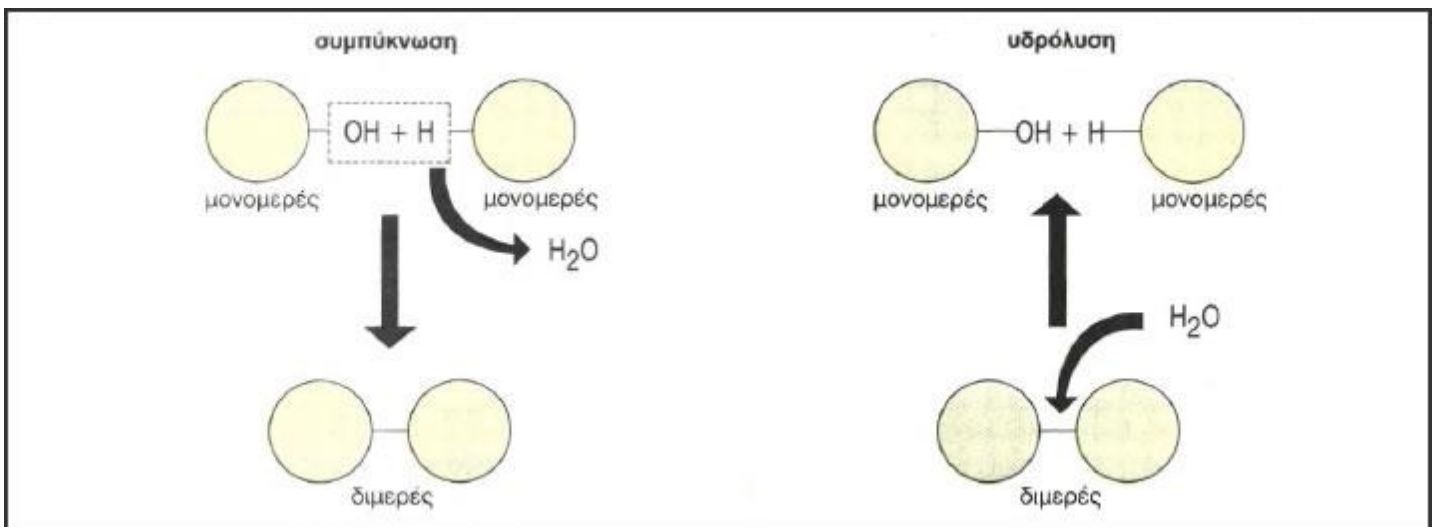


Ενότητα 3

Συμπύκνωση / Υδρόλυση - Ομοιοπολικός Δεσμός – Μεθοδολογία Ασκήσεων

Για μια πρώτη γνωριμία με τα μακρομόρια θα πρέπει να ξεκινήσουμε από τους δομικούς τους λίθους, δηλαδή από την πρώτη ύλη με την οποία αυτά οικοδομούνται. Οι πρωτεΐνες οικοδομούνται από αμινοξέα, τα νουκλεϊνικά οξέα από νουκλεοτίδια, οι πολυσακχαρίτες από μονοσακχαρίτες. Συνεπώς τα αμινοξέα, τα νουκλεοτίδια και οι μονοσακχαρίτες αποτελούν τις μονάδες (*μονομερή*), οι οποίες επαναλαμβανόμενες πολλές φορές συνιστούν τα **μακρομόρια** (*πολυμερή*). Τα μονομερή των διάφορων ειδών μακρομορίων μπορεί να είναι ίδια (πρωτεΐνες) ή διαφορετικά (λιπίδια).

Ωστόσο συνδέονται μεταξύ τους με τον ίδιο πάντοτε βασικό χημικό μηχανισμό, που ονομάζεται **συμπύκνωση**. Κατά τη συμπύκνωση το ένα μονομερές χάνει ένα άτομο υδρογόνου (H), ενώ το άλλο μια υδροξυλομάδα (OH). Αφαιρείται δηλαδή τελικά ένα μόριο νερού και τα δύο μονομερή συνδέονται με **ομοιοπολικό δεσμό**. Το γεγονός ότι έχει επικρατήσει ο ομοιοπολικός δεσμός για τη σύνδεση των μονομερών σε πολυμερή δεν είναι τυχαίο. Ο δεσμός αυτός (βλ. ένθετο) είναι ο πιο διαδεδομένος δεσμός στην έμβια ύλη, λόγω της σταθερότητάς του. Η διάσπαση των μακρομορίων στα μονομερή τους γίνεται με την προσθήκη νερού και ονομάζεται υδρόλυση. Σε ορισμένα μακρομόρια συναντώνται επίσης και άλλοι δεσμοί οι οποίοι δεν είναι ομοιοπολικοί. Τέτοιοι είναι οι δεσμοί υδρογόνου. Οι δεσμοί αυτοί, παρ' όλο που δε συμμετέχουν στη συνένωση των μονομερών, παίζουν, σημαντικό ρόλο στην τελική διαμόρφωση των μακρομορίων.



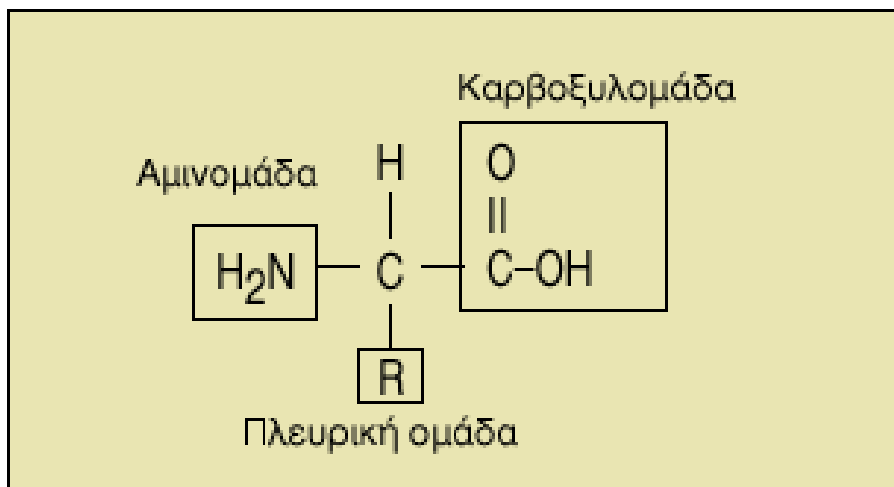
ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ

ΑΣΚΗΣΗ 1

Στα κύτταρα των οργανισμών έχουν ανιχνευτεί 20 διαφορετικά αμινοξέα ως δομικά συστατικά των πρωτεϊνών.

Απάντηση:

Όλα διαθέτουν μία τουλάχιστον αμινομάδα και μία τουλάχιστον καρβοξυλομάδα και το καθένα έχει μία γι' αυτό μια χαρακτηριστική ομάδα, την πλευρική ομάδα R



ΑΣΚΗΣΗ 1

Πόσα μόρια νερού αποσπώνται κατά την συνένωση 100 αμινοξέων;

Απάντηση:

Δύο αμινοξέα ενώνονται με πεπτιδικό δεσμό, που είναι δεσμός συμπύκνωσης, δηλαδή γίνεται με τη σύγχρονη απόσπαση ενός μορίου νερού. Αν στο διπεπτίδιο ενωθεί τρίτο αμινοξύ με τον ίδιο τρόπο, θα αποσπαστεί δεύτερο μόριο νερού. Ομοίως, η ένωση ενός τέταρτου αμινοξέος θα έχει αποτέλεσμα την απόσπαση τρίτου μορίου νερού κ.ο.κ, Επομένως, κατά το σχηματισμό μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας, που αποτελείται από (n) αμινοξέα, αποσπώνται (n-1) μόρια νερού.

Για n=100 αμινοξέα θα αποσπώνται n-1=100-1 =99 μόρια νερού

ΑΣΚΗΣΗ 2

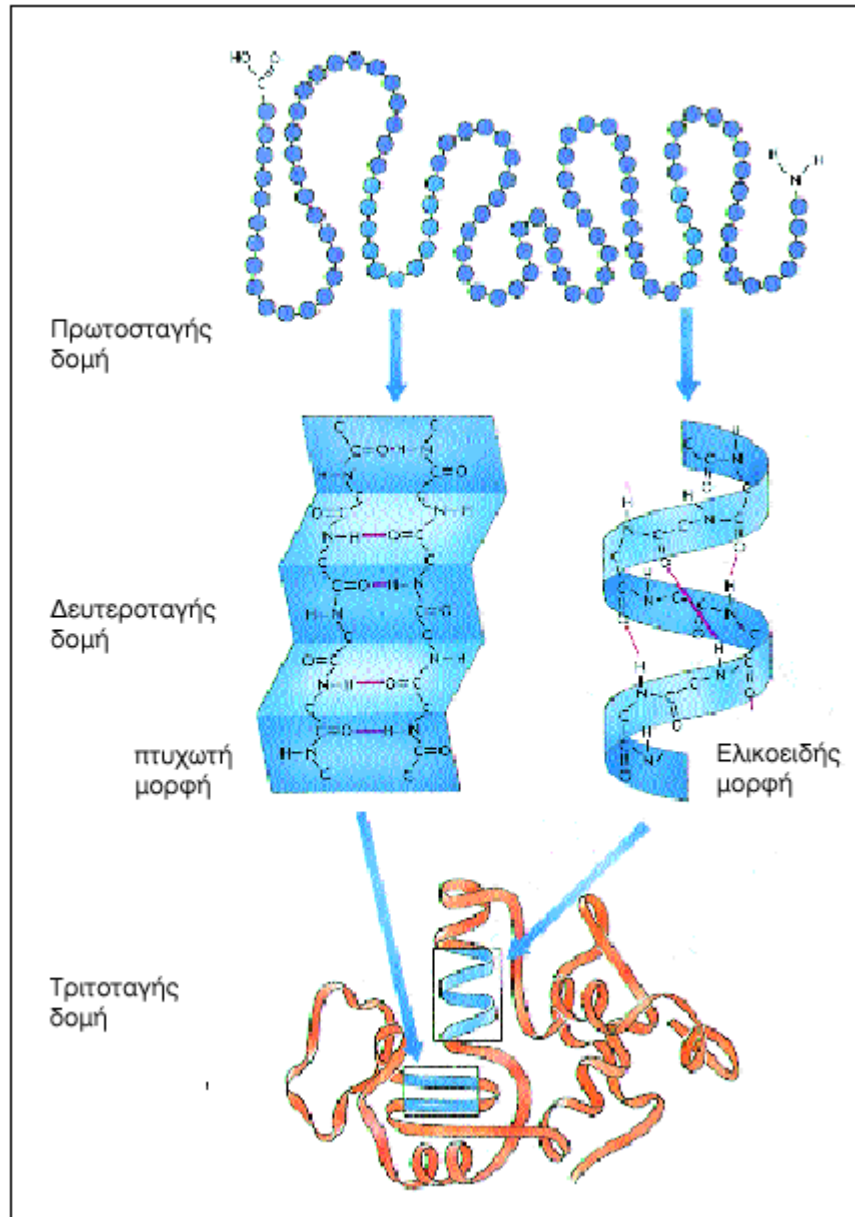
Ποια είναι η οργάνωση των πρωτεϊνικών μορίων που αποτελούνται από μία πρωτεϊνική αλυσίδα

Απάντηση:

Πρωτοταγής δομή	Η αλληλουχία των αμινοξέων στη πολυπεπτιδική αλυσίδα.
Δευτεροταγής δομή	Η πολυπεπτιδική αλυσίδα αναδιπλώνεται και αποκτά ελικοειδή ή πτυχωτή μορφή.

Τριτοταγής δομή

Η πολυπεπτιδική αλυσίδα αναδιπλώνεται στο χώρο και αποκτά καθορισμένη μορφή.



ΑΣΚΗΣΗ 3

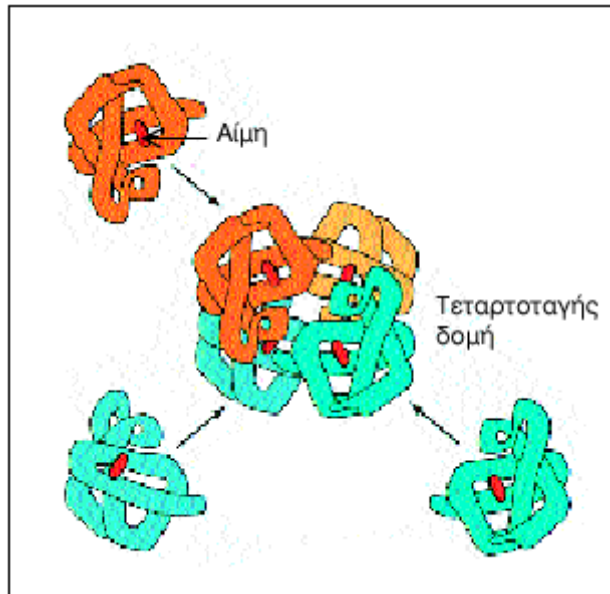
Ποια είναι η οργάνωση των πρωτεϊνικών μορίων που αποτελούνται από περισσότερες από μία πρωτεϊνικές αλυσίδες.

Απάντηση:

Πρωτοταγής, δευτεροταγής, τριτοταγής και

Τεταρτοταγής δομή

Συνδυασμός των επιμέρους πολυπεπτιδικών αλυσίδων σε ένα ενιαίο πρωτεϊνικό μόριο



ΑΣΚΗΣΗ 4

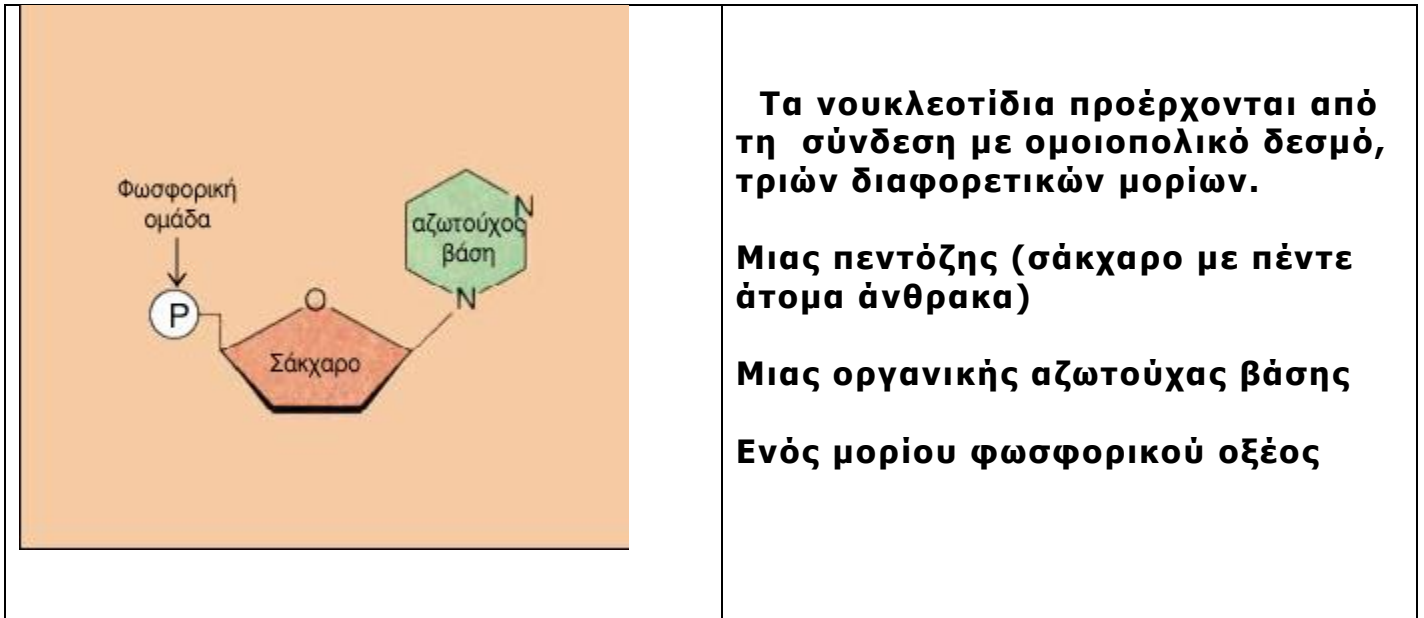
Για να φτιάξεις ένα πολυπεπτίδιο που έχει 100 αμινοξέα χρησιμοποιώντας τα 20 διαφορετικά αμινοξέα που μετέχουν στις πρωτεΐνες. Πόσοι πιθανοί συνδυασμοί υπάρχουν;

Απάντηση :

Αν έχουμε ένα πολυπεπτίδιο που αποτελείται από $n=100$ αμινοξέα και θέλουμε να το δημιουργήσουμε από $a=20$ αμινοξέα, τα οποία μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε από καμία έως και 100 φορές. Όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί είναι:

$$a^n = 20^{100}$$

ΝΟΥΚΛΕΙΚΑ ΟΞΕΑ



Οι αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων είναι:

Αδενίνη (A), γουανίνη (G), κυτοσίνη (C) και **θυμίνη (T) για το DNA**

Αδενίνη (A), γουανίνη (G), κυτοσίνη (C) και **ουρακίλη (U) για το RNA**

ΑΣΚΗΣΗ 1**Διαφορές των DNA και RNA****Απάντηση :**

	<u>DNA</u>	<u>RNA</u>
α	Το DNA αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες, τους κλώνους, που σχηματίζουν διπλή έλικα.	Το RNA συνήθως μονόκλωνο.
β	Το DNA αποτελείται από νουκλεοτίδια που περιέχουν την δεσοξυριβόζη (δεσοξυριβονουκλεοτίδια)	Το RNA αποτελείται από νουκλεοτίδια που περιέχουν ριβόζη (ριβονουκλεοτίδια).
γ	Οι αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων του DNA είναι η αδενίνη, η γουανίνη, η κυτοσίνη και η θυμίνη με σταθερή αναλο-γία μεταξύ των βάσεων $\frac{A}{T} = \frac{G}{C} = 1:1$	Οι αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων του RNA είναι η αδενίνη, η γουανίνη, η κυτοσίνη και η ουρακίλη. Μεταξύ των βάσεων δεν υπάρχει σταθερή αναλογία.
δ	Το DNA είναι το γενετικό υλικό του κυττάρου και ο ρόλος του είναι να μεταφέρει τις γενετικές πληροφορίες και να τις μεταβιβάζει από γενιά σε γενιά, καθώς επίσης να ελέγχει την κυτταρική δραστηριότητα και να επιτρέπει τη δημιουργία γενετικής ποικιλομορφίας	Το RNA υπάρχει σε τρεις τύπους, το m-RNA, που μεταφέρει τη γενετική πληροφορία στα ριβοσώματα, το t-RNA, που μεταφέρει τα αμινοξέα στα ριβοσώματα και το r-RNA, που αποτελεί δομικό συστατικό των ριβοσωμάτων. Τέλος, το RNA μπορεί να αποτελεί το γενετικό υλικό ορισμένων ιών.
ε	Το DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων βρίσκεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και τους χλωροπλάστες.	Το RNA βρίσκεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια, στους χλωροπλάστες και το κυτταρόπλασμα.

ΑΣΚΗΣΗ 2

Ένα μόριο του DNA απομονώθηκε και μετρήθηκαν οι αζωτούχες βάσεις του, οι οποίες ήταν συνολικά 50.000. Το 20% από αυτές το αποτελεί η βάση αδενίνη.

- α) Να υπολογισθεί το ποσοστό και των υπόλοιπων βάσεων καθώς και η αριθμητική τους τιμή.
β) Πόσοι δεσμοί υδρογόνου απαιτούνται για τη συγκρότηση αυτού του μορίου του DNA;

Απάντηση :

α) Η αδενίνη (A) είναι συμπληρωματική με τη θυμίνη (T) κατά συνέπεια αφού υπάρχει 20% αδενίνη θα υπάρχει και 20% θυμίνη. Το υπόλοιπο 60% ισομοιράζεται κατά 30% στη κυτοσίνη και 30% στη συμπληρωματική της γουανίνη.

Στα	100	20 A	20 T	30 G	και	30 C
	50.000	α;	β;	γ;		δ;

Οπότε έχω $a=10.000$ A, $\beta=10.000$ T, $\gamma=15.000$ G και $\delta=15.000$ C

β) Αν α είναι ο αριθμός του αθροίσματος αδενίνης-θυμίνης στο κλώνο, οποίος είναι ίσος με τον αριθμό της θυμίνης ή της αδενίνης στο μόριο του DNA και β ο αριθμός του αθροίσματος γουανίνης-κυτοσίνης στο κλώνο, οποίος είναι ίσος με τον αριθμό της γουανίνης ή κυτοσίνης στο μόριο του DNA και επειδή μεταξύ αδενίνης και θυμίνης αναπτύσσονται δύο δεσμοί υδρογόνου και μεταξύ γουανίνης και κυτοσίνης τρεις, θα ισχύει:

$$2\alpha + 3\beta = 2 \cdot 10.000 + 3 \cdot 15.000 = 20.000 + 45.000 = 65.000 \text{ δεσμοί υδρογόνου}$$

ΑΣΚΗΣΗ 3

Πόσα μόρια νερού αποσπάστηκαν ώστε να σχηματιστεί μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα (αυτό σημαίνει ότι είναι μονόκλωνο) που αποτελείται από 60 νουκλεοτίδια;

Απάντηση :

Η αντίδραση συμπύκνωσης κατά την ένωση δύο μονοφωσφορικών νουκλεοτιδίων που ενώνονται με ομοιοπολικό δεσμό, γίνεται με απόσπαση ενός μορίου νερού. Αν

στο σχηματιζόμενο δινουκλεοτίδιο προστεθεί ένα ακόμη νουκλεοτίδιο αποσπάται και δεύτερο μόριο νερού.

Επομένως για ένα πολυνουκλεοτίδιο, που αποτελείται από n νουκλεοτίδια θα αποσπώνται $n-1$ συνολικά μόρια νερού.

$$n-1 = 60 - 1 = 59 \text{ μόρια νερού.}$$

ΑΣΚΗΣΗ 4

Με 1000 νουκλεοτίδια DNA πόσοι είναι οι διαφορετικοί συνδυασμοί δίκλωνου DNA που μπορούν να προκύψουν;

Απάντηση :

Όλες οι δυνατές λύσεις θα δίνονται από τον τύπο a^n , όπου a τα νουκλεοτίδια με τις τέσσερις διαφορετικές αζωτούχες βάσεις που έχω ($a=4$) και n ο συνολικός αριθμός των νουκλεοτιδίων της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας ($n= 1000$). Όμως το DNA είναι δίκλωνο και αυτό σημαίνει ότι η αλληλουχία των αζωτούχων βασεων της μια αλληλιδας καθορίζει την αλληλουχία της απέναντι αλυσίδας, βάση της συμπληρωματικότητας. Άρα, θα έχουμε:

$$a^n = 4^{500}$$

ΑΣΚΗΣΗ 5

Πόσες πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες των 150 ριβονουκλεοτιδίων (άρα, RNA) μπορείτε να κατασκευάσετε συνδυάζοντας όλα τα είδη αζωτούχων βάσεων;

Απάντηση :

Όλες οι δυνατές λύσεις θα δίνονται από τον τύπο a^n , όπου a τα νουκλεοτίδια με τις τέσσερις διαφορετικές αζωτούχες βάσεις που έχω ($a=4$) και n ο συνολικός αριθμός των νουκλεοτιδίων της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας ($n= 150$)

$$a^n = 4^{150}$$

ΑΣΚΗΣΗ 6

Ποιες από τις αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους και γιατί;

Απάντηση :

Οι αζωτούχες βάσεις που έχουν την δυνατότητα να συνδέονται μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου λέγονται συμπληρωματικές.