

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ
ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΣΠΕΡΙΝΑ 2016

ΘΕΜΑ Α

A1 → β, **A2** → γ, **A3** → γ, **A4** → δ, **A5** → δ

ΘΕΜΑ Β

B1: pTi Βιοτεχνολογία φυτών κεφ. 9°.

Το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*, το οποίο ζει στο έδαφος, διαθέτει τη φυσική ικανότητα να μολύνει φυτικά κύτταρα μεταφέροντας σ' αυτά ένα πλασμίδιο που ονομάζεται Ti (Ti = tumor inducing factor). Το **πλασμίδιο Ti** ενσωματώνεται στο γενετικό υλικό των φυτικών κυττάρων, και δημιουργεί εξογκώματα (όγκους) στο σώμα των φυτών. Οι ερευνητές, αφού απομόνωσαν το πλασμίδιο από το βακτήριο, κατόρθωσαν να απενεργοποιήσουν τα γονίδια που δημιουργούν τους όγκους τοποθετώντας στο πλασμίδιο το γονίδιο που θα προσδώσει στο φυτό μία επιθυμητή ιδιότητα. Το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο εισάγεται σε φυτικά κύτταρα που αναπτύσσονται σε ειδικές καλλιέργειες στο εργαστήριο.

B2: Απόσπασμα θερμοκρασίας κεφ. 7°.

Η **θερμοκρασία** είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται άριστα σε θερμοκρασία 20-45°C. Για παράδειγμα, η *Escherichia coli*, που χρησιμοποιείται σε πειράματα Μοριακής Βιολογίας, αναπτύσσεται άριστα σε θερμοκρασία 37°C. Υπάρχουν όμως ορισμένοι που για την ανάπτυξή τους απαιτούν θερμοκρασία μεγαλύτερη από 45°C, όπως αυτοί που αναπτύσσονται κοντά σε θερμοπηγές, και άλλοι που αναπτύσσονται σε θερμοκρασία μικρότερη των 20°C.

B3:

α. Γλωσσάρι, τέλος βιβλίου

Μετασχηματισμός: Η γενετική αλλαγή των ιδιοτήτων ενός βακτηριακού κυττάρου μετά από εισαγωγή DNA στο γονιδίωμά του.

β. Γλωσσάρι, τέλος βιβλίου

DNA βιβλιοθήκη: Συλλογή κλωνοποιημένων τμημάτων DNA που είτε αντιπροσωπεύουν ολόκληρο το γονιδίωμα (γονιδιωματική βιβλιοθήκη).

γ. Γλωσσάρι, τέλος βιβλίου

Φορέας κλωνοποίησης: Γενετικό στοιχείο, κυρίως βακτηριοφάγος ή πλασμίδιο, το οποίο χρησιμοποιείται για να μεταφέρει ένα κομμάτι DNA σε ένα κύτταρο δέκτη με σκοπό την κλωνοποίηση γονιδίων.

B4:**α.** Σ**β.** Λ**γ.** Λ**δ.** Λ**ε.** Σ**ΘΕΜΑ Γ****Γ1:** Η σωστή απάντηση είναι **το δ**.

Αιτιολόγηση:

Το γενετικό υλικό ενός κυττάρου αποτελεί το **γονιδίωμά** του. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε ένα μόνο αντίγραφο, όπως είναι τα προκαρυωτικά κύτταρα και οι γαμέτες των διπλοειδών οργανισμών, ονομάζονται **απλοειδή**. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε δύο αντίγραφα, όπως είναι τα σωματικά κύτταρα των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών, ονομάζονται **διπλοειδή**. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα το γενετικό υλικό κατανέμεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες.

Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν DNA. 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.

Συνήθως όμως ο όρος γονιδίωμα αναφέρεται στο γενετικό υλικό που βρίσκεται στον πυρήνα.

Γ2:

Γνωρίζουμε ότι, ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων είναι ιδιαίτερο χαρακτηριστικό κάθε είδους. Το ένα χρωμόσωμα κάθε ζεύγους ομολόγων είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης και ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες.

Από τα n ζεύγη τα $n-1$ στα θηλαστικά, όπως το κουνέλι, είναι μορφολογικά ίδια στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα και ονομάζονται αυτοσωμικά χρωμοσώματα. Το τελευταίο 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.** Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται φυλετικά και σε πολλούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, καθορίζουν το φύλο. Στον άνθρωπο η παρουσία του Y χρωμοσώματος καθορίζει το αρσενικό άτομο, ενώ η απουσία του το θηλυκό άτομο.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, το συνολικό μήκος του DNA όλων των φυσιολογικών γαμετών ενός αρσενικού κουνελιού δεν θα είναι το ίδιο με το μήκος του συνολικού DNA των γαμετών ενός θηλυκού κουνελιού. Μόνο οι μισοί από τους γαμέτες του αρσενικού (αυτοί που περιέχουν το X φυλετικό χρωμόσωμα) θα έχουν το ίδιο μήκος DNA με τους γαμέτες του θηλυκού κουνελιού. Οι άλλοι μισοί γαμέτες του αρσενικού (αυτοί που θα έχουν το Y φυλετικό χρωμόσωμα) θα έχουν μικρότερο μήκος DNA από τους γαμέτες του θηλυκού κουνελιού, αφού **το Y χρωμόσωμα είναι μικρότερο σε μέγεθος από το X.**

Βεβαίως δεν λαμβάνουμε υπόψη μας το μιτοχονδριακό DNA.

Γ3:

ι) Η αλληλουχία των βάσεων της ΚΩΔΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ των 2 γονιδίων που αντιστοιχούν στις 5' αμετάφραστες περιοχές* των μορίων mRNA που προκύπτουν από τη μεταγραφή τους:

Γονίδιο 1° (πάνω κωδική): 5' AM*: 5' GGTCTTACGACC 3'

Γονίδιο 2° (κάτω κωδική): 5' AM: 5' ATACGTTACC 3'

Αιτιολόγηση: Τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι:

1. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.
2. Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.
3. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.
4. Ο γενετικός κώδικας είναι σχεδόν καθολικός. Όλοι οι οργανισμοί έχουν τον ίδιο γενετικό κώδικα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το mRNA από οποιονδήποτε οργανισμό μπορεί να μεταφραστεί σε εκχυλίσματα φυτικών, ζωικών ή βακτηριακών κυττάρων *in vitro* και να παραγάγει την ίδια πρωτεΐνη.
5. Ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται ως εκφυλισμένος. Με εξαίρεση δύο αμινοξέα (μεθειονίνη και τρυπτοφάνη) τα υπόλοιπα 18 κωδικοποιούνται από δύο μέχρι και έξι διαφορετικά κωδικόνια. Τα κωδικόνια που κωδικοποιούν το ίδιο αμινοξύ ονομάζονται συνώνυμα.
6. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το AUG και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα UAG, UGA και UAA. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

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. Το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης.

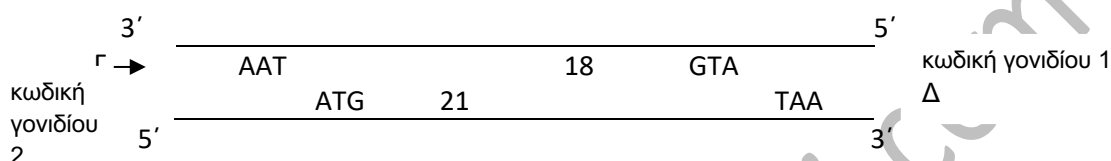
Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδείνη 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, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του.

Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.

Αυτό, παρ' ότι αποτελείται αποκλειστικά από εξώνια, έχει δύο περιοχές που δε μεταφράζονται σε αμινοξέα. Η μία βρίσκεται στο 5' άκρο και η άλλη στο 3' άκρο. Οι αλληλουχίες αυτές ονομάζονται 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές, αντίστοιχα.

Άρα ορίζουμε ως γονίδιο 1 αυτό που έχει κωδική την πάνω αλυσίδα του DNA του γονιδίου, σε αυτό το κωδικόνιο έναρξης $5' \text{ATG} 3'$ εντοπίζεται στο $14^\circ - 15^\circ - 16^\circ$ νουκλεοτίδιο διαβάζοντας τον πάνω κλώνο από δεξιά προς τα αριστερά και λήξης $5' \text{TAA} 3'$ μετά από 18 (3 x 6) νουκλεοτίδια.

Στο γονίδιο 2°, ορίζουμε αυτό που έχει κωδική αλυσίδα την κάτω, εντοπίζουμε $5' \text{ATG} 3'$ διαβάζοντας τον κάτω κλώνο από αριστερά προς τα δεξιά στο $11^\circ - 12^\circ - 13^\circ$ νουκλεοτίδιο και μετά από 21 νουκλεοτίδια (3 x 7) εντοπίζουμε το κωδικόνιο λήξης $5' \text{TAA}_3$. Άρα το δοθέν τμήμα DNA που περιέχει τα 2 γονίδια έχει τον εξής προσανατολισμό:



ii) Η RNA πολυμεράση θα συνδεθεί στη θέση Δ (Υποκινητής Δ του 1^{ου} γονιδίου) όταν μεταγραφεί το γονίδιο 1.

Η RNA πολυμεράση θα συνδεθεί στη θέση Γ (Υποκινητής Γ του 2^{ου} γονιδίου) όταν μεταγραφεί το γονίδιο 2.

Αιτιολόγηση: 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.

όμοια με 2016 επαναληπτικά

Γ4: 1 → γ, 2 → α, 3 → β.

Αιτιολόγηση: Απόσπασμα για O₂ από κεφ. 7°.

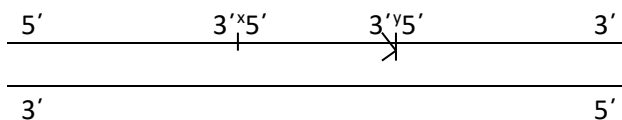
Η **παρουσία ή απουσία O₂** μπορεί να βοηθήσει ή να αναστείλει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Υπάρχουν μικροοργανισμοί που για την ανάπτυξή τους απαιτούν υψηλή συγκέντρωση O₂ (**υποχρεωτικά αερόβιοι**) όπως τα βακτήρια του γένους *Mycobacterium*. Άλλοι μικροοργανισμοί, όπως οι μύκητες που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία, ανήκουν στην κατηγορία των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται παρουσία O₂ με ταχύτερο ρυθμό απ' ό,τι απουσία O₂ (**προαιρετικά αερόβιοι**). Τέλος, υπάρχουν μικροοργανισμοί όπως βακτήρια του γένους *Clostridium* για τους οποίους το O₂ είναι τοξικό (**υποχρεωτικά αναερόβιοι**).

ΘΕΜΑ Δ

Δ₁: Ένζυμο I = DNA πολυμεράση

Ένζυμο II = DNA δεσμάση

Τα άκρα 5' και 3' των δύο αλυσίδων του δοθέντος τμήματος DNA είναι:



Εξήγηση: Το *E.coli* είναι βακτήριο και συνεπώς το γενετικό υλικό του τόσο το κυρίως μόριο, όσο και κάποιο πλασμίδιο του, είναι ένα κυκλικό μόριο DNA. Όμως ένα τμήμα αυτού του DNA του είτε του χρωμοσωμικού του είτε του πλασμιδίου του είναι γραμμικό.

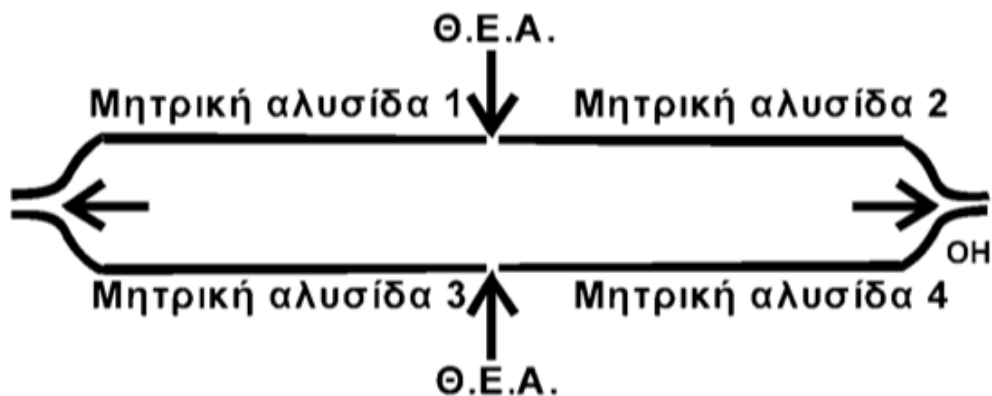
Μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση πολλών νουκλεοτιδίων με ομοιοπολικό δεσμό. Ο δεσμός αυτός δημιουργείται μεταξύ του υδροξυλίου του 3' άνθρακα της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου. Ο δεσμός αυτός ονομάζεται 3'-5' φωσφοδιεστερικός δεσμός. 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 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'.

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

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. Για να ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μια αλυσίδα και ασυνεχής στην άλλη. Τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια ενός ενζύμου, που ονομάζεται DNA δεσμάση.

Τα λάθη που δεν επιδιορθώνονται από τις DNA πολυμεράσες, επιδιορθώνονται σε μεγάλο ποσοστό από ειδικά επιδιορθωτικά ένζυμα.

Δ₂: θέση τοποθέτησης του πρωταρχικού τμήματος 5' GCUGUAA₃: Μητρική αλυσίδα 2 διπλά στη ΘΕΑ



θέση τοποθέτησης του πρωταρχικού τμήματος $5' \text{GCUGUAA}_3$: Μητρική αλυσίδα 3 διπλά στη ΘΕΑ

Αιτιολόγηση: 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. 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 νουκλεοτίδιο της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του. Για το λόγο αυτό αναφέρεται ότι ο προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι $5' \rightarrow 3'$.

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

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, 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. DNA πολυμεράσες επιδιορθώνουν επίσης λάθη που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αντιγραφής. Μπορούν, δηλαδή, να «βλέπουν» και να απομακρύνουν νουκλεοτίδιο που οι ίδιες τοποθετούν, κατά παράβαση του κανόνα της συμπληρωματικότητας, και να τοποθετούν τα σωστά. Ταυτόχρονα DNA πολυμεράσες απομακρύνουν τα πρωταρχικά τμήματα RNA και τα αντικαθιστούν με τμήματα DNA.

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. Για να ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μια αλυσίδα και ασυνεχής στην άλλη. Τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια ενός ενζύμου, που ονομάζεται DNA δεσμάση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο κλώνος που συντίθεται συνεχώς στην παραπάνω θηλιά αντιγραφής είναι ο μητρικός κλώνος 3 (Μ.Α. 3) και ο μητρικός κλώνος 2 (Μ.Α. 2). Το πρωταρχικό τμήμα τοποθετείται με το 5' άκρο του προς τη ΘΕΑ ώστε να είναι αντιπαράλληλο με το 3' άκρο του μητρικού κλώνου 3 και 2 που βρίσκεται και αυτό προς τη ΘΕΑ.

Δ3: Σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί για τη δημιουργία φωσφοδιεστερικών δεσμών μεταξύ νουκλεοτιδίων σε προηγούμενα ερωτήματα, σε κάθε φωσφοδιεστερικό δεσμό (Ρ-δεσμό) συμμετέχει ένα -OH⁻ αυτό που ανήκει στο πρώτο νουκλεοτίδιο μεταξύ δύο νουκλεοτιδίων που συνδέονται και το OH⁻ βρίσκεται συνδεδεμένο με το 3' άνθρακα της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου που συμμετέχει στο φωσφοδιεστερικό δεσμό.

Στο δοθέν πρωταρχικό τμήμα 5'GCUGUAA3' συμμετέχουν 6-OH υδροξύλια στη δημιουργία 6 φωσφοδιεστερικών δεσμών που συγκροτούν τα ριβονουκλεοτίδια που το αποτελούν.

Ωστόσο αυτό το πρωταρχικό τμήμα είναι δυνατό να επιμηκυνθεί από την DNA πολυμεράση κατά την αντιγραφή του DNA οπότε θα δημιουργηθεί φωσφοδιεστερικός δεσμός μεταξύ του -OH του τελευταίου νουκλεοτιδίου του πρωταρχικού τμήματος (Α) και του πρώτου δεοξυριβονουκλεοτιδίου που θα τοποθετήσει κατά την επιμήκυνση η DNA πολυμεράση. Άρα σε αυτή την περίπτωση 7-OH του πρωταρχικού τμήματος μπορούν να συμμετέχουν στη δημιουργία φωσφοδιεστερικού δεσμού.

Δ4: Με βάση τα όσα έχουν ήδη αναφερθεί για τον προσδιορισμό της κωδικής αλυσίδας ενός γονιδίου που κωδικοποιεί για κάποιο πεπτίδιο, εδώ μήκους 8 αμινοξέων, μπορούμε να προσδιορίσουμε ότι **η κωδική αλυσίδα του δοθέντος γονιδίου είναι η κάτω** καθώς σε αυτή βρίσκουμε διαβάζοντας από αριστερά προς τα δεξιά μετά από 7 νουκλεοτίδια κωδικόνιο έναρξης 5'ATG_{3'}, και μετά από 21 νουκλεοτίδια (3 x 7) από το κωδικόνιο έναρξης βρίσκουμε κωδικόνιο λήξης 5'TAA_{3'}.

CTTGATTATGGATGAGCCTGTAAACTGGCGCTAACATGGT

5'

έναρξη

λήξη

3'