Νέο Φροντιστήριο

Τράπεζα Θεμάτων Γ Λυκείου

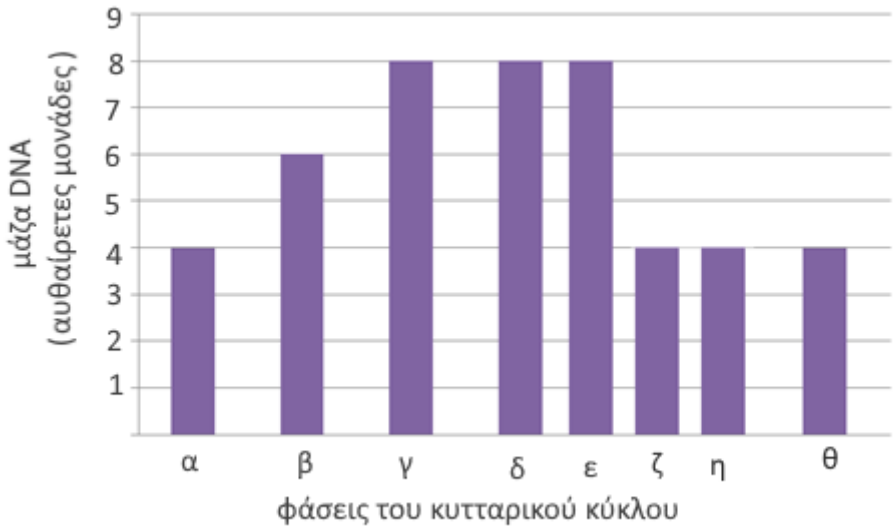
Βιολογία

Κεφάλαιο: 2 Αντιγραφή, έκφραση και ρύθμιση της γενετικής πληροφορίας

Θέμα 4

ΘΕΜΑ 4

4.1 Το παρακάτω ραβδόγραμμα απεικονίζει τη μάζα του DNA που φέρει ένα από τα χρωμοσώματα σωματικού κυττάρου ενός διπλοειδούς οργανισμού κατά τις διαδοχικές φάσεις ενός κυτταρικού κύκλου (στήλες α έως η, τέσσερις από τις οποίες αναφέρονται σε διαδοχικά στάδια της μίτωσης). Η στήλη θ απεικονίζει τη μάζα DNA του χρωμοσώματος σε θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει μετά τη μίτωση του αρχικού σωματικού κυττάρου.



α. Να περιγράψετε τα γεγονότα που χαρακτηρίζουν τις στήλες α έως γ (μονάδες 4) και να αιτιολογήσετε τη μάζα DNA που απεικονίζεται στη στήλη β (μονάδες 2).

β. Να εξηγήσετε ποιες από τις στήλες α έως η αναφέρονται σε στάδια της μίτωσης και να τα ονομάσετε (μονάδες 4). Να προσδιορίσετε τη μάζα DNA του αναφερόμενου χρωμοσώματος σε γαμέτη του συγκεκριμένου οργανισμού (μονάδες 2).

Μονάδες 12

4.2 Κατά την έναρξη της μετάφρασης των mRNA ενός κυττάρου, η μικρή ριβοσωμική υπομονάδα του ριβοσώματος συνδέεται με το mRNA και αμέσως μετά προσδένεται το πρώτο tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ μεθειονίνη. Παρακάτω δίνονται δύο δίκλωνες αλληλουχίες DNA. Η αλληλουχία Α περιλαμβάνει ένα μικρό συνεχές γονίδιο που κωδικοποιεί ένα τετραπεπτίδιο, ενώ η αλληλουχία Β αποτελεί τμήμα του γονιδίου που κωδικοποιεί το rRNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος που παίρνει μέρος στη μετάφραση της του mRNA που μεταγράφεται από το τμήμα με αλληλουχία Α.

νέο φροντιστήριο

Αλληλουχία Α

A C G T C G T G T A C G C A A G C T G T A C T C G A

T G C A G C A C A T G C G T T C G A C A T G A G C T

Αλληλουχία Β

Αλυσίδα Ι 5΄ T G C A G C A C A T 3΄

Αλυσίδα ΙΙ 3΄ A C G T C G T G T A 5΄

α. Να εξηγήσετε ποια αλυσίδα της αλληλουχίας Α, η πάνω ή η κάτω, είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου (μονάδες 4).

β. Να γράψετε την αλληλουχία του mRNA που παράγεται από τη μεταγραφή της αλληλουχίας Α (μονάδες 3) και να γράψετε την 5΄αμετάφραστη περιοχή του mRNA που έχει μήκος 8 νουκλεοτιδίων (μονάδες 2).

γ. Να εξηγήσετε ποια από τις αλυσίδες Ι ή ΙΙ της αλληλουχίας Β αποτελεί τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου του rRNA (μονάδες 4).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Οι στήλες α - γ αναφέρονται στη μεσόφαση. Στη διάρκεια της μεσόφασης δεν παρατηρούνται έντονα κινητικά φαινόμενα στο χώρο του πυρήνα, αλλά το κύτταρο προετοιμάζεται για την επικείμενη διαίρεσή του και αυξάνεται σε όγκο. Στη διάρκειά της πραγματοποιείται ο διπλασιασμός του DNA, η σύνθεση mRNA, tRNA, πρωτεϊνών κτλ. Η μάζα που απεικονίζεται στη στήλη β - 6 αυθαίρετες μονάδες μάζας - είναι ενδιάμεση μεταξύ της ποσότητας της στήλης α - 4 αυθαίρετες μονάδες μάζας και της στήλης γ (μετά τον αυτοδιπλασιασμό του DNA) - 8 αυθαίρετες μονάδες μάζας. Προφανώς, αντιστοιχεί στη διάρκεια του αυτοδιπλασιασμού του DNA (που πραγματοποιείται κατά τη μεσόφαση).

β. Οι στήλες δ έως η αναφέρονται σε στάδια της μίτωσης, καθώς διαδέχονται τη μεσόφαση. Οι στήλες δ, ε, ζ και η αναφέρονται συγκεκριμένα στην πρόφαση, τη μετάφαση, την ανάφαση και την τελόφαση αντίστοιχα. Σε γαμέτη του συγκεκριμένου οργανισμού, η μάζα του DNA του συγκεκριμένου χρωμοσώματος θα είναι η ίδια με την αρχική, καθώς πρόκειται για ινίδιο χρωματίνης, δηλαδή θα αντιστοιχεί σε 4 αυθαίρετες μονάδες μάζας.

4.2

α. Κωδική είναι η κάτω αλυσίδα αφού σε αυτήν εντοπίζονται το κωδικόνιο έναρξης 5΄-ATG-3΄, το κωδικόνιο λήξης 5΄-TAG-3΄, καθώς και ακέραιος αριθμός τριπλετών ανάμεσά τους αφού πρόκειται για συνεχές γονίδιο. Άρα, η μεταγραφόμενη (μη κωδική) αλυσίδα είναι η πάνω.

β. Το mRNA που παράγεται από τη μετάφραση της αλληλουχίας Α είναι:
5΄UGCAGCACAUGCGUUCGACAUGAGCU3΄, ενώ η 5΄αμετάφραστη περιοχή είναι:
5΄UGCAGCAC 3΄.

γ. Επειδή κατά την έναρξη της μετάφρασης, το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος προσδένεται αντιπαράλληλα με την 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA, σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, το rRNA θα περιέχει την αλληλουχία: 3΄ ACGUCGUG 5΄(που είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη της αλληλουχίας της 5’ αμετάφραστης περιοχής του mRNA. Η αλληλουχία του rRNA προκύπτει από τη μεταγραφή της μη κωδικής αλυσίδας της

νέο φροντιστήριο

αλληλουχίας Β με την οποία είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη. Αυτή είναι η αλυσίδα Ι.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Ένας ερευνητής μπέρδεψε κάποια δείγματα νουκλεϊκών οξέων που είχαν απομονωθεί από κύτταρα βακτηρίων *Escherichia coli*, πυρήνα σωματικών κυττάρων ανθρώπου και ιούς που βρέθηκε ότι περιέχουν το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση. Μετά από ανάλυση των δειγμάτων, ο ερευνητής πήρε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Ποσοστά βάσεων	**1ο Δείγμα**	**2ο Δείγμα**	**3ο Δείγμα**
A%	24%	33%	35%
G%	26%	17%	22%
T%	24%	33%	-
C%	26%	17%	13%
U%	-	-	30%
Συνολικό μέγεθος γονιδιώματος (αριθμός βάσεων)	12×10^9	8×10^6	$9,2 \times 10^3$

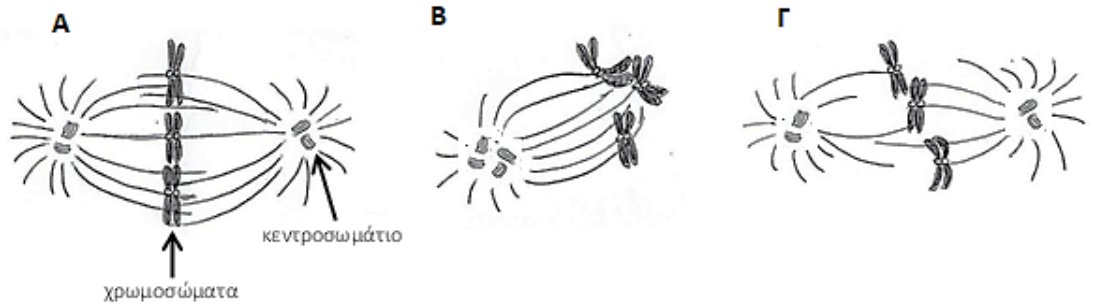
α. Να εξηγήσετε ποιο είδος νουκλεϊκού οξέος υπάρχει σε κάθε δείγμα, καθώς και τον αριθμό των κλώνων που περιέχει καθένα από αυτά (μονάδες 6).

β. Να προσδιορίσετε την πιθανή προέλευση του κάθε δείγματος και να εξηγήσετε τις επιλογές σας (μονάδες 6).

Μονάδες 12

4.2 Η άτρακτος, μια δομή αποτελούμενη κυρίως από ακτινωτά νημάτια μικροσωληνίσκων, συμμετέχει σε σημαντικά γεγονότα που συμβαίνουν κατά τη μίτωση. Διαταραχές στο φυσιολογικό σχηματισμό της ατράκτου προκαλούνται από τη δράση κάποιων φαρμακευτικών ουσιών, όπως της ταξόλης, που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση διάφορων μορφών καρκίνου. Οι ουσίες αυτές, που στοχεύουν στην αναστολή της διαδικασίας της μίτωσης (αντι-μιτωτική δράση), συνήθως οδηγούν στο θάνατο τα κύτταρα που διαιρούνται. Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζεται η μορφή της ατράκτου κατά τη μετάφαση της μίτωσης: (Α) ενός φυσιολογικού κυττάρου και (Β) και (Γ) κυττάρων στα οποία δόθηκαν δύο διαφορετικά αντι-μιτωτικά φάρμακα, αντίστοιχα.

νέο φροντιστήριο



α. Να περιγράψετε το φυσιολογικό ρόλο που έχει η άτρακτος στη διαδικασία της μίτωσης (μονάδες 6).

β. Να εξηγήσετε αν η άτρακτος που απεικονίζεται στο σχήμα (Α) προέρχεται από ένα ζωικό ή ένα φυτικό κύτταρο (μονάδες 3).

γ. Να αναφέρετε ποια προβλήματα φαίνεται να προκαλούν τα αντι-μιτωτικά φάρμακα στη μορφή της ατράκτου των κυττάρων (Β) και (Γ) με δεδομένο ότι το πρώτο φάρμακο επιδρά στη διαδικασία μετακίνησης των κεντροσωματίων και το δεύτερο στην επιμήκυνση των μικροσωληνίσκων (μονάδες 4).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Το DNA περιέχει τη βάση θυμίνη (T), ενώ το RNA την ουρακίλη (U). Στα δίκλωνα μόρια DNA ή RNA ισχύει η συμπληρωματικότητα των βάσεων, δηλαδή G=C και A=T για το DNA ή A=U για το RNA. Άρα, το $1^{ο}$ και $2^{ο}$ δείγμα περιέχει δίκλωνο DNA, ενώ το $3^{ο}$ δείγμα μονόκλωνο RNA.

β. Οι ιοί που διαθέτουν το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση περιέχουν RNA ως γενετικό υλικό. Εφόσον όλοι οι ιοί περιέχουν ένα μόνο είδος νουκλεϊκού οξέος υποθέτουμε ότι το $3^{ο}$ δείγμα απομονώθηκε από αυτή την κατηγορία ιών. Τα βακτήρια *Escherichia coli* και οι πυρήνες κυττάρων ανθρώπου περιέχουν δίκλωνο DNA ως γενετικό υλικό και RNA ως προϊόν μεταγραφής. Εφόσον το RNA αποδόθηκε στους RNA ιούς, τα δύο είδη DNA των δειγμάτων ανήκουν είτε στα βακτήρια, είτε στα σωματικά κύτταρα ανθρώπου. Η ποσότητα του DNA είναι, κατά κανόνα, ανάλογη με την πολυπλοκότητα του οργανισμού και συνήθως, όσο εξελικτικά ανώτερος είναι ο οργανισμός τόσο περισσότερο DNA περιέχει σε κάθε κύτταρό του. Σύμφωνα με τον πίνακα, μεγαλύτερο μέγεθος γονιδιώματος εντοπίζεται στο $1^{ο}$ δείγμα σε σχέση με το $2^{ο}$, συνεπώς, το $1^{ο}$ δείγμα προέρχεται από κύτταρα ανθρώπου και το $2^{ο}$ δείγμα από βακτήρια. (εναλλακτικά: Γνωρίζουμε ότι το ανθρώπινο γονιδίωμα σε ένα απλοειδές κύτταρο (γαμέτη) αποτελείται από περίπου 3×10^9 ζεύγη βάσεων DNA. Συνεπώς, το συνολικό γονιδίωμα ενός ανθρώπινου σωματικού κυττάρου θα είναι 6×10^9 ζεύγη βάσεων ή 12×10^9 βάσεις, που αντιστοιχεί στα δεδομένα του δείγματος 1. Άρα, το $1^{ο}$ δείγμα προέρχεται από κύτταρα του ανθρώπου και το $2^{ο}$ δείγμα από βακτήρια).

νέο φροντιστήριο

4.2

α. Στην αρχή της μετάφασης της μίτωσης, τα χρωμοσώματα, με τη βοήθεια των μικροσωληνίσκων της ατράκτου, εγκαταλείπουν τις τυχαίες θέσεις που καταλαμβάνουν κατά την πρόφαση και αρχίζουν να μετακινούνται κατά μήκος των νηματίων της ατράκτου, προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου. Στο τέλος της φάσης αυτής, τα χρωμοσώματα έχουν τοποθετηθεί παράλληλα προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου. Κατά την ανάφαση, οι μικροσωληνίσκοι της ατράκτου ασκούν αντίθετη έλξη στα κεντρομερίδια των χρωμοσωμάτων και έτσι, οι δύο

αδελφές χρωματίδες αποχωρίζονται και κινούνται προς τους αντίθετους πόλους. Συνοπτικά, η άτρακτος βοηθάει κατά τη μίτωση: α) στην τελική τοποθέτηση των χρωμοσωμάτων στο ισημερινό επίπεδο του κυττάρου κατά τη μετάφαση και β) στη μετακίνηση και στο σωστό διαμοιρασμό των αδελφών χρωματίδων προς τους δύο πόλους του κυττάρου κατά την ανάφαση.

β. Η άτρακτος του σχήματος (Α) προέρχεται από ένα ζωικό κύτταρο λόγω της παρουσίας κεντροσωματίων στους δύο πόλους του κυττάρου. Τα κεντροσωμάτια είναι δομές που συμβάλλουν στην οργάνωση της ατράκτου στα ζωικά κύτταρα, ενώ στα φυτικά η άτρακτος δεν οργανώνεται από κεντροσωμάτιο, καθώς δεν διαθέτουν αυτές τις δομές.

γ. Στο σχήμα (Β), τα κεντροσωμάτια απεικονίζονται στον ίδιο πόλο του κυττάρου και όχι στους αντίθετους πόλους, όπως συμβαίνει φυσιολογικά. Το αντι-μιτωτικό φάρμακο που δόθηκε, προφανώς, εμποδίζει τη μετακίνηση των κεντροσωματίων προς τους δύο πόλους του κυττάρου κατά τη πρόφαση και η άτρακτος οργανώνεται στον ένα μόνο πόλο του κυττάρου.

Στο σχήμα (Γ), κάποιοι μικροσωληνίσκοι της ατράκτου δεν έχουν επιμηκυνθεί σωστά λόγω της δράσης του φαρμάκου και εμφανίζουν μικρότερο, μη φυσιολογικό μήκος. Αυτό πιθανώς εμποδίζει τη σωστή τοποθέτηση των χρωμοσωμάτων στο ισημερινό επίπεδο του κυττάρου και, κατ' επέκταση, το σωστό διαμοιρασμό των αδελφών χρωματίδων.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Όταν οι Watson και Crick δημοσίευσαν την εργασία τους για το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA στο επιστημονικό περιοδικό Nature, στις 25 Απριλίου του 1953, η οποία αποτέλεσε προϊόν έρευνας και των συνεργατών τους Wilkins & Franklin, κατέληγαν με τη φράση *«είναι φανερό ότι το ειδικό ζευγάρωμα που έχουμε υποθέσει ότι δημιουργείται μεταξύ των βάσεων του DNA προτείνει έναν απλό μηχανισμό αντιγραφής του γενετικού υλικού».*

α. Να εξηγήσετε τον τρόπο που φαντάζονταν οι Watson και Crick να πραγματοποιείται η αντιγραφή του DNA (μονάδες 4) και να αναφέρετε πώς ονομάζεται αυτός ο τρόπος αντιγραφής (μονάδες 2).

β. Αν ένα μόριο DNA που αποτελείται από 4 x10^3 ζεύγη νουκλεοτιδίων αντιγράφεται σε περιβάλλον όπου τα διαθέσιμα ελεύθερα νουκλεοτίδια διαθέτουν ραδιενεργό φώσφορο (^{32}P), να εξηγήσετε ποιος θα είναι ο αριθμός των μορίων DNA (μονάδες 3) και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων (μονάδες 3) που θα περιέχουν ραδιενεργό φώσφορο (^{32}P) μετά από 2 κύκλους αντιγραφής.

Μονάδες 12

4.2 Σε κάθε γαμέτη, που προκύπτει από τη μείωση, αντιπροσωπεύεται ένα μοναδικό «μείγμα» γονιδίων που βρίσκονται σε διαφορετικά χρωμοσώματα και ταυτόχρονα ένα μοναδικό «μείγμα» γονιδίων που βρίσκονται στο ίδιο χρωμόσωμα. Το γεγονός αυτό αποτελεί την ουσία της γενετικής ποικιλομορφίας, που χαρακτηρίζει τους αμφιγονικά αναπαραγόμενους οργανισμούς και έχει μεγάλη σημασία για την εξέλιξη.

α. Να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο η γενετική ποικιλομορφία συμβάλλει στην εξέλιξη (μονάδες 6).

β. Να εξηγήσετε τον μηχανισμό με τον οποίο επιτυγχάνεται το μοναδικό «μείγμα» γονιδίων που βρίσκονται σε διαφορετικά χρωμοσώματα (μονάδες 3) και τον μηχανισμό με τον οποίο επιτυγχάνεται το μοναδικό «μείγμα» γονιδίων που βρίσκονται στο ίδιο χρωμόσωμα (μονάδες 3).

γ. Να αναφέρετε πόσοι είναι οι πιθανοί συνδυασμοί μη ομόλογων χρωμοσωμάτων που μπορεί να δημιουργηθούν στους γαμέτες του ανθρώπου (μονάδα 1).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. 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 καινούργια αλυσίδα. Ο μηχανισμός αυτός αντιγραφής ονομάζεται ημισυντηρητικός.

β. Μετά από 2 κύκλους αντιγραφής θα υπάρχουν 4 μόρια DNA, από τα οποία όλα θα είναι ραδιενεργά καθώς τα νεοεισερχόμενα νουκλεοτίδια είναι ραδιενεργά. Αυτά θα αποτελούνται από συνολικά $4 \times (4 \times 10^3) = 16 \times 10^3$ ζεύγη νουκλεοτιδίων ή 32×10^3 νουκλεοτίδια. Λόγω του ημισυντηρητικού μηχανισμού της αντιγραφής, τα 8×10^3 νουκλεοτίδια των μητρικών αλυσίδων που περιέχουν μη ραδιενεργό φώσφορο (^{31}P) θα εξακολουθούν να υπάρχουν. Άρα τα νουκλεοτίδια που θα περιέχουν ραδιενεργό φώσφορο (^{32}P) θα είναι $(32-8) \times 10^3 = 24 \times 10^3$.

4.2

α. Μερικοί από τους συνδυασμούς γονιδίων (άρα και γνωρισμάτων που επηρεάζονται από τα γονίδια αυτά) είναι επιτυχέστεροι απ' ό,τι άλλοι, με την έννοια ότι προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο φορέα τους, σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο μηχανισμός αυτός συμβάλλει στην εξέλιξη, γιατί κάθε πληθυσμός περνά στις επόμενες γενιές τους πιο ευνοϊκούς συνδυασμούς γονιδίων και γνωρισμάτων.

β. Με τον ανεξάρτητο συνδυασμό χρωμοσωμάτων πατρικής και μητρικής προέλευσης, που δημιουργείται κατά τη μετάφαση της μείωσης Ι, δημιουργείται ένα πλήθος από νέους συνδυασμούς μη ομόλογων χρωμοσωμάτων και συνεπώς ένα πλήθος από νέους συνδυασμούς γονιδίων, που βρίσκονται σε μη ομόλογα χρωμοσώματα.

Ο επιχιασμός, που συμβαίνει στην πρόφαση της μείωσης Ι, ανασυνδυάζει γονίδια που βρίσκονται στο ίδιο το ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων. Αυτό συμβαίνει γιατί με την ανταλλαγή αντίστοιχων τμημάτων, που γίνεται μεταξύ των μη αδελφών χρωματίδων των ομόλογων χρωμοσωμάτων, ανταλλάσσονται και γονίδια.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

γ. Στον άνθρωπο, με απλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων n = 23, οι πιθανοί συνδυασμοί μη ομόλογων χρωμοσωμάτων που μπορεί να δημιουργηθούν στους γαμέτες είναι $2^n = 2^{23}$.

νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

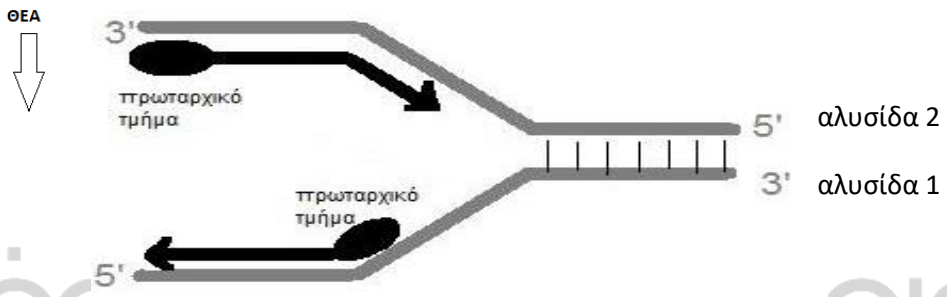
4.1 Τα μιτοχόνδρια, των ευκαρυωτικών κυττάρων είναι εξειδικευμένα οργανίδια για τη μετατροπή της εξωτερικής ενέργειας σε χρησιμοποιήσιμη μορφή για το κύτταρο, μέσω της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης.

α. Να εξηγήσετε που παράγονται και με ποιο τρόπο οι απαραίτητες πρωτεΐνες για την λειτουργία ενός μιτοχονδρίου (μονάδες 6).

β. Στην περίπτωση μιας μιτοχονδριακής πρωτεΐνης που παράγεται σε ένα ελεύθερο ριβόσωμα του κυτταροπλάσματος και προορίζεται για τη μήτρα του μιτοχονδρίου, να εξηγήσετε από πού προέρχεται η γενετική πληροφορία για την παραγωγής της (μονάδες 3) και να υπολογίσετε πόσες στοιχειώδεις μεμβράνες θα πρέπει να διαπεράσει μέχρι να φτάσει στο εσωτερικό του μιτοχονδρίου, από τη στιγμή της σύνθεσής της και έπειτα (μονάδες 3).

Μονάδες 12

4.2 Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται μια διχάλα αντιγραφής ενός μορίου DNA. Οι DNA πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα με προσανατολισμό 5’ →3’, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA.



α. Να εξηγήσετε ποια από τις δύο μητρικές αλυσίδες (αλυσίδα 1 ή αλυσίδα 2) θα συνεχίσει να αντιγράφεται με συνεχή τρόπο (μονάδες 6).

β. Να μεταφέρετε στην κόλλα σας την παραπάνω διχάλα αντιγραφής και να τη συμπληρώσετε αναπαριστώντας ολόκληρη τη θηλιά, τοποθετώντας συνολικά 8 πρωταρχικά τμήματα (μονάδες 5). Να σημειώσετε τους προσανατολισμούς των συνεχών και ασυνεχών αλυσίδων DNA (μονάδες 2).

Μονάδες 13

4.1

α. Στη μήτρα του μιτοχονδρίου, όπως και στο στρώμα του χλωροπλάστη, υπάρχουν DNA, ένζυμα και ριβοσώματα. Τα οργανίδια δηλαδή αυτά διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό, που τους εξασφαλίζει μια σχετική γενετική αυτοδυναμία. Χάρη σε αυτό το μηχανισμό μπορούν να παράγουν ορισμένες πρωτεΐνες μέσα στα οργανίδια αυτά. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες που είναι απαραίτητες για την λειτουργία τους κωδικοποιούνται από το γενετικό υλικό του πυρήνα και συνεπώς παράγονται στα ριβοσώματα που υπάρχουν ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα ή στο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο του κυττάρου.

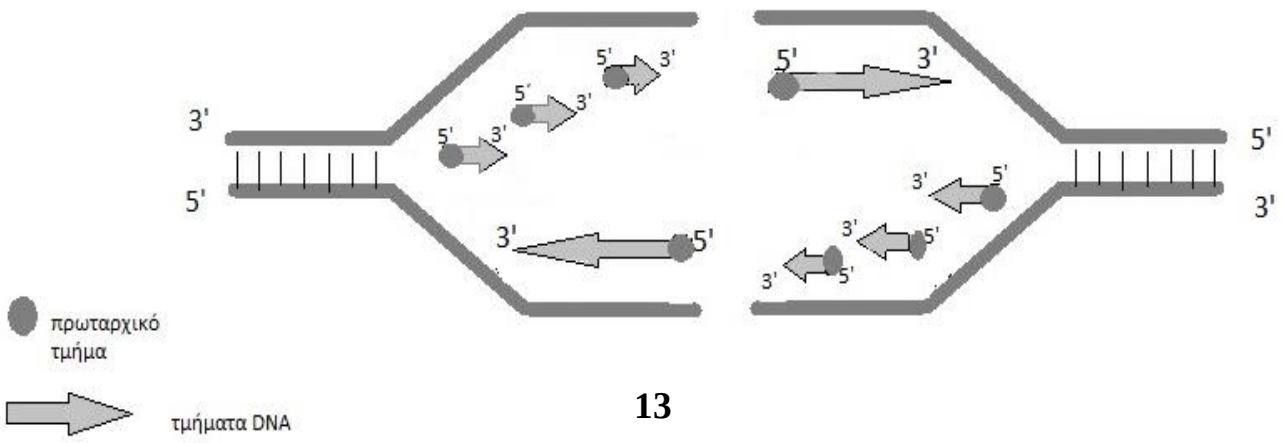
β. Οι γενετικές πληροφορίες για τη σύνθεση των πρωτεϊνών των μιτοχονδρίων που δεν κωδικοποιούνται από το ίδιο το μιτοχονδριακό DNA, προέρχονται από το γενετικό υλικό του πυρήνα. Εφόσον τα μιτοχόνδρια περιβάλλονται από διπλή στοιχειώδη μεμβράνη, και με δεδομένο ότι τα ριβοσώματα δεν περιβάλλονται από μεμβράνη, η πρωτεΐνη θα πρέπει να διαπεράσει τις 2 στοιχειώδεις μεμβράνες του μιτοχονδρίου μέχρι να φτάσει στο εσωτερικό του.

4.2

α. Η θυγατρική αλυσίδα που συντίθεται με συνεχή τρόπο έχει ως καλούπι την μητρική αλυσίδα 2. Το δίκλωνο μόριο DNA ξετυλίγεται με την DNA ελικάση, η οποία διασπά τους δεσμούς υδρογόνου, προς τα δεξιά και συνεπώς η DNA πολυμεράση μπορεί να τοποθετεί νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3’ OH που συνεχώς υπάρχει στο τελευταίο τοποθετημένο νουκλεοτίδιο της νεοσυντιθεμενης αλυσίδας. Η δεύτερη νεοσυντιθέμενη αλυσίδα, συντίθεται ασυνεχώς, δηλαδή θα πρέπει να τοποθετούνται νέα πρωταρχικά τμήματα όσο απομακρυνόμαστε από τη ΘΕΑ, αφού πρέπει να τηρηθεί ο προσανατολισμός σύνθεσης 5΄-3΄ με καλούπι τη μητρική αλυσίδα 1.

β.

ΘΕΑ



ΘΕΜΑ 4

4.1 Κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου το γενετικό υλικό ενός κυττάρου υφίσταται αλλαγές τόσο στην ποσότητα όσο και στην μορφή του. Πιο συγκεκριμένα ένα ευκαρυωτικό κύτταρο κατά την διάρκεια της μεσόφασης προετοιμάζεται για την επερχόμενη κυτταρική του διαίρεση και την ακριβοδίκαιη διανομή του πυρηνικού γενετικού του υλικού στα δύο θυγατρικά πανομοιότυπα κύτταρα που θα προκύψουν στο τέλος της μίτωσης.

α. Να περιγράψετε τις γενικές αλλαγές που αφορούν στη μορφή (συσπείρωση) του γενετικού υλικού στα διάφορα στάδια του κυτταρικού κύκλου ενός ευκαρυωτικού κυττάρου (μονάδες 4) και να εξηγήσετε αν το βακτηριακό κύριο γενετικό υλικό θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως χρωμόσωμα (μονάδες 2).

β. Να αναφέρετε τον αριθμό και το είδος των χρωμοσωμάτων που μπορούμε να παρατηρήσουμε στον καρυότυπο ενός υγιούς ανθρώπου θηλυκού γένους (μονάδες 4) και να υπολογίσετε το μέγεθος (σε ζεύγη βάσεων) του συνολικού γενετικού υλικού που περιέχεται στον πυρήνα ενός σωματικού κυττάρου του (μονάδες 2).

Μονάδες 12

4.2 Το DNA είναι ένα πολυμερές δεοξυριβονουκλεοτιδίων, που ενώνονται μεταξύ τους με φωσφοδιεστερικούς δεσμούς και απαντά συνήθως ως δίκλωνο μόριο. Οι δεσμοί υδρογόνου, που αναπτύσσονται μεταξύ των συμπληρωματικών βάσεων των δύο κλώνων του DNA, σταθεροποιούν τη δευτεροταγή δομή του μορίου.

α. Με δεδομένο ότι σε ένα πλασμιδιακό μόριο DNA υπάρχουν 10.000 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί και 13.000 δεσμοί υδρογόνου, να υπολογίσετε το πλήθος των νουκλεοτιδίων που έχουν σαν βάση την αδενίνη (A) και την γουανίνη (G), αιτιολογώντας την απάντησή σας (μονάδες 6).

β. Αν ξέρουμε πως η αλληλουχία βάσεων μιας αλυσίδας του μορίου είναι --AAACCCTACAATCCCCGCAACGTAGTATTTATCTTATTT-- PO_4 να προσδιορίσετε και να αιτιολογήσετε τον προσανατολισμό της συγκεκριμένης αλυσίδας και να γράψετε την αλληλουχία του συμπληρωματικού κλώνου της (μονάδες 4). Αν η αλληλουχία που δίνεται αποτελεί τμήμα της μη κωδικής αλληλουχίας ενός συνεχούς γονιδίου, που κωδικοποιεί ένα μικρό πεπτίδιο, να γράψετε την αλληλουχία του μορίου mRNA που αναμένεται να προκύψει από την μεταγραφή του παραπάνω τμήματος δικαιολογώντας την απάντησή σας (μονάδες 3).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Το γενετικό υλικό ενός ευκαρυωτικού κυττάρου, εμφανίζεται με διαφορετικές χαρακτηριστικές μορφές, ανάλογα με το στάδιο του κυτταρικού κύκλου. Τα μόρια του DNA πακετάρονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν τα ινίδια χρωματίνης. Τα ινίδια της χρωματίνης διπλασιάζονται στη μεσόφαση και «μετατρέπονται» σε αδελφές χρωματίδες, που συνδέονται μεταξύ τους με το κεντρομερίδιο. Ο όρος αδελφές χρωματίδες χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κατά το χρονικό διάστημα που είναι συνδεδεμένα στο κεντρομερίδιο, τα οποία γίνονται ευδιάκριτα με το οπτικό μικροσκόπιο κατά την κυτταρική διαίρεση (μέγιστη συσπείρωση κατά τη μετάφαση). Κατά το τέλος της κυτταρικής διαίρεσης αποχωρίζονται πλήρως, αποσυσπειρώνονται σταδιακά και «μετατρέπονται» πάλι σε ινίδια χρωματίνης στο μεσοφασικό πυρήνα των νέων κυττάρων κ.ο.κ. Το βακτηριακό κύριο γενετικό υλικό μπορεί να χαρακτηριστεί ως χρωμόσωμα, καθώς αναδιπλώνεται και πακετάρεται με τη βοήθεια κυρίως πρωτεϊνών (μη ιστονών).

β. Ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων είναι ιδιαίτερο χαρακτηριστικό κάθε είδους οργανισμών. Στον άνθρωπο τα φυσιολογικά αρσενικά και θηλυκά άτομα έχουν στον πυρήνα των σωματικών τους κυττάρων 23 ζεύγη (ομολόγων) χρωμοσωμάτων. Το ένα χρωμόσωμα καθε 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. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται φυλετικά και σε πολλούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, καθορίζουν το φύλο. Έτσι, ένα φυσιολογικό θηλυκό άτομο έχει στον καρυότυπο του 44 αυτοσωμικά χρωμοσώματα και ένα ζεύγος ΧΧ. Εφόσον το ανθρώπινο γονιδίωμα σε ένα απλοειδές κύτταρο (γαμέτη) αποτελείται από περίπου $3x10^9$ ζεύγη βάσεων DNA, που είναι οργανωμένα σε 23 χρωμοσώματα, στο φυσιολογικό σωματικό (διπλοειδές) κύτταρο του θηλυκού ατόμου υπάρχει, πριν την αντιγραφή του, το διπλάσιο γενετικό υλικό δηλαδή $6x10^9$ ζεύγη βάσεων DNA, που είναι οργανωμένα σε 46 χρωμοσώματα. Μετά την αντιγραφή του θα περιέχει $12x10^9$ ζεύγη βάσεων οργανωμένα σε 46 διπλασιασμένα χρωμοσώματα.

4.2

α. Στη δευτεροταγή δομή του DNA, οι συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις συνδέονται μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου στο εσωτερικό του μορίου με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη με δύο δεσμούς υδρογόνου, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη με

3 δεσμούς υδρογόνου. Έτσι, αν Χ ο αριθμός των νουκλεοτιδίων με βάση την αδενίνη, τότε θα είναι Χ και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων με βάση τη θυμίνη και αν Υ ο αριθμός των νουκλεοτιδίων με βάση τη γουανίνη, θα είναι Υ και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων με βάση την κυτοσίνη, λόγω συμπληρωματικότητας. Δεδομένου ότι τα πλασμίδια είναι κυκλικά μόρια DNA, οπότε και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων θα είναι ίσος με τον αριθμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών, δηλαδή θα πρέπει να ισχύει 2Χ+2Υ=10.000 και ο αριθμός των δεσμών υδρογόνου θα είναι 2Χ + 3Υ= 13.000. Λύνοντας το σύστημα των δύο παραπάνω εξισώσεων προκύπτει ότι Χ= 2.000 και Υ=3.000. Άρα το πλασμίδιο θα διαθέτει 2.000 νουκλεοτίδια με βάση την αδενίνη, 2.000 νουκλεοτίδια με βάση την θυμίνη, 3.000 νουκλεοτίδια με βάση την κυτοσίνη και 3.000 νουκλεοτίδια με βάση την γουανίνη.

β. Από την παρουσία ελεύθερης φωσφορικής ομάδας στο ένα άκρο διαπιστώνουμε ότι θα αποτελεί το 5΄ ελεύθερο άκρο του, ενώ το άλλο άκρο θα είναι αντίστοιχα το 3' ελεύθερο άκρο του κλώνου DNA. Οπότε η αλληλουχία μας έχει προσανατολισμό 3'--AAACCCTACAATCCCCGCAACGTAGTATTTATCTTATTT--5'. Σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, η συμπληρωματική αλυσίδα DNA του παραπάνω μορίου θα είναι 5'--TTTGGG-ATG-TTA-GGG-GCG-TTG-CAT-CAT-AAA–TAG-AATAAA--3'. Εφόσον η δοθείσα αλυσίδα DNA είναι η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου, θα προκύψει ένα μόριο mRNA με αντιπαράλληλο προσανατολισμό και συμπληρωματικά ριβονουκλεοτίδια ως προς αυτά της αλυσίδας DNA, διότι η RNA πολυμεράση, τοποθετεί συμπληρωματικά ριβονουκλεοτίδια προς τη μη κωδική (μεταγραφόμενη) αλυσίδα με κατεύθυνση 5’-3’. Άρα η αλληλουχία του μορίου mRNA, θα είναι: 5΄--UUUGGG-AUG-UUA-GGG-GCG-UUG-CAU-CAU-AAA–UAG-AAUAAA-- 3΄.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Στους προκαρυωτικούς οργανισμούς, όπως για παράδειγμα στην *Escherichia coli*, υπάρχουν μερικά γονίδια που μεταγράφονται συνεχώς και κωδικοποιούν πρωτεΐνες που χρειάζονται για τις βασικές λειτουργίες του κυττάρου. Δίνεται το παρακάτω τμήμα DNA που περιέχει ένα συνεχές γονίδιο που κωδικοποιεί ένα μικρό πεπτίδιο.

I- T C C A T A T C G T A C C C T A A T G C G T C G A C G A T C G G T A T C

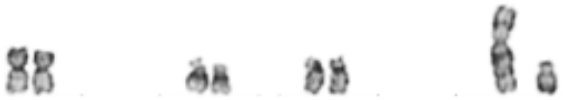
II- A G G T A T A G C A T G G G A T T A C G C A G C T G C T A G C C A T A G

α. Να βρείτε ποια από τις δύο αλυσίδες, I ή II, είναι η μεταγραφόμενη (μονάδα 1) αιτιολογώντας την απάντησή σας (μονάδες 2). Να γράψετε το mRNA που θα σχηματιστεί (μονάδες 2) και να σημειώσετε σε αυτό την 5’ και 3’ αμετάφραστη περιοχή (μονάδα 1).

β. Το mRNA του ερωτήματος (α) συνδέεται με ένα ριβόσωμα και ξεκινάει η διαδικασία της μετάφρασής του. Να υπολογίσετε πόσοι δεσμοί υδρογόνου θα σχηματιστούν όταν το πέμπτο tRNA συνδεθεί στο ριβόσωμα (μονάδες 3). Να βρείτε ποιο αντικωδικόνιο θα φέρει το τελευταίο tRNA που θα προσδεθεί στο ριβόσωμα για να ολοκληρωθεί η σύνθεση αυτού του μικρού πεπτιδίου (μονάδες 3).

Μονάδες 12

4.2 Η Ειρήνη, φοιτήτρια Βιολογίας, που κάνει τη πρακτική της εξάσκηση σε ένα εργαστήριο κυτταρογενετικής, μαθαίνει τη διαδικασία κατασκευής καρυοτύπου από κύτταρα αίματος ανθρώπου. Στην παρακάτω εικόνα, απεικονίζεται τμήμα καρυοτύπου ενός φυσιολογικού ανθρώπου που κατασκεύασε η Ειρήνη και στο οποίο περιλαμβάνονται και τα φυλετικά χρωμοσώματα.



α. Να εξηγήσετε από ποια είδη κυττάρων του ανθρώπινου αίματος (τα ερυθρά ή τα λευκά αιμοσφαίρια) απομονώθηκαν τα χρωμοσώματα της εικόνας (μονάδες 3). Να περιγράψετε για ποιο λόγο και με ποιο τρόπο προκάλεσε η Ειρήνη *in vitro* πολλαπλασιασμό των κυττάρων που απομόνωσε (μονάδες 2).

β. Να βρείτε το φύλο του ατόμου από το οποίο προέκυψε ο παραπάνω καρυότυπος (μονάδες 4).

γ. Να υπολογίσετε από πόσες χρωματίδες και από πόσες πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες αποτελούνται (συνολικά) τα φυλετικά χρωμοσώματα της εικόνας (μονάδες 4).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Η μεταγραφόμενη ή μη κωδική αλυσίδα ενός γονιδίου είναι η αλυσίδα DNA που χρησιμοποιείται ως καλούπι για τη σύνθεση του μορίου RNA. Εντοπίζουμε το 3΄-TAC-5΄, που είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο ως προς το κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης 5΄-AUG-3΄ του mRNA και διαβάζουμε την αλληλουχία ανά τριάδες, συνεχώς και μη επικαλυπτόμενα, μέχρι να βρούμε ένα από τα 3΄-ACT-5΄, 3΄-ATT-5΄ και 3΄-ATC-5΄ που είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα των κωδικονίων λήξης 5΄-UGA-3΄, 5΄-UAA-3΄ και 5΄-UAG-3΄, αντίστοιχα. Εντοπίζουμε τα παραπάνω στην I αλυσίδα, όπως φαίνεται παρακάτω. Άρα η μεταγραφόμενη αλυσίδα είναι η I.

I- 3'- T C C A T A T C G T A C | C C T | A A T | G C G | T C G | A C G | A T C G G T A T C-5'

II- 5'- A G G T A T A G C A T G G G A T T A C G C A G C T G C T A G C C A T A G-3'

(εναλλακτικά: Η κωδική αλυσίδα είναι η II αφού σε αυτήν εντοπίζονται το κωδικόνιο έναρξης 5΄-ATG-3΄, το κωδικόνιο λήξης 5΄-TAG-3΄, καθώς και ακέραιος αριθμός τριπλετών ανάμεσά τους αφού πρόκειται για συνεχές γονίδιο. Άρα, η μεταγραφόμενη (μη κωδική) αλυσίδα είναι η I).

Το mRNA που θα σχηματιστεί, θα είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο της αλυσίδας I:

5'-A G G U A U A G C A U G G G A U U A C G C A G C U G C U A G C C A U A G-3'

5' αμετ. περιοχή — 3' αμετ. περιοχή

Οι 5΄ και 3΄ αμετάφραστες περιοχές σημειώνονται παραπάνω.

β. Όταν το πέμπτο tRNA συνδεθεί στο ριβόσωμα, μεταξύ του πέμπτου κωδικονίου (5'-AGC-3') και του πέμπτου αντικωδικονίου (3'-UCG-5') θα σχηματιστούν: [1x2] + [2x3]= 8 δεσμοί υδρογόνου.

Το τελευταίο tRNA που θα προσδεθεί στο ριβόσωμα θα φέρει το αντικωδικόνιο 3΄-ACG-5΄ (ή 5΄-GCA-3΄) επειδή θα συνδεθεί με το έκτο κωδικόνιο του mRNA (5΄-UGC-3΄). Δεν υπάρχει tRNA που να αντιστοιχεί στο κωδικόνιο λήξης.

4.2

α. Για να κατασκευάσουμε έναν καρυότυπο, θα πρέπει να γίνει απομόνωση χρωμοσωμάτων από τον πυρήνα κυττάρων. Στον άνθρωπο, τα ερυθρά αιμοσφαίρια

που βρίσκονται στο αίμα είναι ώριμα, που σημαίνει ότι έχουν χάσει τον πυρήνα τους. Συνεπώς, τα χρωμοσώματα του καρυοτύπου απομονώθηκαν από τα λευκά αιμοσφαίρια.

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.

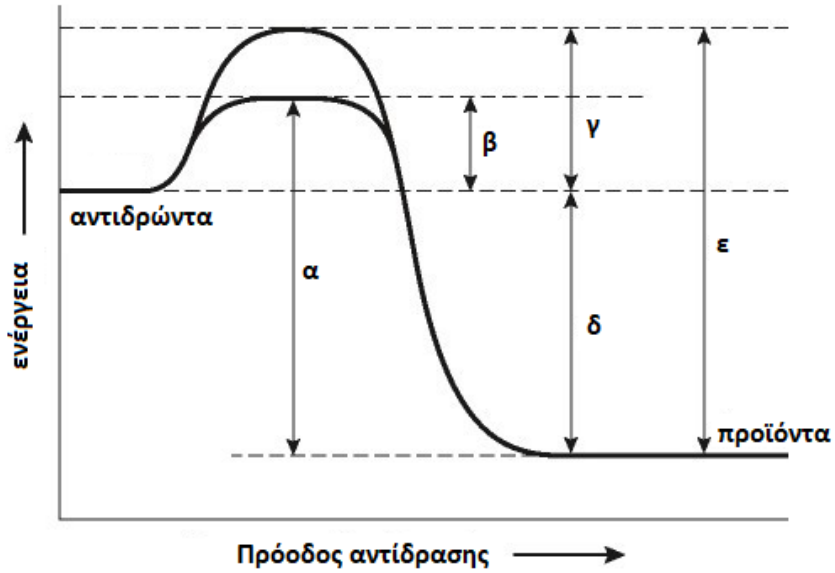
β. Στον άνθρωπο, τα φυλετικά χρωμοσώματα είναι το Χ και το Υ. Το Υ χρωμόσωμα είναι μικρότερο σε μέγεθος από το Χ και η παρουσία του Υ χρωμοσώματος καθορίζει το αρσενικό άτομο. Σε όλα τα άτομα, τα 22 ζεύγη χρωμοσωμάτων είναι πάντα μορφολογικά όμοια. Το 23° ζεύγος χρωμοσωμάτων θα είναι μορφολογικά ίδιο στα θηλυκά (ΧΧ), αλλά διαφορετικό στα αρσενικά άτομα (ΧΥ). Στη εικόνα, το τελευταίο ζεύγος χρωμοσωμάτων που απεικονίζεται, αποτελείται από διαφορετικά σε μέγεθος χρωμοσώματα, άρα σύμφωνα με τα παραπάνω, το άτομο είναι αρσενικό.

γ. Τα χρωμοσώματα που απεικονίζονται στον καρυότυπο είναι μεταφασικά, δηλαδή είναι διπλασιασμένα και αποτελούνται από δύο αδελφές χρωματίδες το καθένα. Άρα, τα φυλετικά χρωμοσώματα αποτελούνται συνολικά από 4 χρωματίδες. Κάθε χρωματίδα είναι ένα δίκλωνο μόριο DNA, δηλαδή αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες. Άρα, θα υπάρχουν συνολικά 4 x 2 = 8 πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Για να πραγματοποιηθούν πολλές από τις χημικές αντιδράσεις στο περιβάλλον ή μέσα στους οργανισμούς, ακόμη και αυτές που τελικά αποδίδουν ενέργεια (εξώθερμες), πρέπει αρχικά να προσφερθεί ενέργεια στα αντιδρώντα μόρια. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται ενέργεια ενεργοποίησης. Οι καμπύλες του διαγράμματος παρουσιάζουν τη μεταβολή στην ενέργεια των αντιδρώντων και των προϊόντων μορίων μιας εξώθερμης αντίδρασης, που πραγματοποιείται σε ένα κύτταρο. Πιο αναλυτικά, απεικονίζεται η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης όταν αυτή καταλύεται από κάποιο ένζυμο καθώς και η ενέργεια ενεργοποίησης της ίδιας αντίδρασης χωρίς την παρουσία του ενζυμικού καταλύτη.

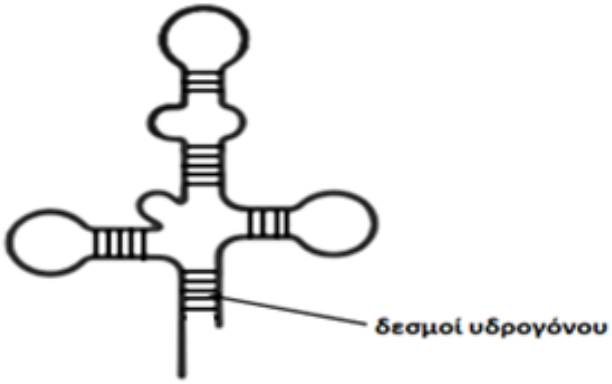


α. Στο παραπάνω διάγραμμα, να επιλέξετε τις ενδείξεις που παριστάνουν την ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να προσφερθεί στα αντιδρώντα μόρια στην αντίδραση χωρίς ενζυμικό καταλύτη (μονάδες 2) και στην αντίδραση που καταλύεται από ένζυμο (μονάδες 2), ώστε αυτή να πραγματοποιηθεί. Να εξηγήσετε γιατί οι δύο αυτές τιμές διαφέρουν (μονάδες 2).

β. Να εξηγήσετε ποιο θα ήταν το αποτέλεσμα αν η παραπάνω αντίδραση γινόταν στο κύτταρο χωρίς την παρουσία ενζυμικού καταλύτη (μονάδες 3). Αν η αντίδραση μεταφερόταν εκτός κυττάρου και αποκλειόταν η παρουσία καταλύτη, να εξηγήσετε αν και με ποιο τρόπο θα μπορούσε αυτή να πραγματοποιηθεί (μονάδες 3).

Μονάδες 12

4.2 Στο διάγραμμα απεικονίζεται η δευτεροταγής δομή ενός μορίου RNA στον χώρο. Στις αναδιπλούμενες περιοχές του μορίου κάθε γραμμή αντιπροσωπεύει ένα δεσμό υδρογόνου.



α. Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο πιστεύετε ότι σταθεροποιείται η διαμόρφωση του μορίου RNA στο χώρο (μονάδες 2). Να προσδιορίσετε αν για την περιγραφή του μήκους ή της αλληλουχίας του συγκεκριμένου νουκλεϊκού οξέος θα χρησιμοποιούσατε τον όρο «αριθμός βάσεων» ή «αριθμός ζευγών βάσεων» (μονάδα 1), δικαιολογώντας την απάντησή σας (μονάδες 3).

β. Κατά τον σχηματισμό του παραπάνω νουκλεϊκού οξέος αποσπάστηκαν (υποθετικά) 127 μόρια νερού. Αν γνωρίζουμε ότι κατά τη δημιουργία κάθε φωσφοδιεστερικού δεσμού, αποβάλλεται ένα μόριο νερού, να υπολογίσετε τον αριθμό των επαναλαμβανόμενων φωσφορικών ομάδων του παραπάνω RNA μορίου (μονάδες 3) και τον αριθμό των ζευγών των συμπληρωματικών βάσεων (A,U και C,G) μόνο στις αναδιπλωμένες περιοχές του μορίου, όπως προσδιορίζονται από το παραπάνω σχήμα (μονάδες 4).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Στην αντίδραση χωρίς την παρουσία ενζυμικού καταλύτη, η ένδειξη που παριστάνει την ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να προσφερθεί στα αντιδρώντα είναι η ένδειξη γ, ενώ η ένδειξη που παριστάνει την ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να προσφερθεί στα αντιδρώντα της αντίδρασης που καταλύεται από ένζυμο είναι η ένδειξη β. Η διαφορά στα δύο ποσά ενέργειας (β και γ) δικαιολογείται καθώς στις καταλυόμενες αντιδράσεις, τα ένζυμα με την παρουσία τους αυξάνουν την ταχύτητα των αντιδράσεων ακόμη και μέχρι 100 εκατομμύρια φορές, ελαττώνοντας την ενέργεια ενεργοποίησης. [Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των μορίων - υποστρωμάτων (αντιδρώντων μορίων) στο ενεργό κέντρο του ενζύμου].

β. Αν η αντίδραση γινόταν χωρίς την παρουσία ενζυμικού καταλύτη, ο χρόνος που θα απαιτούνταν για την ολοκλήρωσή της θα ήταν πολύ μεγάλος ή δεν θα πραγματοποιούνταν καθόλου. Εάν επιδιώκαμε την πραγματοποίηση της μη καταλυόμενης αντίδρασης στο εργαστήριο, έξω από το κύτταρο, αυτή θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί προσφέροντας ενέργεια με την μορφή θερμότητας, η οποία ουσιαστικά αντικαθιστά την ενέργεια που προσφέρει στην αντίδραση το ένζυμο.

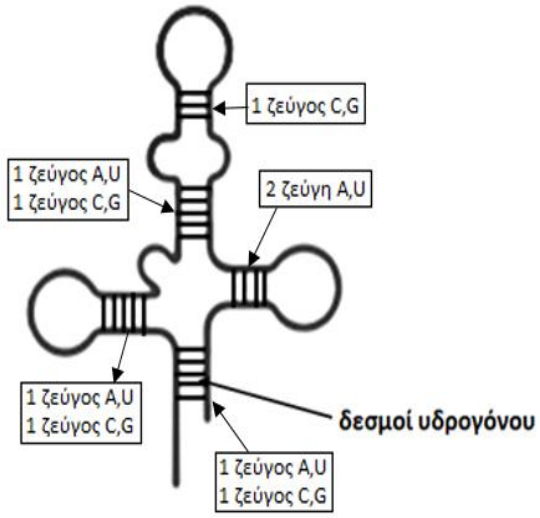
4.2

α. Το μονόκλωνο μόριο RNA αναδιπλώνεται σε ορισμένα σημεία. Η διαμόρφωση αυτή σταθεροποιείται με δεσμούς υδρογόνου, που σχηματίζονται ανάμεσα σε βάσεις που είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους (G-C, A-U), παρά το γεγονός ότι στην περίπτωση αυτή ανήκουν στην ίδια αλυσίδα (μονόκλωνο μόριο). Για την περιγραφή του μήκους ή της αλληλουχίας του συγκεκριμένου νουκλεϊκού οξέος θα χρησιμοποιήσουμε τον όρο «αριθμός βάσεων» επειδή το μόριο είναι κατά το μεγαλύτερο τμήμα του μονόκλωνο και όχι δίκλωνο.

β. Κατά τον σχηματισμό του νουκλεϊκού οξέος αποσπάστηκαν 127 μόρια νερού οπότε σχηματίστηκαν 127 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί. Επειδή το μόριο είναι μονόκλωνο, τα ριβονουκλεοτίδια θα είναι κατά ένα περισσότερα από τους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς, δηλαδή 128. Κάθε ριβονουκλεοτίδιο διαθέτει μια φωσφορική ομάδα, άρα συνολικά το μόριο θα διαθέτει 128 επαναλαμβανόμενες φωσφορικές ομάδες. Παρατηρώντας τον αριθμό των δεσμών υδρογόνου (γραμμές) στις αναδιπλούμενες περιοχές του μορίου παρατηρούνται 5 ζεύγη A,U (που σχηματίζουν από δύο δεσμούς υδρογόνου) και 4 ζεύγη C,G (που σχηματίζουν

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

από τρεις δεσμούς υδρογόνου), οπότε ο συνολικός αριθμός των ζευγών των συμπληρωματικών βάσεων είναι 9.



ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Στις μέρες μας, οι ερευνητές της Βιολογίας γνωρίζουν ότι υπάρχουν επιπλέον τρόποι ροής της γενετικής πληροφορίας, που δεν απεικονίζονται στο αρχικό κεντρικό δόγμα της Μοριακής Βιολογίας. Πιο συγκεκριμένα, έχουν εντοπιστεί ορισμένοι ιοί που έχουν ως γενετικό υλικό RNA και χρησιμοποιούν ένα ειδικό ένζυμο, την αντίστροφη μεταγραφάση, προκειμένου να χρησιμοποιήσουν αυτό το RNA και να συνθέσουν DNA. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι σε άλλους RNA-ιούς, το RNA μπορεί να αυτοδιπλασιάζεται με τη βοήθεια ενός είδους RNA πολυμεράσης, που χρησιμοποιεί ως καλούπι το ίδιο το RNA (RdRp). Σύμφωνα λοιπόν, με το σύγχρονο κεντρικό δόγμα, η γενετική πληροφορία ρέει από τα νουκλεϊκά οξέα (το DNA και το RNA) προς τις πρωτεΐνες.

Στον παρακάτω πίνακα:

ΣΤΗΛΗ Α	ΣΤΗΛΗ Β
Α. 5΄UAAGAAUCC →….3΄ 3΄ATTCTTAGGATTCGT 5΄	1. Αντιγραφή DNA.
Β. 5΄CUUGTTTGG →….3΄ 3΄GAACAAACCTAGGCC 5΄	2. Μεταγραφή.
Γ. 5΄GACTGAATC→…. 3΄ 3΄CUGACUUAGCAUACG 5΄	3. Αντίστροφη μεταγραφή.
Δ. 5΄ACAGCUAUU→ …3΄ 3΄UGUCGAUAAACUAAA 5΄	4. Αντιγραφή RNA ιού.

α. Να αντιστοιχίσετε τα στιγμιότυπα των διαδικασιών της στήλης Α με τις βιοχημικές πορείες της ροής της γενετικής πληροφορίας της στήλης Β, τις οποίες πιστεύετε ότι περιγράφουν (μονάδες 4).

β. Να αιτιολογήσετε συνοπτικά την απάντησή σας (μονάδες 8).

Μονάδες 12

4.2 Οι τεχνικές της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας έχουν αποκαλύψει ότι το κυτταρόπλασμα των ευκαρυωτικών κυττάρων διασχίζεται από ένα πολύμορφο πλέγμα ινιδίων, τα οποία

συγκροτούν τον κυτταρικό σκελετό. Χάρη στον κυτταρικό σκελετό, που αποτελείται από μικροϊνίδια, μακροϊνίδια, ενδιάμεσα ινίδια και μικροσωληνίσκους, τα κύτταρα υποστηρίζονται μηχανικά, μπορούν να διατηρούν το σχήμα τους, να το μεταβάλλουν, αλλά και να πραγματοποιούν την κίνηση οργανιδίων και άλλων δομών. Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο παίζουν τα ινίδια αυτά και κατά την κυτταρική διαίρεση.

α. Να περιγράψετε συνοπτικά τον ρόλο των μικροσωληνίσκων στην κυτταρική διαίρεση (μονάδες 7).

β. Να εξηγήσετε ποιος άλλος τύπος ινιδίων του κυτταρικού σκελετού συμμετέχει στην κυτταροπλασματική διαίρεση (μονάδες 3) και να περιγράψετε με ποιο τρόπο γίνεται η διανομή του γενετικού υλικού κατά τη διαίρεση των βακτηρίων (μονάδες 3).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Α-2, Β-1, Γ-3, Δ-4

β. Α-2, η μητρική αλυσίδα είναι η κάτω αλυσίδα, η οποία είναι DNA και οδηγεί στη σύνθεση RNA.

Β-1, η μητρική αλυσίδα είναι DNA και οδηγεί στη σύνθεση μιας αλυσίδας, της οποίας το αρχικό τμήμα αποτελείται από ριβονουκλεοτίδια και το υπόλοιπο από δεσοξυριβονουκλεοτίδια. Πρόκειται για ένα στιγμιότυπο της αντιγραφής στο οποίο υπάρχει πρωταρχικό τμήμα, το οποίο έχει επιμηκυνθεί από τη DNA πολυμεράση.

Γ-3, η μητρική αλυσίδα είναι RNA και οδηγεί στη σύνθεση μιας αλυσίδας DNA.

Δ-4, η μητρική αλυσίδα είναι RNA και οδηγεί στη σύνθεση μιας αλυσίδας RNA.

4.2

α. Στην πρόφαση της μίτωσης καθώς και στην πρόφαση Ι και πρόφαση ΙΙ της μείωσης σχηματίζεται η άτρακτος, η οποία στα ζωικά κύτταρα γίνεται με τη βοήθεια του κεντροσωματίου, που έχει ήδη διπλασιαστεί κατά τη μεσόφαση. Τα δύο κεντροσωμάτια μετακινούνται προς τους δύο πόλους. Από κάθε κεντροσωμάτιο προβάλλουν ακτινωτά νημάτια, οι μικροσωληνίσκοι, που σχηματίζουν την άτρακτο και οι οποίοι συμμετέχουν στην κίνηση των χρωμοσωμάτων ή των χρωματίδων, ανάλογα με τη φάση της κυτταρικής διαίρεσης. Στα φυτικά κύτταρα, επειδή δε διαθέτουν κεντροσωμάτια, η άτρακτος δεν οργανώνεται από αυτά.

Στα φυτικά κύτταρα για να πραγματοποιηθεί η κυτταροπλασματική διαίρεση, στο τέλος της ανάφασης, στην περιοχή του ισημερινού επιπέδου, αρχίζει να δημιουργείται από μικροσωληνίσκους ένα πλέγμα, ο φραγμοπλάστης. Από τον φραγμοπλάστη θα προκύψουν τα κυτταρικά τοιχώματα των δύο θυγατρικών κυττάρων.

β. Στα ζωικά κύτταρα, για να πραγματοποιηθεί η κυτταροπλασματική διαίρεση, στο ύψος του ισημερινού επιπέδου του κυττάρου, σχηματίζεται ένας περιφερικός δακτύλιος από ινίδια ακτίνης. Ο δακτύλιος αυτός με την πάροδο του χρόνου στενεύει όλο και περισσότερο, ώσπου να διχοτομήσει τελικά το κύτταρο (αυλάκωση).

Στα βακτήρια, τα δύο «χρωμοσώματα»,που έχουν προκύψει από την αντιγραφή του γενετικού υλικού, μοιράζονται στα θυγατρικά κύτταρα με τη βοήθεια της κυτταρικής μεμβράνης, χωρίς τη

νέο φροντιστήριο

δημιουργία ατράκτου. Τη διανομή του γενετικού υλικού ακολουθεί η διαίρεση του κυτταροπλάσματος.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Έστω ότι διαθέτουμε μια ειδική χρωστική ουσία φθορισμού που συνδέεται επιλεκτικά με το DNA αλλά όχι με ελεύθερα δεοξυριβονουκλεοτίδια. Χρησιμοποιώντας αυτή τη χρωστική και με την κατάλληλη διαδικασία χρωματίσαμε δύο είδη κυττάρων, ένα επιθηλιακό κύτταρο (δείγμα από το εσωτερικό βλεννογόνο στοματικής κοιλότητας) και ένα ώριμο ερυθροκύτταρο (δείγμα από αίμα). Με την βοήθεια ενός μικροσκοπίου φθορισμού και την κατάλληλη μεγέθυνση παρατηρήσαμε προσεκτικά τα κύτταρα που φέρουν τη χρωστική.

α. Να εξηγήσετε ποιο είδος κυττάρων θα αναμένατε να είναι χρωματισμένο μετά από τη μικροσκοπική παρατήρηση των δειγμάτων σας (μονάδες 6).

β. Αν χρωματίζαμε ένα βακτηριακό κύτταρο με την ίδια χρωστική, να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους η ένταση του φθορισμού σε σχέση με το προαναφερόμενο είδος κυττάρων θα ήταν λιγότερο έντονη (μονάδες 6).

Μονάδες 12

4.2 Οι πρωτεΐνες και τα πεπτίδια είναι θεμελιώδη συστατικά των κυττάρων που επιτελούν σημαντικές βιολογικές λειτουργίες. Δομικά, οι πρωτεΐνες και τα πεπτίδια εμφανίζουν μεγάλες ομοιότητες, καθώς αποτελούνται από αλυσίδες αμινοξέων που συγκρατούνται μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς. Ένα ολιγοπεπτίδιο αναλύθηκε για τον προσδιορισμό της πρωτοταγούς δομής του. Η αλληλουχία των αμινοξέων του βρέθηκε να είναι:

HOOC – ala - ala - his - gly - ser – NH_2

όπου ser = σερίνη, his= ιστιδίνη, ala = αλανίνη, gly= γλυκίνη

α. Αν γνωρίζουμε ότι για τη δημιουργία κάθε πεπτιδικού δεσμού χάνεται ένα μόριο νερού, να προσδιορίσετε το μοριακό βάρος του ολιγοπεπτιδίου με βάση τις σχετικές μοριακές μάζες των αμινοξέων του παρακάτω πίνακα, λαμβάνοντας υπ' όψη ότι η σχετική μοριακή μάζα του νερού είναι 18 (μονάδες 5) και να εξηγήσετε ποιο από τα αμινοξέα της πεπτιδικής αλυσίδας τοποθετήθηκε πρώτο κατά τη διαδικασία της πρωτεϊνοσύνθεσης (μονάδες 2).

Αμινοξέα	**ala**	**gly**	**his**	**ser**
Μοριακό βάρος	90	70	150	100

νέο φροντιστήριο

β. Έστω ότι ένα άλλο πεπτίδιο αποτελείται από τα ίδια είδη αμινοξέων. Να γράψετε δύο λόγους για τους οποίους θα εμφανίζει, πιθανότατα, διαφορετική λειτουργία από το προαναφερόμενο πεπτίδιο (μονάδες 6).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Μετά από τη μικροσκοπική παρατήρηση, τα επιθηλιακά κύτταρα θα αναμέναμε να φθορίζουν στην περιοχή του πυρήνα τους, μέσα στον οποίο φυλάσσεται το γενετικό υλικό τους, με την μορφή πολλών γραμμικών μορίων DNA και στην περιοχή των μιτοχονδρίων τους που το καθένα περιέχει δύο έως δέκα αντίγραφα κυκλικών μορίων DNA. Το ώριμο ερυθρό αιμοσφαίριο δεν διαθέτει πυρήνα και μιτοχόνδρια με αποτέλεσμα να μην φθορίζει.

β. Αν χρωματίζαμε ένα βακτηριακό κύτταρο με την ίδια χρωστική θα ήταν λιγότερο έντονα χρωματισμένο από ένα επιθηλιακό διότι:

- το DNA των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών, είναι περίπου 1.000 φορές μεγαλύτερο από των προκαρυωτικών (βακτηρίων),
- τα βακτήρια δεν διαθέτουν μιτοχόνδρια αλλά μεμονωμένα πλασμίδια (κυκλικά μόρια DNA) που αποτελούν το 1-2% του βακτηριακού DNA.

4.2

α. Το πεπτίδιο αποτελείται από 5 αμινοξέα. Μεταξύ των αμινοξέων αναπτύσσονται 4 πεπτιδικοί δεσμοί οι οποίοι δημιουργούνται με την αντίδραση (συμπύκνωσης) μεταξύ της καρβοξυλομάδας του ενός και της αμινομάδας του άλλου. Από κάθε σύνδεση δύο αμινοξέων αφαιρείται ένα μόριο νερού. Το μοριακό βάρος του ολιγοπεπτιδίου προσδιορίζεται με βάση τον αριθμό και τη σχετική μοριακή μάζα κάθε αμινοξέος που το αποτελεί, αν αφαιρέσουμε το μοριακό βάρος ενός μορίου νερού ανά πεπτιδικό δεσμό:

$Mr_{ολιγοπεπτιδίου} = 2 \times Mr_{ala} + 1 \times Mr_{his} + 1 \times Mr_{gly} + 1 \times Mr_{ser} - 4 \times 18 =$

$= (2 \times 90 + 1 \times 150 + 1 \times 70 + 1 \times 100) - 72 = 428$

Κατά την τοποθέτηση των αμινοξέων σε μία πεπτιδική αλυσίδα το πρώτο αμινοξύ συνδέεται με το διπλανό του μέσω της καρβοξυλομάδας του. Άρα, έχει πάντα ελεύθερη την αμινομάδα του και το τελευταίο έχει ελεύθερη την καρβοξυλομάδα. Συνεπώς, το πρώτο αμινοξύ που τοποθετήθηκε ήταν η σερίνη.

β. Ένα διαφορετικό ολιγοπεπτίδιο με τα ίδια ακριβώς αμινοξέα μπορεί να εμφανίζει διαφορετική λειτουργία επειδή δημιουργείται διαφορετική πρωτοταγής δομή λόγω του διαφορετικού πλήθους των αμινοξέων που το αποτελούν σε συνδυασμό με τη διαφορετική σειρά (αλληλουχία) με την οποία έχουν συνδεθεί αυτά τα αμινοξέα. Έτσι, αλλάζει και η διαμόρφωση του πεπτιδίου στο χώρο, καθώς η δυνατότητα να σχηματιστούν δεσμοί

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

νέο φροντιστήριο

ανάμεσα στις πλευρικές ομάδες αμινοξέων βρίσκεται σε διαφορετικά σημεία της πεπτιδικής αλυσίδας. Εφόσον αλλάζει η διαμόρφωση στο χώρο, αλλάζει και η λειτουργικότητά του.

νέο φροντιστήριο