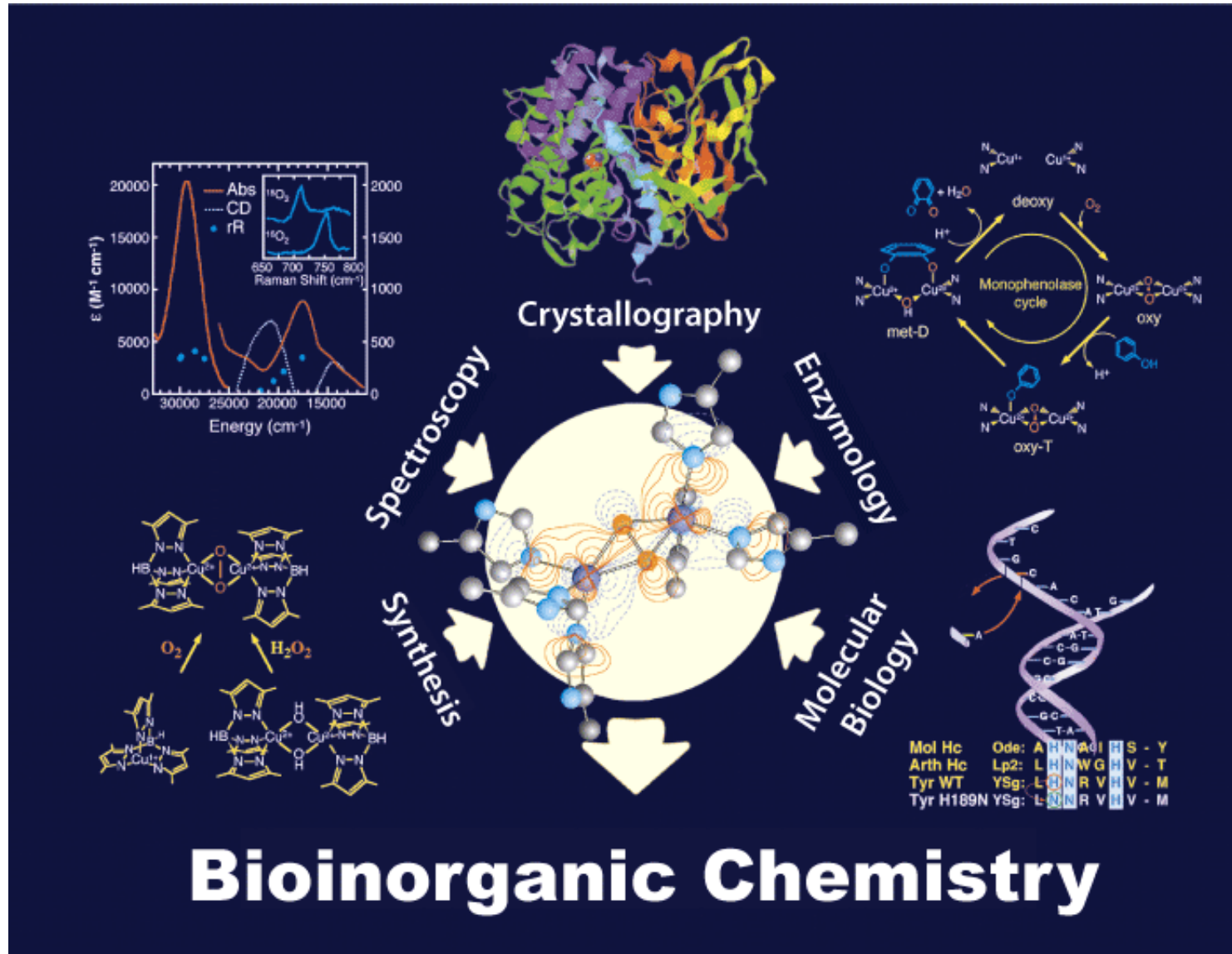


# Βιολογία

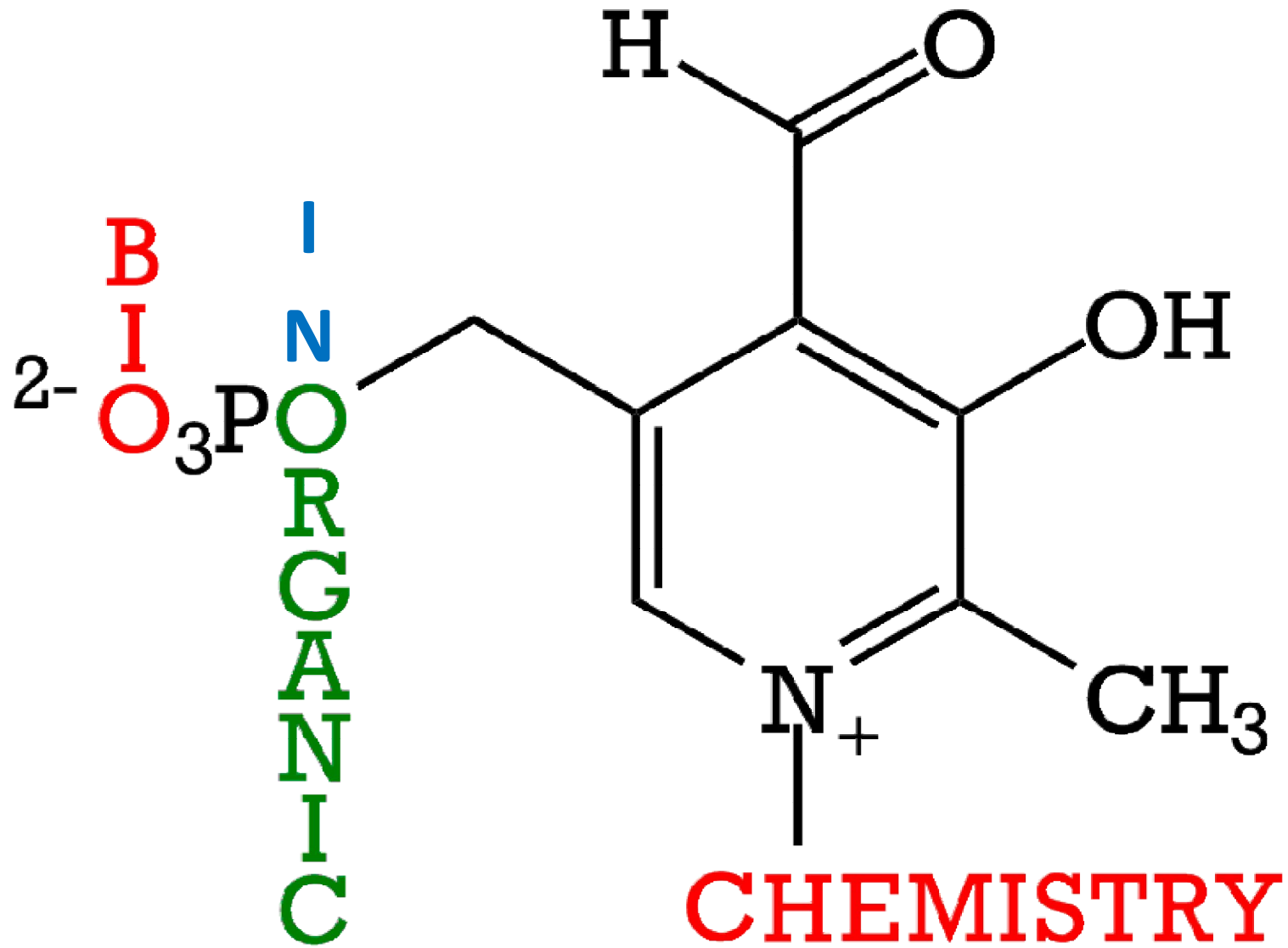


Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ

# Bioinorganic chemistry or Inorganic Biochemistry



Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ



Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ

# *Το αντικείμενο της Κυτταρικής Βιολογίας*

*Είναι το κύτταρο,  
η βασική μονάδα της ζωής*

# Η κυτταρική θεωρία

- ✓ Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα ή από προϊόντα κυττάρων
  - ✓ Τα καινούργια κύτταρα προκύπτουν από διαίρεση προϋπαρχόντων κυττάρων
- ✓ Η χημική σύσταση και οι βασικές μεταβολικές διεργασίες είναι παρόμοιες σε όλους τους τύπους κυττάρων
- ✓ Η συνολική δραστηριότητα ενός οργανισμού μπορεί να κατανοηθεί ως το σύνολο των δραστηριοτήτων και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ αλληλεξαρτώμενων κυτταρικών

# Οι «πατέρες» της κυτταρικής θεωρίας



Matthias Schleiden

**ΓΙΑΤΙ;**



Έδειξαν ότι τόσο τα φυτά όσο και τα ζώα είναι συσσωματώματα κυττάρων διαταγμένων σύμφωνα με ορισμένους κανόνες

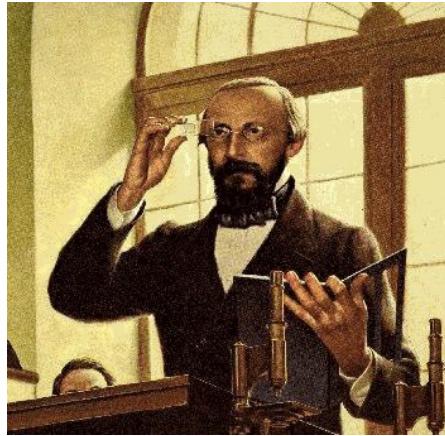


Έπεισαν την βιολογική κοινότητα του 19ου αιώνα ότι «το κύτταρο είναι η βασική μονάδα της ζωής».



Theodor Schwann

# Ποιοί άλλοι συνεισέφεραν στην κατανόηση του ρόλου του κυττάρου;

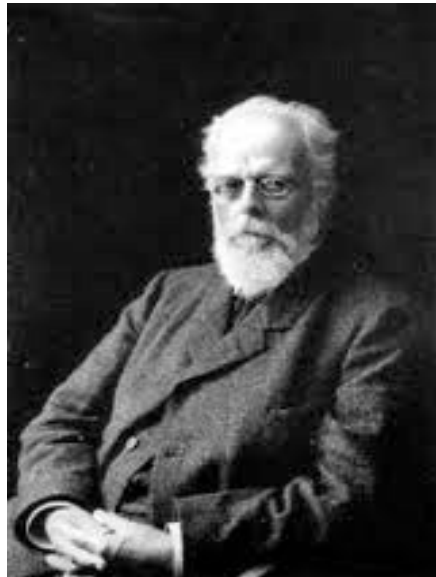


**RUDOLPH VIRCHOW (1858), Πατέρας Παθολογίας:**

*"Omnis cellula e celula"*

«Κάθε κύτταρο προέρχεται από ένα άλλο κύτταρο»

👉 Τα καινούργια κύτταρα δημιουργούνται από τη διαίρεση προϋπαρχόντων κυττάρων. Δηλαδή, τα κύτταρα δεν δημιουργούνται αυτόματα από την άψυχη ύλη.



**AUGUST WEISSMAN (1869):**

👉 Όλα τα κύτταρα που υπάρχουν σήμερα είναι απόγονοι κυττάρων που προϋπήρχαν στην αρχαιότητα (1869).

η κληρονομικότητα μεταδίδεται μόνο δια των ωαρίων και των σπερματοζωαρίων

Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ

# *Γνωρίζουμε πότε δημιουργήθηκε το πρώτο κύτταρο;*

- ❖ ΠΩΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΗΚΕ Η ΖΩΗ;
- ❖ ΠΟΙΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΜΟΡΙΟ ΤΗΣ ΖΩΗΣ;

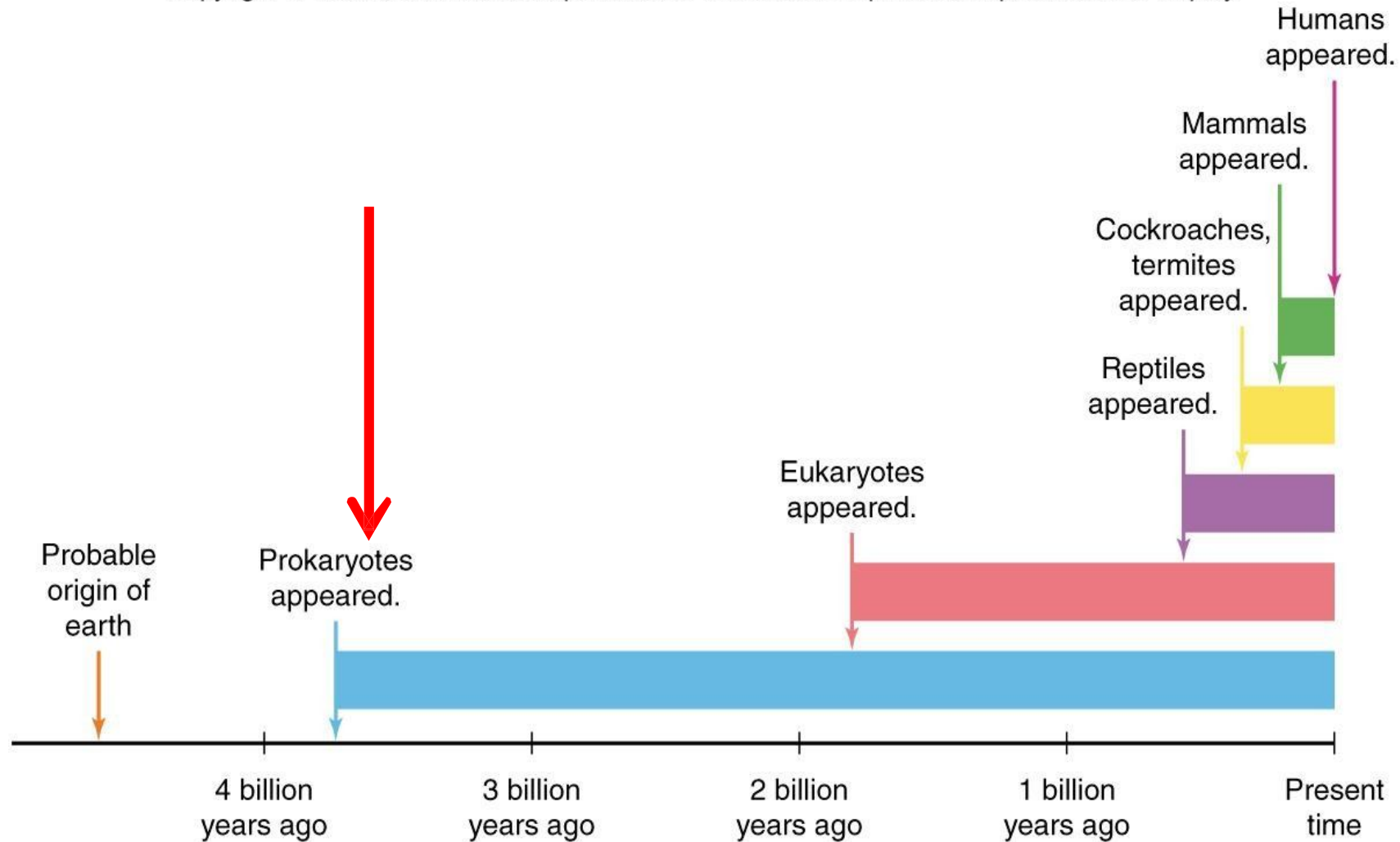


## *Η αρχική ατμόσφαιρα στη γη και στους ωκεανούς*

**Ηφαιστειακές εκρήξεις εκτόξευαν αέρια από το εσωτερικό της γης στην ατμόσφαιρα. Η διαδικασία συνεχίζεται και σήμερα. Τα εκλυόμενα αέρια ήταν CO<sub>2</sub> και υδρατμοί. Καθώς η επιφάνεια της γης κρύωνε, το νερό συμπυκνώθηκε και μετετράπη σε ωκεανούς, ποτάμια και λίμνες. Οι κομήτες ενδέχεται να συνείσφεραν στη γη πολύπλοκα οργανικά μόρια.**

# Η εμφάνιση της ζωής στη γη

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Η ΖΩΗ: εμφανίσθηκε ~ 3.8 δις χρόνια μετά τη δημιουργία της Γης  
Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ

- Υπάρχουν απολιθώματα από **προ**καρυωτικούς οργανισμούς με ηλικία 3.5 δισ. ετών.
- 2 δισ. έτη αργότερα εμφανίστηκαν οι **ευ**καρυωτικοί οργανισμοί

# Η αρχή και εξέλιξη των οργανισμών

Θεωρία της εξέλιξης:

Οι κληρονομικές ιδιότητες στα έμβια όντα αλλάζουν σταδιακά στο χρόνο. Οι αλλαγές αυτές έχουν ως αποτέλεσμα δομικές και λειτουργικές αλλαγές μετά από πολλές γενιές.



Επίσης:

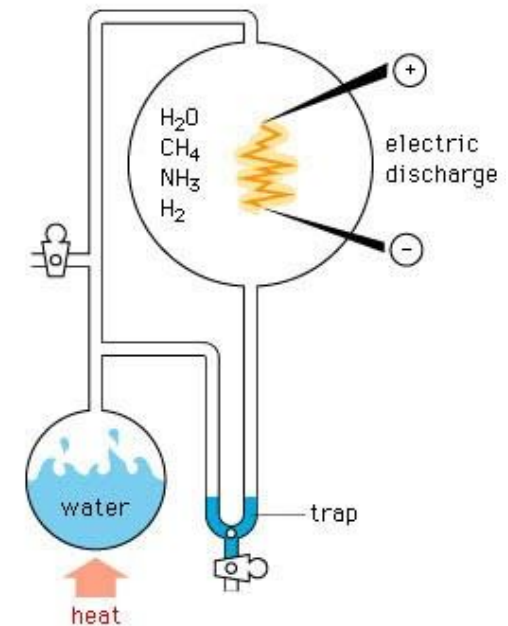
Όλα τα καινούργια είδη προέρχονται από είδη που προϋπάρχουν. Συγγενείς οργανισμοί έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά διότι έχουν εξελιχθεί από έναν κοινό πρόγονο.

# Οργανικά μόρια μπορούν να δημιουργηθούν σε προβιωτικές συνθήκες

Το πείραμα των Miller-Urey

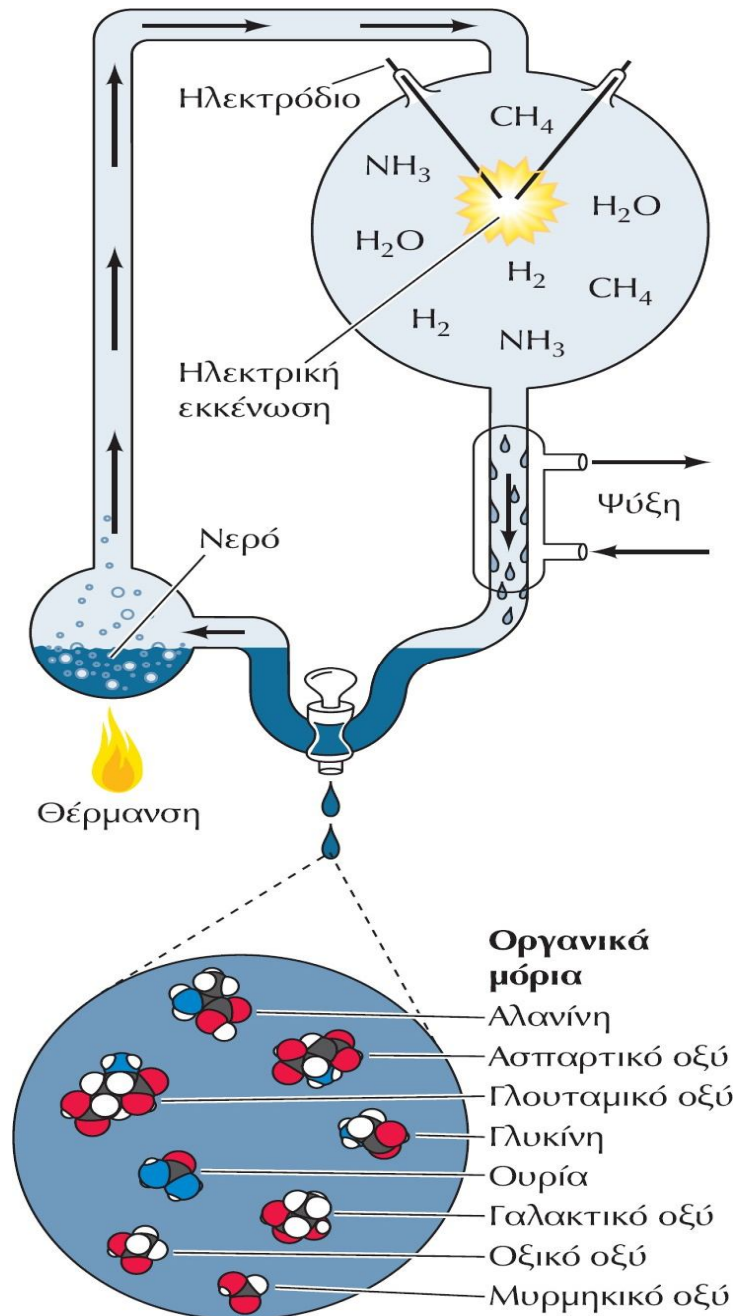


(A)



(B)

©1998 GARLAND PUBLISHING

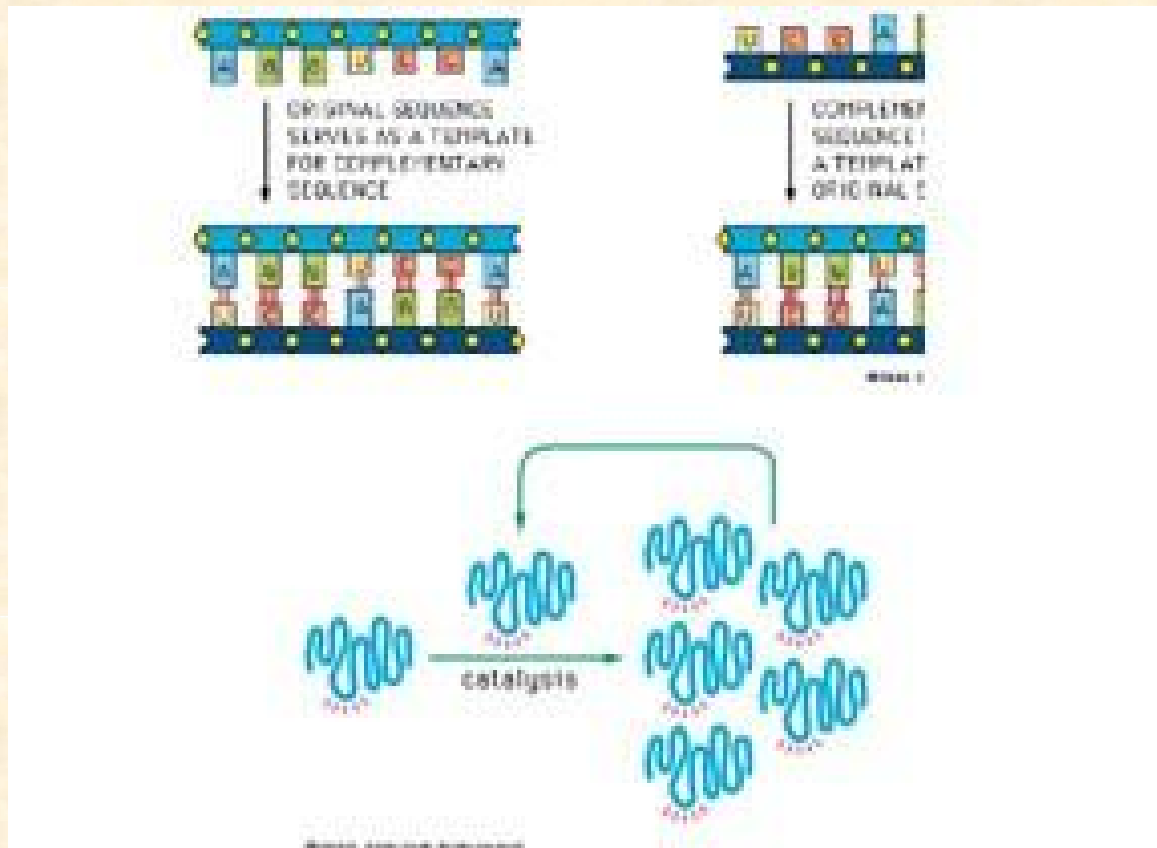


## Αυθόρμητος σχηματισμός οργανικών μορίων.

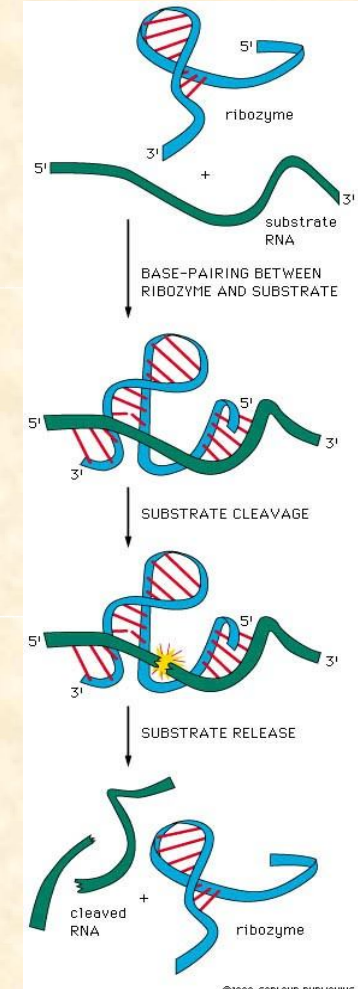
Σε αέριο μείγμα που περιείχε CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub> και υδρατμούς προκλήθηκε ηλεκτρική εκκένωση. Ανάλυση των προϊόντων της αντίδρασης αποκάλυψε τον σχηματισμό μιας ποικιλίας οργανικών μορίων, στα οποία συγκαταλέγονται τα αμινοξέα αλανίνη, ασπαρτικό οξύ, γλουταμικό οξύ και γλυκίνη.

# Το RNA ως το πρώτο μόριο της ζωής

## A) Ως γενετικό υλικό

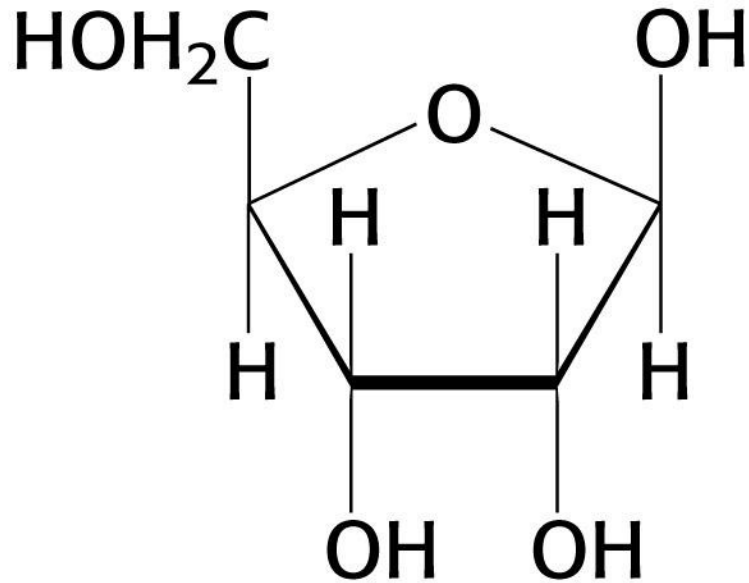


## B) Ως καταλύτης



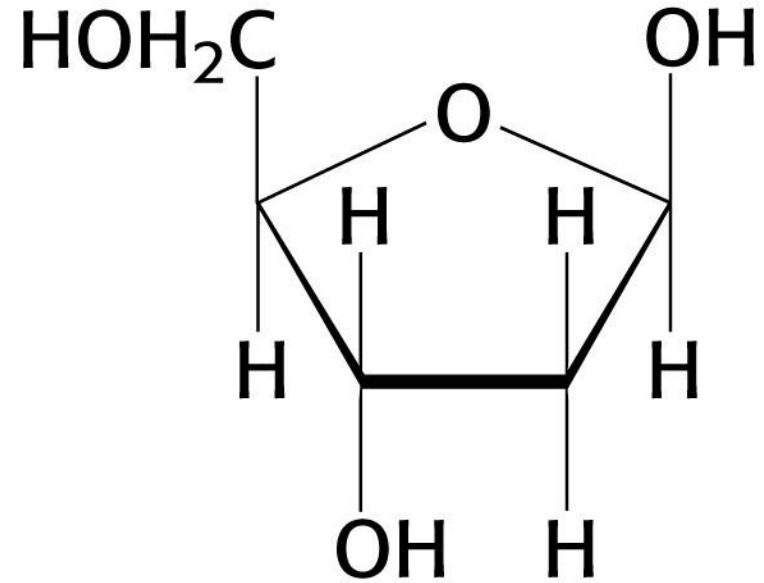
# Η ριβόζη στα νουκλεϊκά οξέα (DNA, RNA)

RNA



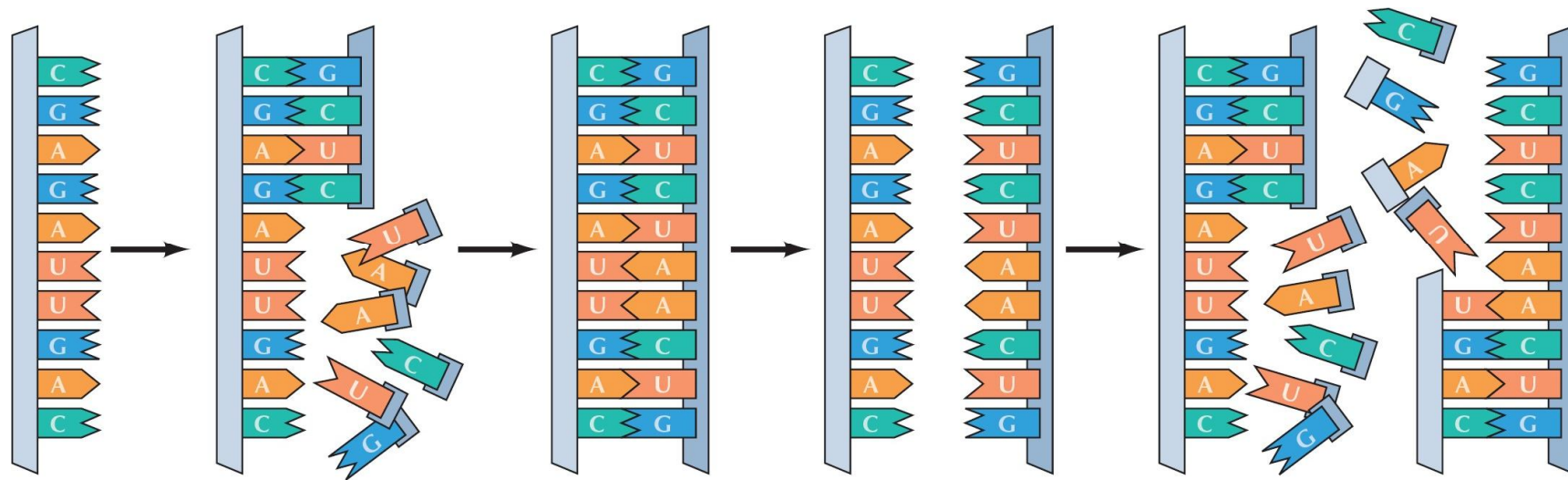
**D-Ribose**

DNA



**2-Deoxy-D-ribose**

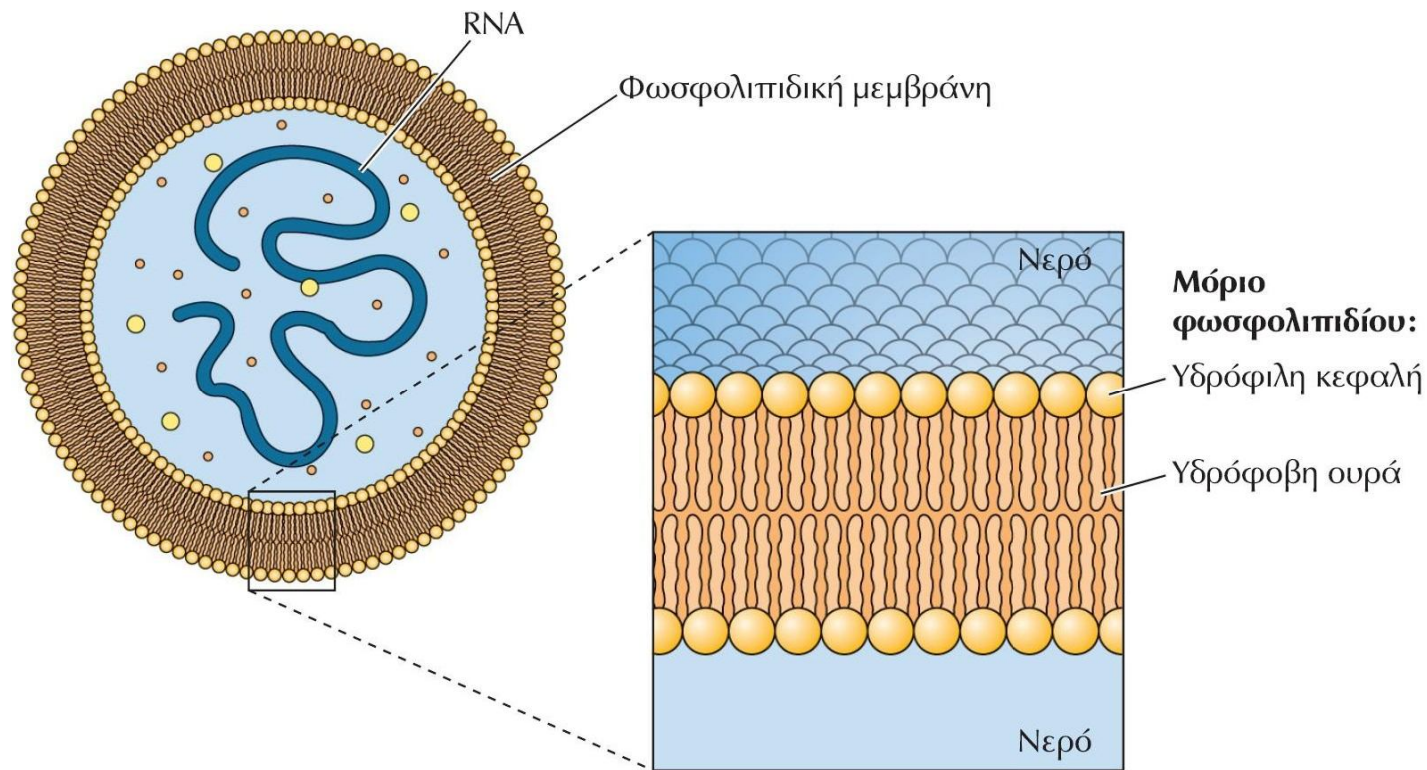




## ΕΙΚΟΝΑ 1.2 Αυτοδιπλασιασμός του RNA.

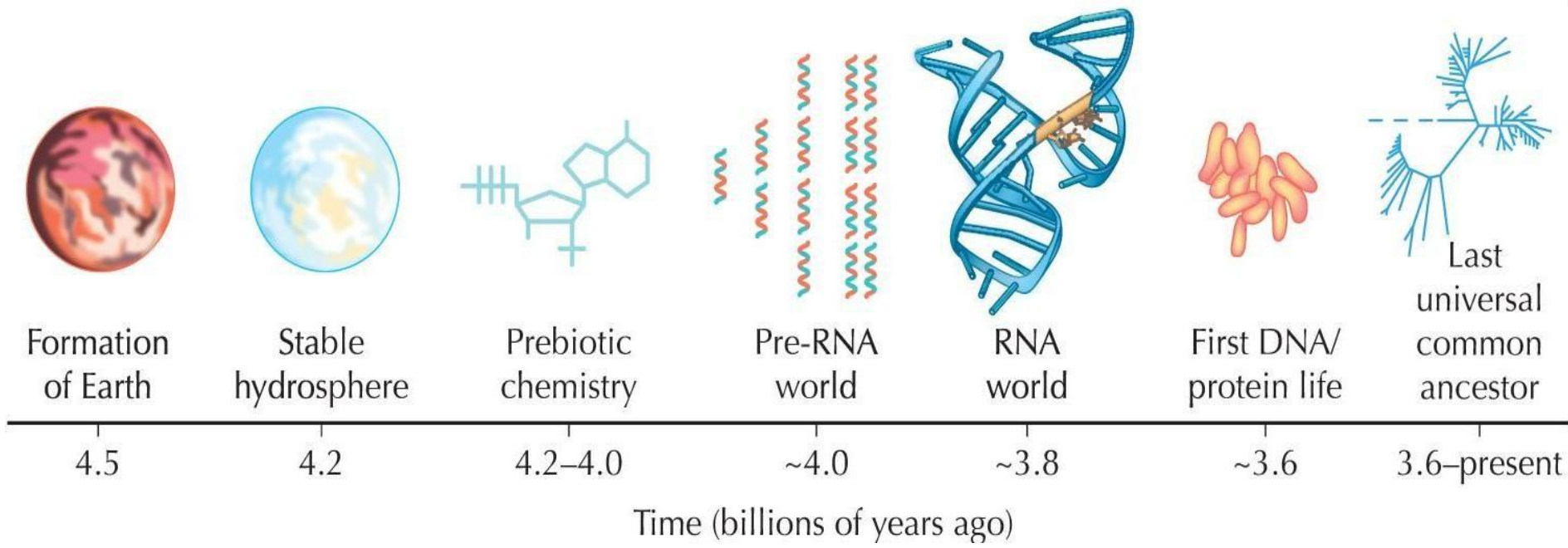
Η σύζευξη συμπληρωματικών βάσεων (αδενίνη [A] με ουρακίλη [U] και γουανίνη [G] με κυτοσίνη [C]) επιτρέπει σε μια αλυσίδα RNA να χρησιμεύει ως μήτρα για τη σύνθεση μιας νέας αλυσίδας με συμπληρωματική αλληλουχία.

**Ειδικά μόρια RNA μπορούν να καταλύουν χημικές αντιδράσεις του πολυμερισμού των νουκλεοτιδίων συμπεριλαμβανομένου (Altman & Cech, 1980).**



**ΕΙΚΟΝΑ 1.3** Εγκλεισμός του αυτοδιπλασιαζόμενου RNA σε μεμβράνη φωσφολιπιδίων.

**Το πρώτο κύτταρο** θεωρείται ότι δημιουργήθηκε μετά από εγκλεισμό αυτοδιπλασιαζόμενου RNA και συνδεδεμένων με αυτό μορίων σε μια μεμβράνη από φωσφολιπίδια. Κάθε μόριο φωσφολιπιδίου έχει δύο μεγάλες υδρόφοβες αλυσίδες συνδεδεμένες σε μια υδρόφιλη κεφαλή. Οι υδρόφοβες ουρές είναι κρυμμένες στο εσωτερικό της λιπιδικής διλοστιβάδας, ενώ οι υδρόφιλες κεφαλές βρίσκονται εκτεθειμένες στο νερό και στις δύο πλευρές της μεμβράνης.

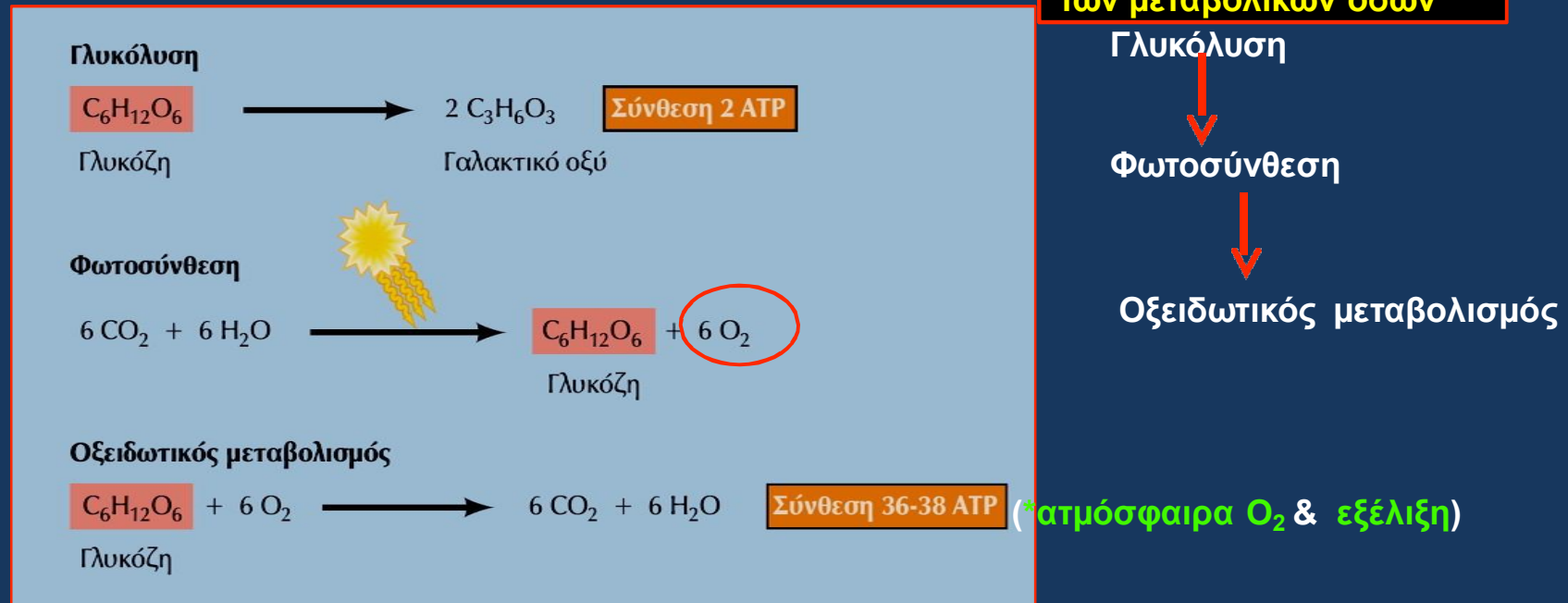


## Η Εξέλιξη του Μεταβολισμού - Ανάγκη Ενέργειας

Τα κύτταρα αναπτύχθηκαν αρχικά σε περιβάλλον πλούσιο σε οργανικά μόρια προσλαμβάνοντας τροφή & ενέργεια από το περιβάλλον, μία κατάσταση περιοριστική.

Αργότερα όμως ανέπτυξαν μηχανισμούς σύνθεσης και χρήσης ενεργειακών μορίων όπως η 5'-Τριφωσφορική Αδενοσίνη (ATP), ως πηγή μεταβολικής ενέργειας (π.χ κίνηση, μυϊκή σύσπαση).

Οι κυτταρικοί μηχανισμοί παραγωγής ATP εξελίχθηκαν σε 3 στάδια: γλυκόλυση, φωτοσύνθεση & οξειδωτικός μεταβολισμός.



**Η παραγωγή μεταβολικής ενέργειας.** Η γλυκόλυση είναι αναερόβια. Η ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας συμβάλλει στη σύνθεση γλυκόζης. Το  $O_2$  από τη φωτοσύνθεση χρησιμοποιείται στον οξειδωτικό μεταβολισμό, απελευθερώνοντας περισσότερη ενέργεια από εκείνη της γλυκόλυσης

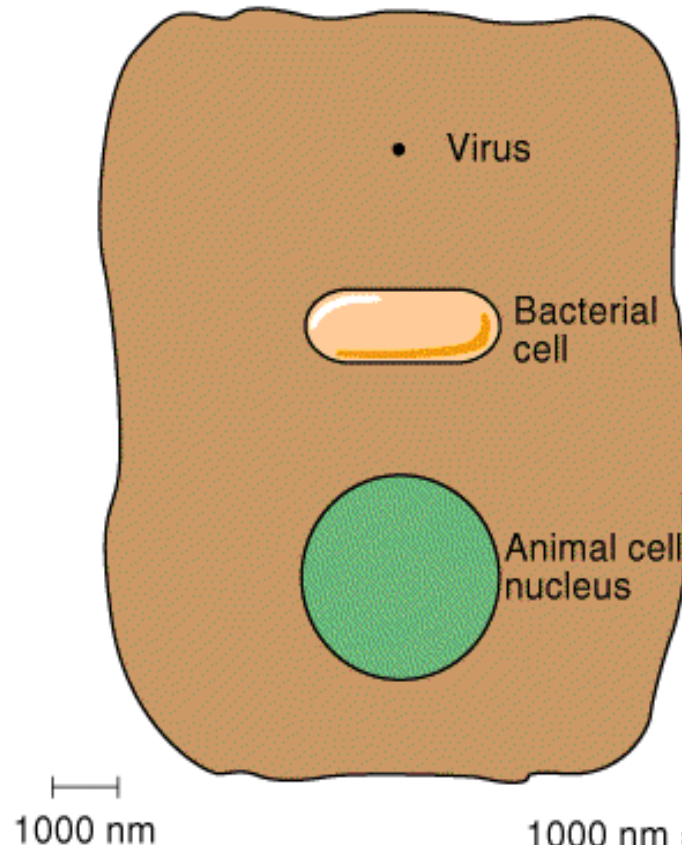


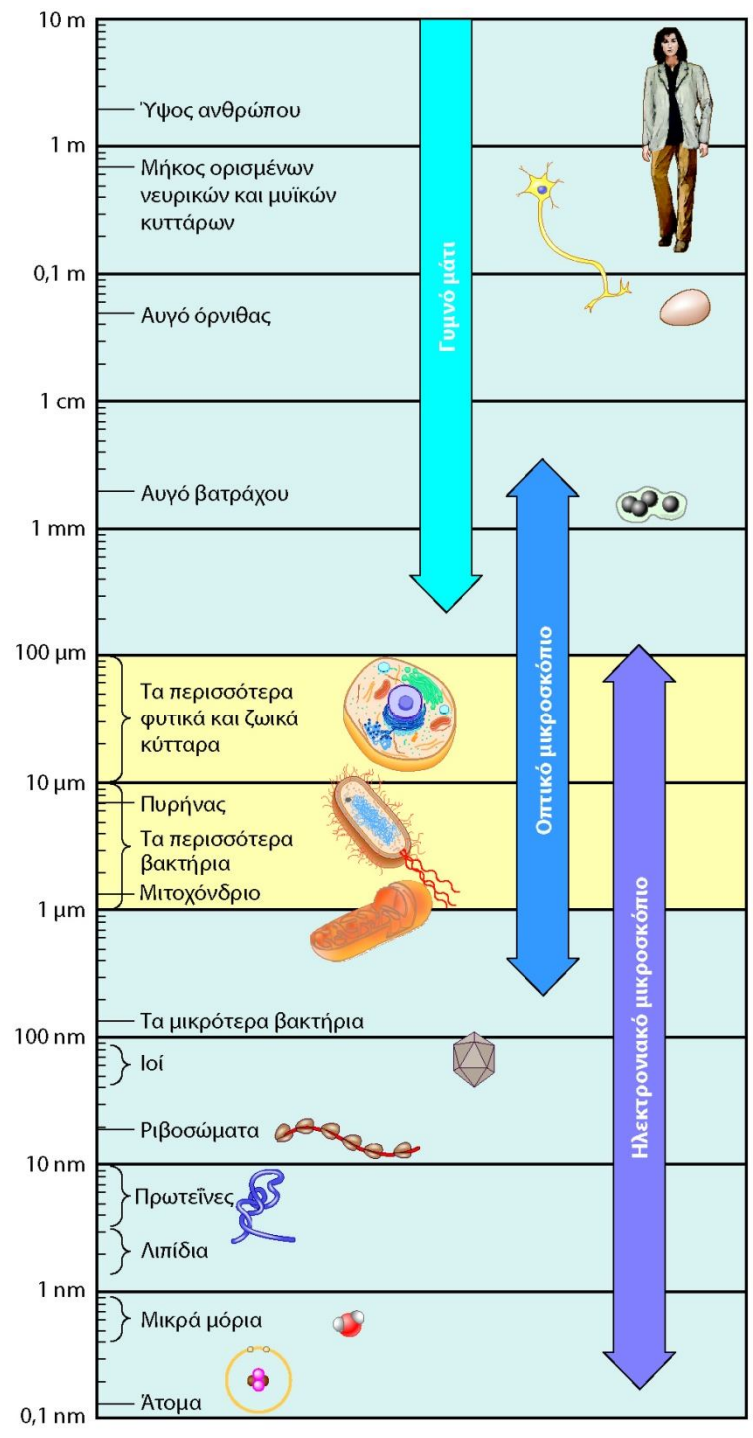
# *Σύγκριση κυτταρικών τύπων (μέγεθος)*

# Τα κύτταρα έχουν διαφορετική εμφάνιση και μεγέθη

- **Μέγεθος** – τα περισσότερα 1-5  $\mu\text{m}$ , αλλά το μέγεθός τους κυμαίνεται από 0.1 έως 660  $\mu\text{m}$  ανά κύτταρο.
- Οι ιοί είναι ακόμα μικρότεροι

Typical animal cell







# Ταξινόμηση των κυττάρων

Υπάρχουν δυο είδη κυττάρων:

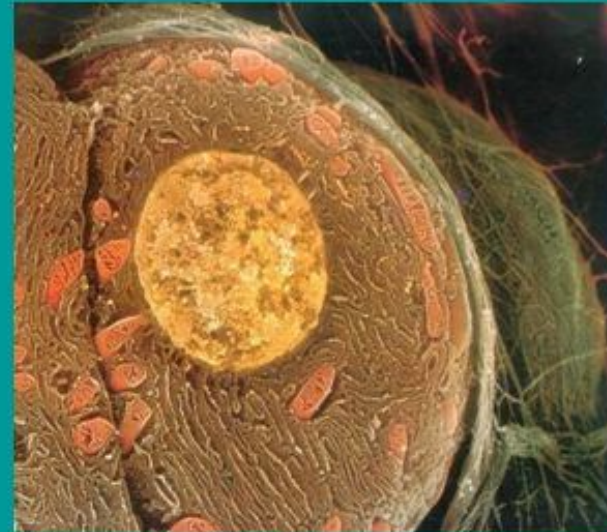
➤ τα προκαρυωτικά και

➤ τα ευκαρυωτικά



Προκαρυωτικά κύτταρα  
(Βακτήρια *E. coli* που ζουν στο έντερο)

Τα **βακτήρια** (στα οποία περιλαμβάνονται τα αρχαία και τα **Κυανοφύκη**) είναι προκαρυωτικοί μονοκύτταροι οργανισμοί



Κύτταρο θηλαστικού  
(ευκαρυωτικά κύτταρα)

Τα φυτά, τα ζώα, οι μύκητες και τα πρωτόζωα είναι ευκαρυωτικοί οργανισμοί

# *Τα κύτταρα χωρίζονται σε προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά*

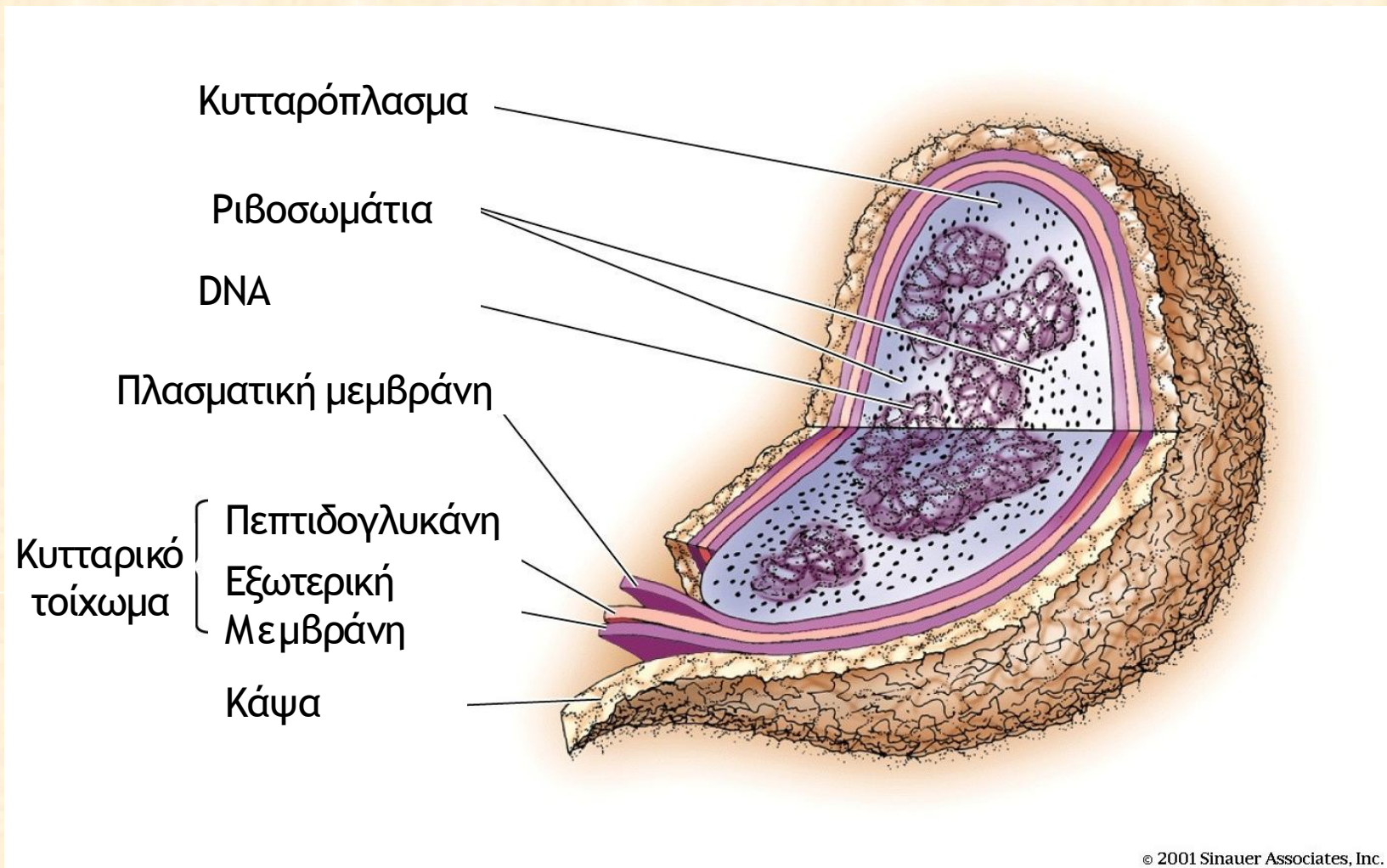
- ✓ Η ειδοποιός διαφορά είναι η ύπαρξη ή απουσία πυρήνα.

**Έχουν άλλες διαφορές;**

# Διαφορές μεταξύ προκαρυωτικών & ευκαρυωτικών κυττάρων

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΟ	ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΟ
Πυρήνας	ΟΧΙ	ΝΑΙ
Διάμετρος (μέσος όρος)	~ 1 $\mu\text{M}$	10-100 $\mu\text{M}$
Κυτταροσκελετός	ΟΧΙ	ΝΑΙ
Οργανίδια (μεμβρανικά)	ΟΧΙ	ΝΑΙ
Μέγεθος DNA (ζεύγη βάσεων)	$1 \times 10^6 - 5 \times 10^6$	$1.5 \times 10^7 - 5 \times 10^9$
Δομή χρωμοσωμάτων	Ένα κυκλικό μόριο DNA	Πολλαπλά γραμμικά χρωμοσώματα

# Το προκαρυωτικό κύτταρο



# Σύγχρονοι Προκαρυωτικοί Οργανισμοί

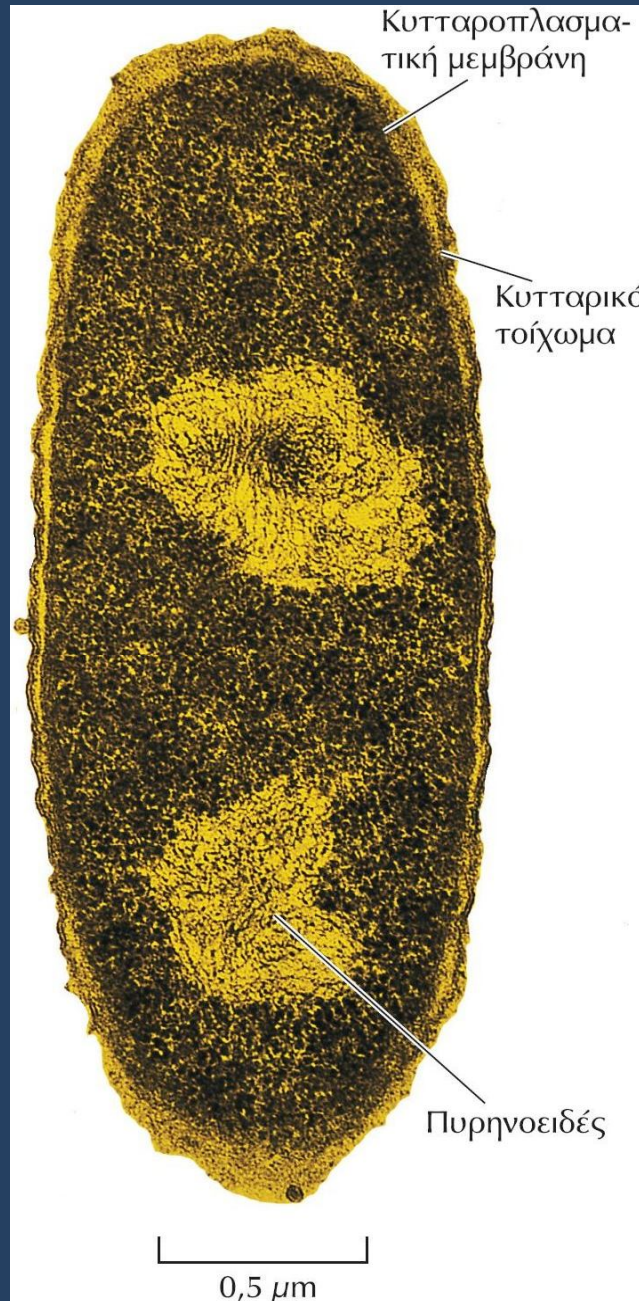
- Διακρίνονται σε: **ΑΡΧΑΙΑ** (ή Αρχαιοβακτήρια) & **ΒΑΚΤΗΡΙΑ**
- Ορισμένα ζούν σε **ακραία περιβάλλοντα** (π.χ: θερμές πηγές θείου σε **80°C** & **pH 2**)
- Ζούν σε ποικίλα περιβάλλοντα (π.χ: χώμα, νερό, & **άλλους οργανισμούς-ΠΑΘΟΓΟΝΑ**)



- **Σχήμα**: σφαιρικά, ραβδόμορφα ή σπειροειδή
- **Διάμετρος**: 1-10μm
- **DNA**:  $0.6-5 \times 10^6$  ζεύγη βάσεων, για **~5.000 πρωτεΐνες**
- **Οι μεγαλύτεροι**: τα **ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ**

## Το ΒΑΚΤΗΡΙΟ Escherichia coli:

- Απαντά στον **ανθρώπινο εντερικό σωλήνα**
- Περιβάλλεται από **δύσκαμπτο εξωτερικό τοίχωμα** & **εσωτερικότερα** από την **κυτταροπλασματική μεμβράνη**
- **Μόνο** το **δύσκαμπτο** κυτταρικό τοίχωμα είναι διαπερατό
- Το DNA είναι ένα **κυκλικό μόριο**, στο **Πυρηνοειδές**
- Φέρει **κοκκιώδες** κυτταρόπλασμα με **30.000 ριβοσώματα**



## ΕΙΚΟΝΑ 1.5 Φωτογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου που δείχνει το βακτήριο *E. coli*.

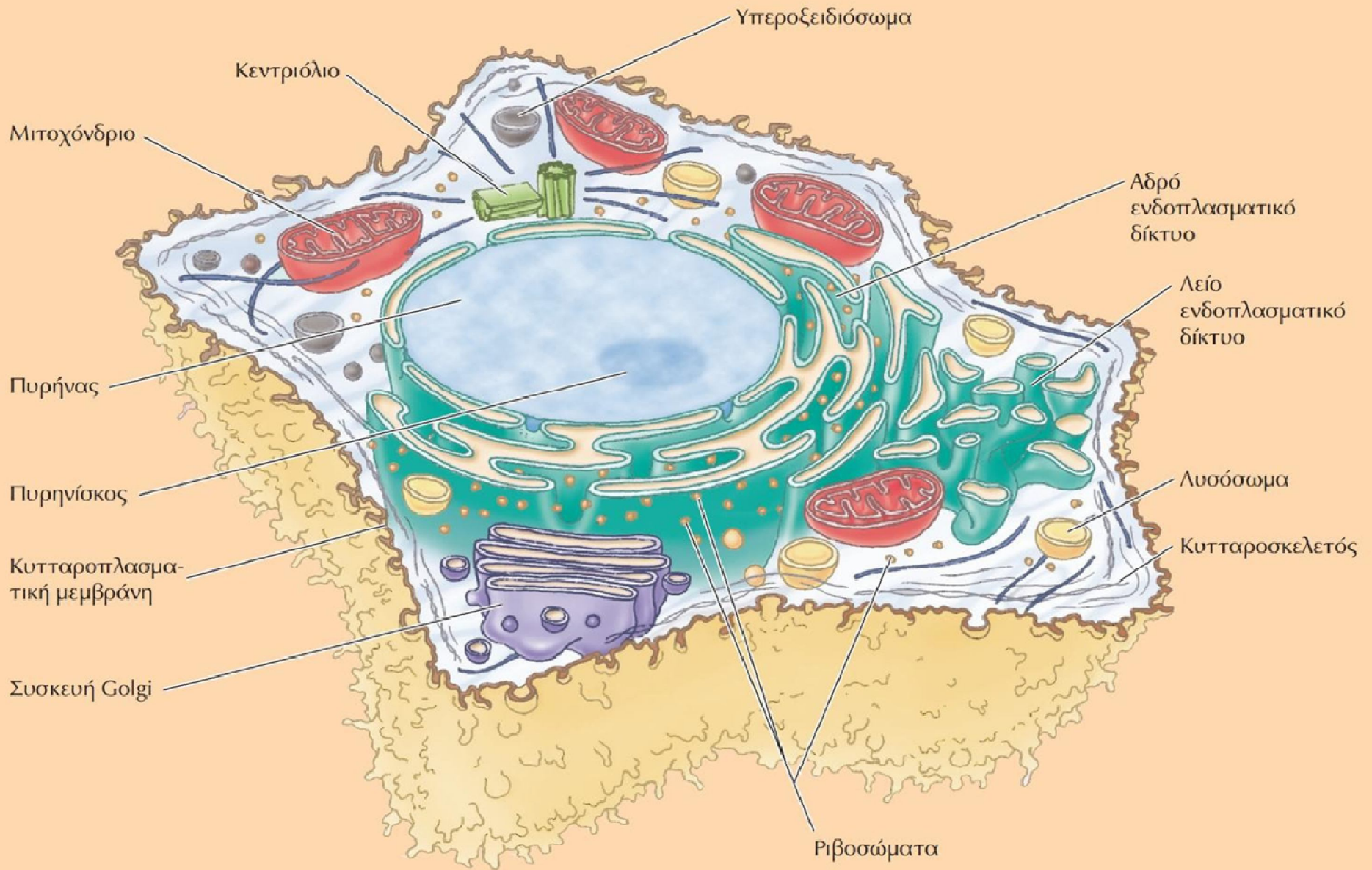
Το κύτταρο περιβάλλεται από ένα κυτταρικό  
τοίχωμα, κάτω από το οποίο βρίσκεται η  
κυτταροπλασματική μεμβράνη. Το DNA  
εντοπίζεται στο πυρηνοειδές. (Menge and  
Wurtz/Biozentrum, University of Basel/  
Science Photo Library/Photo Researchers, Inc.)

# ΤΑ ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1. Είναι **πολυπλοκότερα** και **μεγαλύτερα** από τα Προκαρυωτικά
2. Περιβάλλονται από **μία κυτταροπλασματική μεμβράνη**
3. Περιέχουν **πυρήνα, κυτταροπλασματικά οργανίδια & κυτταρικό σκελετό**
4. Ο **πυρήνας είναι ευδιάκριτος, 5μm** με την γενετική πληροφορία **ως γραμμικό DNA**
5. Στο **πυρήνα γίνεται η αντιγραφή του DNA & η σύνθεση του RNA**
6. Η **μετάφραση του RNA σε πρωτεΐνες** γίνεται στα ριβοσώματα **στο κυτταρόπλασμα**
7. Διαχειρίζονται την ενέργεια με **Μιτοχόνδρια (ATP)** ή/και **Χλωροπλάστες (φωτοσύνθεση)**
8. Έχουν **λυσosώματα** (πέψη μορίων) και **υπεροξειδιοσωμάτια** (οξειδωτικές αντιδράσεις)
9. Διαθέτουν **χυμοτόπια ή κενοτόπια** για **πέψη και αποθήκευση μορίων**
10. Έχουν **ενδοπλασματικό δίκτυο & συσκευή Golgi** για **ταξινόμηση/μεταφορά πρωτεϊνών**
11. Έχουν **εσωτερική οργάνωση μέσω κυτταροσκελετού: δίκτυο ινιδίων** για το **σχήμα** & την **οργάνωση του κυτταροπλάσματος**

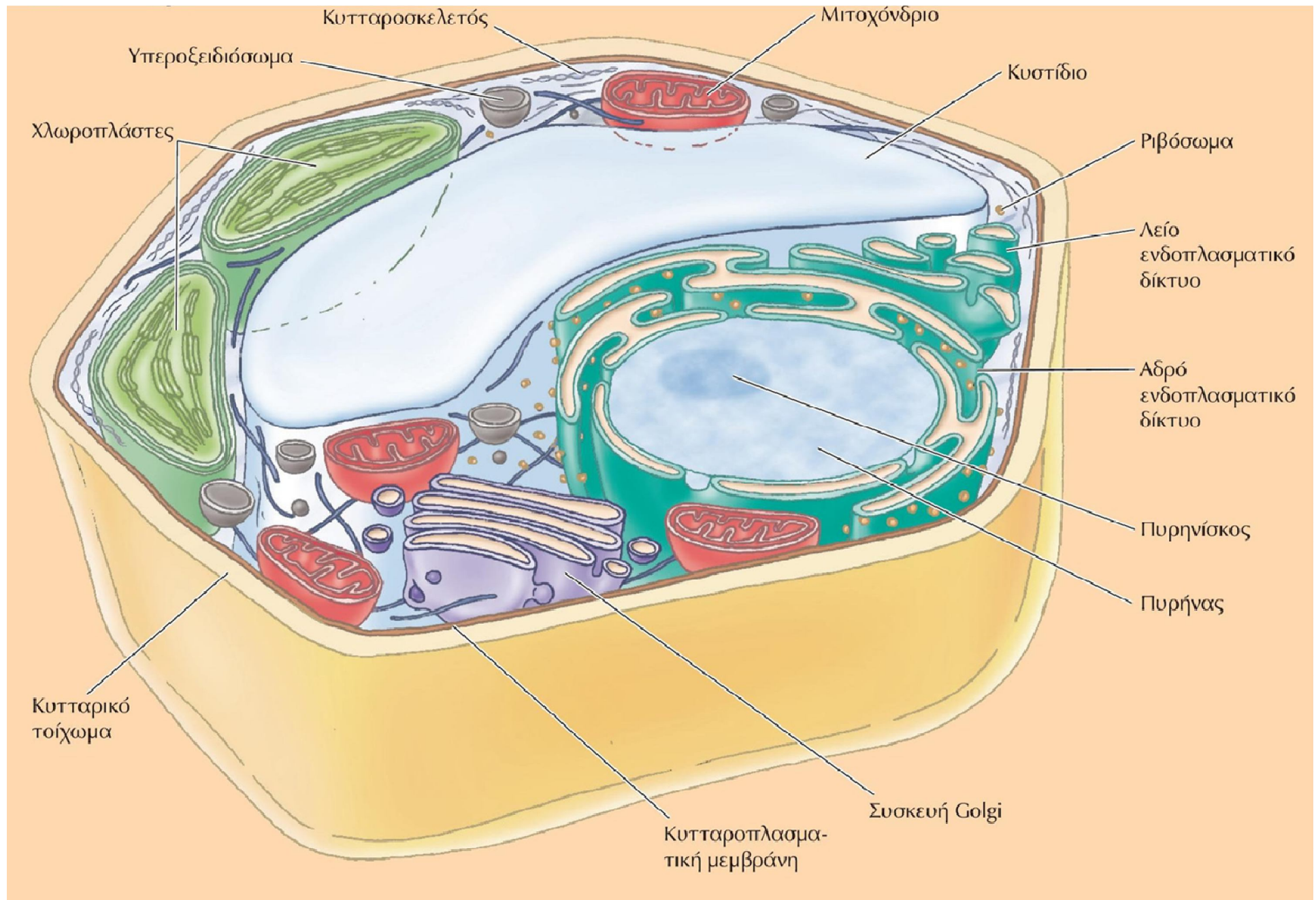
## Ζωικό κύτταρο



**Εικόνα 1.6 (Α) Δομή ζωικών κυττάρων**

Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ





**ΕΙΚΟΝΑ 1.6 (B) Δομή φυτικών κυττάρων.**

*Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ*

# ***VIDEO Cell Structure***

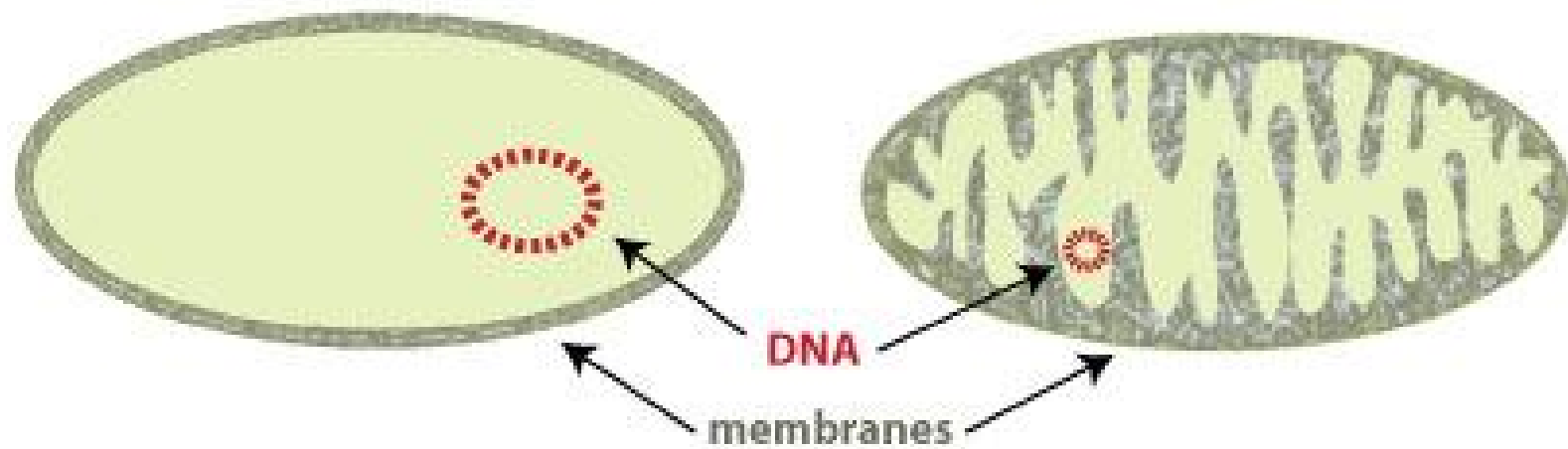
<https://www.youtube.com/watch?v=URUJD5NEXC8>

# Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

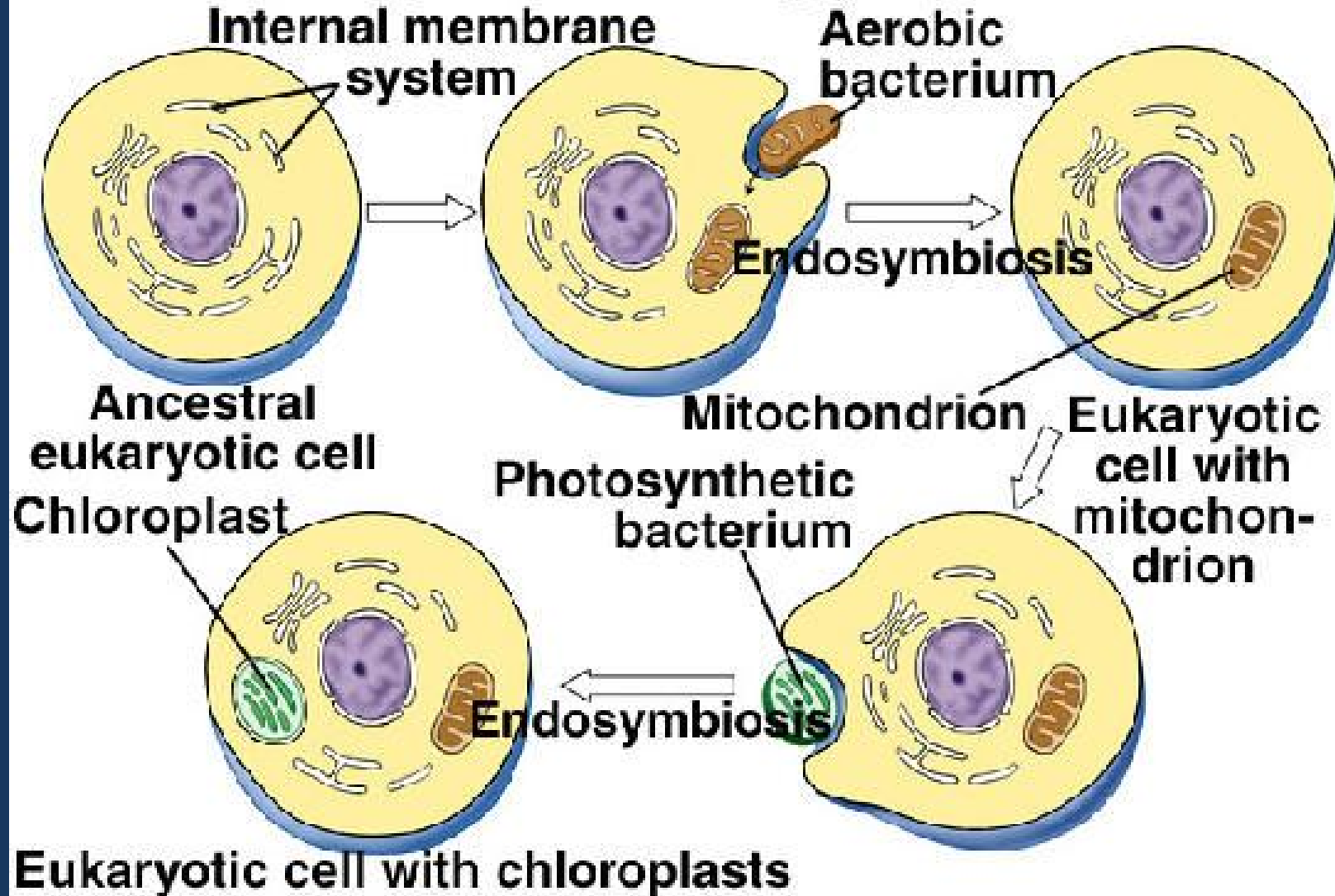
- Πιστεύεται ότι η εξέλιξη των ευκαρυωτών βασίσθηκε σε ΥΠΟΚΥΤΤΑΡΙΚΑ ΟΡΓΑΝΙΔΙΑ
  - ΤΑ ΟΡΓΑΝΙΔΙΑ προέκυψαν με ΕΝΔΟΣΥΜΒΙΩΣΗ: ενός κυττάρου μέσα στο άλλο αποτελώντας εξέλιξη προκαρυωτικών στο εσωτερικό πρόγονων ευκαρυωτών
  - Τα μιτοχόνδρια & χλωροπλάστες: προήλθαν από βακτήρια, μέσα σε μεγαλύτερα κύτταρα
- ΙΣΧΥΡΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ Τα μιτοχόνδρια & οι χλωροπλάστες:
1. έχουν παρόμοιο μέγεθος με τα βακτήρια
  2. αναπαράγονται με διαίρεση όπως τα βακτήρια
  3. έχουν δικό τους DNA με δυναμικό διαίρεσης όπως τα βακτήρια
  4. το DNA τους αναδιπλασιάζεται όταν διαιρείται το οργανίδιο
  5. τα γονίδιά τους μεταγράφονται & μεταφράζονται στα δικά τους ριβοσώματα δηλ. έχουν γενετικά συστήματα διαφορετικά του πυρηνικού γονιδιώματος
  6. Ριβοσώματα & ριβοσωμικό RNA τους μοιάζουν με τα βακτηριακά και όχι του πυρηνικού γονιδιώματος

Bacterium

Mitochondrion



# Theory of Endosymbiosis



# Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

Πιστεύεται ότι:

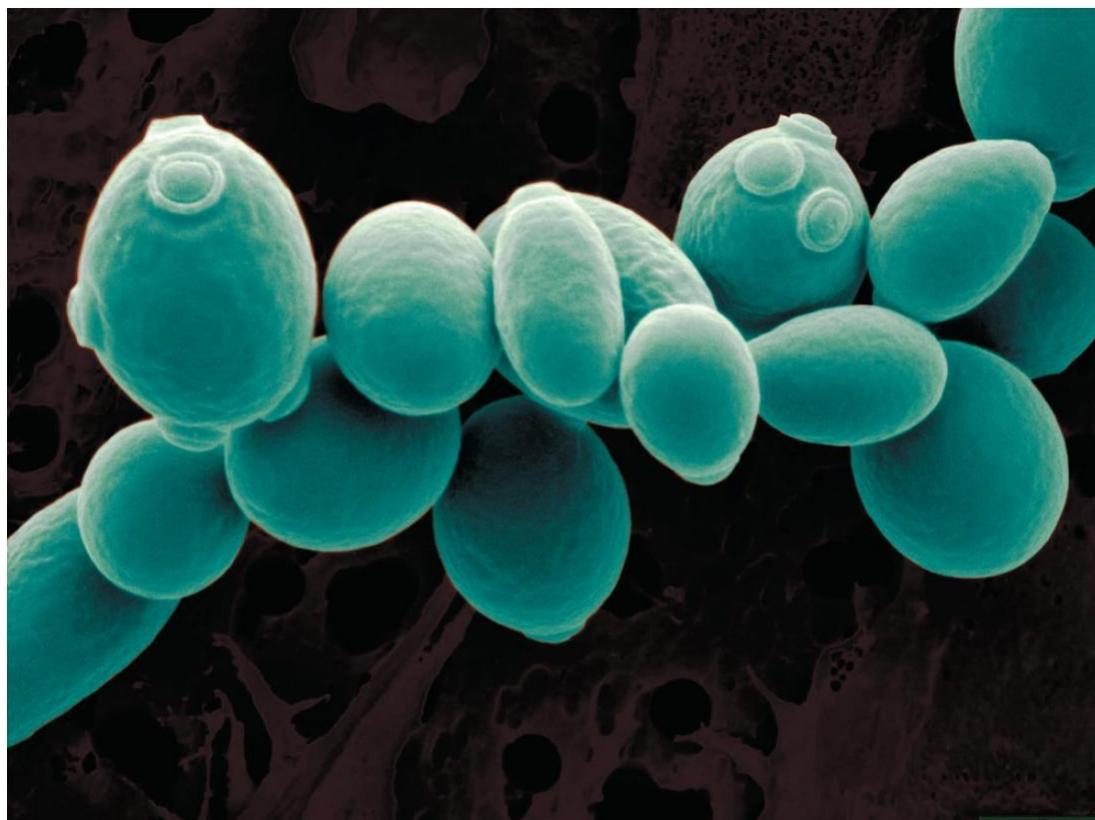
1. τα **μιτοχόνδρια** αποτελούν **εξέλιξη των αερόβιων βακτηρίων**
2. οι **χλωροπλάστες** προήλθαν **από φωτοσυνθετικά βακτήρια** (κυανοβακτήρια)
3. Η ενσωμάτωση **αεροβίου** σε **αναερόβιο**: παρέχει ικανότητα **οξειδωτικού μεταβολισμού**
4. Η ενσωμάτωση **φωτοσυνθετικού** σε **αναερόβιο**: παρέχει **διατροφική αυτονομία** (ενέργεια μέσω **φωτοσύνθεσης**)

\*Με την εξέλιξη τα **περισσότερα βακτηριακά γονίδια**  
ενσωματώθηκαν

**στο πυρήνα** προκαλώντας ένα **Μωσαϊκό Ευκαρυωτικό γένωμα**

*Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ*

# *Πολυκύτταροι οργανισμοί*



5 μm

**ΕΙΚΟΝΑ 1.8 Φωτογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης που δείχνει τον *Saccharomyces cerevisiae*.**

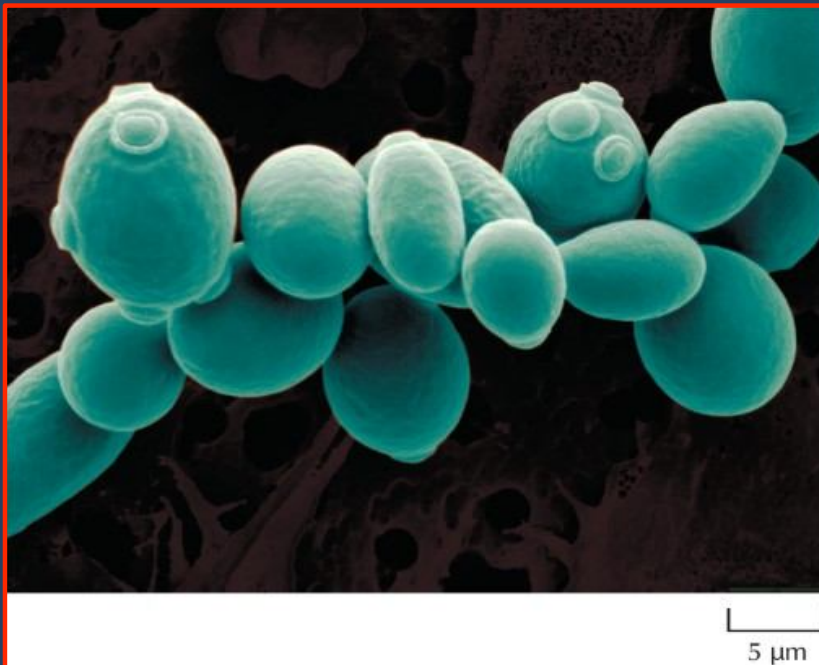
Η φωτογραφία έχει υποστεί ψευδοχρωματισμό. (© Medical-on-Line/Alamy.)

*Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ*



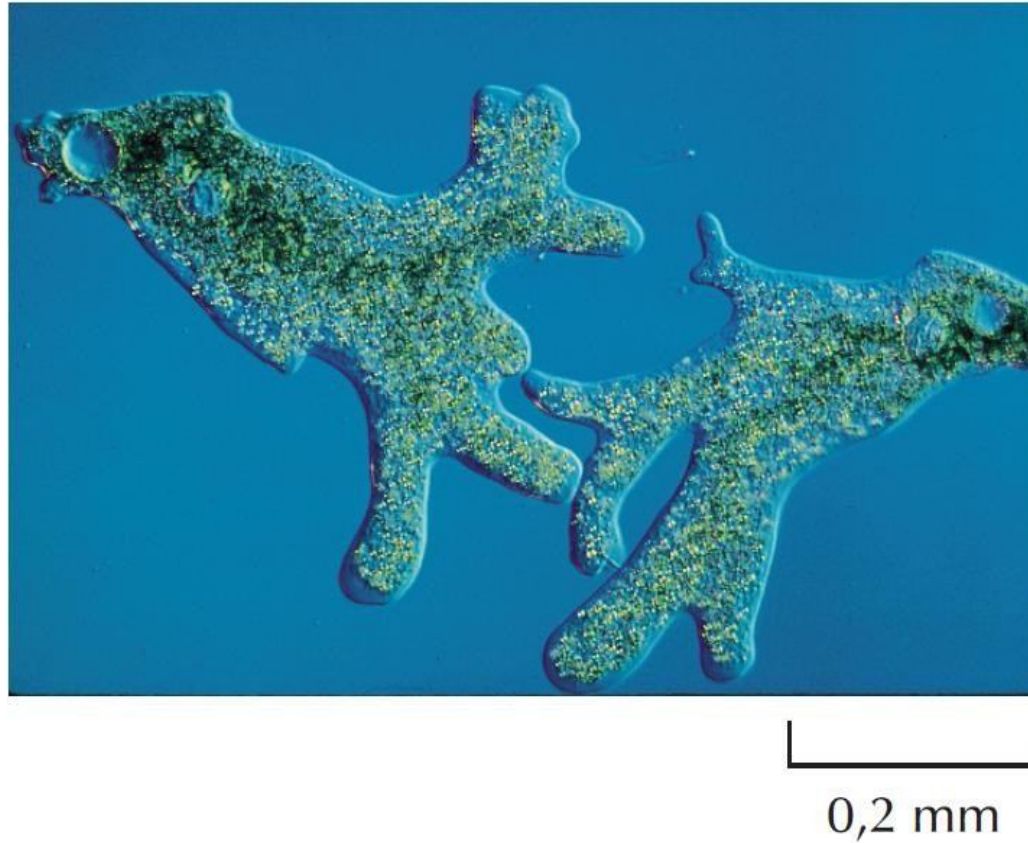
# Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΠΟΛΥΚΥΤΤΑΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

- Πολλοί **Ευκαρυωτικοί Οργανισμοί** είναι **Μονοκύτταροι**
- Οι Πολυκύτταροι **εξελίχθηκαν** από **μονοκύτταρους** ευκαρυώτες **πριν 1 δις χρόνια**.
- Ορισμένοι **μονοκύτταροι** **σχηματίζουν** **πολυκυτταρικά συσσωματώματα** **ως** **ένα** **εξελικτικά μεταβατικό στάδιο** μεμονωμένων κυττάρων **προς πολυκύτταρους**



## **Σακχαρομύκητας (*S. cerevisiae*)**

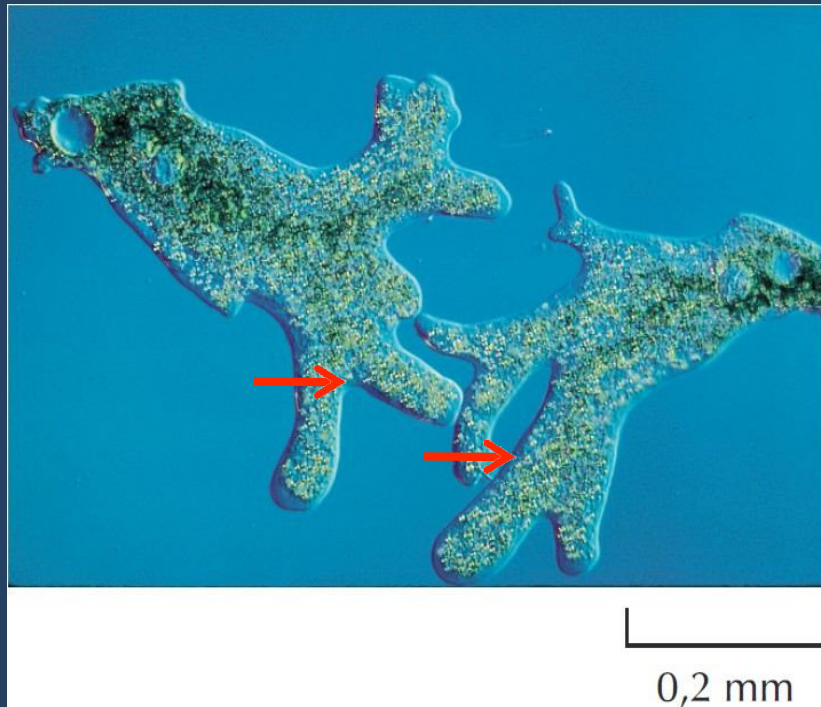
- ο **απλούστερος** **μονοκύτταρος** **ευκαρυώτης**
- ο **μικρότερος** από τα κύτταρα ζώων & φυτών
- έχει **διάμετρο** **~6 μm** & **DNA με**  **$12 \times 10^6$**  ζεύγη βάσεων



**ΕΙΚΟΝΑ 1.9 Φωτογραφία φωτονικού  
μικροσκοπίου που δείχνει την *Amoeba proteus*.**

(M. I. Walker/Photo Researchers, Inc.)

# Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΠΟΛΥΚΥΤΤΑΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ



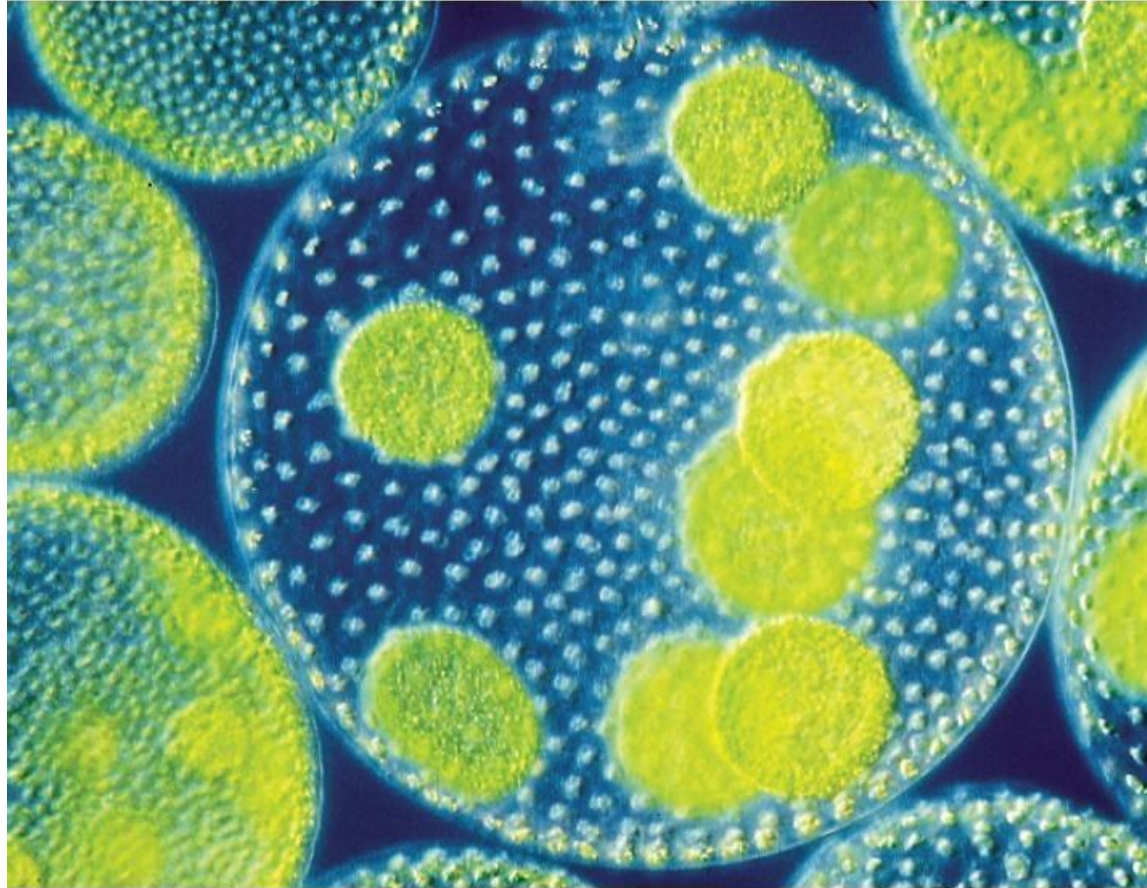
Η αμοιβάδα *Amoeba proteus*

-μεγάλο & **πολύπλοκο κύτταρο**

-100.000 φορές μεγαλύτερο της *E. coli*

-είναι **ευκίνητος** οργανισμός

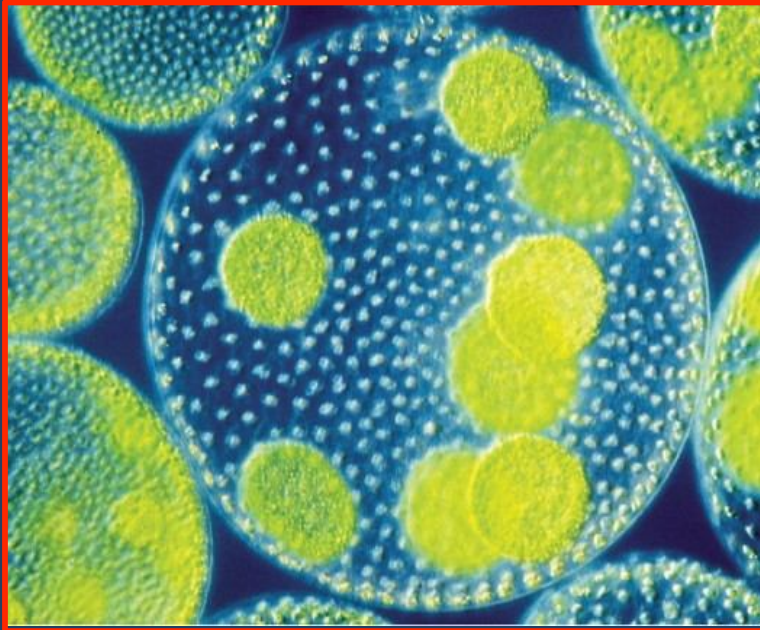
-φέρει **ψευδοπόδια**: σύλληψη της τροφής



**ΕΙΚΟΝΑ 1.10** Χλωροφύκη που σχηματίζουν αποικίες.

Μεμονωμένα κύτταρα *Volvox* σχηματίζουν αποικίες αποτελούμενες από κοίλες σφαίρες, στο εσωτερικό των οποίων εκατοντάδες έως χιλιάδες κύτταρα είναι ενσωματωμένα σε μια ζελατινώδη μήτρα. (Cabisco/Visuals Unlimited.)

## ΤΑ ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ



-Κύτταρα **Volvox** σχηματίζουν πολυκύτταρες αποικίες σε κοίλες σφαίρες

-Εσωτερικά των σφαιρών υπάρχουν έως χιλιάδες κύτταρα ενσωματωμένα σε ζελατινώδη μήτρα

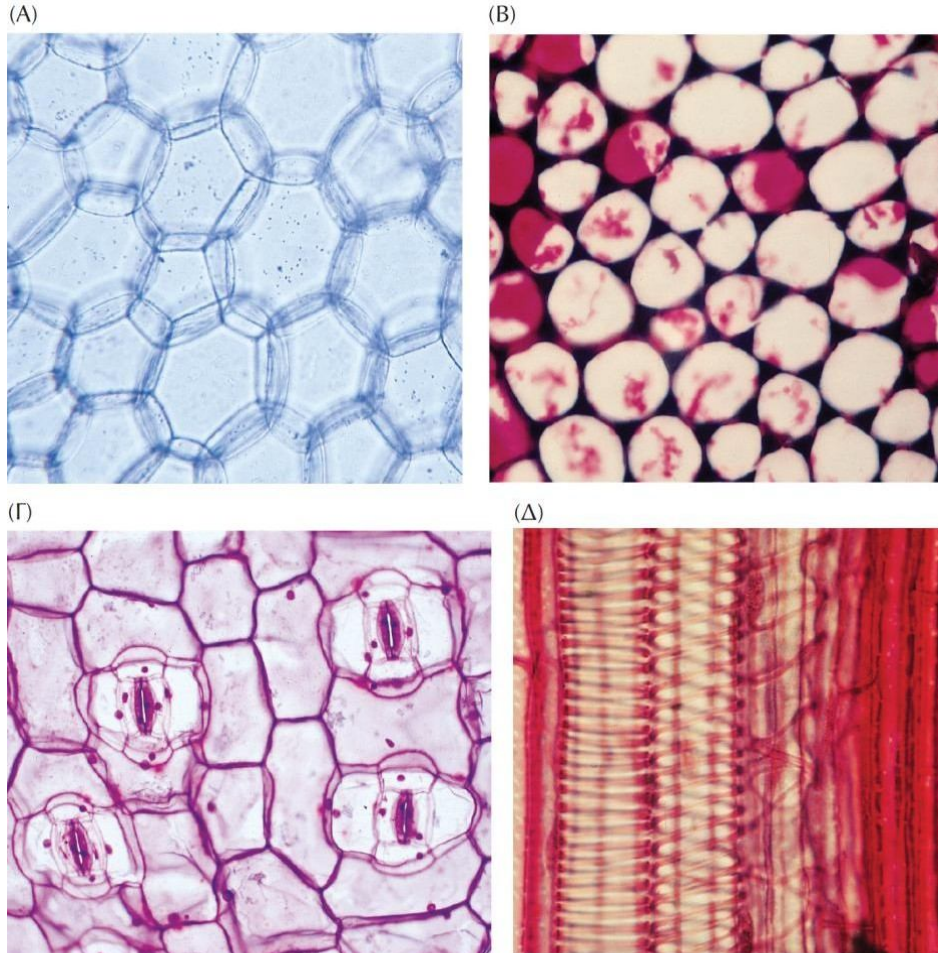
\* Θεωρούνται ΠΡΟΓΟΝΟΙ

των ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ φυτών, μετά από συνεχή λειτουργική εξειδίκευση των κυττάρων

Χλωροφύκη **Volvox** σχηματίζουν αποικίες

Τα **χλωροφύκη** φωτοσυνθέτουν όπως και άλλοι ευκαρυωτικοί οργανισμοί που περιέχουν **χλωροπλάστες**

# Φυτικοί ιστοί



## 1. Θεμέλιος ιστός

Παρεγχυματικά κύτταρα: φωτοσύνθεση, κολλεγχυματικά και σκληρεγχυματικά κύτταρα: δομική στήριξη.

## 2. Επιδερμικός ιστός

Επιδερμικά κύτταρα: προστασία και απορρόφηση θρεπτικών ουσιών.

## 3. Αγγειώδης ιστός

Επιμήκη κύτταρα-αγγειακό σύστημα: μεταφορά νερού και θρεπτικών ουσιών.

**ΕΙΚΟΝΑ 1.11 Φωτογραφίες φωτονικού μικροσκοπίου που δείχνουν αντιπροσωπευτικά φυτικά κύτταρα.**

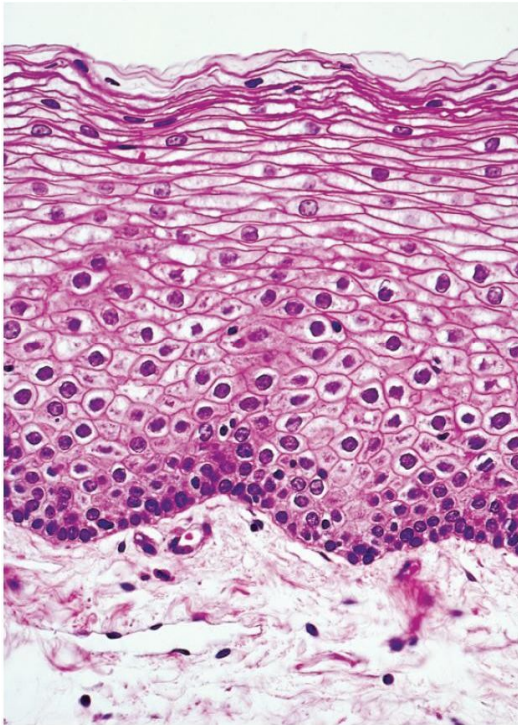
(Α) Παρεγχυματικά κύτταρα, τα οποία ενέχονται στη φωτοσύνθεση και σε άλλες μεταβολικές διαδικασίες. (Β) Κολλεγχυματικά κύτταρα, τα οποία παρέχουν μηχανική στήριξη και έχουν ενισχυμένα κυτταρικά τοιχώματα. (Γ) Επιδερμικά κύτταρα στην επιφάνεια ενός φύλλου. Μικροσκοπικοί πόροι (στόματα) περιβάλλονται από εξειδικευμένα κύτταρα που ονομάζονται καταφρακτικά κύτταρα. (Δ) Τα αγγεία και οι τραχεΐδες είναι επιμήκη κύτταρα διατεταγμένα στη σειρά, ώστε να σχηματίζουν τα αγγεία του ξυλώματος.

# *Τύποι ανθρωπίνων ιστών*

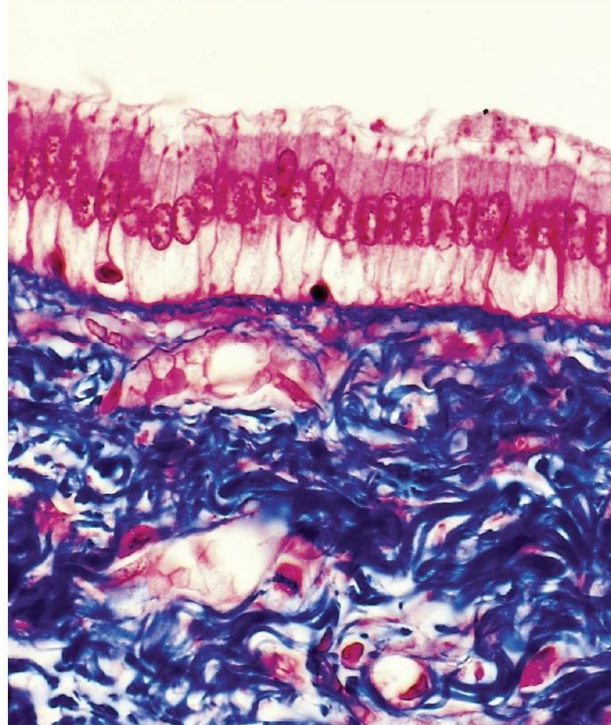
200 (τουλάχιστον) είδη κυττάρων, 5 τύποι ιστών:

- 1. Επιθηλιακός ιστός: επιθήλια** (επιθηλιακά κύτταρα), προστασία, απορρόφηση, απέκκριση.
- 2. Συνδετικός ιστός:** οστά (οστεοβλάστες), χόνδρος (χονδροκύτταρα), λιπώδης ιστός (λιποκύτταρα), χαλαρός συνδετικός ιστός (ινοβλάστες).
- 3. Αίμα:** ερυθροκύτταρα (μεταφορά  $O_2$ ), κοκκιοκύτταρα, μονοκύτταρα, μακροφάγα, λεμφοκύτταρα (φλεγμονώδεις αντιδράσεις, ανοσολογική απόκριση).
- 4. Νευρικός ιστός:** νευρώνες, εξειδικευμένα κύτταρα σε αισθητήρια όργανα.
- 5. Μυικός ιστός:** διαφορετικοί τύποι μυικών κυττάρων.

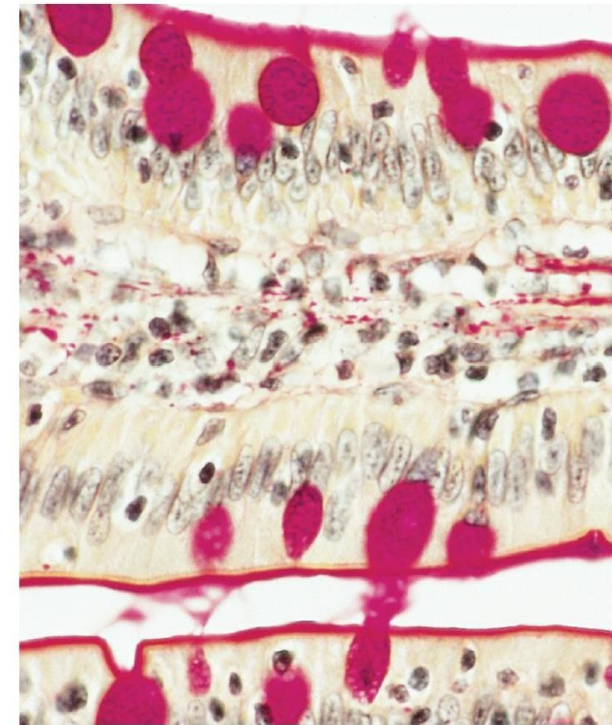
(A)i Στόμα



(A)ii Χοληφόρος πόρος



(A)iii Έντερο

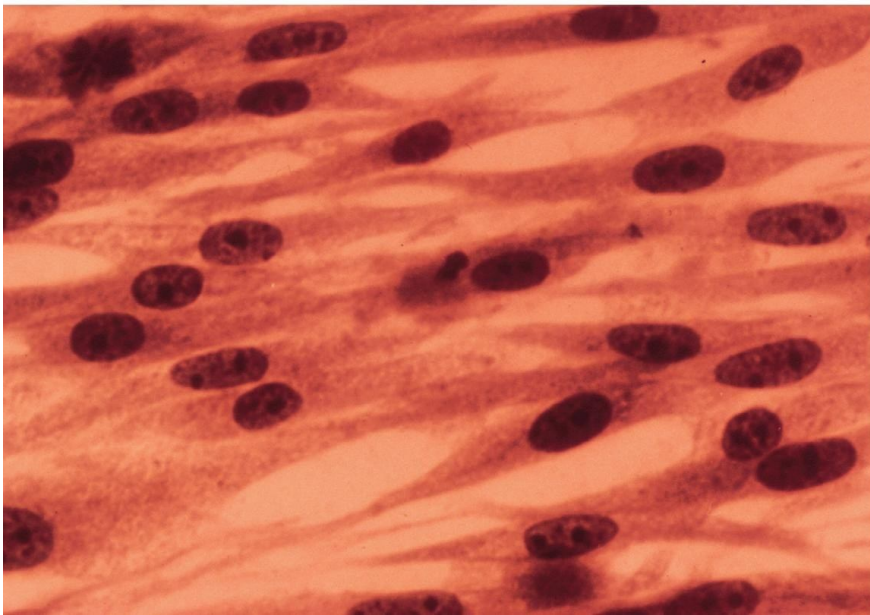


**Εικόνα 1.12 (A)**

(A) Επιθηλιακά κύτταρα της στοματικής κοιλότητας (ένα παχύ στρώμα πολλαπλών στιβάδων), του χοληφόρου πόρου και του εντέρου.



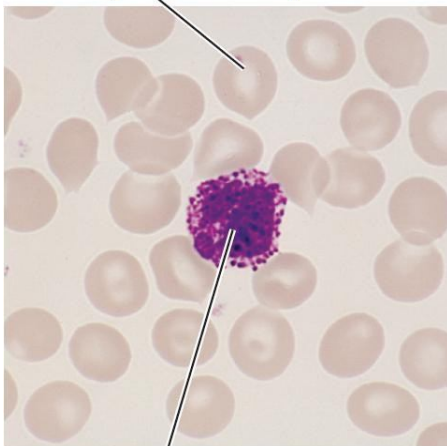
(B)



**ΕΙΚΟΝΑ 1.12 Φωτογραφίες φωτονικού  
μικροσκοπίου που δείχνουν αντιπροσωπευτικά  
ζωικά κύτταρα.**

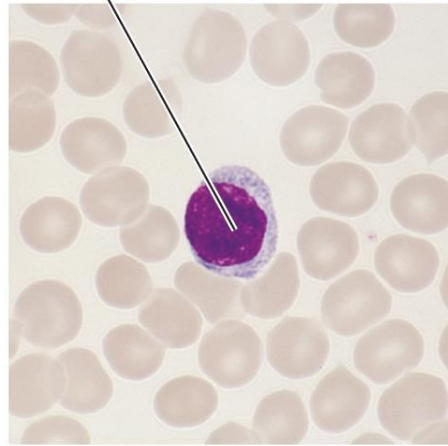
***(B) Οι ινοβλάστες είναι κύτταρα  
συνδετικού ιστού με  
χαρακτηριστική μορφή  
επιμηκυσμένης ατράκτου. (Γ)  
Ερυθροκύτταρα, κοκκιοκύτταρα,  
λεμφοκύτταρα και μονοκύτταρα  
στο ανθρώπινο αίμα.***

(Γ) Ερυθροκύτταρο

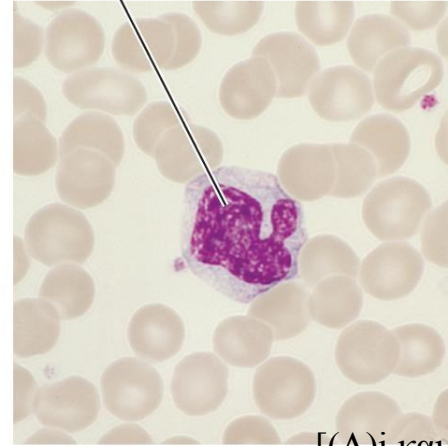


Κοκκιοκύτταρο

Λεμφοκύτταρο



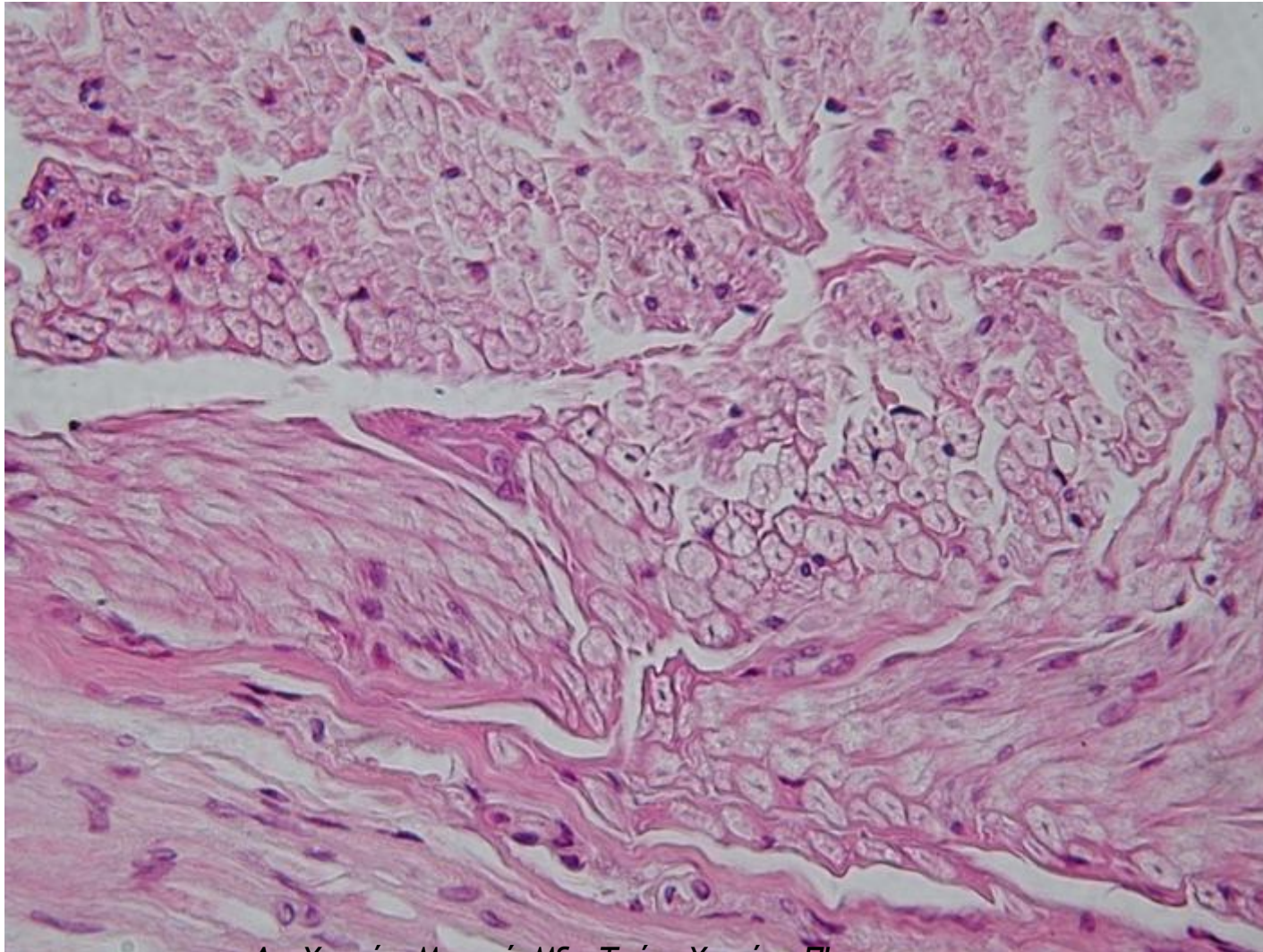
Μονοκύτταρο



[(A)i και (A)ii, G. W. Willis/Visuals  
Unlimited. (A)iii, Biophoto  
Associates/Photo Researchers, Inc. B,  
Don W.

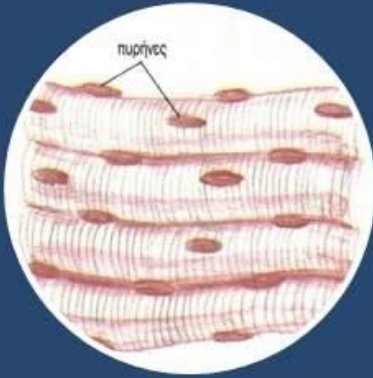
# Νευρικός ιστός

Αποτελείται από κύτταρα που αντιδρούν σε ερεθίσματα και μεταβιβάζουν μηνύματα με τη μεταφορά ηλεκτρικών σημάτων.



Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ

# Μυϊκός ιστός



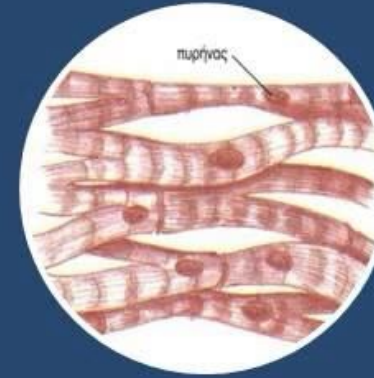
## Σκελετικός μυϊκός ιστός

Συναντάται στους σκελετικούς μυς και η συστολή των ινών του γίνεται εκούσια.



## Λείος μυϊκός ιστός

Επενδύει τοιχώματα π.χ. αγγεία, γαστρεντερικός σωλήνας και η συστολή των ινών του γίνεται ακούσια.



## Μυοκάρδιο

Βρίσκεται μόνο στα τοιχώματα της καρδιάς και η συστολή των ινών του γίνεται ακούσια.

# *Τα Κύτταρα ως Πειραματικά Μοντέλα*

# Τα Κύτταρα ως Πειραματικά Μοντέλα

Η εξέλιξη των κυττάρων: από κοινό πρόγονο, η διατήρηση θεμελιωδών ιδιοτήτων των κυττάρων και οι βασικές αρχές που προκύπτουν από πειράματα, οδήγησαν στην

ανάπτυξη ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

## ΠΡΟΤΥΠΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΩΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

- Βακτήρια (*E. coli*) - μελέτη προκαρυωτών
- Ζυμομύκητες (*Saccharomyces cerevisiae*) - μελέτη ευκαρυωτών
- Νηματώδης σκώληκας (*Caenorhabditis elegans*) - ανάπτυξη πολυκύτταρων οργανισμών (ζώων) & κυτταρική διαφοροποίηση
- Φρουτόμυγα (*Drosophila melanogaster*) – αναπτυξιακή βιολογία Ζώων
- Φυτό (*Arabidopsis thaliana*) - μοριακή βιολογία & ανάπτυξη Φυτών
- Σπονδυλωτά
  - Βάτραχος (*Xenopus laevis*) - πρώιμη ανάπτυξη σπονδυλωτών
  - Ψάρι Ζέβρα – ανάπτυξη & γενετική ανάλυση των σπονδυλωτών
  - Ποντίκι (*Mus musculus*) – ανάπτυξη & γενετική ανάλυση των θηλαστικών

## Περιεχόμενο DNA διαφόρων οργανισμών - I



Το μέγεθος του γονιδιώματος ποικίλλει μεταξύ οργανισμών

Μετράται σε ζεύγη νουκλεοτιδίων DNA ανά απλοειδές γονιδίωμα

Οργανισμοί με φυλετική αναπαραγωγή π.χ. **άνθρωπος**, έχουν διπλοειδή γονιδιώματα

δηλ. **1 πατρικής & 1 μητρικής** προέλευσης

Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα

# Περιεχόμενο DNA διαφόρων οργανισμών

Οργανισμός	Απλοειδές περιεχόμενο DNA (εκατομμύρια ζεύγη βάσεων)	Αριθμός γονιδίων
<b>Βακτήρια</b>		
Μυκόπλασμα	0,6	470
<i>E. coli</i>	4,6	4.300 ←
<b>Μονοκύτταροι ευκαρυώτες</b>		
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (σακχαρομύκητας)	12	6.000 ←
<i>Dictyostelium discoideum</i>	70	Άγνωστος
<i>Euglena</i>	3.000	Άγνωστος
<b>Φυτά</b>		
<i>Arabidopsis thaliana</i>	125	26.000 ←
<i>Zea mays</i> (καλαμπόκι)	5.000	Άγνωστος
<b>Ζώα</b>		
<i>Caenorhabditis elegans</i> (νηματώδης)	97	19.000
<i>Drosophila melanogaster</i> (μύγα των φρούτων)	180	14.000 ←
Κότα	1.200	20-23.000
Ψάρι ζέβρα	1.700	20-25.000
Ποντίκι	3.000	20-25.000 ←
Άνθρωπος	3.000	20-25.000 ←

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1. το περιεχόμενο DNA &

2. ο αριθμός γονιδίων:

α. Διαφέρει

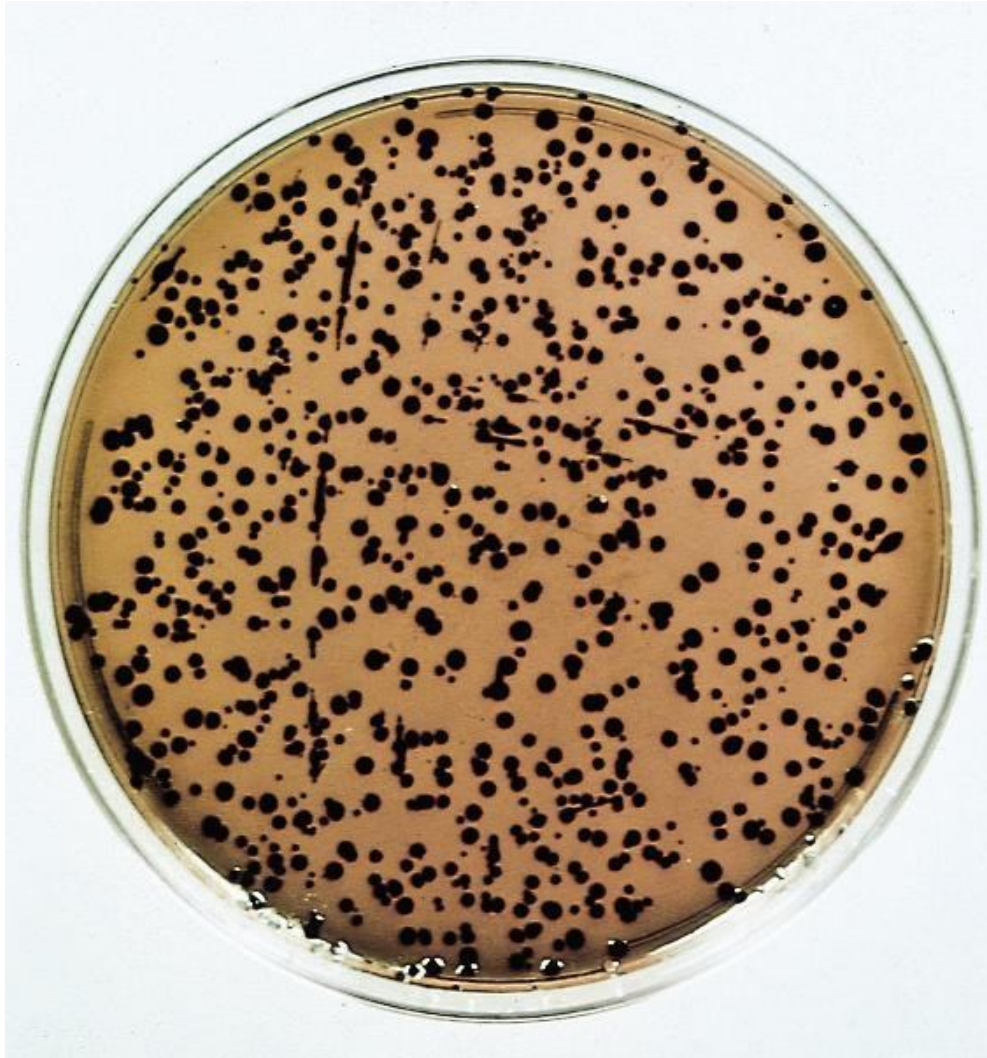
β. αυξάνει Εξελικτικά

\* Πολλοί συγγενείς οργανισμοί μπορεί να διαφέρουν στο μήκος DNA , αν και έχουν παρόμοιο αριθμό λειτουργικών γονιδίων.

Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ

***Παραδείγματα  
οργανισμών που  
χρησιμοποιούνται ως  
πειραματικά μοντέλα***





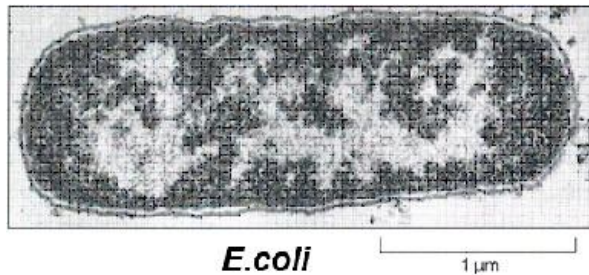
**ΕΙΚΟΝΑ 1.13 Βακτηριακές αποικίες.**

*Φωτογραφία αποικιών του βακτηρίου *E. coli* που έχουν αναπτυχθεί στην επιφάνεια θρεπτικού υλικού με άγαρ. (M. Siegelman/Visuals Unlimited.)*

## Μοντέλο Προκαρυωτικών: το Βακτήριο *Escherichia coli*

Το *E. coli* είναι ραβδόμορφο βακτηριακό κύτταρο. Διαβιεί στο έντερο του ανθρώπου και άλλων σπονδυλωτών. Πολλαπλασιάζεται σε απλά θρεπτικά υλικά. Φέρει 1 μικρό κυκλικό μόριο DNA  $4.6 \times 10^6$  ζευγών νουκλεοτιδίων. Συνθέτει 4.300 είδη πρωτεϊνών. Συγκριτικά, το ανθρώπινο γονιδίωμα είναι ~1000 φορές μεγαλύτερο και περιέχει 20.000 - 25.000 γονίδια.

Η αλληλουχία DNA του προσδιορίστηκε πλήρως το 1997.



DNA: στην περιοχή ανοιχτόχρωμη

Πολλαπλασιάζεται ταχύτατα: διαιρείται κάθε 20 min. Πληθυσμός κυττάρων από διαίρεση ενός μόνου αρχικού κυττάρου απομονώνονται ως μια αποικία σε ημιστερέο θρεπτικό μέσο-άγαρ.

Αποικίες  $10^8$  κυττάρων αναπτύσσονται σε 16 ώρες και η επιλογή γενετικών υποτύπων, ανθεκτικών σε αντιβιοτικό όπως η πενικιλίνη, είναι εύκολη και ταχύτατη

Απαιτούμενα θρεπτικά συστατικά πολλαπλασιασμού: γλυκόζη, αλατούχες ενώσεις, αμινοξέα, βιταμίνες και πρόδρομες ενώσεις νουκλεϊκών οξέων. Σε απλούστερα θρεπτικά μέσα αναπτύσσεται βραδύτερα σε ~40 min γιατί πρέπει να συνθέσει όλα τα αμινοξέα.

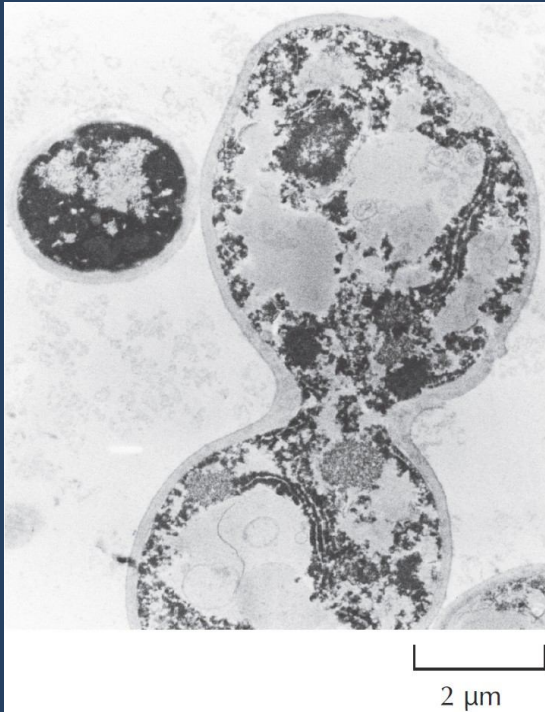
\*Η *E. Coli* χρησιμοποιείται σε Πειράματα Γενετικής Ανάλυσης και στην μελέτη Μεταβολικών (βιοσυνθετικών) πορειών  
Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ

# ***VIDEO Escherichia coli***

<https://www.youtube.com/watch?v=rYSGenKSkWk>

48 Hour E. coli on a MAC plate

# Μοντέλο Ευκαρυωτικών: ο σακχαροζυμομύκητας



Φωτογραφία: *S. cerevisiae*

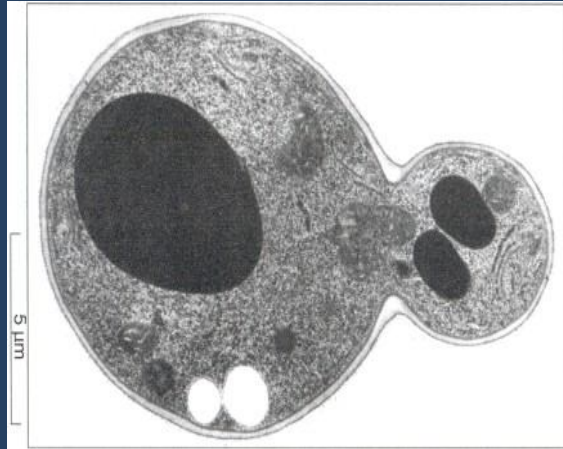
Ο *Saccharomyces cerevisiae* (μαγιά μπύρας) είναι μικρός πρότυπος ευκαρυώτης ζυμομύκητας. Χρησιμοποιείται από ζυθοποιούς, οινοποιούς και αρτοποιούς.

Έχει  $12 \times 10^6$  ζεύγη βάσεων DNA με  $\sim 6.000$  γονίδια. Το γονιδίωμα του είναι  $\sim 2.5 - 3$  φορές μεγαλύτερο του *E. coli*. Πειράματα Γενετικής Ανάλυσης δεν παρουσιάζουν δυσκολίες όπως σε πολύπλοκα ευκαρυωτικά (π.χ. άνθρωπος)

Είναι μονοκύτταρος σχετικά ακίνητος μύκητας με: άκαμπτο κυτταρικό τοίχωμα, μιτοχόνδρια αλλά όχι χλωροπλάστες.

Έχει πυρήνα που περιβάλλεται από πυρηνική μεμβράνη. Το DNA του είναι κατανομημένο σε 16 γραμμικά χρωμοσώματα και το κυτταρόπλασμα περιέχει κυτταροσκελετό και υποκυτταρικά οργανίδια

Αναπαράγεται γρήγορα όπως ένα βακτήριο. Επιτελεί όλες τις βασικές λειτουργίες του ευκαρυωτικού κυττάρου.



Διαιρούνται ασύμμετρα σε μεγάλο & μικρό κύτταρο

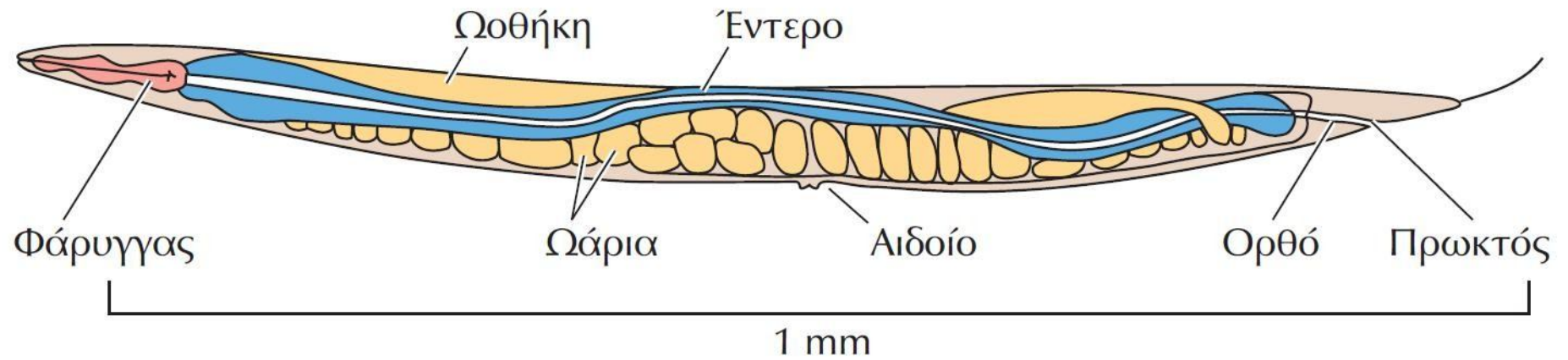
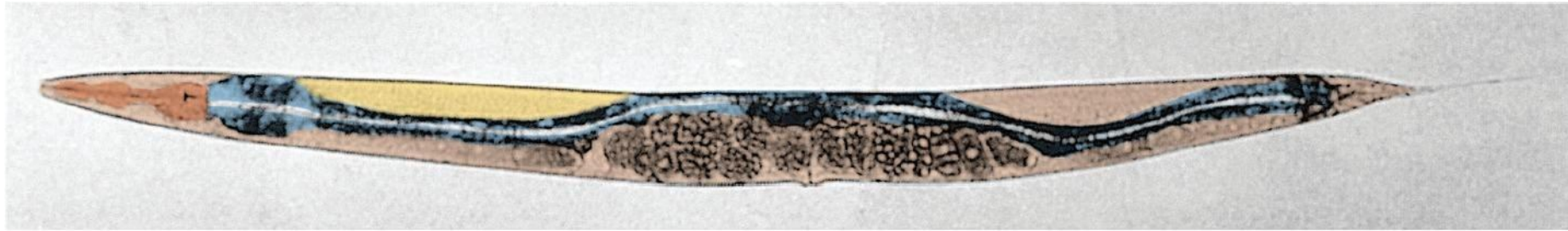
Αν ένα μεταλλαγμένο κύτταρο ζύμης χάσει ένα γονίδιο απαραίτητο για την κυτταρική διαίρεση, η εισαγωγή ενός αντίστοιχου ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ γονιδίου διορθώνει τη βλάβη και επιτρέπει τη κανονική διαίρεση

\* Με Γενετικές και Βιοχημικές κατανοήθηκε: ο κύκλος της κυτταρικής διαίρεσης καθώς τα στάδιά της απαντώνται τόσο στη ζύμη όσο και σε κύτταρα θηλαστικών

# ***VIDEO Saccharomyces cerevisiae***

[https://www.youtube.com/watch?v=iyWtp\\_L0Kzc](https://www.youtube.com/watch?v=iyWtp_L0Kzc)

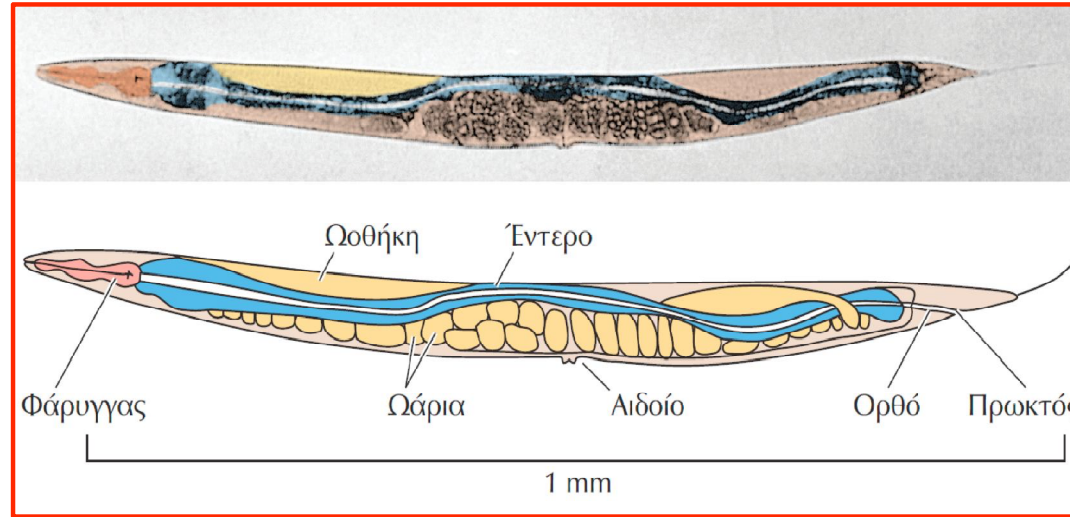
[Baker's Yeast under the Microscope](#)



**ΕΙΚΟΝΑ 1.15 *Caenorhabditis elegans*.**

(Από τη δημοσίευση των J. E. Sulston και H. R. Horvitz, 1977. *Dev. Biol.* 56: 110.)

# Νηματώδης σκώληκας *C. elegans*



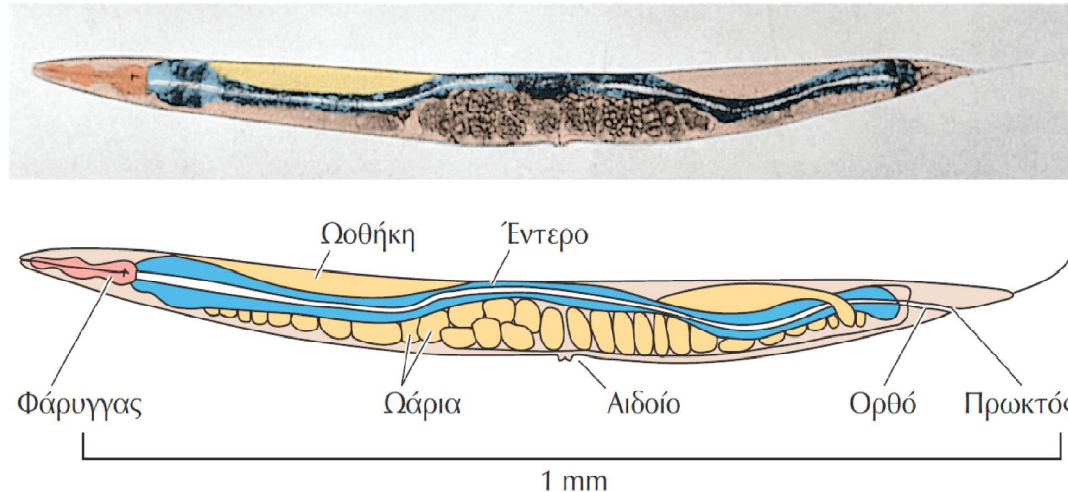
Ο *Caenorhabditis elegans* είναι σχετικά απλός πολυκύτταρος οργανισμός.

Αναπτύσσεται από ένα γονιμοποιημένο ωάριο σε ενήλικο άτομο, με ακριβώς 959 σωματικά κύτταρα και με μεταβλητό αριθμό ωαρίων και σπερματοζωαρίων (1.000 - 2.000 γαμετικά κύτταρα).

Το γονιδίωμα του  $97 \times 10^6$  ζεύγη βάσεων, φέρει ~19,000 γονίδια (~ όσα ο άνθρωπος). Η μελέτη του είναι απλούστερη σε σχέση με τα γονιδιώματα των περισσότερων ζώων.



# Νηματώδης σκώληκας *C. elegans*



Η διαδικασία ανάπτυξης του παρατηρείται με μικροσκόπιο. Είναι επιδεκτικός γενετικών χειρισμών που **ταυτοποίησαν πολλές μεταλλάξεις για αναπτυξιακές ανωμαλίες** και απομονώθηκαν καθοριστικά γονίδια ελέγχου της ανάπτυξης και διαφοροποίησης των νηματωδών. Παρόμοια γονίδια βρέθηκαν στον άνθρωπο, αναδεικνύοντάς τον ως ιδανικό ΜΟΝΤΕΛΟ ΖΩΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Για το 70% των ανθρώπινων πρωτεϊνών υπάρχει κάποια ομόλογη πρωτεΐνη στο *C. Elegans*. Μελέτες ανάπτυξης οδήγησαν στην κατανόηση του προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου, διαδικασία με την οποία το σώμα απαλλάσσεται από τα πλεονάζοντα κύτταρα, την ΑΠΟΠΤΩΣΗ.

# ***VIDEO C. elegans***

<https://www.youtube.com/watch?v=03ryzvyDYZc>

Care and Feeding of C. elegans



***EIKONA 1.16 Drosophila melanogaster.***

(Φωτογραφία του David McIntyre.)

# Μοντέλο Αναπτυξιακής Βιολογίας: *Drosophila melanogaster*



Η μύγα των φρούτων (ή μύγα ξυδιού ή κρασιού)

***Drosophila melanogaster***

Καλλιεργείται εύκολα στο εργαστήριο. Λόγω του σύντομου αναπαραγωγικού κύκλου της (~2 εβδομάδες) είναι χρήσιμη για πειράματα Γενετικής. Τα γονίδια της εμφανίζουν εντυπωσιακή ομοιότητα με τα γονίδια του ανθρώπου.

1. στην κατανόηση μηχανισμών Ανάπτυξης από ένα γονιμοποιημένο ωάριο (ζυγώτης) σε ένα πολυκύτταρο οργανισμό με διαφορετικά είδη κυττάρων
2. στο χαρακτηρισμό γονιδίων της ανάπτυξης του σώματος, οφθαλμών, φτερών, άκρων.
3. Με γονιδίωμα  $185 \times 10^6$  ζεύγη βάσεων κωδικοποιεί ~14.000 γονίδια – ομόλογα με τα περισσότερα που έχουν κρίσιμο ρόλο στην παθογένεση νοσημάτων αλλά και την **ΑΝΑΠΤΥΞΗ του ΑΝΘΡΩΠΟΥ**

\* ΓΕΝΙΚΑ: Γενετικές και μοριακές μελέτες επέτρεψαν την κατανόηση Μοριακών μηχανισμών και ταυτοποίησαν πολλά γονίδια ελέγχου της Ζωικής ανάπτυξης & Διαφοροποίησης.

Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ

# ***VIDEO Drosophila melanogaster***

<https://youtu.be/DkiCFkB9cSo?t=1m34s>

[Drosophila melanogaster](#)



***EIKONA 1.17 Arabidopsis thaliana.***

(Jeremy Burgess/Photo Researchers, Inc.)

# Μοντέλο Μοριακής Βιολογίας & Ανάπτυξης των Φυτών



Το φυτό  
*Arabidopsis thaliana*

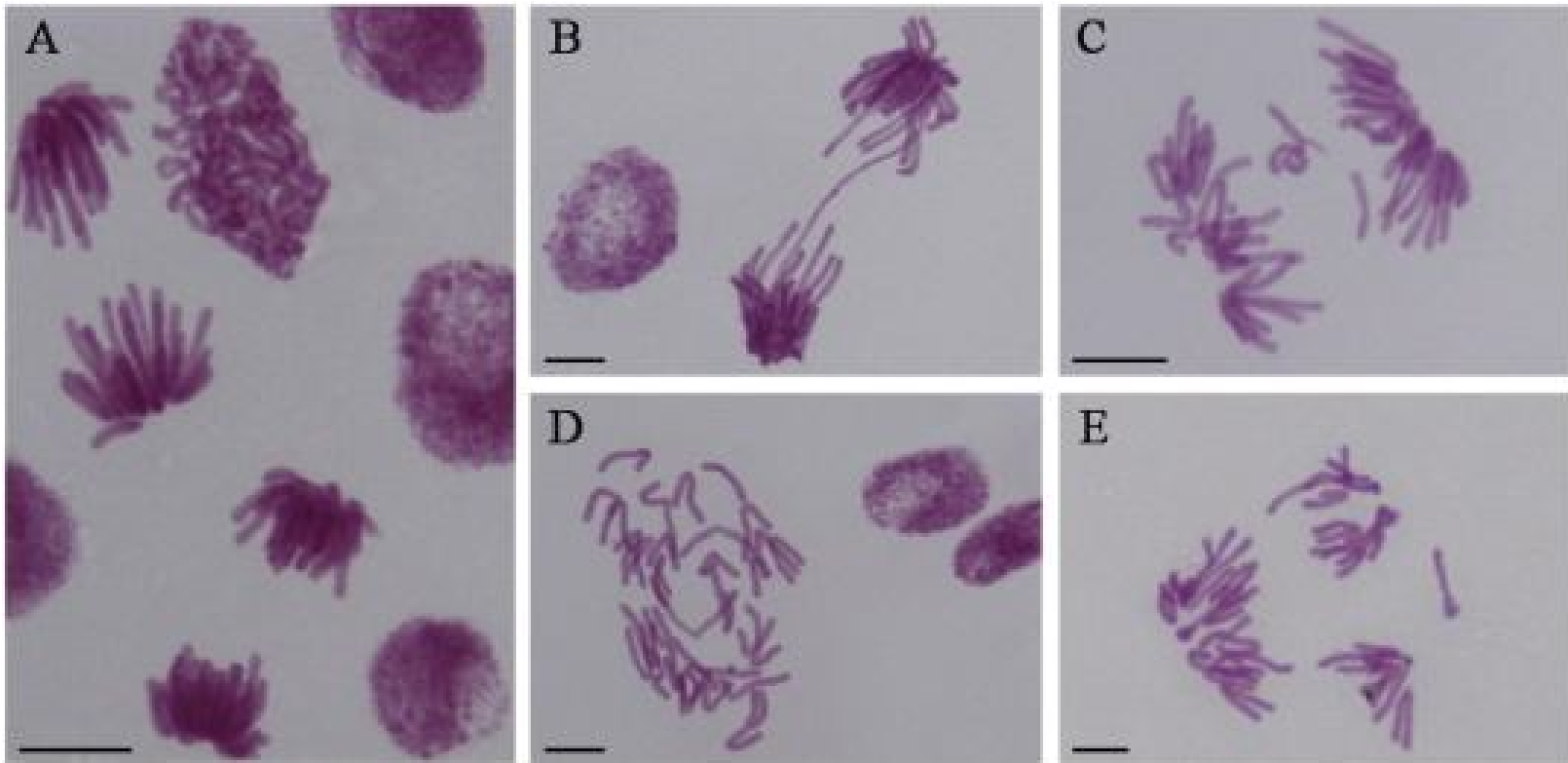
Τα φυτικά γονιδιώματα είναι πολύπλοκα. Ιδανικό Μοντέλο Φυτικής ανάπτυξης & Γενετικής μπορεί να αποτελέσει ένας σχετικά απλός φυτικός οργανισμός

Το μικρό ζιζάνιο φυτό *Arabidopsis thaliana* έχει επιλεγεί από 3.000.000 είδη ως πρότυπο φυτό. Αυξάνεται σε εσωτερικό χώρο και αποκτά χιλιάδες απογόνους σε 8-10 εβδομάδες

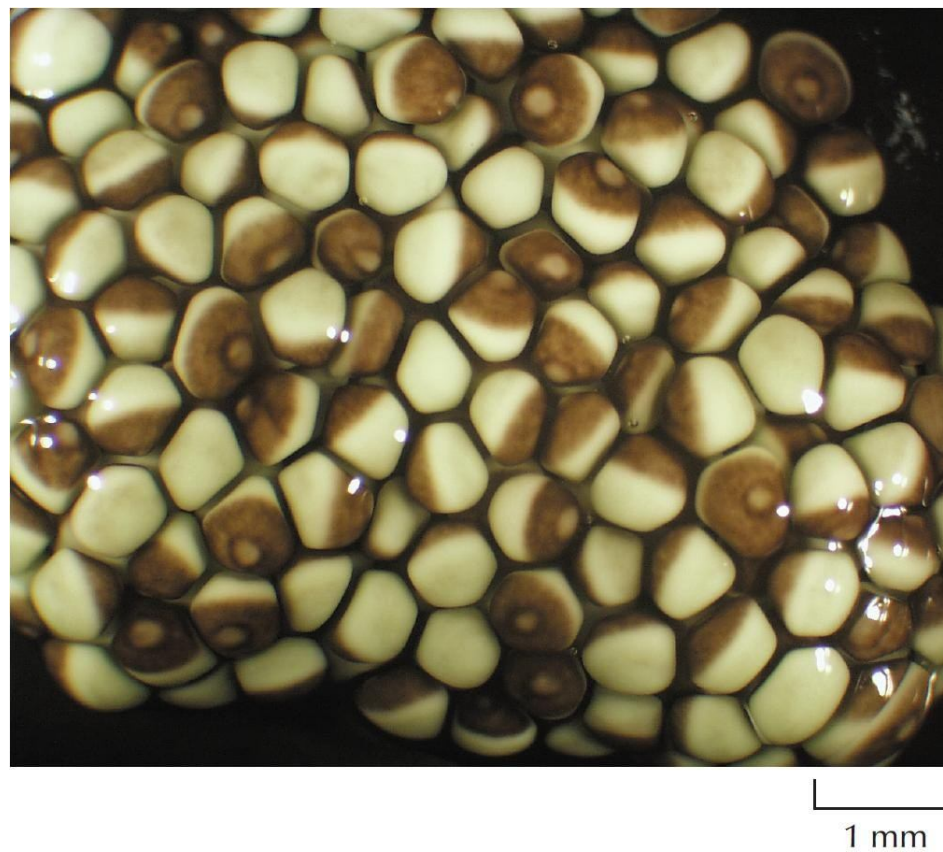
Έχει γονιδίωμα  $125 \times 10^6$  ζεύγη βάσεων DNA με 26.000 γονίδια. Πολλά επαναλαμβάνονται και τα μοναδικά γονίδια είναι  $\sim 15.000$ . Τα γονίδια της είναι ομόλογα σε πολλά είδη καλλιεργούμενων φυτών η μελέτη και προσφέρουν γνώσεις στην Ανάπτυξη και τη Φυσιολογία των φυτών

Καλλιεργείται σχετικά εύκολα στο εργαστήριο & έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι Γενετικής τροποποίησης της σε μοριακό επίπεδο. Τέτοια μεθοδολογία ταυτοποίησε γονίδια που εμπλέκονται σε διάφορα στάδια της ανάπτυξης του φυτού, όπως η ΑΝΑΠΤΥΞΗ του ΑΝΘΟΥΣ

- Η Γενετική της ανάλυση υπογραμμίζει τις ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των μηχανισμών ελέγχου στην ανάπτυξη Φυτών & Ζώων

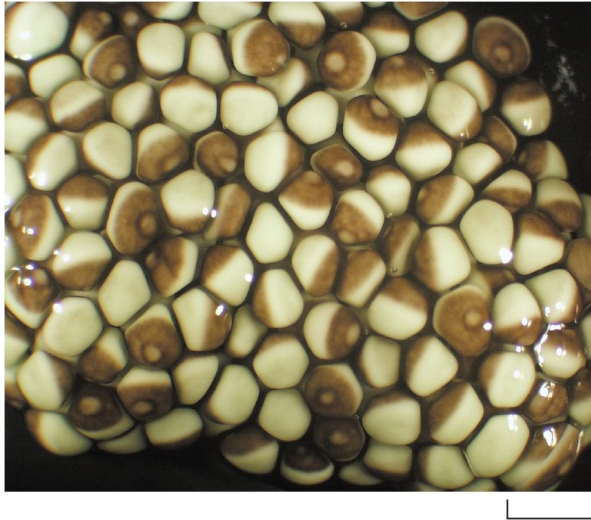






**ΕΙΚΟΝΑ 1.18 Ωάρια του βάτραχου *Xenopus laevis*.**  
(Ευγενική προσφορά των Michael Danilchic και Kimberly Ray.)

## Μοντέλο Πρώιμης Ανάπτυξης Σπονδυλωτών: ο Βάτραχος



**Ωάρια *Batrachus*  
*Xenopus laevis***

Τα πιο πολύπλοκα ζώα είναι τα σπονδυλωτά συμπεριλαμβανομένου του βατράχου και των θηλαστικών (ποντίκι, άνθρωπος)

Ο βάτραχος *X. laevis* αποτελεί ιδανικό μοντέλο μελέτης της πρώιμης ανάπτυξης Σπονδυλωτών

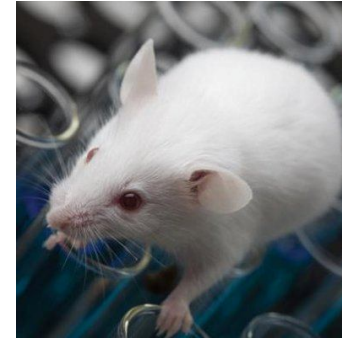
Τα ωάρια του είναι ασυνήθιστα μεγάλα (~1 mm). Όλα τα στάδια της ανάπτυξης, από το αυγό έως τον γυρίνο, γίνονται έξω από το σώμα της μητέρας και μπορούν εύκολα να μελετηθούν. Επιπλέον, τα ωάρια μπορούν να απομονωθούν σε μεγάλες ποσότητες για Βιοχημική Ανάλυση.

•Με βάση τα τεχνικά του πλεονεκτήματα χρησιμοποιείται ευρύτατα στην Αναπτυξιακή Βιολογία και: έχουν προκύψει πληροφορίες για μοριακούς μηχανισμούς ελέγχου της Ανάπτυξης, Διαφοροποίησης & Εμβρυϊκής κυτταρικής Διαίρεσης

Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ

# Το μοντέλο Ανάπτυξης & Γενετικής Ανάλυσης Θηλαστικών: Ποντίκι

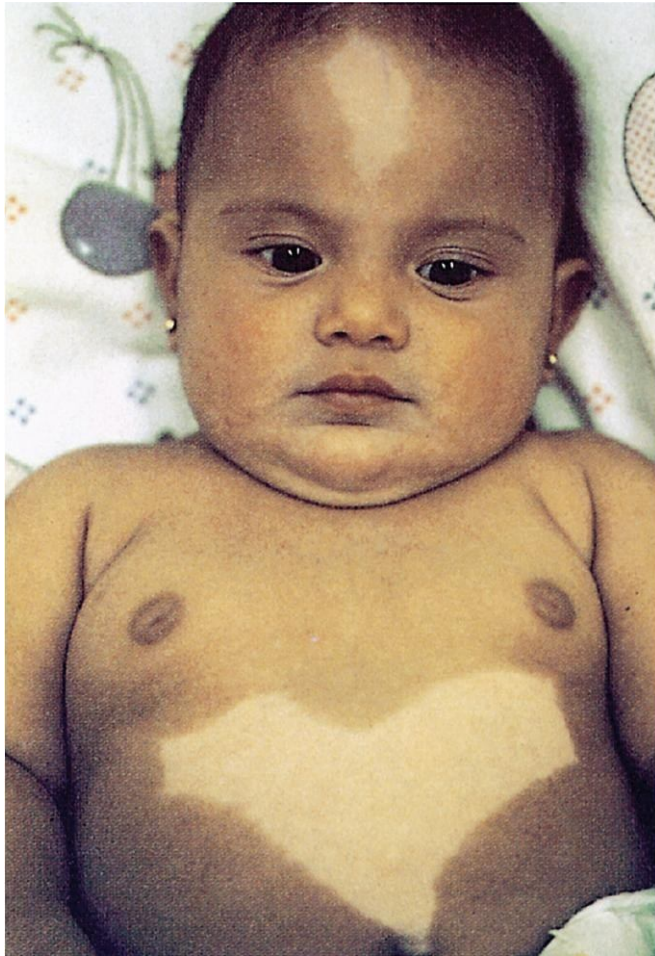
-Τα θηλαστικά είναι τα πιο σύνθετα ζώα με: 2-3 φορές περισσότερα γονίδια από τη *Drosophila*, 25πλάσια ποσότητα DNA/κύτταρο και εκατομμύρια φορές περισσότερα κύτταρα στο σώμα τους



Ο ποντικός (*Mus musculus*) είναι ο πρότυπος οργανισμός Γενετικής Ανάλυσης των Θηλαστικών. Η Γενετική Ανάλυση διευκολύνεται από την διαθεσιμότητα της πλήρους γονιδιωματικής αλληλουχίας

Σήμερα κατασκευάζονται γενετικά τροποποιημένοι ποντικοί (διαγονιδιακά ζώα) με εισαγωγή μεταλλαγμένων γονιδίων στα αναπαραγωγικά τους κύτταρα για μελέτη της λειτουργίας τους σ' όλο τον οργανισμό

Για κάθε γονίδιο του ανθρώπου υπάρχει ένα ομόλογο στον ποντικό, με παρόμοια αλληλουχία DNA και λειτουργία. Ο μερικός **αλφισμός** (ή **αλμπινισμός**) αποτελεί ένα τέτοιο παράδειγμα.

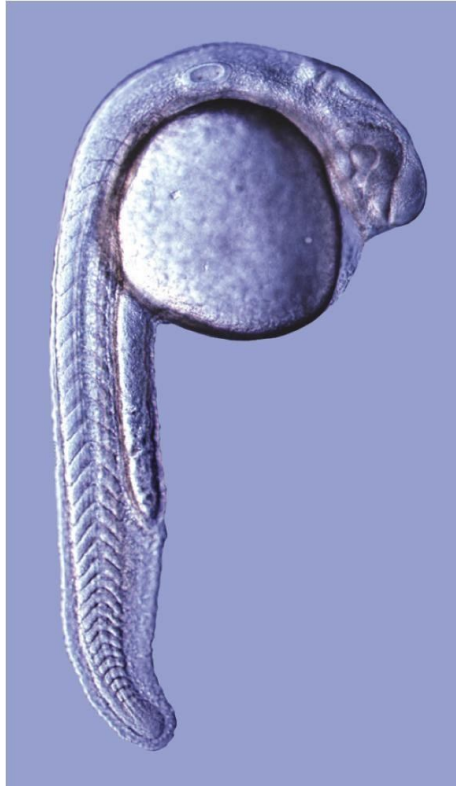


**ΕΙΚΟΝΑ 1.20 Το ποντίκι ως μοντέλο της ανθρώπινης ανάπτυξης.**

Ένα παιδί και ένα ποντίκι παρουσιάζουν παρόμοιες ανωμαλίες στον χρωματισμό του δέρματος (μερικός αλφισμός) ως απόρροια μεταλλαγών σε ένα γονίδιο που απαιτείται για τη φυσιολογική μετανάστευση των μελανοκυττάρων κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ανάπτυξης. Τα μελανοκύτταρα ευθύνονται για τον χρωματισμό του δέρματος. (Ευγενική προσφορά του R. A. Fleischman, Markey Cancer Center, University of Kentucky.)

*Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ*

(A)



(B)

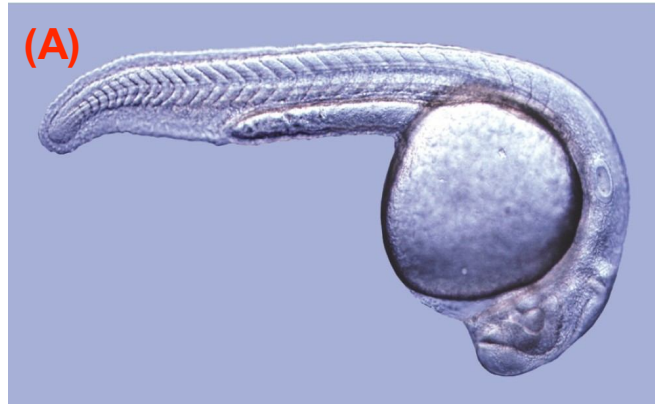


## Ψάρι ζέβρα.

(A) Έμβρυο 24 ωρών. (B) Ενήλικο ψάρι.

(ευγενική προσφορά του Charles Kimmel, University of Oregon. B, © Max Gibbs/OSF/Photolibrary.com.)

## Μοντέλο Ανάπτυξης & Γενετικής Ανάλυσης Σπονδυλωτών: Zebrafish



(A) Έμβρυο 24 ωρών (B) Ενήλικο ψάρι.

Το ψάρι ζέβρα (zebrafish) *Brachydanio rerio* είναι τροπικό ψάρι του γλυκού νερού. Αναπαράγεται γρήγορα στο εργαστήριο (3-4 μήνες). Τα έμβρυα αναπτύσσονται έξω από το σώμα της μητέρας, είναι διαφανή και να μπορούν να παρατηρηθούν όλα τα στάδια της ανάπτυξης

Οι πρόδρομες δομές όλων των οργάνων εμφανίζονται 36 ώρες μετά την γονιμοποίηση και η εκκόλαψη γίνεται 12-36 ώρες αργότερα. Το φύλο των νεαρών ατόμων είναι διακριτό μετά από τομή

Για την ταυτοποίηση των μεταλλάξεων, που επηρεάζουν την ανάπτυξη αναπτύχθηκαν εξαιρετικές μέθοδοι, μεταξύ των οποίων η κατασκευή διαγονιδιακών ψαριών ζέβρα

- Έχει πολλά πλεονεκτήματα για Γενετική Ανάλυση των Σπονδυλωτών και χρησιμοποιείται ως ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

# *Video Zebra fish*

<https://youtu.be/I0BtcjgOay4?t=51s>

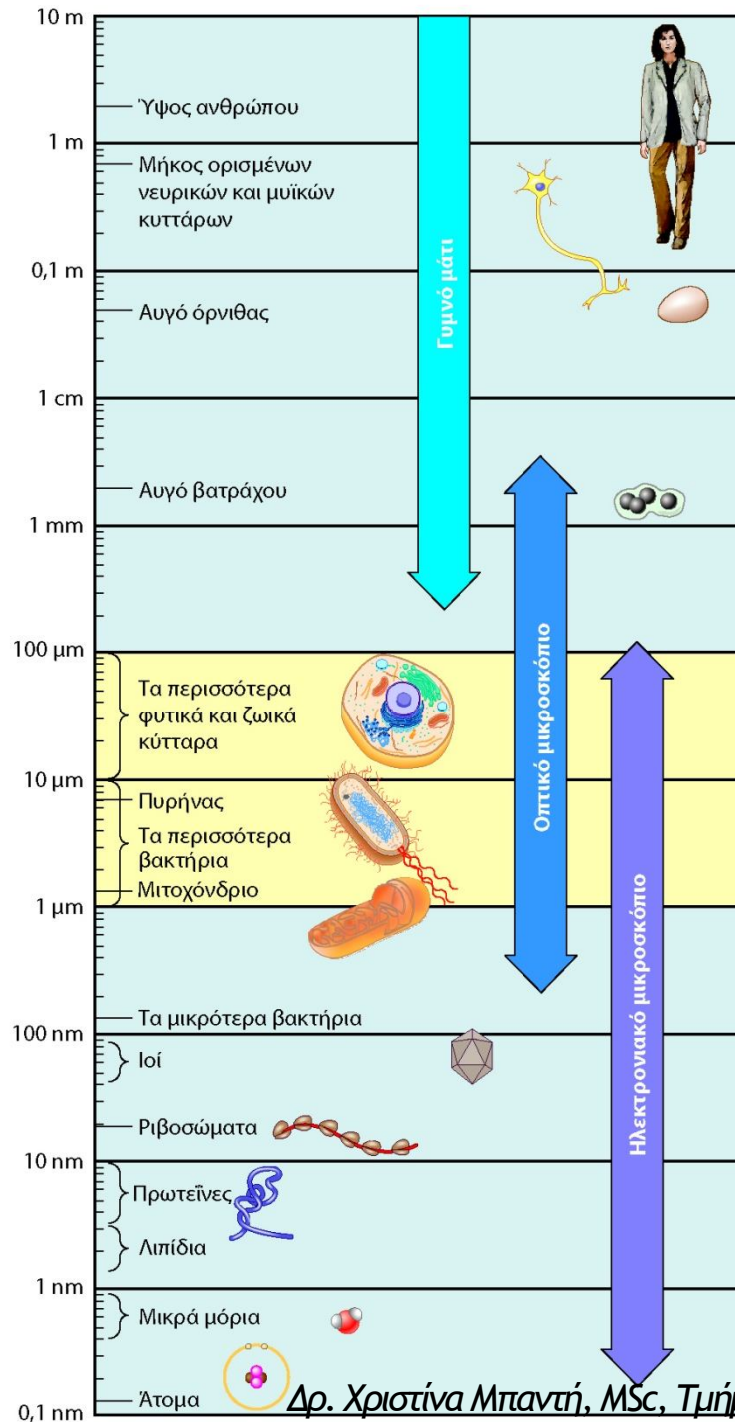
<https://www.youtube.com/watch?v=bEgygtbEo2A>

[Zebrafish Development](#)

# Εργαλεία της κυτταρικής βιολογίας

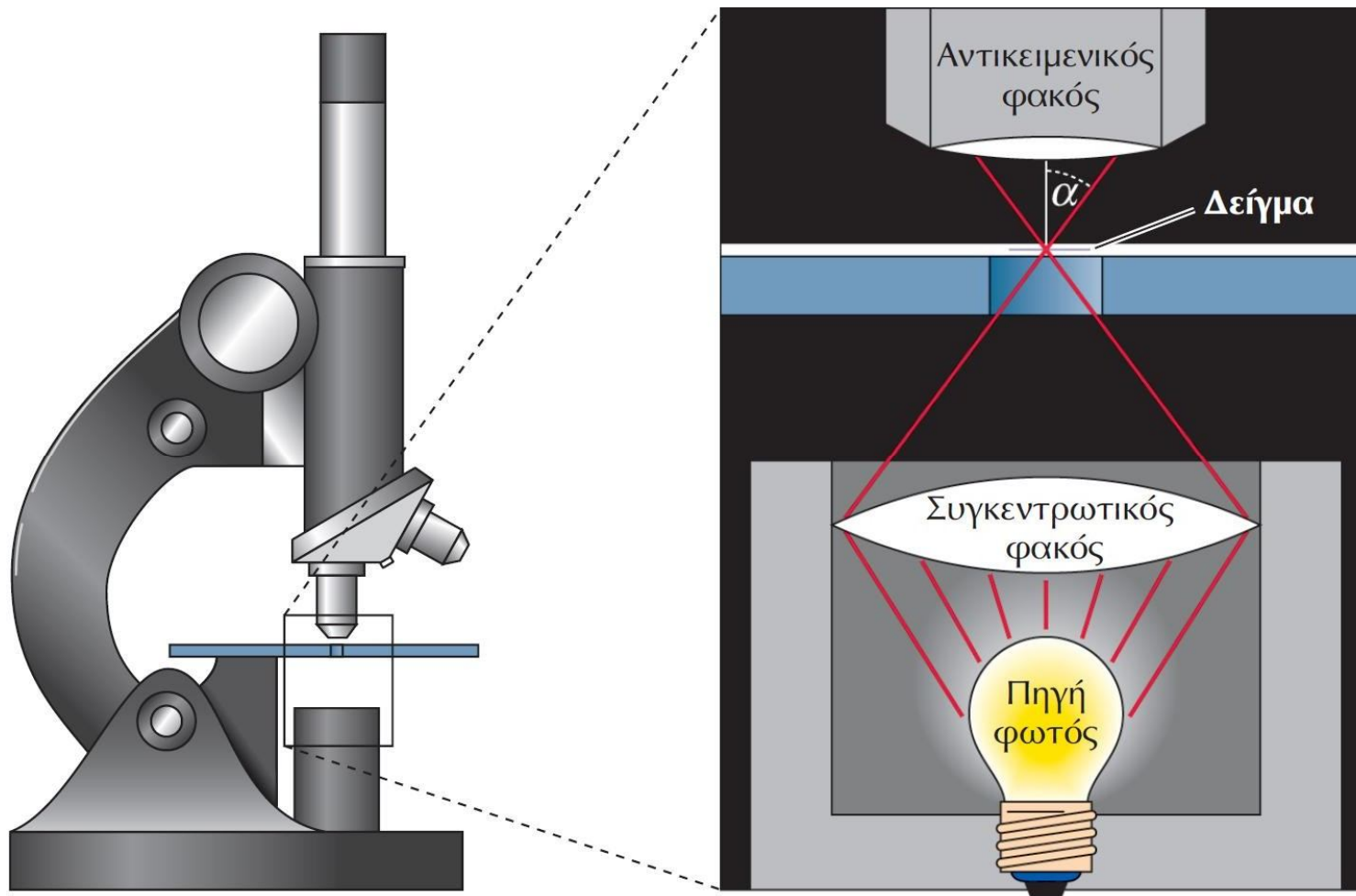
## 1. Οπτική Μικροσκοπία





# I. ΤΑ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ & ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΓΕΝΘΥΣΗ

Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ



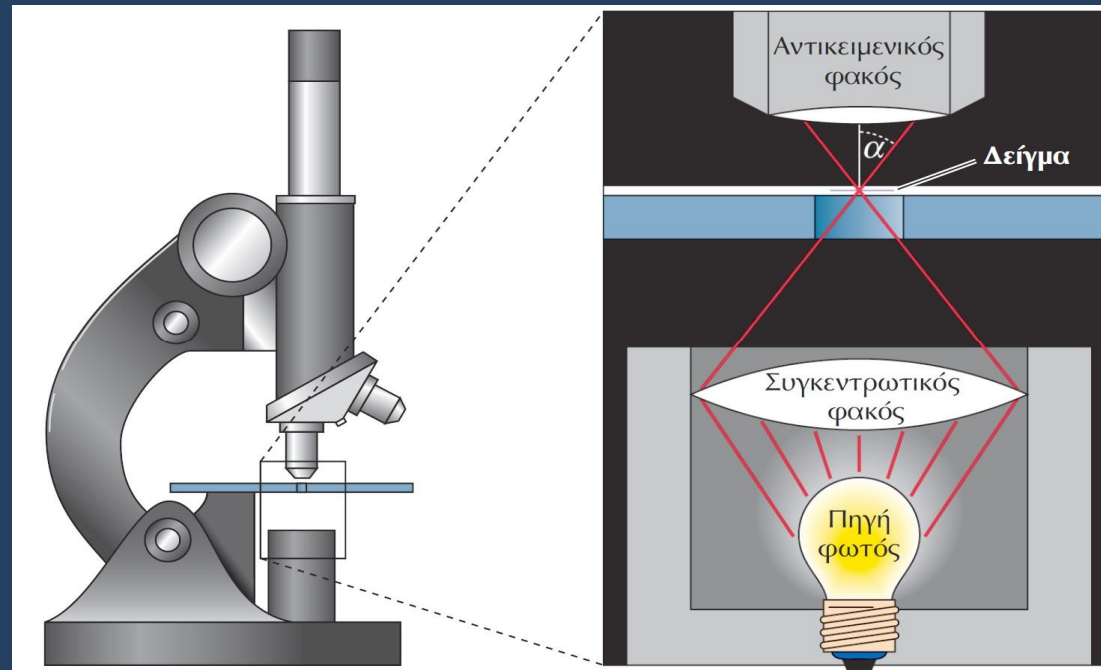
**ΕΙΚΟΝΑ 1.22** Αριθμητικό άνοιγμα.

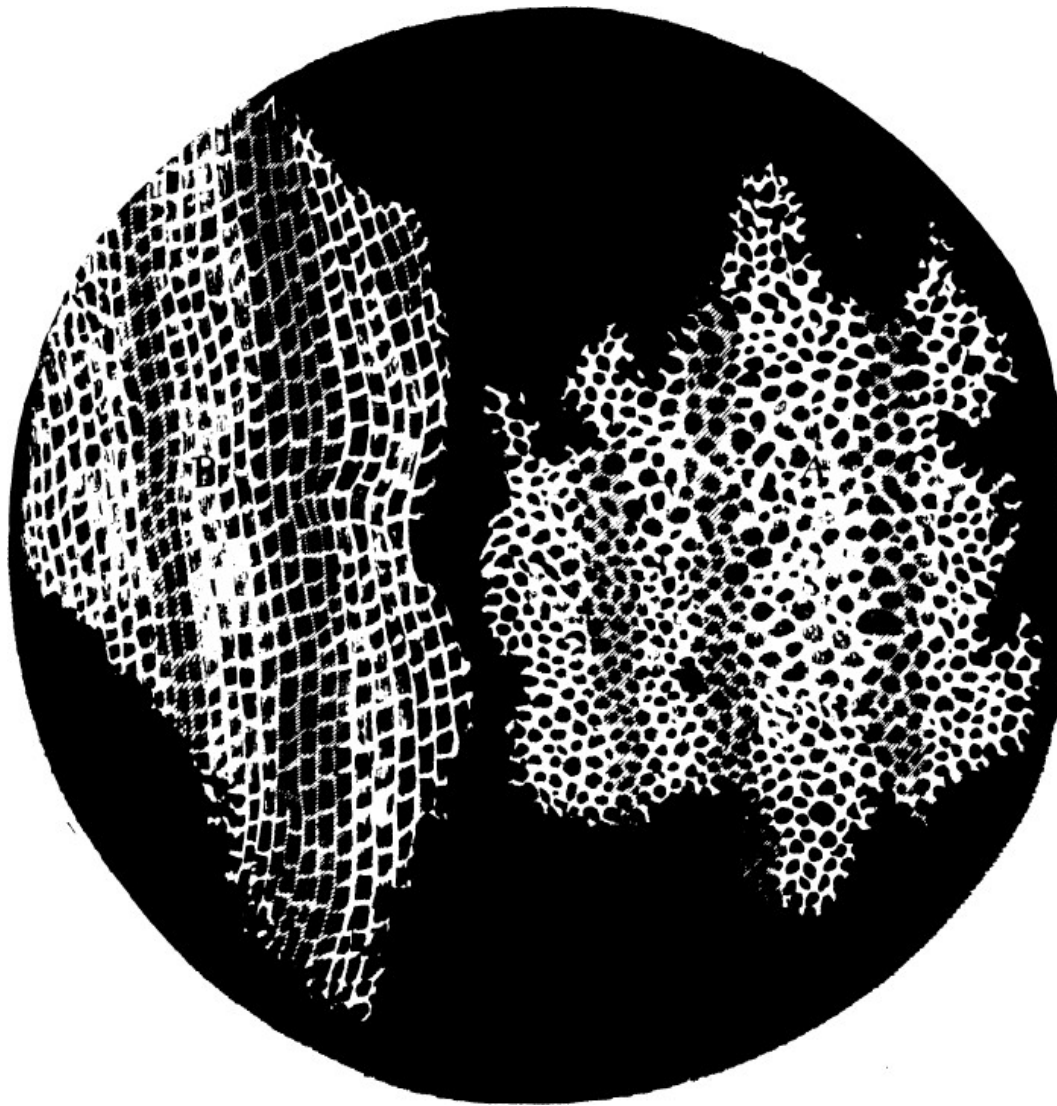
Το φως εστιάζεται πάνω στο δείγμα μέσω του συγκεντρωτικού φακού και στη συνέχεια συλλέγεται από τον αντικειμενικό φακό του μικροσκοπίου. Το αριθμητικό άνοιγμα ορίζεται από τη γωνία του κώνου του φωτός που εισέρχεται στον αντικειμενικό φακό ( $\alpha$ ) και από τον συντελεστή διάθλασης του μέσου (που είναι συνήθως αέρας ή λάδι) μεταξύ του φακού και του δείγματος.

*Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ*

# Φωτεινή Μικροσκοπία

Το ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΦΜ μεγεθύνει δομές μέχρι 1000 φορές. Τα κύτταρα μπορούν να παρατηρηθούν καθώς έχουν διάμετρο από 1 - 100  $\mu\text{m}$ . Μπορούν να παρατηρηθούν τα οργανίδια: πυρήνες, μιτοχόνδρια & χλωροπλάστες. Όχι όμως λεπτομέρειες της κυτταρικής δομής. Έτσι η διακριτική ικανότητα (resolution) είναι σημαντικότερη από την μεγαλύτερη μεγέθυνση που προκαλεί θολότητα





### **ΕΙΚΟΝΑ 1.21 Η κυτταρική δομή του φελλού.**

Αναπαραγωγή από σχέδιο του Robert Hooke στο οποίο απεικονίζεται μια λεπτή τομή φελλού κάτω από το φωτονικό μικροσκόπιο. Τα «κύτταρα» που παρατήρησε ο Hooke ήταν στην πραγματικότητα τα εναπομείναντα κυτταρικά τοιχώματα από κύτταρα που είχαν ήδη πεθάνει.

## ΤΥΠΟΙ ΦΩΤΟΝΙΚΟΥ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟΥ (ΦΜ)

1. Οπτικό μικροσκόπιο ή Μικροσκόπιο φωτεινού πεδίου
2. Μικροσκόπιο αντίθεσης φάσεων
3. Μικροσκόπιο αντίθεσης φάσεων-διαφορικής συμβολής

Αν χρησιμοποιηθούν φθορίζουσες χρωστικές ουσίες, τότε αξιοποιείται:

Το **Συμβατικό Μικροσκόπιο Φθορισμού** για μεγαλύτερη λεπτομέρεια

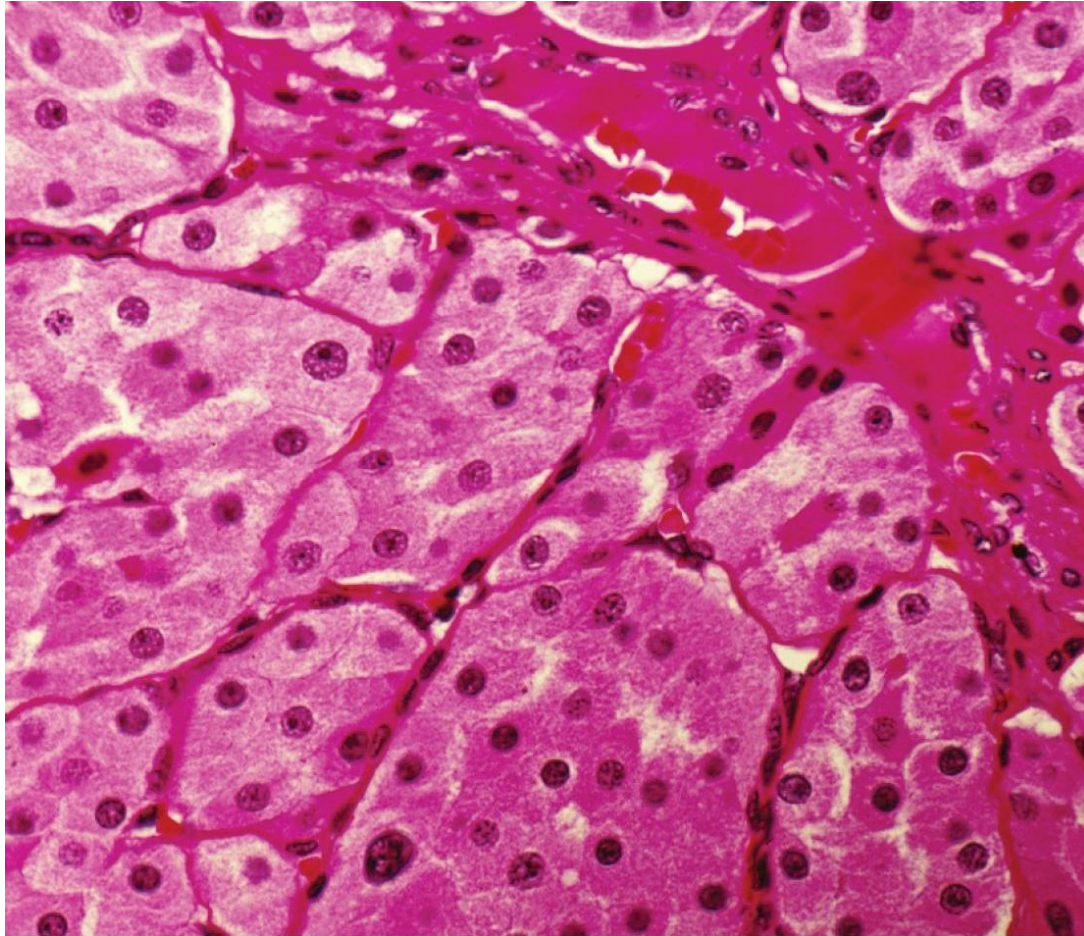
Το **Συνεστιακό Μικροσκόπιο** με φωτεινή δέσμη λέιζερ

**Μικροσκοπία διέγερσης πολλαπλών φωτονίων**, μια εναλλακτική μορφή συνεστιακής μικροσκοπίας

Με το ΦΜ, αναδεικνύονται τα ανατομικά χαρακτηριστικά του κυττάρου: κυτταρική μεμβράνη, ο πυρήνας που είναι ένα μεγάλο σφαιρικό σωματίδιο και το κυτταρόπλασμα που βρίσκεται γύρω από τον πυρήνα και περιέχει οργανίδια και ίνες.

Ωστόσο λεπτομέρειες δομών μικρότερες από  $0.2\mu\text{m}$  (200 nm) δεν μπορούν να διακριθούν.

**Βακτήρια & μιτοχόνδρια** μεγέθους  $0.5\mu\text{m}$ , είναι τα μικρότερα που μπορούν να διακριθούν με ΦΜ



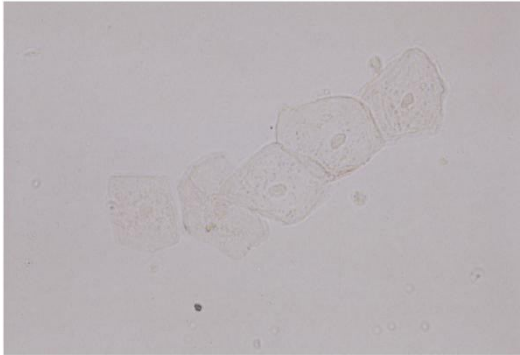
**ΕΙΚΟΝΑ 1.23** Φωτογραφία ιστού με μικροσκοπία φωτεινού πεδίου μετά από χρώση.

Τομή καλοήθους ηπατικού όγκου. (G. W. Willis/Visuals Unlimited.)

Στην μικροσκοπία φωτεινού πεδίου, το φως διέρχεται από το εσωτερικό του κυττάρου. Η διάκριση κυτταρικών δομών εξαρτάται από την αντίθεση απορρόφησης του ορατού φωτός των επιμέρους συστατικών του κυττάρου.

**ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ κατάλληλες για πειράματα παρατήρησης ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ**

(A)



(B)



(Γ)



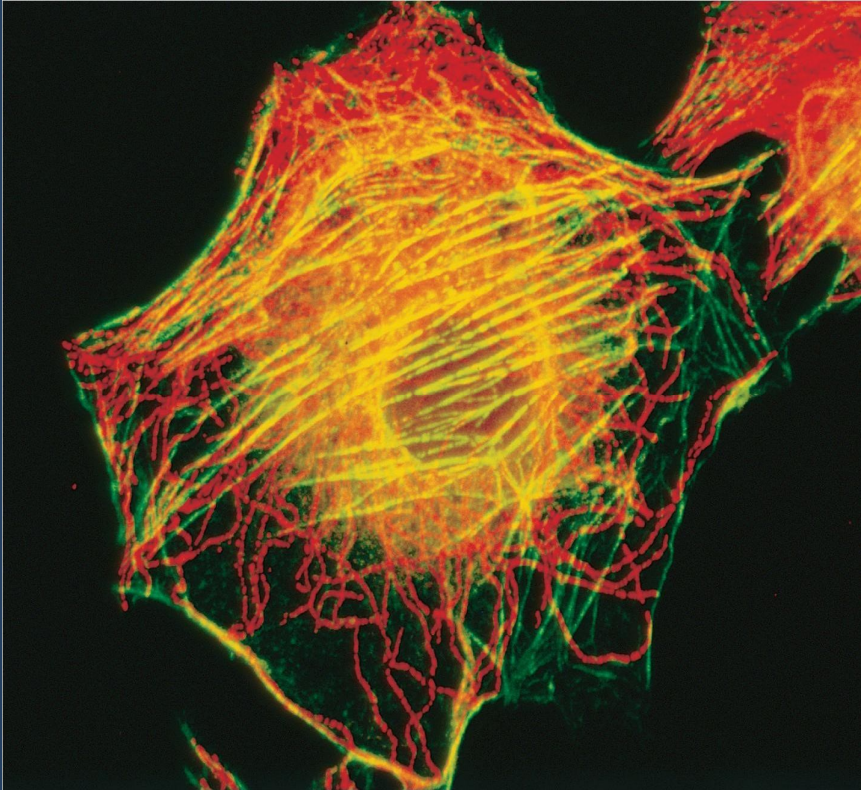
50 μm

Χρησιμοποιούν οπτικά συστήματα που μετατρέπουν διαφορές στην πυκνότητα ή στο πάχος μεταξύ διαφορετικών κυτταρικών δομών σε διαφορές αντίθεσης στην τελική εικόνα

**ΕΙΚΟΝΑ 1.24 Μικροσκοπική παρατήρηση ζωντανών κυττάρων.**

Φωτογραφίες κυττάρων από παρειές ανθρώπου με μικροσκοπία (A) φωτεινού πεδίου, (B) αντίθεσης φάσης και (Γ) αντίθεσης-διαφορικής συμβολής. (Ευγενική προσφορά του Mort Abramowitz, Olympus America, Inc.)

# Συνεστιακή Μικροσκοπία (Confocal Microscopy)



Με σάρωση πολλαπλών σημείων του δείγματος δημιουργείται **Δισδιάστατη εικόνα** του επιπέδου εστίασης, **πολύ πιο ευκρινέστερη** από εκείνη της Συμβατικής Μικροσκοπίας Φθορισμού

**ΕΙΚΟΝΑ 1.31** Φωτογραφία συνεστιακού μικροσκοπίου που δείχνει ανθρώπινα κύτταρα.

Οι μικροσωληνίσκοι και τα ινίδια ακτίνης έχουν υποστεί χρώση με κόκκινη και πράσινη φθορίζουσα χρωστική αντίστοιχα. (K. G. Murti/Visuals Unlimited.)



## ***2. Ηλεκτρονική Μικροσκοπία***

# ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ

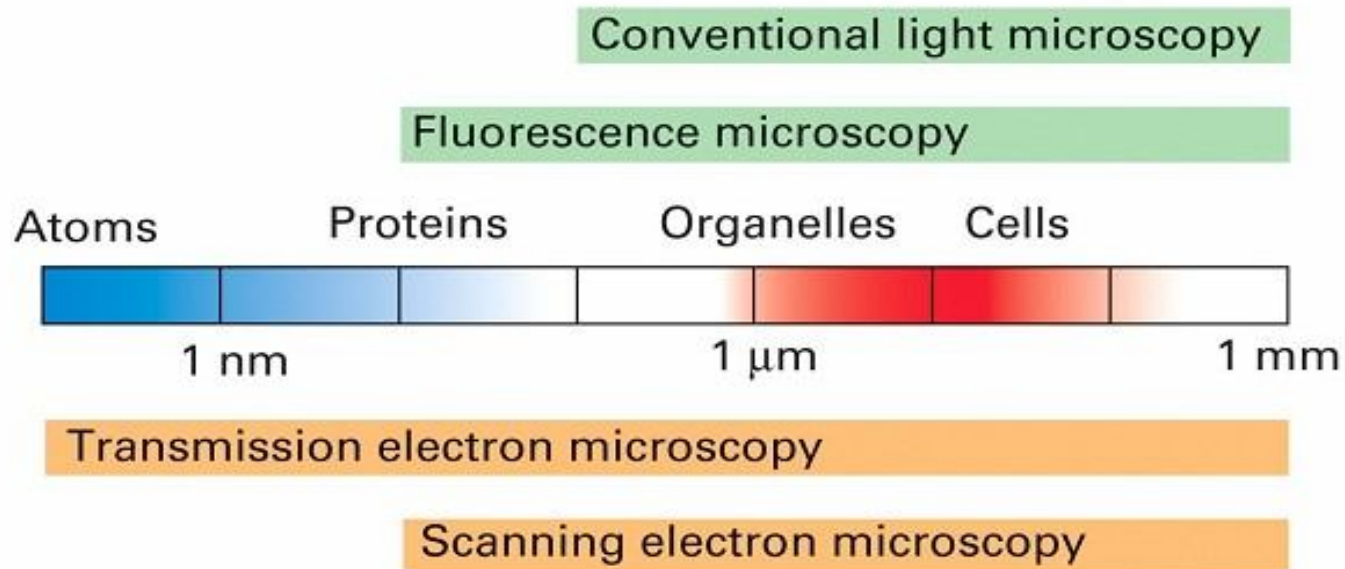
Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (ΗΜ) έχει μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα ( $\Delta I$ ) από το ΦΜ, επειδή το μήκος κύματος  $\lambda$  του ΗΜ είναι 1000 φορές μικρότερο του ορατού φωτός. Θεωρητικά το  $\lambda$  αυτό θα μπορούσε να προσδώσει  $\Delta I$  0.002 nm. Αυτό δεν είναι εφικτό, καθώς η  $\Delta I$  δεν καθορίζεται μόνο από το  $\lambda$  αλλά και από το αριθμητικό άνοιγμα του αντικειμενικού φακού που είναι περιοριστικός παράγοντας. Έτσι, η  $\Delta I$  του ΗΜ είναι ~0.1-0.2 nm και σε βιολογικά δείγματα περιορίζεται από 1 - 2 nm λόγω έλλειψης αντίθεσης, αλλά 1000 φορές μεγαλύτερη του ΦΜ

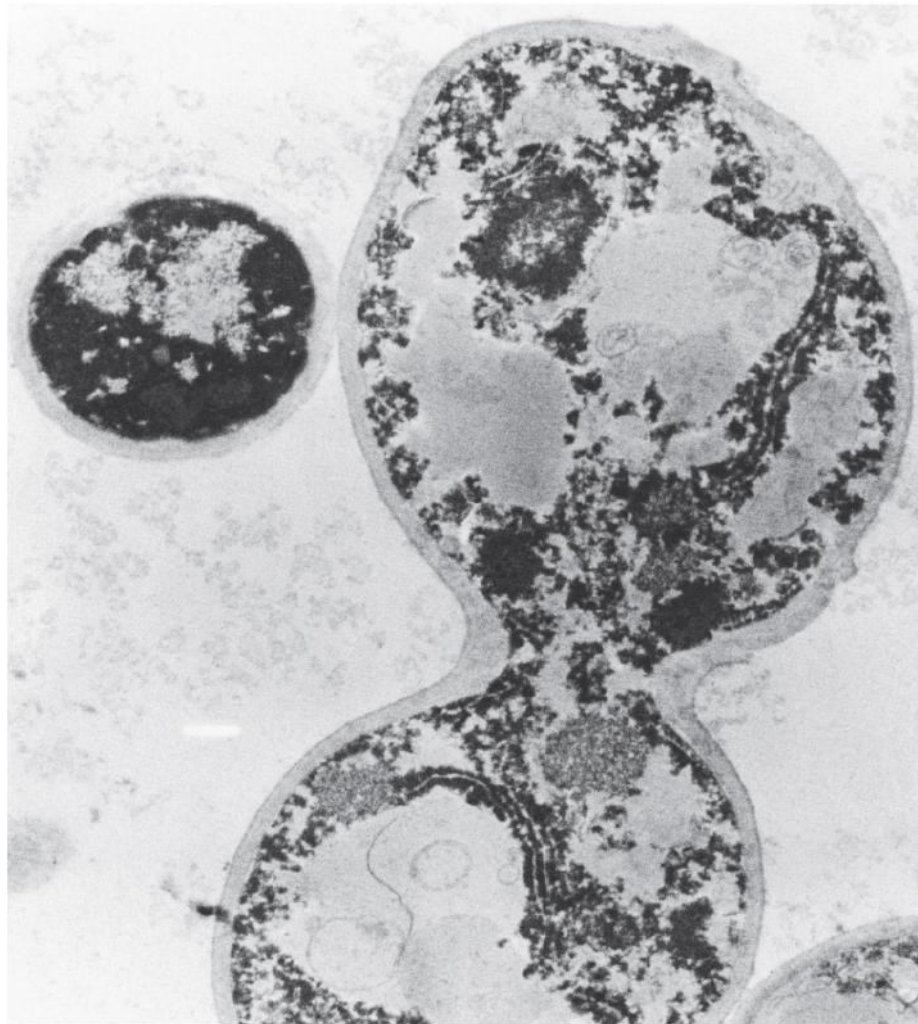
## Τύποι ηλεκτρονικού μικροσκοπίου

1. ΗΜ διέλευσης: Χρησιμοποιείται για την εξέταση λεπτών ιστικών τομών. Οι βασικές αρχές του είναι παρόμοιες με αυτές του ΦΜ, αλλά αντί για φως χρησιμοποιείται δέσμη ηλεκτρονίων

2. ΗΜ σάρωσης: Χρησιμοποιείται στην εξέταση επιφανειακών κυτταρικών λεπτομερειών και άλλων δομών & στην εξέταση δομής βιολογικών μεμβρανών πάχους μόλις 2 μορίων (λιπιδίων).

# Σύγκριση τύπων μικροσκοπίας

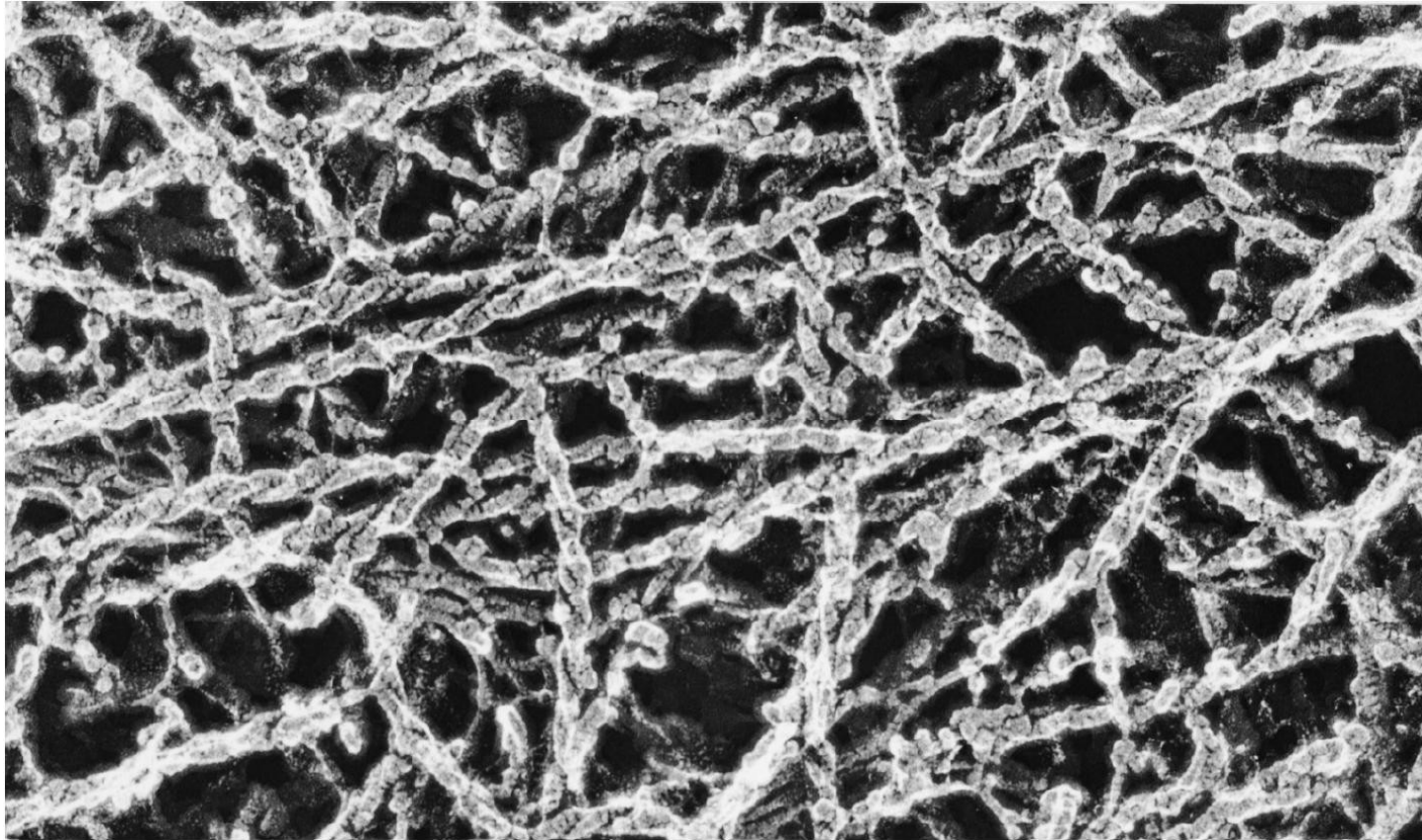




2  $\mu\text{m}$

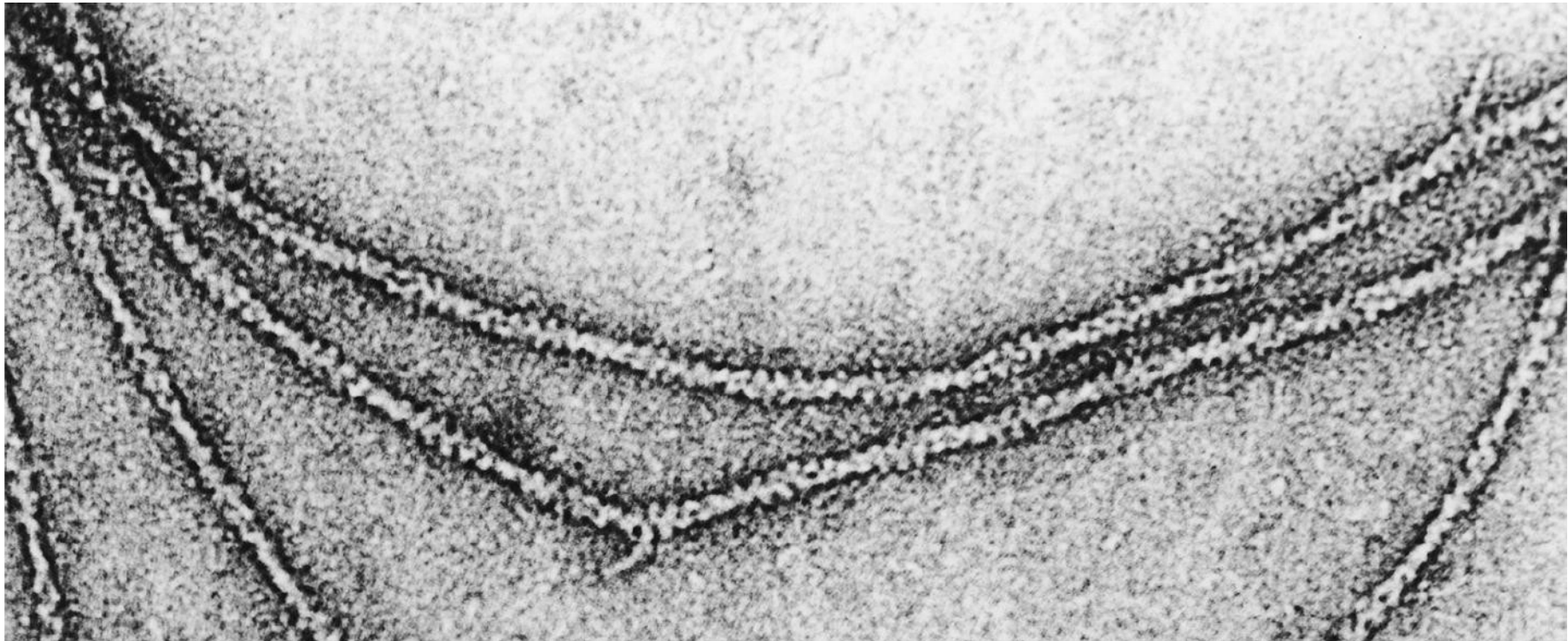
**ΕΙΚΟΝΑ 1.14 Φωτογραφία  
ηλεκτρονικού μικροσκοπίου  
διέλευσης που δείχνει τον  
*Saccharomyces cerevisiae*.**

(David Scharf/ Peter Arnold, Inc.)



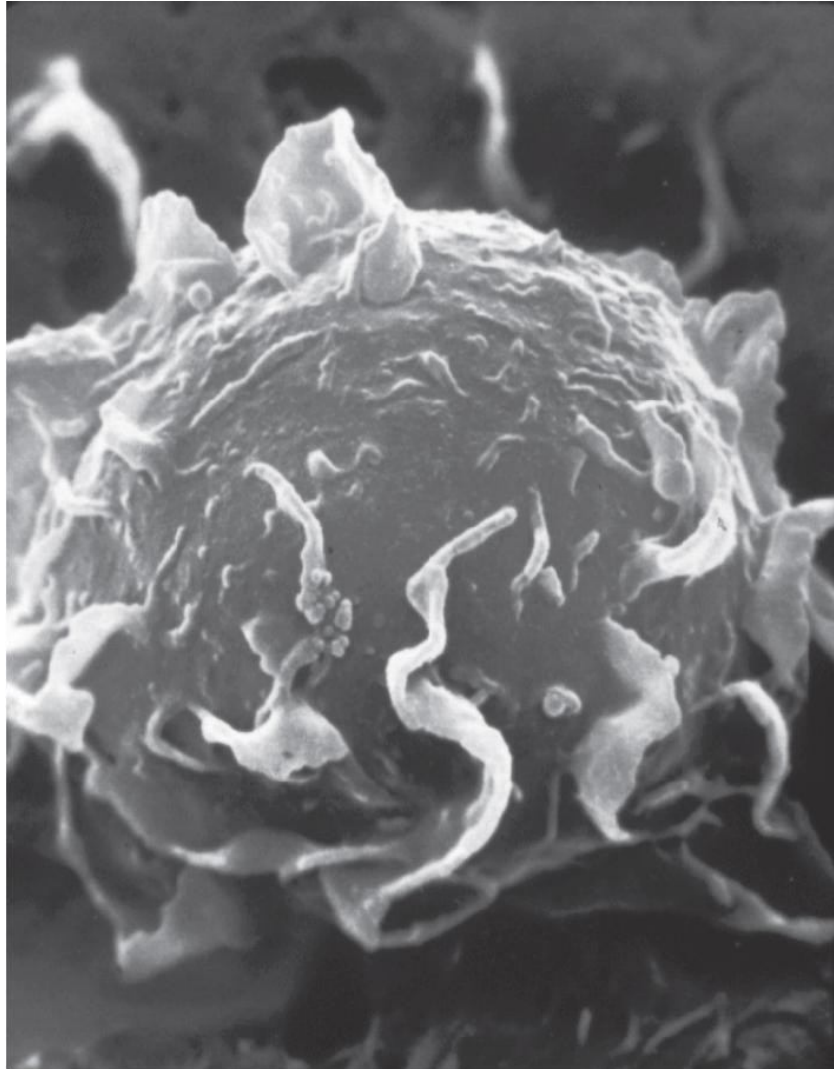
**ΕΙΚΟΝΑ 1.35 Σκίαση με μέταλλο.**

Φωτογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου διέλευσης που δείχνει ινίδια ακτίνης/μυοσίνης του κυτταροσκελετού μετά από σκίαση με μέταλλο. (Don W. Fawcett, J. Heuser/Photo Researchers, Inc.)



**ΕΙΚΟΝΑ 1.34** Αρνητική χρώση.

Φωτογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου διέλευσης που δείχνει αρνητικά «χρωματισμένα» ινίδια ακτίνης. (Ευγενική προσφορά του Roger Craig, University of Massachusetts Medical Center.)



5  $\mu\text{m}$

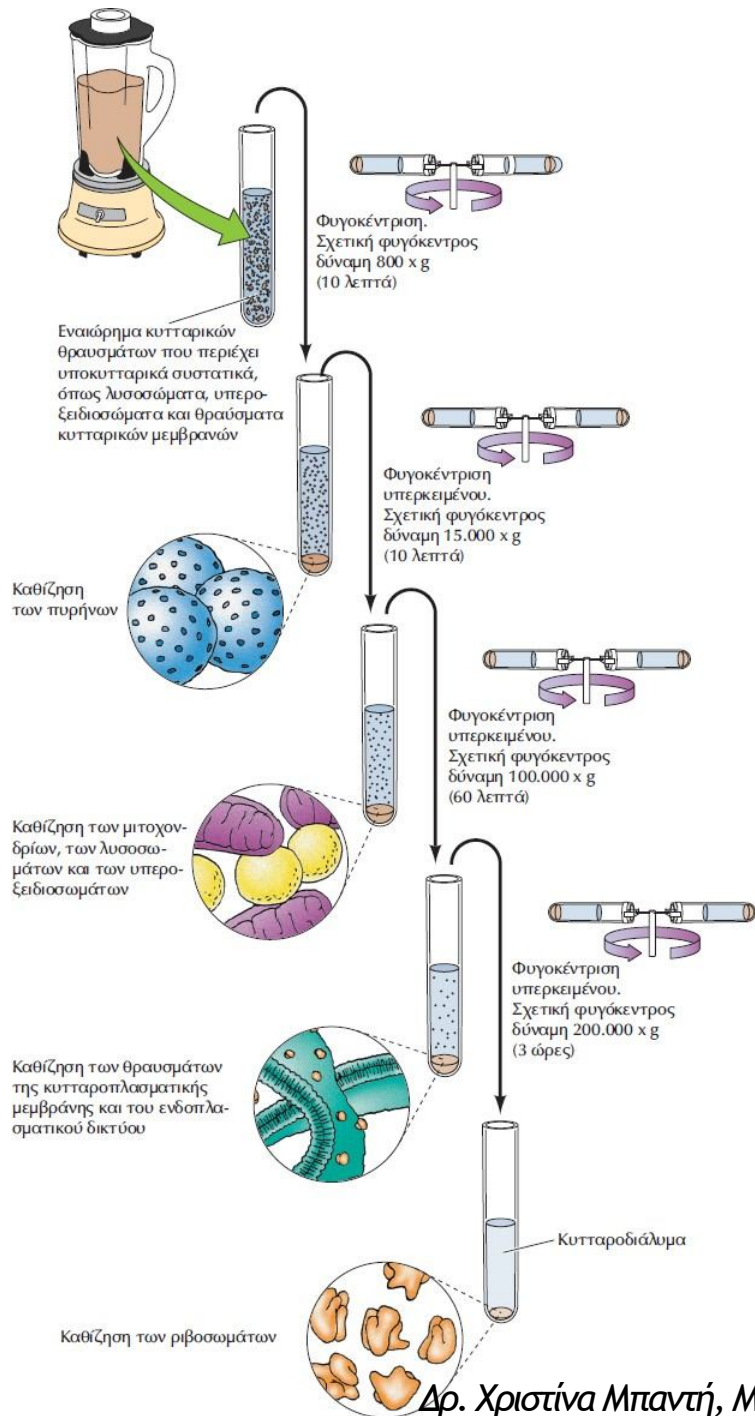
***ΕΙΚΟΝΑ 1.37 Ηλεκτρονική  
μικροσκοπία σάρωσης.***

Φωτογραφία ηλεκτρονικού  
μικροσκοπίου σάρωσης που δείχνει ένα  
μακροφάγο. (David Phillips/Visuals  
Unlimited.)

# *Υποκυτταρική κλασμάτωση*

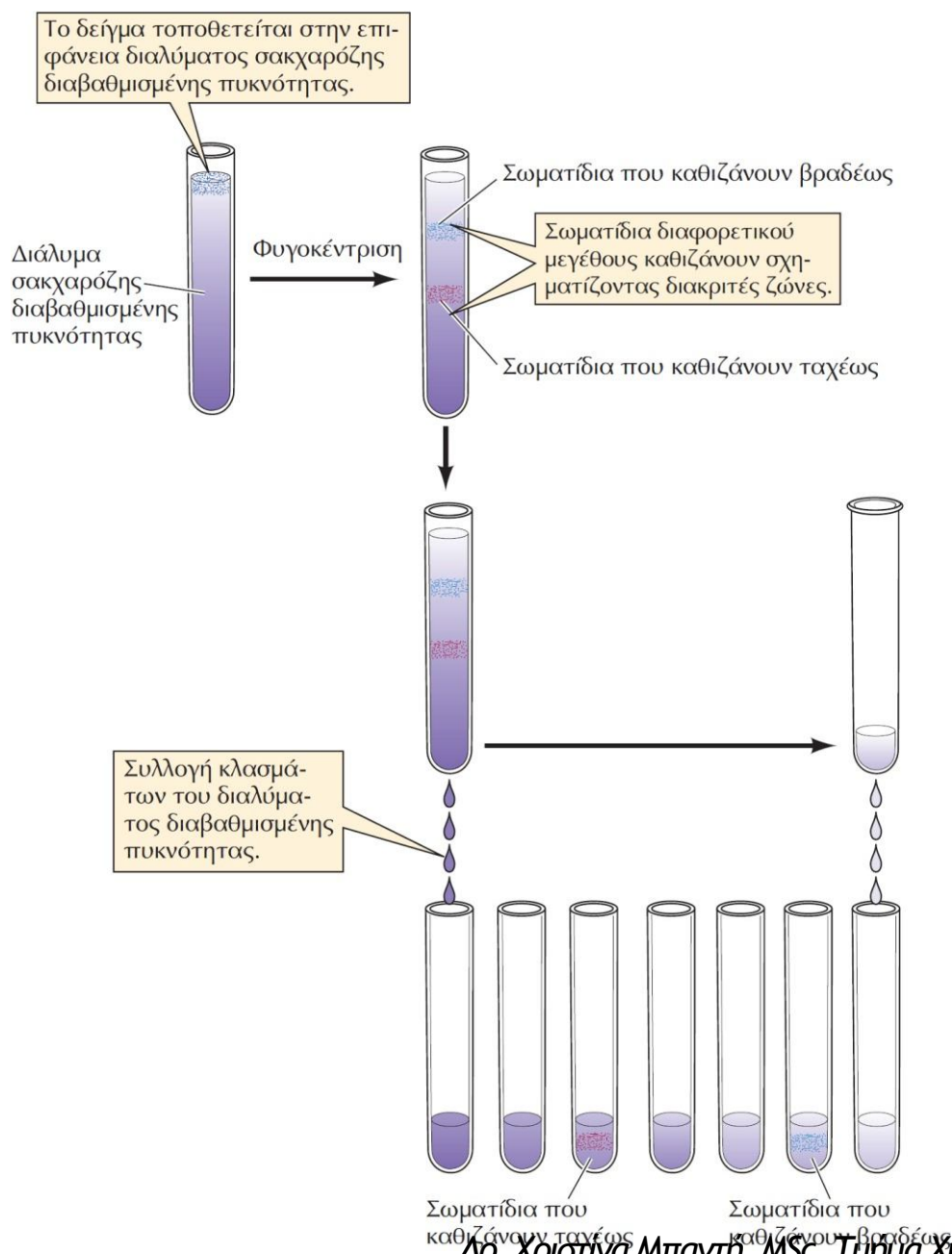
*Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ*





### ΕΙΚΟΝΑ 1.38 Υποκυτταρική κλασμάτωση.

Τα κύτταρα διαρρηγνύονται (λύονται) και τα υποκυτταρικά συστατικά διαχωρίζονται με μια σειρά φυγοκεντρίσεων με αυξανόμενη ταχύτητα. Μετά από κάθε φυγοκέντριση, τα οργανίδια που καθιζάνουν στον πυθμένα του υποδοχέα ανακτώνται από το ίζημα. Το υπερκείμενο διάλυμα στη συνέχεια υφίσταται εκ νέου φυγοκέντριση σε υψηλότερη ταχύτητα, για να διαχωριστούν με καθίζηση τα αμέσως μεγαλύτερα οργανίδια.



**ΕΙΚΟΝΑ 1.39 Φυγοκέντριση ταχύτητας σε διάλυμα με διαβάθμιση πυκνότητας.**

Το δείγμα τοποθετείται στην επιφάνεια διαλύματος σακχαρόζης διαβαθμισμένης πυκνότητας και σωματίδια διαφορετικού μεγέθους καταβυθίζονται μέσω του υλικού αυτού μετακινούμενα ως διακριτές ζώνες με διαφορετική ταχύτητα. Μετά τη φυγοκέντριση, τα διαχωρισμένα σωματίδια συλλέγονται ξεχωριστά ως μεμονωμένα κλάσματα που αντιστοιχούν στις διαφορετικές ζώνες. Τα κλάσματα αυτά είναι δυνατόν να απομονωθούν με απλή διάτρηση του πυθμένα του υποδοχέα και συλλογή σταγόνων.

# ***Κυτταροκαλλιέργειες***

*Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ*

# ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ & καλλιέργεια ζωικών κυττάρων

Το πρώτο θρεπτικό μέσο καλλιέργειας ζωικών κυττάρων αναπτύχθηκε το 1955 από τον Harry Eagle και ονομάστηκε Eagle's medium; MEM (Minimal Essential Medium) ή EMEM

Αργότερα έγιναν τροποποιήσεις του όπως:

1. αυτό του Renato Dulbecco (Dulbecco's-modified Eagle's medium; DMEM), Βραβείο Νόμπελ 1975, για ογκογόνους ιούς μαζί με τον H. Temin & D. Baltimore, &

2. το θρεπτικό υλικό Roswell Park Memorial Institute medium (RPMI) για καλλιέργεια διαφόρων κυτταρικών τύπων όπως λεμφοκυττάρων

- Τα θρεπτικά μέσα εκτός από αλατούχες ενώσεις και γλυκόζη, περιέχουν:  
αμινοξέα και βιταμίνες: που δεν μπορούν να συνθέσουν μόνα τους τα κύτταρα & ορό βοός ως πηγή μεταγραφικών παραγόντων που προάγουν την κυτταρική διαίρεση

- Επίσης περιέχουν **ΑΥΞΗΤΙΚΟΥΣ** παράγοντες: καθοριστικοί ρυθμιστές της κυτταρικής διαίρεσης και διαφοροποίησης που παρέχουν σήματα για κυτταρική επικοινωνία

Η ταυτοποίηση μεμονωμένων αυξητικών παραγόντων κατέστησε εφικτή την καλλιέργεια ποικίλων κυττάρων σε θρεπτικό μέσο, χωρίς ορό

# ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

## Καλλιέργεια ζωικών κυττάρων

Table 4. Basal media for cultivation of the HeLa cell and mouse fibroblast (10)

L-Amino acids* (mM)		Vitamins‡ (mM)		Miscellaneous	
Arginine	0.1	Biotin	10 <sup>-3</sup>	Glucose	5mM§
Cystine	0.05 (0.02)†	Choline	10 <sup>-3</sup>	Penicillin	0.005%#
Glutamine	2.0 (1.0)∥	Folic acid	10 <sup>-5</sup>	Streptomycin	0.005%#
Histidine	0.05 (0.02)†	Nicotinamide	10 <sup>-3</sup>	Phenol red	0.0005%#
Isoleucine	0.2	Pantothenic acid	10 <sup>-3</sup>		
Leucine	0.2 (0.1)†	Pyridoxal	10 <sup>-3</sup>		
Lysine	0.2 (0.1)†	Thiamine	10 <sup>-3</sup>	For studies of cell nutrition	
Methionine	0.05	Riboflavin	10 <sup>-4</sup>	Dialyzed horse serum, 1%†	
Phenylalanine	0.1 (0.05)†			Dialyzed human serum, 5%	
Threonine	0.2 (0.1)†	<b>Salts§</b>			
Tryptophan	0.02 (0.01)†	(mM)		For stock cultures	
Tyrosine	0.1			Whole horse serum, 5%†	
Valine	0.2 (0.1)†	NaCl	100	Whole human serum, 10%	
		KCl	5		
		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	1		
		NaHCO <sub>3</sub>	20		
		CaCl <sub>2</sub>	1		
		MgCl <sub>2</sub>	0.5		

\* Conveniently stored in the refrigerator as a single stock solution containing 20 times the indicated concentration of each amino acid.

† For mouse fibroblast.

‡ Conveniently stored as a single stock solution containing 100 or 1000 times the indicated concentration of each vitamin; kept frozen.

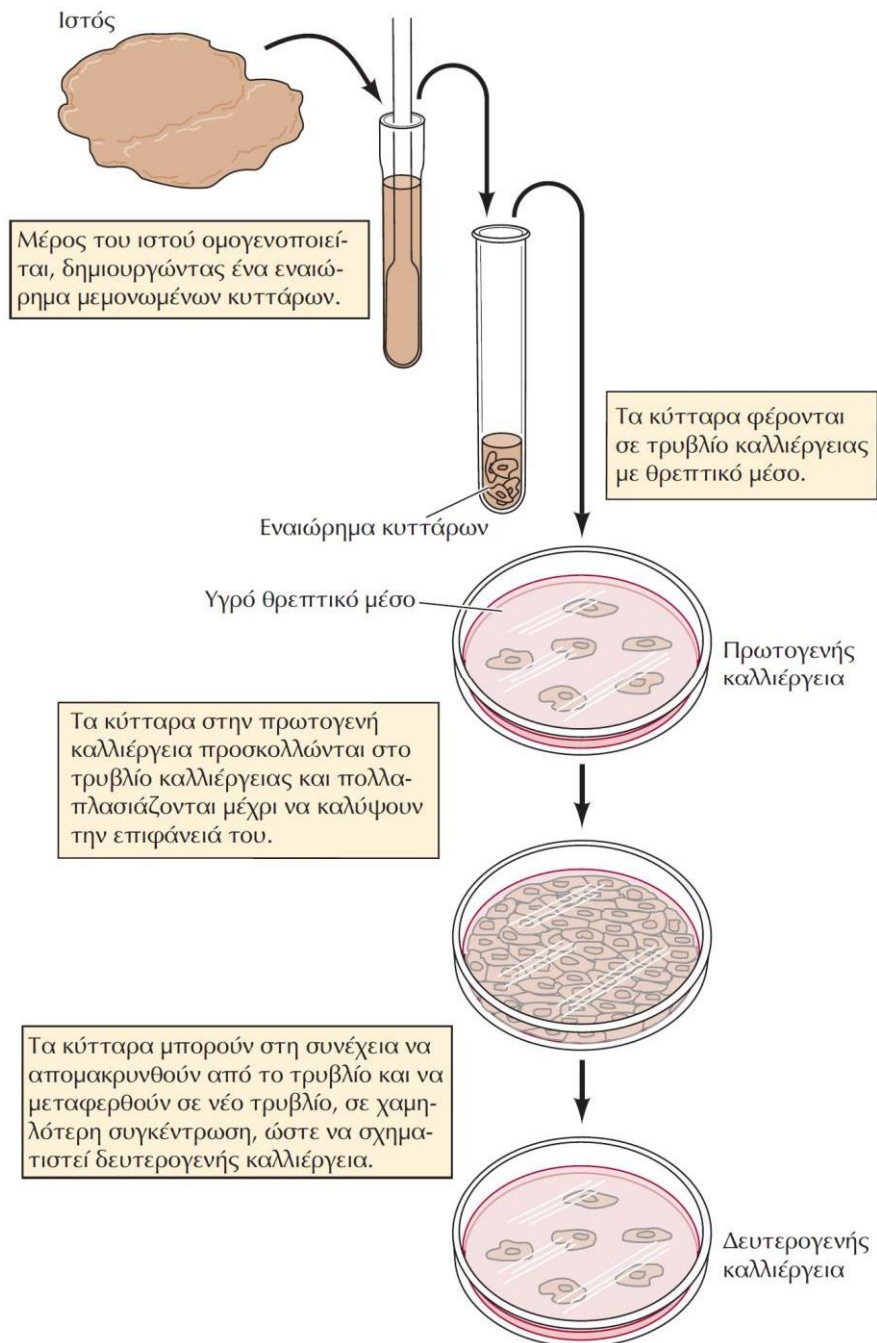
§ Conveniently stored in the refrigerator in two stock solutions, one containing NaCl, KCl, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, and glucose at 10 times the indicated concentration of each, and the second containing CaCl<sub>2</sub> and MgCl<sub>2</sub> at 20 times the indicated concentration.

∥ Conveniently stored as a 100mM stock solution; frozen when not in use.

# Conveniently stored as a single stock solution containing 100 times the indicated concentrations of penicillin, streptomycin, and phenol red.



**Harry Eagle**



## ΕΙΚΟΝΑ 1.41 Καλλιέργεια ζωικών κυττάρων.

Κύτταρα από έναν ιστό αναπτύσσονται σε τρυβλία καλλιέργειας σε θρεπτικό μέσο.



10  $\mu\text{m}$

***ΕΙΚΟΝΑ 1.40 Ζωικά κύτταρα σε καλλιέργεια.***

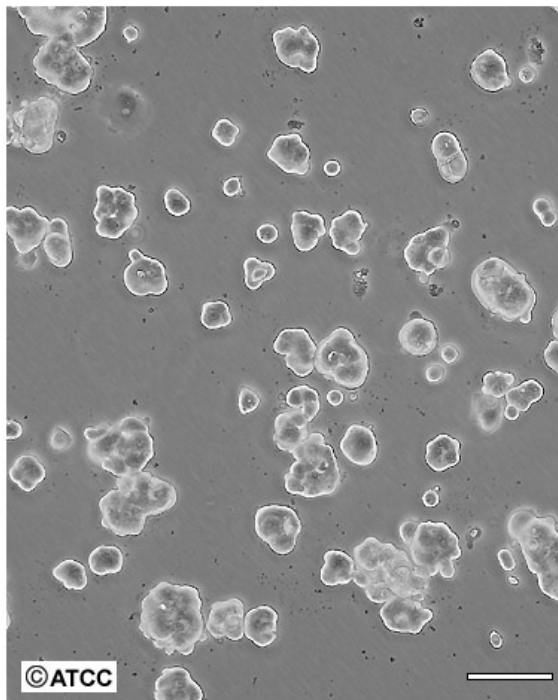
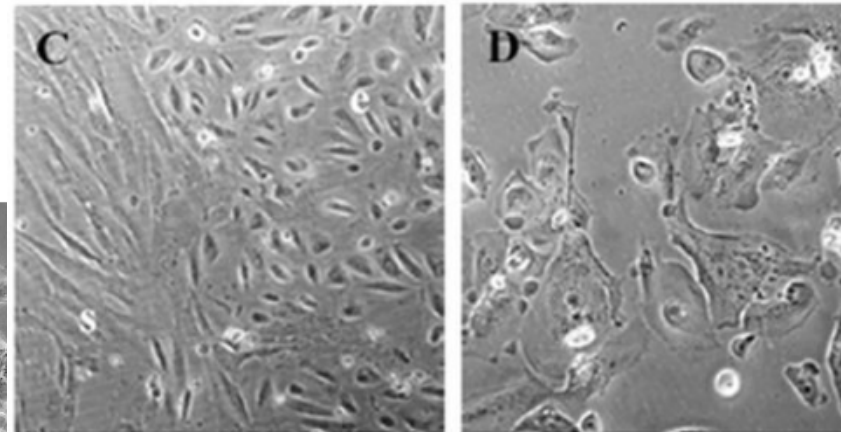
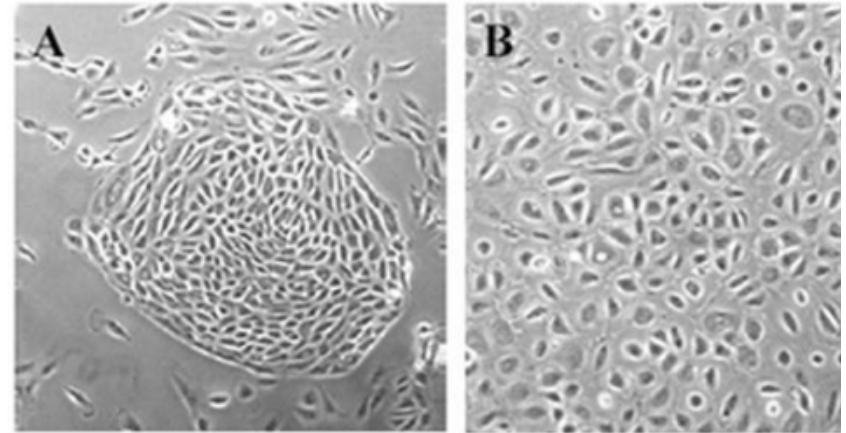
Φωτογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης που δείχνει ινοβλάστες ανθρώπου προσκολλημένους στην επιφάνεια ενός τρυβλίου καλλιέργειας (έχει προστεθεί τεχνητό χρώμα).  
(c CNRI/SPL/Photo Researchers, Inc.)

# VIDEO CELL CULTURE

<https://youtu.be/6vchql21tEE?t=6s>

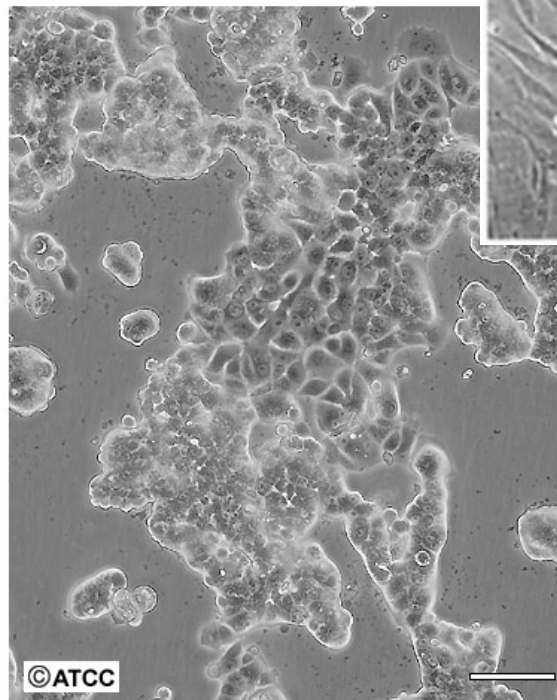
## Culture Preparation and Plating

ATCC Number: **HTB-22**  
Designation: **MCF-7**



Low Density

Scale Bar = 100µm



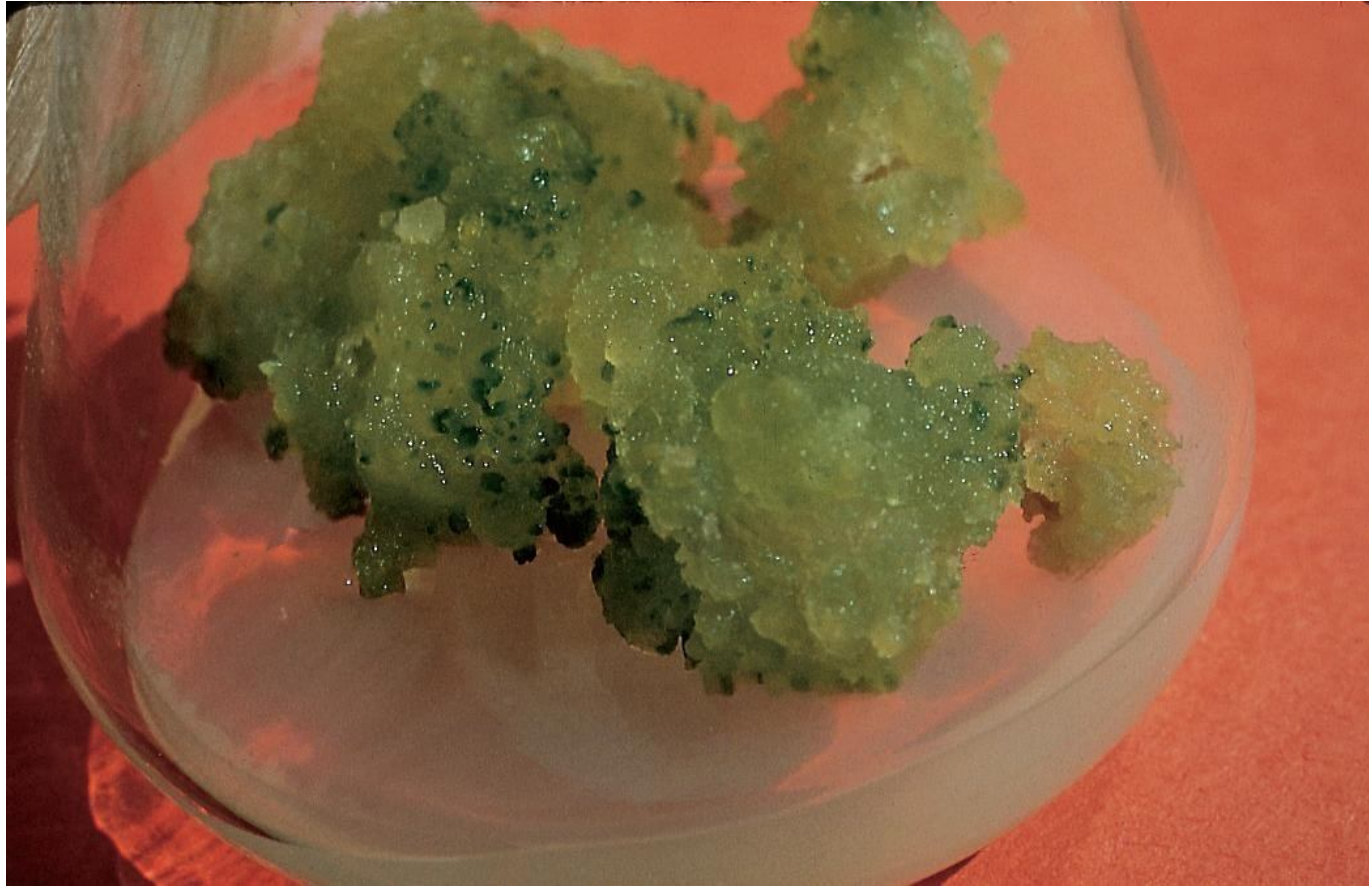
High Density

Scale Bar = 100µm

OVARIAN CELL CULTURE

*Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ*

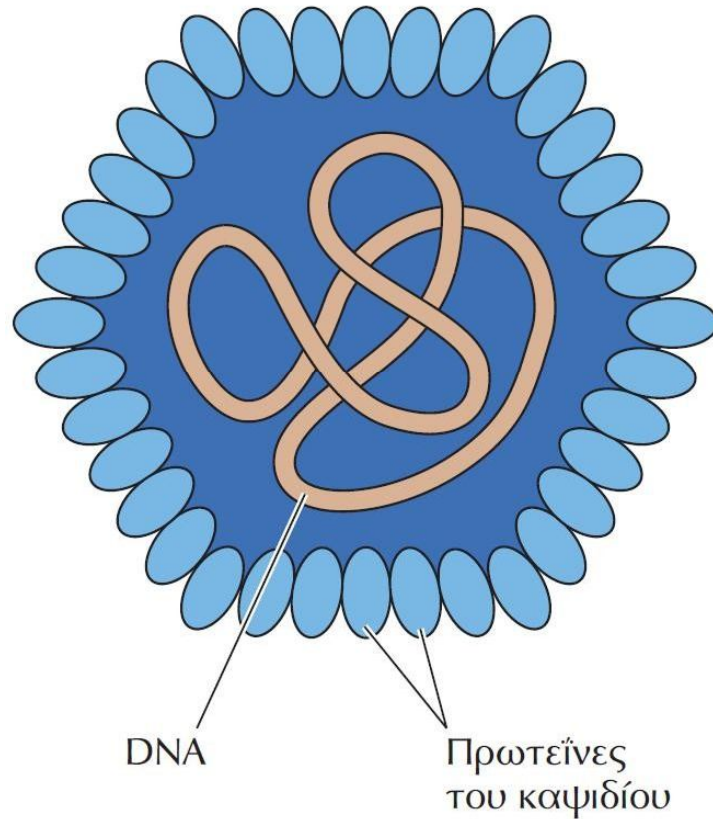




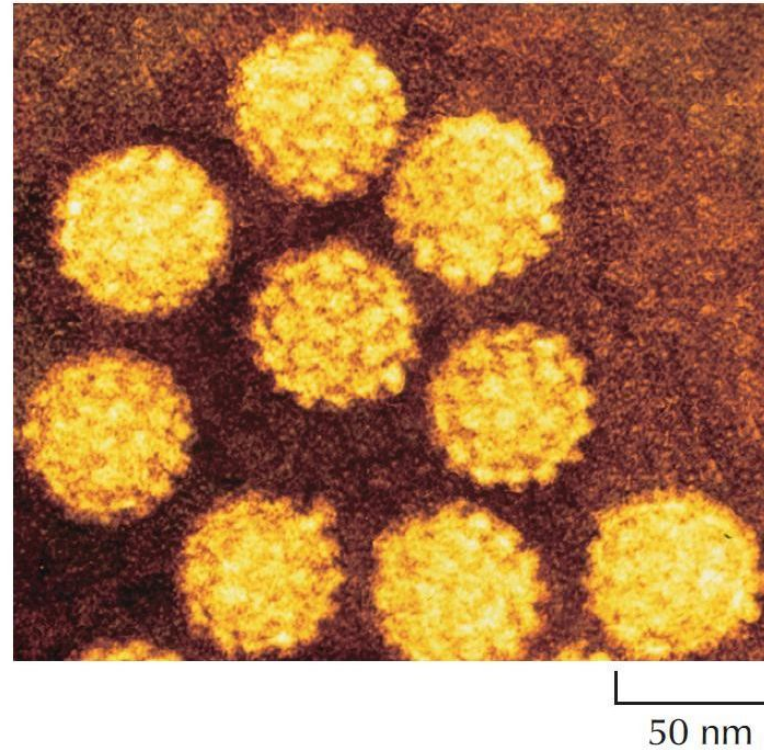
**ΕΙΚΟΝΑ 1.42 Φυτικά κύτταρα σε καλλιέργεια.**

Μια αδιαφοροποίητη μάζα φυτικών κυττάρων (**κάλλος**) που αναπτύσσεται σε στερεό θρεπτικό μέσο. (John N. A. Lott/Biological Photo Service.)

(A)



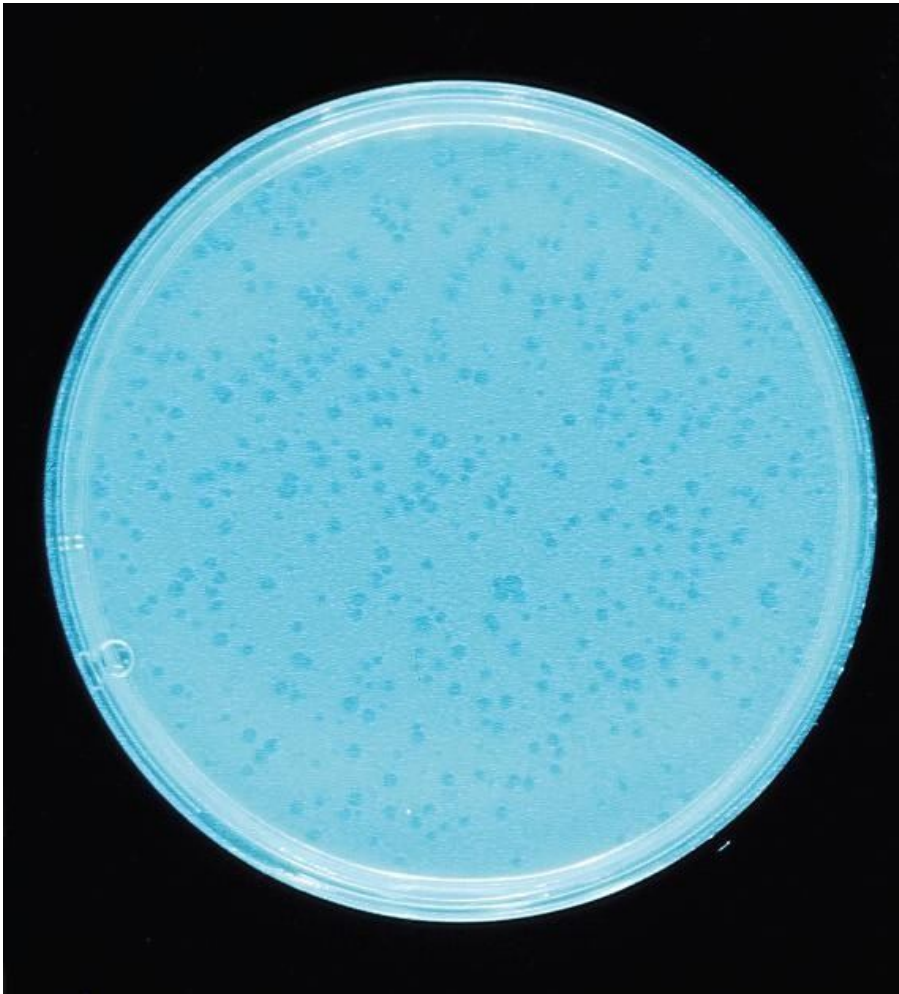
(B)



### ΕΙΚΟΝΑ 1.43 Δομή ενός ζωικού ιού.

(A) Τα σωμάτια του ιού των ανθρώπινων θηλωμάτων περιέχουν ένα μικρό κυκλικό μόριο DNA εγκλεισμένο σε ένα πρωτεϊνικό περίβλημα (καψίδιο). (B) Φωτογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου που δείχνει σωμάτια του ιού των ανθρώπινων θηλωμάτων. Έχει προστεθεί τεχνητό χρώμα. (B, Linda Stannard /Science Photo Library/ Photo Researchers, Inc.)

Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ



*ΕΙΚΟΝΑ 1.44 Πλάκες βακτηριοφάγου.*

Διακρίνονται πλάκες του βακτηριοφάγου T4 πάνω σε καλλιέργεια *E. coli*. Κάθε πλάκα προκύπτει από διπλασιασμό ενός ιικού σωματίου. (E. C. S. Chen/Visuals Unlimited.)

Οικογένεια ιών	Αντιπροσωπευτικό μέλος	Μέγεθος γονιδιώματος (χιλιάδες ζεύγη βάσεων)
<b>RNA γονιδιώματα</b>		
Πικορναϊοί	Ιός πολιομυελίτιδας	7-8
Τογκαϊοί	Ιός ερυθράς	12
Φλαβοϊοί	Ιός κίτρινου πυρετού	10
Παραμυξοϊοί	Ιός ιλαράς	16-20
Ορθομυξοϊοί	Ιός γρίπης	14
Ρετροϊοί	Ιός ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας	9
<b>DNA γονιδιώματα</b>		
Ηπατο-DNA-ιο	Ιός ηπατίτιδας Β	3,2
Παποβαϊοί	Ιός ανθρώπινων θηλωμάτων	5-8
Αδενοϊοί	Αδενοϊός	36
Ερπητοϊοί	Ιός απλού έρπητα	120-200
Ευλογιοϊοί	Ιός δαμαλίτιδας	130-280

### ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3 Παραδείγματα ζωικών ιών

Δρ. Χριστίνα Μπαντή, MSc, Τμήμα Χημείας, ΠΙ