

## ΛΥΣΕΙΣ

Ζήτημα 1ο:

1. γ 2. α 3. β 4. β 5. δ

Ζήτημα 2ο:

A. α. Οι πορείες της μεταγραφής και της μετάφρασης των γονιδίων αποτελούν τη γονιδιακή έκφραση.

β. Μία καλλιέργεια ξεκινάει με την προσθήκη μικρής ποσότητας κυττάρων στο θρεπτικό υλικό, μια διαδικασία που ονομάζεται εμβολιασμός

B. ι)A. Τα πειράματα του Griffith έδειξαν ότι ένας "ειδικός παράγοντας" που υπάρχει στα παθογόνα βακτήρια μετασχηματίζει τα μη παθογόνα σε παθογόνα ακόμη και αν τα παθογόνα βακτήρια έχουν σκοτωθεί λόγω θέρμανσης.

B. Η οριστική επιβεβαίωση ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό ήλθε το 1952 με τα κλασικά πειράματα των Hershey και Chase. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο το DNA των φάγων εισέρχεται στα βακτηριακά κύτταρα και είναι ικανό να "δώσει τις απαραίτητες εντολές", για να πολλαπλασιαστούν και να παραχθούν οι νέοι φάγοι.

II) Οι Avery, Mac-Leod και McCarthy επανέλαβαν τα πειράματα του Griffith in vitro. Οι ερευνητές διαχώρισαν τα συστατικά των νεκρών λείων βακτηρίων σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, RNA, DNA κτλ. 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.

Γ. Καθορίζει το φύλο στον άνθρωπο- Χρωμόσωμα Y

Υπάρχει και στα 2 φύλα -Χρωμόσωμα X

DNA ελικάση- Βρίσκεται πριν το γονίδιο

Ιός- Γενετικό υλικό RNA

Γονίδιο- Μεταγραφή

Υποκινητής-Βρίσκεται πριν το γονίδιο

### ΖΗΤΗΜΑ 3ο:

A1.

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 νουκλεοτίδιο 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'. Συνεπώς ο προσανατολισμός είναι ως εξής:

5-'GGTGAATTCGCCCTACGGATCTGGATCCATCGAATTCGTT-3'

A2. Οι αζωτούχες βάσεις της μιας αλυσίδας συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη και αντίστροφα, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντίστροφα. Οι δύο αλυσίδες ενός μορίου DNA είναι συμπληρωματικές, και αυτό υποδηλώνει ότι η αλληλουχία της μιας καθορίζει την αλληλουχία της άλλης. Η συμπληρωματικότητα έχει τεράστια σημασία για τον αυτοδιπλασιασμό του DNA, μια ιδιότητα που το καθιστά το καταλληλότερο μόριο για τη διατήρηση και τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας. Κάθε αλυσίδα DNA μπορεί να χρησιμεύει ως καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας, ώστε τελικά να σχηματίζονται δύο δίκλινα μόρια DNA πανομοιότυπα με το μητρικό μόριο. Οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή το 3' άκρο της μίας είναι απέναντι από το 5' άκρο της άλλης.

Επομένως, προκύπτει η εξής συμπληρωματική αλυσίδα

3'-CCACTTAAGCGGGATGCCTAGACCTAGGTAGCTTAAGCAA-5'

A3. Ως δίκλινο, το μόριο έχει ως εξής:

5-'GGTGAATTCGCCCTACGGATCTGGATCCATCGAATTCGTT-3' Μεταγραφόμενη Αλυσίδα  
3'-CCACTTAAGCGGGATGCCTAGACCTAGGTAGCTTAAGCAA-5'

Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και

ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Επομένως, το RNA και η κωδική αλυσίδα ταυτίζονται σε αλληλουχία και προσανατολισμό μόνο που αντί για T έχει U. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου. Σύμφωνα με τα παραπάνω, το μόριο έχει ως εξής

5'-GGTGAATTCGCCCTACGGATCTGGATCCATCGAATTCGTT-3' Μη κωδική Αλυσίδα  
3'-CCACTTAAGCGGGATGCCTAGACCTAGGTAGCTTAAGCAA-5' Κωδική Αλυσίδα

Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια της μεταγραφόμενης αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3' όπως και η αντιγραφή. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής (ΑΛΜ), επιτρέπουν την απελευθέρωσή του.

Συνεπώς, το RNA έχει ως εξής:

5'-AACGAAUUCGAUGGAUCCAGAUCCGUAGGGCGAAUUCACC-3'

A.4 Όπως αναφέρεθηκε προηγουμένως, ο υποκινητής βρίσκεται πριν την αρχή του γονιδίου ενώ οι ΑΛΜ στο τέλος του.

Η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και δρα με κατεύθυνση 5'→3' μεταγράφοντας τη μη κωδική αλυσίδα. Άρα ο υποκινητής βρίσκεται στο 3' της μη κωδικής/ μεταγραφόμενης ενώ οι ΑΛΜ στο 5' της μη κωδικής. Επομένως, ο υποκινητής βρίσκεται αδεξιά και οι ΑΛΜ αριστερά.

B1. 1. 30 2. 30 3. 120 4. 60

B2. Είναι λάθος διότι οι γαμέτες έχουν και κυκλικά μόρια DNA στα μιτοχόνδρια.

#### Ζήτημα 4ο:

A1.

Το μιτοχονδριακό DNA στους περισσότερους οργανισμούς είναι κυκλικό μόριο. Σε ορισμένα όμως κατώτερα πρωτόζωα είναι γραμμικό.

Το μόριο έχει νουκλεοτίδια  $8 \cdot 10^4$  νουκλεοτίδια εφόσον έχει μήκος  $4 \cdot 10^4$  ζεύγη.

Εάν πρόκειται για κυκλικό μόριο DNA δεν έχει καμία ελεύθερη 3' υδροξυλομάδα, διότι κάθε νουκλεοτίδιο συνδέεται με το επόμενο και το προηγούμενό του με φωσφοδιεστερικό δεσμό. 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 (ΦΔ).

Εάν πρόκειται για δίκλωνο γραμμικό, τότε θα έχει δύο ελεύθερες υδροξυλομάδες, που θα αντιστοιχούν σε καθέναν από τους δύο κλώνους, καθώς σε κάθε κλώνο το τελευταίο νουκλεοτίδιο δεν ενώνεται με το πρώτο με ΦΔ.

A2. Αντίστοιχα, εάν είναι κυκλικό θα έχει  $8 \cdot 10^4$  ΦΔ ενώ εάν είναι δίκλωνο γραμμικό θα έχει  $80000 - 2 = 79998$  ΦΔ.

A3. Οι αζωτούχες βάσεις της μιας αλυσίδας συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη και αντίστροφα, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντίστροφα. Αναμεσα στην αδενίνη και τη θυμίνη σχηματίζονται δυο δεσμοί υδρογόνου, ενώ ανάμεσα στη γουανίνη και την κυτοσίνη σχηματίζονται τρεις δεσμοί υδρογόνου. Οι δύο αλυσίδες ενός μορίου DNA είναι συμπληρωματικές, και αυτό υποδηλώνει ότι η αλληλουχία της μιας καθορίζει την αλληλουχία της άλλης. Η συμπληρωματικότητα έχει τεράστια σημασία για τον αυτοδιπλασιασμό του DNA, μια ιδιότητα που το καθιστά το καταλληλότερο μόριο για τη διατήρηση και τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας. Κάθε αλυσίδα DNA μπορεί να χρησιμεύει ως καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας, ώστε τελικά να σχηματίζονται δύο δίκλινα μόρια DNA πανομοιότυπα με το μητρικό μόριο.

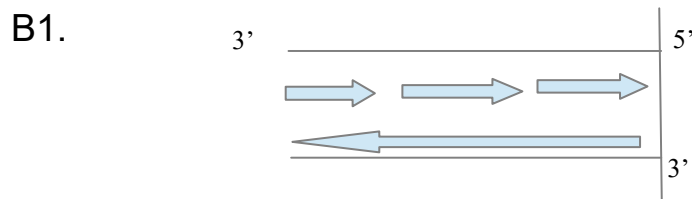
$$A_{ολ} = N_{ολ} / 4 = 80000 / 4 = 20000$$

Ισχύει ότι  $A_{ολ} = T_{ολ} = Z_{εύγη} A-T = X$

και ότι  $G_{ολ} = C_{ολ} = \text{Ζεύγη } G-C = Y$

Επομένως, Δεσμοί Υδρογονόου =  $2X + 3Y = 2 * 20000 + 3 * 20000 = 100000$  δεσμοί υδρογόνου.

Εάν πρόκειται για μόριο χλωροπλάστη, απορρίπτουμε την περίπτωση του δίκλωνου γραμμικού μορίου DNA αλλά ο αριθμός των δεσμών υδρογόνου δεν αλλάζει.



Η “πάνω μητρική αλυσίδα, αντιγράφεται με ασυνεχή τρόπο. Η “κάτω” μητρική αλυσίδα, αντιγράφεται με συνεχή τρόπο. Η αρχή του βέλους αντιστοιχεί στο 5' και το τέλος στο 3', δηλαδή ισχύει  $5' \text{-----} > 3'$ .

B2. Τα κύρια ένζυμα που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA ονομάζονται DNA πολυμεράσες. Επειδή τα ένζυμα αυτά δεν έχουν την ικανότητα να αρχίσουν την αντιγραφή, το κύτταρο έχει ένα ειδικό σύμπλοκο που αποτελείται από πολλά ένζυμα, το πριμόσωμα, το οποίο συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες, τα οποία ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα. DNA πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα.

Συνεπώς, θα συντεθούν 4 πρωταρχικά τμήματα (3 για τον κλώνο που θα επιμηκυνθεί με ασυνεχή τρόπο και 1 για τον κλώνο που θα επιμηκυνθεί με συνεχή)

Συνεπώς  $N_{ριβ} = 4 \times 4 = 16$  ριβονουκλεοτίδια.