



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΟ
ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΚΕΦΑΛΑΙΑ 1 ΚΑΙ 2

ΘΕΜΑ 1^ο

A. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

1. β
2. δ
3. α
4. γ
5. δ

B. Ερωτήσεις σωστού – λάθους

1. Λάθος
2. Σωστό
3. Σωστό
4. Σωστό
5. Λάθος

ΘΕΜΑ 2^ο

1. Παρ' ότι η χημική σύσταση και οι ιδιότητες του DNA είχαν γίνει γνωστά, δεν υπήρχε κοινά αποδεκτή πρόταση για τη δομή του DNA στο χώρο. Δεδομένα από την ανάλυση του ποσοστού των βάσεων σε μόρια DNA από διαφορετικούς οργανισμούς έδειχναν 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 κυτο-

- σίνη. Δηλαδή ισχύει $A=T$ και $G=C$. Επίσης, βρέθηκε ότι η αναλογία των βάσεων $[(A+T)/(G + C)]$ διαφέρει από είδος σε είδος και σχετίζεται με το είδος του οργανισμού. Τα αποτελέσματα αυτά σε συνδυασμό με αποτελέσματα που αφορούσαν την απεικόνιση του μορίου του DNA με χρήση ακτίνων-Χ βοήθησαν στην ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA και απέδειξαν τις μοναδικές ιδιότητές του που το καθιστούν μόριο ιδανικό ως γενετικό υλικό.
2. Το ανθρώπινο γονιδίωμα σε ένα απλοειδές κύτταρο (γαμέτη) αποτελείται από περίπου 3×10^9 ζεύγη βάσεων DNA, που είναι οργανωμένα σε 23 χρωμοσώματα. Η μελέτη των χρωμοσωμάτων είναι δυνατή μόνο σε κύτταρα τα οποία διαιρούνται. Τα κύτταρα αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από ιστούς που διαιρούνται φυσιολογικά είτε από κυτταροκαλλιέργειες, όπου γίνεται *in vitro* επαγωγή της διαίρεσης με ουσίες που έχουν μιτογόνο δράση. Τα χρωμοσώματα μελετώνται στο στάδιο της μετάφασης, όπου εμφανίζουν το μεγαλύτερο βαθμό συσπείρωσης και είναι ευδιάκριτα. Επειδή σε ένα πληθυσμό διαιρούμενων κυττάρων το ποσοστό αυτών που βρίσκονται στη μετάφαση είναι μικρό, χρησιμοποιούνται ουσίες οι οποίες σταματούν την κυτταρική διαίρεση στη φάση αυτή. Στη συνέχεια τα κύτταρα επωάζονται σε υποτονικό διάλυμα, ώστε να σπάσει η κυτταρική τους μεμβράνη, και τα χρωμοσώματά τους απλώνονται σε αντικειμενοφόρο πλάκα. Τέλος, χρωματίζονται με ειδικές χρωστικές ουσίες και παρατηρούνται στο μικροσκόπιο.
 3. Σημειώνεται ότι πολλά μόρια mRNA μπορούν να μεταγράφονται από ένα μόνο γονίδιο. Πολλά ριβοσώματα μπορούν να μεταφράζουν ταυτόχρονα ένα mRNA, το καθένα σε διαφορετικό σημείο κατά μήκος του μορίου. Αμέσως μόλις το ριβόσωμα έχει μεταφράσει τα πρώτα κωδικόνια, η θέση έναρξης του mRNA είναι ελεύθερη για την πρόσδεση ενός άλλου ριβοσώματος. Το σύμπλεγμα των ριβοσωμάτων με mRNA ονομάζεται πολύσωμα. Έτσι, η πρωτεϊνοσύνθεση είναι μια «οικονομική διαδικασία». Ένα κύτταρο μπορεί να παραγάγει μεγάλα ποσά μιας πρωτεΐνης από ένα ή από δύο αντίγραφα ενός γονιδίου.
 4. Για αρκετό καιρό οι ερευνητές πίστευαν ότι όλη η ροή της γενετικής πληροφορίας γινόταν προς τη μία μόνο κατεύθυνση, δηλαδή ότι το DNA μετα-

γραφόταν σε RNA. Σήμερα είναι γνωστό ότι μερικοί ιοί έχουν RNA ως γενετικό υλικό. Ένα ένζυμο που υπάρχει στους ίδιους τους ιούς, η αντίστροφη μεταγραφάση, χρησιμοποιεί ως καλούπι το RNA, για να συνθέσει DNA. Επιπλέον, σε ορισμένους ιούς το RNA έχει την ικανότητα να αυτοδιπλασιάζεται.

5. Στο επίπεδο μετά τη μεταγραφή: Περιλαμβάνονται οι μηχανισμοί με τους οποίους γίνεται η ωρίμανση του πρόδρομου mRNA και καθορίζεται η ταχύτητα με την οποία το ώριμο mRNA αφήνει τον πυρήνα και εισέρχεται στο κυτταρόπλασμα.

Στο επίπεδο της μετάφρασης: Ο χρόνος που «ζουν» τα μόρια mRNA στο κυτταρόπλασμα δεν είναι ο ίδιος για όλα τα είδη RNA, επειδή μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αποικοδομούνται. Επίσης, ποικίλλει και η ικανότητα πρόσδεσης του mRNA στα ριβοσώματα.

ΘΕΜΑ 3^ο

1. i. DNA στο ζυγωτό του άνδρα υπάρχει στον πυρήνα και στα μιτοχόνδρια.

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 και ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες. 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. Το Y χρωμόσωμα είναι μικρότερο σε μέγεθος από το X.

Επιπλέον, το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.

Άρα, στο ζυγωτό του άνδρα η ποσότητα του DNA που προέρχεται από το ωάριο είναι μεγαλύτερη σε σχέση με εκείνη που προέρχεται από το σπερματοζάριο, αφού αφενός μεν το χρωμόσωμα X (που προέρχεται από το ωάριο) είναι μεγαλύτερο από το Y (που προέρχεται από το σπερματοζάριο), αφετέρου δε το μιτοχονδριακό DNA προέρχεται αποκλειστικά από το ωάριο.

- ii. Το ανθρώπινο γονιδίωμα σε ένα απλοειδές κύτταρο (γαμέτη) αποτελείται από περίπου 3×10^9 ζεύγη βάσεων DNA, που είναι οργανωμένα σε 23 χρωμοσώματα. Οι γαμέτες των ανώτερων οργανισμών, που είναι απλοειδείς, περιέχουν τη μισή ποσότητα DNA από τα σωματικά κύτταρα, που είναι διπλοειδή. Επομένως, στο ζυγωτό, που είναι διπλοειδές κύτταρο, υπάρχουν 6×10^9 ζεύγη βάσεων ή 12×10^9 βάσεις. Τα κύρια ένζυμα που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA ονομάζονται DNA πολυμεράσες. Οι DNA πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA. Τα νέα μόρια DNA αρχίζουν να σχηματίζονται, καθώς δημιουργούνται δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των συμπληρωματικών αζωτούχων βάσεων των δεοξυριβονουκλεοτιδίων. Ταυτόχρονα DNA πολυμεράσες απομακρύνουν τα πρωταρχικά τμήματα RNA και τα αντικαθιστούν με τμήματα DNA. Έτσι, τα νέα νουκλεοτίδια που προστίθενται από τις DNA πολυμεράσες κατά την αντιγραφή είναι ίσα με τα ήδη υπάρχοντα, δηλαδή 12×10^9 .
2. α. Στο οπερόνιο της τρυπτοφάνης υπάρχουν 6 κωδικόνια έναρξης της μετάφρασης.
 β. Στο οπερόνιο της τρυπτοφάνης υπάρχουν 2 αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής.
 γ. Όταν το βακτήριο βρίσκεται σε θρεπτικό υλικό που περιέχει τρυπτοφάνη από το οπερόνιο της τρυπτοφάνης προκύπτει 1 μόριο mRNA.
 δ. Όταν το βακτήριο βρίσκεται σε θρεπτικό υλικό που δεν περιέχει τρυπτοφάνη από το οπερόνιο της τρυπτοφάνης προκύπτουν 6 πολυπεπτιδικές αλυσίδες.
3. Κάθε φυσιολογικό μεταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες, οι οποίες συγκρατούνται στο κεντρομερίδιο. Το κεντρομερίδιο «διαιρεί» κάθε χρωματίδα σε δύο βραχίονες, ένα μεγάλο και ένα μικρό. Τα μεταφασικά χρωμοσώματα ενός κυττάρου διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μέγεθος και ως προς τη θέση του κεντρομεριδίου. Τα χρωμοσώματα ταξινομούνται σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος. Η απεικόνιση αυτή αποτε-

λεί τον καρυότυπο. Στον καρυότυπο του ποντικού (*Mus musculus*) υπάρχουν 160 βραχίονες. Επομένως, υπάρχουν 80 αδελφές χρωματίδες και 40 μεταφασικά (διπλασιασμένα) χρωμοσώματα.

Κατά τη μεσόφαση το γενετικό υλικό έχει μικρό βαθμό συσπείρωσης και σχηματίζει δίκτυο ινιδίων χρωματίνης. Κατά συνέπεια τα ινίδια χρωματίνης δεν είναι ορατά ως μεμονωμένες δομές με το οπτικό μικροσκόπιο. Με το τέλος της αντιγραφής κάθε ινίδιο χρωματίνης έχει διπλασιαστεί. Τα δύο αντίγραφα κάθε ινιδίου συνδέονται μεταξύ τους με μία δομή που ονομάζεται κεντρομερίδιο. Ο όρος αδελφές χρωματίδες χρησιμοποιείται για να περιγράψει 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 μέγιστο βαθμό συσπείρωσης. Κατά συνέπεια τα 40 μεταφασικά διπλασιασμένα χρωμοσώματα που υπάρχουν στον καρυότυπο του ποντικού, έχουν προκύψει από την αντιγραφή 40 ινιδίων χρωματίνης (μη διπλασιασμένα χρωμοσώματα) που υπάρχουν στο μεσοφασικό πυρήνα των σωματικών κυττάρων του ποντικού.

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 και ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες. 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 Χ χρωμοσώματα, ενώ στα αρσενικά από ένα Χ και ένα Υ χρωμόσωμα. Το Υ χρωμόσωμα είναι μικρότερο σε μέγεθος από το Χ. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται φυλετικά και σε πολλούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, καθορίζουν το φύλο. Επειδή το φύλο στον ποντικό καθορίζεται όπως και στον άνθρωπο, τα 40 χρωμοσώματα ενός σωματικού κυττάρου του ποντικού σχηματίζουν 20 ζεύγη χρωμοσωμάτων. Αυτά διακρίνονται σε 19 ζεύγη αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων και 1 ζεύγος φυλετικών χρωμοσωμάτων.

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

σε ένα ωάριο (γαμέτης) του ποντικού υπάρχουν 19 αυτοσωμικά και 1 φυλετικό χρωμόσωμα.

ΘΕΜΑ 4^ο

1. i. Ο γενετικός κώδικας είναι ένας κώδικας αντιστοίχισης των κωδικονίων του mRNA με αμινοξέα στην πολυπεπτιδική αλυσίδα. Σύμφωνα με αυτόν η μετάφραση όλων των mRNA αρχίζει από το κωδικόνιο έναρξης 5' AUG^{3'} και τελειώνει σε ένα από τα τρία κωδικόνια λήξης 5' UAG^{3'}, 5' UGA^{3'} ή 5' UAA^{3'}. Επιπλέον, ο γενετικός κώδικας είναι:

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

Με βάση τα παραπάνω το πεπτίδιο της άσκησης

H₂N- μεθειονίνη - αλανίνη - γλουταμίνη - γλουταμινικό οξύ - αργινίνη - γλυκίνη -COOH

προέκυψε από τη μετάφραση ενός mRNA που έχει τα εξής κωδικόνια:

5'... AUG-GCG-CAA-GAA-CGC-GGG...3'

Η μεταγραφή ενός γονιδίου γίνεται με προσανατολισμό 5' → 3'. Κατά τη μεταγραφή ενός γονιδίου, το μόριο mRNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μια αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Επομένως, αφού η μη κωδική αλυσίδα είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη τόσο με το mRNA όσο και με την κωδική αλυσίδα του DNA, το mRNA και η κωδική αλυσίδα έχουν την ίδια αλληλουχία βάσεων, με τη μόνη διαφορά ότι όπου υπάρχει ουρακίλη στο mRNA, υπάρχει θυμίνη στην κωδική αλυσίδα. Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Έτσι, για παράδειγμα, το κωδικόνιο έναρξης AUG αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου ATG

κ.ο.κ. Έτσι, η κωδική αλυσίδα του γονιδίου θα πρέπει να περιέχει τα κωδικόνια:

5'... ATG-GCG-CAA-GAA-CGC-GGG...3'

Για να βρεθεί η κωδική αλυσίδα του DNA ψάχνουμε και στις δυο αλυσίδες του γονιδίου, και προς τις δύο κατευθύνσεις, τα παραπάνω κωδικόνια. Τα κωδικόνια αυτά υπάρχουν μόνο στην επάνω αλυσίδα, όπως διαβάζεται από δεξιά προς τα αριστερά, όχι όμως συνεχόμενα αλλά σε δύο τμήματα, ανάμεσα στα οποία παρεμβάλλεται μια περιοχή που αποτελείται από δέκα νουκλεοτίδια. Επιπλέον, στην επάνω αλυσίδα του γονιδίου, αμέσως μετά το κωδικόνιο 5'GGG3' που κωδικοποιεί το τελευταίο αμινοξύ, υπάρχει το κωδικόνιο 5'TAA3', που αντιστοιχεί στο κωδικόνιο λήξης της μετάφρασης 5'UAA3'. Επομένως πρόκειται για ασυνεχές γονίδιο που αποτελείται από δύο εξώνια, ανάμεσα στα οποία παρεμβάλλεται ένα εσώνιο. Η επάνω αλυσίδα του γονιδίου είναι η κωδική και η κάτω είναι η μη κωδική.

ii. Κατά τη μεταγραφή ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA, της μη κωδικής, 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. Επομένως, η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα που προκύπτει από τη μεταγραφή του γονιδίου της άσκησης είναι το πρόδρομο mRNA και έχει την παρακάτω αλληλουχία βάσεων:

CCAGAATGGGCGCAAGCAATGGTTACAACGCGGTAGCCATCC
GGTCTTACCCGCGTTCGTTACCAATGTTGCGCCATCGGTAGG

5' CCUACCG**AUG**GCGCAACAUUGGUAACGAACGCGGG**UAAGACC** 3'

iii. Κατά την έναρξη της μετάφρασης το mRNA προσδένεται, μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραστη περιοχή του, με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος, σύμφωνα με τους κανόνες της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Η 5' αμετάφραστη περιοχή

του mRNA της προηγούμενης ερώτησης είναι η 5' CCUACCG 3'. Επομένως, η περιοχή του rRNA με την οποία συνδέεται είναι η 3' GGAUGGC 5'. Κατά τη μεταγραφή ενός γονιδίου, το μόριο mRNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο προς τη μια αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Επομένως, η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου του rRNA θα πρέπει να περιέχει την αλληλουχία 5' CCTACCG 3'. Η αλληλουχία αυτή υπάρχει στην επάνω αλυσίδα του γονιδίου. Έτσι, η επάνω αλυσίδα είναι η μη κωδική και η κάτω είναι η κωδική.

Η RNA πολυμεράση προσδένεται σε ειδικές περιοχές του DNA, που ονομάζονται υποκινητές, με τη βοήθεια πρωτεϊνών που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Οι υποκινητές και οι μεταγραφικοί παράγοντες αποτελούν τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής του DNA και επιτρέπουν στην RNA πολυμεράση να αρχίσει σωστά τη μεταγραφή. Οι υποκινητές βρίσκονται πάντοτε πριν από την αρχή κάθε γονιδίου. Με δεδομένο ότι το mRNA δημιουργείται από το 5' προς το 3' άκρο, η RNA πολυμεράση διαβάζει τη μη κωδική αλυσίδα από το 3' προς το 5' άκρο της. Επομένως, ο υποκινητής βρίσκεται στην πλευρά που είναι το 3' άκρο της μη κωδικής αλυσίδας. Έτσι στο συγκεκριμένο γονίδιο βρίσκεται στην αριστερή πλευρά του.

EXTRA ΘΕΜΑ

1. i. 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.

Σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μια αλυσίδα και ασυνεχής στην άλλη. Στην αλυσίδα της άσκησης έχουν σχηματιστεί δύο πρωταρχικά τμήματα. Επομένως, η αλυσίδα αυτή αντιγράφεται με ασυνεχή τρόπο.

ii. Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Έτσι, λέμε ότι αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' προς 3'. Κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα θα έχει προσανατολισμό 5'→3'. Έτσι, σε κάθε διπλή έλικα που παράγεται οι δύο αλυσίδες θα είναι αντιπαράλληλες.

Στη νεοσυντιθέμενη αλυσίδα της άσκησης, DNA πολυμεράσες έχουν ήδη επιμηκύνει το πρωταρχικό τμήμα που βρίσκεται αριστερά (UCGAU), προσθέτοντας νουκλεοτίδια στην αριστερή πλευρά του. Επομένως, εκεί βρίσκεται το 3' ελεύθερο άκρο.

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.

Οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή το 3' άκρο της μίας είναι απέναντι από το 5' άκρο της άλλης. Με βάση τα παραπάνω, τα άκρα των αλυσίδων στο στιγμιότυπο της άσκησης έχουν ως εξής:

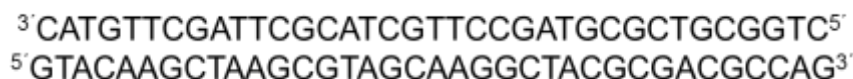


Το κενό που βρίσκεται ανάμεσα στα δύο πρωταρχικά τμήματα της νέας αλυσίδας θα συμπληρωθεί από τη DNA πολυμεράση που θα προσδεθεί στο 3' άκρο του πρωταρχικού τμήματος που βρίσκεται δεξιά. Επομένως, το επόμενο νουκλεοτίδιο που θα προστεθεί στη νεοσυντιθέμενη αλυσίδα είναι το νουκλεοτίδιο της αδενίνης. Αυτό θα συνδεθεί με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό με το νουκλεοτίδιο της ουρακίλης που βρίσκεται στο 3' άκρο του πρωταρχικού τμήματος που βρίσκεται στα δεξιά της εικόνας.

iii. Τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια ενός ενζύμου, που ονομάζεται DNA δεσμάση. Το ίδιο ένζυμο συνδέει και όλα τα κομμάτια που προκύπτουν από τις διάφορες θέσεις έναρξης αντιγραφής. Η DNA δεσμάση δρα αφού η DNA πολυμεράση αντικαταστήσει τα πρωταρχικά τμήματα RNA με DNA. Στη νεοσυντιθέμενη αλυσίδα της

άσκησης, η DNA δεσμάση θα δράσει δύο φορές για να ενώσει με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό τα νουκλεοτίδια 6 και 5 (και τα δύο είναι νουκλεοτίδια με θυμίνη) καθώς και τα νουκλεοτίδια 25 (νουκλεοτίδιο με θυμίνη) και 24 (νουκλεοτίδιο με αδενίνη), όπως μετράμε από τα αριστερά.

iv.



2. Οι Watson και Crick φαντάστηκαν μια διπλή έλικα η οποία ξετυλίγεται και κάθε αλυσίδα λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας νέας συμπληρωματικής αλυσίδας. Έτσι τα δύο θυγατρικά μόρια που προκύπτουν είναι πανομοιότυπα με το μητρικό και καθένα αποτελείται από μία παλιά και μία καινούρια αλυσίδα. Ο μηχανισμός αυτός ονομάστηκε ημισυντηρητικός. Η αντιγραφή του DNA πραγματοποιείται λίγο πριν το τέλος της μεσόφασης. Το μιϊκό κύτταρο της άσκησης αντέγραψε το DNA του σε μη ραδιενεργό περιβάλλον και στη συνέχεια μεταφέρθηκε στο ραδιενεργό περιβάλλον όταν βρίσκονταν στο στάδιο της μετάφασης. Επομένως, τα δύο νέα κύτταρα δεν θα περιέχουν ραδιενεργό DNA.