ονομάζουμε γονιδιακή έκφραση;
17. Τί ονομάζεται μεταγραφή της γενετικής πληροφορίας;

18. Τί είναι απαραίτητο για τη μεταγραφή;
19. Τί εκφράζει το κεντρικό δόγμα της βιολογίας;
20. Τί είναι η αντίστροφη μεταγραφή και ποιός είναι ο ρόλος της;
21. Πώς διατυπώνεται σήμερα το κεντρικό δόγμα της βιολογίας και γιατί;
22. Σε ποιές κατηγορίες διακρίνονται τα γονίδια;
23. Ποιά είναι τα είδη RNA που παράγονται με τη μεταγραφή;
24. Τί είναι το snRNA και ποιός είναι ο ρόλος του;
25. Τί είναι οι υποκινητές και τί οι μεταγραφικοί παράγοντες;
26. Να περιγράψετε τον μηχανισμό της μεταγραφής.
27. Ποιός είναι ο προσανατολισμός της μεταγραφής;
28. Τί είναι οι αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής;
29. Τί ονομάζουμε κωδική αλυσίδα του μορίου DNA;
30. Γιατί κάποια γονίδια χαρακτηρίζονται ως ασυνεχή ή διακεκομμένα;
31. Τί ονομάζουμε πρόδρομο mRNA;
32. Με ποιά διαδικασία δημιουργείται το ώριμο mRNA από τα πρόδρομα mRNA;
33. Τί ονομάζουμε αμετάφραστες περιοχές ενός ώριμου μορίου mRNA;
34. Τί ονομάζουμε γενετικό κώδικα;
35. Ποιά είναι τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα;
36. Γιατί δεν θα ήταν δυνατόν ένα νουκλεοτίδιο ή μια δυάδα νουκλεοτιδίων να κωδικοποιούν ένα αμινοξύ;
37. Γιατί ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίστηκε ως κώδικας τριπλέτας;
38. Γιατί ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται σχεδόν καθολικός;
39. Γιατί ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται εκφυλισμένος;
40. Γιατί ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται συνεχής;

41. Γιατί ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται μη επικαλυπτόμενος;
42. Ποιά είναι τα κωδικόνια έναρξης και λήξης της πρωτεϊνοσύνθεσης;
43. Ποιά είναι η δομή των ριβοσωμάτων;
44. Τί είναι το κωδικόνιο;
45. Τί είναι το αντικωδικόνιο;
46. Ποιός είναι ο ρόλος της 5' αμετάφραστης περιοχής ενός μορίου mRNA;
47. Ποιό αντικωδικόνιο θα έχει το tRNA που συνδέεται με το κωδικόνιο έναρξης της πρωτεϊνοσύνθεσης;
48. Ποιοί είναι οι απαραίτητοι παράγοντες για την πρωτεϊνοσύνθεση;
49. Ποιά είναι τα διαδοχικά στάδια της μετάφρασης της γενετικής πληροφορίας και τι συμβαίνει σε καθένα από αυτά;
50. Ποιό είναι το πρώτο κωδικόνιο ενός μορίου mRNA και ποιο αμινοξύ κωδικοποιεί;
51. Γιατί δεν έχουν όλες οι πρωτεΐνες ως πρώτο τη μεθειονίνη;
52. Τί ονομάζουμε σύμπλοκο έναρξης της μετάφρασης;
53. Πότε συνδέονται η μικρή και η μεγάλη υπομονάδα του ριβοσώματος κατά τη διάρκεια της μετάφρασης της γενετικής πληροφορίας;
54. Πώς γίνεται η επιμήκυνση της πεπτιδικής αλυσίδας κατά τη μετάφραση της γενετικής πληροφορίας;
55. Πώς ολοκληρώνεται η σύνθεση μίας πολυπεπτιδικής αλυσίδας;
56. Τί ονομάζεται πολύσωμα;
57. Πώς καταφέρνει ένα κύτταρο να παράγει μεγάλα ποσά μιας πρωτεΐνης σε μικρό χρονικό διάστημα;
58. Τί είναι τα οπερόνια;
59. Τί είναι το οπερόνιο της λακτόζης;
60. Πότε εκφράζονται τα γονίδια του οπερόνιου της λακτόζης και με ποιο τρόπο ελέγχεται η έκφρασή τους;
61. Πώς επιτυγχάνεται η καταστολή των γονιδίων του οπερόνιου της λακτόζης

στην E.coli;

62. Να αναφέρετε τους τρόπους με τους οποίους γίνεται η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης στα ευκαρυωτικά κύτταρα.

63. Τί θα πρέπει να συμβεί ώστε να αρχίσει η μεταγραφή ενός γονιδίου σε κάποιο ευκαρυωτικό κύτταρο;

64. Σε ποιές κυτταρικές λειτουργίες εφαρμόζεται ο κανόνας της συμπληρωματικότητας και με ποιο τρόπο;

65. Γιατί η πιθανότητα λάθους κατά τη μεταγραφή είναι αυξημένη έναντι της πιθανότητας λάθους κατά τη διάρκεια της αντιγραφής της γενετικής πληροφορίας;

66. Να περιγράψετε τη διαδικασία μετάφρασης της γενετικής πληροφορίας.

67. Να σχολιάσετε τη σοβαρότητα που έχουν τα λάθη που συμβαίνουν κατά την αντιγραφή και αυτά που συμβαίνουν κατά τη μεταγραφή της γενετικής πληροφορίας.

68. Σε ποιά φάση του κύκλου ζωής του κυττάρου γίνεται ο αυτοδιπλασιασμός του DNA;

69. Ποιά μπορεί να είναι η τύχη των πολυπεπτιδικών αλυσίδων που συντίθενται στα ριβοσώματα, μετά τη λήξη της πρωτεϊνσύνθεσης;

70. Να αναφέρετε 2 ομοιότητες στη δομή και τη σύνθεση των πρωτεϊνών και των νουκλεϊνικών οξέων.

71. Τί μπορούμε να συμπεράνουμε από τη διαπίστωση ότι ο γενετικός κώδικας είναι ο ίδιος σχεδόν σε όλα τα κύτταρα πάνω στη γη;

72. Ένας υποκινητής υπάρχει πάντα πριν από ένα γονίδιο;

73. Ποιές είναι οι ομοιότητες και διαφορές μεταξύ πεπτιδικού και φωσφοδιεστερικού δεσμού;

74. Ποιά ένζυμα σπάνε φωσφοδιεστερικούς δεσμούς;

75. Ποιά ένζυμα δημιουργούν φωσφοδιεστερικούς δεσμούς;

76. Ποιά ένζυμα σπάνε δεσμούς υδρογόνου;

77. Να αναφέρετε τις νουκλεοπρωτεΐνες που γνωρίζετε και τον ρόλο τους.

78. Ένα γονίδιο κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη;

- 79.** Το πριμόσωμα δεν είναι τόσο ακριβές στην αντιγραφή και κάνει λάθη. Θα υπάρξουν επιπτώσεις στο κύτταρο;
- 80.** Πόσους υποκινητές έχει το σπερόνιο της λακτόζης;
- 81.** Σε ένα πρόδρομο m RNA ποιά είναι περισσότερα, τα εσώνια ή τα εξώνια;
- 82.** Υπάρχουν γονίδια που πιθανά να εκφράζονται σε όλα τα κύτταρα του ανθρώπου;
- 83.** Πώς βρίσκω ποιο είναι το πρώτο αμινοξύ μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας;
- 84.** Τι συνέπειες μπορεί να έχει η ιδιότητα εκφυλισμού του γενετικού κώδικα σε ένα κύτταρο; Σε ποιές περιπτώσεις εφαρμόζεται ο κανόνας συμπληρωματικότητας μεταξύ DNA-DNA, DNA-RNA, και RNA-RNA;
- 85.** Να περιγράψετε τη διαδικασία παραγωγής μιας αλυσίδας ριβονουκλεοτιδίων σε ένα κύτταρο και τον μετέπειτα ρόλο της.
- 86.** Τι χρειάζεται για να πραγματοποιηθούν οι διαδικασίες της αντιγραφής, μεταγραφής και μετάφρασης;
- 87.** Σε ποιές περιπτώσεις δεν μεταγράφεται ένα γονίδιο που εντοπίζεται στο γονιδίωμα ενός ευκαρυωτικού κυττάρου;
- 88.** Θα μπορούσε να υπάρχει ένα γονίδιο, που κωδικοποιεί πεπτιδική αλυσίδα και να αποτελείται αποκλειστικά από νουκλεοτίδια γουανίνης και κυτοσίνης;
- 89.** Μια λειτουργική πρωτεΐνη ευκαρυωτικού κυττάρου αποτελείται από 50 αμινοξέα. Το γονίδιο που κωδικοποιεί την πρωτεΐνη αυτή αποτελείται από 300 ζεύγη βάσεων. Πώς εξηγείται αυτή η διαφορά;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1. Η DNA ελικάση:

- α) συμμετέχει στη διαδικασία της μετάφρασης
- β) συμμετέχει στη διαδικασία της μεταγραφής
- γ) δρά στον πυρήνα, στους χλωροπλάστες, στα μιτοχόνδρια των ευκαρυωτικών κυττάρων, αλλά και στο κυτταρόπλασμα των προκαρυωτικών κυττάρων
- δ) αποτελείται από δεοξυριβονουκλεοτίδια

2. Από RNA αποτελείται/νται:

- α) η RNA πολυμεράση
- β) ο υποκινητής
- γ) η αντίστροφη μεταγραφάση
- δ) τα πρωταρχικά τμήματα

3. Κατά την αντιγραφή του DNA κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα έχει προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$, επειδή:

- α) η μητρική αλυσίδα έχει επίσης προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$
- β) τα νουκλεοτίδια κάθε αλυσίδας ενώνονται με $5' - 3'$ φωσφοδιεστερικό δεσμό
- γ) οι DNA πολυμεράσες πάντοτε τοποθετούν τα νέα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο $3'$ άκρο της αναπτυσσόμενης αλυσίδας
- δ) οι DNA πολυμεράσες τοποθετούν τα νέα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο $5'$ άκρο της αναπτυσσόμενης αλυσίδας

4. Τα μόρια με τα οποία μεταφέρονται οι γενετικές πληροφορίες από έναν οργανισμό στους απογόνους του είναι:

- α) DNA
- β) πρωτεΐνες
- γ) υδατάνθρακες
- δ) RNA

5. Εάν σε ευκαρυωτικό γονίδιο το ποσοστό C+G είναι 30% ποιο θα είναι το ποσοστό A+T στο mRNA που μεταγράφεται από το γονίδιο αυτό;

- α) 35%
- β) 70%
- γ) 30%
- δ) 15%

6. Κατά τη διάρκεια της πρωτεϊνοσύνθεσης, το ριβόσωμα κινείται από:

- α) το $5'$ προς το $3'$ άκρο της μη κωδικής αλυσίδας
- β) το $5'$ προς το $3'$ άκρο του mRNA
- γ) το $3'$ προς το $5'$ άκρο του mRNA
- δ) το κωδικόνιο UAA προς το AUG του mRNA

7. Το ότι ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται ως εκφυλισμένος σημαίνει ότι:

- α) κάθε κωδικόνιο αντιστοιχεί σε ένα ή περισσότερα αμινοξέα
- β) ισχύει ο ίδιος για όλους τους οργανισμούς
- γ) τα νουκλεοτίδια κάθε μορίου mRNA διαβάζονται συνεχώς χωρίς να παραλείπεται κανένα
- δ) τα περισσότερα αμινοξέα κωδικοποιούνται από δύο ή περισσότερα κωδικόνια

8. Η διαδικασία της μετάφρασης δεν πραγματοποιείται:

- α) στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων
- β) στο κυτταρόπλασμα
- γ) στα μιτοχόνδρια
- δ) στους χλωροπλάστες

9. Μόριο mRNA αποτελείται από 960 νουκλεοτίδια. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται τα κωδικόνια έναρξης και λήξης. Ο μέγιστος αριθμός αμινοξέων που κωδικοποιεί το ώριμο αυτό mRNA είναι:

- α) 319
- β) 320
- γ) 960
- δ) 957

10. Σε προκαρυωτικούς οργανισμούς δεν συναντάμε:

- α) rRNA
- β) tRNA
- γ) mRNA
- δ) snRNA

11. Η διαδικασία της αντίστροφης μεταγραφής πραγματοποιείται από:

- α) όλα τα είδη ιών
- β) RNA ιούς μόνο
- γ) όλα τα είδη οργανισμών
- δ) RNA ιούς και μύκητες

12. Ποιό από τα παρακάτω έχει τη δυνατότητα σύνθεσης DNA;

- α) η RNA πολυμεράση
- β) το πριμόσωμα
- γ) η DNA ελικάση
- δ) η αντίστροφη μεταγραφάση

13. Ποιό από τα παρακάτω έχει τη δυνατότητα σύνθεσης RNA;

- α) το πριμόσωμα
- β) η DNA πολυμεράση
- γ) η DNA ελικάση
- δ) η αντίστροφη μεταγραφάση

14. Η αντιγραφή του DNA αποτελεί πολύπλοκη διαδικασία στην οποία συμμετέχει πλήθος ενζύμων. Ωστόσο, τα κύρια ένζυμα της διαδικασίας θεωρούνται:

- α) οι DNA ελικάσες
- β) οι DNA πολυμεράσες
- γ) οι DNA δεσμάσες
- δ) τα επιδιορθωτικά ένζυμα

15. Η διαδικασία της μεταγραφής δεν λαμβάνει χώρα:

- α) στους χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων
- β) στα μιτοχόνδρια
- γ) στα ριβοσώματα
- δ) στον πυρήνα του κυττάρου

16. Ένα μυϊκό και ένα παγκρεατικό κύτταρο ανθρώπου διαφέρουν ως προς τη δομή και τη λειτουργία τους επειδή διαθέτουν διαφορετικά:

- α) μόρια mRNA
- β) μόρια tRNA
- γ) μόρια snRNA
- δ) μόρια rRNA

17. Στο σπερόνιο της λακτόζης του βακτηρίου E.coli, ως επαγωγέας της μεταγραφής των 3 δομικών γονιδίων λειτουργεί:

- α) η λακτόζη
- β) η γλυκόζη
- γ) η γαλακτόζη
- δ) όλα τα παραπάνω

18. Τα κύτταρα που προέρχονται από διαφορετικούς κυτταρικούς τύπους ενός πολυκύτταρου οργανισμού διαφέρουν μεταξύ τους ως προς:

- α) τα είδη των μεταγραφικών παραγόντων που περιέχουν
- β) τα γονίδια που διαθέτουν
- γ) τους υποκινητές που περιέχουν
- δ) τα είδη των RNA πολυμερασών που περιέχουν

19. Τα ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια:

- α) δρουν ενζυματικά, καταλύοντας τόσο τη διάσπαση όσο και τη δημιουργία 3' – 5' φωσφοδιεστερικών δεσμών
- β) αποτελούνται από snRNA
- γ) εντοπίζονται στο κυτταρόπλασμα των ευκαρυωτικών κυττάρων
- δ) εντοπίζονται στον πυρήνα των προκαρυωτικών κυττάρων

20. Το ένζυμο RNA πολυμεράση:

- α) αποτελείται από νουκλεοτίδια
- β) εμπλέκεται στη διαδικασία της αντιγραφής
- γ) συντίθεται από γενετική πληροφορία που υπάρχει πάνω σε γονίδια
- δ) εντοπίζεται μόνο στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων

21. Τα ένζυμα που καταλύουν το σχηματισμό 3' – 5' φωσφοδιεστερικών δεσμών κατά τη διάρκεια της αντιγραφής είναι:

- α) οι DNA ελικάσες και οι RNA πολυμεράσες
- β) μόνο οι DNA πολυμεράσες
- γ) οι DNA πολυμεράσες και τα ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια
- δ) οι DNA πολυμεράσες, τα πριμοσώματα, οι DNA δεσμάσες και τα επιδιορθωτικά ένζυμα

22. Ποιά μόρια RNA συμμετέχουν στο σύμπλοκο έναρξης της πρωτεϊνοσύνθεσης;

- α) mRNA και snRNA
- β) αποκλειστικά και μόνο μόρια mRNA
- γ) μόρια mRNA και tRNA
- δ) μόρια mRNA, tRNA και snRNA

23. Για να ξεκινήσει η μεταγραφή των δομικών γονιδίων του οπερονίου της λακτόζης είναι απαραίτητο:

- α) να συνδεθεί η λακτόζη στον καταστολέα
- β) να υπάρχει γλυκόζη στο κύτταρο του *E.coli*
- γ) να συνδεθεί ο καταστολέας στο χειριστή
- δ) να υπάρχει μόνο γαλακτόζη διαθέσιμη για το βακτήριο *E.coli*

24. Ο χρόνος ζωής των μορίων mRNA μέσα στο κυτταρόπλασμα ενός κυττάρου αποτελεί μηχανισμό γονιδιακής ρύθμισης του επιπέδου:

- α) της μεταγραφής
- β) μετά τη μετάφραση
- γ) της μετάφρασης
- δ) μετά τη μεταγραφή

25. Ο παράγοντας απελευθέρωσης εμπλέκεται στη διαδικασία:

- α) της αντιγραφής του DNA
- β) της μετάφρασης ενός μορίου mRNA
- γ) της μετάφρασης ενός μορίου tRNA
- δ) της αντίστροφης μεταγραφής

26. Ο γενετικός κώδικας εξασφαλίζει την αντιστοίχιση μεταξύ κωδικονίων και αμινοξέων. Τα κωδικόνια αυτά εντοπίζονται:

- α) στα μόρια tRNA
- β) στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου
- γ) στη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου
- δ) στο mRNA

27. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα:

- α) το γενετικό υλικό εμφανίζεται ως ένα κυκλικό δίκλωνο μόριο DNA
- β) υπάρχει μια και μόνη θέση έναρξης της αντιγραφής σε κάθε χρωμόσωμα
- γ) το DNA αντιγράφεται πιο αργά από εκείνο των προκαρυωτικών κυττάρων
- δ) υπάρχουν πολλαπλές θέσεις έναρξης της αντιγραφής σε κάθε χρωμόσωμα

28. Στην κωδική αλυσίδα ενός ασυνεχούς ευκαρυωτικού γονιδίου, η τριπλέτα 5'ATG3' βρίσκεται κοντά:

- α) στην 5' αμετάφραστη περιοχή του γονιδίου
- β) στην 3' αμετάφραστη περιοχή του γονιδίου
- γ) στον υποκινητή του γονιδίου
- δ) στις αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής του γονιδίου

29. Το ώριμο mRNA:

- α) αποτελείται από εσώνια και εξώνια
- β) διαθέτει μόνο περιοχές που κωδικοποιούν αμινοξέα
- γ) είναι δυνατόν να προκύπτει από την έκφραση ενός γονιδίου κάποιου αδενοϊού
- δ) διαθέτει εσώνια και 5' & 3' αμετάφραστες περιοχές

30. Ο μέγιστος αριθμός διαφορετικών tRNA που μπορεί να υπάρχουν σε ένα κύτταρο

είναι:

- α) 4
- β) 16
- γ) 61
- δ) 32

31. 40 κύτταρα καλλιεργήθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε μέσο που περιείχε ραδιενεργό άζωτο (^{15}N), ώστε να ιχνηθετηθεί το γενετικό τους υλικό. Βακτήρια από αυτή την καλλιέργεια μεταφέρθηκαν σε υλικό που περιείχε (^{14}N). Ποιο ποσοστό του DNA αποτελούνταν από μία βαριά (^{15}N) και μία ελαφριά (^{14}N) αλυσίδα, μετά από έναν αυτοδιπλασιασμό των ιχνηθετημένων κυττάρων στο δεύτερο μέσο;

- α) 25%
- β) 50%
- γ) 75%
- δ) 100%

32. Ένα τμήμα mRNA έχει μήκος 100 κωδικονίων. Ο αριθμός των αμινοξέων της πρωτεΐνης που θα δημιουργηθεί από αυτό θα είναι:

- α) 99
- β) 97
- γ) 297
- δ) 300

33. Τα εξώνια ενός mRNA έχουν μήκος 336 νουκλεοτιδίων. Ο αριθμός των αμινοξέων της πρωτεΐνης που προκύπτει από τη μετάφρασή του είναι:

- α) 999
- β) 630
- γ) 330
- δ) 111

34. Η αλυσίδα Α μορίου DNA έχει την αλληλουχία 5'ATTGCCGAA3'. Το mRNA που παράγεται από αυτό το τμήμα του DNA περιλαμβάνει τρία νουκλεοτίδια που περιέχουν U και 2 νουκλεοτίδια που περιέχουν A. Ποιο από τα ακόλουθα είναι σωστό;

- α) η αλυσίδα Β είναι η κωδική γι αυτό το τμήμα mRNA
- β) η αλυσίδα Α είναι η κωδική γι αυτό το τμήμα mRNA
- γ) τόσο η αλυσίδα Α, όσο και η αλυσίδα Β είναι κωδικές γι' αυτό το τμήμα mRNA
- δ) η αλυσίδα Β είναι η μεταγραφόμενη

35. Ποιο από τα ακόλουθα πιστεύετε ότι κωδικοποιείται από το μικρότερο τμήμα DNA:

- α) ένα tRNA που αποτελείται από 100 νουκλεοτίδια
- β) ένα mRNA που περιλαμβάνει 100 κωδικόνια
- γ) μία πρωτεΐνη που έχει 100 αμινοξέα
- δ) μία πρωτεΐνη που αποτελείται από δύο πεπτιδικές αλυσίδες, 100 αμινοξέων η καθεμιά

36. Σε ποιο από τα ακόλουθα μόρια δεν υπάρχουν πεπτιδικοί δεσμοί;

- α) RNA πολυμεράση.
- β) καταστολέας του οπερονίου της λακτόζης
- γ) επαγωγέας του οπερονίου της λακτόζης
- δ) μεταγραφικός παράγοντας

37. Πόσα είδη mRNA παράγονται σε κύτταρα E.coli που αναπτύσσεται σε περιβάλλον που υπάρχει μόνο γλυκόζη;

- α) τόσα όσα απαιτούν οι ανάγκες του οργανισμού
- β) 1
- γ) 2
- δ) 3

38. Τι από τα παρακάτω ισχύει όταν τα δομικά γονίδια του οπερονίου της λακτόζης είναι υπό καταστολή;

- α) τα βακτήρια αναπτύσσονται σε περιβάλλον με λακτόζη.
- β) ο καταστολέας είναι συνδεδεμένος με τον επαγωγέα
- γ) δε μεταγράφεται το ρυθμιστικό γονίδιο.
- δ) δεν παράγονται τα ένζυμα για τη διάσπαση της λακτόζης

39. Μία πρωτεΐνη έχει μοριακό βάρος 10.000. Εάν το μοριακό βάρος του ενός αμινοξέος είναι 100, το τμήμα του γονιδίου που κωδικοποιεί αυτή την πρωτεΐνη αποτελείται από:

- α) 303 νουκλεοτίδια
- β) 606 νουκλεοτίδια
- γ) 99 νουκλεοτίδια
- δ) 100 νουκλεοτίδια

40. Τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής είναι:

- α) το ρυθμιστικό γονίδιο και ο χειριστής
- β) ο υποκινητής και οι μεταγραφικοί παράγοντες
- γ) το κωδικόνιο έναρξης και το κωδικόνιο λήξης
- δ) η 5' και η 3' αμετάφραστες περιοχές

41. Ένα μόριο ώριμου mRNA αποτελείται από 900 νουκλεοτίδια στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα κωδικόνια έναρξης και λήξης. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός αμινοξέων που μπορούν να κωδικοποιηθούν από αυτό το mRNA:

- α) 299
- β) 300
- γ) 298
- δ) 897

42. Το σύμπλοκο έναρξης της μετάφρασης αποτελείται από:

- α) mRNA, μικρή και μεγάλη υπομονάδα του ριβοσώματος
- β) mRNA και το tRNA που μεταφέρει τη μεθειονίνη
- γ) mRNA, μικρή υπομονάδα του ριβοσώματος και tRNA που μεταφέρει τη μεθειονίνη
- δ) mRNA και μικρή υπομονάδα του ριβοσώματος

43. Ασυνεχή γονίδια:

- α) ονομάζονται γονίδια των οποίων κάποιο κομμάτι έχει αφαιρεθεί λάθους
- β) είναι όλα τα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών.
- γ) είναι πιθανό να υπάρχουν και σε ιούς
- δ) υπάρχουν σε όλα τα είδη οργανισμών

44. Η διαφορά των κυττάρων ενός οργανισμού οφείλεται στο ότι αυτά συνθέτουν διαφορετικά μόρια:

- α) tRNA
- β) snRNA
- γ) mRNA
- δ) ιστονών

45. Ο επαγωγέας της μεταγραφής των γονιδίων του σπερονίου της λακτόζης είναι:

- α) η RNA-πολυμεράση
- β) ο χειριστής
- γ) η λακτόζη
- δ) το ρυθμιστικό γονίδιο

46. Κατά τη διαδικασία της αντιγραφής, ένα νουκλεοτίδιο με ουρακίλη μπορεί να αφαιρεθεί ύστερα από την επίδραση:

- α) της DNA πολυμεράσης
- β) του πριμοσώματος
- γ) των επιδιορθωτικών ενζύμων
- δ) όλων των παραπάνω

47. Ένα πρωταρχικό τμήμα μήκους 8 ριβονουκλεοτιδίων περιέχει 2 Α και 3 Υ. Οι δεσμοί υδρογόνου που σπάνε κατά την αντικατάσταση του πρωταρχικού αυτού τμήματος είναι:

- α) 6
- β) 16
- γ) 19
- δ) 14

48. Ένα ευκαρυωτικό κύτταρο, κατά την πορεία διαφοροποίησής του, εκφράζει:

- α) όλα τα γονίδια του γονιδιώματός του.
- β) ένα υποσύνολο γονιδίων του γονιδιώματός του.
- γ) μόνο τα γονίδια που κωδικοποιούν πρωτεΐνες.
- δ) μόνο τα γονίδια για την παραγωγή mRNA, rRNA, tRNA.

49. Σε ένα μόριο DNA, όλα τα νουκλεοτίδια περιέχουν ^{14}N στις αζωτούχες βάσεις. Το μόριο κάνει διαδοχικά αυτοδιπλασιασμούς in vitro, σε περιβάλλον που όλα τα διαθέσιμα νουκλεοτίδια είναι ιχνηθετημένα με ραδιενεργό άζωτο ^{15}N . Μετά το τέλος του τρίτου αυτοδιπλασιασμού:

- α) θα υπάρχουν δύο μόρια DNA, με 50% ^{15}N στο καθένα.
- β) θα υπάρχουν έξι μόρια DNA, με 50% ^{15}N στο καθένα.
- γ) θα υπάρχουν οκτώ μόρια DNA, με 100% ^{15}N στο καθένα.
- δ) δε θα υπάρχουν μόρια DNA με ^{14}N

50. Ένα πρόδρομο mRNA έχει 5 εσώνια. Κατά την ωρίμανσή του συνολικά:

- α) θα καταναλωθούν 5 μόρια νερού
- β) θα παραχθούν 10 μόρια νερού
- γ) θα καταναλωθούν 10 μόρια νερού
- δ) θα παραχθούν 20 μόρια νερού

51. Το σπερόνιο της λακτόζης περιέχει:

- α) 3 μηνύματα έναρξης
- β) 3 γονίδια
- γ) 2 υποκινητές
- δ) 2 μηνύματα λήξης

52. Σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο η διαδικασία που γίνεται αποκλειστικά στον πυρήνα του είναι η:

- α) αντιγραφή
- β) μεταγραφή
- γ) ωρίμανση
- δ) μετάφραση

- 53.** Σε ένα μόριο βακτηριακού mRNA υπάρχουν 20 κωδικόνια και τα νουκλεοτίδια των δύο αμετάφραστων περιοχών του είναι 24. Το μήκος του μορίου αυτού είναι:
- α) 44 ζεύγη βάσεων
 - β) 84 ζεύγη βάσεων
 - γ) 84 βάσεις
 - δ) το μήκος του δε μπορεί να υπολογισθεί, αφού δε γνωρίζουμε τον αριθμό των νουκλεοτιδίων του υποκινητή
- 54.** Το πολύσωμα είναι δομή που:
- α) μπορεί να παρατηρηθεί στο κυτταρόπλασμα των βακτηρίων
 - β) μπορεί να παρατηρηθεί στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων
 - γ) υπάρχει μόνο στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς
 - δ) επιτρέπει τη μεταγραφή του ίδιου μορίου DNA πολλές φορές.
- 55.** Εσώνια υπάρχουν:
- α) στους ιούς που προσβάλλουν βακτήρια
 - β) στους ιούς που προσβάλλουν ευκαρυωτικούς οργανισμούς
 - γ) στα βακτήρια
 - δ) στο ώριμο mRNA.
- 56.** Η DNA δεσμάση:
- α) διασπά τμήματα DNA
 - β) συνδέει τμήματα DNA
 - γ) διασπά δεσμούς υδρογόνου
 - δ) συνθέτει πρωταρχικά τμήματα RNA.
- 57.** Το αντικωδικόνιο είναι τριπλέτα νουκλεοτιδίων του:
- α) mRNA
 - β) snRNA
 - γ) tRNA
 - δ) rRNA.
- 58.** Ο υποκινητής είναι:
- α) αλληλουχία λήξης της μεταγραφής
 - β) ειδική περιοχή πρόσδεσης της RNA πολυμεράσης στο DNA
 - γ) τμήμα εσωνίου ενός γονιδίου
 - δ) ρυθμιστικό γονίδιο.
- 59.** Το μικρό πυρηνικό snRNA:
- α) μεταφέρει αμινοξέα στα ριβοσώματα
 - β) μεταφέρει τη γενετική πληροφορία από το DNA
 - γ) συμμετέχει στην ωρίμανση του πρόδρομου mRNA
 - δ) είναι δομικό συστατικό των ριβοσωμάτων.

60. Στα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών οι αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα ονομάζονται:

- α) εσώνια.
- β) εξώνια.
- γ) υποκινητές.
- δ) 5' αμετάφραστες περιοχές.

61. Το ένζυμο που προκαλεί τη διάσπαση των δεσμών υδρογόνου στη θέση έναρξης αντιγραφής είναι:

- α) η DNA ελικάση
- β) η RNA πολυμεράση
- γ) η DNA δεσμάση
- δ) το πριμόσωμα

62. Επιδιορθωτικά ένζυμα χρησιμοποιούνται από το κύτταρο κατά:

- α) τη μεταγραφή
- β) την αντιγραφή
- γ) την ωρίμανση
- δ) τη μετάφραση

63. Κατά την πρωτεϊνοσύνθεση το σύμπλεγμα των ριβοσωμάτων με το mRNA αποτελεί το:

- α) σύμπλοκο έναρξης της πρωτεϊνοσύνθεσης
- β) σύμπλοκο λήξης της πρωτεϊνοσύνθεσης
- γ) πριμόσωμα
- δ) πολύσωμα.

64. Η διπλή έλικα του DNA ξετυλίγεται κατά τη μεταγραφή από το ένζυμο:

- α) RNA πολυμεράση
- β) DNA πολυμεράση
- γ) DNA ελικάση
- δ) DNA δεσμάση.

65. Κατά την αντιγραφή του DNA, στην κατασκευή των πρωταρχικών τμημάτων συμμετέχει το:

- α) ριβόσωμα.
- β) πολύσωμα.
- γ) νουκλεόσωμα.
- δ) πριμόσωμα.

66. Το γεγονός ότι κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο σημαίνει ότι ο γενετικός κώδικας είναι:

- α) συνεχής.
- β) μη επικαλυπτόμενος.
- γ) εκφυλισμένος.
- δ) σχεδόν καθολικός.

67. Από RNA αποτελούνται:

- α) οι υποκινητές.
- β) οι μεταγραφικοί παράγοντες.
- γ) τα πρωταρχικά τμήματα.
- δ) οι RNA πολυμεράσες.

68. Ένζυμο που χρησιμοποιεί ως καλούπι αλυσίδα DNA και συνθέτει αλυσίδα RNA είναι:

- α) η αντίστροφη μεταγραφάση.
- β) η DNA πολυμεράση.
- γ) το πριμόσωμα.
- δ) η DNA ελικάση.

69. Τα ένζυμα που διορθώνουν λάθη κατά την αντιγραφή του DNA είναι:

- α) η DNA δεσμάση και τα επιδιορθωτικά ένζυμα
- β) οι DNA πολυμεράσες και τα επιδιορθωτικά ένζυμα
- γ) οι DNA ελικάσες και η DNA δεσμάση
- δ) η RNA πολυμεράση και το πριμόσωμα

70. Στο οπερόνιο της λακτόζης, όταν απουσιάζει η λακτόζη, ο καταστολέας συνδέεται με:

- α) τον υποκινητή
- β) το ρυθμιστικό γονίδιο
- γ) τον χειριστή
- δ) την RNA-πολυμεράση

71. Τα πρωταρχικά τμήματα RNA συντίθενται από:

- α) το πριμόσωμα
- β) το νουκλεόσωμα
- γ) την DNA ελικάση
- δ) την DNA δεσμάση

72. Η DNA δεσμάση:

- α) επιδιορθώνει λάθη της αντιγραφής.
- β) συνδέει το αμινοξύ με το tRNA.
- γ) συνδέει τμήματα DNA.
- δ) μεταγράφει την πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα.

73. Στο οπερόνιο της λακτόζης δεν περιλαμβάνεται:

- α) χειριστής.
- β) υποκινητής.
- γ) snRNA.
- δ) δομικά γονίδια.

74. Το αντικωδικόνιο συνδέεται με το κωδικόνιο κατά τη διαδικασία:

- α) της αντιγραφής του DNA.
- β) της ωρίμανσης του πρόδρομου m-RNA.
- γ) της μεταγραφής του DNA.
- δ) της μετάφρασης του m-RNA.

75. Ένα από τα παρακάτω ένζυμα μπορεί να συνδέει τον 3' άνθρακα ενός νουκλεοτιδίου στον 5' άνθρακα ήδη τοποθετημένου (σε νουκλεοτιδική αλυσίδα) νουκλεοτιδίου. Ποιο;

- α) DNA πολυμεράση
- β) πριμόσωμα
- γ) DNA δεσμάση
- δ) RNA πολυμεράση

76. Τι από τα παρακάτω δεν κάνει η RNA πολυμεράση;

- α) επιδιόρθωση λαθών
- β) διάσπαση δεσμών υδρογόνου
- γ) τοποθέτηση νουκλεοτιδίων με βάση τη συμπληρωματικότητα
- δ) σχηματισμό φωσφοδιεστερικών δεσμών

77. Μονάχα ένα τύπο tRNA έχει η:

- α) σερίνη
- β) βαλίνη
- γ) μεθειονίνη
- δ) θρεονίνη

78. Κοινό ανάμεσα στη μετάφραση και την ωρίμανση είναι το γεγονός ότι:

- α) συμβαίνουν στον πυρήνα του κυττάρου
- β) επιτελούνται από ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια
- γ) απαιτούν την παρουσία μορίων tRNA
- δ) υπακούουν στον κανόνα συμπληρωματικότητας

79. Κοινό ανάμεσα σε ένα μόριο μιτοχονδριακού DNA και ένα πλασμίδιο είναι το γεγονός ότι:

- α) έχουν μία θέση έναρξης αντιγραφής
- β) εντοπίζονται σε ευκαρυωτικά κύτταρα
- γ) φέρουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά
- δ) όλα τα παραπάνω

80. Η DNA πολυμεράση:

- α) σχηματίζει φωσφοδιεστερικούς δεσμούς μεταξύ δεοξυριβονουκλεοτιδίων
- β) σχηματίζει φωσφοδιεστερικούς δεσμούς μεταξύ δεοξυριβονουκλεοτιδίων και ριβονουκλεοτιδίων
- γ) δρα κατά τη διάρκεια της μεσόφασης
- δ) όλα τα παραπάνω

81. Η RNA πολυμεράση

- α) ξεκινάει τη μεταγραφή από το κωδικόνιο έναρξης
- β) τελειώνει τη μεταγραφή στο κωδικόνιο λήξης
- γ) χρησιμοποιεί τον μη κωδικό κλώνο ως καλούπι
- δ) όλα τα παραπάνω

82. Μόριο tRNA με αντικωδικόνιο 3' UAC 5':

- α) μπορεί να εντοπιστεί στον πυρήνα
- β) μπορεί να εντοπιστεί στο κυτταρόπλασμα
- γ) μεταφέρει τη μεθειονίνη
- δ) όλα τα παραπάνω

83. Ένα οπερόνιο με τέσσερα δομικά γονίδια διαθέτει:

- α) τέσσερα κωδικόνια έναρξης
- β) πέντε κωδικόνια έναρξης
- γ) δύο κωδικόνια έναρξης
- δ) τέσσερα κωδικόνια λήξης

84. Με τη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης δε σχετίζεται:

- α) το πριμόσωμα
- β) το ριβόσωμα
- γ) το πολύσωμα
- δ) το χρωμόσωμα

85. Ένα ριβόσωμα “καλύπτει” το 34^ο και 35^ο κωδικόνιο ενός μορίου mRNA και διαθέτει μονάχα ένα μόριο tRNA στη μεγάλη του υπομονάδα. Οι πεπτιδικοί δεσμοί που έχουν σχηματιστεί από τη μετάφραση που αυτό το ριβόσωμα επιτελεί είναι:

- α) 33 ή 34
- β) 34 ή 35
- γ) 35 ή 36
- δ) 34

86. Η DNA πολυμεράση:

- α) αποτελείται από δεοξυριβονουκλεοτίδια
- β) σχηματίζει φσφοδιεστερικούς δεσμούς
- γ) είναι το κύριο ένζυμο της αντιγραφής
- δ) όλα τα παραπάνω

87. Ο μη κωδικός κλώνος ενός γονιδίου:

- α) αντιγράφεται και μεταγράφεται
- β) μεταγράφεται και μεταφράζεται
- γ) αντιγράφεται και μεταφράζεται
- δ) αντιγράφεται, μεταγράφεται και μεταφράζεται

88. Βρέθηκε πως το γονιδίωμα ενός βακτηρίου διαθέτει 3000 γονίδια, που μεταγράφονται σε mRNA. Το βακτήριο αυτό:

- α) παράγει 3000 πρωτεΐνες
- β) παράγει 3000 πεπτιδικές αλυσίδες
- γ) διαθέτει 3000 υποκινητές
- δ) διαθέτει 3000 αλληλουχίες λήξης μεταγραφής

89. Ένα μόριο mRNA διαθέτει 173 κωδικόνια. Τα αμινοξέα του πεπτιδίου που κωδικοποιεί είναι:

- α) 173
- β) 172
- γ) 172 ή 173
- δ) 172 ή λιγότερα

90. Ένα από τα πρωταρχικά τμήματα συντίθεται με καλούπι μέρος γονιδίου, που περιλαμβάνει το κωδικόνιο έναρξης. Πιθανή αλληλουχία του πρωταρχικού αυτού τμήματος είναι:

- α) 5' UCGGAGCGAU 5'
- β) 5' GCGUAUCGAU 3'
- γ) 5' GGUACCUAUG 3'
- δ) 5' AUUUGAUGCC 3'

91. Τα νουκλεοτίδια, τα αμινοξέα και οι μονοσακχαρίτες είναι τα δομικά συστατικά, αντίστοιχα, για:

- α) τον υποκινητή, το χειριστή και τον επαγωγέα
- β) τον υποκινητή, τον καταστολέα και το χειριστή
- γ) το χειριστή, τον καταστολέα και τον επαγωγέα

δ) τίποτα από τα παραπάνω

92. Σε ένα εσώνιο βρέθηκε η τριάδα βάσεων 5' AUG 3'. Η τριάδα αυτή μπορεί να είναι:

- α) κωδικόνιο έναρξης
- β) κωδικόνιο μεθειονίνης
- γ) μέρος δύο διαδοχικών κωδικονίων
- δ) τίποτα από τα παραπάνω

93. Σε ένα εξώνιο βρέθηκε η τριάδα βάσεων 5' AUG 3'. Η τριάδα αυτή μπορεί να είναι:

- α) κωδικόνιο έναρξης
- β) κωδικόνιο μεθειονίνης
- γ) μέρος δύο διαδοχικών κωδικονίων
- δ) όλα τα παραπάνω

94. Ας υποθέσουμε ότι τα πρωταρχικά τμήματα αποτελούνταν από δεοξυριβονουκλεοτίδια. Τότε, η DNA πολυμεράση δε θα χρειαζόταν να:

- α) σχηματίζει φωσφοδιεστερικούς δεσμούς
- β) επιδιορθώνει τα λάθη της
- γ) διασπάει δεσμούς υδρογόνου
- δ) επιμηκύνει τα πρωταρχικά τμήματα

95. Η ολοκλήρωση της αντιγραφής του DNA που περιέχεται στο ευκαρυωτικό κύτταρο σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, παρά το μεγάλο μήκος του, οφείλεται στο γεγονός ότι:

- α) η διπλή έλικα του DNA ανοίγει ταυτόχρονα σε πολλά σημεία
- β) η αντιγραφή πραγματοποιείται ταυτόχρονα και προς τα δύο άκρα του ινιδίου χρωματίνης
- γ) όλες οι αντιδράσεις πραγματοποιούνται με τη βοήθεια ενζύμων
- δ) ισχύουν όλα τα παραπάνω

96. Οι DNA πολυμεράσες:

- α) αναγνωρίζουν τη θέση έναρξης της αντιγραφής και ξεκινούν την κατασκευή των συμπληρωματικών αλυσίδων
- β) επιμηκύνουν με ριβονουκλεοτίδια τα πρωταρχικά τμήματα που έχουν κατασκευάσει τα πριμοσώματα
- γ) αντικαθιστούν τα ριβονουκλεοτίδια των πρωταρχικών τμημάτων με δεοξυριβονουκλεοτίδια
- δ) συνδέουν όλα τα τμήματα που έχουν προκύψει από τις διάφορες θέσεις έναρξης αντιγραφής

97. Ένζυμο που διασπά φωσφοδιεστερικούς δεσμούς είναι:

- α) η DNA ελικάση
- β) η DNA πολυμεράση
- γ) το πριμόσωμα
- δ) η DNA δεσμάση

98. Σε μία θηλιά της αντιγραφής:

- α) και οι δύο θυγατρικές αλυσίδες συντίθενται συνεχώς
- β) τα τμήματα των θυγατρικών αλυσίδων που συντίθενται προς τα άκρα της θηλιάς συντίθενται συνεχώς και τα υπόλοιπα ασυνεχώς
- γ) τα τμήματα των θυγατρικών αλυσίδων που συντίθενται προς τη θέση έναρξης της αντιγραφής συντίθενται συνεχώς και τα υπόλοιπα ασυνεχώς
- δ) και οι δύο θυγατρικές αλυσίδες συντίθενται ασυνεχώς

99. Η διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας, περιλαμβάνει:

- α) την αντιγραφή του DNA
- β) την αντιγραφή, τη μεταγραφή και τη μετάφραση
- γ) τη μεταγραφή και τη μετάφραση
- δ) την αντιγραφή του DNA για τους οργανισμούς με γενετικό υλικό DNA, την αντίστροφη μεταγραφή και τη μεταγραφή για τους RNA ιούς

100. Η έκφραση της γενετικής πληροφορίας, περιλαμβάνει:

- α) την αντιγραφή, τη μεταγραφή και τη μετάφραση
- β) τη μεταγραφή και τη μετάφραση σε κάθε περίπτωση
- γ) τη μεταγραφή και τη μετάφραση για τους οργανισμούς με γενετικό υλικό DNA και τη μετάφραση για τους RNA ιούς
- δ) την αντίστροφη μεταγραφή και τη μεταγραφή

101. Ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια με βάση τη δομή τους μπορούμε να χαρακτηρίσουμε:

- α) τα νουκλεοσώματα
- β) τα ριβοσώματα
- γ) τα μικρά σωματίδια ωρίμανσης του πρόδρομου mRNA στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων
- δ) τα β και γ

102. Γονίδιο ονομάζουμε:

- α) μόνο το δίκλωνο τμήμα του DNA, που φέρει την πληροφορία για τη σύνθεση ενός πολυπεπτιδίου
- β) το τμήμα της κωδικής αλυσίδας του ενός κλώνου του DNA, που φέρει την πληροφορία για τη σύνθεση είτε ενός πολυπεπτιδίου είτε ενός μορίου RNA (tRNA, rRNA, snRNA)
- γ) το τμήμα της κωδικής αλυσίδας του ενός κλώνου του DNA, που φέρει την πληροφορία για τη σύνθεση μίας πρωτεΐνης
- δ) το δίκλωνο τμήμα του DNA, που φέρει την πληροφορία για τη σύνθεση είτε ενός πολυπεπτιδίου είτε ενός μορίου RNA (tRNA, rRNA, snRNA)

103. Η κάθε ομάδα κυττάρων (ιστός) ενός πολυκύτταρου οργανισμού, διαφέρει από άλλη ομάδα, γιατί τα κύτταρα κάθε ιστού συνθέτουν διαφορετικό σύνολο:

- α) mRNA
- β) rRNA
- γ) tRNA
- δ) snRNA

104. Ο υποκινητής:

- α) είναι η αλληλουχία που βρίσκεται στην αρχή κάθε γονιδίου και μεταγράφεται πρώτη από την RNA πολυμεράση
- β) είναι το μήνυμα έναρξης της μετάφρασης, στην αρχή του 1^{ου} εξωνίου
- γ) είναι η θέση έναρξης αντιγραφής
- δ) είναι αλληλουχία πριν από την αρχή του γονιδίου, στην οποία προσδένεται η RNA πολυμεράση

105. Η αλληλουχία λήξης της μεταγραφής:

- α) βρίσκεται μετά το τέλος του γονιδίου και σηματοδοτεί το τέλος της μεταγραφής
- β) είναι το σήμα λήξης της μετάφρασης
- γ) είναι η τελευταία αλληλουχία κάθε γονιδίου, που οδηγεί στην απελευθέρωση του RNA που δημιουργήθηκε από τη μεταγραφή
- δ) βρίσκεται πάντα κοντά στο 3' άκρο της μη κωδικής αλυσίδας κάθε γονιδίου

106. Ποιο από τα παρακάτω αποτελείται από αμινοξέα:

- α) υποκινητής
- β) μεταγραφικοί παράγοντες
- γ) αλληλουχία λήξης μεταγραφής
- δ) εσώνια και εξώνια

107. Αλληλουχίες DNA που μεταγράφονται, αλλά δε μεταφράζονται σε αμινοξέα είναι:

- α) οι υποκινητές
- β) τα εξώνια
- γ) οι περιοχές ανάμεσα στα γονίδια
- δ) οι 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές

108. Ποια από τα παρακάτω γονίδια είναι ασυνεχή;

- α) προκαρυωτικών κυττάρων
- β) μιτοχονδρίων και χλωροπλαστών
- γ) ιών που προσβάλλουν ευκαρυωτικά κύτταρα
- δ) πυρήνα που μεταγράφονται σε tRNA, rRNA, snRNA

109. Κατά το διάβασμα των τριπλετών κανένα νουκλεοτίδιο της κωδικοποιούσας περιοχής δεν παραλείπεται. Αυτό σημαίνει ότι ο γενετικός κώδικας είναι:

- α) εκφυλισμένος
- β) σχεδόν καθολικός
- γ) συνεχής
- δ) μη επικαλυπτόμενος

110. Τα διαφορετικά tRNA με κριτήριο το αμινοξύ που μεταφέρουν είναι το πολύ:

- α) 64
- β) 61
- γ) 20
- δ) από 2 – 6

111. Ο μέγιστος αριθμός διαφορετικών tRNA με κριτήριο το αντικωδικόνιο που φέρουν είναι:

- α) 64
- β) 61
- γ) 20
- δ) από 2 – 6

112. Το σπερμόνιο της λακτόζης:

- α) περιλαμβάνει συνολικά τρία γονίδια
- β) οδηγεί στη σύνθεση συνολικά δύο μορίων mRNA
- γ) περιέχει τέσσερις υποκινητές
- δ) περιέχει ένα κωδικόνιο έναρξης και ένα λήξης συνολικά στα δομικά γονίδια

113. Το ρυθμιστικό γονίδιο παράγει λίγα μόρια καταστολέα, γιατί:

- α) ενεργοποιείται μόνο όταν υπάρχει λακτόζη στο θρεπτικό υλικό
- β) ενεργοποιείται μόνο απουσία λακτόζης
- γ) αρκεί ένα μόριο λακτόζης, για να παραμορφωθούν όλα τα μόρια καταστολέα
- δ) έτσι είναι ευκολότερη η ενεργοποίηση του σπερμονίου, ακόμα και από λίγα μόρια λακτόζης, όταν απουσιάζει η γλυκόζη

114. Αντιπαράλληλες πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες συναντούμε οπωσδήποτε:

- α) σε κάθε μόριο DNA
- β) σε κάθε μόριο RNA
- γ) σε γραμμικά μόνο και όχι σε κυκλικά δίκλωνα μόρια DNA ή RNA
- δ) όταν συνδέεται μία αλυσίδα DNA με μία αλυσίδα RNA

115. Ποιο από τα παρακάτω δεν αποτελείται από σύμπλεγμα νουκλεϊκού οξέος – πρωτεϊνών:

- α) ριβόσωμα
- β) πολύσωμα
- γ) νουκλεόσωμα
- δ) πριμόσωμα

116. Η κυτταρική διαφοροποίηση:

- α) συμβαίνει μόνο σε πολυκύτταρους οργανισμούς
- β) οφείλεται στην εκ περιτροπής ενεργοποίηση όλων των γονιδίων
- γ) οφείλεται στην επιλεκτική ενεργοποίηση των γονιδίων ανάλογα με τον κυτταρικό τύπο
- στ) ισχύουν τα α και γ

117. Η γονιδιακή ρύθμιση αποσκοπεί:

- α) στην παραγωγή πρωτεϊνών, από την ενεργοποίηση όλων των γονιδίων του κυττάρου
- β) στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων των κατάλληλων πρωτεϊνών που απαιτούνται στα κύτταρα
- γ) στην ταυτόχρονη παραγωγή των πρωτεϊνών που απαιτούνται από το κύτταρο
- δ) στην επιλεκτική έκφραση συγκεκριμένων γονιδίων, που εξασφαλίζει τη σύνθεση πρωτεϊνών την κατάλληλη χρονική στιγμή και στις απαιτούμενες ποσότητες

118. Τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής που είναι κοινά για όλα τα κύτταρα είναι:

- α) ο υποκινητής και οι μεταγραφικοί παράγοντες
- β) μόνο η αλληλουχία λήξης της μεταγραφής
- γ) ο χειριστής
- δ) η λακτόζη

119. Στο οπερόνιο της λακτόζης:

- α) η λακτόζη λειτουργεί ως καταστολέας
- β) η πρωτεΐνη καταστολέας, επηρεάζεται από τη λακτόζη
- γ) όλα τα γονίδια (ρυθμιστικό και δομικά), διαθέτουν κοινό υποκινητή
- δ) περιέχεται ένα ρυθμιστικό γονίδιο, που ενεργοποιείται όταν υπάρχει λακτόζη

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ – ΛΑΘΟΥΣ

1. Το ώριμο mRNA αποτελείται από κωδικόνια.
2. Σε κάθε κωδικόνιο ενός μορίου mRNA αντιστοιχεί ένα αντικωδικόνιο και κατά συνέπεια και ένα μόριο tRNA.
3. Το snRNA αποτελεί συστατικό των μικρών ριβονουκλεοπρωτεϊνικών σωματιδίων.
4. Ένα μόριο mRNA μεταφράζεται με προσανατολισμό 5'→3'.
5. Τα μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια αποτελούν μια νουκλεοπρωτεϊνική δομή.
6. Οπερόνια συναντάμε τόσο στα ευκαρυωτικά, όσο και στα προκαρυωτικά κύτταρα.
7. Το οπερόνιο της λακτόζης στο βακτήριο E.coli αποτελείται από 3 δομικά γονίδια υπεύθυνα για την παραγωγή των ενζύμων β-γαλακτοζιδάση, περμεάση και τρανσακετυλάση.
8. Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς παρατηρείται μεγάλη ποικιλία μεταγραφικών παραγόντων.
9. Ο χειριστής αποτελεί τμήμα του οπερονίου της λακτόζης, υπεύθυνο για την παραγωγή μορίων πρωτεΐνης – καταστολέα.
10. Κάθε μόριο mRNA μεταφράζεται μία και μόνο φορά.
11. Από το σύνολο των κωδικονίων του γενετικού κώδικα τα 61 αντιστοιχούν σε αμινοξέα.
12. Καθένα από τα δομικά γονίδια του οπερονίου της λακτόζης διαθέτει το δικό του υποκινητή.
13. Εξαιτίας της κυτταρικής διαφοροποίησης, τα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού διαθέτουν διαφορετικά γονίδια.
14. Διαφορετικά μόρια tRNA μπορούν να μεταφέρουν το ίδιο αμινοξύ.
15. Στα προκαρυωτικά κύτταρα η διαδικασία της μετάφρασης είναι δυνατόν να ξεκινήσει πριν ακόμη ολοκληρωθεί η διαδικασία της μεταγραφής ενός γονιδίου.
16. Το ριβόσωμα συνιστά το «οργανίδιο» της πρωτεϊνοσύνθεσης και αποτελείται από δύο υπομονάδες που είναι μόνιμα ενωμένες μεταξύ τους.

17. Κανένα από τα κωδικόνια λήξης δεν κωδικοποιεί κάποιο αμινοξύ.
18. Κάθε πρωτεϊνική αλυσίδα συντίθεται με κατεύθυνση από το αμινικό προς το καρβοξυλικό της άκρο.
19. Ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται, εκτός των άλλων, ως επικαλυπτόμενος και μη εκφυλισμένος.
20. Η μεταγραφή των γονιδίων του οπερονίου της λακτόζης οδηγεί στην παραγωγή 2 διαφορετικών μορίων mRNA και επεκτατικά στη σύνθεση 4 πρωτεϊνικών αλυσίδων.
21. Στα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού και εξαιτίας της κυτταρικής διαφοροποίησης που πραγματοποιείται στα πρώιμα στάδια της εμβρυογένεσης, εντοπίζονται διαφορετικά γονίδια.
22. Στα ηπατικά, μυϊκά και νευρικά κύτταρα ενός ανθρώπινου οργανισμού μεταγράφονται διαφορετικά γονίδια.
23. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας της ωρίμανσης, το DNA γίνεται μικρότερο σε μήκος.
24. Όλα τα γονίδια που μεταγράφονται, κατόπιν μεταφράζονται παράγοντας μια πρωτεϊνική αλυσίδα.
25. Το μεταφορικό RNA είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά της γενετικής πληροφορίας από τον πυρήνα στο κυτταρόπλασμα.
26. Η συνεχής σύνθεση του νέου κλώνου κατά την αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' προς 3', ενώ ασυνεχής σύνθεση του νέου κλώνου γίνεται με προσανατολισμό 3' προς 5'.
27. Λόγω της κυτταρικής διαφοροποίησης, ένας μεταγραφικός παράγοντας πρόδρομου ερυθροκυττάρου αποκλείεται να βρεθεί εντός ηπατικού κυττάρου.
28. Ένα μιτοχόνδριο μπορεί να έχει μία έως δέκα θέσεις έναρξης αντιγραφής.
29. Όλα τα πρωταρχικά τμήματα της ασυνεχούς σύνθεσης έχουν αλληλουχία νουκλεοτιδίων συμπληρωματική με τμήματα του κλώνου συνεχούς σύνθεσης, στην ίδια διχάλα αντιγραφής.
30. Τόσο το πριμόσωμα, όσο και το ριβόσωμα είναι σύμπλοκα.
31. Σε αντίθεση με την RNA πολυμεράση, η DNA πολυμεράση χρειάζεται τη βοήθεια άλλων πρωτεϊνών για να ξεκινήσει την αντίδραση που καταλύει.
32. Ο συνδυασμός μεταγραφικών παραγόντων ενός πρόδρομου ερυθροκυττάρου κατά την εμβρυογένεση ενός ανθρώπου είναι ίδιος με αυτόν

ενός πρόδρομου ερυθροκυττάρου μετά τη γέννηση του ίδιου ανθρώπου.

33. Η DNA πολυμεράση που αντιγράφει ασυνεχώς αντικαθιστά το πρωταρχικό τμήμα που σχηματίστηκε κατά τη συνεχή σύνθεση του ίδιου κλώνου και της ίδιας θέσης έναρξης αντιγραφής.

34. Η θέση έναρξης της αντιγραφής και ο υποκινητής αναγνωρίζονται από ένζυμα.

35. Τα φυτικά κύτταρα περιέχουν μεγαλύτερη ποικιλία κυκλικών μορίων DNA σε σχέση με τα ζωικά.

36. Τα γονίδια των ευκαρυωτικών κυττάρων εδράζονται σε γραμμικά και κυκλικά μόρια DNA.

37. Με καλούπτι το DNA συντίθενται πέντε τύποι μορίων RNA.

38. Ο υποκινητής βρίσκεται στο 3' άκρο του μεταγραφόμενου κλώνου του γονιδίου.

39. Για να ενεργοποιηθεί το οερόνιο λακτόζης, η γλυκόζη πρέπει να απουσιάζει.

40. Αν ένα πεπτιδίο περιέχει μεθειονίνη, τότε το αμινοξύ αυτό έχει ελεύθερο αμινικό άκρο.

41. Αν σε μία θέση έναρξης αντιγραφής η αλληλουχία της μητρικής αλυσίδας είναι ...ATAGGC..., το πριμόσωμα θα συνθέσει απέναντι ένα τμήμα με αλληλουχία ...TATCCG...

42. Οι DNA πολυμεράσες κινούνται, καθώς σχηματίζουν τις θυγατρικές αλυσίδες, προς το 5' άκρο των μητρικών.

43. Η αντιγραφή πραγματοποιείται ταυτόχρονα και προς τα δύο άκρα ενός δίκλωνου μορίου DNA.

44. Οι DNA πολυμεράσες εκτός από σύνθεση φωσφοδιεστερικών δεσμών, καταλύουν και διάσπαση τέτοιων δεσμών.

45. Τα τμήματα της ασυνεχούς αλυσίδας συνδέονται με φωσφοδιεστερικούς δεσμούς από τη DNA δεσμάση.

46. Διάσπαση φωσφοδιεστερικών δεσμών καταλύουν και τα ειδικά επιδιορθωτικά ένζυμα.

47. Τα ειδικά επιδιορθωτικά ένζυμα στα ευκαρυωτικά κύτταρα ελέγχουν τις θυγατρικές αλυσίδες μετά το τέλος της αντιγραφής με αποτέλεσμα τα λάθη να περιορίζονται σε 10^5 .

48. Ίδια γονίδια εκφράζονται σε όλα τα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού.
49. Η έκφραση ενός γονιδίου σε έναν ιστό εξαρτάται και από το στάδιο ανάπτυξης.
50. Οι διάφοροι κυτταρικοί τύποι εκφράζουν πλήρως διαφορετικά γονίδια, ο ένας από τον άλλον.
51. Τα αντισώματα είναι πρωτεΐνες που παράγονται στα T-λεμφοκύτταρα.
52. Το mRNA στα ευκαρυωτικά κύτταρα μεταφέρει τη γενετική πληροφορία από τον πυρήνα στα ριβοσώματα, που βρίσκονται στο κυτταρόπλασμα, για να πραγματοποιηθεί η πρωτεϊνσύνθεση.
53. Το snRNA απαντάται μόνο στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων.
54. Τα ριβοσώματα κατασκευάζονται από πρωτεΐνες και rRNA και βοηθούν στην κατασκευή πρωτεϊνών.
55. Η μεταγραφή γίνεται με προσανατολισμό 3' προς 5' όταν μεταγράφεται η μία αλυσίδα του γονιδίου, ενώ με προσανατολισμό 5' προς 3' όταν μεταγράφεται η άλλη.
56. Ο υποκινητής είναι αλληλουχία που δεν ανήκει στο γονίδιο και δε μεταγράφεται.
57. Οι υποκινητές των γονιδίων λειτουργούν και ως θέσεις έναρξης της αντιγραφής.
58. Το RNA είναι συμπληρωματικό με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου από όπου προέκυψε.
59. Σε κάθε γονίδιο, η κατεύθυνση της μεταγραφής είναι συγκεκριμένη.
60. Η μη κωδική αλυσίδα και το RNA που παραμένουν ενωμένα με δεσμούς υδρογόνου, αποτελούν το υβρίδιο RNA/DNA.
61. Στα προκαρυωτικά κύτταρα η μετάφραση του mRNA ξεκινά πάντα πριν ολοκληρωθεί η μεταγραφή.
62. Η ωρίμανση του mRNA και η ύπαρξη πυρηνικής μεμβράνης, είναι οι λόγοι για τους οποίους η μετάφραση των ευκαρυωτικών mRNA του πυρήνα, δεν ξεκινά πριν ολοκληρωθεί η μεταγραφή.
63. Τα γονίδια που δεν περιέχουν εσώνια λέγονται ασυνεχή.
64. Ο γενετικός κώδικας είναι εκφυλισμένος, που σημαίνει ότι σε κάθε

κωδικόνιο μπορεί να αντιστοιχούν περισσότερα από ένα αμινοξέα.

65. Ο υποκινητής ενός γονιδίου είναι το κωδικόνιο AUG.

66. Οι αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής είναι UGA, UAA, UAG.

67. Συνώνυμα ονομάζουμε τα διαφορετικά κωδικόνια που κωδικοποιούν το ίδιο αμινοξύ.

68. Για να γίνει ταυτόχρονη σύνθεση πολλών μορίων της ίδιας πρωτεΐνης μπορούν και να σχηματίζονται πολλά μόρια mRNA από ένα γονίδιο.

69. Το πολύσωμα είναι σύνολο πολλών mRNA που μεταφράζονται ταυτόχρονα από ένα ριβόσωμα.

70. Η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης αφορά όχι μόνο στο αν θα εκφραστεί ένα γονίδιο, αλλά και στο ρυθμό έκφρασης του.

71. Στα βακτήρια δεν υπάρχει κυτταρική διαφοροποίηση.

72. Για το μεταβολισμό της γλυκόζης στο βακτήριο *E. coli* δεν απαιτείται η ενεργοποίηση του οπερονίου της λακτόζης.

73. Το οπερόνιο της λακτόζης περιλαμβάνει συνολικά 3 γονίδια.

74. Το ρυθμιστικό γονίδιο ανήκει λειτουργικά στο οπερόνιο της λακτόζης.

75. Τα δομικά γονίδια του οπερονίου βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο στο γονιδίωμα του βακτηρίου.

76. Στο οπερόνιο της λακτόζης ο χειριστής βρίσκεται ανάμεσα στο ρυθμιστικό γονίδιο και τον υποκινητή.

77. Ο καταστολέας είναι ένα πρωτεϊνικό μόριο που παρουσία λακτόζης μπορεί να συνδέεται με το χειριστή.

78. Το οπερόνιο της λακτόζης ενεργοποιείται όποτε υπάρχει λακτόζη στο θρεπτικό υλικό του βακτηρίου, ανεξάρτητα από την ύπαρξη γλυκόζης.

79. Το ρυθμιστικό γονίδιο είναι σε όλες τις συνθήκες ενεργό.

80. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα όσα γονίδια δεν ανήκουν σε οπερόνια έχουν το δικό τους υποκινητή, ενώ όσα ανήκουν σε κάποιο οπερόνιο έχουν κοινό υποκινητή.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ

1. Μόριο DNA διπλασιάζεται σε περιβάλλον ραδιενεργού φωσφόρου (^{32}P). Στο μόριο αυτό εντοπίζονται 16.000 άτομα φωσφόρου. Πόσα άτομα ραδιενεργού φωσφόρου θα υπάρχουν συνολικά μετά τον 2^ο και μετά τον 4^ο διπλασιασμό του αρχικού μορίου;
2. Πρωτεΐνη που απομονώθηκε από ευκαρυωτικό οργανισμό βρέθηκε ότι αποτελείται από 2000 αμινοξέα. Πόσα νουκλεοτίδια διαθέτει το γονίδιο που κωδικοποιεί την παραπάνω πρωτεΐνη, αν αυτή η πρωτεΐνη αποτελείται από: α) μία και μόνη πολυπεπτιδική αλυσίδα ή β) δύο ίδιες πολυπεπτιδικές αλυσίδες.
3. Ασυνεχές γονίδιο ευκαρυωτικού οργανισμού περιέχει 2 εσώνια συνολικού μήκους 120 ζευγών βάσεων. Η λειτουργική πρωτεΐνη που προκύπτει από το συγκεκριμένο γονίδιο διαθέτει 195 αμινοξέα. Το προϊόν της μεταγραφής του γονιδίου από το οποίο προέκυψε η πρωτεΐνη αυτή διέθετε 10 επιπλέον αμινοξέα στο αμινικό της άκρο. Αν το mRNA που προέκυψε από τη μεταγραφή του γονιδίου διέθετε στις 5' & 3' αμετάφραστες περιοχές του συνολικά 22 νουκλεοτίδια, να υπολογίσετε:
 - α) το μήκος του ασυνεχούς γονιδίου και
 - β) τον αριθμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών που διασπώνται αλλά και σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του πρόδρομου mRNA.
4. Ευκαρυωτικό γονίδιο (χωρίς εσώνια) διαθέτει 1200 νουκλεοτίδια. Το γονίδιο αυτό είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Αν το μέσο μοριακό βάρος καθενός αμινοξέος είναι 100, να υπολογιστεί το μοριακό βάρος της πολυπεπτιδικής αυτής αλυσίδας.
5. Δύο γονίδια ευκαρυωτικού κυττάρου έχουν συνολικό μήκος 4500 ζεύγη βάσεων. Καθένα από τα γονίδια αυτά κωδικοποιεί τη μία από τις δύο πολυπεπτιδικές αλυσίδες μίας πρωτεΐνης. Οι αμετάφραστες περιοχές και τα εσώνια των δύο γονιδίων καταλαμβάνουν το 50% του μήκους τους. Να υπολογιστεί ο συνολικός αριθμός των αμινοξέων της πρωτεΐνης αυτής. Να θεωρηθεί δεδομένο ότι δεν υπήρξε τροποποίηση της πρωτεΐνης και αφαίρεση αμινοξέων από το αμινικό της άκρο.
6. Δίνεται μόριο DNA με την ακόλουθη αλληλουχία βάσεων:

5' TTTAATGACGTTACCCGCGGGGACGTAGATC 3'
 3' AAATTAAGTCAATGGGCGCCCCCTGCATCTAG 5'

 Να βρείτε:
 - α) Το μόριο mRNA που μεταγράφεται από το παραπάνω μόριο.
 - β) Να γράψετε τα αντικωδικόνια των tRNA που συμμετέχουν στη διαδικασία της μετάφρασης του παραπάνω μορίου mRNA.
 - γ) Πόσοι πεπτιδικοί δεσμοί αναπτύσσονται ανάμεσα στα αμινοξέα της πολυπεπτιδικής αλυσίδας που συντίθεται και πόσα μόρια H_2O προκύπτουν κατά τη σύνθεσή της;

7. Βακτηριακή πρωτεΐνη διαθέτει 30.000 αμινοξέα και αποτελείται από 6 ίδιες πολυπεπτιδικές αλυσίδες. Οι αμετάφραστες περιοχές του mRNA που σχετίζεται με τη σύνθεση της πρωτεΐνης αποτελούν το 50% του συνολικού του μήκους. Να υπολογιστεί ο αριθμός των νουκλεοτιδίων του γονιδίου που ευθύνεται για την παραγωγή της συγκεκριμένης πρωτεΐνης.

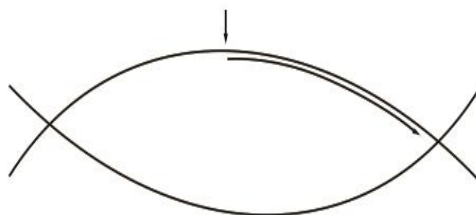
8. Μια πρωτεΐνη συνίσταται από 2 πολυπεπτιδικές αλυσίδες από τις οποίες η μία έχει διπλάσιο αριθμό αμινοξέων από την άλλη. Εάν η κωδικοποιούσα περιοχή του mRNA της πρώτης αλυσίδας διαθέτει 120 νουκλεοτίδια περισσότερα από την κωδικοποιούσα περιοχή του mRNA της δεύτερης, να υπολογίσετε το συνολικό αριθμό αμινοξέων της πρωτεΐνης.

9. Ώριμο mRNA διαθέτει 150 κωδικόνια που αντιστοιχούν σε ισότιμο αριθμό αμινοξέων. Το ώριμο αυτό mRNA μεταφράζεται με πολύσωμα που διαθέτει 5 ριβοσώματα. Αν σε μια χρονική στιγμή t_1 απομακρυνθούν ταυτόχρονα: από το 1^ο ριβόσωμα το 100^ο tRNA, από το 2^ο ριβόσωμα το 84^ο tRNA, από το 3^ο ριβόσωμα το 75^ο tRNA, από το 4^ο ριβόσωμα το 53^ο tRNA και από το 5^ο ριβόσωμα το 21^ο tRNA, ποίος ο συνολικός αριθμός αμινοξέων που έχουν χρησιμοποιηθεί ως τη στιγμή t_1 για τη σύνθεση των πεπτιδικών αλυσίδων;

10. Μόριο mRNA μεταφράζεται δίνοντας 4 διαφορετικές πολυπεπτιδικές αλυσίδες: την Α με 90 αμινοξέα, τη Β με 75 αμινοξέα, τη Γ με 63 αμινοξέα και τη Δ με 57 αμινοξέα. Από τί είδους κύτταρο συντίθεται το συγκεκριμένο μόριο mRNA; Ποιό είναι, κατά προσέγγιση, το μήκος αυτού του μορίου mRNA;

11. Το διπλανό σχήμα απεικονίζει μια θέση έναρξης της αντιγραφής του DNA σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο. Η σύνθεση στη μια αλυσίδα είναι συνεχής, όπως φαίνεται και στο σχήμα. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας το παραπάνω σχήμα και σε αυτό να σχεδιάσετε τις νε συντιθέμενες αλυσίδες, τα συνεχή και τα ασυνεχή τμήματά τους, τοποθετώντας τα κατάλληλα 5' και 3' άκρα. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(5' και 3' άκρα να τοποθετηθούν τόσο στις νεοσυντιθέμενες, όσο και στις αρχικές αλυσίδες).



12. Ένα ευκαρυωτικό ασυνεχές γονίδιο διαθέτει 2.240 νουκλεοτίδια. Στο πρόδρομο mRNA που μεταγράφεται από το γονίδιο αυτό, το 40% αντιστοιχεί σε εσώνια, ενώ οι 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές αποτελούνται από 32 νουκλεοτίδια. Κατόπιν μετάφρασης του ώριμου mRNA προκύπτει πολυπεπτιδική αλυσίδα. Ποίος ο αριθμός των αμινοξέων της αλυσίδας αυτής;

13. Ένα ευκαρυωτικό συνεχές γονίδιο αποτελείται από 2520 νουκλεοτίδια. Στο mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του παραπάνω γονιδίου, οι 5' και 3'

αμετάφραστες περιοχές κατέχουν συνολικά 24 νουκλεοτίδια. Η λειτουργική πρωτεΐνη που αποτελεί προϊόν αυτού του γονιδίου αποτελείται από 350 αμινοξέα. Να υπολογιστεί ο αριθμός των αμινοξέων που αποκόπηκαν από το αμινικό άκρο της αρχικής πρωτεΐνης.

14. Κατά τη διάρκεια της αντιγραφής ενός μορίου DNA σχηματίστηκαν 40 θηλίες και καταμετρήθηκαν συνολικά 1400 πρωταρχικά τμήματα. Να προσδιοριστεί ο αριθμός των πρωταρχικών τμημάτων που τοποθετήθηκαν στις αλυσίδες που συνθέθηκαν συνεχώς, καθώς και σε εκείνες που συνθέθηκαν ασυνεχώς.

15. Ασυνεχές γονίδιο περιλαμβάνει 5 εσώνια. Το γονίδιο μεταγράφεται δίνοντας πρόδρομο mRNA το οποίο υφίσταται διαδικασία ωρίμανσης. Πόσα μόρια H_2O απαιτούνται για την αποκοπή των εσωνίων και πόσα παράγονται από τη συρραφή των εξωνίων, έτσι ώστε να δημιουργηθεί το ώριμο mRNA;

16. Η αλληλουχία που ακολουθεί αποτελεί τμήμα δίκλωνου DNA που περιέχει δύο γονίδια (χωρίς εσώνια) τα οποία έχουν την πληροφορία για τη σύνθεση δύο μικρών πεπτιδίων.

TATGCAATGGTACACCCATATATGGAGTACCAGCATTCTTGG
Γ **Δ**
 ATACGTTACCATGTGGGTATATACCTCATGGTCGTAAGAACC

α) Να γράψετε την αλληλουχία των βάσεων της κωδικής αλυσίδας αυτών των γονιδίων οι οποίες αντιστοιχούν στις 5' αμετάφραστες περιοχές των μορίων mRNA τα οποία προκύπτουν από την μεταγραφή αυτών των γονιδίων. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Να δηλώσετε σε ποιά από τις θέσεις Γ ή Δ θα προσδεθεί η RNA πολυμεράση, με τη βοήθεια των μεταγραφικών παραγόντων, κατά τη μεταγραφή της γενετικής πληροφορίας αυτών των γονιδίων και να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

17. Έστω η αλληλουχία ενός μορίου mRNA:

5'..AAAUGCCUGCAUACAAGUAAAAAAAAUGGCCGCACGAAACUAAAAA..3'
 Μπορείτε να εκτιμήσετε αν αυτό προέρχεται από ευκαρυωτικό ή προκαρυωτικό οργανισμό;

18. Η παρακάτω αλληλουχία αποτελεί τμήμα βακτηριακού DNA:

TTTAATTAGGATCCCGTCATAAAA
 AAATTAATCCTAGGGCAGTATTTT

α) Να γράψετε την αλληλουχία του μορίου mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του παραπάνω τμήματος.

β) Να γράψετε τα αντικωδικόνια των tRNAs που συμμετέχουν στη διαδικασία της πρωτεϊνοσύνθεσης.

γ) Πόσοι πεπτιδικοί δεσμοί σχηματίζονται μεταξύ των αμινοξέων του ολιγοπεπτιδίου που παράγεται από το παραπάνω τμήμα;

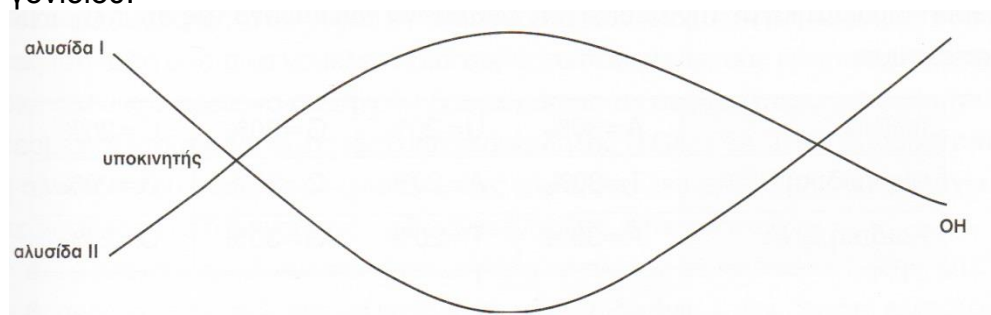
19. Δίνεται το μόριο DNA:

1^η αλυσίδα: AAAATACTCACCGACTCGACATAAAA
ΥΠΟΚΙΝΗΤΗΣ

2^η αλυσίδα: TTTTATGAGTGGCTGAGCTGTATTTT

- Ποιά είναι η κωδική και ποιά η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου;
 - Ποιά είναι η αλληλουχία του μορίου mRNA που θα προκύψει από τη μεταγραφή του παραπάνω μορίου;
 - Ποιά είναι τα αντικωδικόνια που αντιστοιχούν στο mRNA;
- Σε κάθε περίπτωση να αιτιολογήσετε την απάντησή σας προσδιορίζοντας τα 3' και 5' άκρα των αλυσίδων.

20. Δίνεται το παρακάτω τμήμα DNA, στο οποίο βρίσκεται η αρχή ενός γονιδίου.



- Να σημειώσετε τα 5' και 3' άκρα των αλυσίδων του τμήματος.
- Να σημειώσετε την κωδική και τη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου αιτιολογώντας την απάντησή σας.
- Να σημειώσετε πάνω στο σχήμα το mRNA που θα προκύψει, προσδιορίζοντας και τα 3' και 5' άκρα του.
- Τί είναι ο υποκινητής και ποιός ο ρόλος του στη διαδικασία της μεταγραφής;

21. Δίνονται δύο τμήματα DNA από τα οποία το ένα προέρχεται από ευκαρυωτικό και το άλλο από προκαρυωτικό οργανισμό. Καθένα από τα δύο τμήματα είναι υπεύθυνο για τη μεταγραφή ενός μορίου mRNA.

Τμήμα Α

5'...ATAATGGCCGAATACGACTAGAAAATGCCCCGAACGTAAAAA...3'
3'...TATTACCGGCTTATGCTGATCTTTTACGGGGCTTGCATTTTT...5'

Τμήμα Β

5'...ACTATGGAATTCGCAATACGCCCAGAATTCCGATAGAAA...3'
3'...TGATACCTTAAGCGTTATGCGGGTCTTAAGGCTATCTTT...5'

Να γράψετε την αλληλουχία του mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή κάθε τμήματος και να εκτιμήσετε ποιο από τα δύο τμήματα ανήκει στον ευκαρυωτικό και ποιο στον προκαρυωτικό οργανισμό αιτιολογώντας την απάντησή σας.

22. Δίνεται τμήμα πρόδρομου ευκαρυωτικού mRNA:

5'...AUAAAUGCCGUAUCUAGCAUCAAUUGGAAAGAUCAAA...3'

Η μετάφραση του μορίου αυτού οδήγησε στη σύνθεση της παρακάτω ολιγοπεπτιδικής αλυσίδας:

H₂N - met – pro – tyr – trp – lys – asp - COOH

α) Να γράψετε το ώριμο mRNA που θα προκύψει κατόπιν ωρίμανσης.

β) Ποιά είναι η αλληλουχία της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου, η μεταγραφή του οποίου οδήγησε στο παραπάνω πρόδρομο mRNA. Να σημειώσετε τα 5' και 3' άκρα της.

γ) Να γράψετε τα αντικωδικόνια των tRNA που παίρνουν μέρος στη μετάφραση του ώριμου mRNA.

Δίνονται από το γενετικό κώδικα (5' → 3'):

pro = CCC, CCA, CCG, CCU,

tyr = UAU, UAC

trp = UGG

lys = AAA, AAG

asp = GAU, GAC

23. Δίνεται το παρακάτω ασυνεχές γονίδιο ευκαρυωτικού κυττάρου, το οποίο κωδικοποιεί ένα ολιγοπεπτίδιο.

5'-TAAGTATGGCT **GCACCC**ATTTTAGAT**GGGACC**AGATAGGATT-3'

3'- ATTCATACCGA**CGTGGG**TAAAATCTA**CCCTGGT**CTATCCTAA-5'

εσώνιο

εσώνιο

α) Να γράψετε την κωδική και τη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου αιτιολογώντας την απάντησή σας, καθώς επίσης το πρόδρομο και το ώριμο mRNA που προκύπτουν από το συγκεκριμένο γονίδιο. Επιπλέον, να βρείτε την αλληλουχία των αμινοξέων του ολιγοπεπτιδίου που κωδοκοποιείται από το συγκεκριμένο γονίδιο.

β) Κατά τη διαδικασία της ωρίμανσης του mRNA αποκόπτονται τα εσώνια και συρράπτονται μεταξύ τους τα εξώνια. Να υπολογίσετε τα μόρια νερού που απαιτούνται για την αποκοπή των εσωνίων, καθώς και τα μόρια νερού που παράγονται από τη συρραφή των εξωνίων. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Δίνονται οι παρακάτω αντιστοιχίσεις αμινοξέων και κωδικονίων (5' → 3'):

AGA → Arg

UUA → Leu

GCU → Ala

AUU → Ile

GAU → Asp

24. Ένα μόριο DNA, το οποίο απομονώθηκε από χρωμόσωμα σωματικού κυττάρου ενός θηλαστικού, περιέχει 1200 γονίδια, ενώ καθ'όλη τη διάρκεια της ζωής του κυττάρου παράγονται από το χρωμόσωμα αυτό 350 είδη πολυπεπτιδικών αλυσίδων. Πού μπορεί να οφείλεται η διαφορά στον αριθμό των γονιδίων και των πολυπεπτιδικών αλυσίδων;

25. Η αλληλουχία βάσεων που ακολουθεί αποτελεί ανθρώπινο γονίδιο.

5' CCAGTTACGATGATTGAATCCCAAACGGTATATGCTAGACCGGC 3'
3' GGTCAATGCTACTAACTTAGGGTTTGCCATATACGATCTGGCCG 5'

Το γονίδιο αυτό εκφράζεται μόνο σε συγκεκριμένο ιστό του ανθρώπινου σώματος κωδικοποιώντας το ακόλουθο ολιγοπεπτίδιο:

H₂N - met – pro – gly – ile – cys - COOH

α) Να εντοπίσετε ποιά από τις αλυσίδες του γονιδίου είναι η κωδική και ποιά η μη κωδική αιτιολογώντας την απάντησή σας.

β) Ποια είναι η αλληλουχία των βάσεων του μορίου που μεταφέρεται στα ριβοσώματα προκειμένου να γίνει η σύνθεση του παραπάνω ολιγοπεπτιδίου; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ) Έστω ότι σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, κατά τη διάρκεια της πρωτεϊνοσύνθεσης, απομακρύνεται από το ριβόσωμα το 3^ο tRNA. Ποιός ο αριθμός των αμινοξέων που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι τη στιγμή αυτή για τη σύνθεση του παραπάνω ολιγοπεπτιδίου; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Δίνονται, με προσανατολισμό 5' → 3':

Pro = CCU, CCC, CCA, CCG

Gly = GGU, GGC, GGA, GGG

Ile = AUU, AUC, AUA

Cys = UGU, UGC

26. Ευκαρυωτικό γονίδιο έχει μήκος 690 ζεύγη βάσεων που αντιστοιχούν στην κωδικοποιούσα περιοχή του, δηλ. στο τμήμα από το κωδικόνιο έναρξης ως το λήξης, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι αμετάφραστες περιοχές του. Το γονίδιο αυτό κωδικοποιεί πρωτεΐνη, κατά τη μετάφραση της οποίας χρησιμοποιήθηκαν 120 μόρια tRNA. Να υπολογιστούν τα νουκλεοτίδια των εξωνίων, καθώς και των εσωνίων του γονιδίου.

27. Ένα μόριο DNA αποτελείται από 2000 ζεύγη βάσεων. Το 35% των νουκλεοτιδίων του είναι ραδιενεργά. Το μόριο αυτό αντιγράφεται δύο φορές σε περιβάλλον ραδιενεργών νουκλεοτιδίων. Πόσα από τα νουκλεοτίδια των τελικών μορίων είναι ραδιενεργά;

28. Μια πολυπεπτιδική αλυσίδα 223 αμινοξέων κωδικοποιείται από γονίδιο που κατά τη συσπείρωσή του σχηματίζει 9 νουκλεοσώματα.

α) τι μήκος έχουν συνολικά τα εσώνια και οι αμετάφραστες περιοχές του γονιδίου;

β) πόσους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς έχει το mRNA που μεταγράφεται από το γονίδιο αυτό;

29. Κατά τη μεταγραφή του ακόλουθου συνεχούς γονιδίου (του οποίου φαίνεται μόνο ο ένας κλώνος, χωρίς αμετάφραστες περιοχές), η RNA πολυμεράση έχει διασπάσει 53 δεσμούς υδρογόνου. Το ριβόσωμα, που ήδη έχει ξεκινήσει τη μετάφραση του παραγόμενου mRNA, έχει συνδέσει 5 αμινοξέα.

5' ATGTGTCCAACCTCAGCAATCATGGAATTAG 3'

- α) τί αλληλουχία έχει το αντικωδικόνιο του tRNA που θα φέρει το επόμενο αμινοξύ;
- β) πόσοι δεσμοί υδρογόνου απομένει να διασπαστούν, μέχρι ολοκλήρωσης της μεταγραφής;
- γ) σε ποιά θέση του mRNA βρίσκεται το ριβόσωμα, όταν σχηματίζεται ο τέταρτος πεπτιδικός δεσμός;

30. Κατά τη μετάφραση ενός μορίου mRNA προκύπτει πεπτίδιο με 16 πεπτιδικούς δεσμούς. Απομονώνουμε από το κύτταρο την πρωτεΐνη, μέρος της οποίας είναι το πεπτίδιο αυτό. Με κατάλληλο ένζυμο γίνεται διάσπαση ενός πεπτιδικού δεσμού στο παραπάνω πεπτίδιο και προκύπτουν δύο θραύσματα:

1^ο: HOOC - pro - lys - thr - ile - val - leu - cys - NH₂

2^ο: H₂N - met - ala - lys - phe - asp - tyr - gln - arg - his - COOH

- α) ποιά είναι η αλληλουχία του πεπτιδίου που προκύπτει από τη μετάφραση του παραπάνω mRNA;
- β) πόσα κωδικόνια έχει το mRNA αυτό;

31. Κατά τη μετάφραση ενός μορίου mRNA προκύπτει πεπτίδιο με 15 πεπτιδικούς δεσμούς. Απομονώνουμε από το κύτταρο την πρωτεΐνη, μέρος της οποίας είναι το πεπτίδιο αυτό. Με κατάλληλο ένζυμο γίνεται διάσπαση ενός πεπτιδικού δεσμού στο παραπάνω πεπτίδιο και προκύπτουν δύο θραύσματα:

1^ο: HOOC - pro - lys - thr - ile - val - leu - cys - NH₂

2^ο: H₂N - met - ala - lys - phe - asp - tyr - gln - arg - his - COOH

- α) ποιά είναι η αλληλουχία του πεπτιδίου που προκύπτει από τη μετάφραση του παραπάνω mRNA;
- β) πόσα κωδικόνια έχει το mRNA αυτό;

32. Πόσα διαφορετικά mRNA μπορούν να κωδικοποιήσουν την ακόλουθη αλληλουχία αμινοξέων;
H₂N - met - phe - pro - tyr - trp - glu - COOH

33. Μια πρωτεΐνη αποτελείται από δύο διαφορετικές πολυπεπτιδικές αλυσίδες, 32 και 44 αμινοξέων. Από μοριακή έρευνα βρέθηκε πως υπάρχει μόνο ένα υπεύθυνο γονίδιο για την πρωτεΐνη αυτή, το οποίο διαθέτει 452 ζεύγη βάσεων (χωρίς τις αμετάφραστες περιοχές). Το κυτταροπλασματικό mRNA του γονιδίου αυτού διαθέτει 291 βάσεις. Τι συμπεράσματα μπορούμε να βγάλουμε για το γονίδιο και τη σύνθεση της πρωτεΐνης αυτής;

34. Παρακάτω φαίνεται τμήμα κλώνου χρωμοσώματος, που περιλαμβάνει τη θέση έναρξης αντιγραφής.

...GGATGCGACCTCTTTCTAGGCTCGAGAGCTTGAGCGGAATTCCGCA...

Με δεδομένο ότι το πρωταρχικό τμήμα της συνεχούς αντιγραφής του κλώνου

έχει αλληλουχία βάσεων 5' AGCCUAGAA 3':

- α) εντοπίστε τη θέση έναρξης
- β) γράψτε τις βάσεις που θα τοποθετήσει η DNA πολυμεράση, επιμηκύνοντας το παραπάνω πρωταρχικό τμήμα
- γ) γράψτε την αλληλουχία βάσεων του πρωταρχικού τμήματος συνεχούς σύνθεσης, που θα συντεθεί με καλούπι το συμπληρωματικό κλώνο του παραπάνω. Σημειώνεται πως τα πρωταρχικά τμήματα έχουν κοινό μήκος.

35. Μια πρωτεΐνη αποτελείται από 1000 αμινοξέα. Με δεδομένο ότι η πρωτεΐνη δεν υποβλήθηκε σε καμία μετα-μεταφραστική τροποποίηση, υπολογίστε πόσα νουκλεοτίδια έχει το μεταφραζόμενο τμήμα του υπεύθυνου mRNA

- α) αν η πρωτεΐνη απαρτίζεται από μία πολυπεπτιδική αλυσίδα
 - β) αν η πρωτεΐνη απαρτίζεται από δύο όμοιες πολυπεπτιδικές αλυσίδες
 - γ) αν η πρωτεΐνη απαρτίζεται από τέσσερις όμοιες πολυπεπτιδικές αλυσίδες
- Για κάθε μια από τις περιπτώσεις, υπολογίστε τους πεπτιδικούς δεσμούς της πρωτεΐνης.

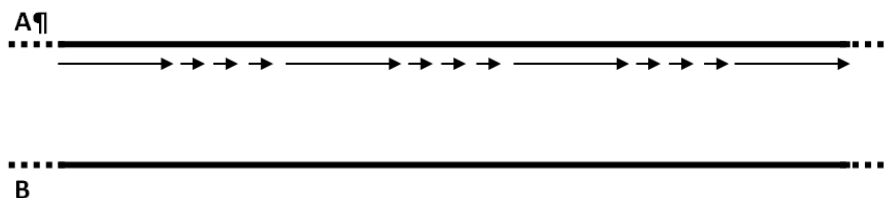
36. Κατά τη μετάφραση του mRNA

UGACCGAUGGCAUGGAUGCCAUUACCCUGGUAAGAAGCGUAUUGGUU
προκύπτει το πεπτίδιο

$\text{NH}_2 - \alpha - \beta - \gamma - \alpha - \delta - \epsilon - \delta - \gamma - \text{COOH}$

- α) τι προσανατολισμό έχει το mRNA;
- β) ποιές ιδιότητες του γενετικού κώδικα εφαρμόστηκαν κατά τη μετάφραση του μορίου αυτού;

37. Στο σχήμα της εικόνας, παρουσιάζεται ένα τμήμα DNA που αντιγράφεται. Οι δύο εξωτερικές συνεχείς γραμμές (A και B) αντιπροσωπεύουν τους δύο κλώνους του αρχικού μορίου. Δίνεται, επίσης, η μία από τις νεοσυντιθέμενες αλυσίδες, που δημιουργείται με καλούπι την πάνω αλυσίδα A, όπου έχουν σχεδιαστεί τα συνεχή (συνεχή βέλη) και ασυνεχή τμήματα (διακεκομμένα βέλη) που δημιουργούνται.



- α) πόσες θέσεις έναρξης της αντιγραφής (Θ.Ε.Α.) υπάρχουν στο σχήμα; Σημειώστε την Θ.Ε.Α. ή τις Θ.Ε.Α. με ένα κάθετο βέλος, καθώς και τα 5' και 3' άκρα των αλυσίδων.

- β) σχεδιάστε τα νεοσυντιθέμενα τμήματα που δημιουργούνται με καλούπι την

αλυσίδα B.

- γ) το κύτταρο στο οποίο ανήκει το παραπάνω τμήμα DNA μπορεί να είναι το *E. coli*;

- δ) εξηγήστε το λόγο που αντιγράφονται οι αλυσίδες με συνεχή και ασυνεχή

τρόπο.

38. Δίνεται το παρακάτω τμήμα βακτηριακού DNA το οποίο περιλαμβάνει το τελευταίο τμήμα του υποκινητή ενός γονιδίου το οποίο ελέγχει την σύνθεση ενός ενζύμου το οποίο αποτελείται από μια πολυπεπτιδική αλυσίδα.

Αλυσίδα 1

...TAGTAATGATCATGACTGTTACGGTGTATCATGCACTGTATAATATCATTAG...

Αλυσίδα 2

...ATCATTACTAGTACTGACAATGCCACATAGTACGTGACATATTATAGTAATC...

Τελευταίο τμήμα υποκινητή:

5'...ΤΑΤΑΑΤΑ... 3'

3'...ΑΤΑΤΤΑΤ... 5'

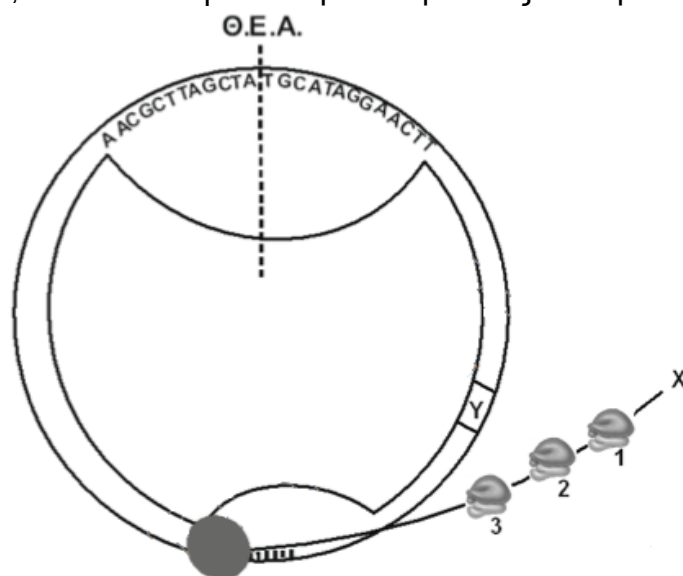
α) να σημειώστε τους προσανατολισμούς των αλυσίδων και να δικαιολογήσετε, με βάση τον υποκινητή, ποια αλυσίδα είναι η κωδική και ποια η μη κωδική

β) να γράψετε το mRNA που προκύπτει από το παραπάνω DNA

γ) πόσα αμινοξέα του ενζύμου κωδικοποιεί το παραπάνω τμήμα;

39. Το φυσιολογικό βακτήριο *E. coli* έχει γονιδίωμα μήκους $4,5 \times 10^6$ ζεύγη βάσεων περίπου. Εάν γνωρίζετε ότι η βακτηριακή DNA πολυμεράση κινείται με ρυθμό 1500 νουκλεοτιδια/sec, ποιος θα είναι ο χρόνος που απαιτείται για να αντιγραφεί το βακτηριακό χρωμόσωμα;

40. Στην εικόνα απεικονίζεται ένα στιγμιότυπο, που υποθέτουμε ότι γίνεται σε ένα μόριο DNA, το οποίο ανήκει στο γονιδίωμα ενός κυττάρου.



α) ποιά ή ποιές διαδικασίες αναγνωρίζετε στην εικόνα και τι είδους κύτταρο αφορά το παραπάνω στιγμιότυπο;

- β) ποιο προϊόν παράγεται από τις κυτταρικές δομές 1, 2 και 3 και ποιο έχει παραγάγει το περισσότερο προϊόν;
 γ) ποιός είναι ο προσανατολισμός της κάθε πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας;
 δ) να γράψετε τις αζωτούχες βάσεις των πρωταρχικών τμημάτων, μήκους 5 νουκλεοτιδίων, των αλυσίδων που θα συντεθούν συνεχώς, κατά την

αντιγραφή του παραπάνω μορίου DNA.

41. Δίνεται τμήμα DNA, που αποτελεί γονίδιο.

AAAGCGCCACTGTATATGCCATTACGATGGCGATTTACACTGAATAACTCGAGTACTTT
 TTTCGCGGTGACATATACGGTAATGCTACCGCTAAAGTGTGACTTATTGAGCTCATGAAA

Ζητείται:

- α) το mRNA που παράγεται από τη μεταγραφή του γονιδίου
 β) τα αμινοξέα που παράγονται από τη μετάφραση,
 γ) το ποσοστό των βάσεων στο γονίδιο και σε κάθε κλώνο,
 δ) οι δεσμοί υδρογόνου και οι φωσφοδιεστερικοί,
 ε) τα νερά που παράγονται από τη συμπύκνωση του DNA και κατά τη παραγωγή του πεπτιδίου.

42. Πολυπεπτιδική αλυσίδα που παράγεται σε ευκαρυωτικό κύτταρο αποτελείται από 200 αμινοξέα, ενώ στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση της περιέχονται 500 νουκλεοτίδια με τη βάση κυτοσίνη. Το γονίδιο περιέχει 6 εσώνια που αποτελούν το 70% του συνολικού μήκους του. Το ποσοστό των νουκλεοτιδίων με τη βάση θυμίνη στο γονίδιο είναι 20%, ενώ οι δεσμοί υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των βάσεων του είναι 6500. Να υπολογίσετε:

- α. Τον αριθμό των νουκλεοτιδίων με βάση κυτοσίνη στη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου,
 β. Τον αριθμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών που σπάζουν και αυτών που δημιουργούνται κατά την ωρίμανση,
 γ. Τον αριθμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών που περιέχονται στα εσώνια που απομακρύνονται από το πρόδρομο mRNA.
 δ. Τον αριθμό των νουκλεοτιδίων που υπάρχουν συνολικά στις 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές του ώριμου mRNA

43. Αποικία βακτηρίων *E. coli*, που στερείται πλασμιδίων και αποτελείται από 10^6 κύτταρα, περιέχει στο συνολικό της DNA $0,4\text{ng}^{31}\text{P}$. Η αποικία μεταφέρεται και αναπτύσσεται σε περιβάλλον όπου ο φώσφορος βρίσκεται κατά 50% με τη μορφή ραδιενεργού ισότοπου ^{32}P . Να βρείτε πόσα ng^{31}P και πόσα ng^{32}P θα υπάρχουν στο γενετικό υλικό των κυττάρων που θα προκύψουν:

- α. Μετά τον πρώτο διπλασιασμό των κυττάρων της αρχικής καλλιέργειας
 β. Μετά το δεύτερο διπλασιασμό των κυττάρων της αρχικής καλλιέργειας.

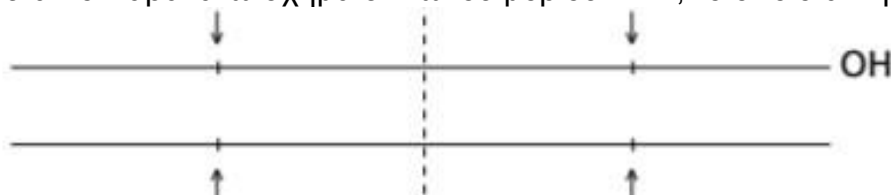
44. Το DNA στο Χ φυλετικό χρωμόσωμα του ανθρώπινου γονιδιώματος έχει μέγεθος 3×10^8 ζ.β. Αν η ταχύτητα αντιγραφής είναι 50 ζεύγη βάσεων/sec σε

κάθε διχάλα αντιγραφής, σε πόσες ώρες θα αντιγραφεί αυτό το γραμμικό μόριο DNA, αν υποθέσουμε ότι η αντιγραφή του ξεκινά από:

- μία θέση έναρξης που βρίσκεται στο ένα του άκρο
- μία θέση έναρξης που βρίσκεται στο μέσον του
- τρεις διαφορετικές θέσεις έναρξης αντιγραφής που ισαπέχουν μεταξύ τους και δεν είναι ακραίες.

Θεωρούμε ότι η αντιγραφή γίνεται ταυτόχρονα στις πολλαπλές θέσεις έναρξης της αντιγραφής και με την ίδια ταχύτητα.

45. Δίνεται το παρακάτω σχήμα δίκλωνου μορίου DNA, το οποίο αντιγράφεται.



Τα βέλη δείχνουν θέσεις έναρξης αντιγραφής, ενώ η διακεκομμένη γραμμή, το όριο των δύο θηλιών που θα αναπτυχθούν.

- Να σχεδιάσετε τα συνεχή και ασυνεχή τμήματα των νέων αλυσίδων τοποθετώντας και τους κατάλληλους προσανατολισμούς όλων των αλυσίδων. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- Αν σε κάθε θηλιά η DNA δεσμάση σχηματίζει 8 φωσφοδιεστερικούς δεσμούς. Πόσοι θα είναι συνολικά οι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί από τη δράση της DNA δεσμάσης όταν ολοκληρωθεί η αντιγραφή και στις δύο θηλιές; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

46. Οι αλληλουχίες βάσεων που αναγράφονται παρακάτω αποτελούν τμήματα μητρικής και θυγατρικής αλυσίδας DNA, κατά τη διαδικασία της αντιγραφής.

α' αλυσίδα: UGAAUTCCATGA

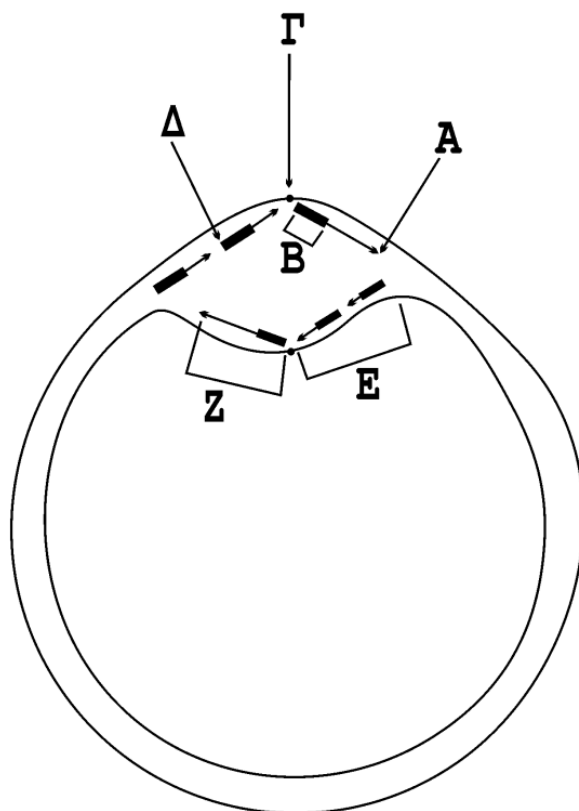
β' αλυσίδα: GTGACTTAAGGTAAGTCA

- ποιά είναι η μητρική και ποια η θυγατρική αλυσίδα;
- «ταιριάξτε» συμπληρωματικά τις δύο αλυσίδες, σημειώνοντας τα 5' και 3' άκρα τους
- ποιό είναι το μήκος του πρωταρχικού τμήματος και ποιός είναι ο ελάχιστος αριθμός δεσμών υδρογόνου που πρόκειται να διασπαστούν και να σχηματιστούν, μέχρι την ολοκλήρωση της αντιγραφής της συγκεκριμένης αλληλουχίας;

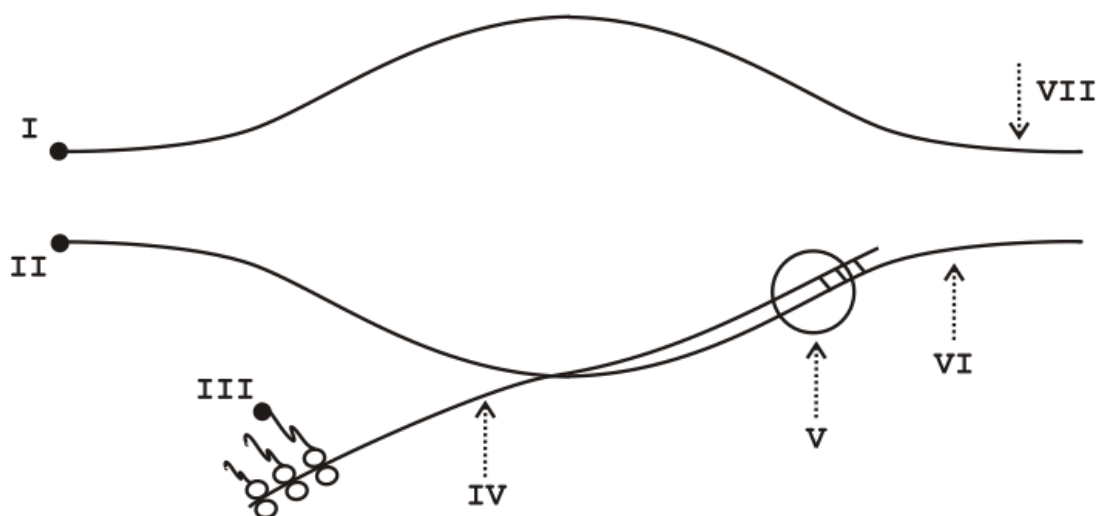
47. Στην εικόνα απεικονίζεται η διαδικασία της αντιγραφής ενός μορίου DNA. Να μεταφέρετε στο τετράδιο σας την αντιστοιχία των γραμμάτων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ με τους όρους που ακολουθούν: υποκινητής, υδροξύλιο, τμήμα αλυσίδας DNA που συντίθεται με ασυνεχή τρόπο, πρωταρχικό τμήμα, θέση έναρξης αντιγραφής, φωσφορική ομάδα, αλυσίδα DNA που συντίθεται με συνεχή τρόπο.

Να σημειωθεί ότι ένας όρος περισσεύει.

Σε ποιο ή ποια οργάνιδια ενός ευκαρυωτικού κυττάρου πραγματοποιείται η διαδικασία της αντιγραφής του μορίου DNA που απεικονίζεται στην εικόνα;



48. Να αντιστοιχίσετε καθέναν από τους αριθμούς I, II, III, IV, V, VI, VII της εικόνας με μια από τις ακόλουθες έννοιες: φωσφορική ομάδα, υδροξύλιο, mRNA, αμινομάδα, μεταγραφόμενη αλυσίδα, RNA πολυμεράση, κωδική αλυσίδα, πυρηνική μεμβράνη.



Εξηγήστε αν η εικόνα αντιστοιχεί σε προκαρυωτικό ή ευκαρυωτικό κύτταρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ DNA

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

1) Τί ονομάζεται ανασυνδυασμένο DNA και πού χρησιμοποιείται;

Απάντηση

Ανασυνδυασμένο DNA ονομάζεται κάθε μόριο DNA που δημιουργείται από τη σύνδεση τμημάτων DNA, τα οποία προέρχονται από τους ίδιους ή από διαφορετικούς οργανισμούς. Το ανασυνδυασμένο DNA δημιουργείται με τεχνικές Γενετικής Μηχανικής και χρησιμοποιείται:

- στην κλωνοποίηση γονιδίων,
- στη γενετική τροποποίηση των οργανισμών,
- στην ανάπτυξη ποικίλων τεχνικών της Μοριακής Βιολογίας κ.λ.π.

2) Τί είναι η Γενετική Μηχανική και ποιούς στόχους είναι δυνατό να εξυπηρετήσει;

Απάντηση

Γενετική Μηχανική είναι η τεχνική με την οποία ο άνθρωπος επεμβαίνει στο γενετικό υλικό.

Οι στόχοι που είναι δυνατό να εξυπηρετηθούν με τη Γενετική Μηχανική είναι:

- η κατανόηση των μυστηρίων της ζωής και της εξέλιξής της και
- η βελτίωση της υγείας και της διαβίωσης του ανθρώπου.

3) Ποιοί λόγοι επέτρεψαν την ανάπτυξη της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA και ποιες είναι οι εφαρμογές της τεχνολογίας αυτής;

Απάντηση

Οι λόγοι που επέτρεψαν την ανάπτυξη της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA και έδωσαν τη δυνατότητα για έρευνα και επέμβαση - τροποποίηση του γενετικού υλικού των οργανισμών είναι οι εξής:

- Η απομόνωση των περιοριστικών ενδονουκλεασών, που έχουν την ικανότητα να «κόβουν» το DNA σε συγκεκριμένες αλληλουχίες βάσεων.
- Η ανακάλυψη ειδικών φορέων που μεταφέρουν DNA από το ένα κύτταρο στο άλλο, όπως είναι τα πλασμίδια, DNA φάγων κ.λπ.

Εφαρμογές της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA έχουμε:

- στη δημιουργία γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (μικροοργανισμών, φυτών και ζώων) με βελτιωμένες ιδιότητες,
- στη μελέτη του γενετικού υλικού,
- στην παραγωγή πρωτεϊνών και άλλων ουσιών

4) Με ποιόν τρόπο γίνεται εργαστηριακά η μεταφορά γενετικού υλικού από έναν οργανισμό σε έναν άλλον; Να αναφέρετε συνοπτικά τα στάδια

αυτής της διαδικασίας.

Απάντηση

Η τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA περιλαμβάνει όλες τις τεχνικές που οδηγούν σε μεταφορά του γενετικού υλικού από έναν οργανισμό σε έναν άλλον.

Τα στάδια της διαδικασίας αυτής περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Απομόνωση ολικού DNA από τον οργανισμό - δότη και επεξεργασία του με τη βοήθεια ειδικών ενζύμων, που ονομάζονται περιοριστικές ενδονουκλεάσες.
2. Ένωση των τμημάτων του DNA που προέκυψαν με έναν φορέα κλωνοποίησης, που μπορεί να είναι ένα πλασμίδιο ή γενετικό υλικό κάποιου ιού, ο οποίος μπορεί να αυτοδιπλασιάζεται ανεξάρτητα μέσα σε ένα κύτταρο - ξενιστή (π.χ. ένα βακτήριο). Το DNA που δημιουργείται ονομάζεται ανασυνδυασμένο DNA.
3. Μεταφορά του ανασυνδυασμένου μορίου DNA σε ένα βακτηριακό κύτταρο - ξενιστή (μετασχηματισμός).
4. Επιλογή και απομόνωση των κυττάρων - ξενιστών που έχουν προσλάβει το ανασυνδυασμένο DNA. Κάθε βακτήριο προσλαμβάνει ένα μόνο μόριο DNA και με πολλαπλασιασμό παράγεται μια αποικία του βακτηρίου, που αποτελεί βακτηριακό κλώνο.
5. Επιλογή του βακτηριακού κλώνου που περιέχει το επιθυμητό γονίδιο.

5) Τί είναι οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες και ποιός είναι ο ρόλος τους;

Απάντηση

Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες είναι ένζυμα (πρωτεΐνες), οι οποίες παράγονται από βακτήρια και ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι να τα προστατεύουν από την εισβολή «ξένου» DNA. Δηλαδή τα βακτήρια τις χρησιμοποιούν ως προστατευτικούς μηχανισμούς, ώστε να αποικοδομούν το «ξένο DNA». Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες του δίκλωνου DNA, μήκους 4 - 8 νουκλεοτιδίων.

6) Ποιός είναι ο ρόλος του περιοριστικού ενζύμου EcoRI;

Απάντηση

Μια από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες που χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα είναι η **EcoRI**. Η EcoRI απομονώθηκε από το βακτήριο ***Escherichia coli***. Το ένζυμο EcoRI όποτε συναντά την αλληλουχία 5'-GAATTC-3' στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ των G και A, αφήνοντας μονόκλωνες «ουρές» από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα. Τα άκρα αυτά μπορούν να συνδεθούν με άλλα κομμάτια DNA, που έχουν κοπεί με το ίδιο ένζυμο, με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Έτσι, για παράδειγμα, μπορούμε να κόψουμε το γονιδίωμα ενός ανώτερου ευκαρυωτικού

οργανισμού, όπως του ανθρώπου, σε χιλιάδες κομμάτια. Κάποιο από αυτά

περιέχει το γονίδιο που θέλουμε να μελετήσουμε. Τα κομμάτια αυτά μπορούμε να τα ενσωματώσουμε σε ειδικούς φορείς (φορείς κλωνοποίησης).

Ως φορείς χρησιμοποιούμε πλασμίδια, αλλά και DNA βακτηριοφάγων.

7) Τί εννοούμε με τους όρους κλώνος και κλωνοποίηση;

Απάντηση

Με τον όρο κλώνο εννοούμε μια ομάδα πανομοιότυπων μορίων, κυττάρων ή οργανισμών. Με τον όρο κλωνοποίηση εννοούμε την κατασκευή μεγάλου αριθμού συνήθως πανομοιότυπων μορίων, κυττάρων ή οργανισμών.

8) Τί είναι φορέας κλωνοποίησης και ποιά χαρακτηριστικά πρέπει να διαθέτει;

Απάντηση

Φορέας κλωνοποίησης είναι γενετικό στοιχείο, κυρίως DNA βακτηριοφάγου ή πλασμίδιο, το οποίο χρησιμοποιείται για να μεταφέρει DNA από ένα κύτταρο - δότη σε ένα κύτταρο - δέκτη, με σκοπό την κλωνοποίηση γονιδίων.

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να συγκεντρώνει ένα DNA για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φορέας κλωνοποίησης είναι τα εξής:

- Να έχει την ικανότητα αυτοδιπλασιασμού, ανεξάρτητα από το υπόλοιπο κύτταρο.
- Να περιέχει τη συγκεκριμένη αλληλουχία που αναγνωρίζει η περιοριστική ενδονουκλεάση που χρησιμοποιούμε.
- Να έχει την ικανότητα εισαγωγής του ανασυνδυασμένου DNA στο κύτταρο.
- Εάν είναι πλασμίδιο, να περιέχει γονίδιο ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά.

Μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές της κλωνοποίησης του DNA είναι η παραγωγή πρωτεϊνών. Αυτό επιτυγχάνεται με σχεδιασμό των φορέων έκφρασης. Οι φορείς έκφρασης περιέχουν κατάλληλες ρυθμιστικές αλληλουχίες και αλληλουχίες υποκινητών, απαραίτητες για τη μεταγραφή της αλληλουχίας DNA που προστέθηκε. Ο φορέας έκφρασης είναι φορέας κλωνοποίησης. Ο φορέας κλωνοποίησης δεν είναι πάντα φορέας έκφρασης.

9) Πώς δημιουργούνται ανασυνδυασμένα πλασμίδια με χρήση του ενζύμου EcoRI;

Απάντηση

Το ένζυμο EcoRI, όποτε συναντά την αλληλουχία 5' GAATTC 3' στο

γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ των G και A αφήνοντας μονόκλωνες ουρές από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα. Τα άκρα αυτά μπορούν να συνδεθούν με άλλα κομμάτια DNA που έχουν κοπεί με το ίδιο

ένζυμο, με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Έτσι, για παράδειγμα, μπορούμε να κόψουμε το γονιδίωμα ενός ανώτερου ευκαρυωτικού οργανισμού, όπως του ανθρώπου, σε χιλιάδες κομμάτια. Κάποιο από αυτά περιέχει το γονίδιο που θέλουμε να μελετήσουμε. Τα κομμάτια μπορούμε να τα ενσωματώσουμε σε ειδικούς φορείς (φορείς κλωνοποίησης). Ως φορείς χρησιμοποιούμε πλασμίδια, αλλά και DNA βακτηριοφάγων. Τα πλασμίδια απομονώνονται από τα βακτήρια και κόβονται με την ίδια περιοριστική ενδονουκλεάση που κόβεται και το DNA του οργανισμού από το οποίο θέλουμε το επιθυμητό γονίδιο. Έτσι, τόσο το πλασμίδιο όσο και το DNA του οργανισμού κόβονται σε μια συγκεκριμένη θέση και δημιουργούνται και στα δύο άκρα τους αλληλουχίες βάσεων συμπληρωματικές. Όταν τα επεξεργασμένα με αυτόν τον τρόπο τμήματα αναμιχθούν, ενώνονται μεταξύ τους με τη μεσολάβηση ενός ενζύμου, της DNA δεσμάσης. Η DNA δεσμάση είναι ένζυμο που, όπως έχουμε δει στην αντιγραφή, συνδέει κομμάτια DNA καταλύοντας τη δημιουργία του φωσφοδιεστερικού δεσμού. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται ανασυνδυασμένα πλασμίδια.

10) Πώς τα ανασυνδυασμένα πλασμίδια εισάγονται σε βακτήρια και πώς απομονώνονται τα βακτήρια που δέχτηκαν τα πλασμίδια;

Απάντηση

Τα ανασυνδυασμένα πλασμίδια εισάγονται σε βακτήρια ξενιστές. Ως ξενιστές κατά κανόνα χρησιμοποιούνται βακτήρια που δεν έχουν πλασμίδια και άρα είναι ευαίσθητα στα αντιβιοτικά. Τα ανασυνδυασμένα πλασμίδια εισάγονται σε βακτήρια καθώς, με κατάλληλη κατεργασία, τα τοιχώματα του βακτηρίου γίνονται παροδικά διαπερατά σε μακρομόρια. **Η διαδικασία εισαγωγής των ανασυνδυασμένων πλασμιδίων στα βακτήρια ονομάζεται μετασχηματισμός.** Τα βακτήρια που δέχονται τα ανασυνδυασμένα πλασμίδια εντοπίζονται χάρη στην ανθεκτικότητα σε αντιβιοτικά που τους προσδίδει το εισαγόμενο πλασμίδιο, διότι παρουσία του αντιβιοτικού θα αναπτυχθούν μόνο τα βακτήρια που περιέχουν το πλασμίδιο. Κάθε βακτήριο περιέχει αντίγραφα ενός μόνο ανασυνδυασμένου πλασμιδίου και με τον πολλαπλασιασμό του δίνει έναν κλώνο. Γι' αυτό η διαδικασία που ακολουθείται ονομάζεται κλωνοποίηση.

11) Τί ονομάζουμε DNA βιβλιοθήκη;

Απάντηση

DNA βιβλιοθήκη ονομάζεται η συλλογή κλωνοποιημένων τμημάτων DNA που είτε αντιπροσωπεύουν ολόκληρο το γονιδίωμα και χαρακτηρίζεται ως γονιδιωματική βιβλιοθήκη είτε αντιπροσωπεύουν DNA αντίγραφα του ολικού

mRNA που παράγεται από ένα κύτταρο ή ιστό και χαρακτηρίζεται ως cDNA βιβλιοθήκη.

13) Τί είναι cDNA βιβλιοθήκη και με ποιον τρόπο γίνεται η παραγωγή της;

Απάντηση

Η cDNA βιβλιοθήκη είναι ένα σύνολο από βακτηριακούς κλώνους που περιέχουν αντίγραφα DNA, τα οποία προέρχονται από τα μόρια mRNA όλων των γονιδίων που εκφράζονται σε συγκεκριμένα κύτταρα ενός ιστού.

Για να κατασκευαστεί μια cDNA βιβλιοθήκη ακολουθούμε την εξής πορεία:

- Απομονώνεται το ολικό mRNA από κύτταρα που εκφράζουν το συγκεκριμένο γονίδιο.
- Το mRNA χρησιμοποιείται ως καλούπι για τη σύνθεση συμπληρωματικών αλυσίδων DNA (**complementary DNA ή cDNA**) με τη βοήθεια της αντίστροφης μεταγραφάσης και δημιουργείται ένα υβρίδιο cDNA - mRNA.
- Τα mRNA διασπώνται με κατάλληλες χημικές ουσίες ή αποδιατάσσονται με θέρμανση.
- Με καλούπι τα cDNA παράγονται οι συμπληρωματικές αλυσίδες του DNA. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία δίκλωνων μορίων DNA.
- Τα δίκλωνα αυτά μόρια του DNA εισάγονται σε πλασμίδια ή βακτηριοφάγους και κλωνοποιούνται με τη διαδικασία που έχουμε αναφέρει.

14) Γιατί κατασκευάζουμε και χρησιμοποιούμε cDNA βιβλιοθήκη;

Απάντηση

Η κατασκευή και η χρήση cDNA βιβλιοθήκης έχει το πλεονέκτημα απομόνωσης μόνο των αλληλουχιών των γονιδίων που μεταφράζονται σε αμινοξέα. Στους ανώτερους οργανισμούς, σε κάθε τύπο κυττάρων μεταγράφονται ορισμένα μόνο γονίδια (διαφοροποίηση), όπως για παράδειγμα τα mRNA των αλυσίδων των αιμοσφαιρινών που παράγονται μόνο από τα πρόδρομα ερυθροκύτταρα του ανθρώπου. Για να κλωνοποιήσουμε ένα γονίδιο και να εκφραστεί στο βακτήριο *E. coli*, έχουμε να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα που προκύπτει από το γεγονός ότι τα περισσότερα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών είναι ασυνεχή, δηλαδή αποτελούνται από εξώνια και εσώνια. Αυτά τα διακεκομμένα γονίδια δεν μπορούν να εκφραστούν στα βακτήρια, γιατί τα βακτήρια δεν διαθέτουν τον μηχανισμό απομάκρυνσης των εσώνων από το πρόδρομο μόριο του mRNA.

Αυτή η δυσκολία μπορεί να παρακαμφθεί με τη δημιουργία cDNA βιβλιοθηκών, δηλαδή με το να εισάγουμε στα βακτήρια DNA συμπληρωματικό του ώριμου mRNA του γονιδίου που θέλουμε να κλωνοποιήσουμε. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε το πλεονέκτημα απομόνωσης μόνο των αλληλουχιών εκείνων που μεταφράζονται σε αμινοξέα, δηλαδή των εξωνίων. Το συμπληρωματικό DNA (cDNA) δημιουργείται με τη βοήθεια ενός ενζύμου, της

αντίστροφης μεταγραφάσης.

15) Από γονιδιωματική βιβλιοθήκη που περιέχει το ανθρώπινο

γονιδίωμα απομονώσαμε τον βακτηριακό κλώνο που φέρει γονίδιο για τη σύνθεση μιας πρωτεΐνης του ανθρώπου. Θα μπορέσουν τα βακτήρια να συνθέσουν τη λειτουργική ανθρώπινη πρωτεΐνη;

Απάντηση

Είναι γνωστό ότι τα βακτήρια διαθέτουν μηχανισμούς μεταγραφής και μετάφρασης παρόμοιους με αυτούς που έχουν τα ευκαρυωτικά κύτταρα, όπως τα ανθρώπινα. Επιπλέον, ο γενετικός κώδικας είναι σχεδόν καθολικός και τα ριβοσώματα είναι μη εξειδικευμένα, με αποτέλεσμα να δίνεται η δυνατότητα στα βακτήρια να εκφράσουν το ανθρώπινο γονίδιο. Τα περισσότερα ευκαρυωτικά γονίδια είναι ασυνεχή, δηλαδή περιέχουν και εσώνια. Αντιθέτως, τα προκαρυωτικά κύτταρα δεν διαθέτουν μηχανισμούς ωρίμανσης και κατά συνέπεια θα μεταγράψουν το γονίδιο σε «πρόδρομο» mRNA. Έτσι το προϊόν της μετάφρασης θα είναι μια πολυπεπτιδική αλυσίδα που θα περιέχει περισσότερα αμινοξέα από την αντίστοιχη που παράγεται σε ανθρώπινα κύτταρα και επομένως θα έχει άλλο σχήμα, άρα θα είναι μη λειτουργική. Επιπλέον, τα βακτήρια δεν διαθέτουν μετα-μεταφραστικούς μηχανισμούς ανάλογους με αυτούς των ανθρώπινων κυττάρων.

16) Ποιές είναι οι διαφορές ανάμεσα σε μια γονιδιωματική και μια cDNA βιβλιοθήκη;

Απάντηση

Οι κυριότερες διαφορές ανάμεσα σε μια γονιδιωματική και μια cDNA βιβλιοθήκη φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Γονιδιωματική βιβλιοθήκη	cDNA βιβλιοθήκη
Σύνολο βακτηριακών κλώνων που αντιπροσωπεύει ολόκληρο το γονιδίωμα ενός οργανισμού - δότη	Σύνολο βακτηριακών κλώνων που περιέχει DNA αντίγραφα του ολικού mRNA που παράγεται από ένα κύτταρο ή ιστό.
Αποτελείται από μεγάλο αριθμό βακτηριακών κλώνων, διότι περιέχει το συνολικό γονιδίωμα.	Αποτελείται από μικρότερο αριθμό βακτηριακών κλώνων, διότι περιέχει DNA αντίγραφα των γονιδίων που εκφράζονται σε ορισμένο ιστό.
Στόχος είναι η μελέτη του	Στόχος είναι η μελέτη των εξωνίων των γονιδίων, η παραγωγή

γονιδιώματος και η απομόνωση γονιδίων, υποκινητών κ.λπ.	πρωτεϊνών σε προκαρυωτικά κύτταρα κ.λπ.
Στην κατασκευή της δεν χρησιμοποιείται το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση.	Στην κατασκευή της χρησιμοποιείται το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση.
Το DNA του οργανισμού - δότη κόβεται με περιοριστική ενδονουκλεάση σε τμήματα όπου συναντά συγκεκριμένη αλληλουχία νουκλεοτιδίων.	Το DNA που σχηματίζει επιμηκύνεται στα άκρα με ειδική αλληλουχία που αναγνωρίζει και κόβει η περιοριστική ενδονουκλεάση.
Περιέχει τμήματα του γονιδιώματος ποικίλου μεγέθους που μπορούν να αποτελούνται από τμήματα γονιδίων, υποκινητές, γονίδια, ρυθμιστικές περιοχές κ.λπ.	Περιέχουν αντίγραφα των mRNA όλων των γονιδίων που εκφράζονται στα συγκεκριμένα κύτταρα.
Η γονιδιωματική βιβλιοθήκη ευκαρυωτικού οργανισμού δεν δίνει τη δυνατότητα παραγωγής πρωτεϊνών.	Η cDNA βιβλιοθήκη δίνει τη δυνατότητα παραγωγής πρωτεϊνών σε βακτήρια.
Είναι μια για κάθε είδος και ανάλογα με την περιοριστική ενδονουκλεάση που χρησιμοποιούμε.	Υπάρχουν πολλές, ανάλογα με το είδος του ιστού και το στάδιο της ανάπτυξης που επιλέγουμε.

17) Τί είναι η αποδιάταξη του DNA και τί η υβριδοποίηση;

Απάντηση

Αν επιδράσουμε στο απομονωμένο DNA *in vitro* με κατάλληλες χημικές ουσίες, όπως για παράδειγμα ουρία, ή αυξήσουμε τη θερμοκρασία του, τότε σπάζουν οι δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των δύο συμπληρωματικών αλυσίδων του και αποχωρίζονται η μια από την άλλη. Η διαδικασία αυτή λέγεται αποδιάταξη του DNA. Η υβριδοποίηση είναι η σύνδεση μονόκλωνων συμπληρωματικών αλυσίδων DNA ή συμπληρωματικών DNA - RNA. Δύο μονόκλωνες συμπληρωματικές αλυσίδες σε κατάλληλες συνθήκες μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους σχηματίζοντας, για παράδειγμα, δίκλινα μόρια DNA. Η υβριδοποίηση είναι πολύ σημαντική «ιδιότητα» του DNA, γιατί μας παρέχει τη δυνατότητα αν έχουμε ένα γνωστό μόριο DNA να το χρησιμοποιούμε (αφού πρώτα το έχουμε σημάνει με κάποιον τρόπο) ως μόριο ανιχνευτή για τον εντοπισμό του συμπληρωματικού του, όταν το τελευταίο βρίσκεται μαζί με χιλιάδες άλλα κομμάτια.

18) Με ποιόν τρόπο γίνεται η ανίχνευση κλώνων γονιδιωματικής ή cDNA βιβλιοθήκης;**Απάντηση**

Μια βιβλιοθήκη περιέχει έναν μεγάλο αριθμό από κλωνοποιημένα κομμάτια DNA, τα οποία έχουν προκύψει με τη δράση κάποιας περιοριστικής ενδονουκλεάσης. Τα κομμάτια αυτά μπορεί να είναι ολόκληρα γονίδια, μέρος γονιδίων ή και τμήματα DNA που δεν κωδικοποιούν πρωτεΐνες. Ο εντοπισμός

του κομματιού που θέλουμε μέσα από όλα αυτά τα κομμάτια γίνεται με τη χρήση ιχνηθετημένων ανιχνευτών μορίων DNA ή RNA που περιέχουν αλληλουχίες συμπληρωματικές προς το κλωνοποιημένο DNA. Οι ανιχνευτές αναμιγνύονται με το DNA της βιβλιοθήκης, το οποίο έχει αποδιαταχτεί, και υβριδοποιούν μόνο το συμπληρωματικό τους DNA και έτσι απομονώνεται ένα συγκεκριμένο γονίδιο. Οι ανιχνευτές είναι είτε κλωνοποιημένα είτε συνθετικά μόρια νουκλεϊκού οξέος (συνήθως DNA). Πολλοί ανιχνευτές είναι κλωνοποιημένα γονίδια ή κλωνοποιημένα μόρια DNA που έχουν κατασκευαστεί με την τεχνική του ανασυνδυασμένου DNA. Οι ανιχνευτές αποτελούνται από νουκλεοτίδια τα οποία σημαίνονται συνήθως με ραδιενεργό φωσφόρο. Οι συνθετικοί ανιχνευτές είναι συνήθως ολιγονουκλεοτίδια. Το μικρό τους μέγεθος τους δίνει τη δυνατότητα να ανιχνεύουν περιοχές του DNA όπου υπάρχει αλλαγή έστω και μίας μόνο βάσης και έτσι δίνεται η δυνατότητα να διαγνωστούν γονιδιακές μεταλλάξεις.

19) Με ποιόν τρόπο μπορούμε να έχουμε επιλεκτικό πολλαπλασιασμό αλληλουχιών DNA; Τί είναι η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR = Polymerase Chain Reaction);**Απάντηση**

Για να αντιγράψουμε επιλεκτικά, εκατομμύρια φορές, ειδικές αλληλουχίες DNA από ένα σύνθετο μείγμα μορίων DNA χωρίς τη μεσολάβηση ζωντανού κυττάρου (*in vitro*), χρησιμοποιούμε την τεχνική PCR. Η τεχνική PCR έχει πολλές πρακτικές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη διάγνωση γενετικών ασθενειών, επίσης για τη διάγνωση επίκτητων ασθενειών (π.χ. του AIDS), στην εγκληματολογία για τη διαλεύκανση υποθέσεων και στη μελέτη του DNA από απολιθώματα.

Η τεχνική PCR συνοψίζεται στα εξής:

- Τοποθετούμε το δίκλωνο DNA, που περιέχει το τμήμα που θέλουμε να πολλαπλασιάσουμε, μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα υπό μορφή διαλύματος μαζί με συγκεκριμένης αλληλουχίας ολιγονουκλεοτίδια, ελεύθερα δεοξυριβονουκλεοτίδια, DNA πολυμεράση και ιχνοστοιχεία. Τα ολιγονουκλεοτίδια είναι συμπληρωματικά με τα άκρα του τμήματος που θέλουμε επιλεκτικά να πολλαπλασιάσουμε και λειτουργούν ως πρωταρχικά τμήματα για τη σύνθεση συμπληρωματικών αλυσίδων DNA. Για να συνθέσουμε τα ολιγονουκλεοτίδιά που θα χρησιμοποιήσουμε, πρέπει να γνωρίζουμε την αλληλουχία των

- νουκλεοτιδίων στα άκρα του τμήματος του DNA. Η DNA πολυμεράση, όπως η Taq πολυμεράση που είναι ανθεκτική σε υψηλές θερμοκρασίες, καταλύει τη σύνθεση του DNA. Τα ιχνοστοιχεία (π.χ. Mg) είναι απαραίτητα στη δράση του ενζύμου.
- Θερμαίνουμε το διάλυμα για να αποδιαταχτεί το DNA και μετά ελαττώνουμε τη θερμοκρασία. Τα ολιγονουκλεοτίδια συνδέονται στις συμπληρωματικές περιοχές του DNA σε κάθε αλυσίδα. Η DNA πολυμεράση επιμηκύνει τα 3' άκρα των ολιγονουκλεοτιδίων συνθέτοντας τη συμπληρωματική αλυσίδα. Θερμαίνεται ξανά το DNA,

οπότε έχουμε αποδιάταξη των δίκλωνων μορίων DNA που μόλις έχουν συντεθεί. Με ελάττωση της θερμοκρασίας αρχίζει ένας νέος κύκλος αντιγραφής. Αυτός ο κύκλος σύνθεσης και αποδιάταξης επαναλαμβάνεται πολλές φορές (περίπου 30 - 40) και έτσι έχουμε πολλά αντίγραφα από το κομμάτι του DNA.

Η μέθοδος PCR επιτρέπει τη γρήγορη ανάλυση ειδικών περιοχών DNA που βρίσκονται σε μικρή ποσότητα. Έχει χρησιμοποιηθεί για να πολλαπλασιαστεί DNA από μαμούθ ηλικίας 40.000 χρόνων, για ανίχνευση γενετικών ασθενειών, στην εγκληματολογία, στην εξακρίβωση της πατρότητας κ.ά.

Η Taq πολυμεράση είναι ένα ένζυμο που παραμένει ενεργό μέχρι τους 95°C (κατάλληλο για χρήση στην PCR). Παράγεται από το βακτήριο *Thermus aquaticus*, το οποίο αναπτύσσεται κοντά σε θερμοπηγές όπου η θερμοκρασία ξεπερνά τους 80°C.

20) Τί είναι τα αποτυπώματα DNA (DNA fingerprinting);

Απάντηση

Το γενετικό υλικό (αλληλουχία του DNA) είναι διαφορετικό από οργανισμό σε οργανισμό, εκτός από τους μονοζυγωτικούς διδύμους, και διαφέρει είτε μέσα στα γονίδια είτε σε άλλες περιοχές. Γι' αυτό, αν κοπεί με περιοριστικές ενδονουκλεάσες, δημιουργείται διαφορετικός αριθμός κομματιών μεταξύ των ατόμων. Ο αριθμός και το μέγεθος των κομματιών του DNA είναι χαρακτηριστικός για κάθε άτομο και αποτελεί τη μοριακή ταυτότητά του. Η μέθοδος χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση της πατρότητας, αλλά και από δικαστικές αρχές για την αναγνώριση υπόπτων.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Για να μπορέσει ένα κυκλικό μόριο DNA να χρησιμεύσει ως φορέας κλωνοποίησης, πρέπει να διαθέτει **μία μόνο αλληλουχία αναγνώρισης της περιοριστικής ενδονουκλεάσης** που θα χρησιμοποιηθεί.

Ο φορέας κλωνοποίησης πρέπει να έχει τη **δυνατότητα αντιγραφής**, διαφορετικά δε μπορεί να κλωνοποιηθεί το τμήμα DNA που ενσωματώθηκε σε αυτόν.

Για να χρησιμοποιηθεί ένα πλασμίδιο ως φορέας κλωνοποίησης, **πρέπει να διαθέτει γονίδιο (ή γονίδια) ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικό (ή αντιβιοτικά)**.

Γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά **δεν** υπάρχουν σε DNA φάγων.

Ένα βακτήριο, ικανό να παράγει περιοριστική ενδονουκλεάση, δε χρησιμεύει ως ξενιστής πλασμιδίου, που έχει ανασυνδυαστεί με τη χρήση της συγκεκριμένης ενδονουκλεάσης.

Στις βιβλιοθήκες (γονιδιωματική και cDNA) και στην PCR, η κλωνοποίηση του επιθυμητού ή των επιθυμητών τμημάτων DNA επιτυγχάνεται μέσω αντιγραφής.

Η αντιγραφή στην **PCR γίνεται in vitro**, ενώ η ίδια διαδικασία **στις βιβλιοθήκες γίνεται in vivo** (εντός βακτηρίων).

Οι ανιχνευτές είναι μονόκλωνα ιχνηθετημένα μόρια νουκλεϊκών οξέων, που δημιουργούν δεσμούς υδρογόνου με τα επιθυμητά τμήματα DNA, εντός οποιασδήποτε βιβλιοθήκης.

Τα γονίδια ευκαρυωτικών οργανισμών που κλωνοποιούνται σε γονιδιωματικές βιβλιοθήκες έχουν εσώνια, ενώ αυτά που κλωνοποιούνται σε cDNA βιβλιοθήκες δεν έχουν εσώνια.

ΛΥΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ 1: Σε ένα γραμμικό μόριο DNA με 2500 ζεύγη νουκλεοτιδίων, επιδρούμε με την EcoRI και προκύπτουν δύο κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι έχει 1800 νουκλεοτίδια, από τα οποία το 18% είναι νουκλεοτίδια κυτοσίνης. Αν ο συνολικός αριθμός των νουκλεοτιδίων αδενίνης στο μόριο είναι 800, να βρεθούν:

- η σύσταση βάσεων των νουκλεοτιδίων και οι δεσμοί υδρογόνου στο πρώτο κομμάτι.
- η σύσταση βάσεων των νουκλεοτιδίων στο δεύτερο κομμάτι.
- άν μπορούν τα κομμάτια να κλωνοποιηθούν μέσω φορέα κλωνοποίησης.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- Το περιοριστικό ένζυμο EcoRI αναγνωρίζει την αλληλουχία



και κόβει τους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς μεταξύ των γειτονικών νουκλεοτιδίων γουανίνης και αδενίνης. Έτσι, προκύπτουν τμήματα DNA με μονόκλωνα άκρα στα σημεία κοπής, όπως φαίνεται παρακάτω:



Το πρώτο κομμάτι αποτελείται από 1800 νουκλεοτίδια. Όπως φαίνεται παραπάνω, 4 νουκλεοτίδια (2 με αδενίνη και 2 με θυμίνη) βρίσκονται στο μονόκλωνο άκρο του κομματιού. Αυτό σημαίνει πως ζεύγη συνιστούν τα $1800 - 4 = 1796$ νουκλεοτίδια. Για την ακρίβεια, υπάρχουν $1796/2 = 898$ ζεύγη νουκλεοτιδίων.

Το 18% των 1800 νουκλεοτιδίων του πρώτου κομματιού, που αντιστοιχεί σε 324 νουκλεοτίδια, έχουν ως βάση την κυτοσίνη. Λόγω συμπληρωματικότητας, 324 θα είναι και τα νουκλεοτίδια γουανίνης.

Ας μην ξεχνάμε πως τα νουκλεοτίδια κυτοσίνης και γουανίνης βρίσκονται μόνο στη δίκλωνη έκταση (και όχι στο μονόκλωνο άκρο) του πρώτου κομματιού, οπότε μπορούμε άφοβα να εφαρμόσουμε για αυτά την αρχή της συμπληρωματικότητας.

Έχουμε, λοιπόν, 324 ζεύγη C-G. Τα υπόλοιπα ζεύγη, δηλαδή $898 - 324 = 574$, θα είναι ζεύγη A-T. Αναλύοντάς τα, θα λέγαμε ότι 574 είναι τα νουκλεοτίδια αδενίνης και ισάριθμα είναι τα νουκλεοτίδια θυμίνης. Οφείλουμε, όμως, να προσθέσουμε σε αυτά και τα 4 νουκλεοτίδια (2 με αδενίνη και 2 με θυμίνη) του μονόκλωνου άκρου, για να καταλήξουμε τελικά στο ακριβές αποτέλεσμα:

$$574 + 2 = 576 \text{ νουκλεοτίδια αδενίνης}$$

$$574 + 2 = 576 \text{ νουκλεοτίδια θυμίνης}$$

Σε ό,τι αφορά τους δεσμούς υδρογόνου, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μόνο τα ζεύγη βάσεων και όχι το μονόκλωνο άκρο. Δύο δεσμοί υδρογόνου αναπτύσσονται σε κάθε ζεύγος A-T. Οι δεσμοί υδρογόνου σε κάθε ζεύγος C-G είναι τρεις. Άρα:

$$2 \times 574 = 1148 \text{ δεσμοί υδρογόνου στα ζεύγη A-T}$$

$$3 \times 324 = 972 \text{ δεσμοί υδρογόνου στα ζεύγη C-G}$$

$$\text{Ο συνολικός αριθμός δεσμών είναι } 1148 + 972 = 2120.$$

β) Για να βρούμε τον αριθμό νουκλεοτιδίων του δεύτερου κομματιού, θα αφαιρέσουμε τα νουκλεοτίδια του πρώτου κομματιού από τα συνολικά νουκλεοτίδια του αρχικού μορίου. Το αρχικό μόριο αποτελείται από 2500 ζεύγη νουκλεοτιδίων ή 5000 νουκλεοτίδια. Άρα, τα νουκλεοτίδια του δεύτερου κομματιού θα είναι $5000 - 1800 = 3200$.

Εφόσον στο αρχικό μόριο DNA υπάρχουν συνολικά 800 νουκλεοτίδια αδενίνης, από τα οποία τα 576 (βλ. προηγούμενο ερώτημα) ανήκουν στο πρώτο κομμάτι, τα $800 - 576 = 224$ θα ανήκουν στο δεύτερο. Ισάριθμα θα είναι και τα νουκλεοτίδια θυμίνης, γιατί, όπως εξηγήθηκε και παραπάνω, στο μονόκλωνο άκρο του κομματιού υπάρχουν 2 νουκλεοτίδια αδενίνης και 2 νουκλεοτίδια θυμίνης.

[Αυτό, πρακτικά, σημαίνει πως τα ζεύγη A-T θα είναι 222]

Αφαιρώντας τα νουκλεοτίδια αδενίνης και θυμίνης από το συνολικό αριθμό νουκλεοτιδίων, βρίσκουμε το άθροισμα νουκλεοτιδίων γουανίνης και κυτοσίνης:

$$3200 - (224 + 224) = 2752$$

Λόγω συμπληρωματικότητας, $2752 / 2 = 1376$ θα είναι τα νουκλεοτίδια γουανίνης, αλλά και κυτοσίνης.

γ) Τα κομμάτια έχουν μονόκλωνα άκρα μόνο στη μία πλευρά τους, εκεί όπου επέδρασε η EcoRI. Επομένως, δεν είναι δυνατή η κλωνοποίηση τους. Χρειάζονται μονόκλωνα άκρα και στις δύο πλευρές των κομματιών, για να μπορέσουν να ενσωματωθούν σε φορέα κλωνοποίησης, “ανοιγμένο” με το ίδιο περιοριστικό ένζυμο.

ΛΥΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ 2: Σ’ ένα πλασμίδιο, που χρησιμοποιείται ως φορέας κλωνοποίησης, υπάρχουν, μεταξύ άλλων, τα γονίδια A και B. Το A προσδίδει ανθεκτικότητα στην αμπικιλίνη και το B επιφέρει το θάνατο στα βακτήρια. Το ένζυμο EcoRI, που χρησιμοποιείται για τον ανασυνδυασμό του πλασμιδίου, τέμνει εντός του γονιδίου B. Με το ίδιο ένζυμο απομονώνουμε από το ανθρώπινο γονιδίωμα το γονίδιο της ινσουλίνης και το ενσωματώνουμε στο πλασμίδιο. Στη συνέχεια, ακολουθεί η διαδικασία μετασχηματισμού βακτηρίων *Escherichia coli*. Εξηγήστε γιατί προκύπτουν τρεις πληθυσμοί βακτηρίων και πώς θα γίνει ο διαχωρισμός τους.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η εισαγωγή του γονιδίου της ινσουλίνης μέσα στο (θνησιγόνο) γονίδιο B έχει ως αποτέλεσμα την απενεργοποίησή του, αφού η αλληλουχία των βάσεων του αλλοιώνεται. Έτσι, δεν προκαλεί πλέον το θάνατο στα βακτήρια που το διαθέτουν.

Μετά τη διαδικασία μετασχηματισμού, προκύπτουν τρεις πληθυσμοί βακτηρίων:

- τα μη μετασχηματισμένα (δηλαδή αυτά που δεν έλαβαν πλασμίδιο)
- τα μετασχηματισμένα με το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο
- τα μετασχηματισμένα με το μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο (το οποίο “έκλεισε”, δηλαδή έγινε κυκλικό, πριν ενσωματώσει το γονίδιο της ινσουλίνης).

Τα μετασχηματισμένα με το μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο βακτήρια πεθαίνουν λόγω της δράσης του γονιδίου B. Άρα, ο διαχωρισμός αφορά τους άλλους δύο πληθυσμούς βακτηρίων. Τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια θα πεθάνουν, αν στο θρεπτικό υλικό όπου βρίσκονται προσθέσουμε το αντιβιοτικό αμπικιλίνη. Τα μετασχηματισμένα με το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο όμως, παραμένουν ζωντανά, γιατί παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στην αμπικιλίνη, εξαιτίας της δράσης του γονιδίου A.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Τί είναι οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες, ποιος είναι ο φυσιολογικός τους ρόλος;
2. Πώς οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες συντέλεσαν στην ανάπτυξη της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA;
3. Τί είναι η γονιδιωματική βιβλιοθήκη;
4. Να περιγράψετε τη διαδικασία δημιουργίας μίας γονιδιωματικής βιβλιοθήκης.
5. Πώς κατασκευάζεται το ανασυνδυασμένο DNA;
6. Πώς επιτυγχάνεται η επιλογή των βακτηρίων που δέχθηκαν ανασυνδυασμένο πλασμίδιο;
7. Τί ονομάζεται κλωνοποίηση;
8. Να περιγράψετε τη διαδικασία επιλογής ενός κλώνου που έχει το επιθυμητό γονίδιο ή μία συγκεκριμένη αλληλουχία νουκλεοτιδίων.
9. Τί ονομάζουμε αποδιάταξη του DNA και πώς αυτή επιτυγχάνεται στο εργαστήριο;
10. Τί είναι οι ανιχνευτές και για ποιο λόγο χρησιμοποιούνται;
11. Τί είναι η Γενετική Μηχανική;
12. Τί είναι οι φορείς κλωνοποίησης;
13. Τί ονομάζουμε μετασχηματισμό όταν αναφερόμαστε στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA;
14. Τί ονομάζεται κλώνος;
15. Πώς επιτυγχάνεται η είσοδος του ανασυνδυασμένου DNA στα βακτήρια;
16. Πότε κατασκευάζουμε cDNA βιβλιοθήκες και από τι αποτελούνται;
17. Ποιό είναι το πλεονέκτημα των cDNA βιβλιοθηκών;
18. Με ποιούς τρόπους επιτυγχάνεται η δημιουργία πολλών αντιγράφων ενός γονιδίου ή ενός τμήματος DNA;
19. Τί επιτυγχάνεται με τη μέθοδο της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης;

20. Ποιές εφαρμογές έχει η PCR;
21. Γιατί χρησιμοποιούνται ως φορείς κλωνοποίησης τα πλασμίδια και οι φάγοι;
22. Γιατί το ανασυνδυασμένο DNA είναι απαραίτητο να εισαχθεί σε βακτηριακό κύτταρο-ξενιστή;
23. Σε ποιά ιδιότητα, του γενετικού κώδικα, οφείλεται το γεγονός ότι το DNA οποιουδήποτε οργανισμού, όταν εισαχθεί στο πλασμίδιο ενός βακτηρίου μπορεί να εκφραστεί;
24. Για ποιό λόγο κατασκευάζεται μια cDNA βιβλιοθήκη, ενώ υπάρχουν γονιδιωματικές βιβλιοθήκες;
25. Πού βρίσκει εφαρμογή η τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA;
26. Ποιά χαρακτηριστικά πρέπει να έχουν οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες που χρησιμοποιούμε στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA;
27. Ποιές ιδιότητες έχουν τα πλασμίδια που χρησιμοποιούμε στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA;
28. Γιατί χρησιμοποιείται η ίδια περιοριστική ενδονουκλεάση, τόσο για τον τεμαχισμό του γενετικού υλικού του κυττάρου δότη όσο και για το «άνοιγμα» του πλασμιδίου;
29. Πότε χρησιμοποιείται ως φορέας κλωνοποίησης βακτηριοφάγος;
30. Με ποιές μεθόδους μπορούμε να κλωνοποιήσουμε τμήματα DNA;
31. Να συγκρίνετε, ως προς το μέγεθός τους, μία γονιδιωματική βιβλιοθήκη ηπατικού ανθρώπινου κυττάρου με την αντίστοιχη cDNA βιβλιοθήκη. Και οι δύο βιβλιοθήκες δημιουργήθηκαν με τη χρήση της ίδιας περιοριστικής ενδονουκλεάσης.
32. Σε πόσα σημεία θα ανοίξει ένα πλασμίδιο μετά την χρήση μια περιοριστικής ενδονουκλεάσης;
33. Σε πόσα σημεία θα ανοίξει ένα ανασυνδυασμένο πλασμίδιο η περιοριστική ενδονουκλεάση που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία του;
34. Γιατί για τη δημιουργία των cDNA βιβλιοθηκών χρησιμοποιείται το κυτταροπλασματικό mRNA;
35. Έχει παρατηρηθεί ότι τα βακτήρια που μετασχηματίστηκαν με κλωνοποιημένα γονίδια ανθρώπου, συχνά δεν παράγουν λειτουργικά προϊόντα. Εξηγήστε γιατί μπορεί να συμβαίνει αυτό.

36. Τί προκαλεί η θέρμανση σε ένα δίκλωνο μόριο DNA;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1. Ο όρος γονιδιωματική βιβλιοθήκη αναφέρεται στο γονιδίωμα:
 - α) του οργανισμού-δότη
 - β) του βακτηρίου-ξενιστή
 - γ) του βακτηρίου από το οποίο προέρχεται η ενδονουκλεάση που χρησιμοποιούμε
 - δ) κανενός από τους παραπάνω οργανισμούς
2. Η PCR χρησιμεύει:
 - α) στην ιατρική
 - β) στην εγκληματολογία
 - γ) στην παλαιοντολογία
 - δ) σε όλα τα παραπάνω
3. Η αντίστροφη μεταγραφάση χρησιμοποιείται:
 - α) στην κατασκευή γονιδιωματικής βιβλιοθήκης
 - β) στην τεχνική PCR
 - γ) στην ανίχνευση μέσω υβριδοποίησης
 - δ) στην κατασκευή cDNA βιβλιοθήκης
4. Μετασχηματισμός ονομάζεται:
 - α) η ενσωμάτωση ενός τμήματος DNA σε ένα πλασμίδιο
 - β) η διαδικασία δημιουργίας βακτηριακών κλώνων
 - γ) η διαδικασία εισαγωγής ανασυνδυασμένων πλασμιδίων σε βακτήρια
 - δ) η διαδικασία επιλογής βακτηριακών κλώνων
5. Η περιοριστική ενδονουκλεάση του βακτηρίου *Escherichia coli*:
 - α) διασπάει τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ νουκλεοτιδίων Α και G
 - β) διασπάει τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ νουκλεοτιδίων Α και Τ
 - γ) διασπάει τους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς μεταξύ νουκλεοτιδίων Α και G
 - δ) διασπάει τους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς μεταξύ νουκλεοτιδίων Α και Τ
6. Η επιλογή των βακτηριακών κλώνων μιας βιβλιοθήκης που αποτελούνται από βακτήρια με το επιθυμητό τμήμα ξένου DNA γίνεται με:
 - α) DNA δεσμάση
 - β) ανιχνευτή
 - γ) φορέα κλωνοποίησης
 - δ) περιοριστική ενδονουκλεάση
7. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες:
 - α) περιορίζουν τη δράση βακτηριοφάγων
 - β) περιορίζουν την έκφραση γονιδίων
 - γ) περιορίζουν την αντιγραφή του DNA
 - δ) περιορίζουν τον πολλαπλασιασμό βακτηρίων

8. Η αποδιάταξη του DNA γίνεται με:

- α) περιοριστικές ενδονουκλεάσες
- β) αύξηση της θερμοκρασίας
- γ) ανιχνευτές
- δ) DNA δεσμάση

9. Κλωνοποίηση τμημάτων DNA επιτυγχάνεται με:

- α) cDNA βιβλιοθήκη
- β) PCR
- γ) γονιδιωματική βιβλιοθήκη
- δ) όλα τα παραπάνω

10. Αντίστροφη μεταγραφάση χρησιμοποιείται κατά την:

- α) κατασκευή γονιδιωματικής βιβλιοθήκης
- β) ανίχνευση επιθυμητού βακτηριακού κλώνου σε βιβλιοθήκη
- γ) αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης
- δ) κατασκευή cDNA βιβλιοθήκης

11. Κλωνοποίηση είναι η κατασκευή μεγάλου αριθμού πανομοιότυπων:

- α) μορίων
- β) κυττάρων
- γ) οργανισμών
- δ) όλων των παραπάνω

12. Η αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI περιέχει την αλληλουχία:

- α) 5' GTTAAC 3'
- β) 5' GAATTC 3'
- γ) 3' GTTAAC 5'
- δ) 3' GAATTC 5'

13. Για να εντοπίσουμε μια επιθυμητή αλληλουχία βάσεων σε μια βιβλιοθήκη:

- α) χρησιμοποιούμε ειδικά ένζυμα, που ονομάζονται ανιχνευτές
- β) εφαρμόζουμε την τεχνική της υβριδοποίησης
- γ) ιχνηθετούμε την αλληλουχία που επιθυμούμε να εντοπίσουμε
- δ) όλα τα παραπάνω

14. Μια γονιδιωματική βιβλιοθήκη περιέχει στα πλασμίδια των βακτηρίων της:

- α) γονίδια
- β) τμήματα γονιδίων
- γ) τμήματα DNA των μη κωδικών περιοχών του DNA
- δ) όλα τα παραπάνω

15. Ο φορέας κλωνοποίησης είναι:

- α) ένα βακτήριο
- β) ένα μόριο mRNA
- γ) ένα μόριο DNA
- δ) ένα ένζυμο

16. Αν αποδιατάξουμε ένα πλασμίδιο που έχει κοπεί με την EcoRI σε μία αλληλουχία αναγνώρισης, προκύπτουν μονόκλωνα τμήματα DNA:

- α) με ίδιο αριθμό βάσεων
- β) όπου το ένα έχει 4 περισσότερες βάσεις από το άλλο
- γ) όπου το ένα έχει 4 λιγότερες βάσεις από το άλλο
- δ) με μονόκλωνα άκρα 4 βάσεων

17. Αν ένα τμήμα DNA, που περιέχει μία φορά την αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI, υποστεί την επίδραση του περιοριστικού αυτού ενζύμου, θα κοπούν:

- α) 2 δεσμοί
- β) 4 δεσμοί
- γ) 6 δεσμοί
- δ) 8 δεσμοί

18. Αποδιάταξη είναι η διαδικασία κατά την οποία:

- α) το DNA κόβεται σε συγκεκριμένες αλληλουχίες βάσεων
- β) το DNA κόβεται σε τμήματα ποικίλου μήκους
- γ) σχηματίζονται υβριδικά μόρια RNA-DNA
- δ) αποχωρίζονται δύο συμπληρωματικές αλυσίδες RNA-DNA

19. Η EcoRI και η DNA δεσμάση:

- α) διασπάει και συνθέτει φωσφοδιεστερικούς δεσμούς, αντίστοιχα
- β) συνθέτει και διασπάει φωσφοδιεστερικούς δεσμούς, αντίστοιχα
- γ) διασπούν φωσφοδιεστερικούς δεσμούς
- δ) συνθέτουν φωσφοδιεστερικούς δεσμούς

20. Αν για την κατασκευή βιβλιοθήκης χρησιμοποιηθεί πλασμίδιο χωρίς γονίδιο ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικό, τότε θα αδυνατεί να πραγματοποιηθεί:

- α) μετασχηματισμός βακτηρίων
- β) επιλογή του επιθυμητού κλώνου βακτηρίων
- γ) επιλογή των γενετικά τροποποιημένων βακτηρίων
- δ) όλα τα παραπάνω

21. Υβριδοποίηση ονομάζεται η διαδικασία με την οποία:

- α) πραγματοποιείται ο αποχωρισμός των δυο συμπληρωματικών αλυσίδων DNA
- β) συνδέονται δύο μονόκλωνες συμπληρωματικές αλυσίδες DNA (ή DNA και RNA) με δεσμούς υδρογόνου, σύμφωνα με τον κανόνα συμπληρωματικότητας
- γ) συνδέονται δύο ξένα δίκλωνα μόρια DNA
- δ) γίνεται η σύνθεση DNA με καλούπι RNA

- 22.** Η μέθοδος PCR είναι μια τεχνική με την οποία:
- α) μπορούμε να αντιγράψουμε επιλεκτικά, εκατομμύρια φορές, ειδικές αλληλουχίες DNA, χωρίς τη μεσολάβηση ζωντανού κυττάρου
 - β) αποδιατάσσεται το DNA
 - γ) υβριδοποιείται το DNA
 - δ) ολοκληρώνεται ο ανασυνδυασμός του DNA
- 23.** Η ανίχνευση ενός κλώνου από μια γονιδιωματική βιβλιοθήκη, που περιέχει ένα γονίδιο που επιθυμούμε να μελετήσουμε γίνεται:
- α) με μόρια ανιχνευτές
 - β) με αντιβιοτικά
 - γ) με ανάλυση του γονιδιώματος κάθε κλώνου
 - δ) με κατάλληλο φορέα κλωνοποίησης
- 24.** Στις αλληλουχίες που κλωνοποιούνται με cDNA βιβλιοθήκη ενός ανθρώπινου κυττάρου δεν περιέχονται:
- α) οι 3' αμετάφραστες περιοχές
 - β) τα κωδικόνια λήξης
 - γ) οι 5' αμετάφραστες περιοχές
 - δ) τα γονίδια που μεταγράφονται σε snRNA
- 25.** Με τη cDNA βιβλιοθήκη δεν είναι δυνατή η μελέτη:
- α) των γονιδίων που κωδικοποιούν πρωτεΐνες
 - β) των γονιδίων που μεταγράφονται και μεταφράζονται
 - γ) των εξωνίων
 - δ) των ανενεργών γονιδίων
- 26.** Η EcoRI επωάζεται με ένα πλασμίδιο και σπάνε 32 δεσμοί υδρογόνου. Ο αριθμός των θραυσμάτων είναι ίσος με:
- α) 32
 - β) 16
 - γ) 4
 - δ) 5
- 27.** Η αποδιάταξη του DNA γίνεται με:
- α) τη χρήση DNA πολυμερασών
 - β) το ένζυμο DNA δεσμάση
 - γ) αύξηση της θερμοκρασίας
 - δ) τη χρήση περιοριστικών ενδονουκλεασών

28. Όταν ένα δίκλωνο μόριο DNA θερμανθεί, αποδιατάσσεται σε δύο μονόκλωνα μόρια. Αυτό συμβαίνει γιατί:

- α) μετουσιώνονται οι πρωτεΐνες που συγκροτούν την διπλή έλικα και οι δύο αλυσίδες πλέον δεν μπορούν να παραμείνουν συνδεδεμένες
- β) η θέρμανση ωθεί την έλικα να γίνει ευθύγραμμη σπάζοντας τις συνδέσεις μεταξύ των νουκλεοτιδίων
- γ) η θέρμανση σπάει τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των συμπληρωματικών βάσεων
- δ) θέρμανση μετουσιώνει τις αζωτούχες βάσεις και εμποδίζει έτσι την ανάπτυξη δεσμών υδρογόνου μεταξύ των δύο αλυσίδων

29. Ο φορέας κλωνοποίησης μπορεί να είναι:

- α) ένα βακτήριο
- β) ένα πλασμίδιο ή γενετικό υλικό ιού
- γ) μεταφέρουσα πρωτεΐνη
- δ) mRNA

30. Η περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI αναγνωρίζει την ακολουθία:

- α) 5'- CATATG-3'
3'- GTATAC-5'
- β) 5'- GATTTG-3'
3'- CTAAAC-5'
- γ) 5'- GTTAAG-3'
3'- CAATTC-5'
- δ) 5'- GAATTC-3'
3'- CTTAAG-5'

31. Η περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI είναι προϊόν έκφρασης γονιδίου το οποίο:

- α) είναι διακεκομμένο
- β) εντοπίζεται σε μόριο νουκλεϊκού οξέος χωρίς ελεύθερα υδροξύλια
- γ) εντοπίζεται σε μόριο νουκλεϊκού οξέος με δύο ελεύθερα υδροξύλια
- δ) είναι ασυνεχές

32. Η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμερισμού (PCR) στοχεύει:

- α) στην επιλεκτική αντιγραφή ειδικών αλληλουχιών RNA σε κάποιο κύτταρο
- β) στο μετασχηματισμό κυττάρων
- γ) στην παραγωγή μεγάλης ποσότητας πρωτεϊνών in vitro
- δ) στην επιλεκτική αντιγραφή ειδικών αλληλουχιών DNA in vitro

33. cDNA βιβλιοθήκη κατασκευάζεται όταν θέλουμε να κλωνοποιήσουμε:

- α) μόνο τα γονίδια που εκφράζονται σε κάποιον οργανισμό
- β) όλα τα γονίδια του οργανισμού
- γ) μόνο τα γονίδια που εκφράζονται σε συγκεκριμένο τύπο κυττάρων του οργανισμού
- δ) μόνο τα γονίδια που εκφράζονται σε συγκεκριμένο τύπο κυττάρων του οργανισμού και ευθύνονται για τη σύνθεση πρωτεϊνών

- 34.** Η περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI:
- α) αναγνωρίζει ειδικές αλληλουχίες δίκλωνου DNA
 - β) κόβει μονόκλωνα μόρια DNA
 - γ) παράγεται από ευκαρυωτικά κύτταρα
 - δ) αναγνωρίζει ειδικές αλληλουχίες RNA
- 35.** Μια γονιδιωματική βιβλιοθήκη περιέχει:
- α) το σύνολο του ώριμου mRNA ενός οργανισμού
 - β) το σύνολο του DNA ενός οργανισμού
 - γ) αντίγραφα ενός μόνο ανασυνδυασμένου πλασμιδίου
 - δ) αντίγραφα όλων των cDNA ενός κυττάρου
- 36.** Η σύνθεση ενός μορίου cDNA καταλύεται από το ένζυμο:
- α) περιοριστική ενδονουκλεάση
 - β) DNA δεσμάση
 - γ) αντίστροφη μεταγραφάση
 - δ) DNA ελικάση.
- 37.** Σε ένα ανασυνδυασμένο πλασμίδιο, που σχηματίστηκε με την επίδραση της EcoRI, η αλληλουχία που αναγνωρίζει η συγκεκριμένη περιοριστική ενδονουκλεάση υπάρχει:
- α) καμία φορά
 - β) μία φορά
 - γ) δύο φορές
 - δ) τέσσερις φορές
- 38.** Για την ανίχνευση της αλληλουχίας
 5'...GGACTCAAGTTTACATGCAACGTACGG...3',
 που περιέχεται σε γονιδιωματική βιβλιοθήκη, είναι κατάλληλος ο ανιχνευτής:
- α) 5' TCAACAAATG 3'
 - β) 5' TTTGAACTCA 3'
 - γ) 5' UUCAAAUGUA 3'
 - δ) 5' CGUACGUUGC 3'
- 39.** Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες
- α) συμμετέχουν στη μετάφραση του RNA
 - β) συμμετέχουν στη μεταγραφή του DNA
 - γ) είναι απαραίτητες για την έναρξη της αντιγραφής
 - δ) κόβουν το DNA σε καθορισμένες θέσεις
- 40.** Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες
- α) συμμετέχουν στη μεταγραφή του DNA.
 - β) καταλύουν την ωρίμανση του mRNA.
 - γ) συμμετέχουν στη μετάφραση του mRNA
 - δ) αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες DNA

- 41.** Η εισαγωγή ενός ανασυνδυασμένου πλασμιδίου σε βακτήριο ονομάζεται:
- α) κατασκευή ανασυνδυασμένου μορίου DNA
 - β) κατασκευή γονιδιωματικής βιβλιοθήκης
 - γ) μικροέγχυση
 - δ) μετασχηματισμός
- 42.** Η επιλογή ενός βακτηριακού κλώνου που περιέχει το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο γίνεται με:
- α) χρήση ειδικών μορίων ανιχνευτών
 - β) χρήση αντιβιοτικών
 - γ) ένζυμα πρωτεϊνοσύνθεσης
 - δ) χρήση βιοαντιδραστήρων
- 43.** Αποδιάταξη είναι το φαινόμενο κατά το οποίο:
- α) κόβεται το DNA
 - β) αποχωρίζονται οι κλώνοι του DNA
 - γ) συνδέονται μεταξύ τους οι κλώνοι του DNA
 - δ) ιχνηθετείται το DNA
- 44.** Μετασχηματισμός βακτηριακού κυττάρου ξενιστή είναι:
- α) η εισαγωγή αντισώματος.
 - β) η εισαγωγή DNA πλασμιδίου
 - γ) η εισαγωγή θρεπτικών συστατικών
 - δ) η εισαγωγή αντίστροφης μεταγραφάσης
- 45.** Μια γονιδιωματική βιβλιοθήκη περιλαμβάνει:
- α) αντίγραφα πολλών ανασυνδυασμένων κυττάρων
 - β) το σύνολο του DNA ενός οργανισμού
 - γ) το σύνολο του mRNA ενός οργανισμού
 - δ) αντίγραφα ενός μόνο ανασυνδυασμένου πλασμιδίου
- 46.** Για την κατασκευή cDNA βιβλιοθήκης δε χρησιμοποιείται:
- α) αντίστροφη μεταγραφάση
 - β) DNA ελικάση
 - γ) περιοριστική ενδονουκλεάση
 - δ) DNA πολυμεράση
- 47.** Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες:
- α) είναι ένζυμα που παράγονται από βακτήρια
 - β) μπορούν να δράσουν τόσο σε κυκλικά όσο και σε γραμμικά δίκλωνα μόρια DNA
 - γ) μπορούν να δράσουν σε DNA που προέρχεται είτε από ευκαρυωτικά είτε από προκαρυωτικά κύτταρα
 - δ) έχουν όλα τα παραπάνω γνωρίσματα

- 48.** Για την παραγωγή ανθρώπινης ινσουλίνης με βιοτεχνολογικές μεθόδους:
- α) αρκεί μόνο να κλωνοποιήσουμε το γονίδιο με τη μέθοδο PCR
 - β) επιλέγουμε βακτηριακό κλώνο από γονιδιωματική βιβλιοθήκη
 - γ) επιλέγουμε βακτηριακό κλώνο από cDNA βιβλιοθήκη πρόδρομων ερυθροκυττάρων
 - δ) θα χρησιμοποιήσουμε τις τεχνικές της αποδιάταξης και της υβριδοποίησης του DNA, αν θέλουμε να παραχθεί σε βακτήρια
- 49.** Τι από τα παρακάτω ισχύει για τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες;
- α) διασπούν συγκεκριμένες αλληλουχίες της μίας αλυσίδας του DNA
 - β) διασπούν το DNA του πλασμιδίου, όχι όμως και το DNA των κυττάρων του οργανισμού δότη
 - γ) μπορούν να διασπασούν το DNA του πλασμιδίου ή του φάγου (μονόκλωνο ή δίκλωνο DNA), καθώς και το DNA των κυττάρων του οργανισμού δότη σε συγκεκριμένες αλληλουχίες
 - δ) *δεν ισχύει τίποτε από τα παραπάνω*
- 50.** Αν χρησιμοποιήσουμε την EcoRI ως περιοριστική ενδονουκλεάση, για να υδrolύσουμε πλασμίδια-φορείς κλωνοποίησης:
- α) πρέπει οπωσδήποτε να χρησιμοποιήσουμε ως ξενιστές βακτήρια *E. coli*
 - β) πρέπει τα βακτήρια ξενιστές να είναι ευαίσθητα στην αμπικιλίνη
 - γ) θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ως ξενιστές βακτήρια *E. coli* που περιέχουν ήδη το πλασμίδιο
 - δ) *δεν ισχύει τίποτε από τα παραπάνω*
- 51.** Η επίδραση με περιοριστικές ενδονουκλεάσες αποτελεί το πρώτο στάδιο για τη δημιουργία ανασυνδυασμένου DNA. Για το σκοπό αυτό τα ένζυμα αυτά επιδρούν στο DNA:
- α) ενός φορέα κλωνοποίησης (πλασμίδιο ή DNA φάγου) μόνο
 - β) του πλασμιδίου του κυττάρου ξενιστή και στο γονιδίωμα του οργανισμού δότη
 - γ) ενός φορέα κλωνοποίησης (πλασμίδιο ή DNA φάγου), καθώς και στο γονιδίωμα του οργανισμού δότη, αλλά με διαφορετικές περιοριστικές ενδονουκλεάσες στην κάθε περίπτωση
 - δ) ενός φορέα κλωνοποίησης (πλασμίδιο ή DNA φάγου), καθώς και στο γονιδίωμα του οργανισμού δότη, με την ίδια περιοριστική ενδονουκλεάση
- 52.** Αποδιάταξη του δίκλωνου DNA συμβαίνει:
- α) όταν αποχωριστούν οι δυο αλυσίδες του DNA
 - β) δυσκολότερα σε μόρια DNA που είναι πλούσια σε κυτοσίνες-γουανίνες
 - γ) ευκολότερα σε μόρια DNA που είναι πλούσια σε αδενίνες -θυμίνες
 - δ) *ισχύουν όλα τα παραπάνω*

53. Δύο αλυσίδες DNA που προέκυψαν από την αποδιάταξη ενός μορίου DNA:

- α) μπορούν υπό κατάλληλες συνθήκες να υβριδοποιηθούν με οποιαδήποτε άλλη μονόκλωνη αλυσίδα DNA
- β) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανιχνευτές σε κάθε περίπτωση
- γ) είναι μεταξύ τους συμπληρωματικές και μπορούν να συνδεθούν μόνο μεταξύ τους
- δ) *τίποτα από τα παραπάνω δεν ισχύει*

54. Λόγω της υβριδοποίησης, μπορούν να ενωθούν:

- α) η μεταγραφόμενη αλυσίδα με την κωδική αλυσίδα
- β) η μεταγραφόμενη αλυσίδα με το mRNA
- γ) το cDNA με το mRNA
- δ) *όλα τα παραπάνω*

55. Ποιο από τα παρακάτω δεν είναι χαρακτηριστικό των ανιχνευτών;

- α) είναι μονόκλωνα μόρια
- β) είναι αλληλουχίες DNA ή RNA
- γ) είναι κατάλληλα σημασμένα μόρια
- δ) χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μίας βιβλιοθήκης

56. Η μέθοδος PCR:

- α) είναι μία μέθοδος χρονοβόρα και απαιτεί τη χρήση πολλών ενζύμων
- β) πραγματοποιείται με τη χρήση φορέων κλωνοποίησης
- γ) χρησιμοποιείται μόνο για τη δημιουργία πολλών αντιγράφων ενός γονιδίου
- δ) *δεν ισχύει τίποτα από τα παραπάνω*

57. Στο κάθε κύτταρο ξενιστή:

- α) γίνεται υδρόλυση με περιοριστικές ενδονουκλεάσες
- β) ενσωματώνεται όλο το γονιδίωμα του οργανισμού δότη
- γ) προσλαμβάνεται είτε ένα μόνο μόριο ανασυνδυασμένου DNA (μετασχηματισμός) είτε κανένα
- δ) *τίποτα από τα παραπάνω*

58. Μετασχηματισμένα λέμε τα κύτταρα εκείνα:

- α) όπου εισάγεται ο φορέας κλωνοποίησης και ενσωματώνεται αναγκαστικά στο γονιδίωμα του κυττάρου
- β) που δέχονται τα κομμάτια DNA εκείνα, που δεν ενσωματώθηκαν στο φορέα κλωνοποίησης
- γ) όπου εισάγεται μόνο το ανασυνδυασμένο DNA
- δ) *κανένα από τα παραπάνω*

59. Η κατασκευή γονιδιωματικών βιβλιοθηκών μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την απομόνωση:

- α) των υποκινητών των γονιδίων
- β) των αλληλουχιών λήξης της μεταγραφής των γονιδίων
- γ) των αλληλουχιών του DNA που αντιστοιχούν σε αμετάφραστες περιοχές
- δ) *όλων των παραπάνω*

60. Η αντίστροφη μεταγραφάση:

- α) περιέχεται φυσιολογικά σε όλα τα ευκαρυωτικά κύτταρα
- β) χρησιμοποιείται για την κατασκευή γονιδιωματικών βιβλιοθηκών
- γ) υπάρχει και σε κάποιους DNA ιούς
- δ) χρησιμοποιείται για την κατασκευή cDNA βιβλιοθηκών

61. Οι κλώνοι μίας cDNA βιβλιοθήκης που κατασκευάστηκε από έναν κυτταρικό τύπο ενός οργανισμού περιέχουν:

- α) υποκινητές γονιδίων
- β) εσώνια γονιδίων
- γ) όλα τα γονίδια του οργανισμού, δίχως τους υποκινητές και τα εσώνιά τους
- δ) τροποποιημένα, συνεχή γονίδια του οργανισμού που εκφράζονται στο συγκεκριμένο κυτταρικό τύπο από όπου απομονώσαμε το ολικό ώριμο mRNA

62. Ποια από τις παρακάτω τεχνικές ανήκει μόνο στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA;

- α) δράση EcoRI
- β) μετασχηματισμός βακτηριακού κυττάρου
- γ) επιλογή βακτηρίων που έχουν μετασχηματιστεί με ανασυνδυασμένο DNA
- δ) θανάτωση βακτηρίων με αντιβιοτικό

63. Ως ανασυνδυασμένο DNA θεωρούμε, στη Γενετική Μηχανική, το DNA:

- α) του ζυγωτού που προέρχεται από τη συνένωση των πυρήνων δύο γαμετών
- β) που έχει υποστεί μεταλλάξεις

γ) οποιουδήποτε μετασχηματισμένου βακτηρίου

δ) που είναι τεχνητό και περιέχει τμήματα DNA από δύο ή περισσότερους οργανισμούς

64. Η δημιουργία ανασυνδυασμένου DNA απαιτεί σε κάθε περίπτωση τη χρήση:

- α) DNA πολυμεράσης
- β) DNA δεσμάσης
- γ) της EcoRI
- δ) μίας τυχαίας περιοριστικής ενδονουκλεάσης

65. Πού γίνεται ο πολλαπλασιασμός ενός πλασμιδίου - φορέα κλωνοποίησης κατά την κατασκευή μίας γονιδιωματικής ή μίας cDNA βιβλιοθήκης;

- α) μέσα σε οποιοδήποτε κύτταρο
- β) μέσα σε οποιοδήποτε βακτηριακό κύτταρο
- γ) μόνο μέσα σε συγκεκριμένα βακτηριακά κύτταρα
- δ) in vitro, σε κατάλληλο θρεπτικό υλικό

66. Ο μετασχηματισμός ενός βακτηρίου:

- α) γίνεται μόνο με τεχνητούς τρόπους
- β) γίνεται μόνο με φυσικό τρόπο
- γ) γίνεται και με φυσικό και με τεχνητό τρόπο
- δ) αφορά μόνο την εισαγωγή πλασμιδίων σε ένα βακτήριο

67. Ποιό ή ποιά από τα παρακάτω δεν χρησιμοποιούνται in vitro σε καμία περίπτωση για τη δημιουργία μίας cDNA βιβλιοθήκης;

- α) χημικές ουσίες που διασπούν το mRNA
- β) η DNA πολυμεράση
- γ) η DNA δεσμάση
- δ) το πριμόσωμα

68. Η επιλογή των βακτηριακών κλώνων που έχουν το επιθυμητό γονίδιο σε μία cDNA βιβλιοθήκη θα γίνει με:

- α) DNA δεσμάση
- β) ειδικούς ανιχνευτές
- γ) ειδικούς φορείς κλωνοποίησης
- δ) τη χρήση συγκεκριμένου αντιβιοτικού

69. Η PCR:

- α) είναι μία in vivo τεχνική
- β) είναι μία in vitro τεχνική
- γ) είναι μία in vivo ή in vitro τεχνική, ανάλογα με την πειραματική διαδικασία
- δ) είναι η μοναδική μέθοδος πολλαπλασιασμού μίας επιθυμητής αλληλουχίας DNA

70. Η PCR δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- α) για τη διάγνωση του AIDS
- β) στην εγκληματολογία
- γ) για την έκφραση της πληροφορίας ενός γονιδίου
- δ) για να διακρίνουμε ένα συγκεκριμένο τμήμα DNA από ένα μίγμα πολλών μορίων DNA

71. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες:

- α) παράγονται από βακτήρια και έχουν στόχο άλλα βακτήρια
- β) υδρολύουν το DNA οποιοδήποτε ιού εισβάλλει σε ένα βακτηριακό κύτταρο
- γ) μπορούν να υδρολύσουν όλα τα δίκλινα νουκλεϊκά οξέα
- δ) αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες δίκλωνου DNA μήκους 4-8 νουκλεοτιδίων σε κάθε αλυσίδα

72. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες:

- α) κατασκευάστηκαν με στόχο τη δημιουργία ανασυνδυασμένων μορίων DNA
- β) έχουν ως φυσιολογικό ρόλο την καταστροφή του ξένου DNA, που εισέρχεται στα βακτήρια
- γ) αναγνωρίζουν DNA μήκους 4-8 νουκλεοτιδίων
- δ, αναγνωρίζουν μόνο γραμμικά μόρια DNA

73. Ως φορείς κλωνοποίησης στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA χρησιμοποιούνται:

- α) πλασμίδια ή DNA φάγων
- β) μόνο DNA βακτηριοφάγου λ
- γ) γονιδιώματα βακτηρίων
- δ) συγκεκριμένα βακτηριακά κύτταρα

74. Φορέα κλωνοποίησης λέμε:

- α) το γενετικό υλικό του οργανισμού δότη
- β) το γενετικό υλικό του κυττάρου ξενιστή
- γ) τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες
- δ) *τίποτε από τα παραπάνω*

75. Η εισαγωγή του ανασυνδυασμένου πλασμιδίου στο βακτηριακό κύτταρο ξενιστή λέγεται μετασχηματισμός και επιτυγχάνεται:

- α) χωρίς να υποστεί καμιά κατεργασία
- β) με την συμμετοχή κάποιων φάγων σε κάθε περίπτωση
- γ) με τη συμμετοχή κάποιων υδρολυτικών ενζύμων
- δ) με ειδική κατεργασία, η οποία κάνει το τοίχωμα παροδικά διαπερατό σε μακρομόρια

76. Ο όρος κλώνος αναφέρεται σε μία ομάδα πανομοιότυπων:

- α) μορίων
- β) κυττάρων
- γ) οργανισμών
- δ) *όλων των παραπάνω*

77. Κλωνοποίηση είναι:

- α) η μεταφορά του ανασυνδυασμένου μορίου DNA σε έναν κλώνο βακτηρίων
- β) η επιλογή και η απομόνωση του κλώνου των βακτηρίων που έχει μετασχηματιστεί

με το επιθυμητό DNA

- γ) η δημιουργία κατά προτίμηση μεγάλου αριθμού πανομοιότυπων μορίων, κυττάρων ή οργανισμών
- δ) η σύνδεση ενός θραύσματος DNA με ένα φορέα κλωνοποίησης

78. Ένα υβριδικό μόριο DNA – RNA:

- α) προκύπτει μόνο κατά την κατασκευή μίας cDNA βιβλιοθήκης
- β) προκύπτει μόνο με τη δράση της RNA πολυμεράσης
- γ) προκύπτει μόνο με τη δράση της αντίστροφης μεταγραφάσης
- δ) έχει πάντα περισσότερους δεσμούς υδρογόνου, συγκριτικά με φωσφοδιεστερικούς δεσμούς

79. Οι ανιχνευτές είναι:

- α) δίκλωνα ή μονόκλωνα μόρια RNA
- β) οποιαδήποτε ιχνηθετημένα μονόκλωνα μόρια DNA ή RNA
- γ) ιχνηθετημένα μονόκλωνα μόρια DNA ή RNA γνωστής αλληλουχίας βάσεων
- δ) απαραίτητοι για την κατασκευή βιβλιοθηκών

80. Η επιλογή και η απομόνωση των κυττάρων ξενιστών, γίνεται ώστε να διαχωριστούν τα κύτταρα εκείνα που έχουν προσλάβει ένα ανασυνδυασμένο μόριο DNA (ανασυνδυασμένο πλασμίδιο), από εκείνα τα κύτταρα που:

- α) προσλαμβάνουν μη ανασυνδυασμένο μόριο DNA
- β) προσλαμβάνουν κομμάτια DNA του οργανισμού δότη
- γ) δε μετασχηματίστηκαν
- δ) τα α και γ

81. Η επιλογή ενός βακτηριακού κλώνου που περιέχει το επιθυμητό τμήμα DNA μπορεί να γίνει με τη χρήση:

- α) ιχνηθετημένου mRNA, του επιθυμητού γονιδίου
- β) ιχνηθετημένου DNA της μεταγραφόμενης αλυσίδας του επιθυμητού τμήματος DNA
- γ) ιχνηθετημένου DNA της κωδικής αλυσίδας του επιθυμητού τμήματος DNA
- δ) οποιοιδήποτε από τα παραπάνω

82. Η αποδιάταξη:

- α) είναι μία τεχνική που μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε δίκλωνο DNA όσο και σε δίκλωνο RNA όσο και σε υβριδικά μόρια RNA -DNA
- β) πραγματοποιείται είτε με την επίδραση κατάλληλων χημικών ουσιών είτε με την επίδραση υψηλής θερμοκρασίας πάνω σε δίκλινα νουκλεϊκά οξέα, υβριδικά ή μη
- γ) ουσιαστικά στοχεύει τους δεσμούς υδρογόνου που συγκρατούν ενωμένες τις δύο αλυσίδες ενός δίκλωνου μορίου
- δ) όλα τα παραπάνω ισχύουν

83. Ένα μόριο cDNA:

- α) ουσιαστικά είναι η κωδική αλυσίδα ενός γονιδίου
- β) ουσιαστικά είναι η μη κωδική αλυσίδα ενός γονιδίου
- γ) ουσιαστικά διαθέτει συμπληρωματική αλληλουχία ως προς την

κωδικοποιούσα περιοχή και τις αμετάφραστες περιοχές της κωδικής αλυσίδας ενός γονιδίου

- δ) ουσιαστικά, διαθέτει την ίδια αλληλουχία ως προς την κωδικοποιούσα περιοχή και τις αμετάφραστες περιοχές της κωδικής αλυσίδας ενός γονιδίου

84. Συνήθως, για την κλωνοποίηση ανασυνδυασμένου DNA χρησιμοποιούμε βακτήρια χωρίς πλασμίδια, και εισάγουμε σε αυτά ανασυνδυασμένα πλασμίδια που περιέχουν γονίδιο που προσδίδει ανθεκτικότητα σε κάποιο αντιβιοτικό. Αυτό γίνεται γιατί διευκολύνεται:

- α) ο μετασχηματισμός των βακτηρίων
- β) η επιλογή των βακτηρίων που έχουν προσλάβει το φορέα κλωνοποίησης από τα άλλα που δεν τον έχουν προσλάβει
- γ) η επιλογή κλώνου που περιέχει το επιθυμητό τμήμα DNA
- δ) ο ανασυνδυασμός του DNA

85. Γενετική μηχανική είναι:

- α) η βελτίωση της υγείας και της διαβίωσης του ανθρώπινου πληθυσμού πάνω στη γη με την εκμετάλλευση των μικροοργανισμών
- β) η εισαγωγή ενός πλασμιδίου στο εσωτερικό ενός βακτηρίου
- γ) η κατασκευή μεγάλου αριθμού πανομοιότυπων μορίων, κυττάρων ή οργανισμών
- δ) το σύνολο των τεχνικών που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος, για να επέμβει και να τροποποιήσει το γενετικό υλικό των οργανισμών

86. Τι από τα παρακάτω συνέβαλε στην ανάπτυξη της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA;

- α) η απομόνωση των περιοριστικών ενδονουκλεασών
- β) η απομόνωση και η χρήση φορέων κλωνοποίησης
- γ) η επιτυχής εισαγωγή των φορέων κλωνοποίησης σε κύτταρα ξενιστές
- δ) όλα τα παραπάνω

87. Η αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI και το μονόκλωνο άκρο που προκύπτει από την επίδρασή της έχουν αντίστοιχα:

- α) 14 δεσμούς υδρογόνου και έξι βάσεις
- β) 14 δεσμούς υδρογόνου και τέσσερις βάσεις
- γ) 8 δεσμούς υδρογόνου και τέσσερις βάσεις
- δ) 8 δεσμούς υδρογόνου και έξι βάσεις

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ – ΛΑΘΟΥΣ

1. Οι ανιχνευτές πρέπει να αποδιαταχθούν, πριν τη χρήση τους.
2. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες καταλύουν τη σύνθεση cDNA, με καλούπι mRNA.
3. Η αντίστροφη μεταγραφάση καταλύει τη σύνθεση mRNA, με καλούπι cDNA.
4. Η επιλογή ενός βακτηριακού κλώνου, τα βακτήρια του οποίου περιέχουν ένα επιθυμητό τμήμα DNA, γίνεται με τη χρήση κατάλληλου αντιβιοτικού.
5. Στη γενετική μηχανική, τα κύτταρα-ξενιστές είναι συνήθως βακτήρια που φέρουν πλασμίδιο με γονίδιο ανθεκτικότητας σε κάποιο αντιβιοτικό.
6. Δύο διαφορετικές περιοριστικές ενδονουκλεάσες κόβουν το DNA ενός οργανισμού σε διαφορετικές θέσεις.
7. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες δεν κόβουν το DNA των βακτηρίων από τα οποία παράγονται.
8. Όλα τα πλασμίδια έχουν την αλληλουχία 5' GAATTC 3' μία φορά.
9. Στην κατασκευή της cDNA βιβλιοθήκης χρησιμοποιείται DNA δεσμάση.
10. Μόνο στις γονιδιωματικές βιβλιοθήκες η εύρεση του επιθυμητού βακτηριακού κλώνου γίνεται με ανιχνευτές.
11. Στις τεχνικές ανασυνδυασμένου DNA μπορούν, εκτός από πλασμίδια, να χρησιμοποιηθούν κυκλικά DNA ιών.
12. Για να ξεκινήσουμε την κατασκευή cDNA βιβλιοθήκης, απομονώνουμε το DNA οποιουδήποτε κυττάρου.
13. Τα ιχνηθετημένα μόρια ανιχνευτές περιέχουν αλληλουχίες βάσεων, συμπληρωματικές προς το κλωνοποιημένο DNA.
14. Στην PCR χρησιμοποιούνται ζωντανά κύτταρα.
15. Η χρήση χημικών μορίων με ραδιενεργά ισότοπα ονομάζεται υβριδοποίηση.
16. Οι τεχνικές με τις οποίες ο άνθρωπος επεμβαίνει στο γενετικό υλικό αποτελούν τη Γενετική Μηχανική.
17. Όλα τα κύτταρα ενός βακτηριακού κλώνου διαθέτουν στο ανασυνδυασμένο πλασμίδιό τους το ίδιο τμήμα ξένου DNA.

- 18.** Το ξένο DNA, που περιέχει ένα βακτήριο γονιδιωματικής βιβλιοθήκης, μπορεί να περιέχει γονίδιο που κωδικοποιεί tRNA.
- 19.** Το ξένο DNA, που περιέχει ένα βακτήριο cDNA βιβλιοθήκης, μπορεί να περιέχει γονίδιο που κωδικοποιεί tRNA.
- 20.** Ιός, από τον οποίο δεν κινδυνεύει το βακτήριο *Escherichia coli*, περιέχει στο DNA του την αλληλουχία 5' ...GGCACTCGATCTGACTCGAATTCCTA... 3'
- 21.** Η υδρόλυση του DNA του οργανισμού με οποιαδήποτε περιοριστική ενδονουκλεάση οδηγεί συνήθως σε δημιουργία ίδιου αριθμού τμημάτων DNA του οργανισμού δότη.
- 22.** Τα μονόκλωνα συμπληρωματικά άκρα των τμημάτων του DNA που προκύπτουν μετά τη διάσπαση τους με EcoRI είναι 5' GAATTC 3' στο ένα άκρο και 3' CTTAAG 5' στο άλλο άκρο.
- 23.** Τα πλασμίδια διαθέτουν μία θέση έναρξης αντιγραφής και έχουν τη δυνατότητα αυτοδιπλασιασμού.
- 24.** Ο φορέας κλωνοποίησης είναι ένα δίκλωνο μόριο DNA.
- 25.** Ο φορέας κλωνοποίησης θα πρέπει να διαθέτει πολλές αλληλουχίες που διασπώνται από την περιοριστική ενδονουκλεάση.
- 26.** Ένας φορέας κλωνοποίησης μπορεί να διαθέτει περισσότερες από μία αλληλουχίες αναγνώρισης από περιοριστικές ενδονουκλεάσες, με την προϋπόθεση ότι καθεμία από αυτές αναγνωρίζεται από διαφορετικό είδος περιοριστικής ενδονουκλεάσης.
- 27.** Το μιτοχονδριακό DNA θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως φορέας κλωνοποίησης για την κατασκευή γονιδιωματικών βιβλιοθηκών.
- 28.** Τα πλασμίδια χρησιμοποιούνται για την ενσωμάτωση μικρών κομματιών ξένου DNA, ενώ το DNA του φάγου λ για την ενσωμάτωση μεγάλων κομματιών ξένου DNA, όταν ως κύτταρα ξενιστές χρησιμοποιούνται βακτήρια.
- 29.** Τα πλασμίδια που χρησιμοποιούνται ως φορείς κλωνοποίησης διαθέτουν πάντα μόνο ένα γονίδιο ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά.
- 30.** Η DNA δεσμάση είναι απαραίτητη για την κατασκευή ενός ανασυνδυασμένου μορίου DNA, επειδή βοηθά στο σχηματισμό δεσμών υδρογόνου ανάμεσα στα συμπληρωματικά άκρα των δύο αλληλουχιών DNA τις οποίες συνδέουμε.
- 31.** Για το σχηματισμό ενός ανασυνδυασμένου μορίου DNA είναι απαραίτητη η δημιουργία δύο διαφορετικών ειδών δεσμών ανάμεσα στις αλληλουχίες DNA που συνδέονται μεταξύ τους.

- 32.** Για το σχηματισμό ενός ανασυνδυασμένου μορίου DNA είναι απαραίτητη η χρήση τουλάχιστον δύο διαφορετικών ειδών ενζύμων.
- 33.** Ως βακτηριακά κύτταρα ξενιστές, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτά που διαθέτουν πλασμίδια με γονίδια ανθεκτικότητας στα ίδια αντιβιοτικά με τα πλασμίδια που χρησιμοποιούνται ως φορείς κλωνοποίησης.
- 34.** Για να εισέλθει ένα πλασμίδιο ή το DNA ενός φάγου μέσα σε βακτηριακό κύτταρο ξενιστή, θα πρέπει να γίνει ειδική κατεργασία στο κυτταρικό τοίχωμα του βακτηρίου.
- 35.** Ένα ανασυνδυασμένο πλασμίδιο εισέρχεται σε ένα βακτήριο, ακολουθώντας τους φυσικούς μηχανισμούς εισόδου γενετικού υλικού σε ένα βακτήριο.
- 36.** Η αποδιάταξη του DNA μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας.
- 37.** Όταν αποδιαταχθεί ένα δίκλωνο μόριο DNA, τότε οι δύο αλυσίδες δεν μπορούν να επανασυνδεθούν μεταξύ τους.
- 38.** Υβριδοποίηση μπορεί να γίνει μόνο μεταξύ δύο συμπληρωματικών μονόκλωνων αλυσίδων DNA.
- 39.** Κατά την υβριδοποίηση έχουμε σπάσιμο δεσμών υδρογόνου μεταξύ συμπληρωματικών αλυσίδων δίκλωνων νουκλεϊκών οξέων.
- 40.** Οι ανιχνευτές είναι ιχνηθετημένα μονόκλωνα μόρια DNA ή RNA που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό συγκεκριμένων περιοχών DNA μιας γονιδιωματικής ή cDNA βιβλιοθήκης.
- 41.** Η απομόνωση και η χρησιμοποίηση των περιοριστικών ενδονουκλεασών από βακτήρια, αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA.
- 42.** Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν αλληλουχίες DNA 4-8 νουκλεοτιδίων.
- 43.** Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν αλληλουχίες σε όλα τα νουκλεϊκά οξέα.
- 44.** Η EcoRI μπορεί να υδρολύσει το DNA του φορέα κλωνοποίησης και του οργανισμού δότη σε χιλιάδες μικρά κομμάτια.
- 45.** Το ίδιο είδος περιοριστικής ενδονουκλεάσης θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί τόσο για την κατάτμηση του γονιδιώματος του οργανισμού δότη, όσο και για την επίδραση στον φορέα κλωνοποίησης (κατά την κατασκευή μίας γονιδιωματικής βιβλιοθήκης).

- 46.** Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες είναι μόρια πρωτεϊνικής φύσης.
- 47.** Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες, ανάλογα με το είδος τους, υδρολύουν κάθε 6 ή 8 ζεύγη νουκλεοτιδίων το DNA του οργανισμού δότη.
- 48.** Όλες οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν τις ίδιες αλληλουχίες, με αυτές που αναγνωρίζει η EcoRI.
- 49.** Οι φορείς κλωνοποίησης έχουν την ικανότητα να μεταφέρουν περιοριστικά ένζυμα από ένα βακτήριο σε ένα άλλο.
- 50.** Ως φορείς κλωνοποίησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο τα πλασμίδια.
- 51.** Τα πλασμίδια χρησιμοποιούνται για την ενσωμάτωση μικρών ή μεγάλων κομματιών ξένου DNA.
- 52.** Μεγάλο ποσοστό των ανασυνδυασμένων πλασμιδίων εισέρχεται σε βακτηριακά κύτταρα ξενιστές μετά από κατάλληλη κατεργασία.
- 53.** Ένα βακτήριο μετασχηματίζεται μόνο όταν δέχεται ένα ανασυνδυασμένο μόριο DNA.
- 54.** Ένα βακτήριο που δέχεται ανασυνδυασμένο φορέα κλωνοποίησης θεωρείται ανασυνδυασμένο βακτήριο.
- 55.** Μία αποικία βακτηρίων ουσιαστικά είναι ένας κλώνος ενός αρχικού βακτηρίου.
- 56.** Η κατασκευή γονιδιωματικής βιβλιοθήκης επιλέγεται κυρίως σε περιπτώσεις που θέλουμε να μελετήσουμε τμήματα του DNA που δε μεταγράφονται.
- 57.** Ενσωματώνουμε ένα τμήμα DNA σε ένα πλασμίδιο. Όταν αυτό το πλασμίδιο εισαχθεί σε ένα βακτήριο και το βακτήριο πολλαπλασιαστεί, τότε θα δημιουργηθεί μία γονιδιωματική βιβλιοθήκη.
- 58.** Αν συγκεντρώσουμε όλους τους βακτηριακούς κλώνους που περιέχει μία γονιδιωματική βιβλιοθήκη, τότε θα έχουμε ολόκληρο το γενετικό υλικό του οργανισμού δότη κλωνοποιημένο.
- 59.** Κάθε κλώνος μίας γονιδιωματικής βιβλιοθήκης περιέχει σε πολλά αντίγραφα ολόκληρο το γονιδίωμα του οργανισμού δότη.
- 60.** Έχουμε μία γονιδιωματική βιβλιοθήκη. Θέλουμε να επιλέξουμε τον κλώνο της που περιέχει ένα συγκεκριμένο τμήμα από το DNA του οργανισμού. Για να το πετύχουμε αυτό θα χρησιμοποιήσουμε ένα αντιβιοτικό.

- 61.** Ένας κλώνος μίας γονιδιωματικής βιβλιοθήκης μπορεί ακόμα και να μην περιέχει κάποιο γονίδιο από τον οργανισμό δότη.
- 62.** Σε κλώνους μίας γονιδιωματικής βιβλιοθήκης υπάρχουν και γονίδια που δεν μπορούν να εκφραστούν διότι είναι τεμαχισμένα.
- 63.** Με την κατασκευή γονιδιωματικής βιβλιοθήκης πραγματοποιείται κλωνοποίηση μορίων και κυττάρων και οργανισμών.
- 64.** Ένα πλασμίδιο που περιέχει γονίδια ανθεκτικότητας σε δύο αντιβιοτικά είναι καταλληλότερο να χρησιμοποιηθεί ως φορέας κλωνοποίησης για τη δημιουργία γονιδιωματικής βιβλιοθήκης, συγκριτικά με ένα πλασμίδιο που περιέχει ένα τέτοιο γονίδιο.
- 65.** Το cDNA δημιουργείται σε πρώτη φάση, από τη δράση της αντίστροφης μεταγραφάσης στο κατάλληλο mRNA, και της DNA πολυμεράσης αργότερα.
- 66.** Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες καταστρέφουν και το DNA των κυττάρων από όπου απομονώνονται.
- 67.** Εάν μία αλληλουχία που αναγνωρίζεται από μια περιοριστική ενδονουκλεάση βρίσκεται μέσα σε ένα γονίδιο, τότε το γονίδιο παραμένει λειτουργικό και όταν ενσωματωθεί σε ένα πλασμίδιο και μεταφερθεί σε ένα κύτταρο ξενιστή.
- 68.** Ένας ανασυνδυασμένος φορέας κλωνοποίησης προκύπτει από το ζευγάρι των συμπληρωματικών μονόκλωνων άκρων του DNA του φορέα και τμήματος του DNA του δότη, αρκεί να έχει χρησιμοποιηθεί η ίδια περιοριστική ενδονουκλεάση.
- 69.** Τα ανασυνδυασμένα πλασμίδια περνούν ευκολότερα μέσα σε βακτήρια συγκριτικά με τα μη ανασυνδυασμένα πλασμίδια.
- 70.** Η αλληλουχία ενός υποκινητή μπορεί να απομονωθεί και να κλωνοποιηθεί σε μία γονιδιωματική βιβλιοθήκη.
- 71.** Οι πολυπεπτιδικές αλυσίδες που παράγονται από την έκφραση ανθρώπινων γονιδίων που έχουν ενσωματωθεί σε κλώνους μιας cDNA βιβλιοθήκης, δεν είναι τις περισσότερες φορές ίδιες, με αυτές που συντίθενται στα ανθρώπινα κύτταρα από την έκφραση των ίδιων γονιδίων.
- 72.** Μερικές φορές μπορεί για την κατασκευή μίας βιβλιοθήκης να μην είναι απαραίτητη η χρήση αντιβιοτικών.
- 73.** Για να κατασκευάσουμε μία cDNA βιβλιοθήκη πρέπει πρώτα να απομονώσουμε το ολικό ώριμο mRNA ενός οργανισμού.

- 74.** Τη δημιουργία cDNA βιβλιοθήκης θα επιλέξουμε, προκειμένου να απομονώσουμε και να κλωνοποιήσουμε τα γονίδια της αιμοσφαιρίνης από ένα μυϊκό κύτταρο.
- 75.** Για την κατασκευή cDNA βιβλιοθήκης, επιδρούμε στα σχηματιζόμενα δίκλωνα DNA (που συντίθενται με καλούπι το ώριμο mRNA), με περιοριστικές ενδονουκλεάσες, προκειμένου να ενσωματωθούν σε πλασμίδια και να δημιουργηθεί ανασυνδυασμένο DNA.
- 76.** Η αντίστροφη μεταγραφάση συνθέτει πολυνουκλεοτιδικές αλληλουχίες DNA, χωρίς να έχει προηγηθεί η δράση του πριμοσώματος.
- 77.** Τα σχηματιζόμενα δίκλωνα DNA (που έχουν προκύψει από το ώριμο mRNA) για να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία μιας cDNA βιβλιοθήκης δεν μπορούν να εκφραστούν στους βακτηριακούς κλώνους, διότι δεν περιέχουν υποκινητές.
- 78.** Μία cDNA βιβλιοθήκη περιέχει κλωνοποιημένα όλα τα γονίδια ενός οργανισμού δότη, χωρίς τα εσώνιά τους.
- 79.** Η cDNA βιβλιοθήκη ενός κυτταρικού τύπου από έναν πολυκύτταρο ευκαρυωτικό οργανισμό περιέχει αντίγραφα από όλους τους τύπους γονιδίων που εκφράζονται στο συγκεκριμένο κυτταρικό τύπο μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή.
- 80.** Επειδή τα γονίδια του οργανισμού δότη που είναι ενσωματωμένα σε κλώνους βακτηρίων μίας cDNA βιβλιοθήκης είναι ενεργά, παράγονται πάντα πανομοιότυπες πρωτεΐνες με αυτές του οργανισμού δότη.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ

1. Επιδρώντας με περιοριστική ενδονουκλεάση (που δεν αφήνει μονόκλωνα άκρα) σε ένα μόριο DNA προκύπτουν δύο τμήματα, με 3800 και 7400 ζεύγη βάσεων. Επιδρώντας στο ίδιο μόριο με διαφορετική περιοριστική ενδονουκλεάση (που επίσης δεν αφήνει μονόκλωνα άκρα) προκύπτουν τρία τμήματα, από τα οποία τα δύο έχουν 2200 και 5200 ζεύγη βάσεων. Αν επιδράσουμε στο μόριο με τις δύο ενδονουκλεάσες ταυτόχρονα, πόσα τμήματα θα προκύψουν και τι μήκος θα έχουν;

2. Γράψτε το συμπληρωματικό κλώνο του ακόλουθου τμήματος DNA. Αν επιδράσουμε με την ενδονουκλεάση EcoRI, τι κομμάτια θα μπορούσαν να προκύψουν;

CAGCTGAGAATTCTAGCACGCCTTAAGGGAATTCCCACCAT

3. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο PCR αντιγράφουμε ένα μόριο DNA με 3000 ζεύγη βάσεων. Κάθε κύκλος αντιγραφής διαρκεί 10' και η συνολική διάρκεια της διαδικασίας ανέρχεται στη μία ώρα. Πόσα μόρια θα δημιουργηθούν τελικά και πόσα νουκλεοτίδια χρειάστηκαν στις αντιγραφές;

4. Ο ένας από τους δύο κλώνους ενός δίκλωνου μορίου DNA αποτελείται από την επανάληψη κατά 4 φορές του τμήματος 5' ATTCGTTAGA 3'.

α) πόσα τμήματα DNA θα προκύψουν αν επιδράσουμε στο μόριο αυτό με την περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI;

β) πόσους δεσμούς υδρογόνου θα έχει το κάθε τμήμα;

γ) ποια είναι η διαφορά των δεσμών υδρογόνου του αρχικού μορίου από το άθροισμα δεσμών υδρογόνου των τμημάτων;

5. Ένα γραμμικό μόριο DNA κόβεται με την EcoRI σε τέσσερα τεμάχια. Αγνοούμε τα δύο ακραία τεμάχια και απομονώνουμε τα δύο μεσαία. Το ένα από αυτά έχει 854 βάσεις, από τις οποίες οι 137 είναι θυμίνες. Το άλλο έχει 424 βάσεις, από τις οποίες οι 78 είναι κυτοσίνες. Πόσους δεσμούς υδρογόνου και πόσους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς έχουν τα δύο αυτά τεμάχια;

6. Ένα πλασμίδιο με 3220 ζεύγη βάσεων ανασυνδυάζεται με τμήμα DNA που περιέχει μη διακεκομμένο γονίδιο. Τα αμινοξέα που κωδικοποιούνται από το γονίδιο αυτό είναι 180. Μετά τον ανασυνδυασμό του, το πλασμίδιο αποκτάει μήκος 3980 ζευγών βάσεων.

α) τί μήκος έχει το τμήμα που ενσωματώθηκε στο πλασμίδιο;

β) αγνοώντας την ύπαρξη αμετάφραστων περιοχών, τί μήκος έχει το γονίδιο που περιέχεται στο ενσωματωμένο τμήμα;

γ) πόσο % αυξήθηκε το μήκος του πλασμιδίου μετά τον ανασυνδυασμό του;

7. Κατά τον τεμαχισμό ενός γραμμικού μορίου DNA με EcoRI προκύπτουν τρία τεμάχια αποτελούμενα από 288, 320 και 84 νουκλεοτίδια. Ποιό ήταν το μήκος του αρχικού μορίου και πόσα ζεύγη βάσεων έχει καθένα από τα

τρία τεμάχια;

8. Μια ενδονουκλεάση αναγνωρίζει την αλληλουχία 5' ATAGCTAT 3' και κόβει ανάμεσα στα γειτονικά νουκλεοτίδια αδενίνης και γουανίνης. Η αλληλουχία αυτή υπάρχει δύο φορές σε ένα πλασμίδιο. Επιδρούμε στο πλασμίδιο με την ενδονουκλεάση.

- α) πόσα θραύσματα θα προκύψουν και τί μονόκλωνα άκρα θα έχουν;
- β) πόσοι λιγότεροι θα είναι οι δεσμοί υδρογόνου στα θραύσματα (αθροιστικά) σε σύγκριση με τους δεσμούς υδρογόνου του πλασμιδίου;
- γ) πόσοι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί θα πρέπει να ανασχηματιστούν για να προκύψει το αρχικό πλασμίδιο;

9. Η περιοριστική ενδονουκλεάση KpnI αναγνωρίζει την παρακάτω ακολουθία, στην οποία τέμνει τους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς μεταξύ των διαδοχικών κυτοσινών.

5' GGTACC 3'
3' CCATGG 5'

Ένα γραμμικό μόριο DNA διαθέτει τρεις φορές την αλληλουχία αναγνώρισης της KpnI.

- α) πόσα θραύσματα θα προκύψουν, αν στο μόριο αυτό επιδράσει η ενδονουκλεάση;
- β) σχεδιάστε τα άκρα 6 νουκλεοτιδίων εκείνων των θραυσμάτων που είναι κατάλληλα για άμεση (χωρίς προηγούμενη επεξεργασία) ενσωμάτωση σε πλασμίδιο, το οποίο έχει γίνει γραμμικό με χρήση της ίδιας ενδονουκλεάσης.
- γ) σε ένα θραύσμα με μονόκλωνο άκρο, υπάρχουν 88 νουκλεοτίδια αδενίνης και 55 νουκλεοτίδια γουανίνης. Πόσους δεσμούς υδρογόνου έχει το θραύσμα αυτό;
- δ) πόσοι δεσμοί υδρογόνου και πόσοι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί θα διασπαστούν, αν επιδράσουμε με την ενδονουκλεάση σε ανασυνδυασμένο πλασμίδιο, που περιέχει ένα από τα κατάλληλα παραπάνω θραύσματα;

10. Πόσα κομμάτια DNA θα προκύψουν αν επιδράσουμε με περιοριστική ενδονουκλεάση σε:

- α) ένα πλασμίδιο με τέσσερις θέσεις αναγνώρισης
- β) σε ένα γραμμικό μόριο με τέσσερις θέσεις αναγνώρισης
- γ) σε ένα ανασυνδυασμένο πλασμίδιο που φτιάχτηκε με τη συγκεκριμένη ενδονουκλεάση
- δ) σε τέσσερα γραμμικά μόρια DNA με συνολικά 10 θέσεις αναγνώρισης

11. Η παρακάτω αλληλουχία τέμνεται από την περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI, μεταφέρεται σε πλασμίδιο και κατόπιν σε βακτήριο, όπου παράγεται το ολιγοπεπτίδιο που φυσιολογικά κωδικοποιεί, στο κύτταρο από το οποίο προήλθε.

5' GCGTTAGAATTCATGGGGCACGCGAGACCTCATTAGAAGAATTCGAGAAT 3'
3' GCCAATCTTAAGTACCCCGTGCCTCTGGAGTAATCTTCTTAAGACTCTTA 5'

- α) Πόσοι δεσμοί υδρογόνου υπάρχουν στο θραύσμα που δημιουργείται από την επίδραση της EcoRI στην αλληλουχία;
- β) Πόσοι δεσμοί, φωσφοδιεστερικοί και υδρογόνου, σχηματίζονται κατά τη

σύνδεση της αλληλουχίας με τον φορέα κλωνοποίησης; Ποιό ένζυμο συμβάλλει στη σύνδεση αυτή;

γ) Να εξηγήσετε ποιά από τις δύο αλυσίδες του τμήματος είναι μη κωδική

δ) Ο υποκινητής του γονιδίου βρίσκεται αριστερά ή δεξιά από την αλληλουχία που σας δίνεται; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

ε) Ποιό είναι το πεπτιδίο που παράγεται στο βακτήριο από τη μεταγραφή και τη μετάφραση του τμήματος;

12. Έστω το παρακάτω γονίδιο του ανθρώπου:

5' ATGCTTAAGGAATGTTTCGTCCACGGACATACCTGGTGA 3'

3' TACGAATTCCTTACAAGCAGGGTGCCTGTATGGACCACT 5'

Το γονίδιο αυτό εκφράζεται αποκλειστικά στα μυϊκά κύτταρα του ανθρώπου και είναι υπεύθυνο για την παραγωγή του παρακάτω πεπτιδίου:

H₂N - μεθειονίνη – σερίνη – βαλίνη – ισολευκίνη – προλίνη - COOH

Έχετε στη διάθεσή σας τη cDNA βιβλιοθήκη των μυϊκών κυττάρων του ανθρώπου καθώς και τους παρακάτω δύο ανιχνευτές:

Ανιχνευτής α': 5' ACCAGGT 3'

Ανιχνευτής β': 5' UUCGUCC 3'

Να εξηγήσετε ποιόν από τους δύο ανιχνευτές θα χρησιμοποιούσατε για να εντοπίσετε τον αντίστοιχο κλώνο της cDNA βιβλιοθήκης, έτσι ώστε να τον χρησιμοποιήσετε για την παραγωγή του πεπτιδίου αυτού.

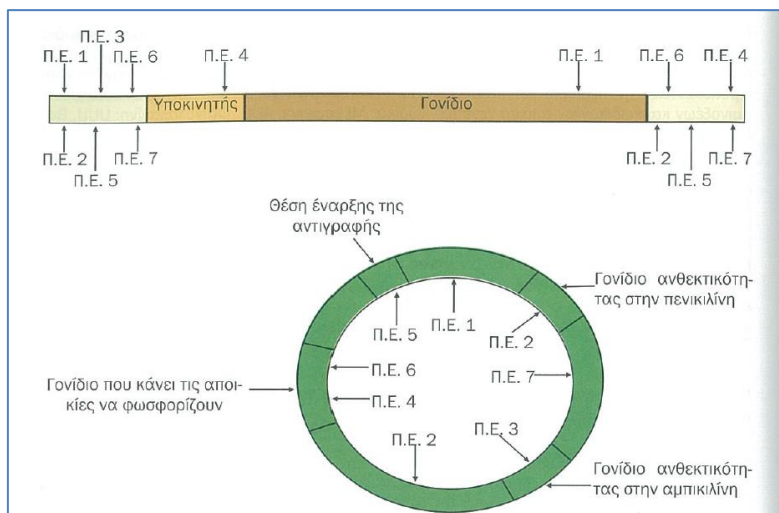
Δίνονται οι παρακάτω αντιστοιχίσεις από το γενετικό κώδικα (5' → 3'):

CCU: προλίνη, AUU: ισολευκίνη, UCC: σερίνη, GUG: βαλίνη.

13. Το παρακάτω τμήμα DNA περιέχει ένα ανθρώπινο συνεχές γονίδιο και πριν από αυτό, έναν κατάλληλο υποκινητή που αναγνωρίζεται από το συνδυασμό των μεταγραφικών παραγόντων του βακτηρίου *Escherichia coli*. Δίνεται επίσης ένα πλασμίδιο που περιέχει μια θέση έναρξης της αντιγραφής, ένα γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη, ένα γονίδιο ανθεκτικότητας στην πενικιλίνη και ένα γονίδιο που κάνει τις αποικίες των βακτηρίων που φέρουν το πλασμίδιο αυτό να φωσφορίζουν. Έχετε στη διάθεσή σας επτά περιοριστικές ενδονουκλεάσες (Π.Ε.) που κόβουν, τόσο το τμήμα DNA, όσο και το πλασμίδιο, στα σημεία που φαίνονται στο σχήμα.

α) Να εξηγήσετε ποια περιοριστική ενδονουκλεάση θα χρησιμοποιήσετε για να μπορέσετε να δημιουργήσετε και να απομονώσετε βακτηριακούς κλώνους που προσέλαβαν το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο

β) Να εξηγήσετε ποια περιοριστική ενδονουκλεάση θα χρησιμοποιήσετε για να μπορέσετε να δημιουργήσετε και να απομονώσετε βακτηριακούς κλώνους που μπορούν να παράγουν την ανθρώπινη πρωτεΐνη



14. Απομονώθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα DNA από 500 σωματικά κύτταρα ενός ανθρώπου που βρίσκονται στην αρχή της μεσόφασης με σκοπό να μελετηθεί η αλληλουχία βάσεων μιας περιοχής κεντρομεριδίου του χρωμοσώματος 21, που έχει μήκος 1.000 ζεύγη βάσεων. Με τη μέθοδο της PCR έγινε επιλεκτική αντιγραφή της αλληλουχίας αυτής. Κάθε κύκλος της PCR, αντιστοιχεί σε μία αντιγραφή της αλληλουχίας και διαρκεί δύο λεπτά. Να βρείτε:

- α) πόσα αντίγραφα της αλληλουχίας αυτής υπήρχαν στο αρχικό μίγμα των μορίων DNA
- β) πόσα αντίγραφα της αλληλουχίας αυτής υπάρχουν μετά από δέκα λεπτά
- γ) πόσα νουκλεοτίδια χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των νέων αλυσίδων της αλληλουχίας αυτής κατά τη χρονική διάρκεια των 10 λεπτών

15. Η περιοριστική ενδονουκλεάση Sfol κόβει ένα πλασμίδιο σε δύο κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι περιέχει 1.898 3' - 5' φωσφοδιεστερικούς δεσμούς και 2.400 δεσμούς υδρογόνου, ενώ το δεύτερο κομμάτι περιέχει 1.400 νουκλεοτίδια, από τα οποία τα 400 έχουν ως αζωτούχα βάση την κυτοσίνη. Με δεδομένο ότι η Sfol δημιουργεί δίκλωνα άκρα στα σημεία τομής της, να βρείτε:

- α) πόσες αδενίνες, θυμίνες, γουανίνες και κυτοσίνες υπάρχουν στο πλασμίδιο
- β) πόσοι δεσμοί υδρογόνου υπάρχουν στο δεύτερο κομμάτι

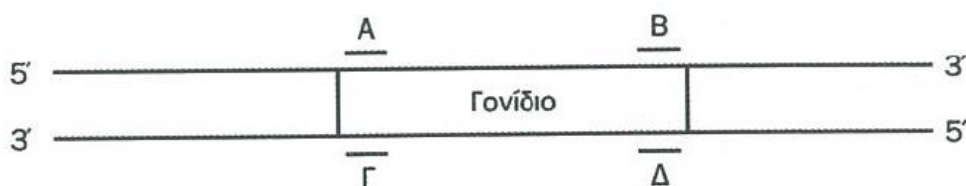
16. Δίνεται τμήμα DNA που απομονώθηκε από ανθρώπινα σωματικά κύτταρα. Το τμήμα αυτό περιέχει ένα γονίδιο που θέλετε να κλωνοποιήσετε με τη διαδικασία της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR). Κατά τη διαδικασία αυτή τοποθετούνται σε δοκιμαστικό σωλήνα το τμήμα DNA, η DNA πολυμεράση, ειδικοί εκκινητές (μικρά μονόκλωνα τμήματα DNA) για να μπορεί η DNA πολυμεράση να αρχίζει την αντιγραφή, και ελεύθερα δεοξυνουκλεοτίδια. Στη συνέχεια, ο δοκιμαστικός σωλήνας τοποθετείται στη συσκευή της PCR, για να πραγματοποιηθούν οι διαδοχικές αντιγραφές.

- α) Να βρείτε ποια από τα πρωταρχικά τμήματα Α, Β, Γ και Δ πρέπει να τοποθετήσετε στο δοκιμαστικό σωλήνα, μαζί με το τμήμα του ινιδίου χρωματίνης, έτσι ώστε να μπορέσετε να κλωνοποιήσετε το συγκεκριμένο

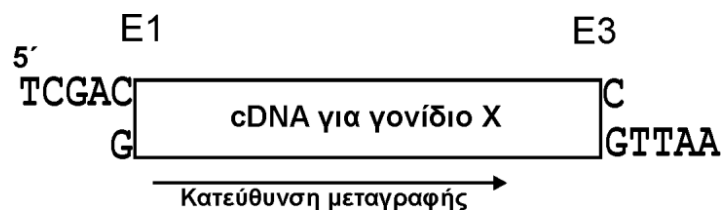
γονίδιο

β) Αν αρχικά στο δοκιμαστικό σωλήνα υπήρχαν 10 αντίγραφα του γονιδίου και κάθε κύκλος της PCR, που αντιστοιχεί σε μια διαδικασία αντιγραφής, διαρκεί 3 λεπτά, να βρείτε πόσα αντίγραφα του γονιδίου αυτού υπάρχουν μετά από 15 λεπτά

γ) Το συγκεκριμένο γονίδιο έχει δύο θέσεις αναγνώρισης από μια Π.Ε. Να βρείτε πόσα τμήματα DNA προκύπτουν μετά από τη δράση της EcoRI στο μίγμα DNA που θα προκύψει ύστερα από 45 λεπτά της διαδικασίας της PCR.



17. Έστω γονίδιο X (ασυνεχές) που κωδικοποιεί μια φαρμακευτική πρωτεΐνη η οποία εκφράζεται σε ένα ανθρώπινο κυτταρικό τύπο. Επιδιώκοντας την κλωνοποίηση του γονιδίου αυτού, συνθέτουμε το δίκλωνο cDNA του γονιδίου όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Το δίκλωνο cDNA φέρει στα άκρα του και εκτός των περιοχών του γονιδίου, θέσεις που αναγνωρίζουν δυο περιοριστικές ενδονουκλεάσες (E1 και E3), οι οποίες, όταν επιδράσουν στο δίκλωνο cDNA, αφήνουν τα μονόκλωνα άκρα που φαίνονται στην εικόνα.

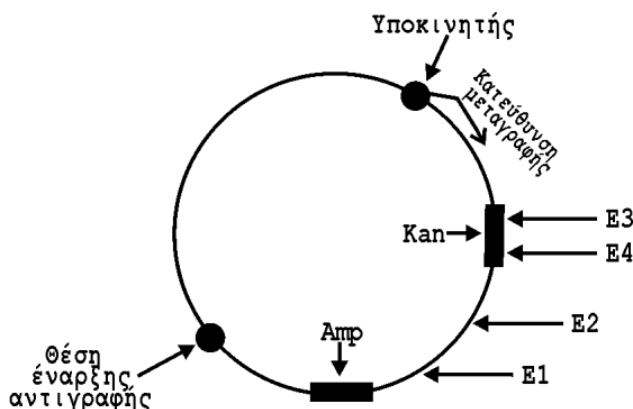


α) Ποιές είναι οι αλληλουχίες των 6 ζευγών βάσεων που αναγνωρίζει η κάθε μια από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες E1 και E3;

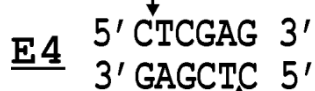
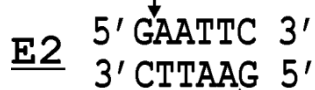
β) Ποιά από τα παρακάτω δεν υπάρχουν στο cDNA του γονιδίου X;

- υποκινητής
- εξώνια
- εσώνια
- 5' αμετάφραστη περιοχή
- 3' αμετάφραστη περιοχή.

γ) Θέλουμε να ενσωματώσουμε το cDNA του γονιδίου X στο πλασμίδιο της παρακάτω εικόνας. Το πλασμίδιο περιέχει τις θέσεις που αναγνωρίζουν οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες E1, E2, E3 και E4. Στις θέσεις Amp και Kan του πλασμιδίου βρίσκονται τα γονίδια ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά αμπικιλίνη και καναμυκίνη, αντίστοιχα.

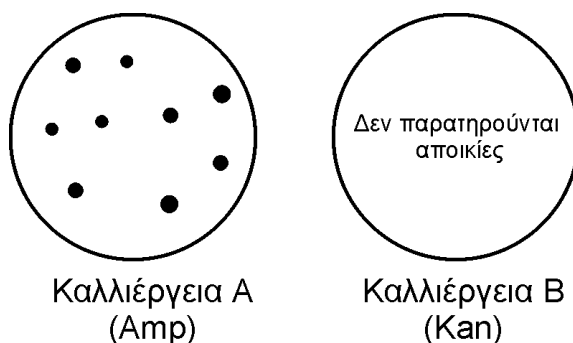


Στην ακόλουθη εικόνα απεικονίζονται οι ειδικές αλληλουχίες DNA, που αναγνωρίζονται από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες E2 και E4 και με τα βέλη υποδηλώνονται οι θέσεις που κόβονται οι αλυσίδες.



Ποιό ή ποιά ένζυμο θα χρησιμοποιήσουμε για να κόψουμε το πλασμίδιο, έτσι ώστε να ενσωματώσει το DNA της πρώτης εικόνας και να επιτύχουμε την έκφραση του από τον υποκινητή του πλασμιδίου;

δ) Στη συνέχεια της διαδικασίας κλωνοποίησης του γονιδίου, μετασχηματίζουμε κύτταρα του βακτηρίου *E. coli* (*Escherichia coli*). Τα μισά από αυτά τα κύτταρα καλλιεργούνται σε θρεπτικό υλικό που περιέχει το αντιβιοτικό αμπικιλίνη (καλλιέργεια A) και τα άλλα μισά σε θρεπτικό υλικό που περιέχει το αντιβιοτικό καναμυκίνη (καλλιέργεια B).



Να εξηγήσετε τα αποτελέσματα της ανάπτυξης των καλλιεργειών A και B όπως αυτά απεικονίζονται.

18. Το τμήμα που ακολουθεί έχει προκύψει κατόπιν επίδρασης της EcoRI.

A A T T C C G C A A A T T A A
G G C G T T T A A T T

Σημειώστε τα 5' και 3' άκρα και εξηγήστε αν είναι δυνατό το συγκεκριμένο τμήμα να κλωνοποιηθεί με τη βοήθεια πλασμιδίου, χρησιμοποιώντας τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA.