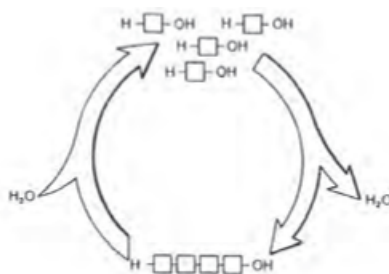


ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ-ΑΣΚΗΣΕΩΝ-ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ**ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ – ΤΕΥΧΟΣ Α΄****Κεφάλαια 1-2-3****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1****ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ**

1. Τοποθετήστε στο διάγραμμα που ακολουθεί τους όρους: σύνθεση, υδρόλυση, μακρομόριο, μονομερή. Ερμηνεύστε το διάγραμμα.



Απάντηση:

Η ζητούμενη ερμηνεία είναι:

Πάνω: Μονομερή, Δεξιά: Συμπύκνωση - σύνθεση, Κάτω: πολυμερή, Αριστερά: υδρόλυση

2. Σημειώστε την ένδειξη Σ ή Λ δίπλα σε κάθε πρόταση, ανάλογα εάν το νόήμά της είναι αντίστοιχα σωστό ή λάθος.

στ) Τα μονομερή των πρωτεϊνών είναι τα νουκλεϊκά οξέα.

Απάντηση:

στ) Λ

3. Σημειώστε την ένδειξη Σ ή Λ δίπλα σε κάθε πρόταση, ανάλογα εάν το νόήμά της είναι αντίστοιχα σωστό ή λάθος.

α) Το DNA είναι πρωτεΐνη.

β) Τα νουκλεοτίδια είναι τα μονομερή των πρωτεϊνών.

γ) Η δομή των πρωτεϊνικών μορίων καθορίζει τη λειτουργία τους.

δ) Το μονομερές των πρωτεϊνών είναι ένα σάκχαρο.

ε) Κάθε αμινοξύ περιέχει στο μόριό του ένα σταθερό τμήμα που ονομάζεται πλευρική ομάδα.

στ) Η έκθεση της πρωτεΐνης σε ακραίες τιμές PH ονομάζεται μετουσίωση.

ζ) Η κατάταξη των πρωτεϊνών σε δομικές και λειτουργικές γίνεται με κριτήριο τη δομή τους.

Απάντηση:

α) Λ (Το DNA είναι νουκλεϊκό οξύ)

- β) Λ (Τα μονομερή των πρωτεϊνών είναι τα αμινοξέα)
 γ) Σ
 δ) Λ
 ε) Λ (Η πλευρική ομάδα είναι το μεταβλητό τμήμα)
 στ) Λ (Μετουσίωση είναι το αποτέλεσμα αυτής της έκθεσης)
 ζ) Λ ή Σ (Όλες οι πρωτεΐνες δομούνται από αμινοξέα, η λειτουργία κάθε πρωτεΐνης καθορίζεται από την δομή της στο χώρο)

4. Συμπληρώστε τα κενά ώστε οι προτάσεις να αποδίδουν το σωστό νόημα.

Αν μία πρωτεΐνη αποτελείται μόνο από μια, το τελικό στάδιο της διαμόρφωσής της μπορεί να είναι μέχρι και η τριτοταγής δομή.

Αν μεταξύ των μακρομορίων αναζητούσες το πιο διαδεδομένο και πολυδιάστατο στη μορφή και τη λειτουργία μόριο, αργά ή γρήγορα θα κατέληγες στις

Απάντηση:

Αν μία πρωτεΐνη αποτελείται από μία πολυπεπτιδική αλυσίδα το τελικό στάδιο της διαμόρφωσής της μπορεί να είναι μέχρι και η τριτοταγής δομή.

Αν μεταξύ των μακρομορίων αναζητούσες το πιο διαδεδομένο και πολυδιάστατο στη μορφή και τη λειτουργία μόριο, αργά ή γρήγορα θα κατέληγες στις πρωτεΐνες.

5. Περιγράψτε τα τέσσερα επίπεδα οργάνωσης των πρωτεϊνών.

Απάντηση:

Στα πρωτεϊνικά μόρια διακρίνουμε τέσσερα επίπεδα οργάνωσης.

Το πρώτο επίπεδο είναι η πρωτοταγής δομή, δηλαδή η αλληλουχία των αμινοξέων στην πολυπεπτιδική αλυσίδα.

Στο δεύτερο επίπεδο, που αποτελεί τη δευτεροταγή δομή της πρωτεΐνης, η πολυπεπτιδική αλυσίδα αναδιπλώνεται και αποκτά είτε ελικοειδή είτε πτυχωτή μορφή.

Στο τρίτο επίπεδο η πολυπεπτιδική αλυσίδα, πτυχωτή ή ελικοειδής, αναδιπλώνεται στο χώρο, ώστε να αποκτήσει μια καθορισμένη μορφή, την τριτοταγή δομή.

Αν η πρωτεΐνη αποτελείται από μία μόνο πολυπεπτιδική αλυσίδα, το τελικό στάδιο της διαμόρφωσής της είναι η τριτοταγής δομή. Αν όμως αποτελείται από περισσότερες πολυπεπτιδικές αλυσίδες, το τελικό στάδιο είναι η τεταρτοταγής δομή, δηλαδή ο συνδυασμός των επιμέρους πολυπεπτιδικών αλυσίδων σε ένα ενιαίο πρωτεϊνικό μόριο.

6. Μια πρωτεΐνη χάνει τη λειτουργικότητά της ύστερα από θέρμανση στους 80°C. Πώς χαρακτηρίζεται το σχετικό φαινόμενο και πού οφείλεται;

Απάντηση:

Η τρισδιάστατη δομή μιας πρωτεΐνης καθορίζει τη λειτουργία που αυτή εκτελεί. Αυτό φαίνεται από τις συνέπειες της έκθεσής της σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας ή pH. Τότε η πρωτεΐνη υφίσταται αυτό που ονομάζουμε μετουσίωση. Σπάζουν δηλαδή οι δεσμοί που έχουν αναπτυχθεί μεταξύ των πλευρικών ομάδων, καταστρέφεται η τρισδιάστατη δομή της και η πρωτεΐνη χάνει τη λειτουργικότητά της.

11. Συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Μακρομόριο	Μονομερές	Λειτουργία
Ένζυμο		

Απάντηση:

Μακρομόριο	Μονομερές	Λειτουργία
Ένζυμο	Αμινοξύ	Κατάλυση βιολογικών αντιδράσεων

12. Δικαιολογήστε γιατί είναι σημαντικός ο ρόλος της πλευρικής ομάδας (R) των αμινοξέων.**Απάντηση:**

Έχουν ανιχνευτεί πάνω από 170 διαφορετικά αμινοξέα από τα οποία 20 μόνο αποτελούν συστατικά πρωτεϊνών.

Το μόριο των αμινοξέων αποτελείται από δύο τμήματα, ένα σταθερό και ένα μεταβλητό. Το σταθερό αποτελείται από ένα άτομο υδρογόνου, μια αμινομάδα και μια καρβοξυλομάδα, ενωμένα σε ένα κοινό άτομο άνθρακα, ενώ το μεταβλητό αποτελείται από την πλευρική ομάδα. Η ομάδα αυτή έχει διαφορετική χημική δομή για κάθε αμινοξύ. Συνεπώς, αν υπάρχουν 20 διαφορετικά αμινοξέα, είναι γιατί υπάρχουν 20 διαφορετικές πλευρικές ομάδες.

Ένα πολυπεπτίδιο, αμέσως μετά τη σύνθεσή του, δεν είναι συνήθως ικανό να εκδηλώσει το βιολογικό του ρόλο. Η ικανότητα αυτή αποκτάται, όταν η πολυπεπτιδική αλυσίδα πάρει την τελική διαμόρφωσή της στο χώρο. Όπως φαίνεται και στην εικόνα, στα πρωτεϊνικά μόρια διακρίνουμε τέσσερα επίπεδα οργάνωσης.

Το πρώτο επίπεδο είναι η πρωτοταγής δομή, δηλαδή η αλληλουχία των αμινοξέων στην πολυπεπτιδική αλυσίδα.

Στο δεύτερο επίπεδο, που αποτελεί τη δευτεροταγή δομή της πρωτεΐνης, η πολυπεπτιδική αλυσίδα αναδιπλώνεται και αποκτά είτε ελικοειδή είτε πτυχωτή μορφή.

Στο τρίτο επίπεδο η πολυπεπτιδική αλυσίδα, πτυχωτή ή ελικοειδής, αναδιπλώνεται στο χώρο, ώστε να αποκτήσει μια καθορισμένη μορφή, την τριτοταγή δομή.

Αν η πρωτεΐνη αποτελείται από μία μόνο πολυπεπτιδική αλυσίδα, το τελικό στάδιο της διαμόρφωσής της είναι η τριτοταγής δομή. Αν όμως αποτελείται από περισσότερες πολυπεπτιδικές αλυσίδες, το τελικό στάδιο είναι η τεταρτοταγής δομή, δηλαδή ο συνδυασμός των επιμέρους πολυπεπτιδικών αλυσίδων σε ένα ενιαίο πρωτεϊνικό μόριο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αιμοσφαιρίνη, η οποία συντίθεται από τέσσερις πολυπεπτιδικές αλυσίδες ανά δύο ίδιες.

Η διαμόρφωση του πρωτεϊνικού μορίου στο χώρο καθορίζεται από την αλληλουχία των αμινοξέων στην πεπτιδική αλυσίδα και σταθεροποιείται από τους δεσμούς που σχηματίζονται ανάμεσα στις ομάδες R των αμινοξέων.

Είναι δικαιολογημένο να αναρωτιόμαστε πώς είναι δυνατό μόρια τα οποία είναι φτιαγμένα από τα ίδια είδη αμινοξέων να παρουσιάζουν τόσο διαφορετικές λειτουργίες. Την απάντηση θα τη βρούμε, αν προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε εκείνο το στοιχείο που διαφοροποιεί τις πρωτεΐνες μεταξύ τους. Αυτό είναι η διαφορετική αλληλουχία των αμινοξέων, δηλαδή η διαφορετική πρωτοταγής δομή σε συνδυασμό με τις διαφορετικές ομάδες R. Όταν η σειρά των αμινοξέων είναι διαφορετική, η δυνατότητα να σχηματιστούν δεσμοί ανάμεσα στις πλευρικές ομάδες αμινοξέων

βρίσκεται σε διαφορετικά σημεία της πεπτιδικής αλυσίδας. Αυτό οδηγεί σε διαφορετική αναδίπλωση του μορίου, που συνεπάγεται διαφορετική δευτεροταγή και τριτοταγή δομή, επομένως σε διαφορετική διαμόρφωση στο χώρο.

Η τρισδιάστατη δομή μιας πρωτεΐνης καθορίζει τη λειτουργία που αυτή εκτελεί.

- 13. Αιτιολογήστε το γεγονός ότι το πλήθος των διαφορετικών πρωτεϊνών που υπάρχουν σε ένα κύτταρο καθορίζει το πλήθος των διαφορετικών λειτουργιών και δομικών χαρακτηριστικών του.**

Απάντηση:

Σύμφωνα με τους μετριοπαθέστερους υπολογισμούς, στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν περισσότερες από 30.000 διαφορετικές πρωτεΐνες. Καθεμιά από αυτές εμφανίζει έναν ιδιαίτερο βιολογικό ρόλο. Η αιμοσφαιρίνη, για παράδειγμα, είναι επιφορτισμένη με τη μεταφορά του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα. Το κολλαγόνο είναι δομική πρωτεΐνη ιστών (π.χ. του συνδετικού ιστού), ενώ τα ένζυμα επιταχύνουν τις αντιδράσεις που γίνονται μέσα στο κύτταρο.

Από την ποικιλία των διαφορετικών λειτουργιών που κάνουν οι πρωτεΐνες μπορούμε να αντιληφθούμε τη μεγάλη σημασία τους για τα βιολογικά φαινόμενα. Ο μεταβολισμός, ο πολλαπλασιασμός και όλες οι άλλες λειτουργίες των κυττάρων, και κατ' επέκταση των οργανισμών, στηρίζονται στη δράση των εκπληκτικών αυτών «μοριακών εργαλείων».

Οι πρωτεΐνες, με κριτήριο τη λειτουργία τους, διακρίνονται σε δύο ευρύτερες κατηγορίες. Τις δομικές, που αποτελούν δομικά συστατικά των κυττάρων και κατ' επέκταση των οργανισμών, και τις λειτουργικές, που συμβάλλουν στις διάφορες λειτουργίες.

- 14. Μια πρωτεΐνη έχει μοριακό βάρος 34.000 και αποτελείται από τέσσερις πολυπεπτιδικές αλυσίδες, που είναι ανά δύο όμοιες. Αν η μία από αυτές έχει μοριακό βάρος 9.000 και το μέσο μοριακό βάρος των αμινοξέων είναι 100, να βρείτε τον αριθμό των αμινοξέων κάθε πολυπεπτιδικής αλυσίδας.**

Σημείωση: Να μην ληφθεί υπόψη η αφαίρεση μορίων νερού κατά το σχηματισμό των πεπτιδικών δεσμών.

Απάντηση:

$$2A+2B \quad Mr_A = 9.000 \Rightarrow 2Mr_A = 18.000$$

$$\text{Όμως } Mr_{ολ} = 34.000 \text{ και φυσικά } Mr_{ολ} = 2Mr_A + 2Mr_B \Rightarrow$$

$$34.000 = 18.000 + 2Mr_B \Rightarrow 2Mr_B = 16.000 \Rightarrow Mr_B = 8.000$$

Αφού $Mr_{\text{αμινοξέος}} = 100$ τότε $\frac{Mr_A}{Mr_{\text{αμινοξέος}}} =$ πλήθος αμινοξέων στην υπομονάδα Α και

$$\frac{Mr_B}{Mr_{\text{αμινοξέος}}} = \text{πλήθος αμινοξέων στην υπομονάδα Β}$$

$$\text{Οπότε } \frac{9.000}{100} = 90 \text{ αμινοξέα (υπομονάδα Α) και } \frac{8.000}{100} = 80 \text{ αμινοξέα (υπομονάδα Β)}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ – ΠΥΡΗΝΑΣ - ΕΝΔΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ – ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΑ - ΧΛΩΡΟΠΛΑΣΤΕΣ

2. Σημειώστε την ένδειξη Σ ή Λ δίπλα σε κάθε πρόταση, ανάλογα με το αν το νόημά της είναι αντίστοιχα σωστό ή λάθος.
- α) Ο πυρήνας του κυττάρου περιβάλλεται από απλή στοιχειώδη μεμβράνη.
 - β) Στο λείο ενδοπλασματικό δίκτυο γίνεται το 7% της πρωτεϊνσύνθεσης ενός ευκαρυωτικού κυττάρου.
 - ε) Ο πυρηνίσκος του κυττάρου βρίσκεται στο εσωτερικό του μιτοχονδρίου.
 - μ) Κάθε κύτταρο προέρχεται από προϋπάρχον κύτταρο.
 - ν) Ευκαρυωτικό κύτταρο είναι αυτό που δε διαθέτει καθόλου πυρήνα.

Απάντηση:

- α) Λ
- β) Λ
- ε) Λ
- μ) Σ
- ν) Λ

3. Σημειώστε την ένδειξη Σ ή Λ δίπλα σε κάθε πρόταση, ανάλογα με το αν το νόημά της είναι αντίστοιχα σωστό ή λάθος.
- β) Ο πυρήνας του κυττάρου περιβάλλεται από τον πυρηνικό φάκελο ο οποίος δεν έχει τη δομή στοιχειώδους μεμβράνης.
 - δ) Στα ριβοσώματα γίνεται η σύνθεση των πρωτεϊνών.
 - στ) Όλα τα φυτικά κύτταρα περιέχουν χλωροπλάστες.

Απάντηση:

- β) Λ
- δ) Σ
- στ) Λ

4. Σημειώστε την ένδειξη Σ ή Λ δίπλα σε κάθε πρόταση, ανάλογα με το αν το νόημά της είναι αντίστοιχα σωστό ή λάθος.
- α) Στο μιτοχόνδριο παράγεται ενέργεια αξιοποιήσιμη από τα κύτταρα.
 - β) Τα πλαστίδια ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των χλωροπλαστών.
 - γ) Μία κατηγορία ριβοσωμάτων είναι οι αμυλοπλάστες.
 - δ) Το εσωτερικό των χλωροπλαστών είναι ημίρρευστη μάζα και λέγεται στρώμα.

Απάντηση:

- α) Σ
- β) Λ
- γ) Λ
- δ) Σ (ή Λ, στο σχολικό χαρακτηρίζεται ως ρευστή)

10. Σχολιάστε το ρόλο των μεμβρανών στα μιτοχόνδρια, στο ενδοπλασματικό δίκτυο και στον πυρήνα.**Απάντηση:**

Σήμερα υπάρχουν διάφορα μοντέλα για τη μελέτη της δομής και της λειτουργίας των κυτταρικών μεμβρανών και σ' αυτό βοήθησε η ανάπτυξη της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και άλλων τεχνικών. Το μοντέλο που δεχόμαστε σήμερα είναι αυτό του «ρευστού μωσαϊκού», που προτάθηκε το 1972 από τους Σ. Σίνγκερ και Τ. Νίκολσον. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, οι μεμβράνες αποτελούνται από μια διπλοστιβάδα, φωσφολιπιδίων κυρίως, ανάμεσα στα οποία παρεμβάλλονται στεροειδή όπως η χοληστερόλη και πρωτεΐνες, οι οποίες είτε βρίσκονται στην επιφάνεια της μεμβράνης είτε βυθίζονται στο εσωτερικό της είτε τη διαπερνούν κάθετα, σχηματίζοντας ένα είδος μωσαϊκού. Συχνά, πρωτεΐνες αλλά και λιπίδια της πλασματικής μεμβράνης εμφανίζονται συνδεδεμένα με υδατάνθρακες (σάκχαρα). Τα σύνθετα αυτά μόρια ονομάζονται γλυκοπρωτεΐνες ή γλυκολιπίδια αντίστοιχα.

Τα υδρόφιλα τμήματα των λιπιδίων στρέφονται προς το ενδοκυτταρικό και προς το εξωκυτταρικό περιβάλλον, που είναι υδατικά. Αντίθετα τα υδρόφοβα τμήματα, δηλαδή οι ουρές των φωσφολιπιδίων, στρέφονται προς το εσωτερικό της κατασκευής, ώστε να αποφεύγουν την επαφή τους με το νερό.

Οι έλξεις που αναπτύσσονται μεταξύ των υδρόφιλων τμημάτων και των μορίων του νερού, καθώς και οι έλξεις των υδρόφοβων τμημάτων μεταξύ τους, προσδίδουν στη μεμβράνη σταθερότητα, χωρίς παράλληλα να την κάνουν στατική. Η ονομασία «ρευστό μωσαϊκό» αποδίδει ακριβώς τη δυνατότητα που έχουν τα περισσότερα λιπίδια και αρκετές από τις πρωτεΐνες της μεμβράνης να ολισθαίνουν πλάγως, αλλάζοντας θέση με γειτονικά τους μόρια.

Η διατήρηση της ρευστότητας των μεμβρανών έχει μεγάλη σημασία για τη λειτουργία τους. Μεμβράνες που έχουν «στερεοποιηθεί» παύουν να είναι λειτουργικές, γιατί πολλές από τις πρωτεΐνες τους αδρανοποιούνται.

Σήμερα, χάρη στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και στις σύγχρονες μεθόδους βιοχημικής ανάλυσης, γνωρίζουμε ότι τα κύτταρα έχουν πολύπλοκη εσωτερική οργάνωση. Στο κυτταρόπλασμά τους, όπως έχει καθιερωθεί πλέον να ονομάζεται το πρωτόπλασμα, υπάρχει ένα πλήθος διαφορετικών δομών, που ονομάζονται οργανίδια. Καθένα από αυτά είναι ικανό για μια συγκεκριμένη λειτουργία. Κάποια οργανίδια έχουν αναλάβει την αξιοποίηση, προς όφελος του κυττάρου, ενέργειας που μπορούν να δεσμεύσουν από το εξωτερικό περιβάλλον. Άλλα παράγουν πρωτεΐνες, άλλα είναι υπεύθυνα για την κίνηση των κυττάρων κ.ο.κ. Όποια κι αν είναι όμως η λειτουργία που έχουν αναλάβει να κάνουν, υπακούουν πάντα στις εντολές που εκπορεύονται από το ίδιο «κέντρο ελέγχου», τον πυρήνα του κυττάρου.

Ο πυρήνας είναι το πιο ευδιάκριτο οργανίδιο των ευκαρυωτικών κυττάρων. Κατά κανόνα υπάρχει ένας πυρήνας σε κάθε κύτταρο. Υπάρχουν ωστόσο και κύτταρα με δύο πυρήνες, όπως το κύτταρο του πρωτόζωου Παραμέτσιουμ (Paramecium), ή κύτταρα με πολυάριθμους πυρήνες, όπως ορισμένα μυϊκά. Υπάρχουν όμως και κύτταρα, όπως είναι τα ερυθρά αιμοσφαίρια, που κατά τη διάρκεια της διαφοροποίησής τους χάνουν τον πυρήνα τους.

Το σχήμα του πυρήνα είναι συνήθως σφαιρικό ή ωοειδές και η διάμετρος του, αν και ποικίλλει, προσεγγίζει τα 5 μm. Σε μερικά κύτταρα βρίσκεται περίπου στο κέντρο τους, σε άλλα όμως δε φαίνεται να έχει σταθερή θέση.

Ο πυρήνας περιβάλλεται από τον πυρηνικό φάκελο ή πυρηνική μεμβράνη, που αποτελείται από δύο στοιχειώδεις μεμβράνες, μια εσωτερική και μια εξωτερική. Η παρατήρηση του πυρηνικού φακέλου με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο δείχνει ότι κατά διαστήματα παρουσιάζει πόρους, που σχηματίζονται από τη συνένωση της εσωτερικής με την εξωτερική μεμβράνη. Οι πυρηνικοί πόροι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία του πυρήνα με το κυτταρόπλασμα, γιατί ελέγχουν τα μακρομόρια που ανταλλάσσονται μεταξύ τους.

Σύμφωνα με την αντίληψη που επικρατεί στη σύγχρονη Βιολογία, οι μεμβράνες του κυττάρου συγκροτούν ένα ενιαίο δομικά και λειτουργικά σύνολο, το ενδομεμβρανικό σύστημα. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει τα ακόλουθα οργανίδια: ενδοπλασματικό δίκτυο, σύμπλεγμα Golgi, λυσοσώματα, υπεροξειδιοσώματα και κενοτόπια.

- **Ενδοπλασματικό δίκτυο:** Είναι ένα πολυδαίδαλο σύνολο αγωγών και κύστεων το οποίο διασχίζει το κυτταρόπλασμα. Οι μεμβράνες του, που αποτελούν το 50% και πλέον των στοιχειωδών μεμβρανών του κυττάρου, συχνά εμφανίζονται συνδεδεμένες με την πλασματική μεμβράνη, τον πυρηνικό φάκελο ή τις μεμβράνες των υπόλοιπων οργανιδίων. Λόγω αυτών των συνδέσεων το ενδοπλασματικό δίκτυο λειτουργεί ως ένας κοινός αγωγός, που επιτρέπει τη μεταφορά ουσιών μεταξύ των διάφορων τμημάτων του κυτταροπλάσματος και, ίσως, μεταξύ του πυρήνα και του εξωκυτταρικού περιβάλλοντος.

Οι μεμβράνες του παρέχουν επιφάνειες στις οποίες εδράζονται ένζυμα. Σε διαφορετικές περιοχές εδράζονται ένζυμα που εξυπηρετούν διαφορετικές αντιδράσεις του μεταβολισμού.

Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο παρουσιάζεται με δύο μορφές, το αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο και το λείο ενδοπλασματικό δίκτυο. Το αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο φέρει στην εξωτερική επιφάνεια των μεμβρανών του μικρούς σχηματισμούς, τα ριβοσώματα. Οι σχηματισμοί αυτοί δεν περιβάλλονται από μεμβράνη και αποτελούνται από rRNA και πρωτεΐνες. Στα ριβοσώματα γίνεται η πρωτεϊνοσύνθεση.

Όπως οι χλωροπλάστες, έτσι και τα μιτοχόνδρια περιβάλλονται από διπλή στοιχειώδη μεμβράνη. Η εξωτερική μεμβράνη είναι λεία, ενώ η εσωτερική παρουσιάζει αναδιπλώσεις προς το εσωτερικό του μιτοχονδρίου. Στις αναδιπλώσεις αυτές εντοπίζονται διάφορα ένζυμα.

12. Ο πίνακας που δίνεται στη συνέχεια αναφέρεται σε ένα ηπατικό και ένα φωτοσυνθετικό φυτικό κύτταρο, καθώς και σε δομές που θα μπορούσαν να υπάρχουν σ' αυτά:

Δομή	Κύτταρα	
	Ηπατικό	Φωτοσυνθετικό
Πυρηνικός φάκελος		
Κυτταρικό τοίχωμα		
Αμυλόκοκκοι		
Χλωροπλάστες		
Σύμπλεγμα Golgi		
Ριβοσώματα		
Μιτοχόνδρια		

Αν η δομή υπάρχει σε καθένα από τα τρία είδη κυττάρων, βάλτε ένα (+) στο αντίστοιχο τετράγωνο και, αν δεν υπάρχει, βάλτε ένα (-).

Απάντηση:

Δομή	Κύτταρα	
	Ηπατικό	Φωτοσυνθετικό
Πυρηνικός φάκελος	+	+
Κυτταρικό τοίχωμα	-	+
Αμυλόκοκκοι	-	+/- (εξαρτάται)
Χλωροπλάστες	-	+
Σύμπλεγμα Golgi	+	+
Ριβοσώματα	+	+
Μιτοχόνδρια	+	+

14. Να αναφέρετε και να περιγράψετε μορφολογικά δύο κυτταρικά οργανίδια που σχετίζονται με τη μετατροπή της ενέργειας σε μορφή αξιοποιήσιμη από το κύτταρο. Ποιος είναι ο ρόλος καθενός από αυτά στη ζωή του κυττάρου;

Απάντηση:

Τα κύτταρα χρειάζονται ενέργεια, για να διατηρήσουν τη δομή και τη λειτουργικότητά τους. Την ενέργεια αυτή την αντλούν συνεχώς από το περιβάλλον τους. Δεν αρκεί όμως μόνο η εισαγωγή ενέργειας στα κύτταρα. Χρειάζεται και η μετατροπή της σε μορφή τέτοια, που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα κύτταρα για την παραγωγή έργου (μηχανικού, χημικού, μεταφοράς ουσιών κτλ.), από το οποίο εξαρτάται η επιβίωσή τους.

Τα οργανίδια του ευκαρυωτικού κυττάρου τα εξειδικευμένα στη μετατροπή της εξωτερικής ενέργειας σε χρησιμοποιήσιμη μορφή είναι οι χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια.

- Χλωροπλάστες: Υπάρχουν μόνο στα κύτταρα των πράσινων τμημάτων των φυτών. Στα οργανίδια αυτά γίνεται η φωτοσύνθεση.

Οι χλωροπλάστες περιβάλλονται από διπλή στοιχειώδη μεμβράνη. Στο εσωτερικό τους υπάρχει μια ρευστή μάζα, το στρώμα, στο οποίο περιέχονται πεπλατυσμένα κυστίδια, τα θυλακοειδή, που στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο, ώστε να σχηματίσουν σωρούς, τα grana, στα οποία περιέχονται μόρια χλωροφύλλης. Υπάρχουν επίσης μεμονωμένες μεμβρανώδεις δομές, τα ελασμάτια, που συνδέουν τα grana μεταξύ τους.

Στο στρώμα του χλωροπλάστη βρίσκεται και DNA, όπως επίσης ένζυμα και ριβοσώματα, που του επιτρέπουν να διαιρείται και να δίνει θυγατρικά οργανίδια, αλλά και να συνθέτει μερικές από τις πρωτεΐνες του, χωρίς να εξαρτάται ολοκληρωτικά από το γενετικό υλικό του πυρήνα.

Οι χλωροπλάστες ανήκουν σε μια ευρύτερη κατηγορία οργανιδίων των φυτικών κυττάρων, που ονομάζονται πλαστίδια. Στα πλαστίδια ανήκουν και οι άχρωμοι αμυλοπλάστες, που βρίσκονται στα κύτταρα των ριζών των φυτών και αποτελούν αποθήκες αμύλου, καθώς επίσης οι χρωμοπλάστες, που περιέχουν χρωστικές και βρίσκονται στα άνθη, στα φύλλα και στους καρπούς.

- **Μιτοχόνδρια:** Τα μιτοχόνδρια υπάρχουν σε όλα τα ευκαρυωτικά κύτταρα (φωτοσυνθετικά και μη), με εξαίρεση τα ώριμα ερυθρά αιμοσφαίρια. Είναι τα οργανίδια στα οποία γίνεται μετατροπή της ενέργειας σε μορφή που να μπορεί να αξιοποιηθεί για τις διάφορες λειτουργίες του κυττάρου.

Το σχήμα των μιτοχονδρίων ποικίλλει (επίμηκες, σφαιρικό ή ωοειδές), όπως ποικίλλει και ο αριθμός τους στους διάφορους τύπους κυττάρων. Γενικώς, κύτταρα που έχουν υψηλές απαιτήσεις σε χημική ενέργεια, όπως τα μυϊκά, έχουν και πάρα πολλά μιτοχόνδρια, ενώ κύτταρα με μικρότερες ενεργειακές απαιτήσεις έχουν μικρότερο αριθμό μιτοχονδρίων.

Όπως οι χλωροπλάστες, έτσι και τα μιτοχόνδρια περιβάλλονται από διπλή στοιχειώδη μεμβράνη. Η εξωτερική μεμβράνη είναι λεία, ενώ η εσωτερική παρουσιάζει αναδιπλώσεις προς το εσωτερικό του μιτοχονδρίου. Στις αναδιπλώσεις αυτές εντοπίζονται διάφορα ένζυμα. Όπως στους χλωροπλάστες, έτσι και στα μιτοχόνδρια ο χώρος μέσα από την εσωτερική μεμβράνη καλύπτεται από μια παχύρρευστη μάζα, τη μήτρα του μιτοχονδρίου. 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 σ' αυτό το μηχανισμό μπορούν να παράγουν ορισμένες πρωτεΐνες και να διπλασιάζονται ανεξάρτητα από το διπλασιασμό του κυττάρου.

17. Ποιες είναι οι διαφορές, δομικές και λειτουργικές, ανάμεσα στα μέρη των ακόλουθων ζευγαριών κυτταρικών δομών:

β. μιτοχόνδριο – χλωροπλάστης

Απάντηση:

Μιτοχόνδριο	Χλωροπλάστης
Σε κάθε ευκαρυωτικό κύτταρο (εκτός ερυθροκύτταρα)	Μόνο στα ευκαρυωτικά κύτταρα που φωτοσυνθέτουν (είναι πράσινα)
Εσωτερική παχύρρευστη μάζα (μήτρα)	Εσωτερική ρευστή μάζα (στρώμα)
-	Έχει θυλακοειδή
-	Έχει Grana
-	Έχει χλωροφύλλη
-	Έχει ελάσματα
-	Ανήκουν στα πλαστίδια
-	Εκτελούν τη φωτοσύνθεση
Εκτελούν την οξειδωτική φωσφορυλίωση	-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ENZYMA

1. Τι είναι ενέργεια ενεργοποίησης και ποια η σχέση ενός ενζύμου με αυτήν;

Απάντηση:

Για να πραγματοποιηθούν πολλές από τις χημικές αντιδράσεις, ακόμη και αυτές που τελικά αποδίδουν ενέργεια (εξώθερμες), πρέπει αρχικά να προσφερθεί ενέργεια στα αντιδρώντα μόρια. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται ενέργεια ενεργοποίησης. Στο περιβάλλον η ενέργεια ενεργοποίησης μπορεί να εξασφαλιστεί με προσφορά θερμότητας. Σε ό,τι αφορά τις αντιδράσεις του μεταβολισμού, αν επιδιώξουμε την πραγματοποίησή τους στο εργαστήριο, έξω από το κύτταρο, προσφέροντας θερμότητα, θα διαπιστώσουμε ότι το ποσό που απαιτείται θα ήταν απαγορευτικό για την επιβίωση του κυττάρου. Επιπλέον ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση των μεταβολικών αντιδράσεων είναι πολύ μεγάλος. Αυτό θα δημιουργούσε επίσης πρόβλημα στους οργανισμούς, των οποίων οι ανάγκες είναι σχεδόν πάντα άμεσες και φυσικά απαιτούν μεγάλη ταχύτητα αντιδράσεων. Τα κύτταρα, για να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα, διαθέτουν μηχανισμό μείωσης της ενέργειας ενεργοποίησης των μεταβολικών τους αντιδράσεων. Ο μηχανισμός αυτός στηρίζεται στη δράση των ενζύμων, που, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι πρωτεΐνες.

2. Ο τρόπος δράσης των ενζύμων δείχνει ότι τα ένζυμα:

α. Είναι ειδικά.

β. Επηρεάζονται από τη θερμοκρασία.

γ. Είναι πρωτεΐνες.

δ. Όλα τα προηγούμενα είναι σωστά.

Σημειώστε τη σωστή απάντηση.

Απάντηση:

Τα ένζυμα, γενικά, καταλύουν αντιδράσεις που θα μπορούσαν να γίνουν και χωρίς την παρουσία τους. Με την παρουσία όμως των ενζύμων η ταχύτητα των αντιδράσεων αυξάνεται ακόμη και μέχρι 100 εκατομμύρια φορές. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται, με την παρουσία ενζύμων, μέσα σ' ένα λεπτό, θα χρειάζονταν 32 μήνες για να πραγματοποιηθούν χωρίς αυτά. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των αντιδρώντων μορίων ή μορίων - υποστρωμάτων.

Ο προσανατολισμός των μορίων - υποστρωμάτων 82 γίνεται στο ενεργό κέντρο του ενζύμου, που αποτελεί μια μικρή περιοχή του. Η σύνδεση των αντιδρώντων μορίων με αυτό μοιάζει με το «ταίριασμα του κλειδιού στην κλειδαριά».

Η σύνδεση των υποστρωμάτων με το ένζυμο έχει ως αποτέλεσμα να γίνονται ασταθείς οι δεσμοί των αντιδρώντων μορίων. «Σπάνε» πιο εύκολα, κάτι που αποτελεί προϋπόθεση για το σχηματισμό των προϊόντων. Σε ορισμένες περιπτώσεις το ενεργό κέντρο των ενζύμων αποκτά σχήμα συμπληρωματικό του σχήματος του υποστρώματος μόνο μετά την πρόσδεση του υποστρώματος στο ενεργό κέντρο.

Η δραστηριότητα των ενζύμων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Σ' αυτούς ανήκουν η θερμοκρασία, το pH κ.ά.

3. Περιγράψτε το μηχανισμό δράσης των ενζύμων. Αναφέρατε τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη δράση αυτή.

Απάντηση:

Το γεγονός ότι τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικά μόρια έχει ως αποτέλεσμα ορισμένες, τουλάχιστον, από τις ιδιότητές τους. Ας δούμε τις κυριότερες από αυτές:

- Η καταλυτική δράση των ενζύμων καθορίζεται από την τριτοταγή δομή του πρωτεϊνικού μορίου.
- Δρουν πολύ γρήγορα.
- Δε συμμετέχουν στην αντίδραση που καταλύουν.
- Εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης.
- Η δραστηριότητα των ενζύμων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Σ' αυτούς ανήκουν η θερμοκρασία, το pH κ.ά.

Επειδή δε συμμετέχουν στην αντίδραση που καταλύουν μπορούν να καταλύουν πολλαπλάσια ποσότητα υποστρώματος. Αφού δε συμμετέχουν στην αντίδραση που καταλύουν, με την έννοια ότι παραμένουν αναλλοίωτα και μετά το τέλος της αντίδρασης μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές, ώσπου να καταστραφούν.

4. Ποιες είναι οι ιδιότητες των ενζύμων; Πώς εξηγείται το γεγονός ότι μια μικρή ποσότητα ενζύμου μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διεξαγωγή μιας αντίδρασης, στην οποία μετέχει πολλαπλάσια ποσότητα υποστρώματος;

Απάντηση:

Το γεγονός ότι τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικά μόρια έχει ως αποτέλεσμα ορισμένες, τουλάχιστον, από τις ιδιότητές τους.

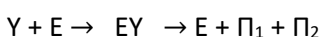
Η δραστηριότητα των ενζύμων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Σ' αυτούς ανήκουν η θερμοκρασία, το pH κ.ά., αφού σε υψηλές θερμοκρασίες και ακραία pH το πρωτεϊνικό μόριο του ενζύμου θα μετουσιώνεται.

Εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης, που οφείλεται στη διάταξή τους στο χώρο και στη δυνατότητα σύνδεσης του ενεργού τους κέντρου με το υπόστρωμα. Αυτό σημαίνει ότι δρουν συνήθως σε ένα μόνο συγκεκριμένο υπόστρωμα. Ένα ένζυμο δηλαδή καταλύει συνήθως μία μόνο χημική αντίδραση ή, το πολύ, μια σειρά από πολύ συγγενικές αντιδράσεις. Η καταλάση, για παράδειγμα, καταλύει μόνο την αντίδραση διάσπασης του υπεροξειδίου του υδρογόνου. Αντίθετα η παγκρεατική λιπάση, ένζυμο που εκκρίνεται από το πάγκρεας, καταλύει τις αντιδράσεις διάσπασης μιας σειράς διαφορετικών λιπιδίων.

7. Τοποθετήστε τα γράμματα Ε(ένζυμο), Υ(υπόστρωμα), ΕΥ(ένζυμο-υπόστρωμα) και Π(προϊόν) στις γραμμές, έτσι ώστε να περιγράψετε μια ενζυμική αντίδραση. Κάθε γράμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερες από μία φορές:

..... + → → + +

Απάντηση:



8. Σημειώστε σωστό ή λάθος σε καθεμιά από τις απαντήσεις που ακολουθούν.

Ένα ένζυμο επιταχύνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης:

- α. Προκαλώντας την απελευθέρωση θερμότητας ()
 β. Αυξάνοντας την κίνηση των μορίων ()
 γ. Ελαττώνοντας την ενέργεια ενεργοποίησης ()
 δ. Αλλάζοντας την ενέργεια μεταξύ υποστρώματος και προϊόντων ()

Απάντηση:

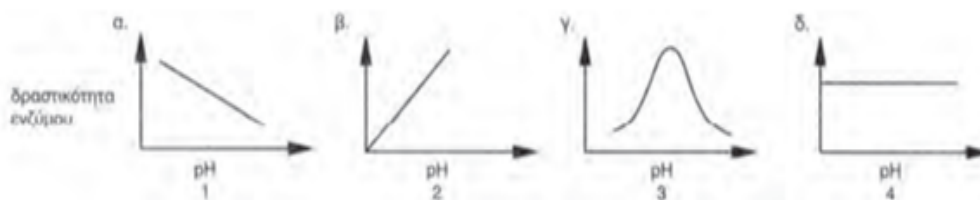
α. Λ

β. Λ

γ. Σ

δ. Λ (Τα ένζυμα δεν επηρεάζουν την ισορροπία της αντίδρασης)

9. Ποια καμπύλη από τις παρακάτω εκφράζει, κατά την άποψή σας, τη σχέση pH και δραστηριότητας ενζύμου; Βάλτε σε κύκλο τον αριθμό που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση (α, β, γ, δ).



Απάντηση:

Σωστή απάντηση είναι η καμπύλη γ.

10. Βάλτε σε κύκλο το Σ, αν αυτό που εκφράζει καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστό, ή το Λ, αν είναι λάθος:

Πρόταση	Σ	Λ
α. Ένα μόριο καταλάσης έχει καταλύσει τη διάσπαση ενός μορίου υπεροξειδίου του υδρογόνου. Το ίδιο μόριο μπορεί να καταλύσει τη διάσπαση και άλλων μορίων υπεροξειδίου του υδρογόνου	Σ	Λ
β. Η αμυλάση του σάλιου διασπά πρωτεΐνες	Σ	Λ
γ. Όλες οι πρωτεΐνες είναι ένζυμα	Σ	Λ
δ. Η διαφορά ενέργειας μεταξύ αντιδρώντων και προϊόντων είναι μεγαλύτερη, όταν η αντίδραση δεν είναι ενζυμική	Σ	Λ

Απάντηση:

α. Σ

β. Λ

γ. Λ

δ. Λ (Τα ένζυμα δεν επηρεάζουν την ισορροπία της αντίδρασης)

11. Υποθέστε ότι βρίσκεται σε εξέλιξη, σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες, η διάσπαση μιας πρωτεΐνης στα αμινοξέα που την αποτελούν. Μετράμε την ποσότητα των αμινοξέων που προκύπτουν από τη διάσπαση της πρωτεΐνης, σε κάθε περίπτωση, μετά από τρεις ώρες και μετά από πενήντα ώρες. Τα αποτελέσματα καταγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Θερμοκρασία Χρόνος	10°C	20°C	60°C
Μετά 3h	50mg	110mg	100mg
Μετά 50h	650mg	820mg	130mg

Από πού μπορείτε να συμπεράνετε αν μετέχει ένζυμο στην παραπάνω αντίδραση και, αν ναι, σε ποια κατηγορία ενζύμων ανήκει;

Απάντηση:

Η αντίδραση είναι ενζυμική διότι με την πρόοδο του χρόνου σε χαμηλές θερμοκρασίες η αντίδραση συμβαίνει ενώ σε υψηλές θερμοκρασίες με την πρόοδο του χρόνου η αντίδραση δεν συμβαίνει, προφανώς λόγω μετουσίωσης του ενζύμου στην υψηλή θερμοκρασία.

- 12. Πολλά απορρυπαντικά χαρακτηρίζονται ως βιολογικά, επειδή περιέχουν ένα ένζυμο που δρα σε λεκέδες που περιέχουν πρωτεΐνες. Το ένζυμο αυτό είναι μια πρωτεάση, που προέρχεται από ένα βακτήριο. Για την άριστη απόδοση του απορρυπαντικού χρειάζεται να υπάρχει ήπιο αλκαλικό περιβάλλον και κατάλληλη θερμοκρασία (μεταξύ 45°C και 55°C):**

α. Να αναφέρετε δυο παραδείγματα λεκέδων που θα μπορούσε να απομακρύνει το παραπάνω βιολογικό απορρυπαντικό.

β. Αν η θερμοκρασία στο νερό του πλυντηρίου φθάσει τους 70°C, νομίζετε ότι θα επηρεαστεί η δράση της πρωτεάσης;

γ. Η πρωτεάση θα λειτουργεί με ταχύτερο ή βραδύτερο ρυθμό, όταν το απορρυπαντικό γίνει ελαφρά όξινο;

Απάντηση:

α. Λεκές από πρωτεΐνη είναι ένας λεκές από γάλα και ένας λεκές από αυγό.

β. Η ιδανική θερμοκρασία δράσης της πρωτεάσης του απορρυπαντικού είναι 45°C-55°C, άρα στους 70°C η απόδοση της ενζυμικής αντίδρασης θα είναι περιορισμένη ακόμη και θα έχει σταματήσει λόγω μετουσίωσης του ενζύμου της πρωτεάσης του απορρυπαντικού.

γ. Η πρωτεάση έχει ιδανικό pH σε ήπιο αλκαλικό περιβάλλον για τη δράση της. Επομένως σε ελαφρά όξινο περιβάλλον η δράση της αναμένεται να επιβραδυνθεί, λόγω μετουσίωσης.

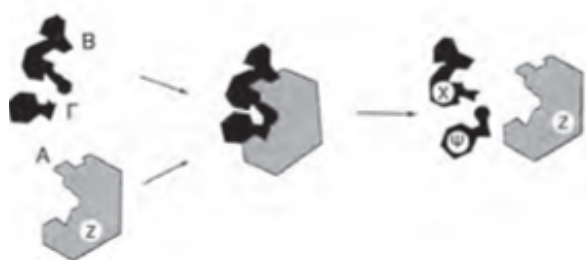
- 13. Η διπλανή εικόνα παριστάνει σχηματικά μια ενζυμική αντίδραση:**

α. Ποιο είναι το ένζυμο και ποια τα υποστρώματα;

β. Να ονομάσετε την περιοχή Α. Ποια είναι η λειτουργία της;

γ. Να αναφέρετε δυο ιδιότητες του Ζ που προκύπτουν από την εικόνα.

δ. Περιγράψτε τρεις άλλες ιδιότητες του Ζ.



Απάντηση:

α. Ένζυμο $\rightarrow$ Z, Υπόστρωμα $\rightarrow$ Β και Γ

β. Περιοχή Α $\rightarrow$ Ενεργό κέντρο του ενζύμου

Ο προσανατολισμός των μορίων - υποστρωμάτων γίνεται στο ενεργό κέντρο του ενζύμου, που αποτελεί μια μικρή περιοχή του.

γ. Z $\rightarrow$ Εμφανίζει εξειδίκευση δράσης και δεν συμμετέχει στην αντίδραση αφού μένει αναλλοίωτο στο τέλος της αντίδρασης που καταλύει.

δ. Z $\rightarrow$ Δρα ταχύτατα

- Η δράση του καθορίζεται από τη γεωμετρία του στο χώρο.
- Η δραστηριότητά του επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το pH κ.ά.

14. Η αμυλάση του σάλιου του ανθρώπου διασπά το άμυλο σε μικρότερα κομμάτια. Η ταχύτητα με την οποία δρα εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Τα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα προέρχονται από ένα πείραμα που έγινε για να διαπιστωθεί η επίδραση της θερμοκρασίας στη δράση της αμυλάσης. Στο πείραμα αυτό σε καθέναν από τους έξι δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετήθηκαν 5ml διαλύματος αμύλου και 1ml αμυλάσης:

Θ (°C)	20	25	30	35	40	45
Χρόνος (sec) για τη διάσπαση του αμύλου	601	315	216	180	198	417

α. Να γίνει η γραφική παράσταση των αποτελεσμάτων (στον οριζόντιο άξονα τοποθετήστε τη θερμοκρασία και στον κάθετο άξονα το χρόνο).

β. Σε ποια θερμοκρασία η αμυλάση λειτουργεί άριστα;

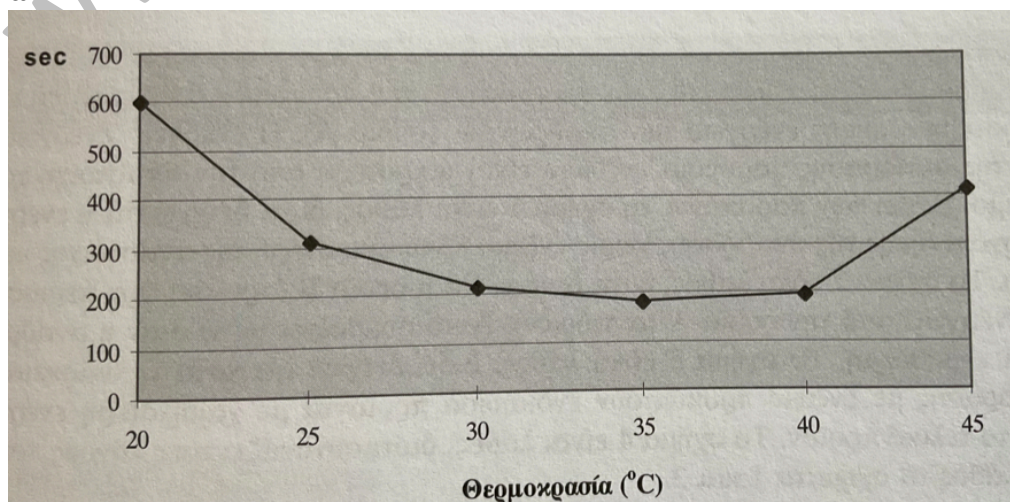
γ. Γιατί στην αρχή του πειράματος προστέθηκε η ίδια ποσότητα διαλύματος αμύλου και αμυλάσης σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα;

δ. Η ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων συνήθως αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας. Γιατί στο πείραμα η διάσπαση του αμύλου ελαττώνεται πάνω από τους 40°C;

ε. Να αναφέρετε έναν άλλο παράγοντα που θα επηρέαζε αρνητικά τη δράση της αμυλάσης.

Απάντηση:

α.



β. Στους 35°C που έχουμε τη μεγαλύτερη απόδοση της αντίδρασης, αφού ολοκληρώνεται σε λιγότερο χρόνο, το ένζυμο δρα με την μέγιστη ταχύτητα, άρα δρα άριστα.

γ. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων μας έχει νόημα όταν μεταβάλλεται μία παράμετρος του πειράματος. Η παράμετρος που θελήσαμε να ελέγξουμε και επομένως είναι η μόνη μεταβλητή είναι η θ°C. Όλες οι υπόλοιπες παράμετροι του πειράματος πρέπει να παραμένουν σταθερές.

δ. Το γεγονός ότι τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικά μόρια έχει ως αποτέλεσμα ορισμένες, τουλάχιστον, από τις ιδιότητές τους.

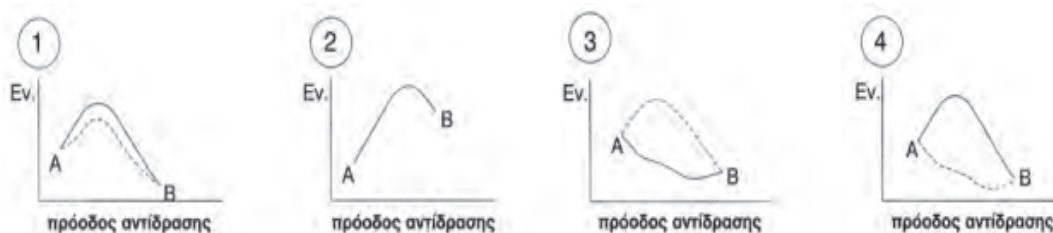
Η δραστηριότητα των ενζύμων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Σ' αυτούς ανήκουν η θερμοκρασία, το pH κ.ά.

Η τρισδιάστατη δομή μιας πρωτεΐνης καθορίζει τη λειτουργία που αυτή εκτελεί. Αυτό φαίνεται από τις συνέπειες της έκθεσής της σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας ή pH. Τότε η πρωτεΐνη υφίσταται αυτό που ονομάζουμε μετουσίωση. Σπάζουν δηλαδή οι δεσμοί που έχουν αναπτυχθεί μεταξύ των πλευρικών ομάδων, καταστρέφεται η τρισδιάστατη δομή της και η πρωτεΐνη χάνει τη λειτουργικότητά της.

Άρα η αμυλάση του σάλιου (πτυαλίνη) μετουσιώνεται σε θ°C μεγαλύτερη από 40°C.

ε. Η αμυλάση είναι πρωτεϊνικής φύσεως ένζυμο, συνεπώς πέρα από την υψηλή θερμοκρασία και οι ακραίες τιμές pH θα επηρεάζουν την λειτουργικότητά της (επίσης οι ακτινοβολίες).

15. Σε μια τάξη ο καθηγητής της Βιολογίας ζήτησε από τους μαθητές να απεικονίσουν διαγραμματικά την πορεία της εξώθερμης αντίδρασης: $A \rightarrow B + \text{Ενέργεια}$. Οι μαθητές πρότειναν 4 διαφορετικά διαγράμματα, που συσχετίζουν την ενέργεια των σωμάτων που παίρνουν μέρος σ' αυτήν με την πορεία της. Και τα 4 όμως θεωρήθηκαν λανθασμένα από τον καθηγητή. Να εξηγήσετε ποιο λάθος και γιατί υπάρχει σε καθένα από αυτά:



----- αντίδραση χωρίς ένζυμο

————— αντίδραση με ένζυμο

Απάντηση:

Η αντίδραση $A \rightarrow B$ είναι εξώθερμη, δηλαδή $A \rightarrow B + Q$ όπου Q θερμότητα που εκλύθηκε στο περιβάλλον κατά την μετατροπή του A σε B. Δηλαδή το A έχει περισσότερη ενέργεια από το B.

Για να πραγματοποιηθούν πολλές από τις χημικές αντιδράσεις, ακόμη και αυτές που τελικά αποδίδουν ενέργεια (εξώθερμες), πρέπει αρχικά να προσφερθεί ενέργεια στα αντιδρώντα μόρια. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται ενέργεια ενεργοποίησης. Στο περιβάλλον η ενέργεια ενεργοποίησης μπορεί να εξασφαλιστεί με προσφορά

θερμότητας. Σε ό,τι αφορά τις αντιδράσεις του μεταβολισμού, αν επιδιώξουμε την πραγματοποίησή τους στο εργαστήριο, έξω από το κύτταρο, προσφέροντας θερμότητα, θα διαπιστώσουμε ότι το ποσό που απαιτείται θα ήταν απαγορευτικό για την επιβίωση του κυττάρου. Επιπλέον ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση των μεταβολικών αντιδράσεων είναι πολύ μεγάλος. Αυτό θα δημιουργούσε επίσης πρόβλημα στους οργανισμούς, των οποίων οι ανάγκες είναι σχεδόν πάντα άμεσες και φυσικά απαιτούν μεγάλη ταχύτητα αντιδράσεων. Τα κύτταρα, για να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα, διαθέτουν μηχανισμό μείωσης της ενέργειας ενεργοποίησης των μεταβολικών τους αντιδράσεων. Ο μηχανισμός αυτός στηρίζεται στη δράση των ενζύμων, που, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι πρωτεΐνες.

Τα ένζυμα, γενικά, καταλύουν αντιδράσεις που θα μπορούσαν να γίνουν και χωρίς την παρουσία τους. Με την παρουσία όμως των ενζύμων η ταχύτητα των αντιδράσεων αυξάνεται ακόμη και μέχρι 100 εκατομμύρια φορές. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται, με την παρουσία ενζύμων, μέσα σ' ένα λεπτό, θα χρειάζονταν 32 μήνες για να πραγματοποιηθούν χωρίς αυτά. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των αντιδρώντων μορίων ή μορίων - υποστρωμάτων. Ο προσανατολισμός των μορίων - υποστρωμάτων γίνεται στο ενεργό κέντρο του ενζύμου, που αποτελεί μια μικρή περιοχή του. Η σύνδεση των αντιδρώντων μορίων με αυτό μοιάζει με το «ταίριασμα του κλειδιού στην κλειδαριά». Η σύνδεση των υποστρωμάτων με το ένζυμο έχει ως αποτέλεσμα να γίνονται ασταθείς οι δεσμοί των αντιδρώντων μορίων. «Σπάνε» πιο εύκολα, κάτι που αποτελεί προϋπόθεση για το σχηματισμό των προϊόντων. Σε ορισμένες περιπτώσεις το ενεργό κέντρο των ενζύμων αποκτά σχήμα συμπληρωματικό του σχήματος του υποστρώματος μόνο μετά την πρόσδεση του υποστρώματος στο ενεργό κέντρο.

Συνεπώς:

- ① Είναι λάθος διότι δεν είναι δυνατόν η αντίδραση χωρίς ένζυμο να έχει μικρότερη ενέργεια ενεργοποίησης.
- ② Είναι λάθος διότι η αντίδραση $A \rightarrow B + Q$ είναι εξώθερμη, συνεπώς η ενέργεια των αντιδρώντων (Α) είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια των προϊόντων (Β). Το διάγραμμα παριστάνει το αντίθετο.
- ③ Είναι λάθος διότι:
 - α. Η ενζυμική καταλυόμενη αντίδραση δεν μπορεί να έχει μεγαλύτερη ενέργεια ενεργοποίησης από την μη καταλυόμενη ίδια αντίδραση.
 - β. Η αντίδραση καταλυόμενη ή μη (εδώ η μη καταλυόμενη) δεν γίνεται να μην έχει ενέργεια ενεργοποίησης.
- ④ Είναι λάθος διότι: Η αντίδραση καταλυόμενη ή μη (εδώ η μη καταλυόμενη) δεν γίνεται να μην έχει ενέργεια ενεργοποίησης.

ΑΣ ΕΡΕΥΝΗΣΟΥΜΕ...

1. Ίσως έχει τύχει να ακούσετε ότι «η αιμοσφαιρίνη έχει κοινά χαρακτηριστικά με τα ένζυμα». Πού μπορεί να στηρίζεται αυτή η άποψη; Τεκμηριώστε την απάντησή σας ξεκινώντας από τη δομή του μορίου της αιμοσφαιρίνης και τη λειτουργία που αυτό κάνει στον οργανισμό.

Απάντηση:

Παρά τις διαφορές τους όλες οι πρωτεΐνες, ανεξάρτητα από το πού ανήκουν (σε ιούς, βακτήρια ή σε ανώτερες μορφές ζωής), οικοδομούνται με βάση την ίδια πρώτη ύλη: ένα σύνολο από 20 διαφορετικά αμινοξέα. Από τα 20 αυτά είδη αμινοξέων, ένας διαφορετικός αριθμός κάθε φορά, συνδεόμενα με διαφορετική αλληλουχία, δίνουν μια τεράστια ποικιλία πρωτεϊνικών μορίων.

Η διαμόρφωση του πρωτεϊνικού μορίου στο χώρο καθορίζεται από την αλληλουχία των αμινοξέων στην πεπτιδική αλυσίδα και σταθεροποιείται από τους δεσμούς που σχηματίζονται ανάμεσα στις ομάδες R των αμινοξέων.

Σύμφωνα με τους μετριοπαθέστερους υπολογισμούς, στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν περισσότερες από 30.000 διαφορετικές πρωτεΐνες. Καθεμιά από αυτές εμφανίζει έναν ιδιαίτερο βιολογικό ρόλο. Η αιμοσφαιρίνη, για παράδειγμα, είναι επιφορτισμένη με τη μεταφορά του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα. Το κολλαγόνο είναι δομική πρωτεΐνη ιστών (π.χ. του συνδετικού ιστού), ενώ τα ένζυμα επιταχύνουν τις αντιδράσεις που γίνονται μέσα στο κύτταρο.

Από την ποικιλία των διαφορετικών λειτουργιών που κάνουν οι πρωτεΐνες μπορούμε να αντιληφθούμε τη μεγάλη σημασία τους για τα βιολογικά φαινόμενα. Ο μεταβολισμός, ο πολλαπλασιασμός και όλες οι άλλες λειτουργίες των κυττάρων, και κατ' επέκταση των οργανισμών, στηρίζονται στη δράση των εκπληκτικών αυτών «μοριακών εργαλείων».

Είναι δικαιολογημένο να αναρωτιόμαστε πώς είναι δυνατό μόρια τα οποία είναι φτιαγμένα από τα ίδια είδη αμινοξέων να παρουσιάζουν τόσο διαφορετικές λειτουργίες. Την απάντηση θα τη βρούμε, αν προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε εκείνο το στοιχείο που διαφοροποιεί τις πρωτεΐνες μεταξύ τους. Αυτό είναι η διαφορετική αλληλουχία των αμινοξέων, δηλαδή η διαφορετική πρωτοταγής δομή σε συνδυασμό με τις διαφορετικές ομάδες R. Όταν η σειρά των αμινοξέων είναι διαφορετική, η δυνατότητα να σχηματιστούν δεσμοί ανάμεσα στις πλευρικές ομάδες αμινοξέων βρίσκεται σε διαφορετικά σημεία της πεπτιδικής αλυσίδας. Αυτό οδηγεί σε διαφορετική αναδίπλωση του μορίου, που συνεπάγεται διαφορετική δευτεροταγή και τριτοταγή δομή, επομένως σε διαφορετική διαμόρφωση στο χώρο.

Η τρισδιάστατη δομή μιας πρωτεΐνης καθορίζει τη λειτουργία που αυτή εκτελεί.

Οι πρωτεΐνες, με κριτήριο τη λειτουργία τους, διακρίνονται σε δύο ευρύτερες κατηγορίες. Τις δομικές, που αποτελούν δομικά συστατικά των κυττάρων και κατ' επέκταση των οργανισμών, και τις λειτουργικές, που συμβάλλουν στις διάφορες λειτουργίες.

Η αιμοσφαιρίνη συντίθεται από 4 πολυπεπτιδικές αλυσίδες ανά δύο όμοιες.

Τα ένζυμα είτε κάποια έχουν τεταρτοταγή δομή όπως η αιμοσφαιρίνη, είτε κάποια άλλα έχουν τριτοταγή δομή, σε κάθε περίπτωση όμως τόσο η αιμοσφαιρίνη όσο και τα ένζυμα είναι πρωτεΐνες.