ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΡΟΣ 1ο

Βιολογία είναι η επιστήμη που μελετά τη ζωή. Μελετά όλες τις μορφές ζωής, τόσο στο φυσικό τους περιβάλλον όσο και έξω απ' αυτό, στο εργαστήριο όπου αναλύονται και μελετώνται οι στοιχειώδεις μονάδες της ζωής, τα κύτταρα, και πέρα απ' αυτά, τα οργανίδια και τα μόρια που τ' απαρτίζουν.

Η ζωή, το αντικείμενο της βιολογικής επιστήμης, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί μ' ένα απλό ορισμό λόγω της πολύπλοκης φύσης της. Όμως η ζωή χαρακτηρίζεται από ορισμένες μοναδικές ιδιότητες:

1. Οργάνωση. Βασικό χαρακτηριστικό της ζωής είναι ο υψηλός βαθμός οργάνωσης, που βασίζεται στην ιεραρχία των δομικών επιπέδων, όπου κάθε επίπεδο δομεί το μετά απ' αυτό επίπεδα. Έτσι τα άτομα, οι χημικοί δομικοί λίθοι της ύλης, είναι οργανωμένα σε πολύπλοκα βιολογικά μόρια και αυτά σε οργανίδια, που με τη σειρά τους αποτελούν τα συστατικά των κυττάρων που σε ανώτερους οργανισμούς συνιστούν τους ιστούς. Εξειδικευμένη διευθέτηση διαφορετικών ιστών δημιουργεί τα όργανα και τελικά τα διάφορα όργανα μαζί, τον οργανισμό. Ο πληθυσμός, που είναι μια ομάδα οργανισμών που ανήκουν στο ίδιο είδος, αποτελούν το επόμενο επίπεδο οργάνωσης. Πληθυσμοί διαφόρων ειδών της ίδιας περιοχής σχηματίζουν μια βιολογική κοινότητα. Οι αλληλεπιδράσεις βιολογικών κοινοτήτων τόσο μεταξύ τους όσο και με τα μη ζώντα στοιχεία του περιβάλλοντος, όπως το νερό και το έδαφος, αποτελούν το οικοσύστημα και κατόπιν τα μεγάλα οικοσυστήματα και τη βιόσφαιρα.

2. Ενδογενείς ιδιότητες Οι ενδογενείς ιδιότητες είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των συστατικών και αν αυτή διαταραχθεί οι ενδογενείς ιδιότητες καταστρέφονται. Η ζωή συνδέεται με πολλές ενδογενείς ιδιότητες. Οι ενδογενείς ιδιότητες της ζωής αντικατοπτρίζουν την ιεραρχία της δομικής οργάνωσης.

Η απλοποίηση ή μείωση ενός συστήματος στα συστατικά του, είναι η πιο δυναμική στρατηγική στη Βιολογία. Με τη στρατηγική αυτή ξεπερνάμε το δίλημμα, γιατί δεν μελετάμε μόνα τους τ' απομονωμένα συστατικά, αλλά σε συνδυασμούς που επιτρέπουν την επανέκφραση των ενδογενών ιδιοτήτων που καταστρέφομαι με την απομόνωση. Έτσι είναι δυνατή η "αναπαράσταση" των λειτουργιών της ζωής στο εργαστήριο.

3. Κυτταρική βάση της ζωής. Αποκλειστικό χαρακτηριστικό των ζωντανών οργανισμών είναι ότι αποτελούμαι από κύτταρα. Το κύτταρο αποτελεί το χαμηλότερο επίπεδο οργάνωσης που είναι ικανό να εκτελέσει όλες τις λειτουργίες της ζωής.

4. Σχέση δομής και λειτουργικότητας. Εξασφαλίζει την άριστη αποτελεσματικότητα των βιολογικών συστημάτων. Γνωρίζοντας τη λειτουργικότητα μιας δομής μπορούμε να συμπεράνουμε για τη φύση της συγκρότησής μας. Η σχέση δομής και λειτουργικότητας για παράδειγμα, είναι εμφανής στο αεροδυναμικό σχήμα των πτερύγων των πουλιών. Κάτω από τα εξωτερικά χαρακτηριστικά ο σκελετός των πουλιών έχει δομή που συνεισφέρει στην ικανότητα για πτήση, με οστά που έχουν ισχυρή αλλά ελαφριά κυψελωτή δομή.

5. Κληρονομικότητα της βιολογικής πληροφορίας. Οι βιολογικές οδηγίες είναι κωδικοποιημένες στο μόριο του DNA. Το DNA είναι το συστατικό γονιδίων, των μονάδων εκείνων της κληρονομικότητας που είναι υπεύθυνες για τη μεταβίβαση του προγράμματος από τους γονείς στους απογόνους.

6. Ποικιλομορφία και ομοιογένεια των ζώντων οργανισμών. Η ποικιλομορφία είναι κανόνας στη ζωή. Η Ταξινομική είναι εκείνος ο κλάδος της Βιολογίας που ασχολείται με την ταξινόμηση των ειδών σε ομάδες. Ευρύτερη μονάδα ταξινόμησης είναι το βασίλειο.

Οι οργανισμοί κατατάσσονται σε έξι βασίλεια

Βακτήρια, Αρχαία, Πρώτιστα, Μύκητες, Φυτά, Ζώα

7. Η ζωή εξελίσσεται. Η ιστορία της ζωής αποτελεί το χρονικό μιας ακούραστης Γης δισεκατομμυρίων ετών, που αποικήθηκε από ένα μεταβαλλόμενο σύνολο μορφών ζωής. Η ζωή εξελίσσεται.

Ιχνηλατώντας την εξέλιξη πολύ πίσω, βλέπει κανείς ότι στη γη πριν τρία δισεκα-τομμύρια χρόνια υπήρχαν μόνο αρχαία προκαρυωτικά. Από τότε αυτά, με μια συνεχή με-ταμόρφωση και εξέλιξη έδωσαν την ατέλειωτη ποικιλομορφία του σήμερα.

8. Αλληλεπίδραση οργανισμών και περιβάλλοντος. Κάθε οργανισμός αλληλεπιδρά συνεχώς με το περιβάλλον του, που περιλαμβάνει άλλους οργανισμούς και μη ζώντες παράγοντες. Η δυναμική ενός οικοσυστήματος περιλαμβάνει δύο κύριες διεργασίες. Η μία είναι η ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών. Η δεύτερη κύρια διεργασία του οικοσυστήματος, είναι η ροή ενέργειας από τον ήλιο στους φωτοσυνθέτοντες οργανισμούς απ' αυτούς στους καταναλίσκοντες.

Υπάρχουν τρεις πιθανότητες για την προέλευση της ζωής.

- **Εξωγήινη προέλευση.** Η υπόθεση της πανσπερμίας υποδεικνύει ότι η ζωή πιθανόν να μην έχει καν δημιουργηθεί αρχικά στην γη, αλλά να έχει μεταφερθεί σ' αυτή με μετεωρίτες ή αστρική σκόνη, σαν εξωγήινη μόλυνση από σπόρια προερχόμενα από ένα άλλο ηλιακό σύστημα.
- **Ειδική δημιουργία.** Οι μορφές της ζωής όπως είναι σήμερα μπορεί να έχουν εμφανισθεί στην γη από υπερφυσικές ή θεϊκές δυνάμεις. Αυτή η άποψη, κοινή στις περισσότερες δυτικές θρησκείες, είναι η αρχαιότερη υπόθεση και είναι ευρέως αποδεκτή από μη επιστήμονες.
- **Εξέλιξη.** Η ζωή μπορεί να έχει εξελιχθεί από ανόργανη ύλη, από συνδυασμούς μορίων που γίνονται όλο και πιο περίπλοκα. Η δύναμη που οδήγησε στη ζωή είναι η επιλογή, δηλαδή αλλαγές σε ορισμένα μόρια που αύξησαν στην σταθερότητά τους έκαναν τα μόρια αυτά μακροβιότερα.

Ο **Δαρβίνος** πραγματοποίησε το ταξίδι του στα νησιά Γκαλαπάγκος της Ν. Αμερικής, με τις βασικές ιδέες που είναι στοιχειώδεις για την **θεωρία της εξέλιξης να είναι** ήδη διατυπωμένες.

Ο Δαρβίνος κατά τη διάρκεια του πενταετούς ταξιδιού του συγκέντρωσε πληροφορίες που μελετώντας τες εμπνεύστηκε τις ιδέες του για την εξέλιξη και τον μηχανισμό της. Ο Δαρβίνος παρατηρώντας τους γεωλογικούς σχηματισμούς που έδιναν στοιχεία ιστορικής

μεταμόρφωσης, την γεωγραφική κατανομή των οργανισμών και τις στενές ομοιότητες των ειδών, κατάλαβε ότι η μόνη λογική εξήγηση αυτών των φαινομένων πρέπει να είναι η δυνατότητα των ειδών να μεταβάλλονται. Ο Δαρβίνος έδωσε το σενάριο της αλλαγής της σύστασης του πληθυσμού: **Οργανισμοί με χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν καλύτερη προσαρμογή στο περιβάλλον, τείνουν ν' αναπαράγονται αφήνοντας περισσότερους απογόνους συγκριτικά με άλλους και έτσι τα χαρακτηριστικά τους θα περάσουν σε μεγαλύτερη αναλογία στις μελλοντικές γενιές**.

Η θεωρία της εξέλιξης συνοψίζεται στα ακόλουθα:

1. Οι οργανισμοί που ζουν σήμερα δεν δημιουργήθηκαν ειδικά όπως τους βλέπουμε, αλλά προέρχονται από είδη που έζησαν πριν από αυτούς. Αυτή η ιδέα της κοινής προέλευσης συνδέει φυτά ή ζώα σε ομάδες που προέρχονται από κοινούς προγόνους.
2. Περισσότεροι οργανισμοί παράγονται απ' όσους είναι δυνατόν να επιβιώσουν. Οι περισσότεροι πεθαίνουν πριν φθάσουν σε σεξουαλική ωριμότητα και πολλοί απ' αυτούς που επιβιώνουν δεν αναπαράγονται. Τα άτομα βρίσκονται σε διαρκή αγώνα μεταξύ τους και συχνά με το εχθρικό περιβάλλον για τις ανάγκες της επιβίωσης.
3. Τα μεμονωμένα χαρακτηριστικά των μελών κάθε είδους διαφέρουν πολύ, και μεγάλο μέρος αυτής της ποικιλότητας μπορεί να κληρονομηθεί.
4. Μερικοί απόγονοι σε κάθε γενιά είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον τους από άλλους.
5. Τα καλύτερα προσαρμοσμένα άτομα, έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης και πολλαπλασιασμού.
6. Με το χρόνο η φυσική επιλογή μπορεί και να παράγει αλλαγές σε υπάρχοντα είδη και να δημιουργήσει νέα είδη από προϋπάρχοντα.

Όμως η θεωρία της εξέλιξης δια της φυσικής επιλογής δεν εξηγούσε τον μηχανισμό της αλλαγής των οργανισμών.

Την εποχή του Δαρβίνου πιστεύανε ότι τα χαρακτηριστικά των γονέων "αναμιγνύονται" στους απογόνους.

Αλλά αν όλα τα χαρακτηριστικά "αναμιγνύονταν" με αυτά των τυπικών μελών ενός είδους θα φθάναμε σταδιακά στο μέσο όρο και θα υπήρχε αποδυνάμωση με το πέρασμα των γενεών.

Ο Δαρβίνος μη γνωρίζοντας τίποτα για τον μηχανισμό της κληρονομικότητας υπέθεσε ότι οι συνθήκες του περιβάλλοντος μπορούν να δημιουργήσουν ευνοϊκά και κληρονομούμενα χαρακτηριστικά.

Ο **Μέντελ** έκανε βασικά πειράματα πάνω στην κληρονομικότητα.

Στις αρχές του 20ου αιώνα η επανάληψη των πειραμάτων του Μέντελ και η επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων του από αρκετούς ανεξάρτητους ερευνητές σηματοδότησε την γέννηση της επιστήμης της Γενετικής. Το επιστημονικό περιβάλλον ήταν ώριμο να δεχθεί τους νόμους. Η παράλληλη πρόοδος στην κυτταρολογία με την ανακάλυψη των χρωματοσωμάτων βοήθησε στο συσχετισμό των κληρονομικών μονάδων του Μέντελ με αυτά.

Το κύτταρο

Η μελέτη του κυττάρου αποβλέπει: α) Στην κατανόηση της δομής του και της λειτουργικότητάς του και

β) Στη διαλεύκανση των μηχανισμών που οδηγούν στο σχηματισμό του οργανισμού από μεμονωμένα κύτταρα.

Πιστεύεται ότι όλοι οι οργανισμοί προέρχονται από ένα απλό κύτταρο - πρόγονο μέσω της εξέλιξης. Η **εξέλιξη** περιλαμβάνει δύο βασικές διαδικασίες:

α) την τυχαία εμφάνιση ποικιλότητας σε κάποια άτομα, η οποία μεταβιβάζεται από αυτά στους απογόνους και
β) τη φυσική επιλογή εκείνης της ποικιλότητας που ευνοείτο άτομα να επιβιώσουν και να πολλαπλασιασθούν.

Θεωρία της αβιογένεσης:

Σύμφωνα με την θεωρία του Oparin, η γη δημιουργήθηκε πριν 5 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, είτε σαν τμήμα που αποσπάσθηκε από τον ήλιο, είτε με σταδιακή συμπύκνωση αστρικής σκόνης. Εφόσον η γη ήταν πιθανότατα στα πρώτα στάδια της δημιουργίας της πολύ ζεστή και ρευστή, οι συνθήκες που επέτρεψαν την εμφάνιση της ζωής πιθανόν να δημιουργήθηκαν πριν 3 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου. Υπάρχουν ενδείξεις ότι αυτή την εποχή η ατμόσφαιρα της γης δεν περιείχε ελεύθερο οξυγόνο, ήταν δηλαδή ισχυρά αναγωγική, περιείχε αμμωνία και μεθάνιο και υδρατμούς που προέρχομαι από το εσωτερικό της. Ο Oparin υπέθεσε ότι τα άτομα άνθρακα (που υπήρχαν με τη μορφή μεταλλικών καρβιδίων, μπορούσαν ν' αντιδράσουν με νερό και να σχηματίσουν ακετυλένιο, από το οποίο με πολυμερισμό μπορεί να σχηματισθούν ενώσεις με μακριές αλυσίδες ατόμων άνθρακα. Με τις επικρατούσες λοιπόν συνθήκες και με την επίδραση ακτινοβολίας υψηλής ενέργειας (κοσμική ακτινοβολία) μπορεί να σχηματισθούν οργανικές ενώσεις.

Αυτό απεδείχθη με το πείραμα του **Calvin** ο οποίος ακτινοβόλησε CO_2 και νερό σ' ένα κυκλοτρόνιο και σχημάτισε φορμικό, οξαλικό και ηλεκτρικό οξύ με ένα, δύο και τρία άτομα άνθρακα αντίστοιχα.

Οι **S. Miller** και **H. Urey** με εργαστηριακά πειράματα ενίσχυσαν την θεωρία της αβιογένεσης. Στα πειράματα αυτά, αν μίγματα αερίων όπως CO_2, CH_4, NH_3 και H_2 θερμανθούν παρουσία νερού και ενεργοποιηθούν με ηλεκτρικές εκκενώσεις ή υπεριώδη ακτινοβολία, σχηματίζονται μικρές οργανικές ενώσεις, όπως φορμαλδεϋδη, φορμικό οξύ, υδροκυάνιο, οξεικό οξύ, πολλές απ' αυτές με ενδιαφέρον για τα κύτταρα.

Ο τέσσερες κύριες ομάδες μικρών οργανικών ενώσεων που έχουν ενδιαφέρον για τους ζώντες οργανισμούς, δηλαδή **αμινοξέα, νουκλεοτίδια, σάκχαρα** και **λιπίδια,** μπορούν να σχηματισθούν κάτω από τις παραπάνω συνθήκες.

Απλά Οργανικά Μόρια - Πολυμερή

Απλά οργανικά μόρια όπως αμινοξέα και νουκλεοτίδια, μπορούν να δώσουν μεγάλα πολυμερή, τα **πολυπεπτίδια,** που αποτελούνται από 20 αμινοξέα και τα **πολυνουκλεοτίδια** (DNA, RNA) που αποτελούνται από 4 βάσεις.

Μόρια RNA ως Καταλύτες

Πολύ σημαντικό είναι το εύρημα ότι το RNA μπορεί να δράσει όχι μόνον σαν μήτρα για τη σύνθεση άλλων RNA, αλλά και σαν καταλύτης.

Τα ριβοσωμικά RNA μόρια (rRNA) του πρωτοζώου ***Tetrahymena*** συντίθεται αρχικά σαν μεγάλα πρόδρομα μόρια. Ένα από τα rRNA έχει δειχθεί ότι παράγεται με μια διαδικασία μεταμεταγραφικής ωρίμανσης από ένα πρόδρομο μόριο RNA. Αποδείχθηκε

ότι μια περιοχή του πρόδρομου rRNA μορίου, που ονομάζεται **εσώνιο,** έχει την ιδιότητα να καταλύει την ίδια του την απομάκρυνση από το πρόδρομο μόριο και να οδηγεί έτσι στο σχηματισμό του ώριμου rRNA. Το εσώνιο μήκους 400 νουκλεοτιδίων, συνετέθη σε δοκιμαστικό σωλήνα **in vitro** και δείχθηκε ότι αναδιπλώνεται και σχηματίζει μια δομή που μπορεί να δράσει σαν ένζυμο σε άλλα μόρια RNA και να τα κόψει. Αν και η ωρίμανση του RNA γενικώς γίνεται με ένζυμα, η **αυτοκατάλυση** που βρέθηκε στο rRNA του ***Teirahymena*** έχει ανακαλυφθεί και σε άλλα κύτταρα μυκήτων και βακτηρίων. Αυτά τα ευρήματα υπαινίσσονται ότι αυτές οι αλληλουχίες RNA υπήρχαν πριν την απόκλιση ευκαρυωτικών και προκαρυωτικών, περίπου πριν 1,5 δισ. χρόνια.

Τα Αυτοδιπλασιαζόμενα Μόρια

Κατά τη διαδικασία της αντιγραφής των πολυνουκλεοτιδίων αναπόφευκτα θα συμβούν λάθη, ειδικά κάτω από αρχέγονες συνθήκες. Έτσι νέα ατελή αντίγραφα του αρχικού μορίου θα πολλαπλασιάζονται και με την πάροδο του χρόνου η αλληλουχία των νουκλεοτιδίων του αρχικού μορίου θα αλλάξει εντελώς.

Αλλά τα πολυνουκλεοτίδια δεν είναι απλώς αλληλουχίες νουκλεοτιδίων που μεταφέρουν κάποια πληροφορία με αόριστο τρόπο. Έχουν χημικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τη συμπεριφορά τους. Όπως ελεύθερα νουκλεοτίδια μπορούν να ζευγαρώσουν με τα συμπληρωματικά τους σ' ένα πολυμερές, έτσι τμήματα συμπληρωματικών αλληλουχιών στο ίδιο μόριο μπορούν να ζευγαρώσουν με αποτέλεσμα να παράγονται τρισδιάστατες αναδιπλώσεις. Έτσι το μόριο σαν σύνολο παίρνει ένα μοναδικό σχήμα, που εξαρτάται αποκλειστικά από την αλληλουχία των νουκλεοτιδίων του. **Η τρισδιάστατη αναδίπλωση ενός πολυνουκλεοτιδίου επηρεάζει τη σταθερότητά του, τη δράση του σε άλλα μόρια και την ικανότητά του να διπλασιάζεται.** Επίσης σε εργαστηριακές μελέτες έχει βρεθεί, ότι διάφορα RNA πολυμερή υφίστανται ένα είδος φυσικής επιλογής, κατά την οποία κάποιες δομές κυριαρχούν ανάλογα με τις συνθήκες.

Το RNA μόριο έχει δύο χαρακτηριστικά, το πληροφοριακό και το λειτουργικό, που και τα δύο είναι απαραίτητα για την εξέλιξη. Η αλληλουχία νουκλεοτιδίων ενός μορίου RNA είναι ανάλογη με το **γονότυπο** (κλήρο νομή σι μη πληροφορία) ενός οργανισμού. Η αναδιπλωμένη τρισδιάστατη δομή είναι ανάλογη με το **φαινότυπο** (έκφραση της γενετικής πληροφορίας) πάνω στον οποίο η φυσική επιλογή θα δράσει.

Η σύνθεση ειδικών πρωτεϊνών με τις οδηγίες του RNA προϋποθέτει την εξέλιξη ενός **κώδικα** με τον οποίο η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα κωδικοποιεί την πολυπεπτιδική αλυσίδα. Αυτός ο κώδικας φαίνεται να έχει επιλεγεί και είναι ίδιος σε όλους τους οργανισμούς. Αυτό ενισχύει την άποψη ότι όλοι οι οργανισμοί σήμερα είναι απόγονοι μιας απλής σειράς πρωτόγονων κυττάρων. Από τη στιγμή που τα νουκλεϊνικά οξέα εξελίσσονται τόσο ώστε να καθορίζουν καταλυτικές πρωτεΐνες (ένζυμα) οι οποίες βοηθούν στον διπλασιασμό τους, η αποδοτικότητα του συστήματος επιταχύνεται.

Οι Μεμβράνες και το Πρώτο Κύτταρο

Η δημιουργία της εξωτερικής μεμβράνης είναι ένα από τα πιο κρίσιμα γεγονότα για το σχηματισμό του πρώτου κυττάρου. Όλα τα κύτταρα περιβάλλονται από πλασματική μεμβράνη που αποτελείται από φωσφολιπίδια κυρίως. Σε κάποιο σημείο λοιπόν της εξέλιξης των βιολογικών καταλυτών, δημιουργήθηκαν τα πρώτα κύτταρα με τη δημιουργία μεμβράνης γύρω από ένα μίγμα μορίων RNA και των πρωτεϊνών που παράγουν.

Το DNA ως Γενετικό Υλικό

Πριν από 3,5 δισεκατομμύρια χρόνια, εμφανίστηκαν τα πρωτόγονα κύτταρα αφού οι συνθήκες που επικρατούσαν στη γη επέτρεπαν:

α) τη σύνθεση μικρών οργανικών μορίων,
β) την εμφάνιση και τον αυτοδιπλασιασμό καταλυτικών RNA μορίων,
γ) τη μετάφραση των RNA σε αλληλουχίες αμινοξέων
δ) τη συγκρότηση λιπιδίων για το σχηματισμό μεμβρανών

Σύγκριση των πρώτων κυττάρων με τα **μυκοπλάσματα.** Τα μυκοπλάσματα είναι μικροί σα βακτήρια οργανισμοί, που είναι παράσιτα ζωϊκών ή φυτικών κυττάρων. Μερικά έχουν διάμετρο 0,3 μm και περιέχουν αρκετό νουκλεϊνικό οξύ για τη σύνθεση 750 διαφορετικών πρωτεϊνών περίπου (ένζυμα και δομικές πρωτεΐνες).

Τα πρώτα κύτταρα συνεπώς, θα πρέπει να είχαν λιγότερα συστατικά από το μυκόπλασμα. Όμως υπήρχε μια πιο σημαντική διαφορά ανάμεσα σ' αυτά τα πρωτόγονα κύτταρα και σ' ένα μυκόπλασμα ή οποιοδήποτε σημερινό κύτταρο. **Όλα τα σημερινά κύτταρα έχουν γενετικό υλικό DNA και όχι RNA** που πιστεύεται ότι υπήρχε στο πρωτόγονο κύτταρο. Φαίνεται ότι το DNA υπερίσχυσε του RNA σα γενετικό υλικό, **<u>γιατί</u>**

είναι πιο σταθερό μόριο (δεν υδρολύεται εύκολα λόγω μικρότερου αριθμού OH^-)

βρίσκεται με τη μορφή διπλής έλικας που σημαίνει ευκολότερο αυτοδιπλασιασμό και επιδιόρθωση και μεγαλύτερη ικανότητα αποθήκευσης γενετικής πληροφορίας.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τρία τουλάχιστον βήματα πραγματοποιήθηκαν πριν εμφανιστεί το πρώτο κύτταρο:

α) δημιουργήθηκαν αυτοκαταλυτικοί μηχανισμοί, ώστε να είναι δυνατός ο αυτοδιπλασιασμός των διαφόρων RNA μορίων,

β) αναπτύχθηκαν μηχανισμοί με τους οποίους ένα μόριο RNA μπορεί να κατευθύνει τη σύνθεση ενός πολυπεπτιδίου

γ) συγκροτήθηκε μια λιπιδική μεμβράνη και περιέκλεισε το αυτοδιπλασιαζόμενο μίγμα RNA και πρωτεϊνικών μορίων.

Τελικά καθώς η συσσώρευση πρόσθετων πρωτεϊνικών καταλυτών επέτρεψε να εξελιχθούν αποτελεσματικά και πολύπλοκα κύτταρα, το DNA πήρε τη θέση του RNA ως το κληρονομικό υλικό, αφού το DNA είναι πιο σταθερό μόριο και μπορεί ν' αποθηκεύσει μεγαλύτερο ποσό γενετικής πληροφορίας.

Το ευκαρυωτικό κύτταρο και η εξέλιξή του

Είναι λογικό να δεχθεί κανείς ότι οι πρόγονοι των σημερινών οργανισμών ήταν πολύ απλοί. Ανάμεσα στους ζωντανούς οργανισμούς η πιο απλή μορφή ζωής είναι οι προκαρυωτικοί οργανισμοί. Αυτός λοιπόν είναι ένας από τους λόγους που θεωρούμε ότι η πρώτη μορφή ζωής πρέπει να έμοιαζε με τα προκαρυωτικά.

Δύο οι θεωρίες για την εξέλιξη του ευκαρυωτικού κυττάρου:

α) Σύμφωνα με την παλαιότερη θεωρία τα οργανίδια του ευκαρυωτικού κυττάρου (που είναι και η κρίσιμη διαφορά ευκαρυωτικού - προκαρυωτικού κυττάρου) προήλθαν από πολλαπλές πτυχώσεις της κυτταρικής μεμβράνης μέσα στις οποίες απομονώθηκε μέρος του γενετικού υλικού.

β) **Η** θεωρία της **ενδοσυμβίωσης,** θεωρεί ότι τα μιτοχόνδρια, οι χλωροπλάστες και τελικά το ευκαρυωτικό κύτταρο, μπορεί να προήλθε από ένωση διαφορετικών

προκαρυωτικών. Έτσι τα μιτοχόνδρια θεωρούνται σαν τα πρώτα βακτήρια που εισήλθαν μέσα από εγκολπώσεις της πλασματικής μεμβράνης σ' ένα αρχικό κύτταρο - ξενιστή και οι χλωροπλάστες τα πρώτα κυανοβακτηρίδια.

Η θεωρία της ενδοσυμβίωσης ενισχύεται από διάφορες ενδείξεις:

α) τόσο τα μιτοχόνδρια όσο και οι χλωροπλάστες είναι μερικώς αυτοδύναμα συστήματα, αφού διαθέτουν DNA και ριβοσώματα για τη σύνθεση κάποιων πρωτεϊνών τους
β) τόσο το DNA όσο και τα ριβοσώματα των οργανιδίων αυτών ομοιάζουν με αυτά των προκαρυωτικών κυττάρων.