



ΒΙΟΛ 101 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΖΩΟΛΟΓΙΑ

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ



Μ. Παυλίδης (pavlidis@uoc.gr)
Ε. Φανουράκη (e.fanouraki@uoc.gr)

Ηράκλειο, 2023

ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΑΓΕΝΗΣ (Αφυλετική)

- Ένας γεννήτορας
- Δεν υπάρχουν εξειδικευμένα αναπαραγωγικά όργανα ή κύτταρα
- Απόγονοι γενετικά πανομοιότυποι του γεννήτορα

ΕΓΓΕΝΗΣ (Φυλετική)

- Συνήθως δύο γεννήτορες
- Υπάρχουν εξειδικευμένα γεννητικά κύτταρα
- Απόγονοι που λαμβάνουν γενετικό υλικό και από τους δύο γονείς, αλλά φέρουν και χαρακτηριστικά που τους διαφοροποιούν απ' αυτούς

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Αγενής αναπαραγωγή Πλεονεκτήματα

- Χρειάζεται μόνο ένας γονέας
- Απαιτείται λιγότερη ενέργεια
- Ταχύτερη

Αγενής αναπαραγωγή Μειονεκτήματα

- Γενετικά παρόμοιοι οργανισμοί και με μικρότερη ικανότητα επιβίωσης σε περιβαλλοντικές αλλαγές
- Μπορούν να εξαφανιστούν εύκολα από ασθένειες
- Μπορεί να προκληθεί υπερκορεσμός ενός ενδιαιτήματος

Εγγενής αναπαραγωγή Πλεονεκτήματα

- Αυξάνει την γενετική ποικιλότητα μέσα στο είδος
- Μπορεί να προσαρμοστεί ευκολότερα σε περιβαλλοντικές αλλαγές
- Επιτρέπει την ποικιλότητα και την εξέλιξη του είδους

Εγγενής αναπαραγωγή Μειονεκτήματα

- Χρονοβόρα παραγωγή απογόνων
- Δυνατότητα περισσότερων λαθών (επιβλαβείς Μεταλλαγές)
- Απαιτείται συνεύρεση με το άλλο φύλο

Κυριότεροι Τύποι Αγενούς Αναπαραγωγής

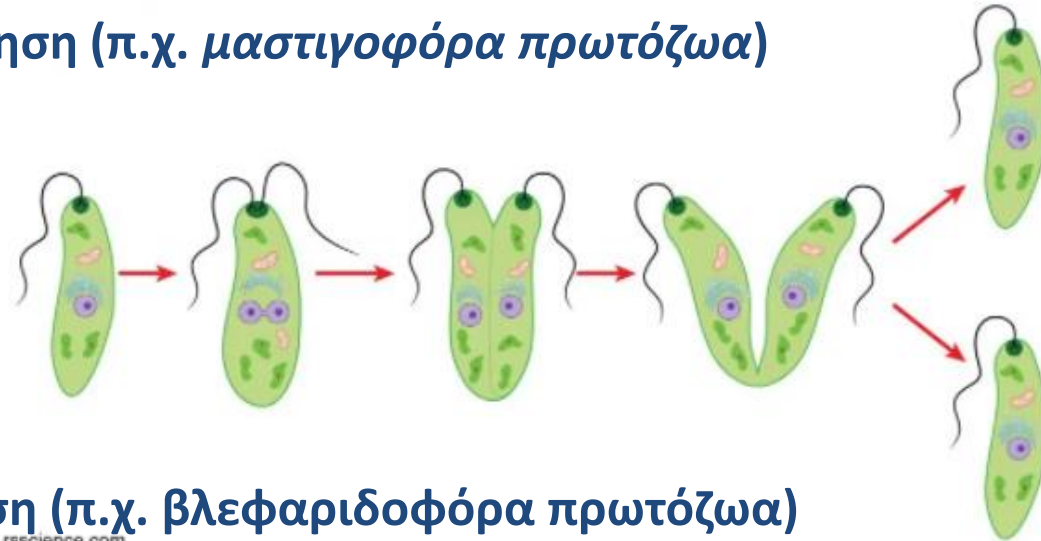
1. Διχοτόμηση (Binary fission)
2. Πολλαπλή διαίρεση (Multiple fission)
3. Εκβλάστηση (Budding)
4. Σπορίωση (Gemmulation)
5. Κατάτμηση (Fragmentation)

Είναι σπάνια η αγενής αναπαραγωγή στη φύση;

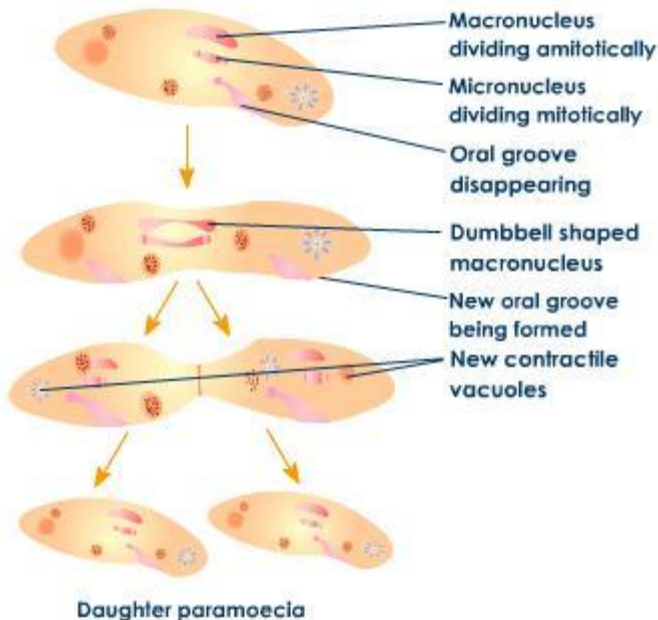
- ✓ Βακτήρια
- ✓ Μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί
- ✓ Κνιδόζωα
- ✓ Βρυόζωα
- ✓ Πλατυέλμινθες
- ✓ Δακτυλιοσκώληκες
- ✓ Εχινόδερμα
- ✓ Ημιχορδωτά

Διχοτόμηση

Κατά μήκος διχοτόμηση (π.χ. μαστιγοφόρα πρωτόζωα)



Εγκάρσια διχοτόμηση (π.χ. βλεφαριδοφόρα πρωτόζωα)

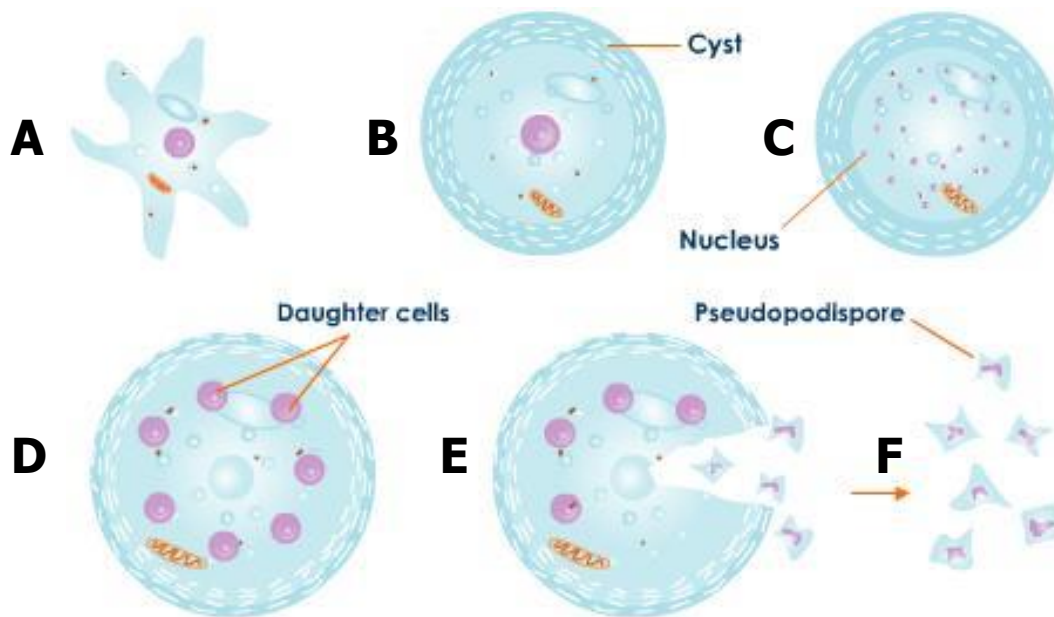


- Το μητρικό κύτταρο διαιρείται με μίτωση, σε δύο ίσα περίπου τμήματα
- Κάθε τμήμα αναπτύσσεται σε έναν νέο οργανισμό παρόμοιο με τον γονέα (**ΚΛΩΝΟΙ**)

<http://www.youtube.com/watch?v=yiA-rHx0xGI>
Paramecium binary fission

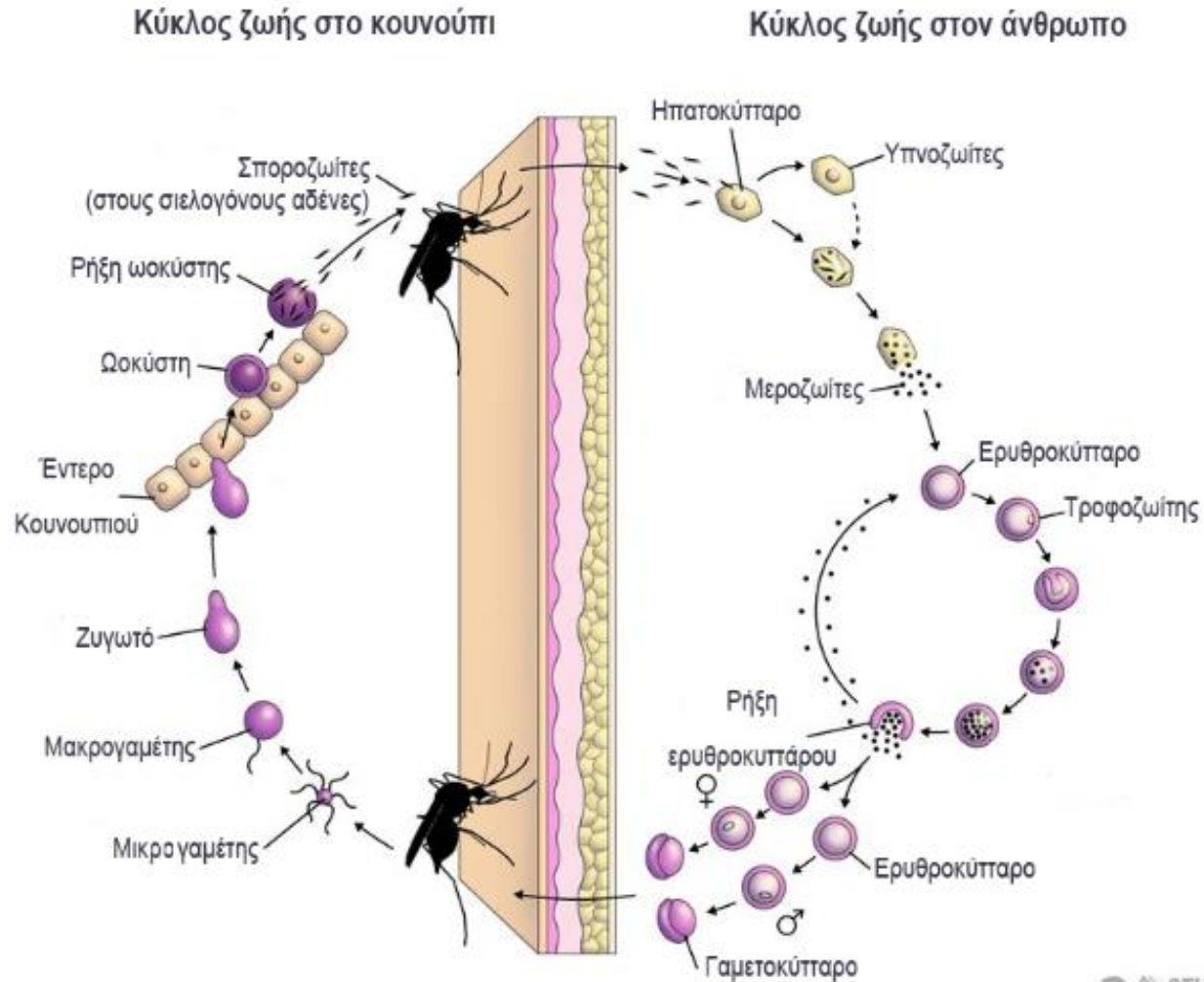
Πολλαπλή Διαίρεση

- Πολλαπλές διαιρέσεις του πυρήνα, ακολουθεί διαίρεση του κυτταροπλάσματος, ταυτόχρονη δημιουργία μεγάλου αριθμού θυγατρικών κυττάρων
- Δημιουργία **σπόρων** με ανθεκτικό περίβλημα (**σπορογονία**, π.χ. παράσιτο ελονοσίας).



Cyst Formation and multiple fission in Amoeba

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



Εικόνα 1: ο κύκλος ζωής του πλάσμωνδιου [2]

Εκβλάστηση

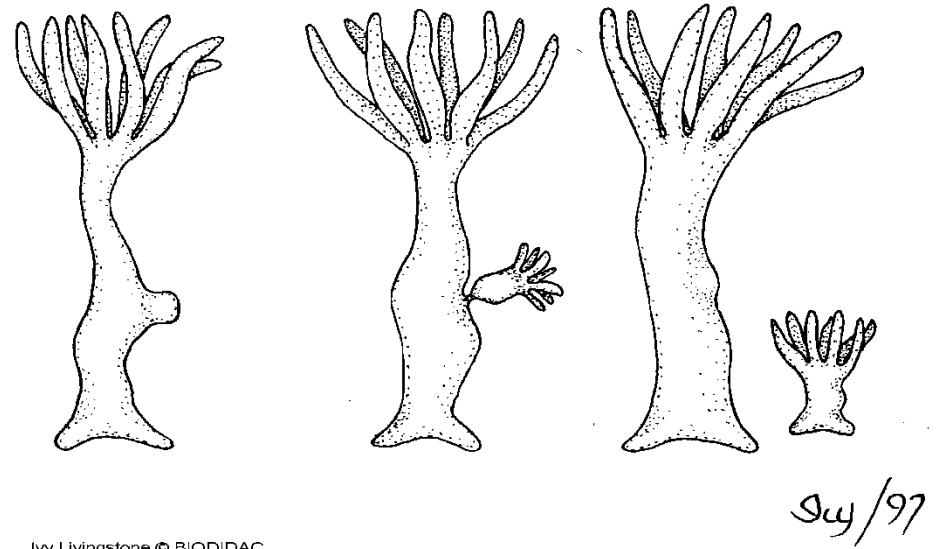
- Άνιση διαίρεση ενός οργανισμού
- Ο θυγατρικός πυρήνας μεταναστεύει μέσα σε μια προέκταση τμήματος του κυτταροπλάσματος
- Ο νέος οργανισμός προκύπτει με τη μορφή **βλαστήματος** ή **φύτρου** που αυξάνεται πάνω στο σώμα του αρχικού οργανισμού
- Σε κάποια **αποκόπτεται** (π.χ. μέδουσες), ενώ σε άλλα δημιουργούνται **αποικίες** (π.χ. κοράλλια)



Παράδειγμα Εκβλάστησης του Υδρόζωου *Hydra*



Βλάστημα (bud)



Ivy Livingstone © BIODIDAC

<http://www.youtube.com/watch?v=a5oHMjGqjyo>

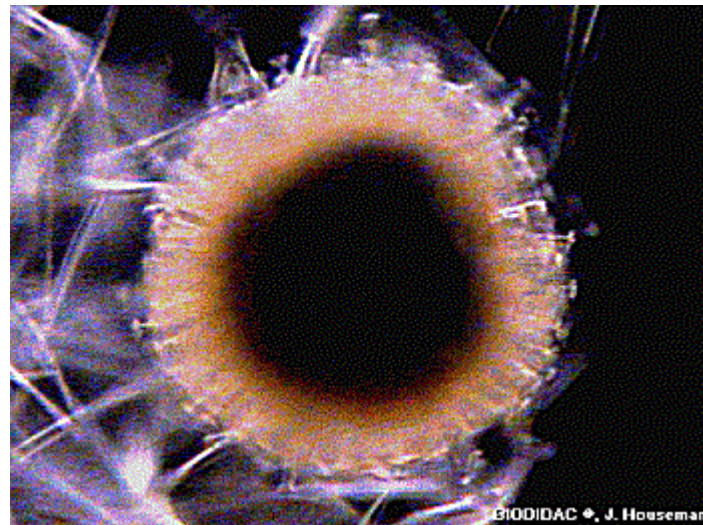
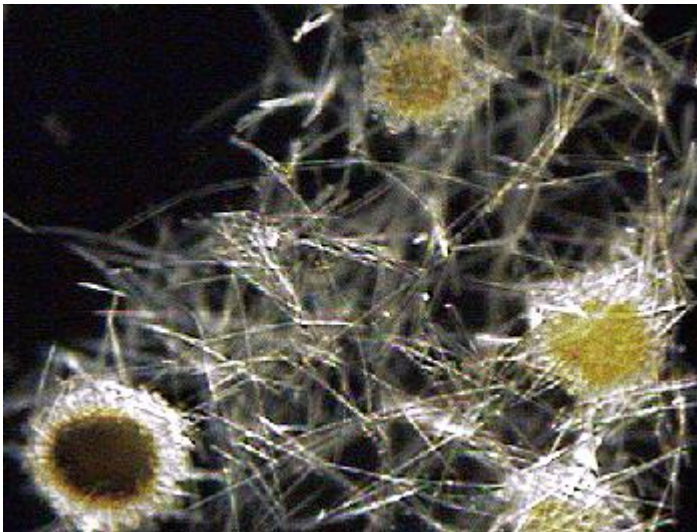
Hydra - budding

<http://www.youtube.com/watch?v=jH4Y3Qh5Xqw>

Corral – asexual reproduction

Σπορίωση

- Η δημιουργία ενός νέου ατόμου μετά από την ενεργοποίηση και απελευθέρωση κυττάρων τα οποία περιβάλλονται από μια **ανθεκτική κάψα (αποβλάστημα)**. Το αποβλάστημα παρέχει προστασία σε αντίξοες συνθήκες (χειμώνας).
- Σε ευνοϊκές συνθήκες, τα κύτταρα ενεργοποιούνται, αναδύονται από την κάψα και δημιουργούν **νέο άτομο**



Σπόγγοι

Κατάτμηση / Αναγέννηση

- Διάσπαση ενός πολυκύτταρου οργανισμού σε δύο τμήματα από τα οποία προκύπτουν δύο νέοι οργανισμοί (**κατάτμηση**)
- Αν ένα τμήμα αποκοπεί, τότε έχει τη δυνατότητα να αναπτυχθεί σε ένα πλήρες άτομο (**αναγέννηση**)



Planaria



Starfish

http://www.youtube.com/watch?v=jZYkwtvT_JM

Planaria - regeneration

<https://www.socrative.com/>

Student Login

Room Name: **FANOURAKI**

Τύποι Εγγενούς Αναπαραγωγής

Α. Παρθενογένεση?

Β. Ερμαφροδιτισμός

Γ. Αμφιγονική

Παρθενογένεση

- Η ανάπτυξη ενός εμβρύου από ένα **μη γονιμοποιημένο ωάριο** ή
- ενός εμβρύου στο οποίο **ο αρσενικός και θηλυκός πυρήνας δεν ενώνονται μετά τη γονιμοποίηση**



Τύποι Παρθενογένεσης

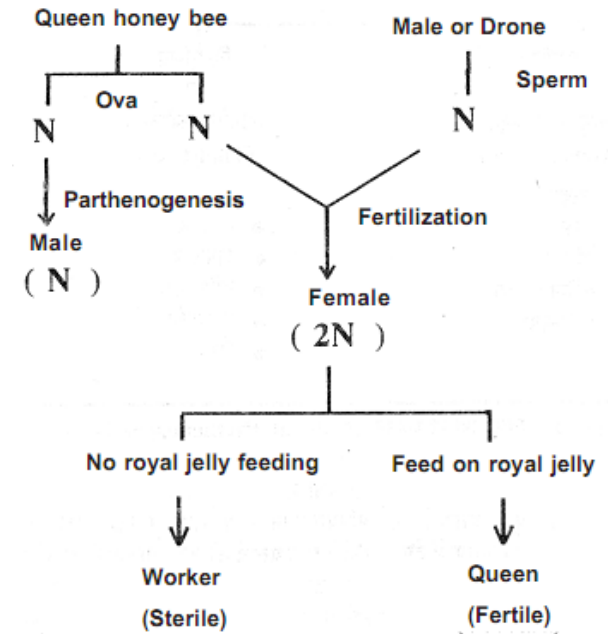
1. Αμειωτική
2. Μειωτική
3. Απλοδιπλοειδισμός



whiptail species [*Aspidoscelis neomexicanus*](#)

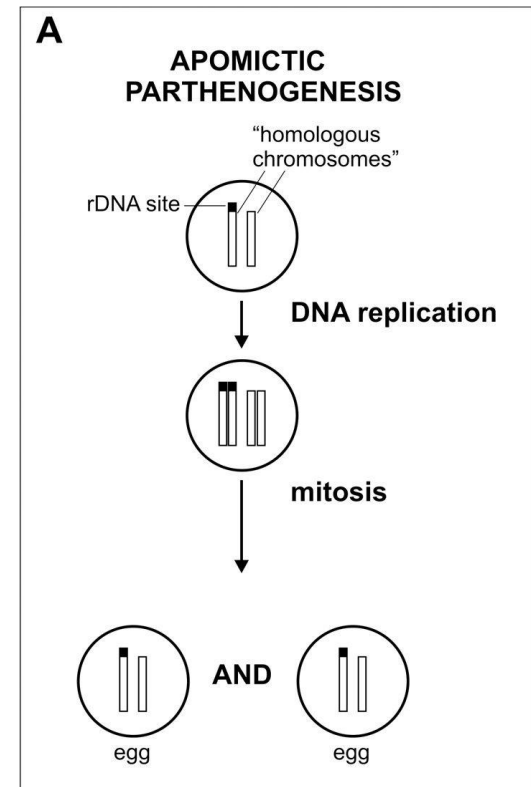


Αφίδες ή μελίγκρες



Αμειωτική ή Απομικτική (διπλοειδής) Παρθενογένεση

- **Απουσία μείωσης & σχηματισμός ωαρίου με μιτωτική κυτταρική διαίρεση**
 - ✓ *αντιγραφή διπλοειδούς χρωμοσωμικού υλικού → διαίρεση πυρήνα σε δυο θυγατρικούς πυρήνες με ένα πλήρες σετ θυγατρικών χρωμοσωμάτων (μιτωτική κυτταρική διαίρεση)*
- Οι απόγονοι?
- είναι κλώνοι του αρχικού οργανισμού
- Πλατυέλμινθες, τροχοφόρα, καρκινοειδή, έντομα



Σε κάποια είδη ιχθύων

- Το θηλυκό παράγει διπλοειδή ή τριπλοειδή αυγά τα οποία απελευθερώνονται στο νερό και δέχονται το σπέρμα αρσενικού από το ίδιο ή συγγενικό είδος
- Τα σπερματοζωάρια ενεργοποιούν την κυτταρική διαίρεση αλλά το γενετικό υλικό του σπέρματος απορρίπτεται πριν την είσοδο στο αυγό

(Γυνογένεση)

Τριπλοειδία - επιβιώνουν αλλά είναι στείρα άτομα

Μειωτική Παρθενογένεση

1. Σχηματισμός ωαρίου με μείωση (απλοειδές)
2. Ενεργοποίηση ή μη του ωαρίου μετά από την επίδραση σπερματοζωαρίου.

Η διπλοειδής κατάσταση αποκαθίσταται με διπλασιασμό των χρωμοσωμάτων

- Αντιγραφή DNA χωρίς να ακολουθεί κυτταρική διαίρεση ή
 - με αυτογαμία (σύντηξη των απλοειδών πυρήνων ωαρίου και πολικού σωματίου)
- Πλατυέλμινθες, τροχοφόρα, δακτυλιοσκόληκες, ακάρεια, έντομα, ψάρια, ποντίκια, γαλοπούλες

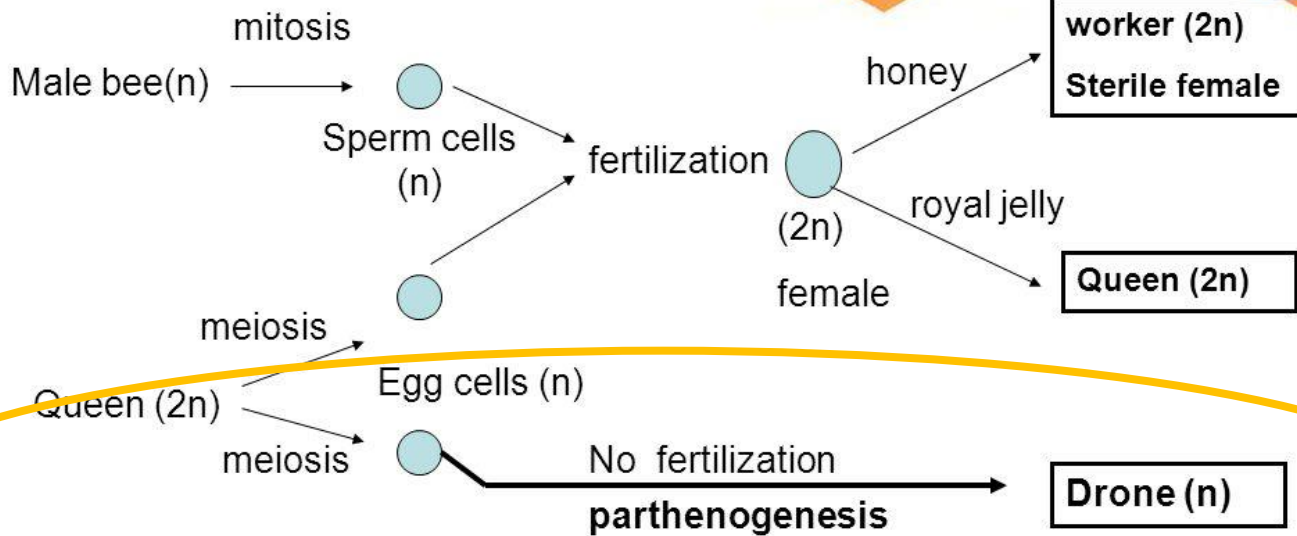
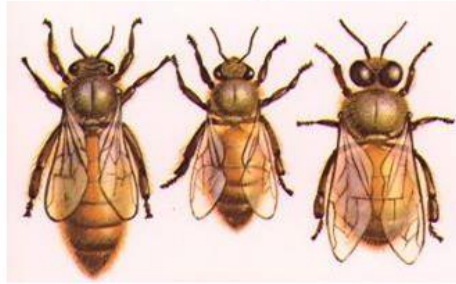
Απλοδιπλοειδισμός

- Το θηλυκό (βασίλισσα) μπορεί να
 - Γονιμοποιήσει τα ωάρια, καθώς τα γεννά ή
 - Να τα αφήσει αγονιμοποίητα
- **Γονιμοποιημένα ωάρια** →
Διπλοειδή θηλυκά
(**βασίλισσες ή εργάτριες**)
- **Αγονιμοποίητα ωάρια** →
Απλοειδή αρσενικά (**κηφήνες**)
- Μέλισσες, σφήκες, μυρμήγκια



<http://www.youtube.com/watch?v=wU8pMswHnVs>

C) Parthenogenesis



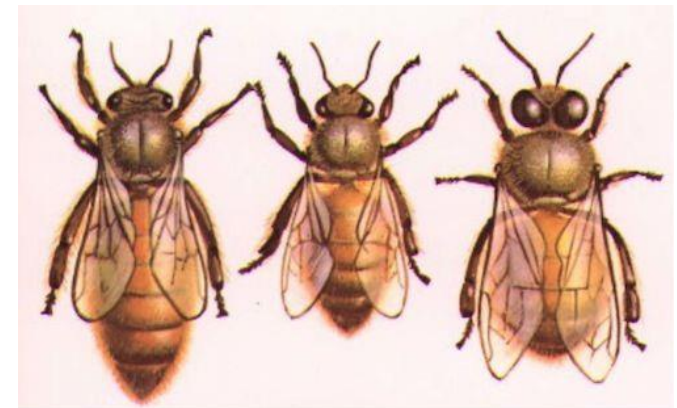
➤ **Σύσταση αποικίας:**

- Βασίλισσες (egg-laying queens)
- Κηφήνες (sperm-producing male drone)
- Εργάτριες (non-reproductive female workers)



➤ **Προσδόκιμο επιβίωσης**

- Βασίλισσες: μέχρι 5 έτη
- Κηφήνες: λίγο μετά τη χορήγηση του σπέρματος
- Εργάτριες: περίπου 6 εβδομάδες



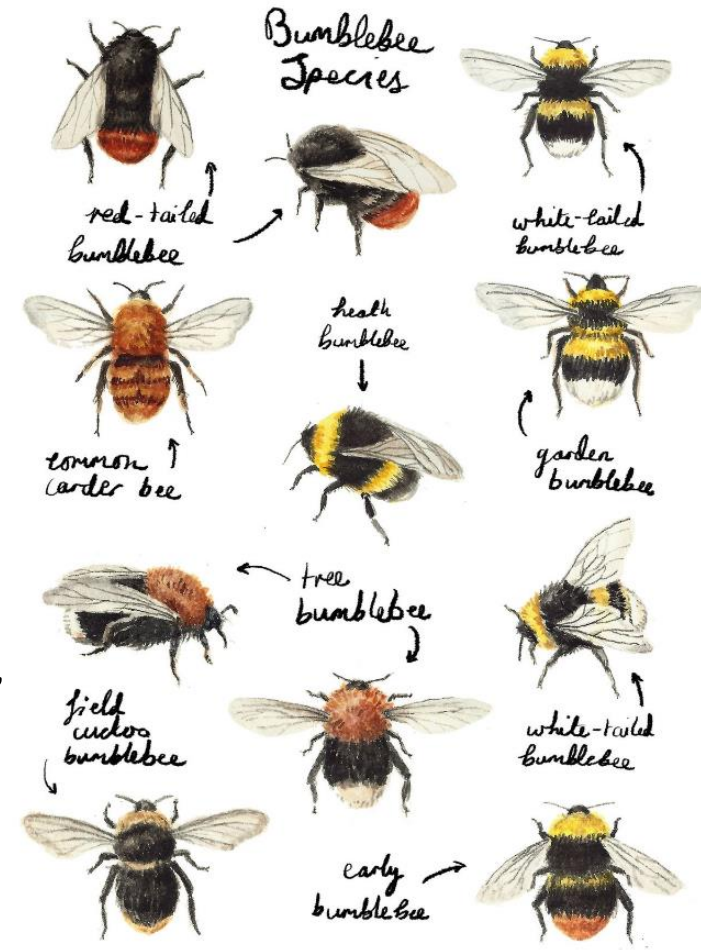
Queen **Worker** **Drone**
● Female ● Male

➤ Ενηλικίωση

- Βασίλισσες: 16 ημέρες μετά την εκκόλαψη
- Κηφήνες: 24 ημέρες
- Εργάτριες: 21 ημέρες

➤ Γονιμότητα

- 2.000 αβγά/ημέρα
- Μια βασίλισσα ανά αποικία
- Όταν πεθάνει ή σταματήσει να παράγει αβγά, αντικαθίσταται από μια άλλη βασίλισσα



Παρθενογένεση - παραδείγματα



Daphnia

*(small, planktonic
Crustacean)*



Honey bee



Aphid

*(small sap-sucking
insect)*

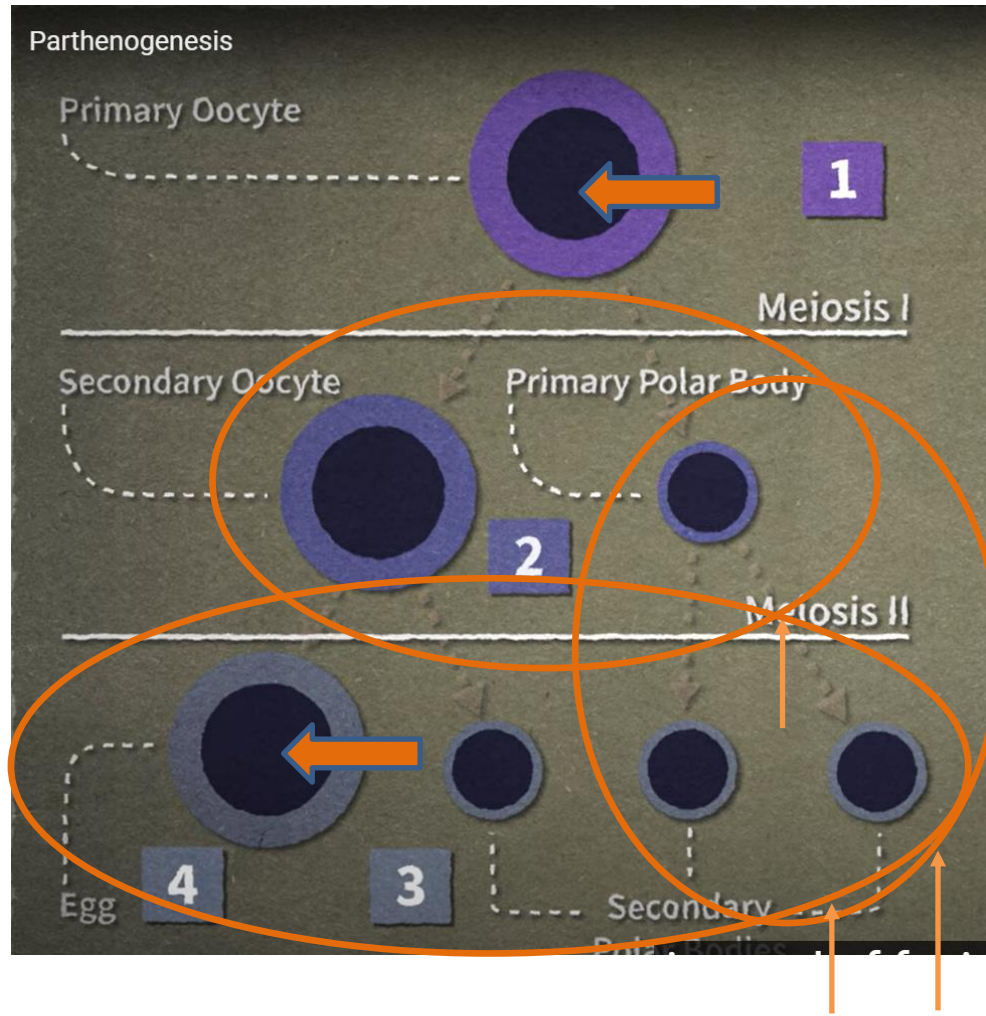


Parthenogenetic
baby Komodo dragon
Chester Zoo, England

<http://www.youtube.com/watch?v=hEoo-6InDA8>

Aphid - Reproduction

ΠΑΡΘΕΝΟΓΕΝΕΣΗ



- Αμειωτική

1. Μιτωτική διαίρεση πρωτογενούς ωοκυττάρου (πριν να ξεκινήσει η 1^η μειωτική διαίρεση, διπλοειδές)

- Μειωτική με αποκατάσταση διπλοειδίας

2. Σύντηξη δευτερογενούς ωοκυττάρου με το πρωτογενές πολικό σωματίο
3. Σύντηξη του ωαρίου με ένα δευτερογενές πολικό σωματίο
4. Το ωάριο ξεκινάει μιτωτική διαίρεση, διπλασιάζει το DNA του αλλά δεν διαιρείται το κύτταρο

Αυτή η διαίρεση δε συμβαίνει στον άνθρωπο

Εργασία

Αναπαραγωγή σαύρας Komodo Dragon

Ερμαφροδιτισμός

- Μόνοικοι οργανισμοί
- Διαθέτουν τόσο αρσενικά όσο και θηλυκά αναπαραγωγικά όργανα στο ίδιο άτομο
- Το ίδιο άτομο ωριμάζει τόσο ως ♀ όσο και ως ♂
την **ίδια (σύγχρονα ερμαφρόδιτα)** ή
διαφορετική χρονική περίοδο
- **Ετερογονιμοποίηση ή αυτογονιμοποίηση** (δεν προτιμάται)
- Υδρόζωα, πλατυέλμινθες, δακτυλιοσκόληκες, θυσσανόποδα, καρκινοειδή, πνευμονοφόρα γαστερόποδα, ψάρια

- Σύγχρονα ερμαφρόδιτα

- Πρώτανδρα

- Πρωτόγυνα



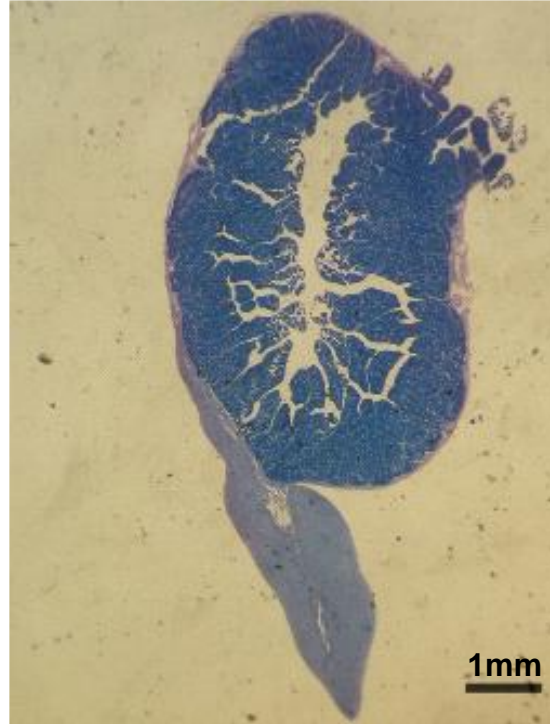
Αναστροφή του φύλου



Mangrove killifish, *Kryptolebias marmoratus*

(Σύγχρονα ερμαφρόδιτα που αυτογονιμοποιούνται)

Το παράδειγμα της τσιπούρας, *Sparus aurata*

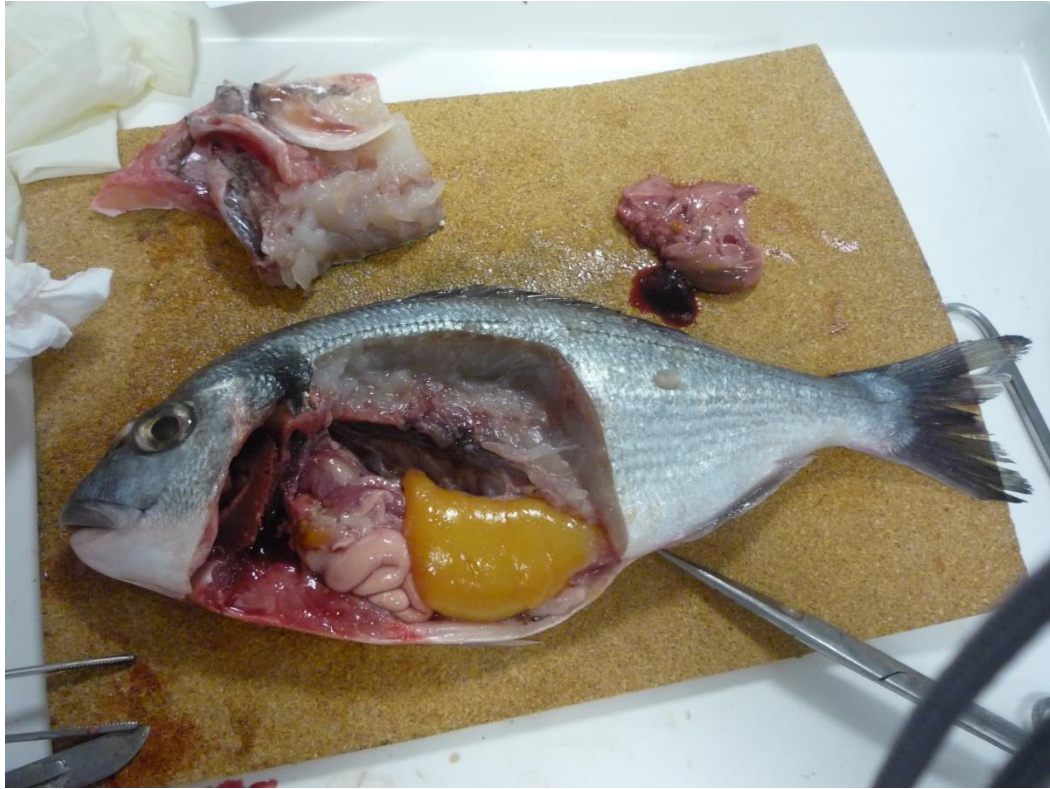


(Πηγή: Κ. Αποστολάκη, 2007)





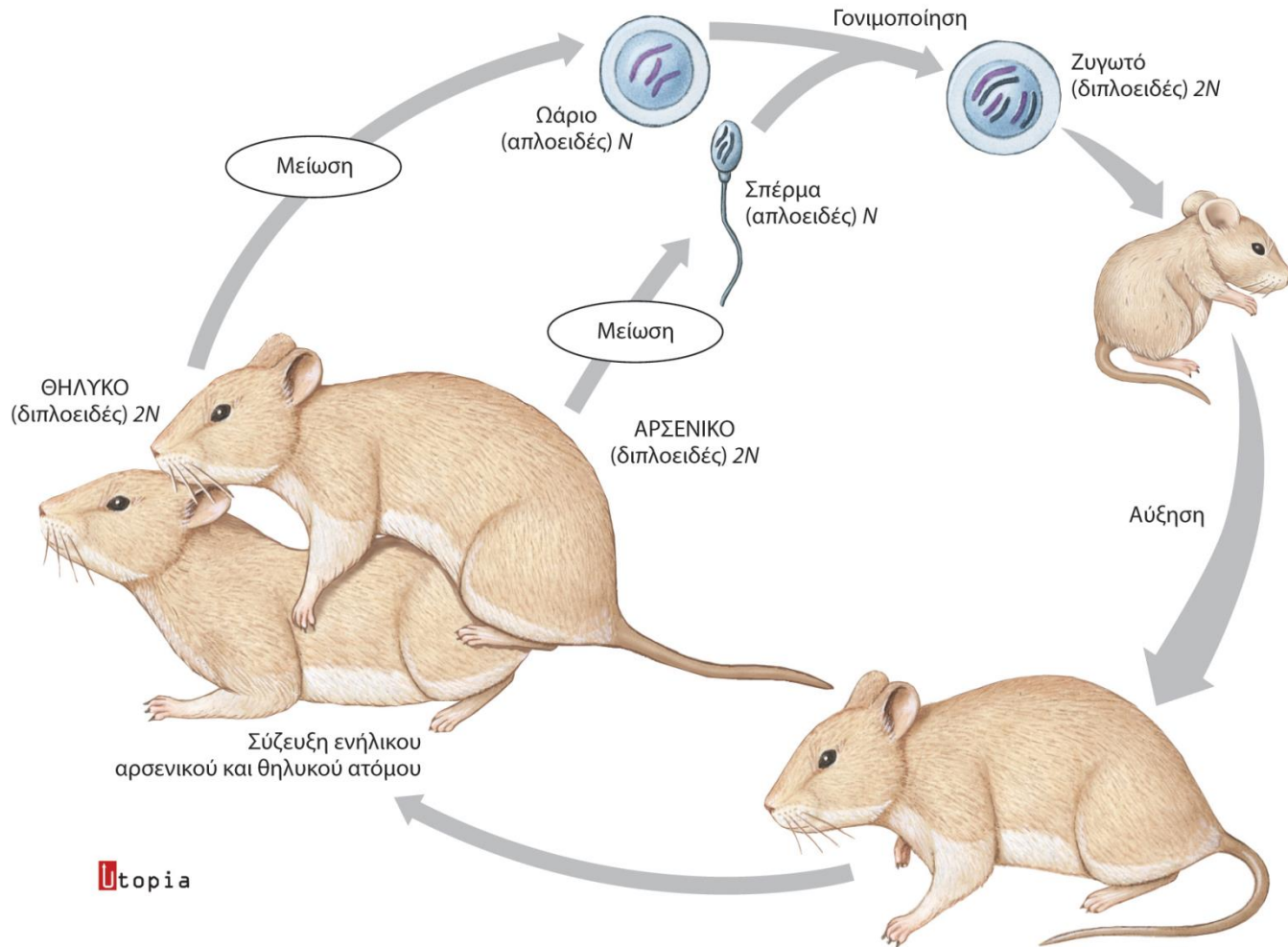




Αμφιγονική Αναπαραγωγή

- **Δίοικοι (γονοχωριστικοί) οργανισμοί**
- Ο κάθε γονέας έχει το δικό του σύστημα αναπαραγωγής & παράγει **μόνο ένα είδος γαμετικών κυττάρων**, ωάριο ή σπερματοζωάριο
- Η δημιουργία απογόνων γίνεται μετά από την **ένωση γαμετών** που προέρχονται από δύο γενετικά διαφορετικά άτομα
- Ασπόνδυλα, σπονδυλωτά

Κύκλος Ζωής Εγγενώς Αναπαραγόμενων Οργανισμών



Αμφιγονική vs. Αγενούς Αναπαραγωγής

(-) 1. Υψηλό κόστος σε ενέργεια

<https://youtu.be/O8aZjx5VWcE?si=uAZ-eKfCgGJZXQt9>

2. Υψηλό κόστος σε χρόνο

3. Υψηλό βιολογικό κόστος

→ «κόστος της μείωσης»

→ δημιουργία ♂ πολλά από τα οποία δεν αναπαράγονται επιτυχώς

→ μικρός αριθμός απογόνων

4. Πολύπλοκη σεξουαλική συμπεριφορά

<https://youtu.be/EsiHoVhzueM?si=0xVJluY9g5XOQJ8G>

(+) Ποικιλομορφία (μέσω της ανακατάταξης & του ανασυνδυασμού του γονιδιώματος)

