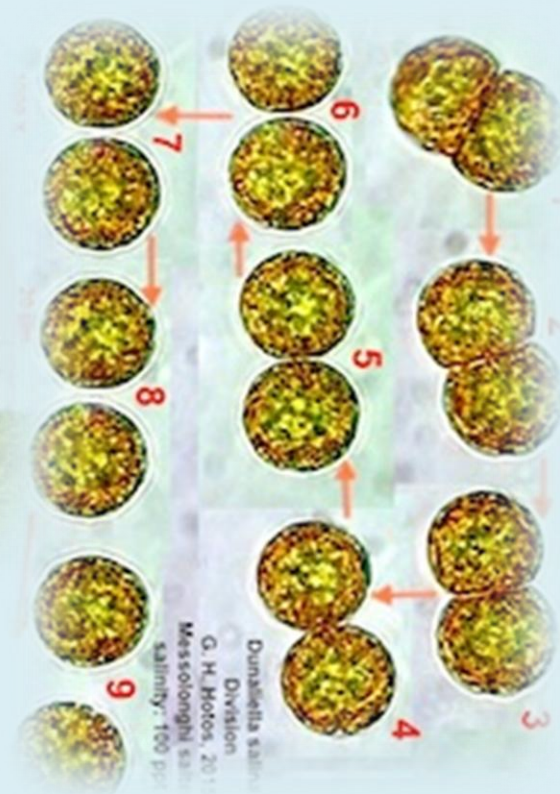
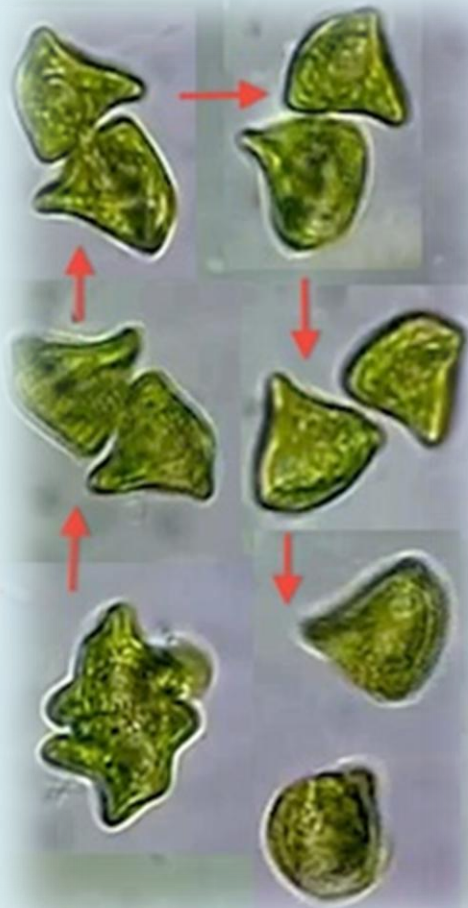


Φυκολογία - ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΦΥΚΩΝ

«Πρωταρχικό μέλημα στη μελέτη της βιολογίας των φυκών είναι η κατανόηση των αναπαραγωγικών στρατηγικών τους, και είναι πολλές και ποικίλες αυτές»

Βλαστική, αγενής και εγγενής αναπαραγωγή των φυκών



Γεώργιος Ν. Χώτος
Καθηγητής



Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας

Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών
Εργαστήριο Καλλιέργειας Πλαγκτού

Μεσολόγγι, Νοέμβριος 2018

Αναπαραγωγή των φυκών

Διακρίνονται **3 τρόποι** πολλαπλασιασμού:

1. Βλαστητικώς:

- Με διαίρεση του κυττάρου στα μονοκύτταρα φύκη
- Με κατάτμηση του θαλλού
- Με ορμογόνια (μόνο στα κυανοβακτήρια)
- Με αποκοπή τυχαίων διακλαδώσεων του θαλλού
- Με βολβοειδή αναπτύγματα (μόνο στα *Charales*)
- Με αστεροειδή αμυλώδη κύτταρα (μόνο στα *Charales*)
- Με εκβλαστήματα

2. Αγενώς:

- Με σπόρια (ζωοσπόρια, απλανοσπόρια, τετρασπόρια, εξωσπόρια, ενδοσπόρια, ακινήτες)

3. Εγγενώς:

Ανάλογα με τη δομή, τη φυσιολογική συμπεριφορά και την πολυπλοκότητα των αναπαραγωγικών οργάνων (γαμετών) διακρίνονται 5 τύποι εγγενούς αναπαραγωγής:

- Αυτογαμία -Ανισογαμία -Ωογαμία
- Ολογαμία -Ισογαμία

Αναπαραγωγή των φυκών – Τύποι κύκλων ζωής

Παρόμοια με τους άλλους οργανισμούς, τα φύκη χαρακτηρίζονται από αύξηση και ανάπτυξη με διάφορα διακριτά κυτταρολογικά και μορφολογικά στάδια. Η αλληλουχία αυτών των καθορισμένης σειράς σταδίων καλείται **Κύκλος Ζωής** (Life Cycle).

Ο κύκλος ζωής είναι **ιδιαίτερα εμφανής**, πλέον παραστατικός και κατανοητός στην **εγγενή αναπαραγωγή** των φυκών όπου χαρακτηρίζεται από διάφορες φάσεις και γεγονότα με καθορισμένη σειρά διαδοχής το ένα μετά το άλλο και κατά τον οποίο ο **διπλοειδής ζυγώτης** που προκύπτει από την ένωση ή γονιμοποίηση δύο απλοειδών γαμετών (συνήθως σπέρμα και ωά), αναπτύσσεται είτε σε απλοειδή **θαλλό-γαμετόφυτο** (μετά από μείωση), είτε σε **θαλλό-σποριόφυτο** (χωρίς μείωση).

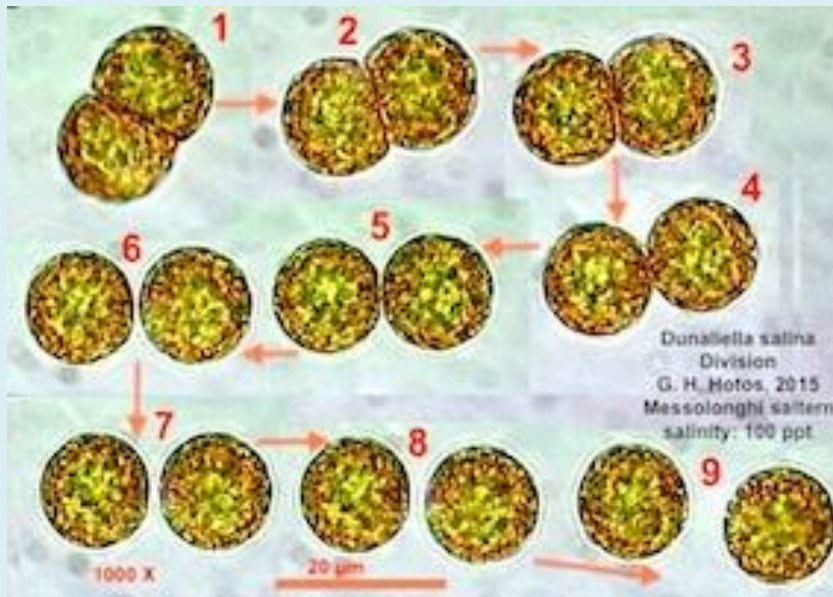
Παράλληλα με την παραπάνω αλληλουχία της εγγενούς αναπαραγωγής, σε πολλά είδη (κυρίως μακροφυτικά) συμβαίνει ενίοτε και **αγενής αναπαραγωγή** με παραγωγή **σπορίων** (συνήθως) τα οποία αναπτύσσονται σε νέο πανομοιότυπο θαλλό (γαμετόφυτο ή σποριόφυτο ανάλογα με τον τύπο θαλλού που παρήγαγε τα σπόρια).

Ανάλογα με την ύπαρξη απλοειδούς (N) ή διπλοειδούς (2N) θαλλού, ή εναλλαγής και των δύο μορφών, η εγγενής αναπαραγωγή των φυκών διακρίνεται σε 5 τύπους:

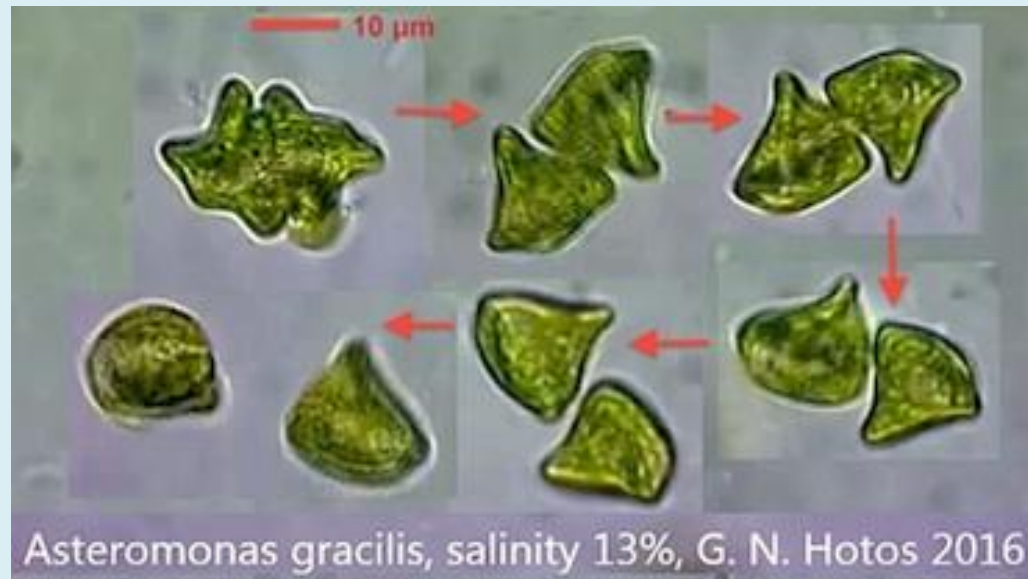
1. **Απλοειδής κύκλος ζωής (μόνο γαμετόφυτο-N)**
2. **Διπλοειδής κύκλος ζωής (μόνο σποριόφυτο-2N)**
3. **Απλο-διπλοειδής, εναλλαγή γενεών**
4. **Απλο-βιοτικός κύκλος ζωής, εναλλαγή γενεών**
5. **Απλο-διπλο-βιοτικός κύκλος ζωής, εναλλαγή γενεών**

Βλαστητική αναπαραγωγή των φυκών Διαίρεση του κυττάρου

Ευκαρυωτικά μικροφύκη
Μονοκύτταρα – πλαγκτονικά - μονήρη



Dunaliella salina



Asteromonas gracilis

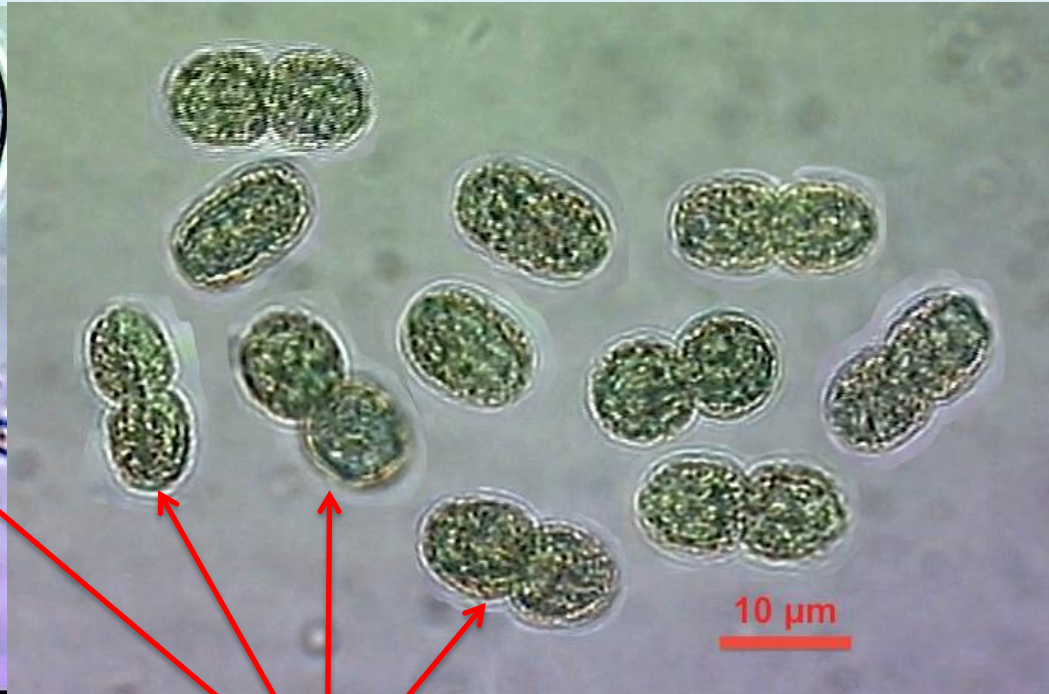
Βλαστητική αναπαραγωγή των φυκών Διαίρεση του κυττάρου

Κυανοβακτήρια

Μονοκύτταρα – πλαγκτονικά - μονήρη



Χλωροφύκος *Tetraselmis marina*



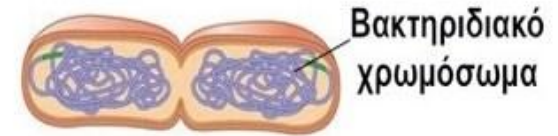
Κοκκοειδή κυανοβακτήρια σε διαίρεση

Βλαστική Αναπαραγωγή των φυκών (κυανοβακτήρια & ευκαρυωτικά)

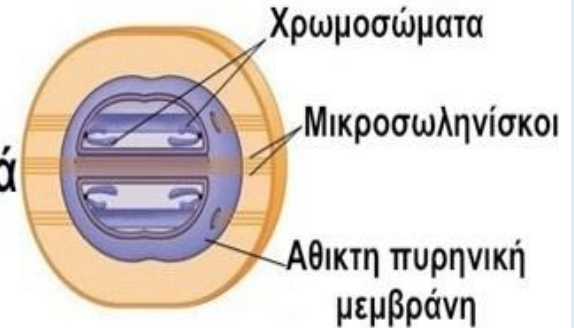
Αγενής- διαίρεση του κυττάρου-τύποι μίτωσης

Διαδική κυτταρική σχάση στους προκαρυώτες	
<p>1</p> <p>Η αντιγραφή του κυκλικού προκαρυωτικού χρωμοσώματος αρχίζει από το εναρκτήριο σημείο αντιγραφής και συνεχίζει αμέσως προς αμφότερες τις κατευθύνσεις.</p>	
<p>2</p> <p>Το κύτταρο αρχίζει να επιμηκύνεται. Οι πρωτεΐνες FtsZ μεταναστεύουν προς το μέσον του κυττάρου.</p>	
<p>3</p> <p>Τα θυγατρικά χρωμοσώματα διαχωρίζονται και συνεχίζουν να απομακρύνονται το ένα από το άλλο προς τα αντίθετα άκρα του κυττάρου. Οι πρωτεΐνες FtsZ σχηματίζουν δακτύλιο περιφερειακά του μέσου του κυττάρου ανάμεσα στα χρωμοσώματα.</p>	
<p>4</p> <p>Ο δακτύλιος FtsZ κατευθύνει το σχηματισμό ενός διαφράγματος που διαιρεί στα δύο το μητρικό κύτταρο. Αρχίζει η συσσώρευση ύλης πλασματικής μεμβράνης και τοιχώματος.</p>	
<p>5</p> <p>Αφού σχηματιστεί το διάφραγμα, το κύτταρο διαχωρίζεται στα δύο σχηματίζοντας δύο θυγατρικά κύτταρα. Οι πρωτεΐνες FtsZ διασκορπίζονται στο κυτταρόπλασμα των θυγατρικών κυττάρων.</p>	

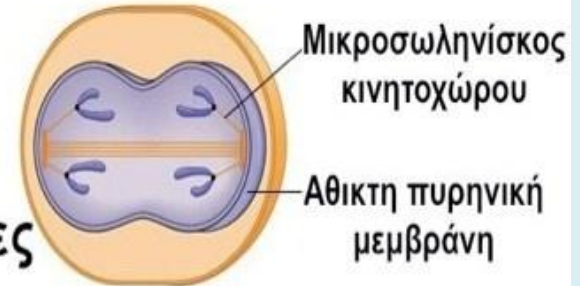
1) Βακτήρια



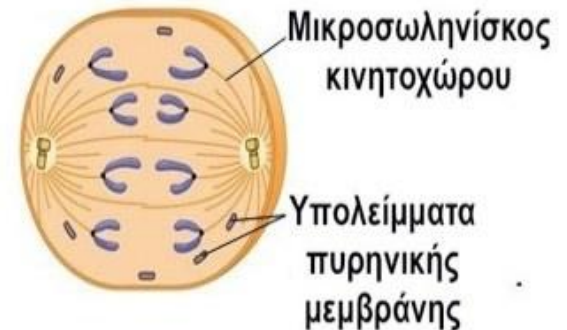
2) Δινομαστιγωτά



3) Διάτομα και μερικοί μύκητες



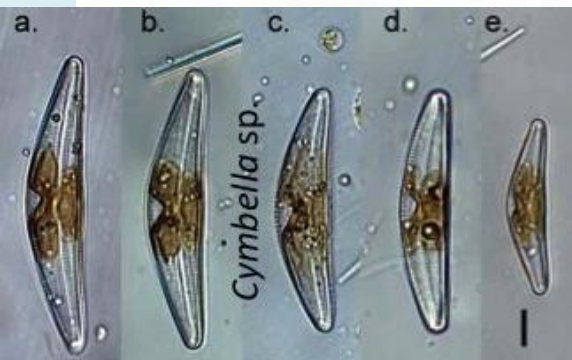
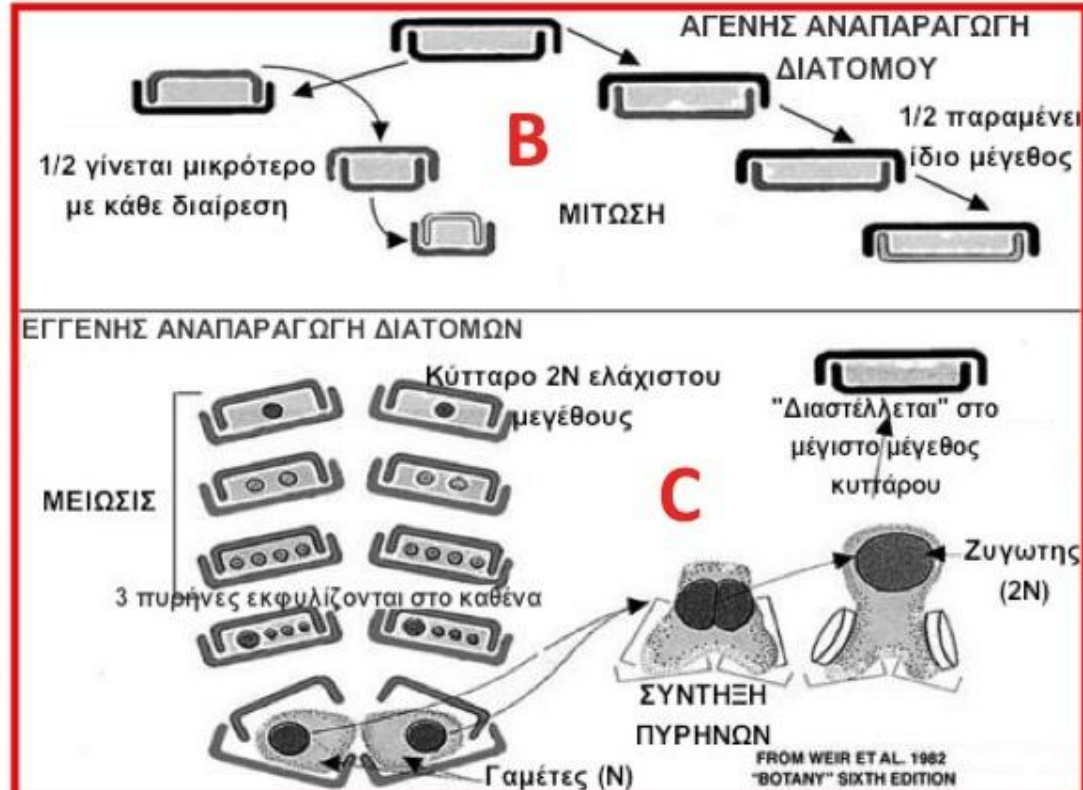
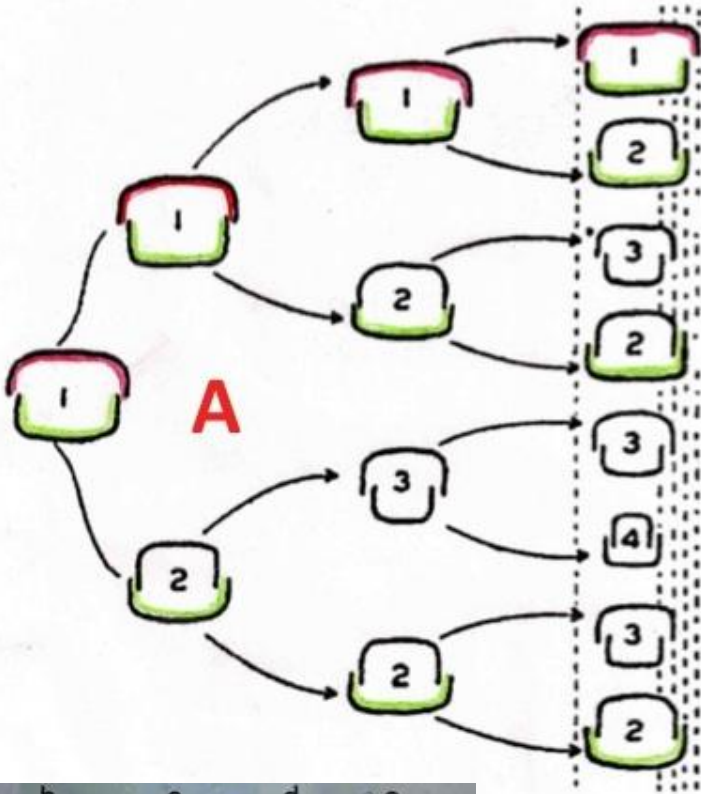
4) Πλειονότητα ευκαρυωτών



Αναπαραγωγή των φυκών

Βλαστητική- διαίρεση του κυττάρου & εγγενής (γαμεταγγειογαμία)
 Μικροφύκη - μονοκύτταρα – πλαγκτονικά – μονήρη-πτεροειδή διάτομα

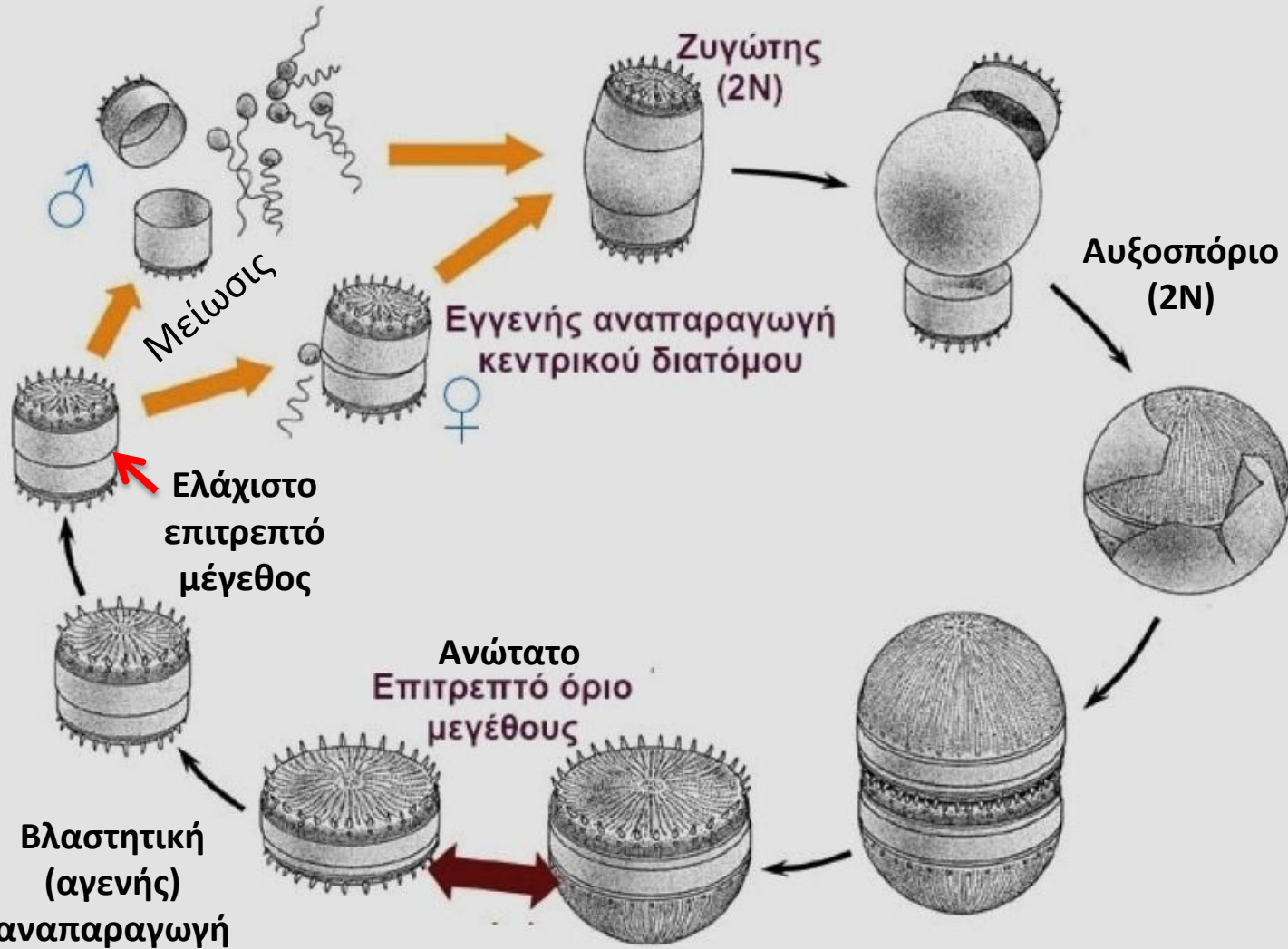
ΠΤΕΡΟΕΙΔΗ ΔΙΑΤΟΜΑ



Στα πτεροειδή διάτομα κατά την κυτταρική διαίρεση διαχωρίζονται η επιθήκη με την υποθήκη και η κάθε μία λειτουργεί ως επιθήκη σχηματίζοντας νέα υποθήκη στο κάθε θυγατρικό κύτταρο. Ετσι βαθμιαία στον πληθυσμό συσσωρεύονται **όλο και μικρότερα κύτταρα**. Σε κάποιο **ελάχιστο μέγεθος** ενεργοποιείται η **εγγενής αναπαραγωγή** και ξανασηματίζονται κύτταρα κανονικού μεγέθους.

Αναπαραγωγή των φυκών

Μικροφύκη - μονοκύτταρα-πλαγκτονικά- Κεντρικά διάτομα Βλαστητική & εγγενής-(γαμέτες-ωογαμία-ζυγώτης-αυξοσπόριο)



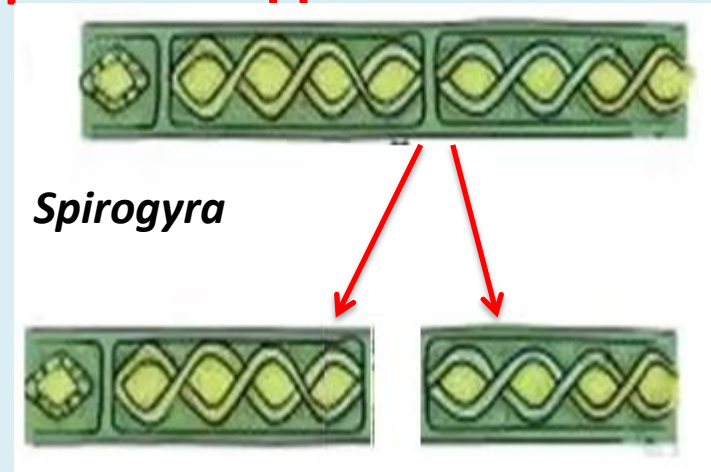
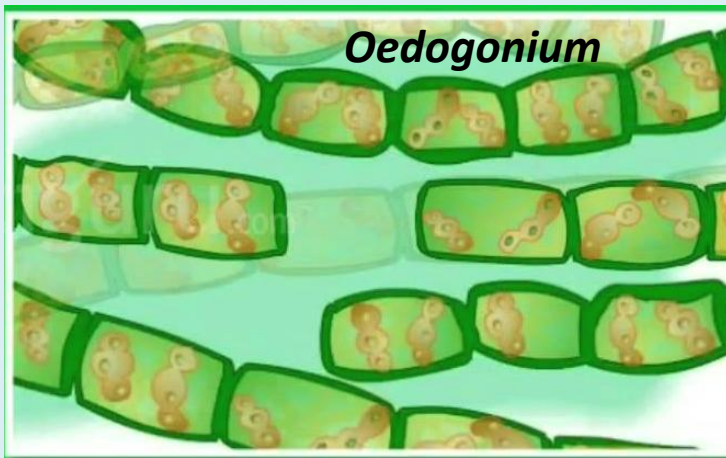
ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΔΙΑΤΟΜΑ Ωογαμία

Στα κεντρικά διάτομα (centric diatoms) σε αντίθεση με τα πτεροειδή διάτομα (pennate diatoms) η εγγενής αναπαραγωγή συνίσταται στη δημιουργία πραγματικών γαμετών (μονο-μαστιγωτών σπερματοζωιδίων και μη μαστιγωτών ωαρίων) οι οποίοι συζευγνύονται. Στα πτεροειδή διάτομα η εγγενής αναπαραγωγή γίνεται με ένωση των πυρήνων (και των πρωτοπλάσμάτων) δύο κυττάρων (γαμεταγγειογαμία)

Βλασθητική αναπαραγωγή των φυκών

Κατάτμηση του θαλλού

Ευκαρυωτικά μικροφύκη και κυανοβακτήρια
Πολυκύτταρα – νηματοιειδή πλαγκτονικά ή βενθικά

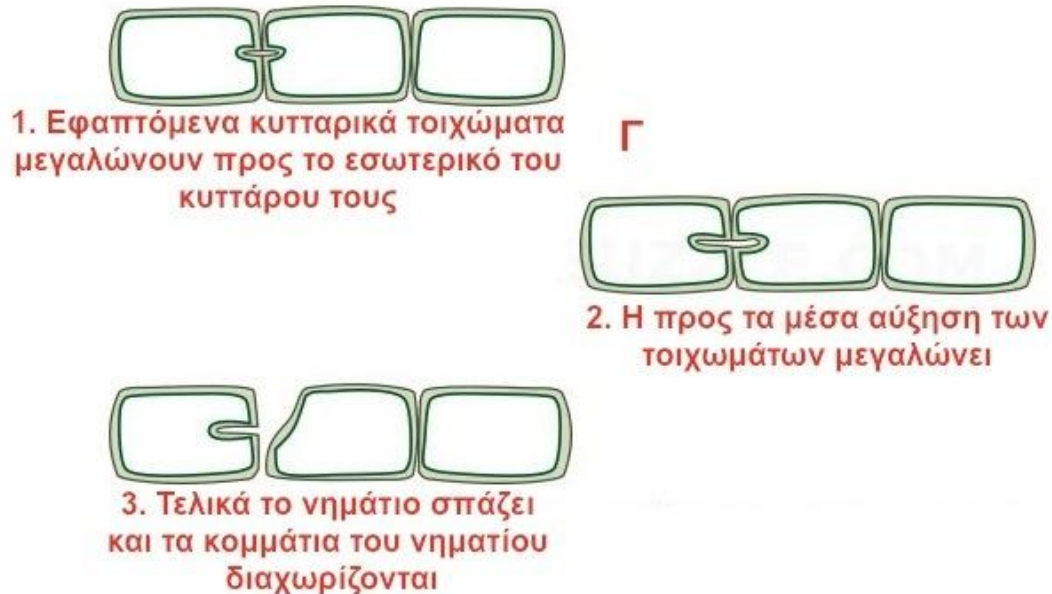
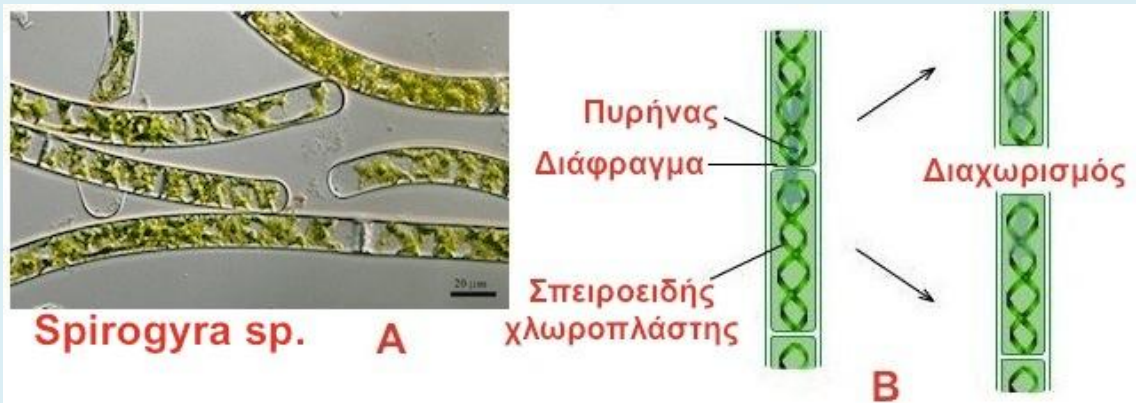


Στα **νηματοειδή** πολυκύτταρα ευκαρυωτικά φύκη και στα κυανοβακτήρια, ο θαλλός μπορεί να σπάει σε **κομμάτια** πολυκύτταρων τμημάτων, το καθένα από τα οποία αναπτύσσεται σε νέο θαλλό.

Η θραύση μπορεί να είναι είτε τυχαία σε οποιοδήποτε σημείο, είτε σε σημεία μεταξύ γειτονικών κυττάρων όπου σχηματίζονται **διαφράγματα** ή **δίσκοι διαχωρισμού**, είτε λόγω μηχανικής καταπόνησης, είτε λόγω κάποιας κάκωσης σε ορισμένο σημείο. Η κατάτμηση του θαλλού απαντάται συχνότερα στα είδη *Spirogyra*, *Ulothrix*, *Oedogonium*, *Zygnema*, *Cylindrocapsa* (κυανοβακτήριο).

Βλαστική αναπαραγωγή των φυκών Κατάτμηση του θαλλού

Ευκαρυωτικά μικροφύκη και κυανοβακτήρια
Πολυκύτταρα – νηματοιειδή πλαγκτονικά ή βενθικά

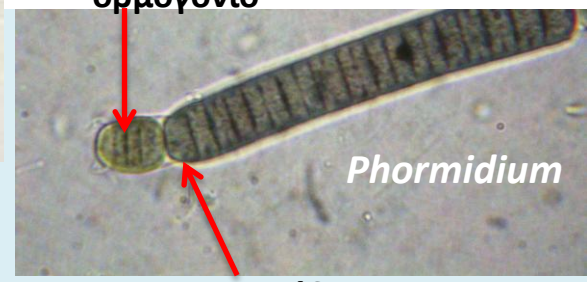
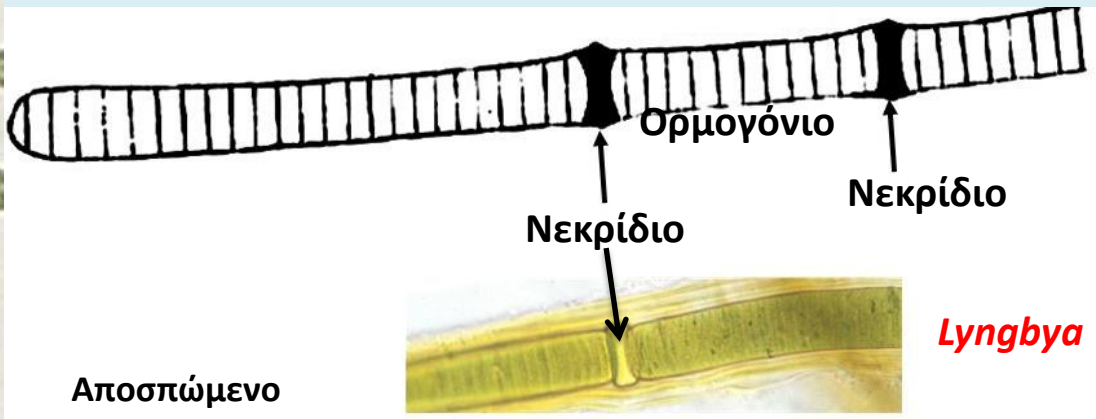
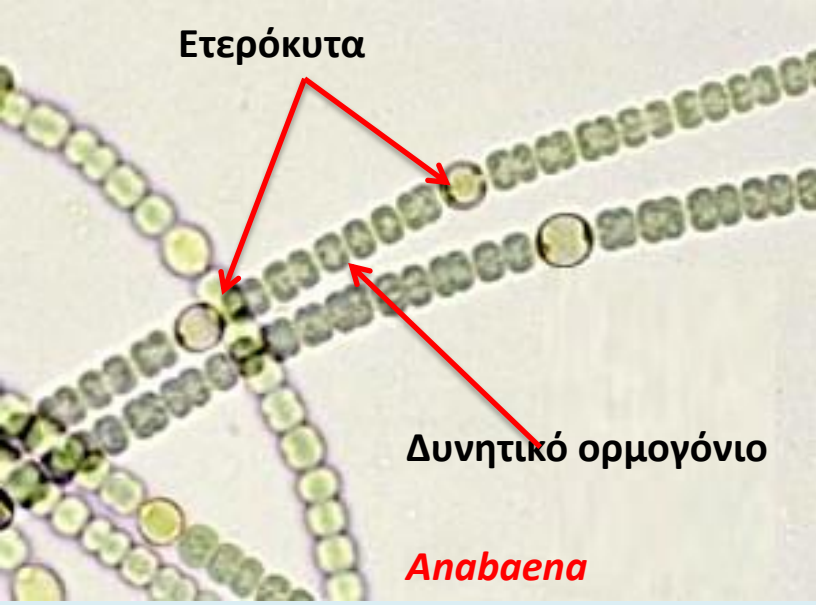


Βλαστητική αναπαραγωγή των φυκών - Ορμογόνια

Προκαρυωτικά μικροφύκη (κυανοβακτήρια)

Πολυκύτταρα – νηματοειδή πλαγκτονικά ή βενθικά

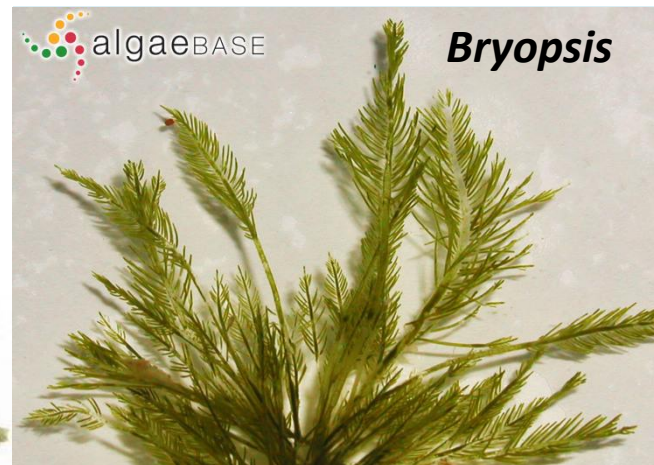
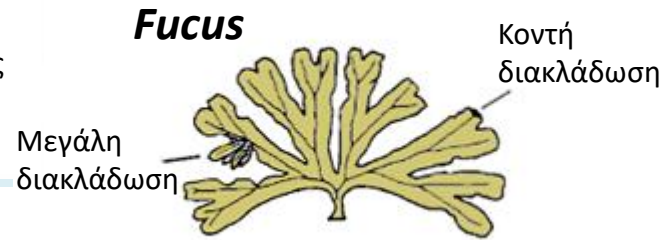
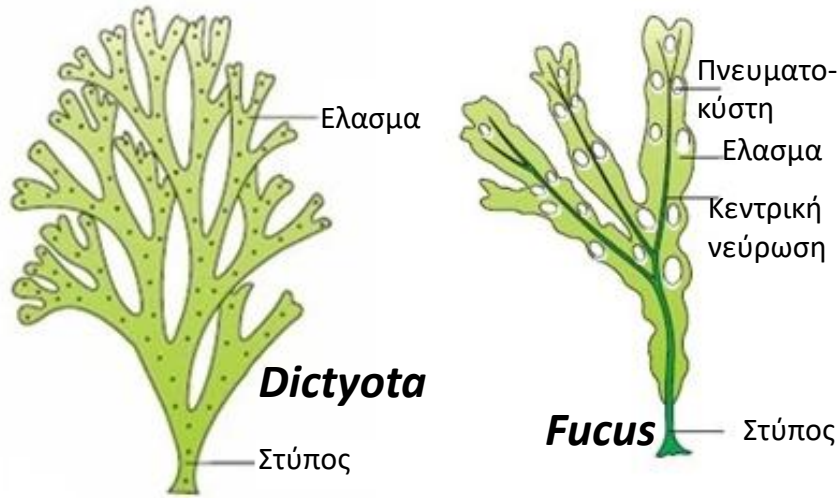
Τα περισσότερα είδη από τα νηματοειδή κυανοβακτήρια μπορούν να πολλαπλασιαστούν και με τη διαδικασία παραγωγής **ορμογονίων**. Τα ορμογόνια είναι κομμάτια του θαλλού (νήματος) τα οποία αποσπώνται με θραύση του νηματοειδούς θαλλού και κατόπιν με πολλαπλασιασμό των κυττάρων του θραύσματος επιμηκύνονται δημιουργώντας νέο κυανοβακτηριακό νημάτιο. Τα σημεία θραύσης του μητρικού θαλλού καθορίζονται από νεκρωμένα κύτταρα (**νεκρίδια** ή δίσκοι **διαχωρισμού**). Επίσης καθορίζονται από τα όρια του νήματος μεταξύ δύο **ετερόκυτων** (ειδικώς διαμορφωμένα κύτταρα του νήματος που επιτελούν αζωτοδέσμευση).



Βλαστική αναπαραγωγή των φυκών Αποκοπή διακλαδώσεων του θαλλού

Ευκαρυωτικά μακροφύκη - πολυκύτταρα – βενθικά

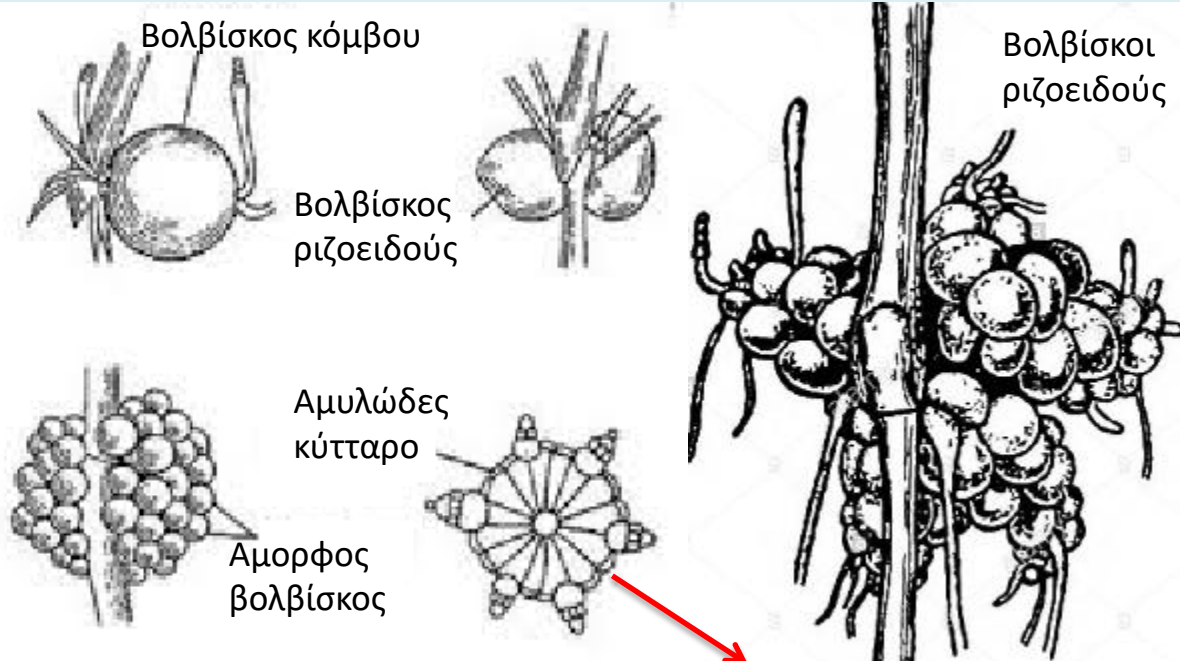
Σε διάφορα μακροφύκη ο ευμεγέθης θαλλός τους δημιουργεί **διακλαδώσεις** οι οποίες όταν αποκοπούν μπορούν να δώσουν νέο θαλλό (π.χ. στα *Fucus* sp., *Dictyota* sp.). Στο *Chara* ειδικά νέες διακλαδώσεις δημιουργούνται μεταξύ των κόμβων του θαλλού.



Βλαστητική αναπαραγωγή των φυκών

Βολβοειδή αναπτύγματα και αστεροειδή αμυλώδη κύτταρα στα χαροειδή χλωροφύκη

Ευκαρυωτικά μακροφύκη - πολυκύτταρα – βενθικά



Στα χαροειδή (Charales) χλωροφύκη (*Chara*, *Nitella*, κ.λπ.) αναπτύσσονται είτε στο ριζοειδές τους είτε στους κατώτερους κόμβους των βολβοειδή εξογκώματα (βολβίσκοι) ή/και πλούσια σε άμυλο αστεροειδή κύτταρα. Όταν αυτά τα εξωαναπτύγματα αποσπασθούν από το μητρικό θαλλό αναπτύσσονται σε νέο θαλλό.

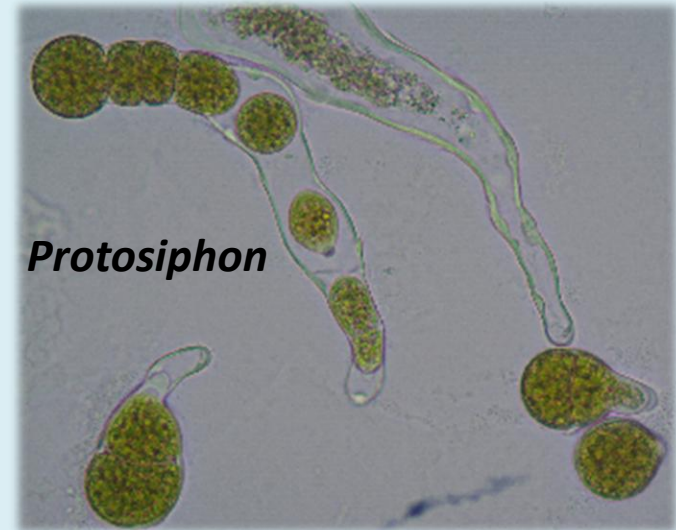


Αμυλώδες κύτταρο



Βλαστική αναπαραγωγή των φυκών Εκβλαστήματα του θαλλού

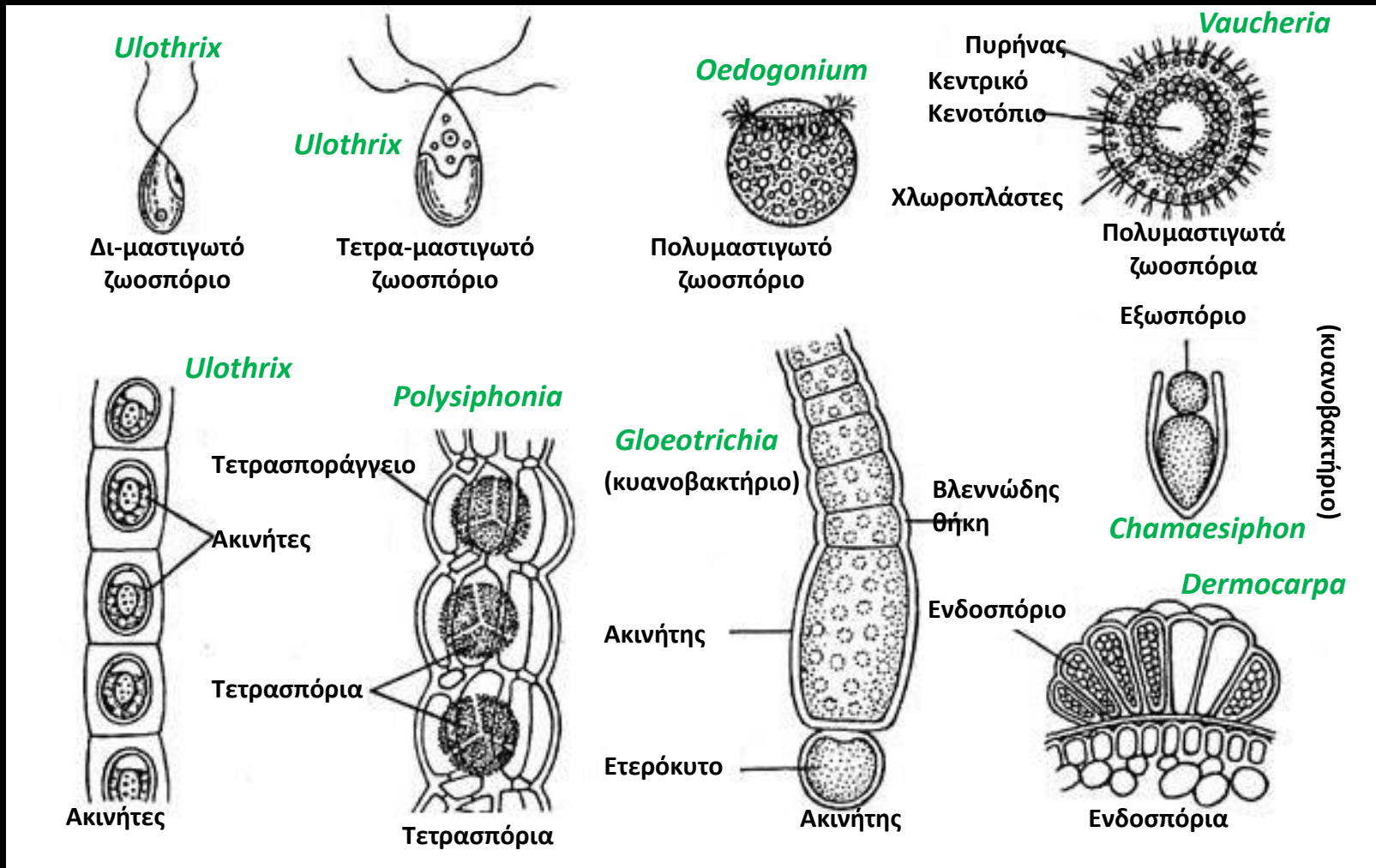
Ευκαρυωτικά μακροφύκη
Πολυκύτταρα – νηματοιειδή επιφυτικά ή βενθικά



Σε διάφορα νηματοιειδή μακροφύκη δημιουργούνται **εκβλαστήματα** από τον νηματοιειδή θαλλό τα οποία κατόπιν διαχωριζόμενα από αυτόν δημιουργούν νέο θαλλό. Παραδείγματα: *Stigonema*, *Protosiphon*.

Αγενής αναπαραγωγή των φυκών - Σποριογένεση

Ευκαρυωτικά μικροφύκη & μακροφύκη

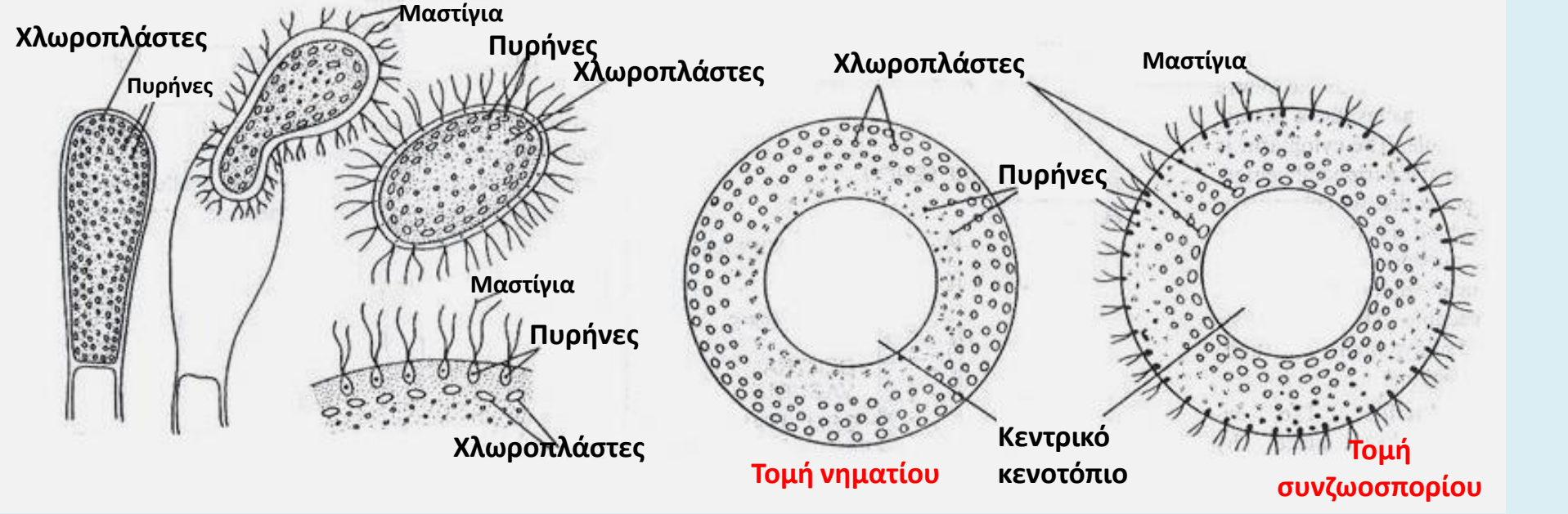
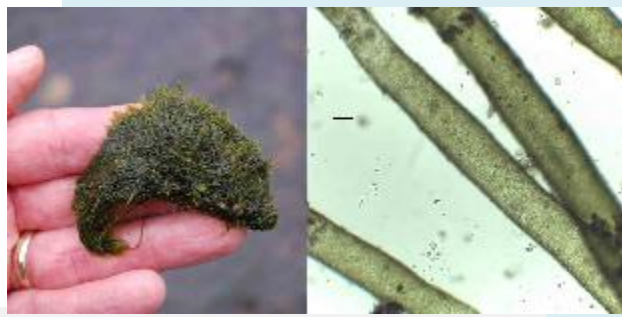
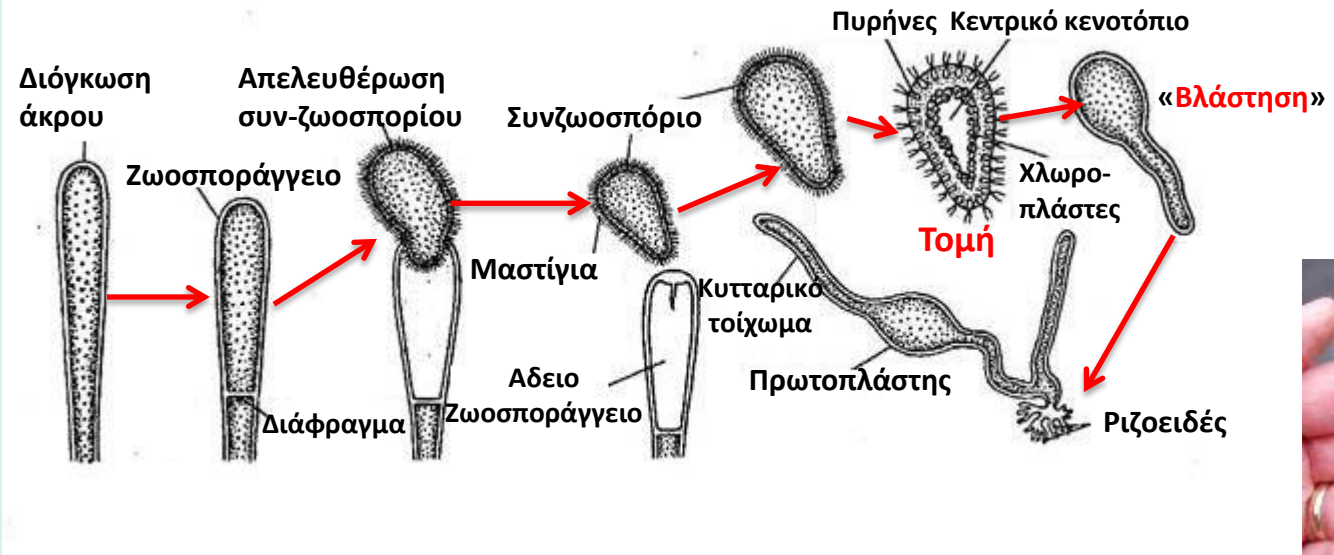


Η αγενής αναπαραγωγή στα φύκη εμπλέκει το σχηματισμό ορισμένων τύπων σπορίων με ή χωρίς κυτταρικό τοίχωμα. Πρόκειται για μια διαδικασία ανανέωσης του μητρικού πρωτοπλάσματος χωρίς σύντηξη γαμετών. Κάθε σπόριο «βλαστάνει» σε νέο θαλλό. Δεν υπάρχει εναλλαγή γενεών.

Αγενής αναπαραγωγή των φυκών – Σποριογένεση-συν-ζωοσπóρια

Η περίπτωση της *Vaucheria* (ετεροκοντόφυτα – Χανθορφυσεα)

Παραγωγή πολυμαστιγωτού συνκυτιακού ζωοσπορίου (συνζωοσπόριο) στη *Vaucheria*

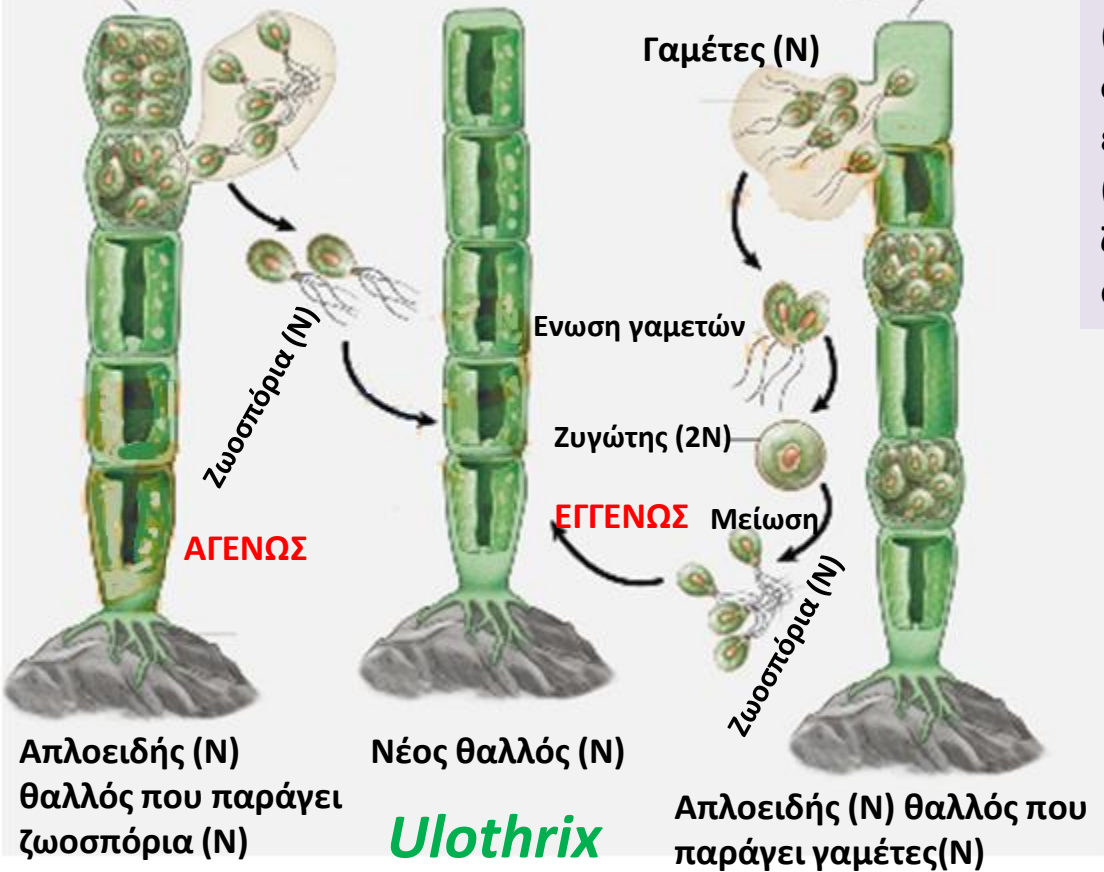


Αγενής αναπαραγωγή των φυκών – Σποριογένεση – Ζωοσπόρια-απλανοσπόρια-ακινήτες-παλμελοσπόρια

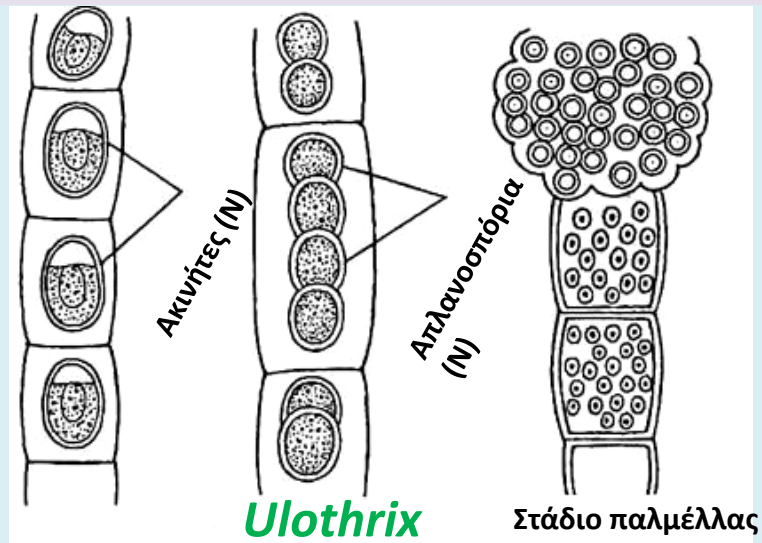
Ευκαρυωτικά μικροφύκη & μακροφύκη

Ζωοσποράγγειο

Γαμετάγγειο



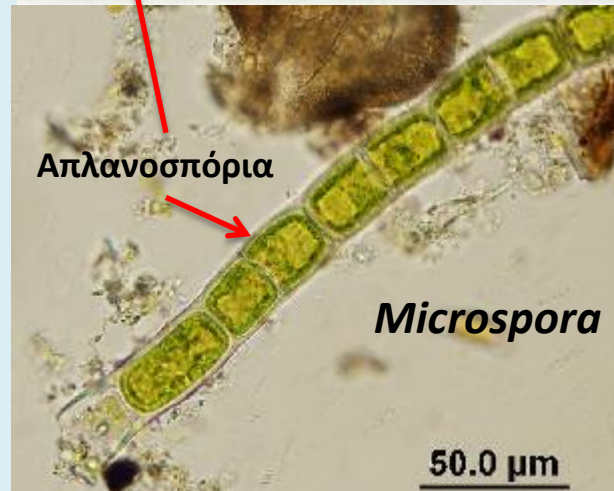
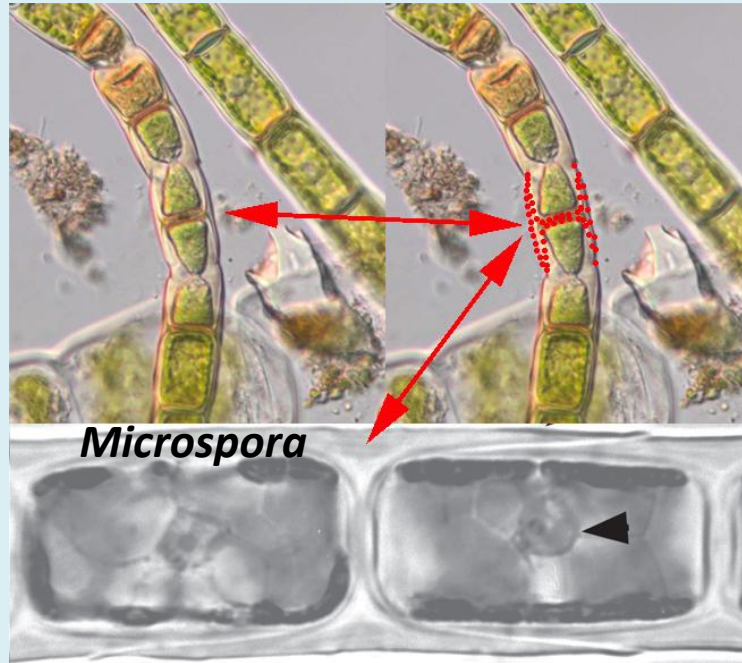
Το *Ulothrix* αναπαράγεται εγγενώς με παραγωγή δι-μαστιγιωτών γαμετών (+/θηλυκού, -/αρσενικού τύπου) από διαφορετικούς θαλλούς (δίοικο είδος), η ένωση των οποίων δημιουργεί τον ζυγώτη (2N) ο οποίος με μείωση παράγει 4 απλοειδή ζωοσπόρια τα οποία κατόπιν αναπτύσσονται σε (+) ή (-) νέο θαλλό.



Πολλά είδη φυκών μπορούν να πολλαπλασιαστούν είτε αγενώς είτε εγγενώς με ποικιλία μεθόδων. Ένα καλό παράδειγμα είναι το χλωροφύκος *Ulothrix* το οποίο όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές αναπαράγεται αγενώς με τετρα-μαστιγιωτά ζωοσπόρια παραγόμενα με μιτώσεις σε βλαστητικά κύτταρα διαμορφωμένα σε ζωοσποράγγεια ή όταν οι συνθήκες χειροτερέψουν με άνευ μαστιγίων απλανοσπόρια ή με παχέως κυτταρικού τοιχώματος ακινήτες ή με περιβαλλόμενα από βλέννα πολλά απλανοσπόρια δημιουργώντας μια ζελατινώδη μάζα την παλμέλλα.

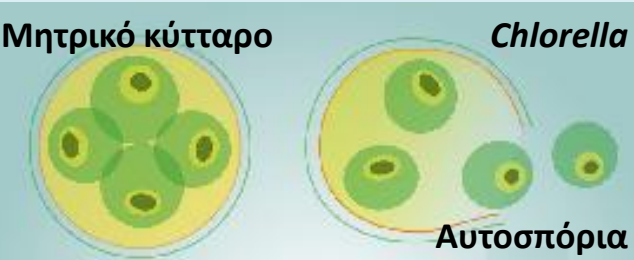
Αγενής αναπαραγωγή των φυκών – Σποριογένεση - απλανοσπόρια

Ευκαρυωτικά μακροφύκη



Τα **απλανοσπόρια** είναι σπόρια **χωρίς μαστίγια** τα οποία σχηματίζονται είτε ατομικώς από την κατάλληλη μετατροπή του πρωτοπλάσματος ενός βλαστητικού κυττάρου (π.χ. *Microspora*), είτε μαζικώς από πολλαπλές διαιρέσεις ενός βλαστητικού κυττάρου που σχηματίζει ένα **σποριάγγιο** με πολλά απλανοσπόρια (π.χ. *Oedogonium*). Τα απλανοσπόρια δημιουργούνται όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος **χειροτερεύουν** και ιδιαίτερα σε περιόδους **ξηρασίας**. Αλλωστε η δημιουργία απλανοσπορίων είναι συχνή σε ημι-υδατικά φύκη.

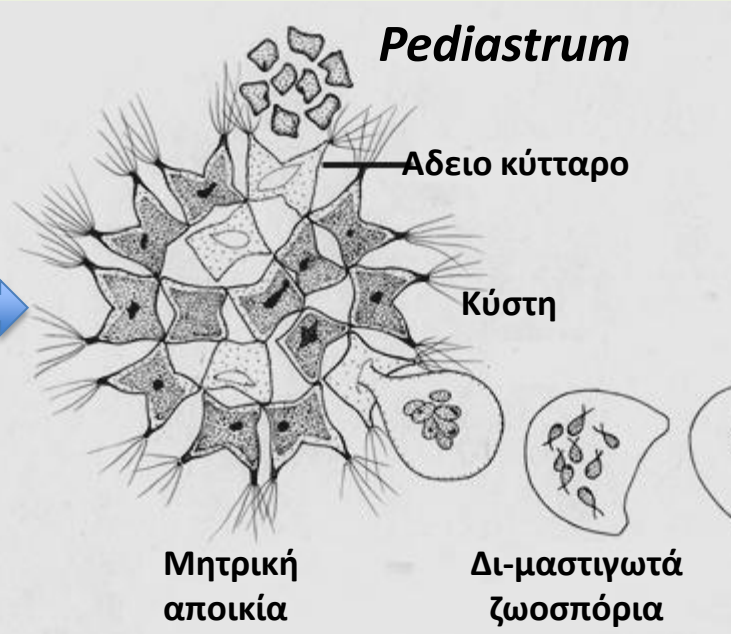
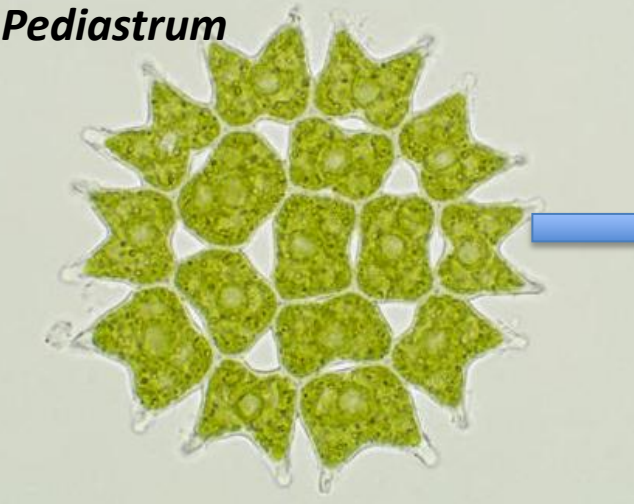
Αγενής αναπαραγωγή των φυκών – Σποριογένεση – Απλανοσπόρια (αυτοσπόρια-υπνοσπόρια) **Ευκαρυωτικά-μονοκύτταρα - αποικιακά**



Τα απλανοσπόρια που είναι παρόμοια με το μητρικό κύτταρο καλούνται **αυτοσπόρια** (π.χ. *Chlorella*, *Scenedesmus*). Απλανοσπόρια με **παχυμένο το κυτταρικό τους τοίχωμα** και με **άφθονα αποθέματα θρεπτικών συστατικών** καλούνται **υπνοσπόρια** (π.χ. *Pediastrum*, *Sphaerella*).

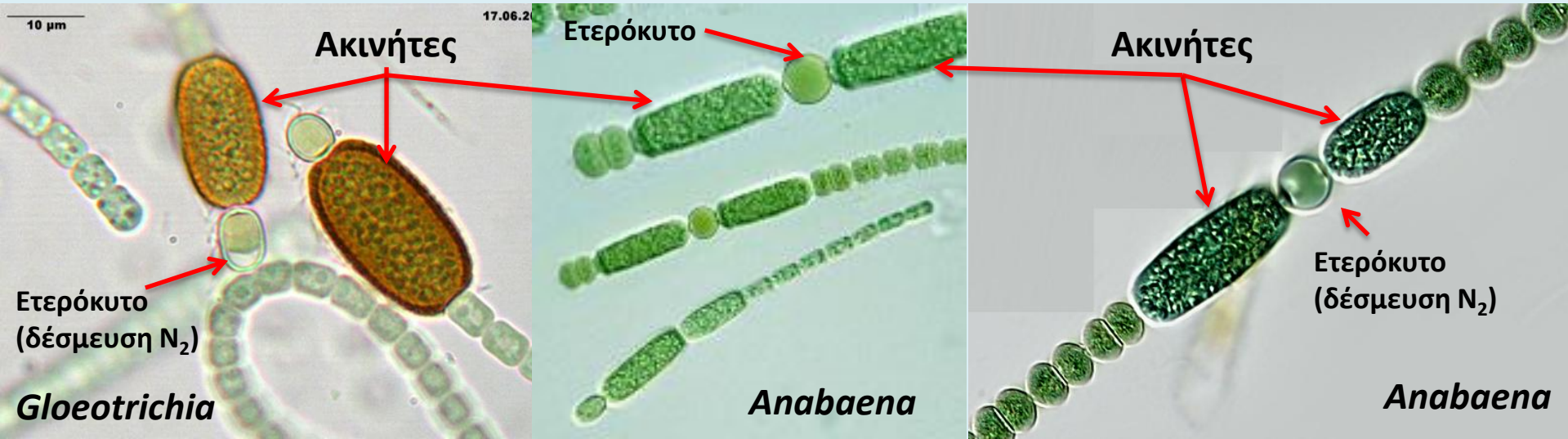


Τα υπνοσπόρια ειδικά σχηματίζονται με το σκοπό να αντέξουν επερχόμενη περίοδο ξηρασίας (αφυδάτωσης). Όταν οι συνθήκες ξαναγίνουν καλές τα υπνοσπόρια είτε «βλαστάνουν» σε νέο θαλλό, είτε ο πρωτοπλάστης τους σχηματίζει ζωοσπόρια. Αντίθετα, στο **χιόνι** το κόκκινο χρώμα χαρακτηρίζει και τα υπνοσπόρια της *Chlamydomonas rivalis* λόγω μεγάλης συσσώρευσης χρωστικής αίμης στο κυτταρικό τους τοίχωμα.



Αγενής αναπαραγωγή των φυκών – Σποριογένεση - ακινήτες

Κυανοβακτήρια και ορισμένα ευκαρυωτικά μικροφύκη



Στα νηματοειδή κυανοβακτήρια ορισμένα βλαστητικά κύτταρα του νήματος **μεγεθύνονται επιμηκυνόμενα**, με **πάχυνση του κυτταρικού τους τοιχώματος**, **αποθήκευση πολλών θρεπτικών ουσιών** στο κυτταρόπλασμα και μετατρέπονται έτσι σε ιδιόμορφα **σπόρια** που μπορούν **αδρανοποιώντας** το μεταβολισμό τους να μεταπέσουν σε **ληθαργική κατάσταση**. Αυτά τα κύτταρα ονομάζονται **ακινήτες**.

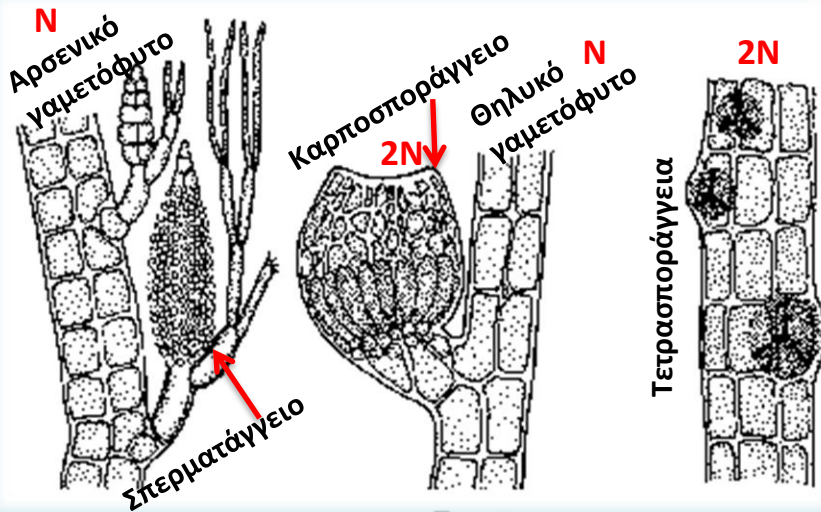
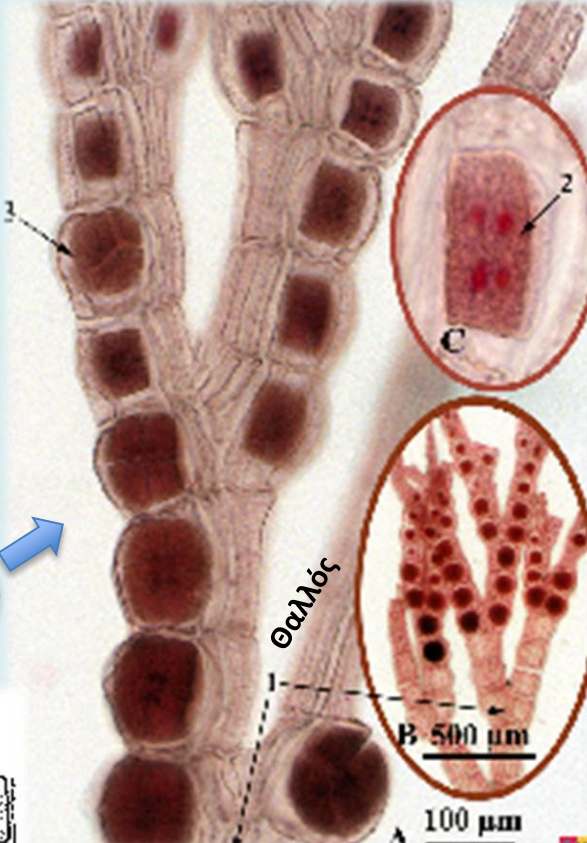
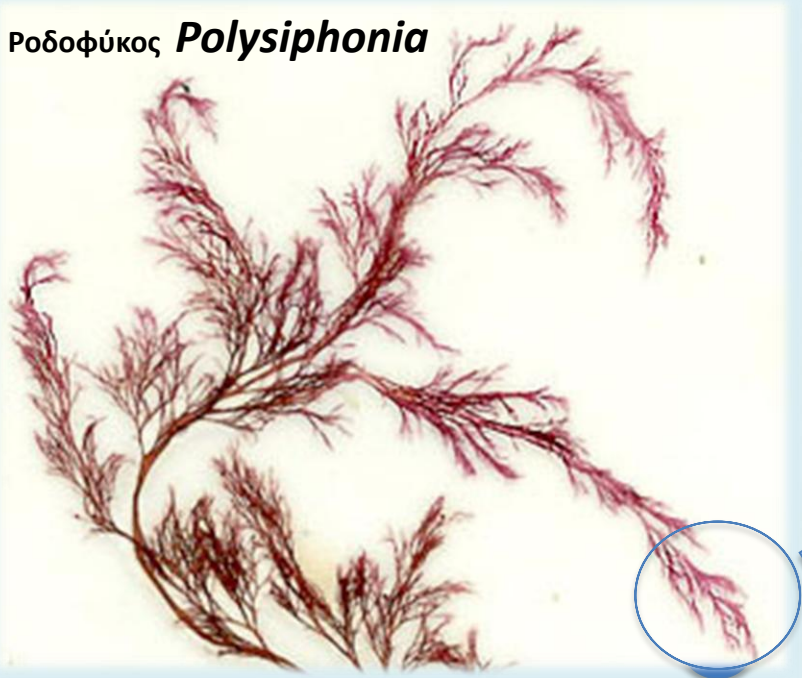
Οι ακινήτες μπορούν να επιζήσουν του θανάτου του υπόλοιπου κυανοβακτηριακού νηματίου και να παραμείνουν θαμμένοι στα ιζήματα μέχρι οι συνθήκες να ξαναγίνουν ευνοϊκές και ενεργοποιούμενοι «βλασταίνουν» σε νέο οργανισμό, δηλαδή σε ένα κανονικό βλαστητικό κύτταρο που με διαδοχικές κυτταρικές διαιρέσεις θα ξανασχηματίσει νέο κυανοβακτηριακό νημάτιο. Πρόκειται για μια **προσαρμογή σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες**.

Αναπαραγωγή των φυκών – Σποριογένεση - Τετρασπόρια

Ροδοφύκη- Florideophyceae - *Polysiphonia*

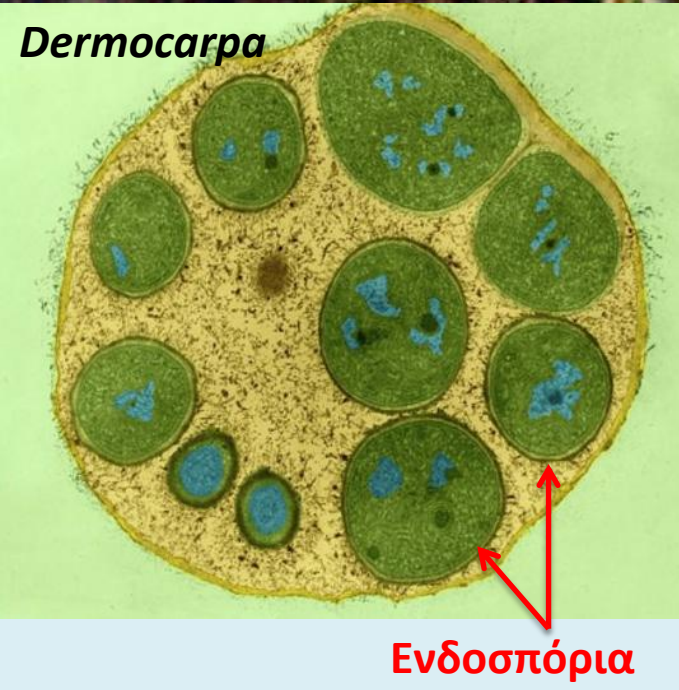
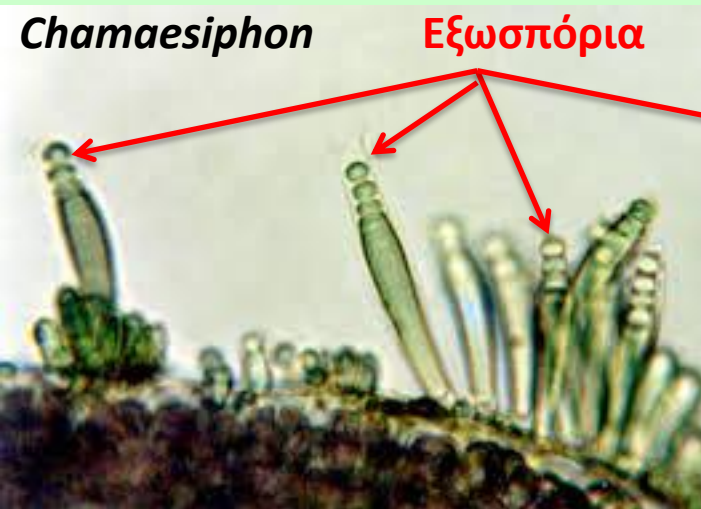
Ορισμένα μακροφύκη των ροδοφύτων κατά την ιδιόμορφη εγγενή αναπαραγωγή τους παράγουν ένα ειδικό τύπο απλανοσπορίων (σπόρια χωρίς μαστίγια), τα τετρασπόρια, μέσα σε ειδικά κύτταρα τα τετρασποράγγεια (2, 3). Ο διπλοειδής πυρήνας ενός τετρασποριαγγείου με μείωση παράγει 4 απλοειδείς πυρήνες.

Ροδοφύκος *Polysiphonia*



Οι 4 απλοειδείς πυρήνες μοιράζονται το πρωτόπλασμα του μητρικού κυττάρου και αναπτύσσονται σε 4 τετρασπόρια. Απελευθερούμενα τα τετρασπόρια «βλαστάνουν» σε απλοειδή αρσενικά και θηλυκά γαμετόφυτα.

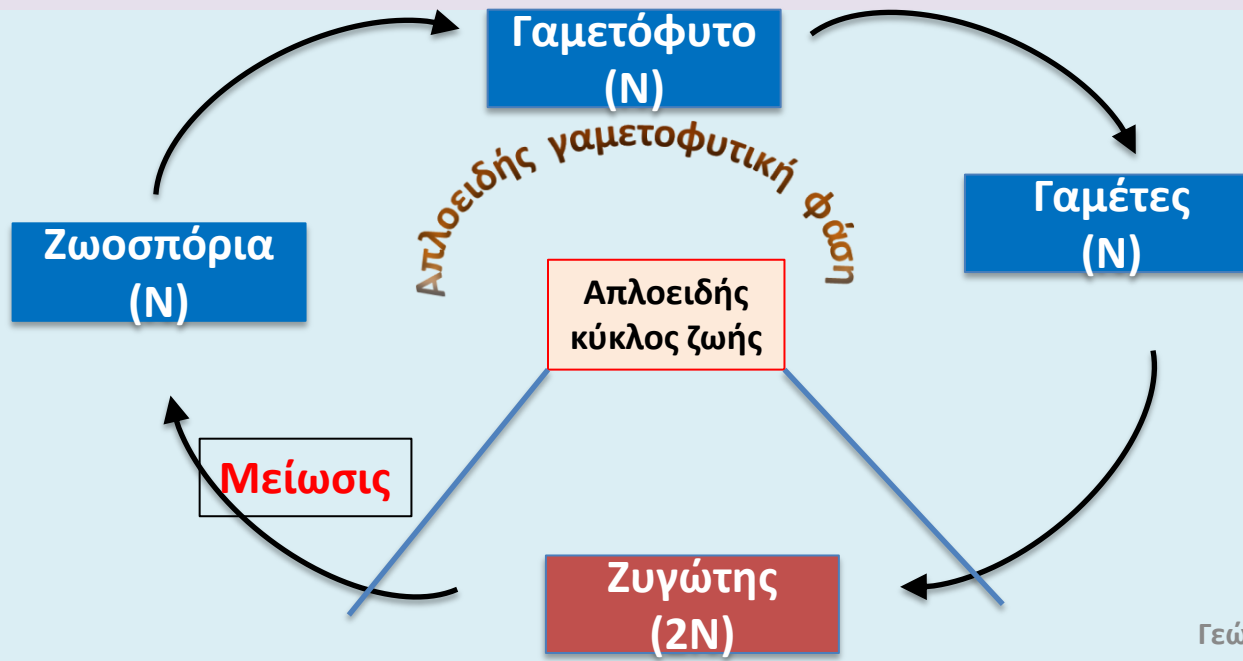
Αγενής αναπαραγωγή των φυκών – Σποριογένεση – εξωσπόρια & ενδοσπόρια στα **κυανοβακτήρια**



Σε ορισμένα **νηματοειδή κυανοβακτήρια** στις άκρες των νηματίων τους τα εκεί κύτταρα δημιουργούν πρωτοπλασματικά εξογκώματα – **εξωσπόρια**. Τα εξωσπόρια απελευθερούμενα συναθροίζονται σε ομάδες και δημιουργούν νέες αποικίες θαλλών (π.χ. *Chamaesiphon*). Αλλα είδη κυανοβακτηρίων **κοκκοειδούς** τύπου δημιουργούν **μικρά σπόρια** από τις διαιρέσεις του μητρικού πρωτοπλάσματος. Αυτά καλούνται **ενδοσπόρια** ή κονίδια ή γονίδια (απλή συνωνυμία με τα γονίδια στο DNA). Μετά τη διάλυση του μητρικού κυτταρικού τοιχώματος ελευθερώνονται και αμέσως αναπτύσσονται σε νέα άτομα (π.χ. *Dermocarpa*).

Αναπαραγωγή των φυκών – Απλοειδής κύκλος ζωής

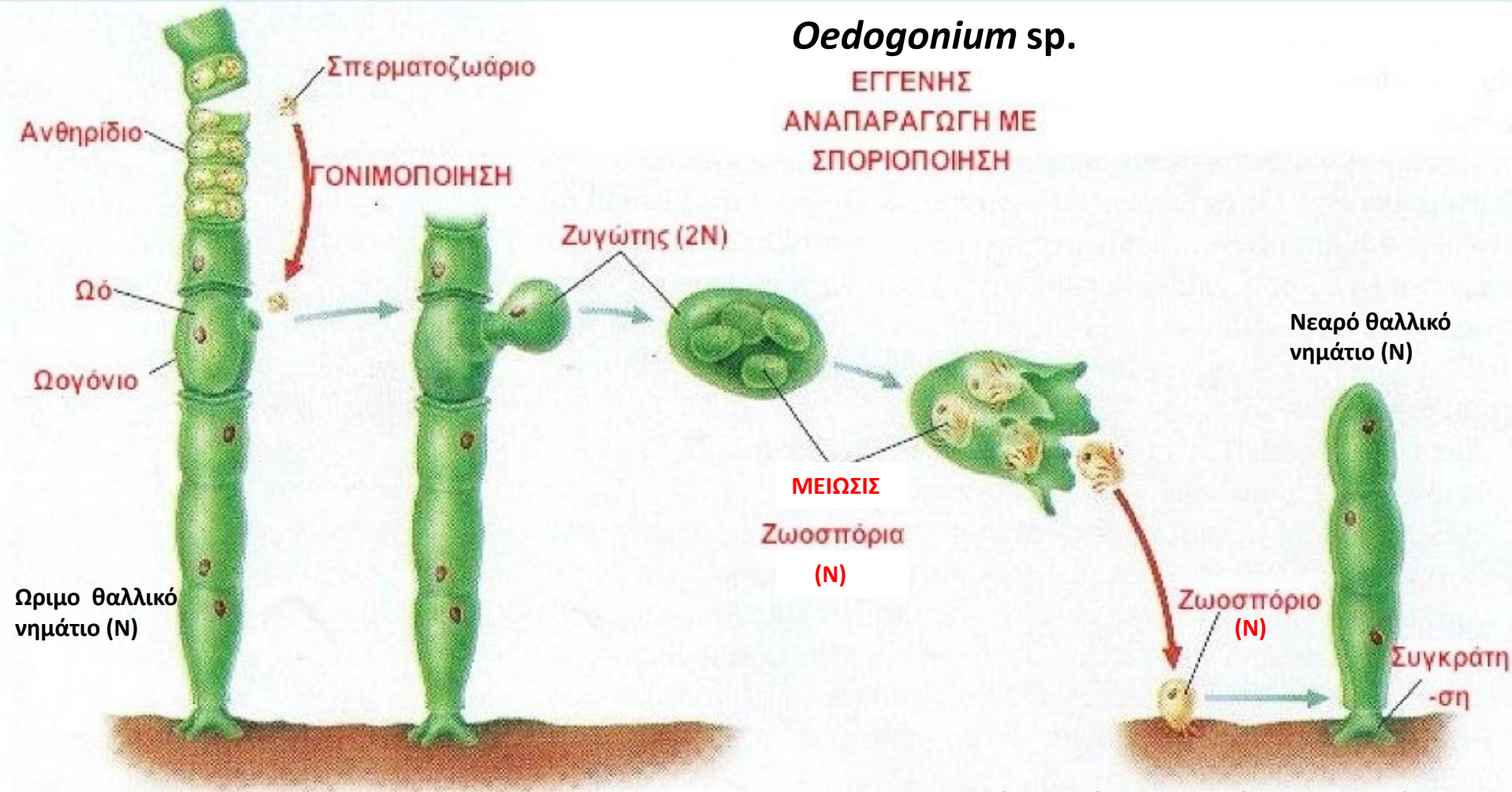
- ❑ Ο πλέον κοινός τύπος κύκλου ζωής στα ευκαρυωτικά φύκη
- ❑ Δύο φάσεις κύκλου ζωής
- ❑ Δεσπόζουσα φάση αυτή του **απλοειδούς (N) γαμετόφυτου**
- ❑ Το κάθε γαμετόφυτο χαρακτηρίζεται είτε ως **+τύπος** (οιωνεί θηλυκό), είτε ως **-τύπος** (αρσενικό) και παράγει τον ανάλογο τύπο **γαμέτη (N)** που ελευθερώνεται στο νερό
- ❑ Οι γαμέτες συντήκονται και δημιουργούν τον **διπλοειδή (2N) ζυγώτη**
- ❑ Μόνο ο διπλοειδής (2N) ζυγώτης αποτελεί τη **σύντομη σποριοφυτική φάση**
- ❑ Αμέσως ο ζυγώτης με **μείωση** (τη λεγόμενη **ζυγωτική μείωση**) παράγει **απλοειδή ζωοσπόρια**
- ❑ Τα ζωοσπόρια «βλαστάνουν» και με **μιτώσεις** παράγουν **απλοειδή γαμετόφυτα**
- ❑ Τα γαμετόφυτα με **μιτώσεις** παράγουν γαμέτες, κ.ο.κ.
- ❑ Ο απλοειδής τύπος κύκλου ζωής αποτελεί τον απλούστερο και πλέον πρωτόγονο τύπο και οι άλλοι τύποι προέκυψαν εξελικτικώς από αυτόν.
- ❑ Παραδείγματα: Τα περισσότερα χλωρόφυτα π.χ. *Chlamydomonas*, *Ulothrix*



Αναπαραγωγή των φυκών Απλοειδής κύκλος ζωής

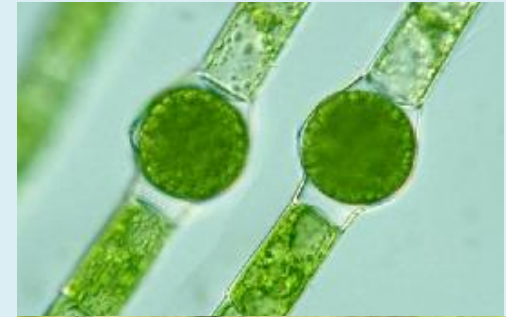
Εγγενής – γαμέτες-ζυγώτης-ζυγωτική μείωση-ζωοσπόρια-μόνο γαμετόφυτο (N)

Μακροφύκη νηματοιειδή (Χλωροφύκος-*Oedogonium*)–μόνο ζυγωτική μείωση

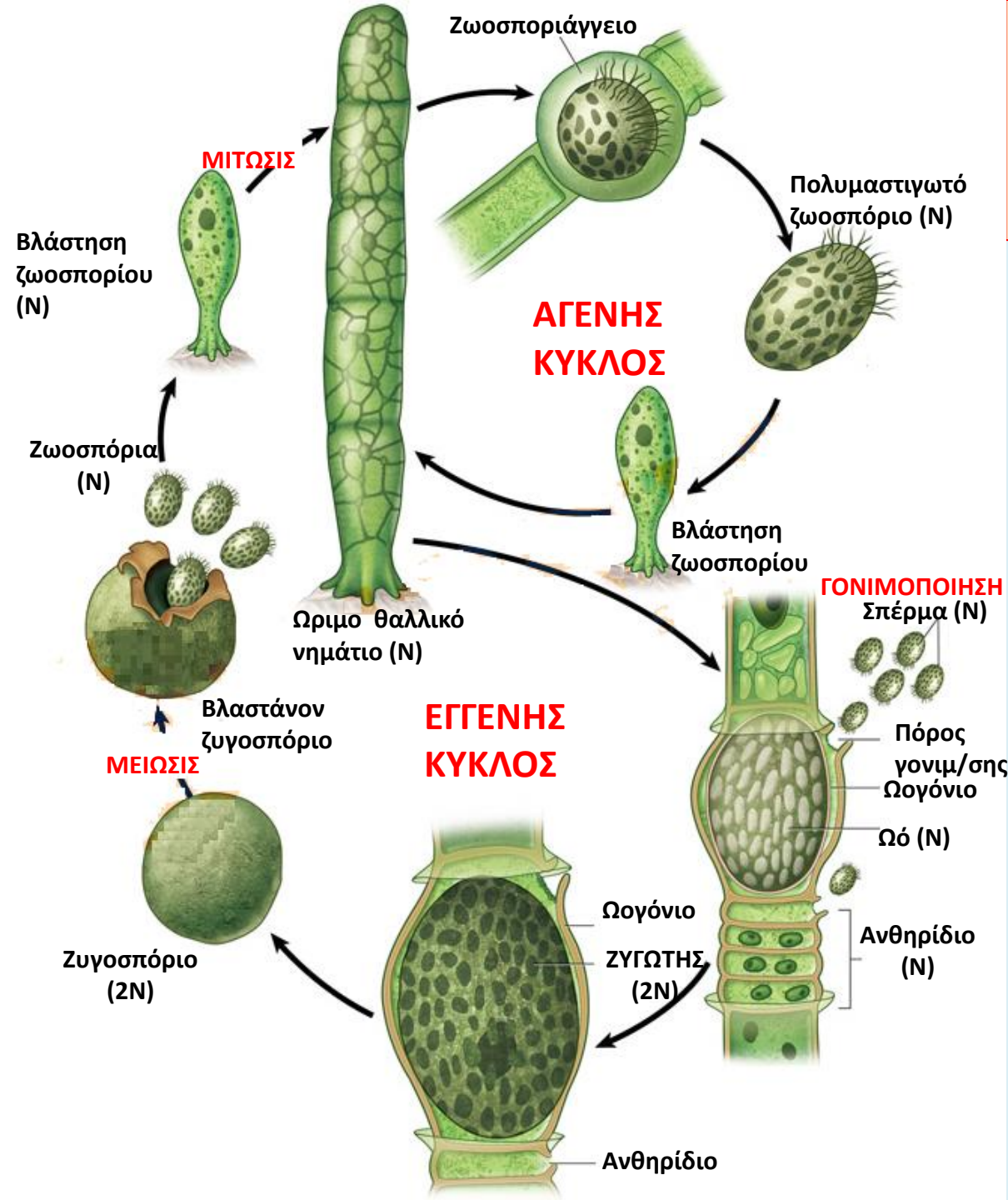


**Αναπαραγωγή των φυκών
Απλοειδής κύκλος ζωής
Εγγενής – γαμέτες-ζυγώτης-
ζυγωτική μείωση-ζωοσπόρια-
μόνο γαμετόφυτο (N)**

**Μακροφύκη νηματοειδή
(Χλωροφύκος-*Oedogonium*) –
μόνο ζυγωτική μείωση**



Γεώργιος Χώτος-καθηγητής Τ.Ε.Ι. Δ. Ελλάδας



Μακροφύκη νηματοειδή (Χλωροφύκος-*Ulothrix*)



Το γένος *Ulothrix* (ετυμολογία από τα Ελληνικά: ούλο και θριγξ (τρίχα), περιλαμβάνει περί τα 30 είδη κυρίως των **γλυκών νερών**. Προτιμούν τα **ψυχρά** νερά και αναπτύσσονται ως **λιθοφυτικά**. Το καλοκαίρι εξαφανίζονται.

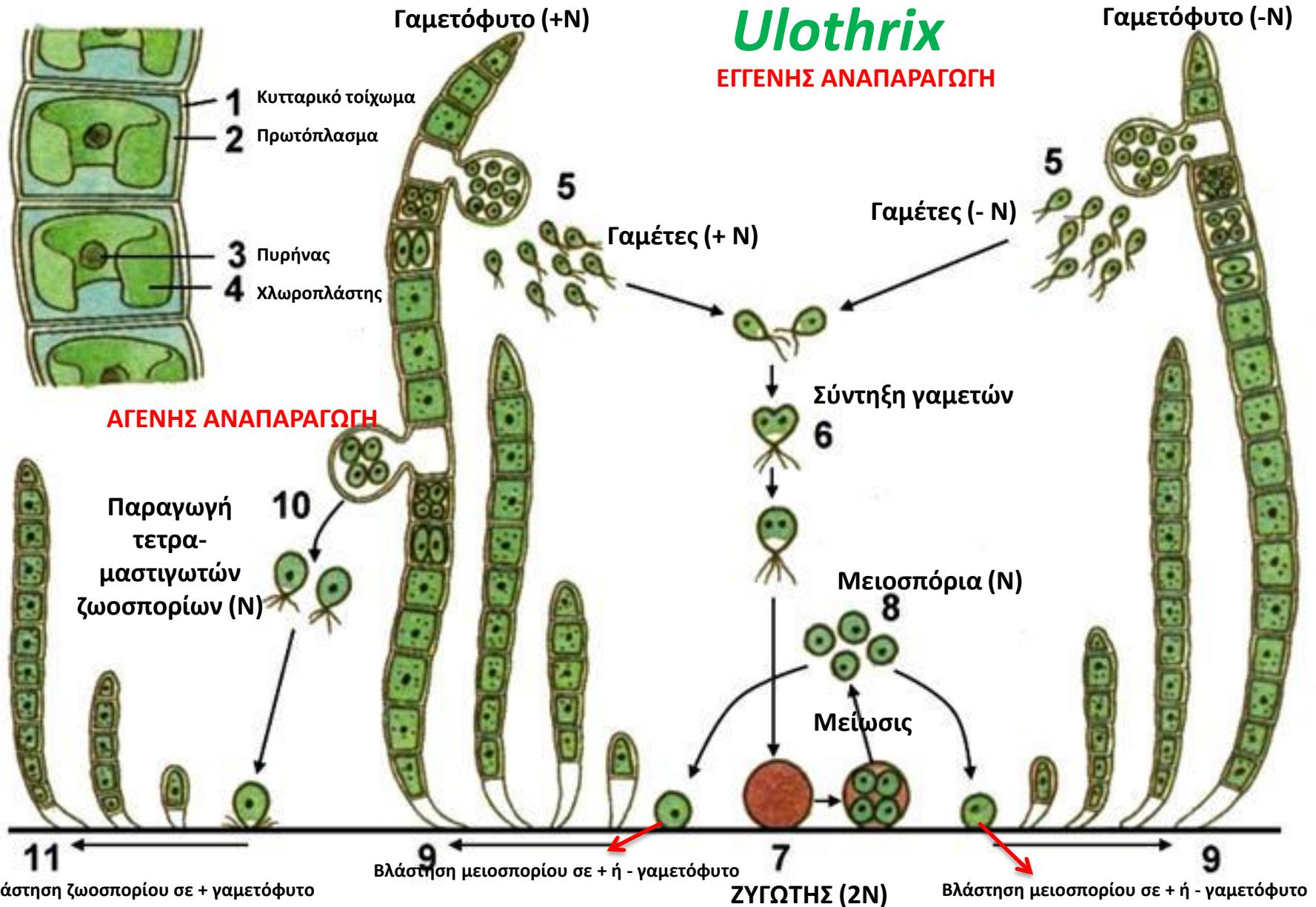
Χαρακτηρίζονται από επιμήκη, **νηματοειδή** και **αδιακλάδωτο** θαλλό με μονή σειρά κυττάρων, πράσινου, κιτρινοπράσινου χρώματος με το κάθε νημάτιο να στερεώνεται σε λίθο με το ένα άκρο του.

Όλα τα κύτταρα του νηματίου εκτός των της βάσης προσκόλλησης (αφού σχηματισθεί) είναι ικανά για κυτταρική διαίρεση. Διαθέτουν κυτταρικό τοίχωμα με εσωτερική στρώση κυτταρίνης και εξωτερική πηκτίνης.

Έκαστο κύτταρο διαθέτει από **ένα μεγάλο χλωροπλάστη** με ένα ή περισσότερα **πυρηνοειδή** ανάλογα με το είδος. **Αναπαράγεται με όλους τους δυνατούς τρόπους** δηλαδή **βλαστητικώς, αγενώς και εγγενώς**. Η βλαστητική αναπαραγωγή γίνεται με **κατατμήσεις** του θαλλού. Η **αγενής** αναπαραγωγή γίνεται το χειμώνα με απελευθερούμενα **ζωοσπόρια** τετρα- ή δι-μαστιγωτά, απλανοσπόρια, υπνοσπόρια, ακινήτες ή παλμελλοειδή. Η **εγγενής** αναπαραγωγή γίνεται με **σύζεξη δι-μαστιγωτών ισογαμετών**.



Αναπαραγωγή των φυκών - Αγενής με σποριοποίηση → γαμετόφυτο (N)
 & εγγενής με ζυγωτική μείωση → γαμετόφυτο (N)
 Μακροφύκη νηματοειδή (Χλωροφύκος-Ulothrix)



Αναπαραγωγή των φυκών

Απλοειδής κύκλος ζωής

Εγγενής – γαμέτες-ζυγώτης-ζυγωτική μείωση-ζωοσπόρια-μόνο γαμετόφυτο & αγενής με σποριοποίηση → ζωοσπόρια (N) → γαμετόφυτο(N)

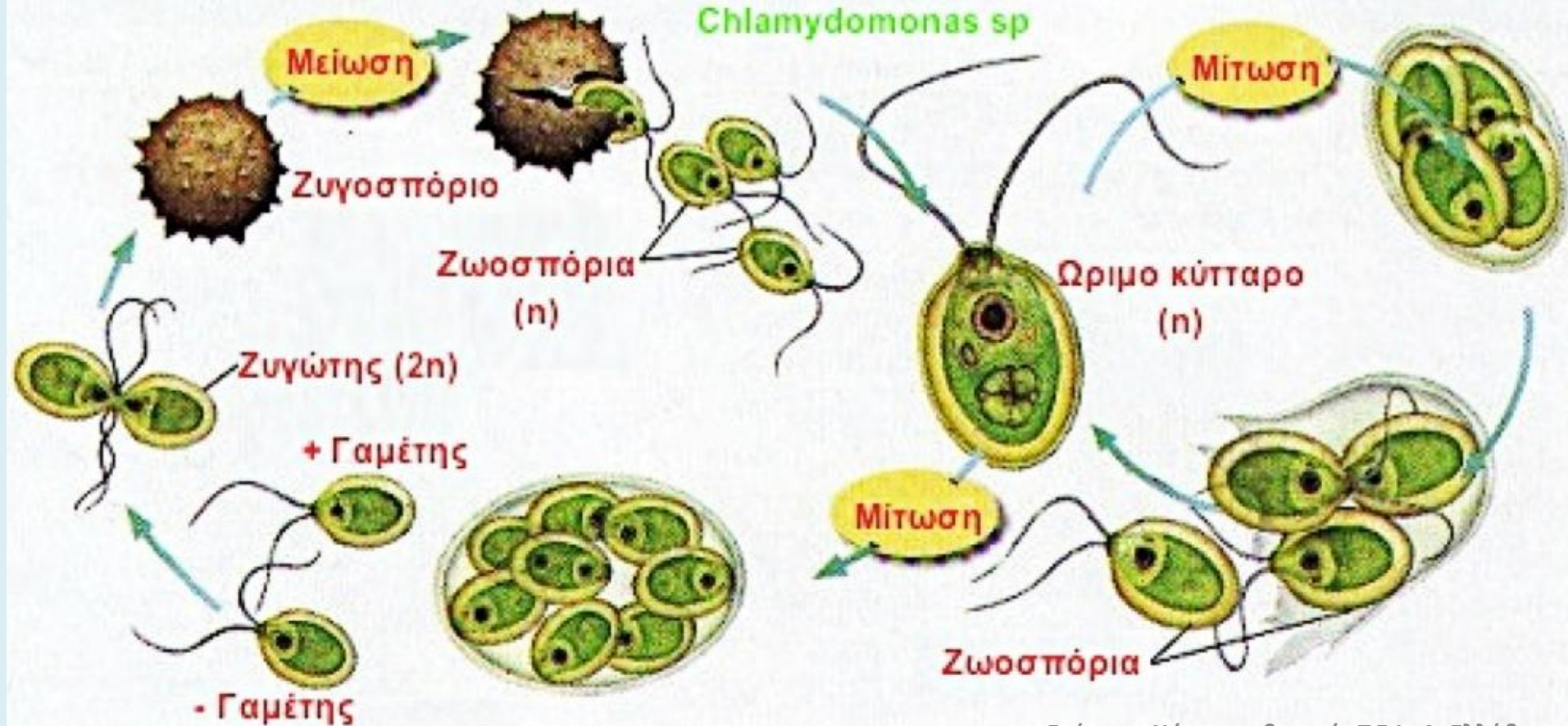
Μικροφύκη

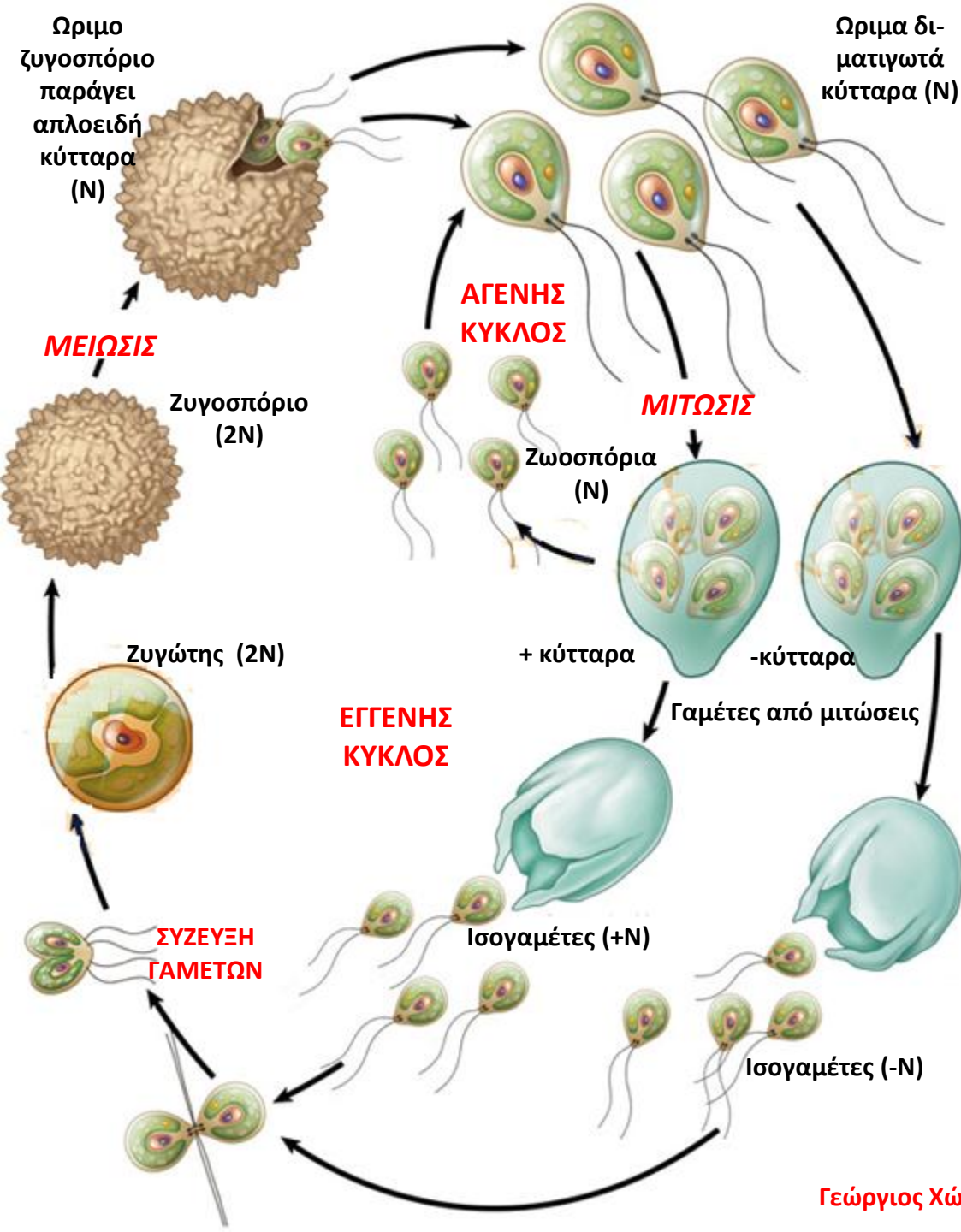
Μονοκύτταρα – πλαγκτονικά – μονήρη (χλωροφύκος: *Chlamydomonas*)

ΕΓΓΕΝΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

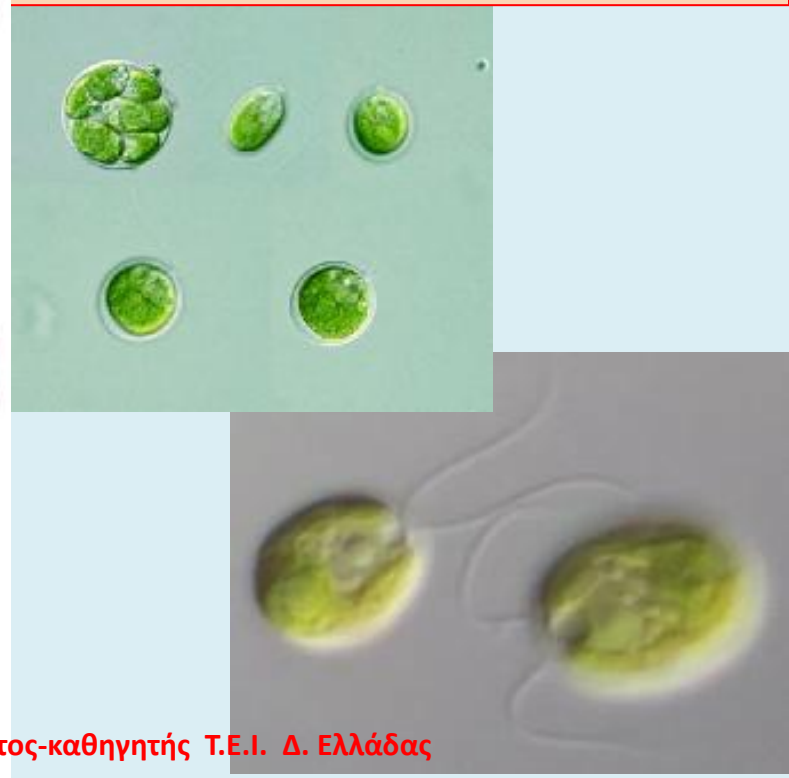
ΑΓΕΝΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Chlamydomonas sp





Αναπαραγωγή των φυκών
Απλοειδής κύκλος ζωής
Εγγενής – γαμέτες-ζυγώτης-
ζυγωτική μείωση-ζωοσπόρια-
μόνο γαμετόφυτο
&
αγενής με σποριοποίηση →
ζωοσπόρια (N) → γαμετόφυτο (N)
(Χλωροφύκος-*Chlamydomonas*)



Spirogyra

Εκβλάστηση (N)

Απλοειδής νηματοειδής θαλλός (N)

Σωλήνας σύζευξης

Σπόριο (N)

3 από 4 πυρήνες εκφυλίζονται

Πυρήνας ζυγώτη (2N)

Σωλήνας σύζευξης

ΜΕΙΩΣΙΣ

Μη συζευχθέν κύτταρο

Διαδικασία σύζευξης

Αδειο κύτταρο από το ζεύγος σύζευξης

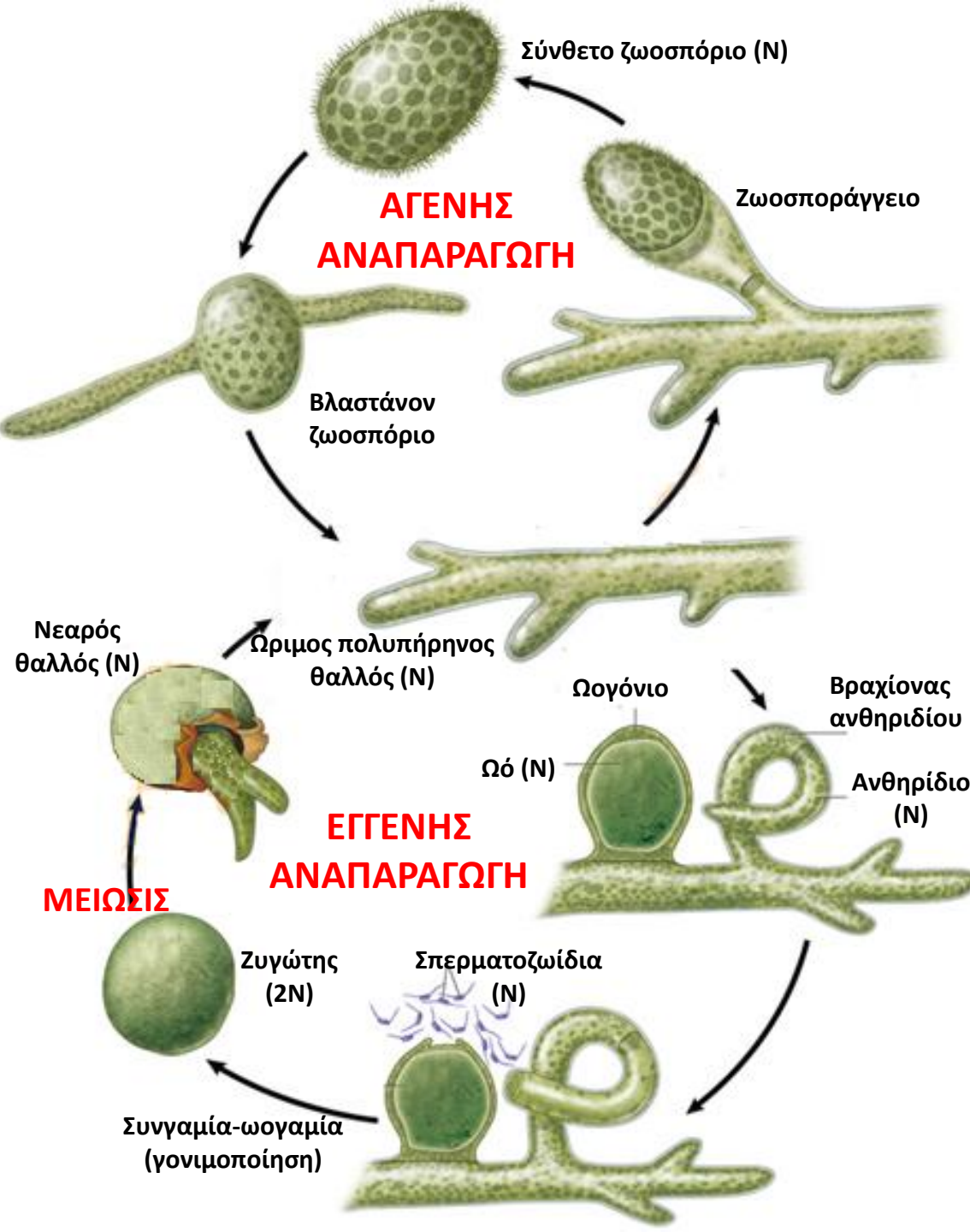
Αναπαραγωγή των φυκών
Απλοειδής κύκλος ζωής
Εγγενής-γαμεταγγειογαμία-ζυγώτης-
ζυγωτική μείωση-απλανοσπόρια-μόνο
γαμετόφυτο
Μικροφύκη νηματοειδή
(Χλωροφύκος-Spirogyra)



**Αναπαραγωγή των φυκών
Απλοειδής κύκλος ζωής
Εγγενής-γαμέτες-ωογαμία-
ζυγώτης-ζυγωτική μείωση-μόνο
γαμετόφυτο (N)
Μακροφύκη νηματοειδή
(Ξανθοφύκος *Vaucheria*)**



Γεώργιος Χώτος-καθηγητής Τ.Ε.Ι. Δ. Ελλάδας



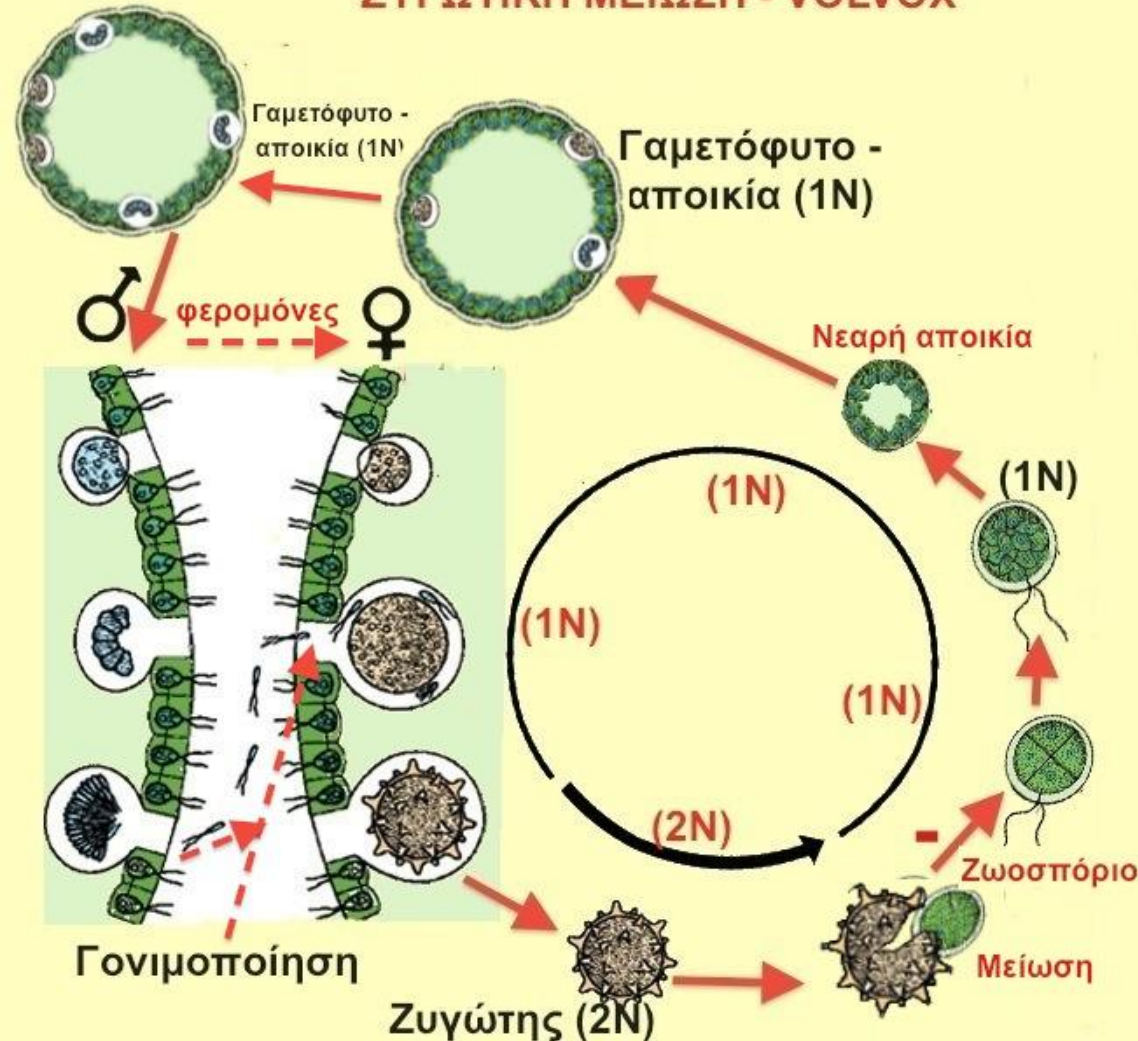
Αναπαραγωγή των φυκών

Απλοειδής κύκλος ζωής

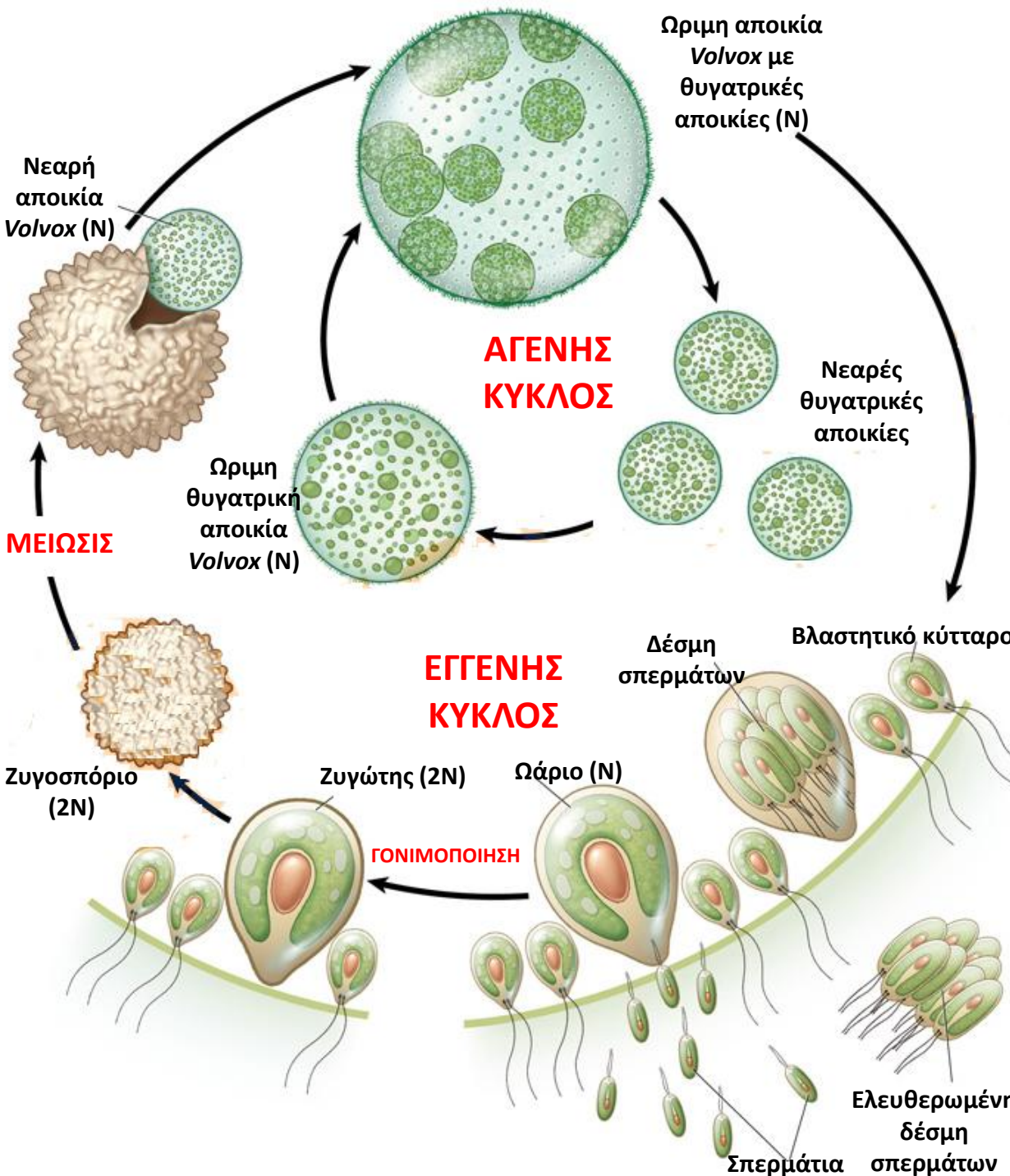
Εγγενής – γαμέτες-ζυγώτης-ζυγωτική μείωση-ζωοσπóρια-μόνο γαμετόφυτο (N)

Μικροφύκη – αποικιακά πλαγκτονικά (Χλωροφύκος *Volvox*)

ΖΥΓΩΤΙΚΗ ΜΕΙΩΣΗ - VOLVOX

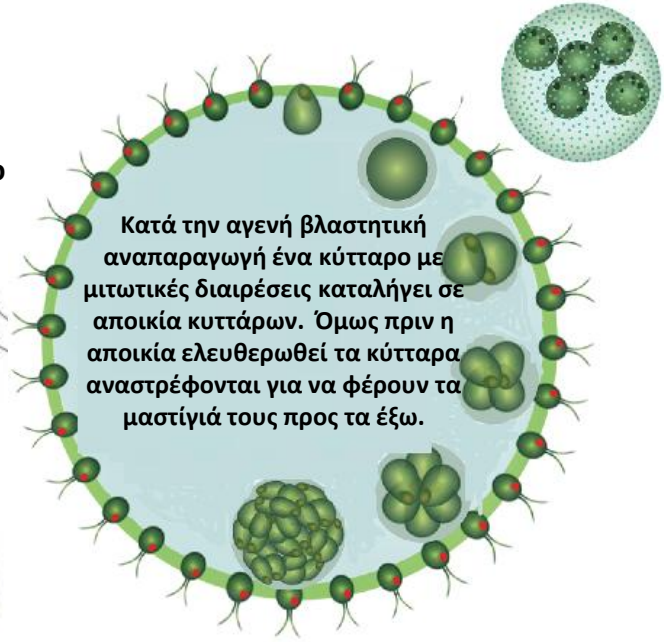


Σημείωση: Η απλοειδής γαμετοφυτική αποικία που προκύπτει από το ζωοσπóριο είναι εγγενώς αρσενική αλλά εν δυνάμει μετατρέψιμη και σε θηλυκή (υπό την έννοια να μπορεί να παράγει ωάρια). Φαίνεται ότι κάποιος τύπος φερομόνης εκκρινόμενη από αυτή επηρεάζει κάποια γειτονική της αδιαφοροποίητη ακόμα αποικία και την ερεθίζει να γίνει θηλυκή. Δηλαδή το *Volvox* αν και είναι αποικιακού τύπου ως προς την οργάνωση, ομοιάζει με τους δίοικους θαλλούς των μακροφύτων στους οποίους τα αναπαραγωγικά όργανα βρίσκονται σε ξεχωριστούς θαλλούς. (Μόνοικα είναι τα είδη όπου τα αναπαραγωγικά όργανα βρίσκονται στον ίδιο θαλλό).



**Αναπαραγωγή των φυκών
Απλοειδής κύκλος ζωής
Εγγενής – γαμέτες-ζυγώτης-
ζυγωτική μείωση-ζυγασπόριο-
μόνο γαμετόφυτο
&
αγενής βλασθητική → μιτώσεις
(N) → αποικίες (N)**

**Μακροφύκη πλαγκτονικά
αποικιακά (Χλωροφύκος-Volvox)**



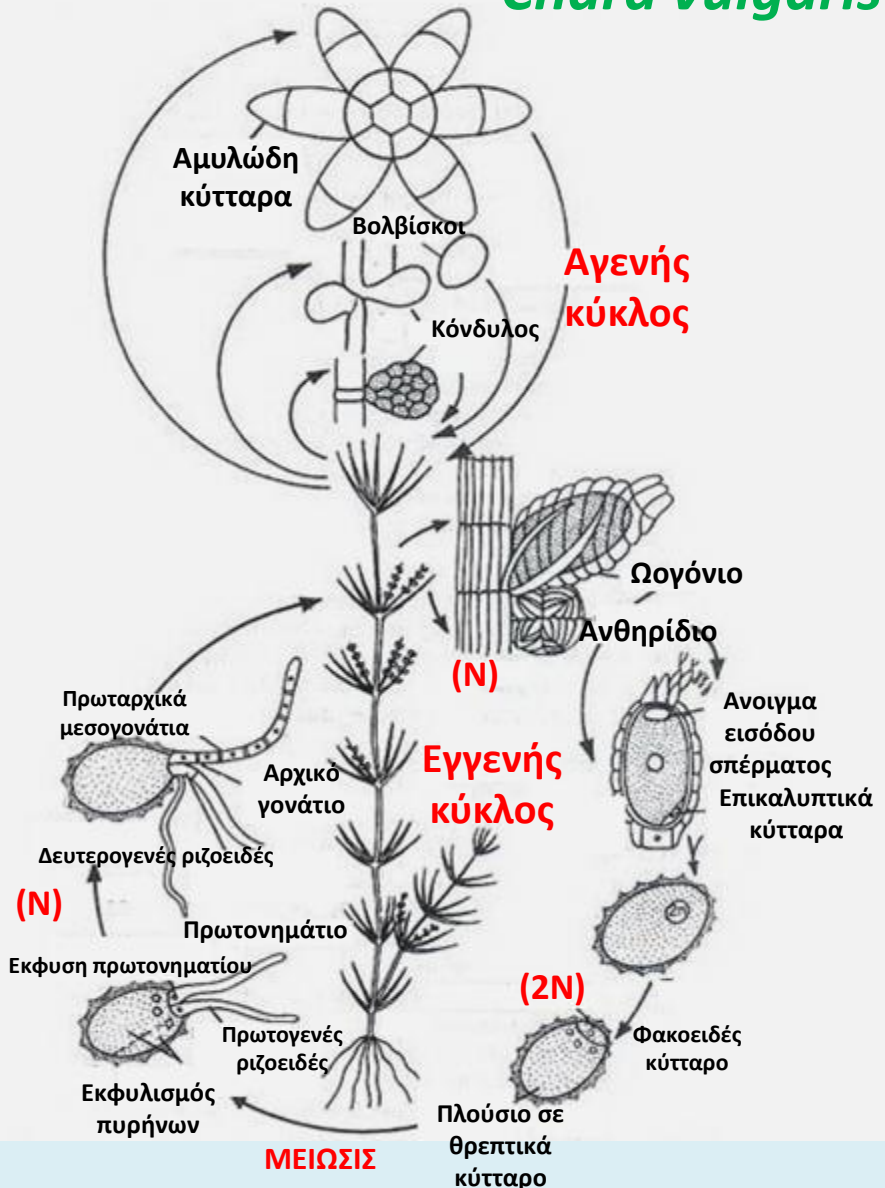
**ΑΓΕΝΗΣ ΒΛΑΣΤΗΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΤΟΥ Volvox**

Γεώργιος Χώτος-καθηγητής Τ.Ε.Ι. Δ. Ελλάδας

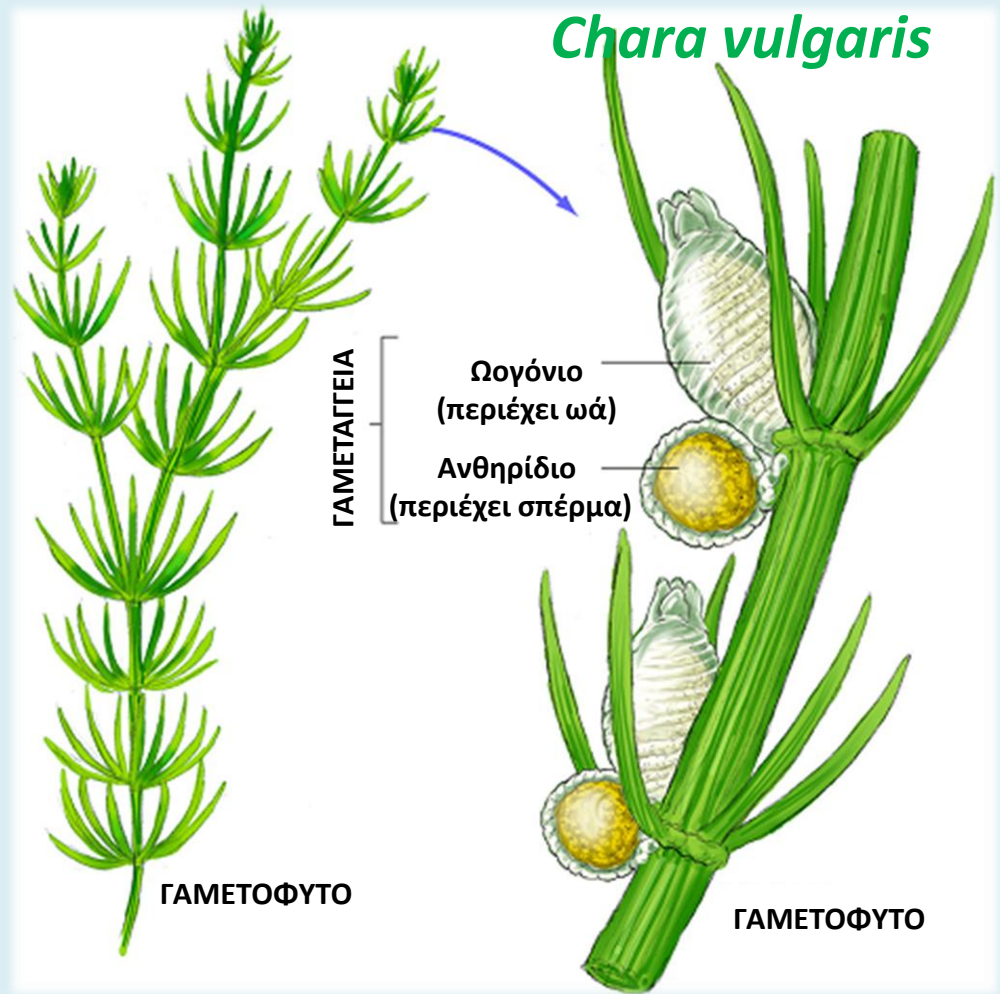
Αναπαραγωγή των φυκών, Απλοειδής κύκλος ζωής

Εγγενής-γαμέτες-ωογαμία-ζυγώτης-ζυγωτική μείωση-μόνο γαμετόφυτο (N) στο χαροειδές χλωροφύκος *Chara*

Chara vulgaris

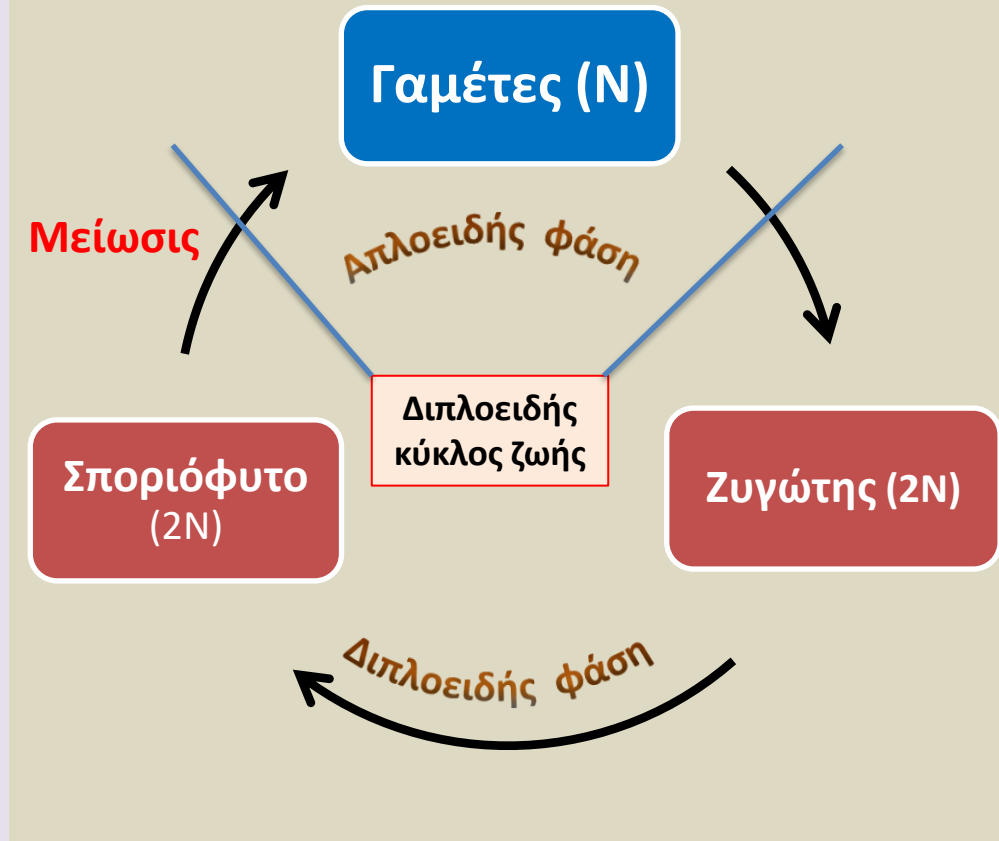


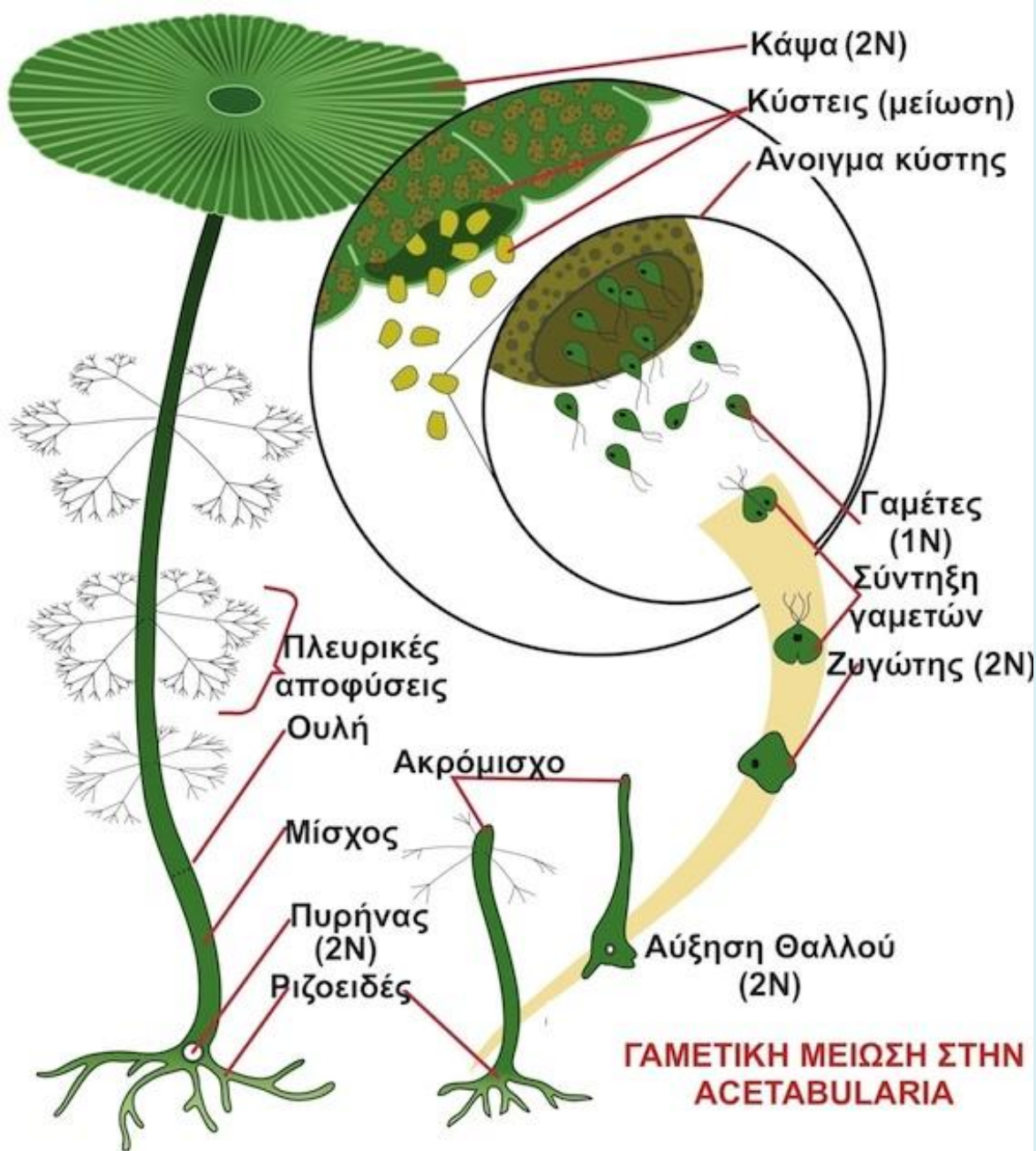
Chara vulgaris



Αναπαραγωγή των φυκών – Διπλοειδής κύκλος ζωής

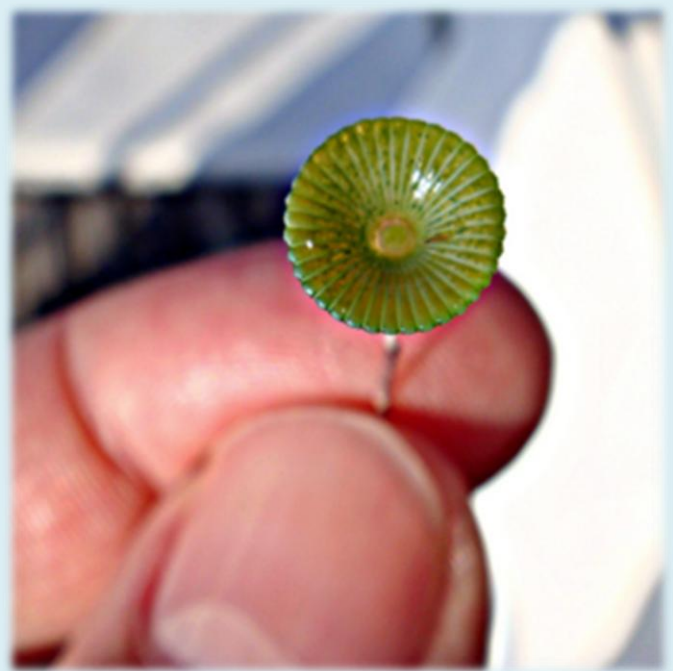
- ❑ Ο διπλοειδής αποτελεί κατά κάποιο τρόπο αντιστροφή του απλοειδούς κύκλου ζωής
- ❑ Δύο φάσεις κύκλου ζωής
- ❑ Δεσπόζουσα φάση αυτή του διπλοειδούς (2N) **σποριόφυτου**
- ❑ Η απλοειδής (N) γαμετοφυτική φάση αντιπροσωπεύεται μόνο από τους γαμέτες, εξ' ου και η εναλλακτική ονομασία του διπλοειδούς κύκλου ως «**γαμετική μείωση**»
- ❑ Οι γαμέτες παράγονται με μείωση στα **γαμετάγγεια** του σποριοφυτικού θαλλού
- ❑ Οι γαμέτες συντήκονται και δημιουργούν τον **διπλοειδή (2N) ζυγώτη**
- ❑ Ο ζυγώτης **αντί για μείωση**, διαιρείται με **μιτώσεις** και αναπτύσσεται σε διπλοειδές (2N) **σποριόφυτο**
- ❑ Παραδείγματα: Πολλά φαιοφύκη π.χ. *Fucus*, *Sargassum*, πολλά χλωροφύκη π.χ. *Codium*, *Bryopsis*, *Acetabularia*





**Αναπαραγωγή των φυκών -
 Μακροφύκη
 Εγγενής – Διπλοειδής κύκλος ζωής
 μόνο σποριόφυτο (2N)
 – γαμετική μείωση**

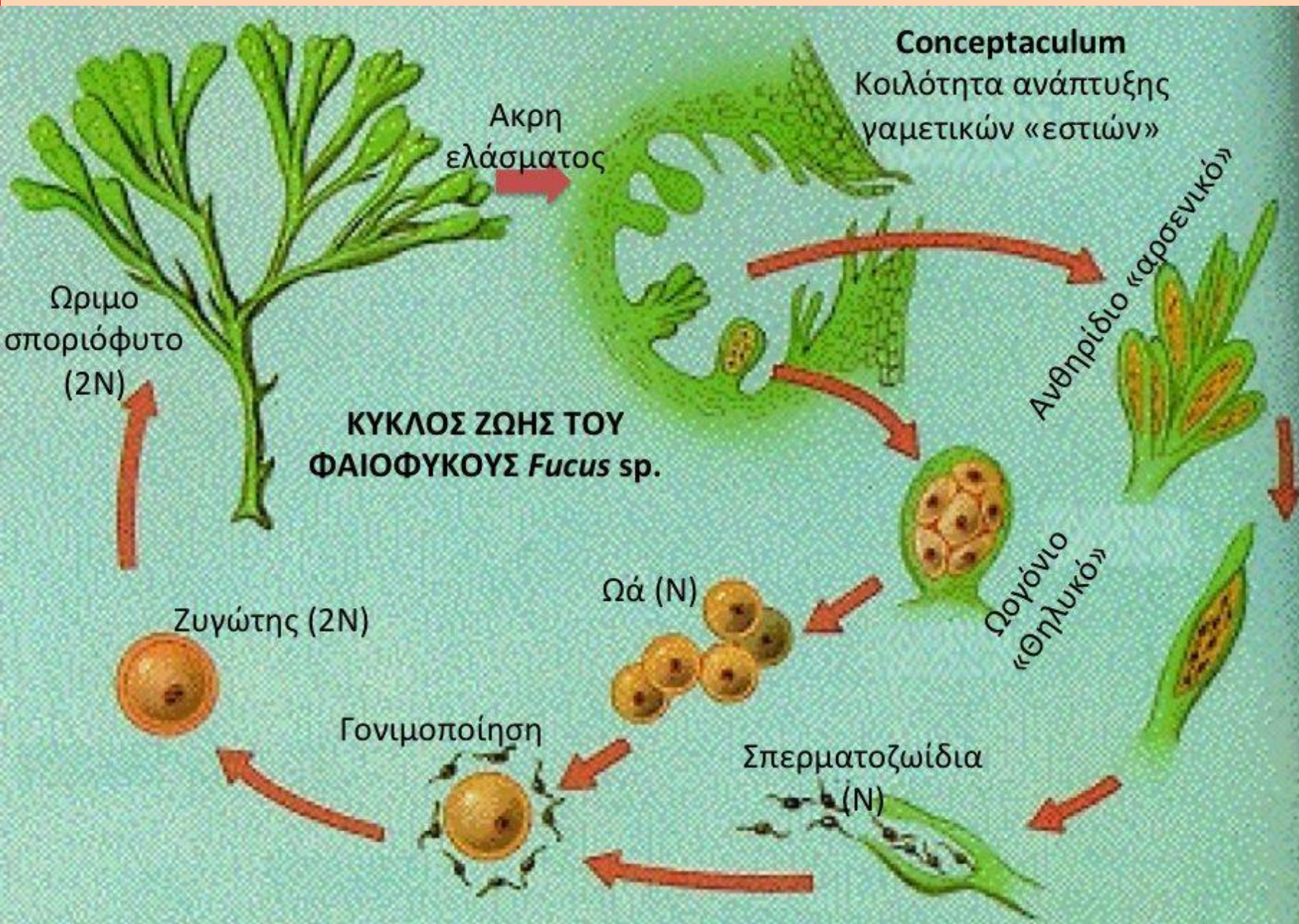
**Περίπτωση του Χλωροφύκου
*Acetabularia***



Αναπαραγωγή των φυκών

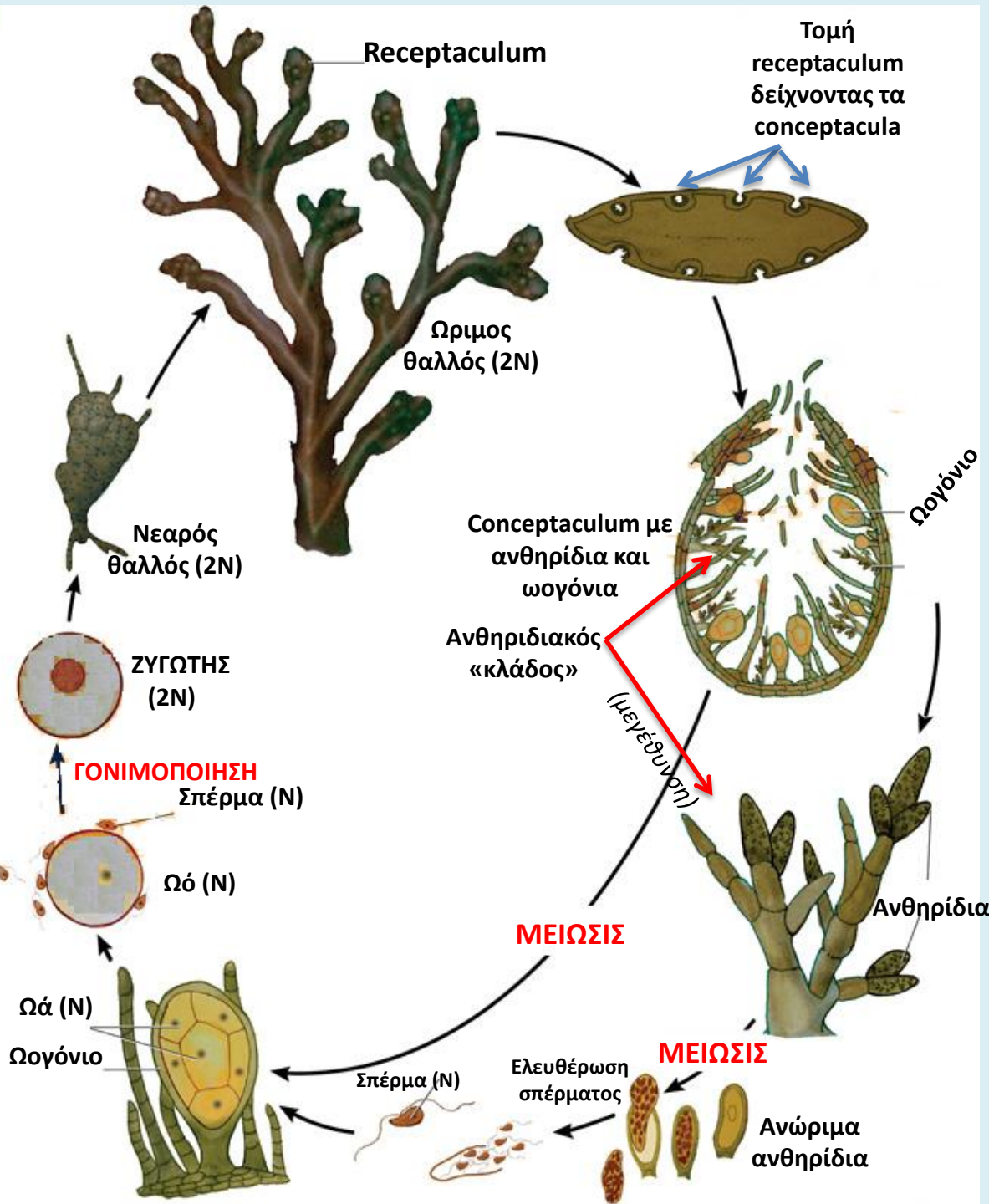
Εγγενής – Διπλοειδής κύκλος ζωής, μόνο σποριόφυτο (2N) - γαμετική μείωση

Μακροφύκη (Φαιοφύκος-*Fucus*) –



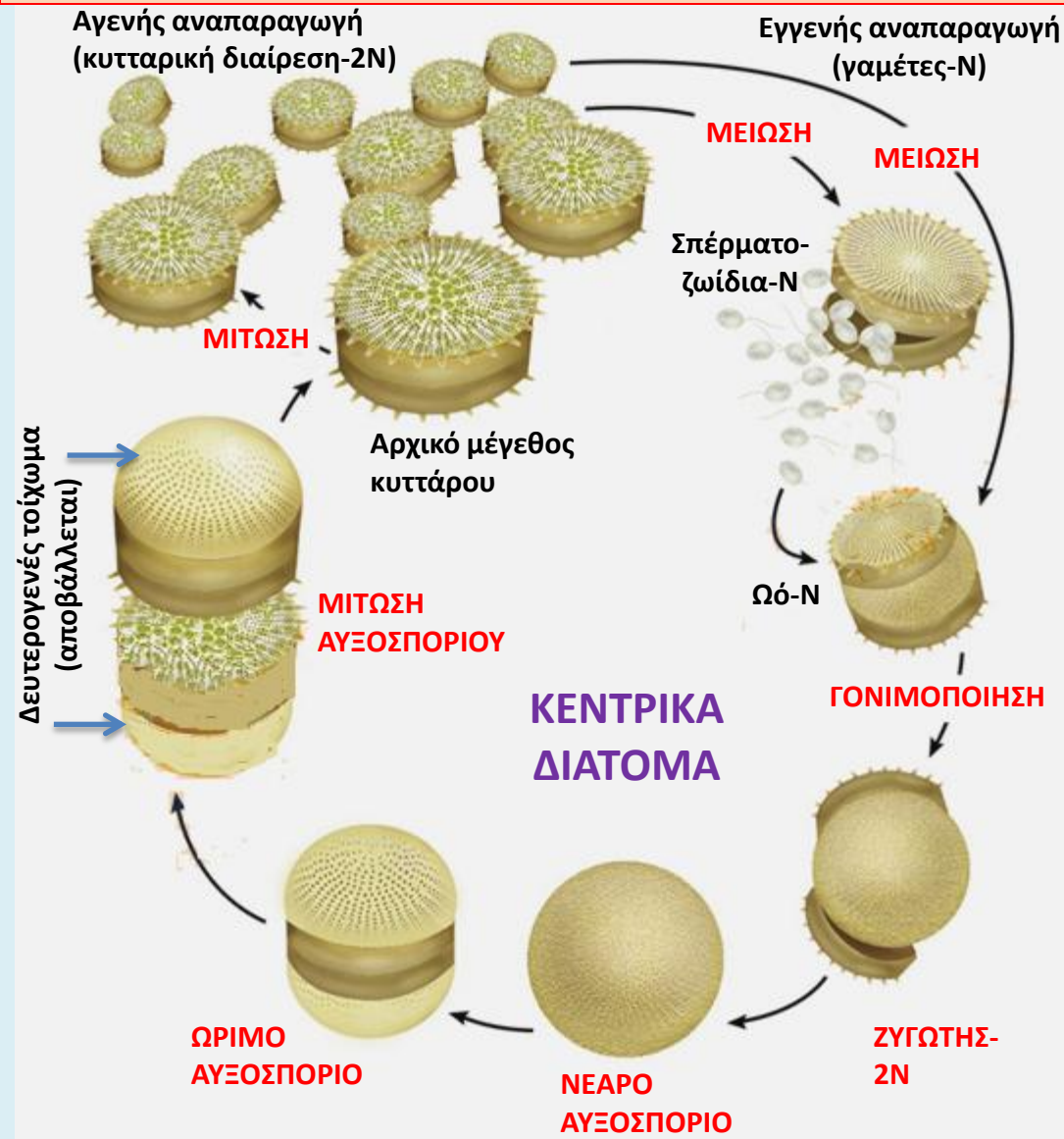
Αναπαραγωγή των φυκών
 Εγγενής, Διπλοειδής κύκλος
 ζωής- μόνο σποριόφυτο (2N) –
 γαμετική μείωση

Μακροφύκη (Φαιοφύκος-*Fucus*)



Αναπαραγωγή των φυκών - Μικροφύκη - μονοκύτταρα-πλαγκτονικά-KENTΡΙΚΑ ΔΙΑΤΟΜΑ

Βλαστητική & εγγενής-[σποριόφυτο-2N-γαμετική μείωση-γαμέτες-ωογαμία-ζυγώτης- αυξοσπόριο (2N)]

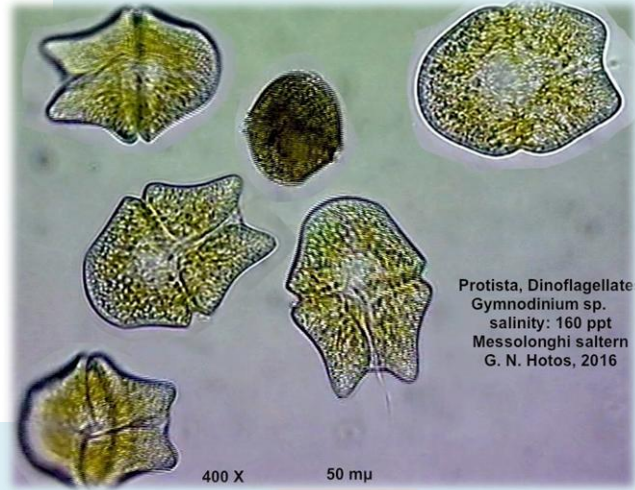
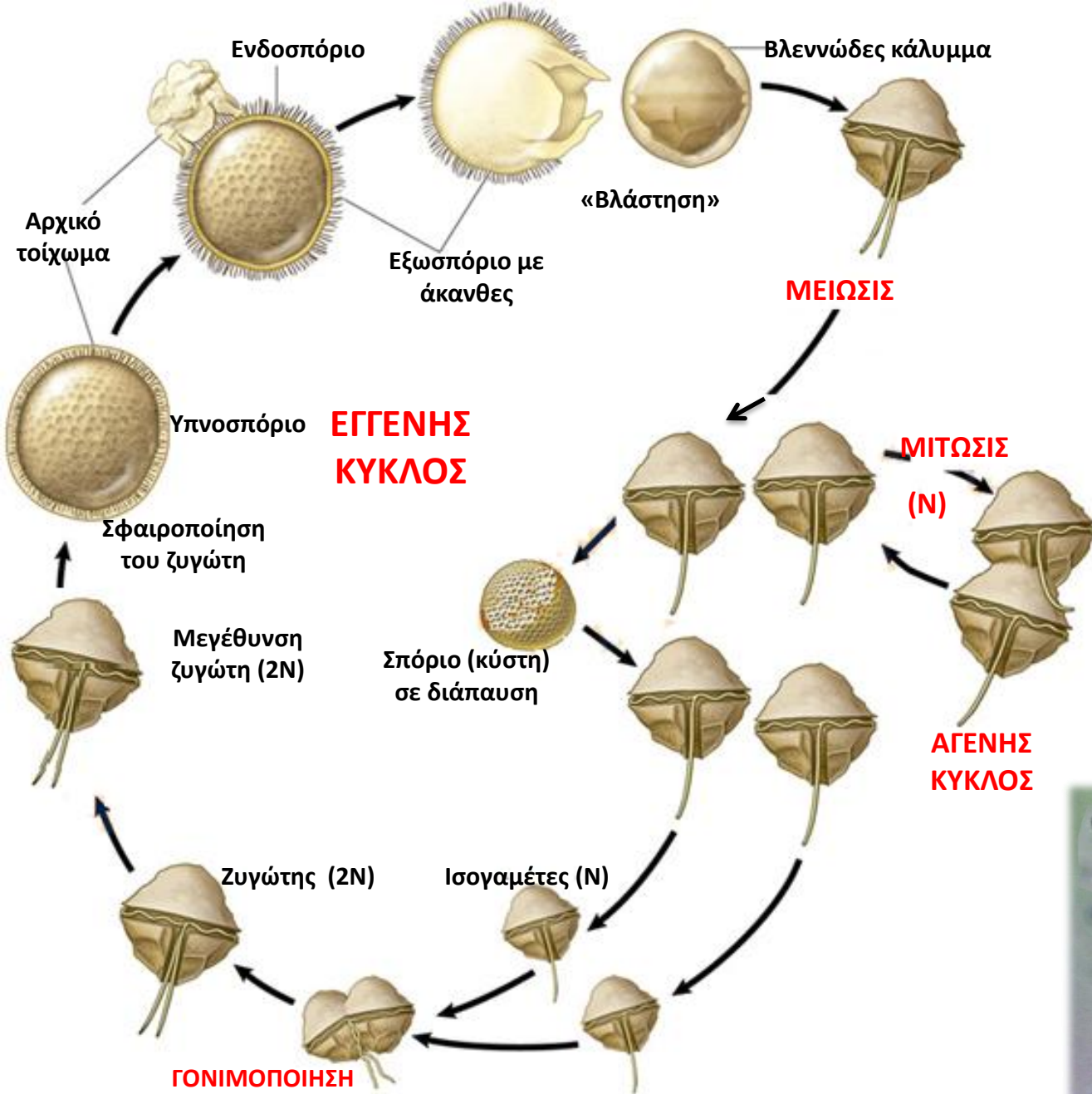


Τα **κεντρικά διάτομα** αναπαράγονται βλαστητικώς με απλές κυτταρικές (μιτωτικές) διαιρέσεις. Με αυτό τον τρόπο όμως τα θυγατρικά κύτταρα σταδιακά μικραίνουν. Όταν καταλήξουν σε ένα ορισμένο ανά είδος **ελάχιστο μέγεθος** ενεργοποιείται η **εγγενής αναπαραγωγή** με μειωτική παραγωγή σε κάποια από αυτά **σπερματοζωιδίων** και σε κάποια **ωού**. Τα σπερματοζωίδια τα οποία φέρουν **ένα μόνο μαστίγιο** απελευθερώνονται στο νερό και ένα από αυτά γονιμοποιεί το δεκτικό ωό μέσα από τις ανοιγμένες θυρίδες του ωοφόρου κυττάρου (**ωογαμία**). Κατόπιν ο ζυγώτης (2N) μεγαλώνει, αποβάλλει τις θυρίδες και ως **αυξοσπόριο** επανακτά το κανονικό μέγεθος και φτιάχνει τις νέες πυριτικές του θυρίδες.

Αναπαραγωγή των φυκών - Μικροφύκη - μονοκύτταρα- πλαγκτονικά

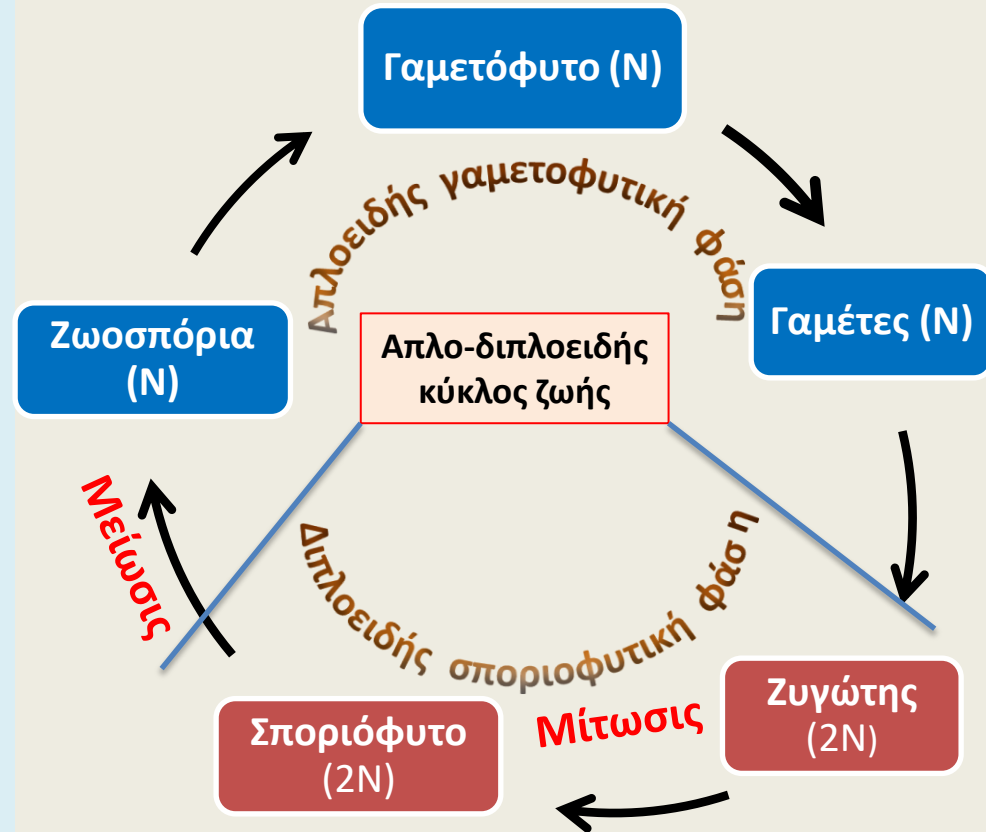
Δινομαστιγωτό *Gymnodinium*

Βλαστική & εγγενής-
[σποριόφυτο (2N)-
γαμετική μείωση-
«γαμέτες»-συνγγαμία-
ζυγώτης-εξωσπόριο
(2N)]



Αναπαραγωγή των φυκών – Απλο-διπλοειδής κύκλος ζωής-εναλλαγή γενεών

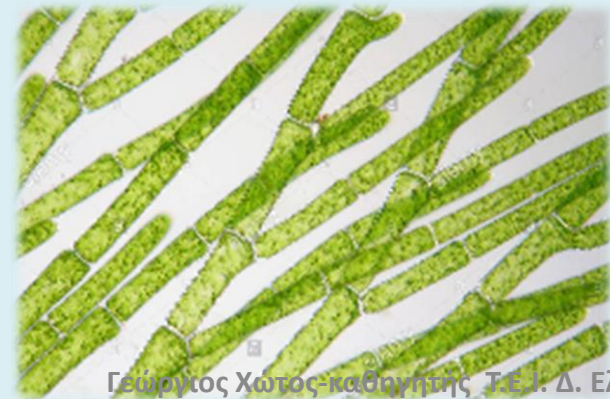
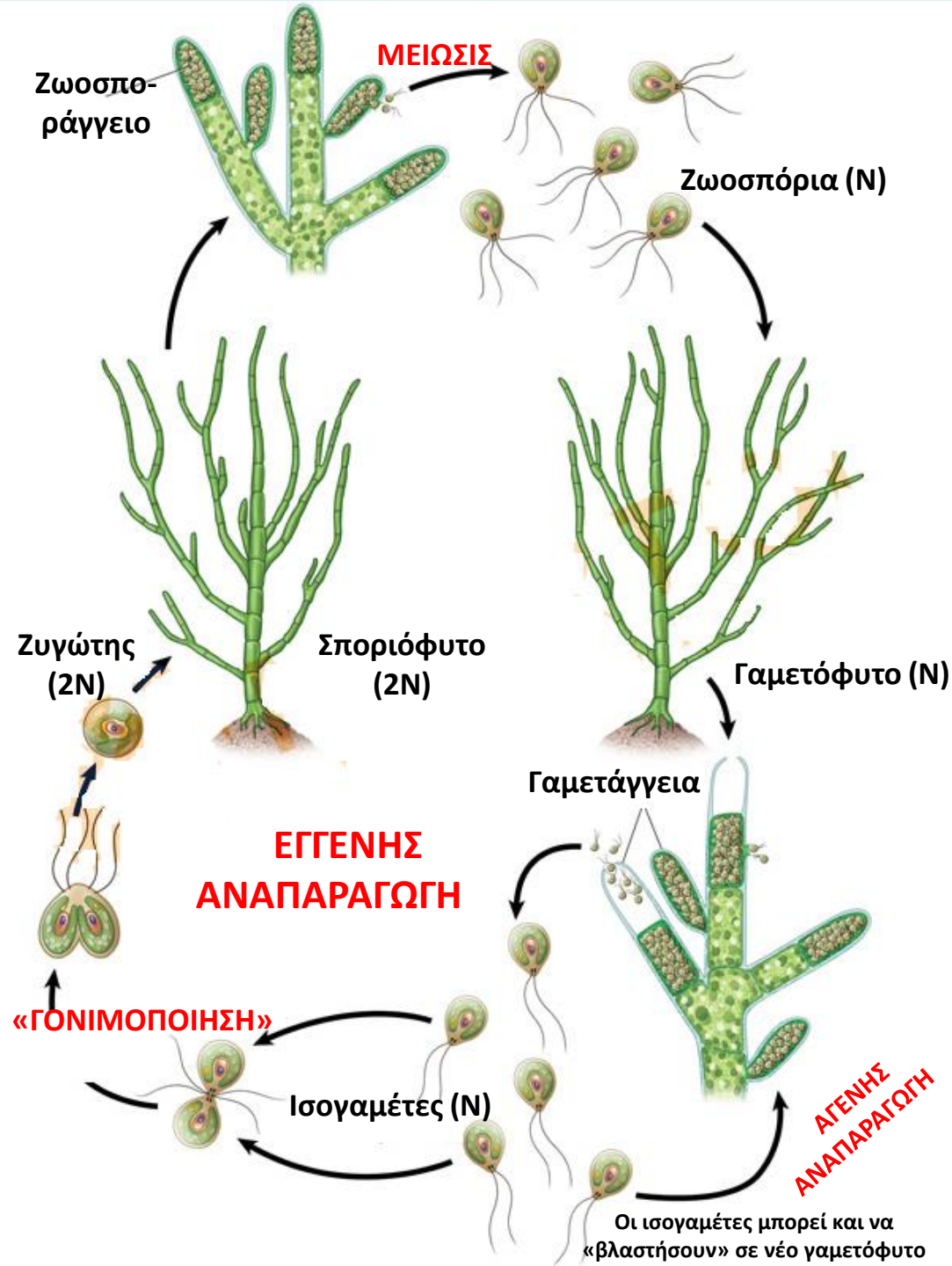
- ❑ Δύο φάσεις του κύκλου ζωής
- ❑ Η μία φάση απλοειδής (N) αυτή του γαμετόφυτου και η άλλη του σποριόφυτου διπλοειδής (2N)
- ❑ Ο διπλοειδής ζυγώτης με μιτώσεις αναπτύσσεται σε διπλοειδή (2N) σποριοφυτική γενιά
- ❑ Ο σποριοφυτικός θαλλός αναπτύσσει σποριάγγεια τα οποία με μειώσεις παράγουν απλοειδή (N) ζωοσπόρια
- ❑ Τα ζωοσπόρια ελευθερούμενα προσκολλούνται και αναπτύσσονται σε απλοειδή (N) γαμετόφυτα
- ❑ Τα γαμετόφυτα παράγουν + & - γαμέτες
- ❑ Οι γαμέτες συντήκονται και παράγουν τον διπλοειδή (2N) ζυγώτη
- ❑ Συγκρίνοντας τον γαμετοφυτικό με τον σποριοφυτικό θαλλό διακρίνονται σε: ➡



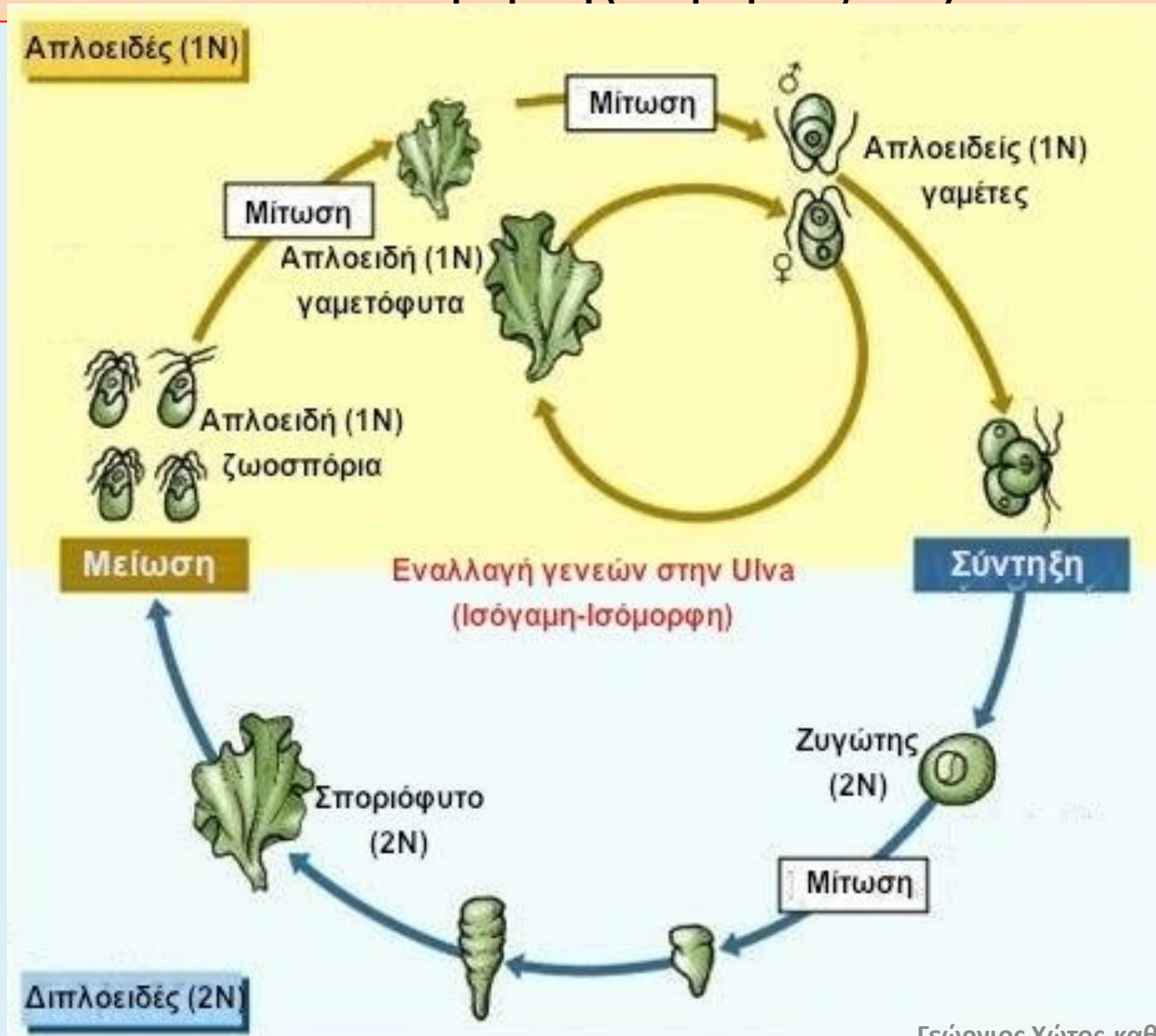
1. **Ισομορφικό:** όπου γαμετόφυτο και σποριόφυτο είναι μορφολογικώς παρόμοια, πολλά χλωροφύκη π.χ. *Ulva*, *Chaetophora*
2. **Ετερομορφικό:** όπου γαμετόφυτο και σποριόφυτο είναι μορφολογικώς ανόμοια, πολλά χλωροφύκη π.χ. *Urospora* και φαιοφύκη π.χ. *Laminaria*

Απλο-διπλοειδής κύκλος ζωής-
ισομορφική εναλλαγή γενεών
(γαμετόφυτο-σποριόφυτο)

Μακροφύκη νηματοιειδή
(Χλωροφύκος *Cladophora*)



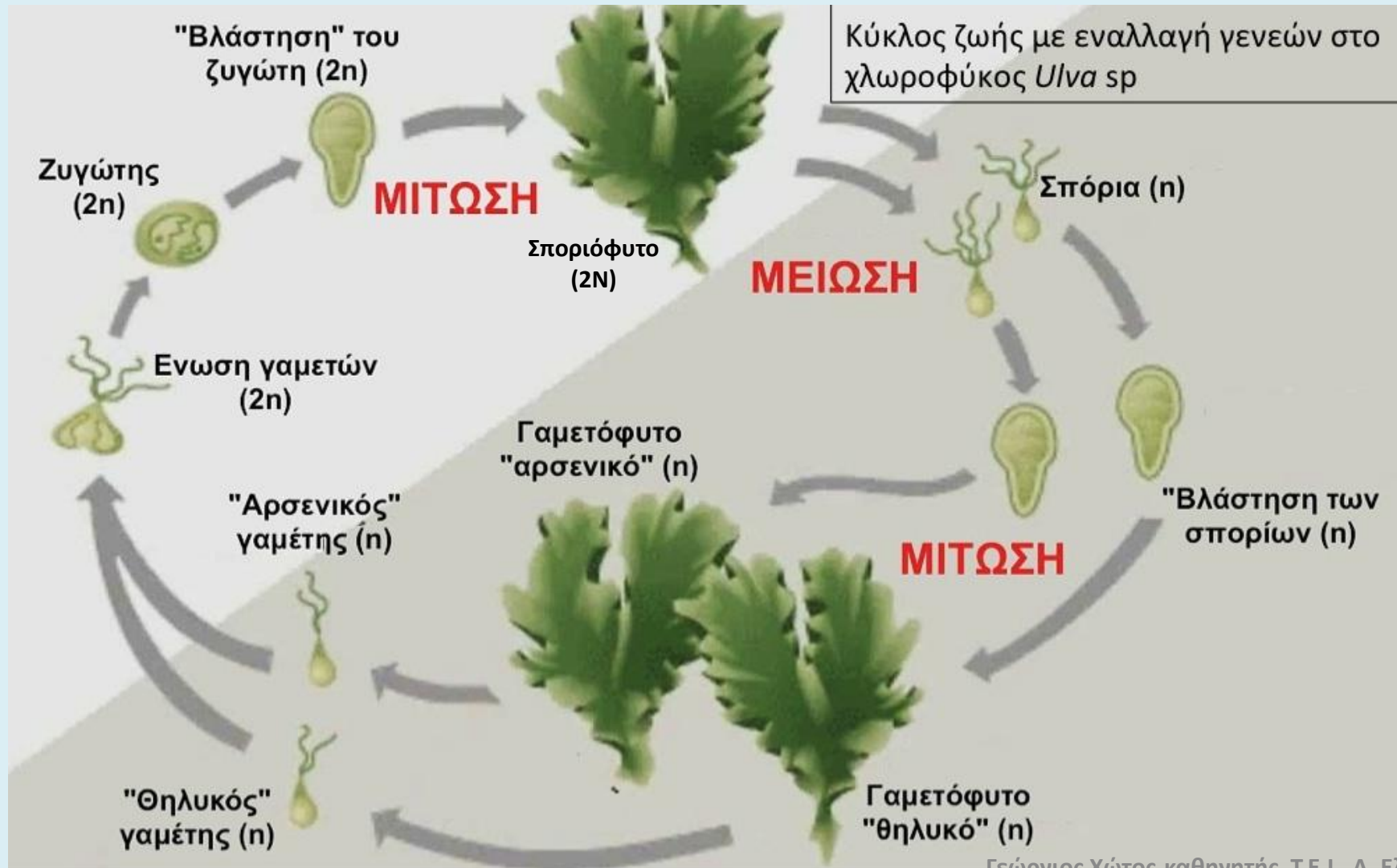
Αναπαραγωγή των φυκών
Εγγενής – Απλο-διπλοειδής κύκλος ζωής-ισομορφική εναλλαγή γενεών
(γαμετόφυτο-σποριόφυτο)
Μακροφύκη (Χλωροφύκος-*Ulva*)



Αναπαραγωγή των φυκών

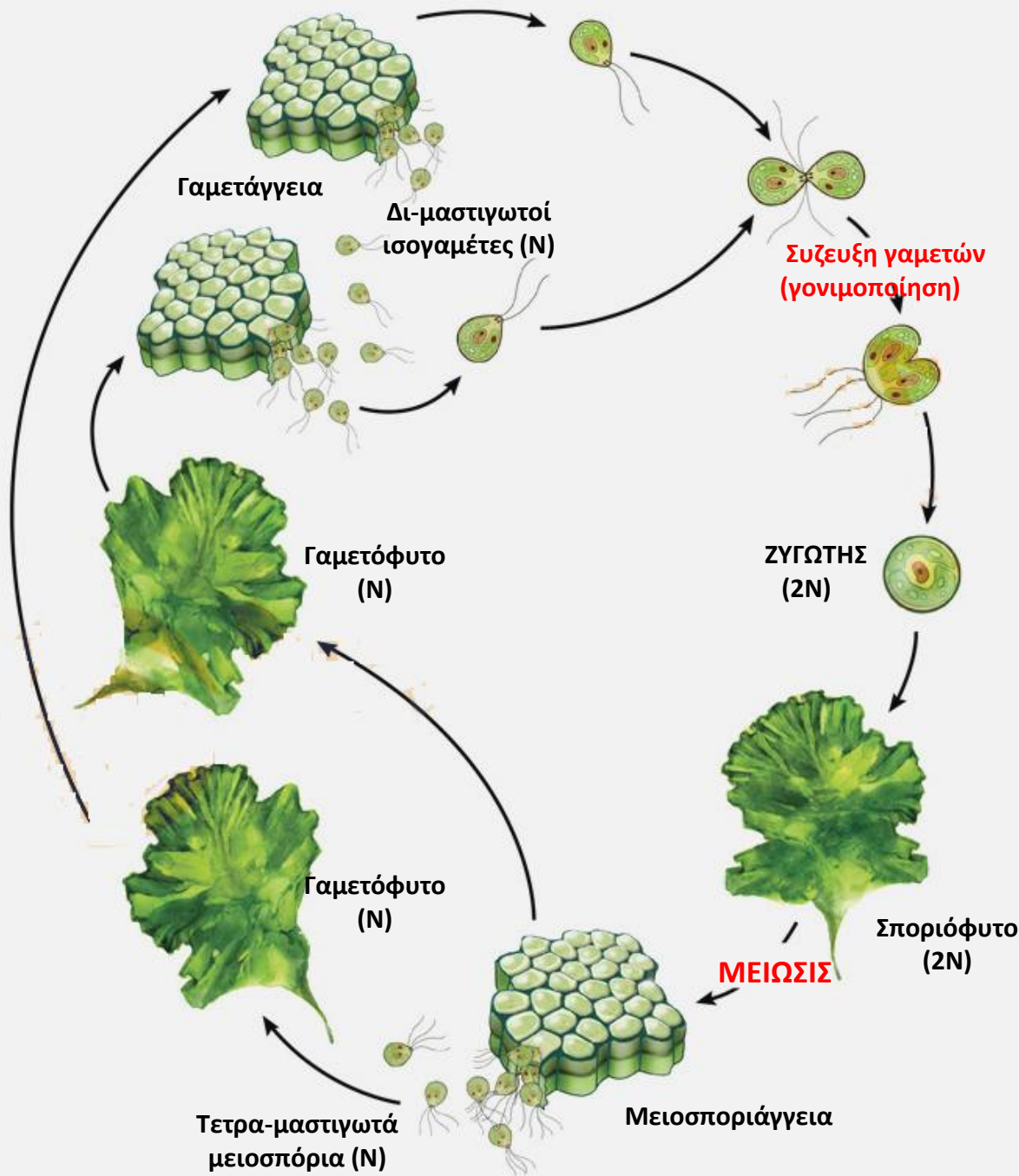
Εγγενής – Απλο-διπλοειδής κύκλος ζωής-ισομορφική εναλλαγή γενεών
(γαμετόφυτο-σποριόφυτο)

Μακροφύκη (Χλωροφύκος-*Ulva*)

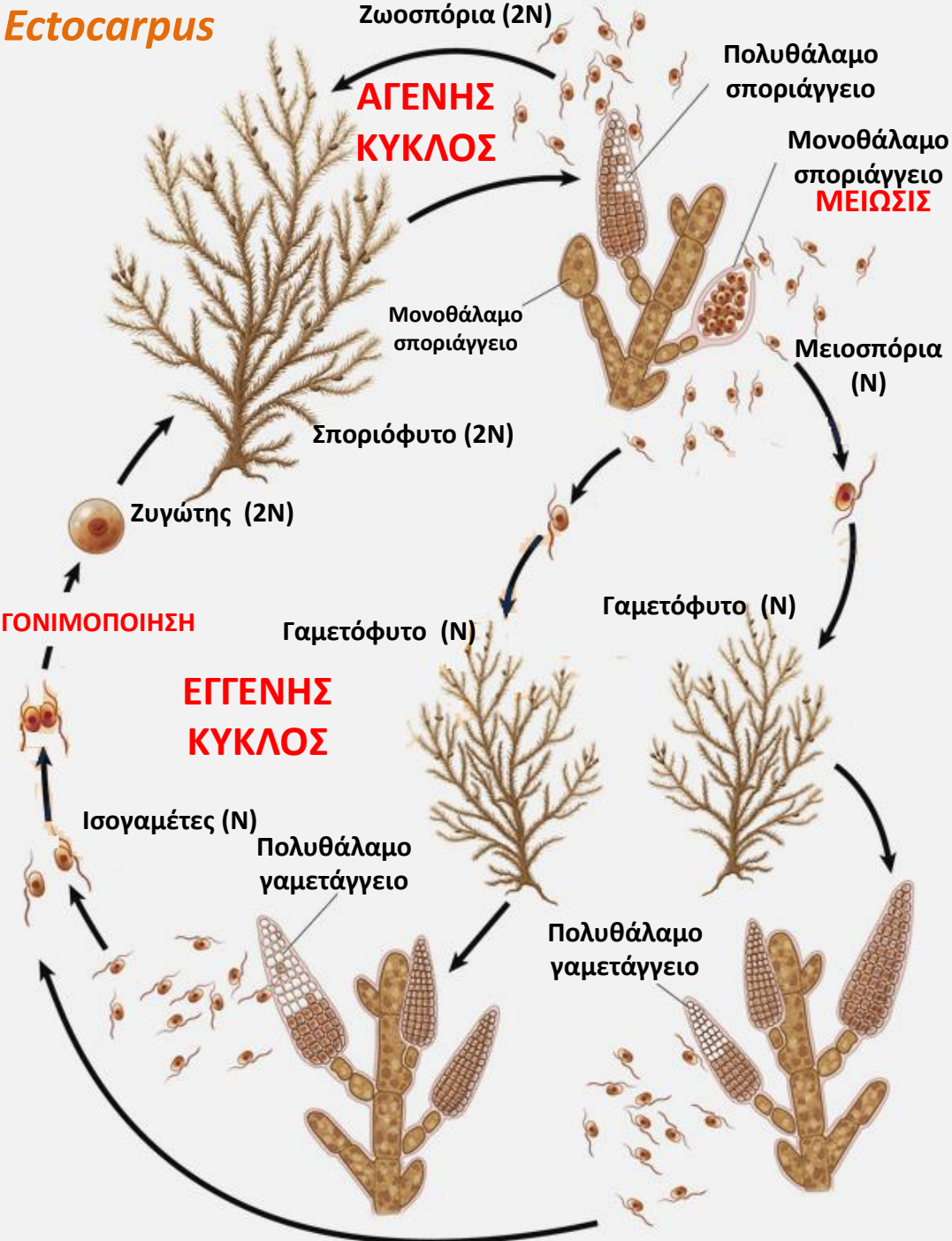


Αναπαραγωγή των φυκών
Εγγενής –Απλο-διπλοειδής
κύκλος ζωής
ισομορφική εναλλαγή γενεών
(γαμετόφυτο-σποριόφυτο)

Μακροφύκη
(Χλωροφύκος-*Ulva*)



Ectocarpus



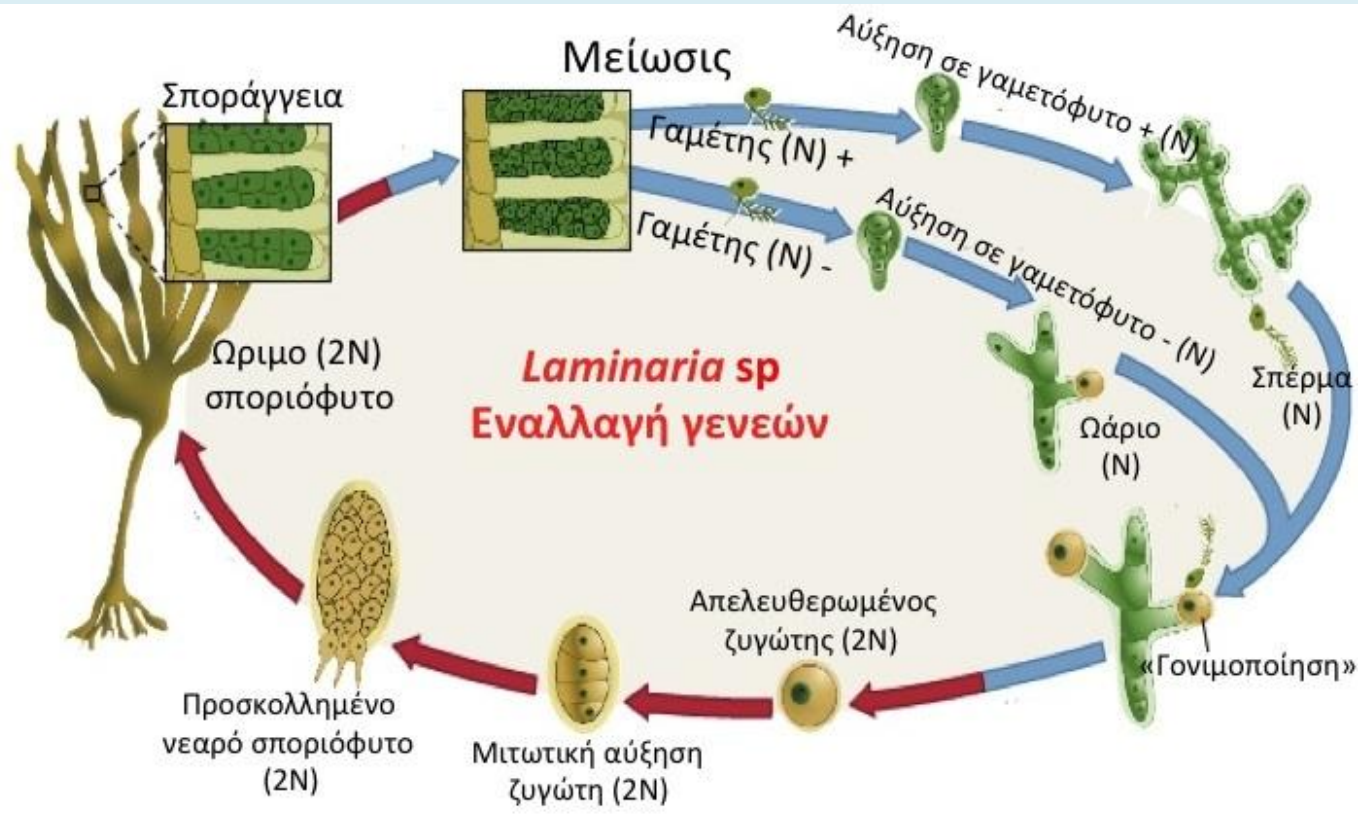
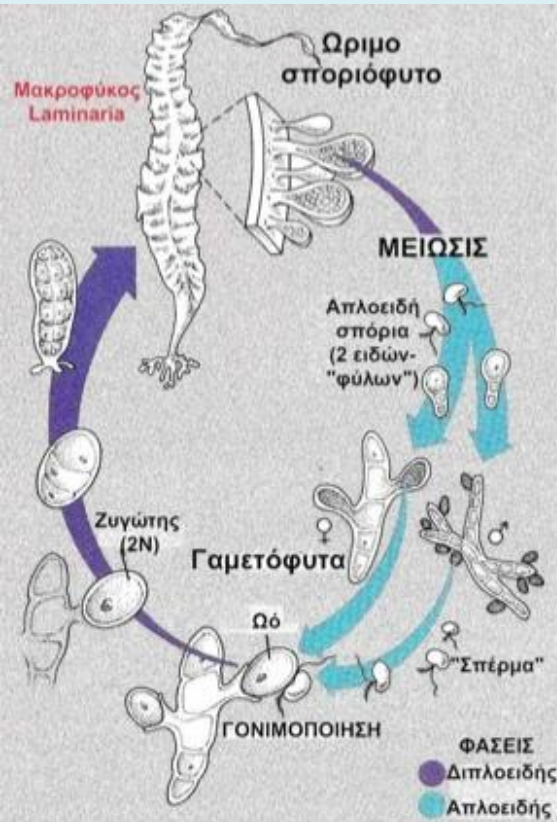
Αναπαραγωγή των φυκών
Εγγενής – Απλο-διπλοειδής κύκλος
ζωής-ισομορφική εναλλαγή
γενεών
(γαμετόφυτο-σποριόφυτο)
Μακροφύκη (Φαιοφύκος
***Ectocarpus*)**

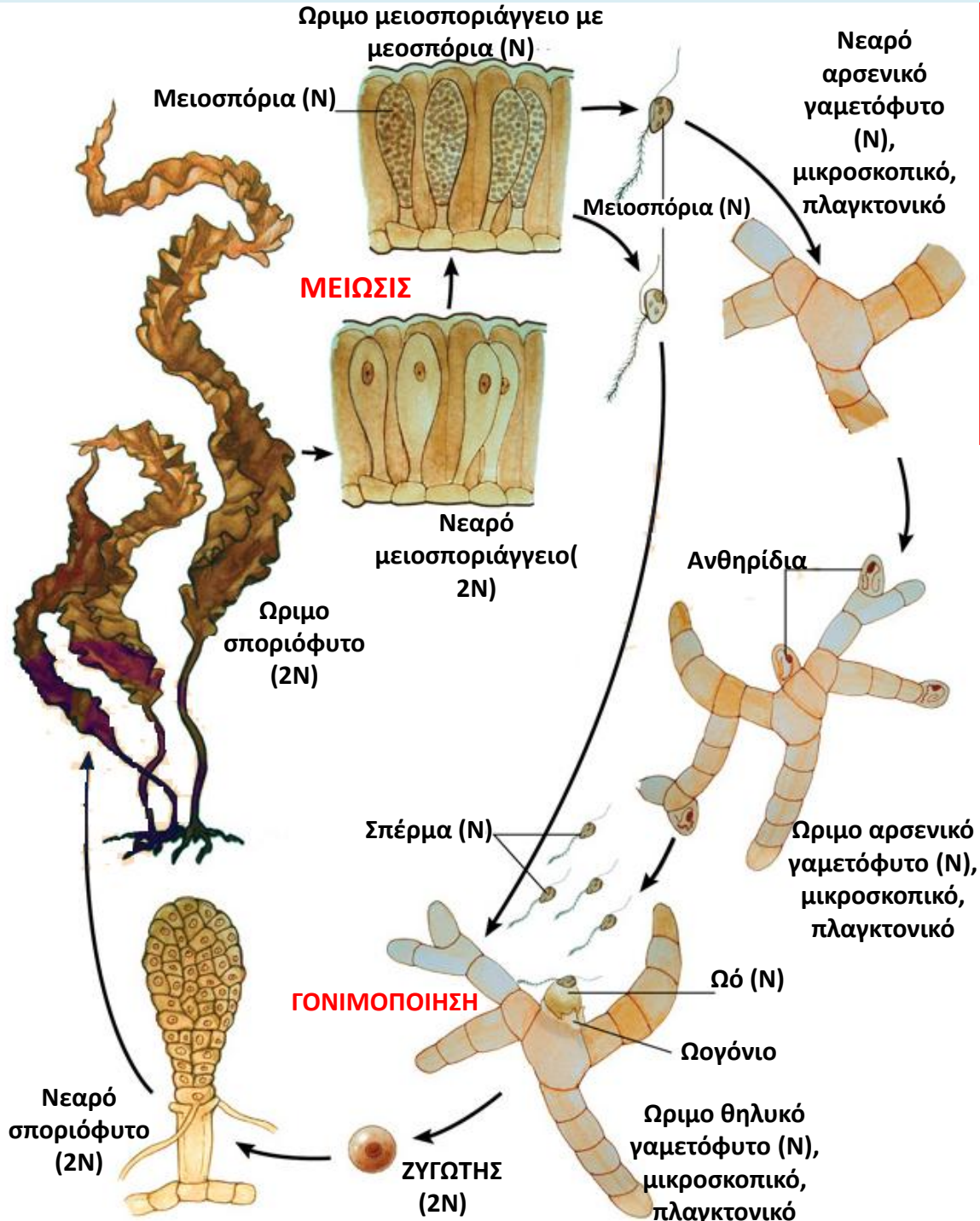


Αναπαραγωγή των φυκών

Εγγενής – Απλο-διπλοειδής κύκλος ζωής-ετερομορφική εναλλαγή γενεών (γαμετόφυτο-σποριόφυτο)

Μακροφύκη (Φαιοφύκη-*Laminaria*)





**Αναπαραγωγή των φυκών
Εγγενής – Απλο-διπλοειδής
κύκλος ζωής-ετερομορφική
εναλλαγή γενεών
(γαμετόφυτο-σποριόφυτο)**

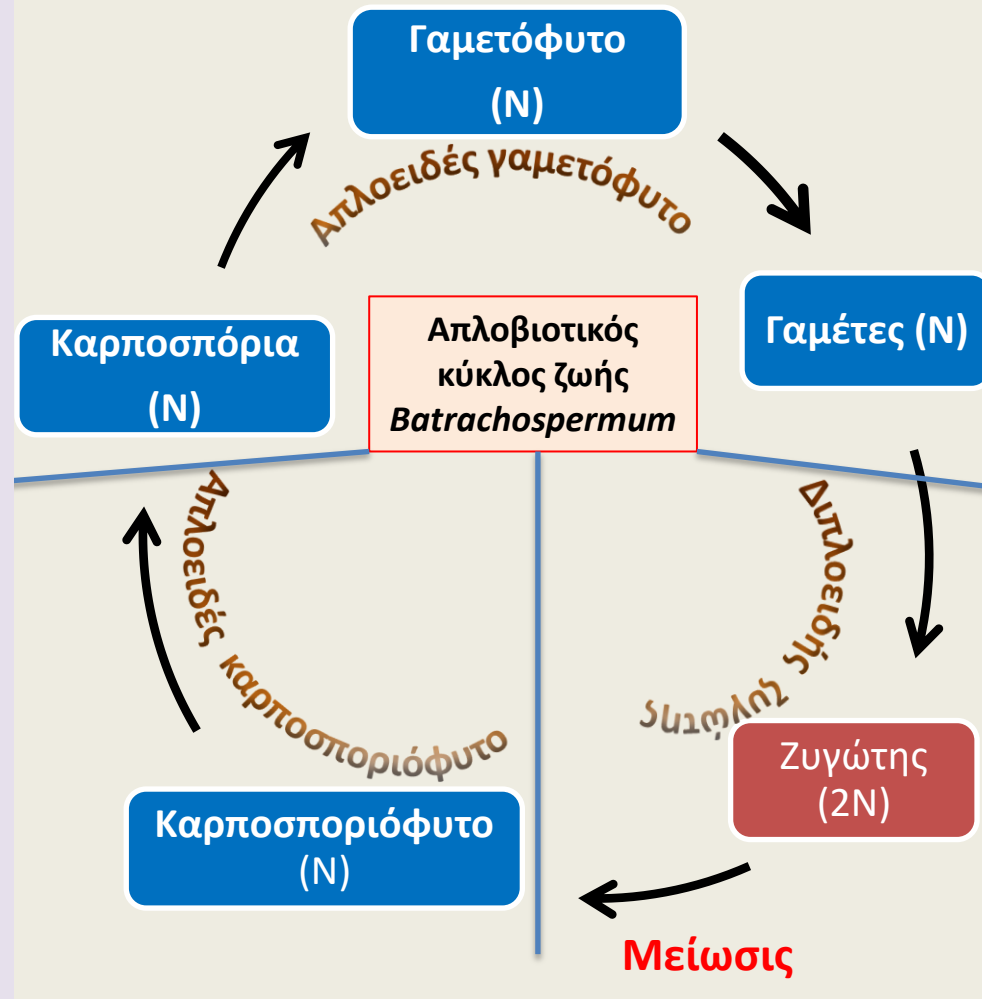
**Μακροφύκη (Φαιοφύκη-
Laminaria)**



Γεώργιος Χώτος-καθηγητής Τ.Ε.Ι. Δ. Ελλάδας

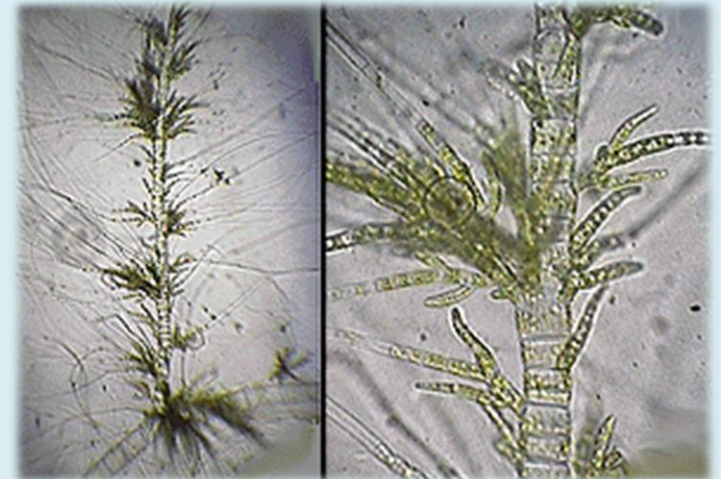
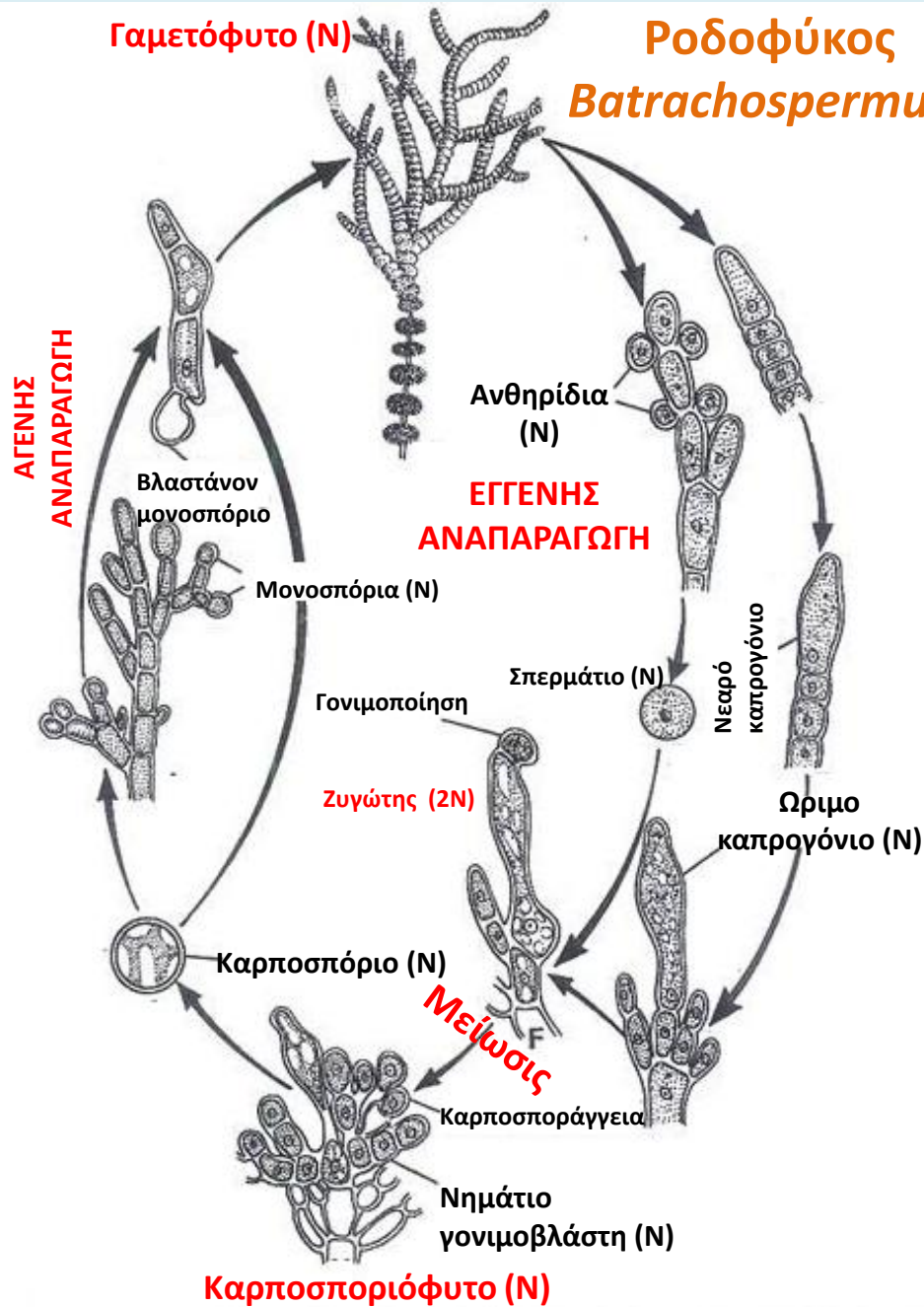
Αναπαραγωγή των φυκών – Απλοβιοτικός κύκλος ζωής-Ροδόφυτα

- ❑ Τρεις φάσεις του κύκλου ζωής
- ❑ Η μία φάση διπλοειδής (2N) και οι άλλες δύο απλοειδείς (N), δηλαδή:
 1. Γαμετοφυτική απλοειδής φάση (N)
 2. Ζυγωτική φάση διπλοειδής (2N)
 3. Καρποσποριοφυτική απλοειδής (N)
- ❑ Ο απλοβιοτικός τύπος απαντάται μόνο στην τάξη των Nematinales των ροδοφυκών
- ❑ Τα γαμετόφυτα παράγουν απλοειδείς (N) + & - γαμέτες. Τα σπέρματα (-) απελευθερώνονται στο νερό και γονιμοποιούν τα ωάρια στα ωογόνια (ωογαμία)
- ❑ Από τη γονιμοποίηση προκύπτει ο ζυγώτης το μόνο διπλοειδές (2N) στάδιο σε αυτού του τύπου κύκλο ζωής
- ❑ Ο ζυγώτης με μείωση παράγει απλοειδή (N) σπόρια τα οποία αναπτύσσονται σε απλοειδή (N) θαλλό καρποσποριόφυτου
- ❑ Το καρποσποριόφυτο παράγει αγενώς απλοειδή (N) καρποσπόρια
- ❑ Τα καρποσπόρια αναπτύσσονται σε απλοειδή (N) γαμετόφυτα



Σημείωση: Από την τάξη Nematinales των ροδοφυκών που μόνο αυτά παρουσιάζουν απλοβιοτικό κύκλο, αναφέρεται το πολύ μελετημένο γένος *Batrachospermum*

Αναπαραγωγή των φυκών – Απλοβιοτικός κύκλος ζωής-Ροδόφυτα (Nemalionales)



Αναπαραγωγή των φυκών – Απλο-διπλοβιοτικός κύκλος ζωής-Ροδόφυτα

Τρεις φάσεις του κύκλου ζωής δύο διπλοειδείς (2N) και μία απλοειδή (N), δηλαδή:

1. Καρποσποριοφυτική (2N)
2. Γαμετοφυτική (N)
3. Τετρασποριοφυτική φάση (2N)

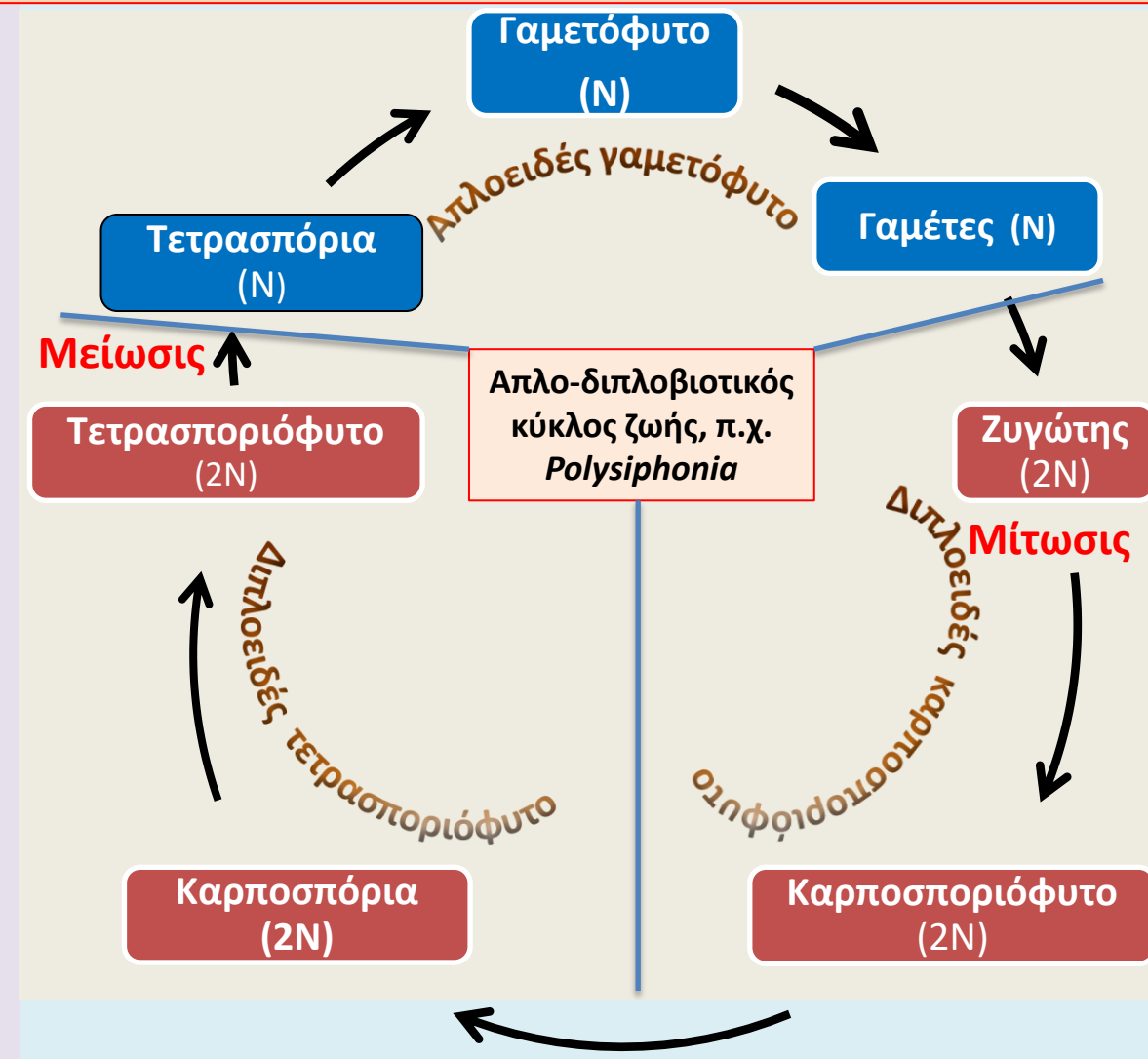
Ο απλο-διπλοβιοτικός τύπος είναι ο πλέον πολύπλοκος και εξελιγμένος και απαντάται **μόνο** στα **ροδόφυτα** εκτός από την τάξη των *Nemalionales*

Ο ζυγώτης (2N) προκύπτει από **ωογαμία** και αναπτύσσεται επάνω στο θηλυκό γαμετόφυτο σε **καρποσποριόφυτο** (2N)

Το καρποσποριόφυτο παράγει διπλοειδή (2N) **καρποσπόρια**

Τα ελευθερούμενα καρποσπόρια «βλαστάνουν» σε νέο θαλλό **τετρασποριόφυτο** (2N)

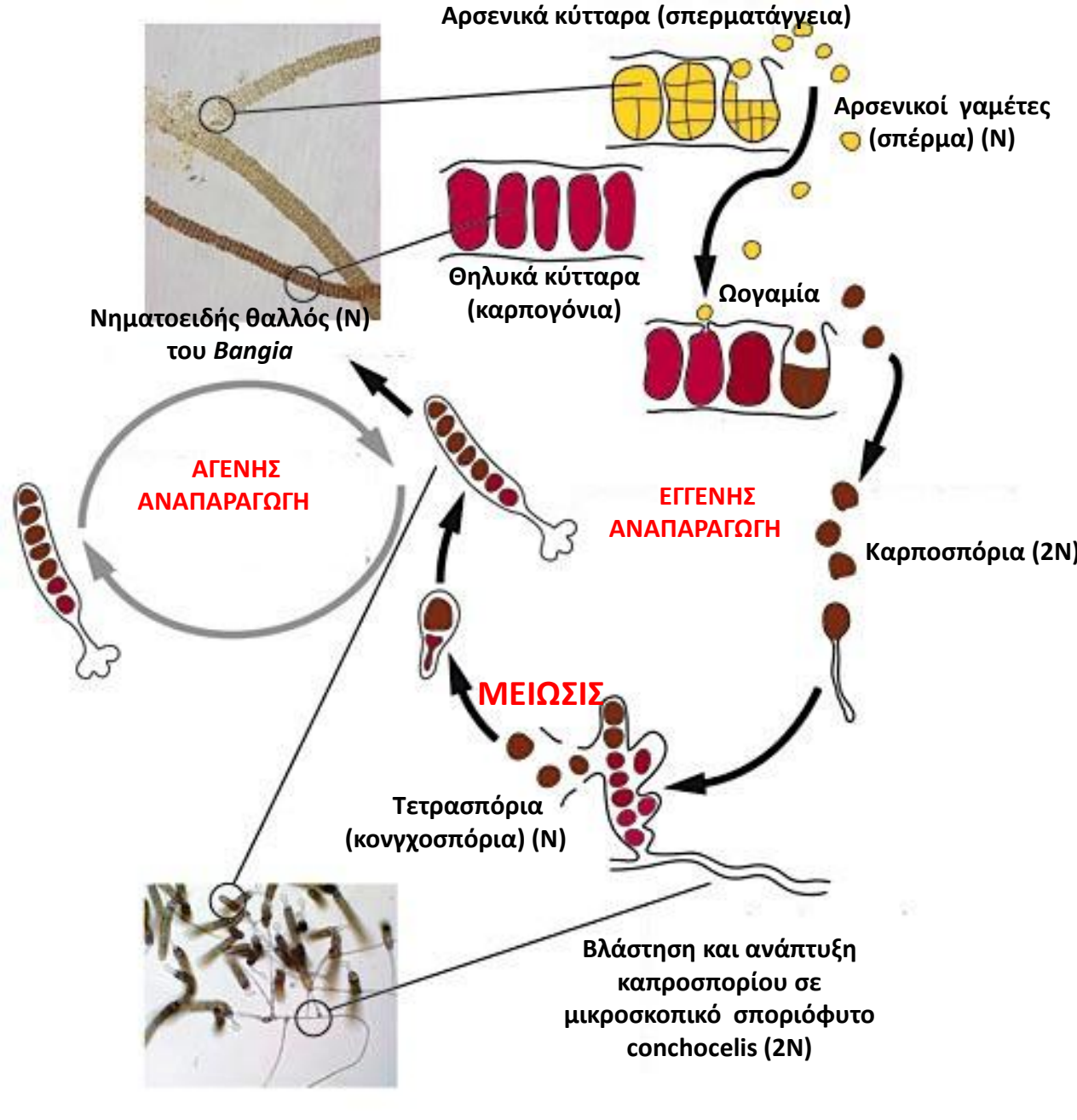
Το τετρασποριόφυτο παράγει αγενώς απλοειδή (N) **τετρασπόρια**



Τα τετρασπόρια αναπτύσσονται σε απλοειδή (N) **γαμετόφυτα** είτε **θηλυκά** (+), είτε **αρσενικά** (-) τα οποία παράγουν γαμέτες-σπέρμα ή γαμέτες-ωάρια αντιστοίχως

**Αναπαραγωγή των φυκών
Εγγενής – Απλο-διπλοβοιτικός
κύκλος ζωής Γαμετόφυτο -
καρποσποριόφυτο**

**Μακροφύκη (Ροδοφύκη-
Bangia) διφασική-
ετερόμορφη εναλλαγή γενεών**



1 Το πορι για το sushi παρασκευάζεται από τα μεγάλα μακροσκοπικά ελάσματα της απλοειδούς φάσης (γενιάς) της *Porphyra*. Γαμετόφυτο (N)

4 Στα ελάσματα παράγονται μη μαστιγιοφόρα σπέρματοζωίδια

Αναπαραγωγή των φυκών Εγγενής – Απλοδιπλοβιοτικός κύκλος ζωής Γαμετόφυτο – καρποσποριόφυτο

Μακροφύκη (Ροδοφύκη-*Porphyra*) διφασική-ετερόμορφη εναλλαγή γενεών

2 Το γαμετόφυτο μπορεί να αναπαραχθεί και αγενώς με δημιουργία απλανοσπορίων

7 Τα κονγχοσπόρια προσκολλώνται σε στερεό υπόστρωμα και αναπτύσσονται σε γαμετόφυτο (N)

3 Στα ελάσματα παράγονται επίσης μη απελευθερούμενα ωάρια

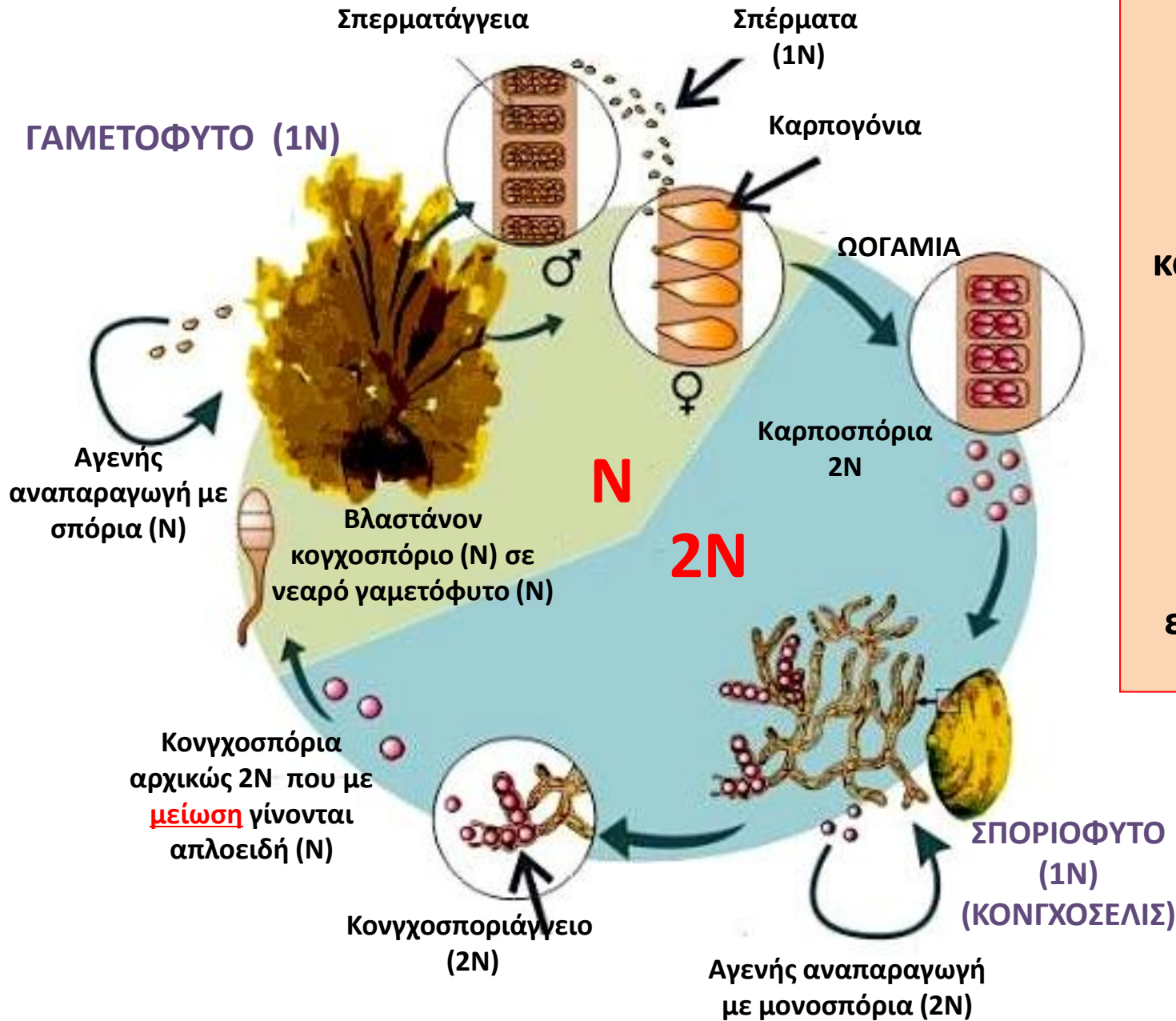
Τα ωάρια παραμένουν στα ελάσματα και διά της ωογαμίας γίνονται **5** γονιμοποιημένα ωά (ζυγώτης) που απελευθερώνονται

6 Οι ζυγώτες προσκολλούνται σε κελύφη νεκρών οστράκων βλαστών και αναπτύσσονται σε μικρούς θαλλούς «κονγχοσελίσ» (σποριόφυτο-2N). Δημιουργούνται κονγχοσποράγγεια που με μείωση παράγουν και απελευθερώνουν κονγχοσπόρια (N)

Γενική επισκόπηση του κύκλου ζωής του ροδοφύκου *Porphyra yezoensis*

**Αναπαραγωγή των
φυκών**
Εγγενής – Απλο-
διπλοβοιτικός
κύκλος ζωής
Γαμετόφυτο –
καρποσποριόφυτο

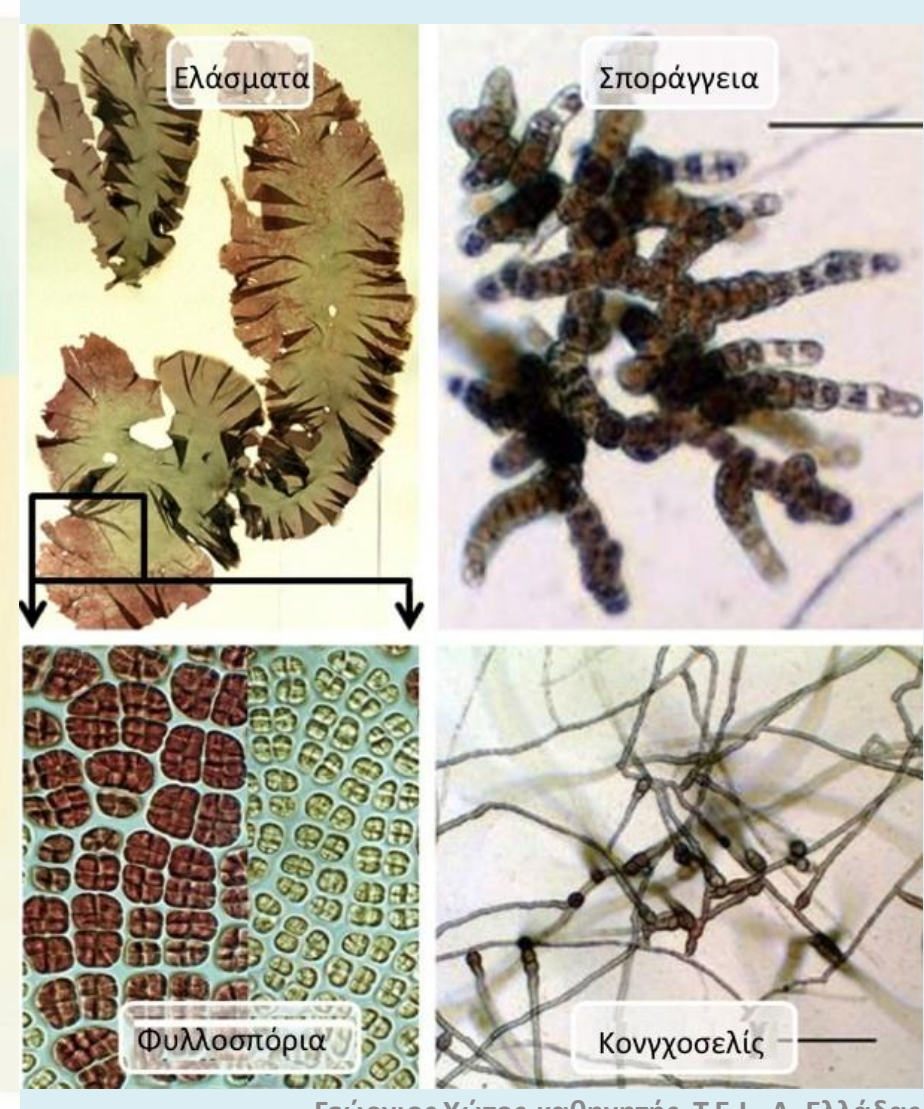
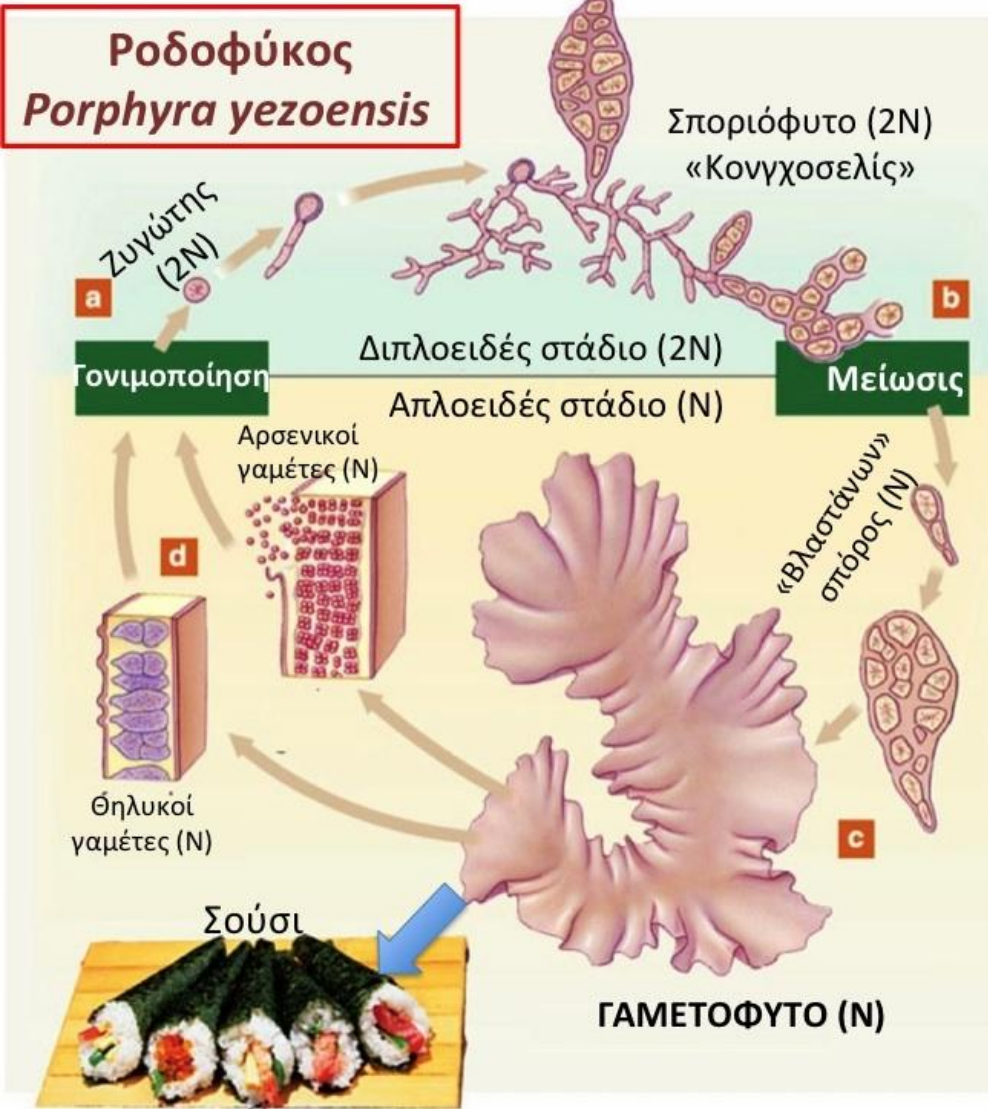
**Μακροφύκη
(Ροδοφύκη-
Porphyra)
διφασική-
ετερόμορφη
εναλλαγή γενεών**



Αναπαραγωγή των φυκών

Εγγενής – Απλο-διπλοβιοτικός κύκλος ζωής, Γαμετόφυτο – καρποσποριόφυτο

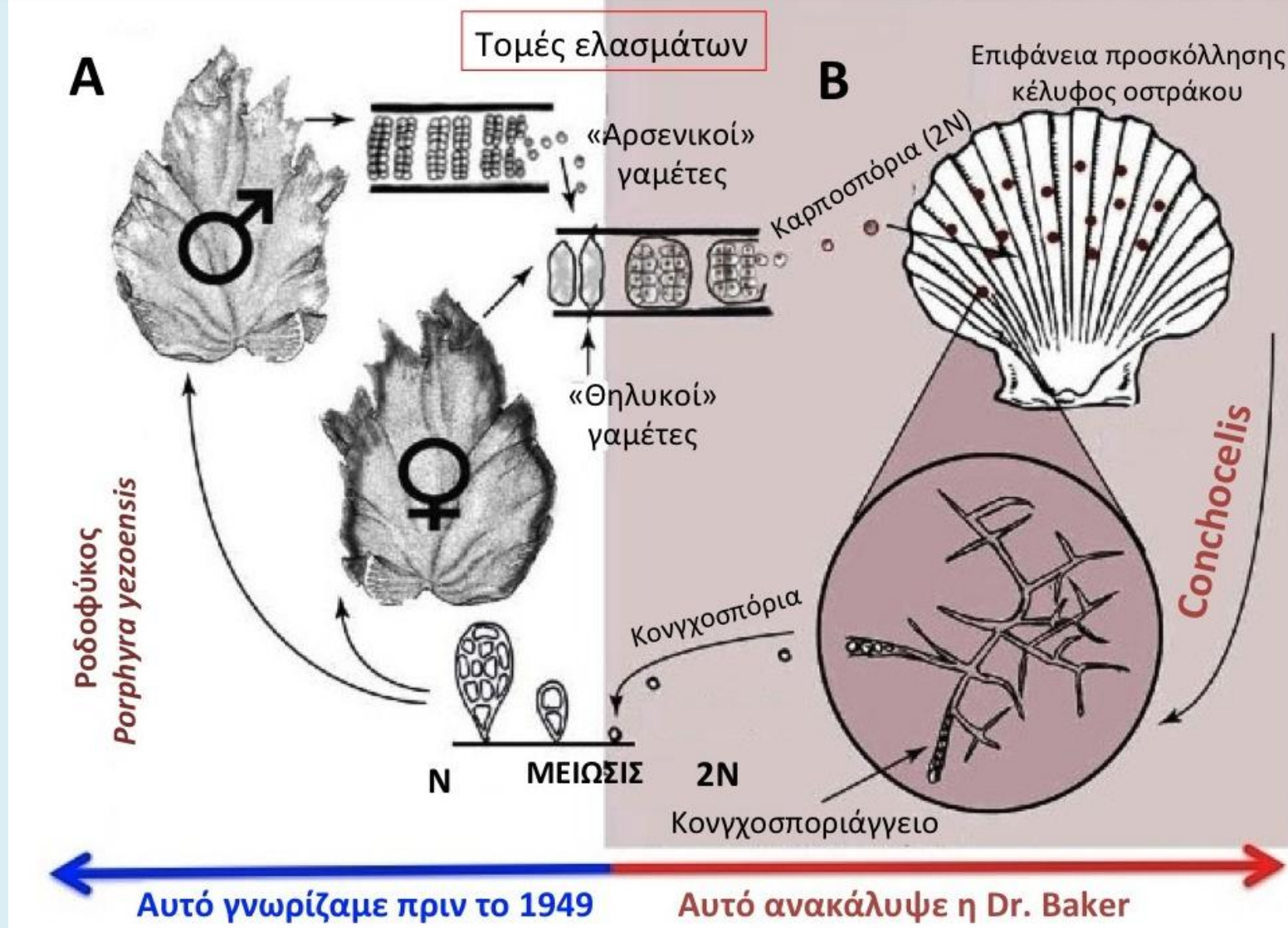
Μακροφύκη (Ροδοφύκη-*Porphyra*) διφασική-ετερόμορφη εναλλαγή γενεών



Αναπαραγωγή των φυκών

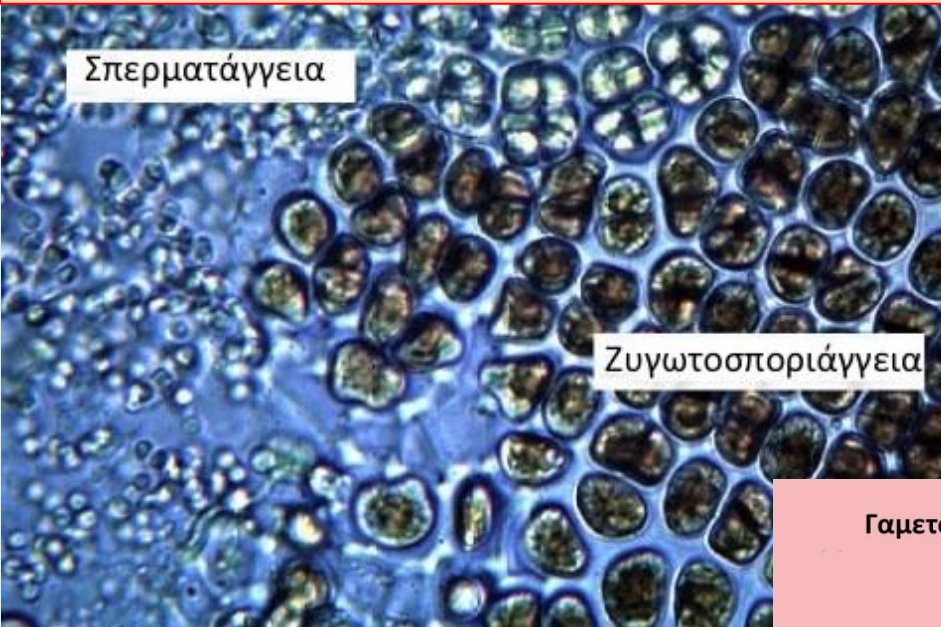
Εγγενής – Απλο-διπλοβιοτικός κύκλος ζωής Γαμετόφυτο – καρποσποριόφυτο

Μακροφύκη (Ροδοφύκη-*Porphyra*) διφασική-ετερόμορφη εναλλαγή γενεών



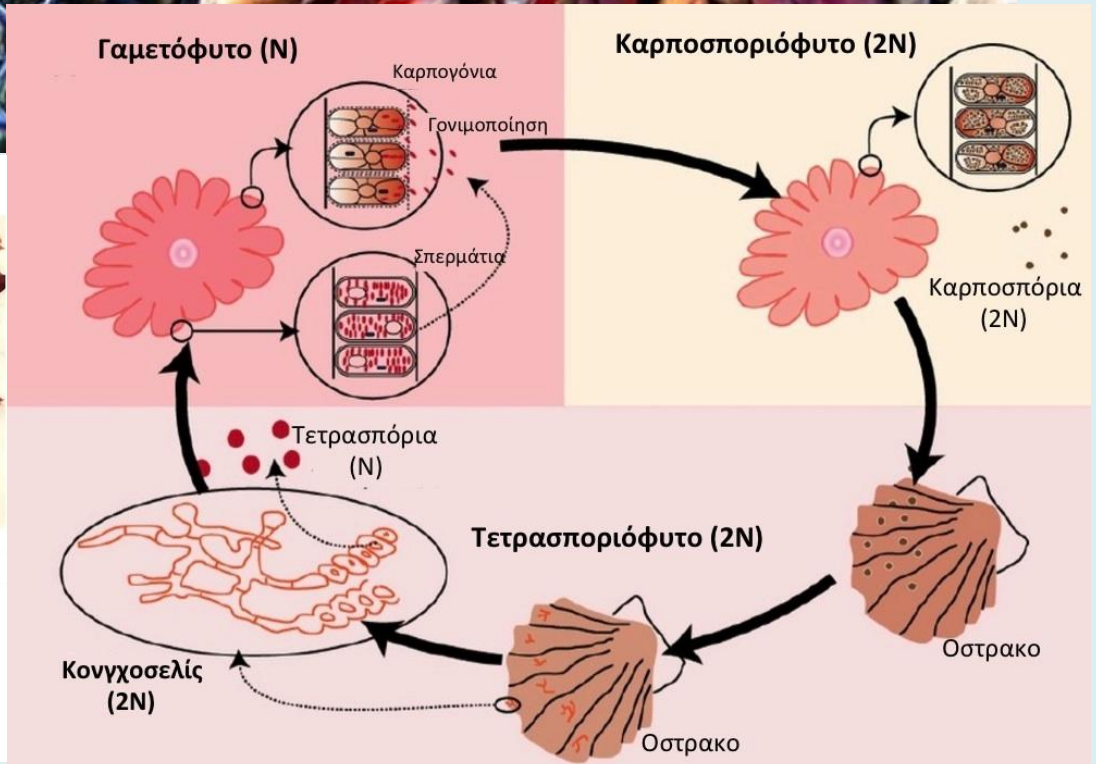
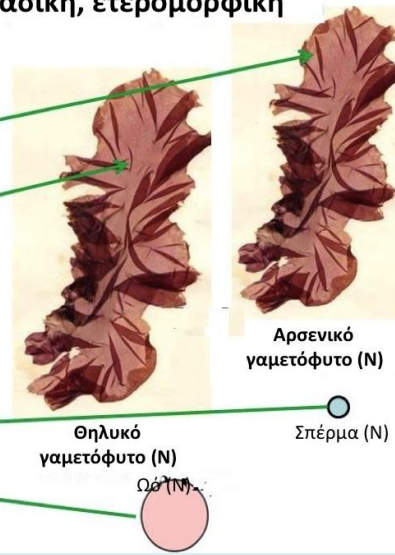
Αναπαραγωγή των φυκών

Εγγενής – Απλο-διπλοβιοτικός κύκλος ζωής, Γαμετόφυτο – καρποσποριόφυτο
 Μακροφύκη (Ροδοφύκη-*Porphyra*) διφασική-ετερόμορφη εναλλαγή γενεών



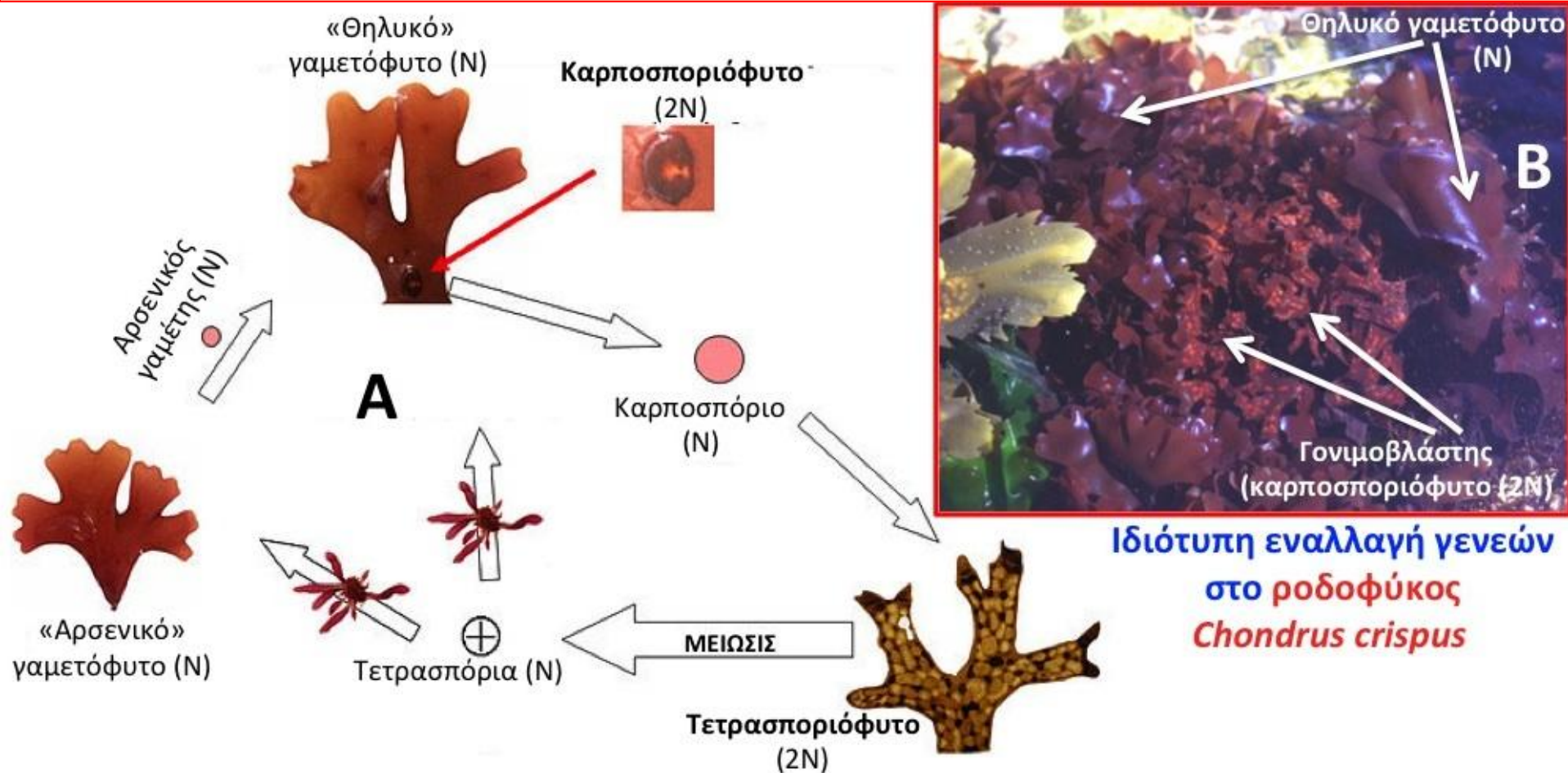
Κύκλος ζωής ροδοφύκους *Porphyra yezoensis*
 Εναλλαγή γενεών, διφασική, ετερομορφική

Σποριόφυτο (2N)
 Κονγχοσελίσ



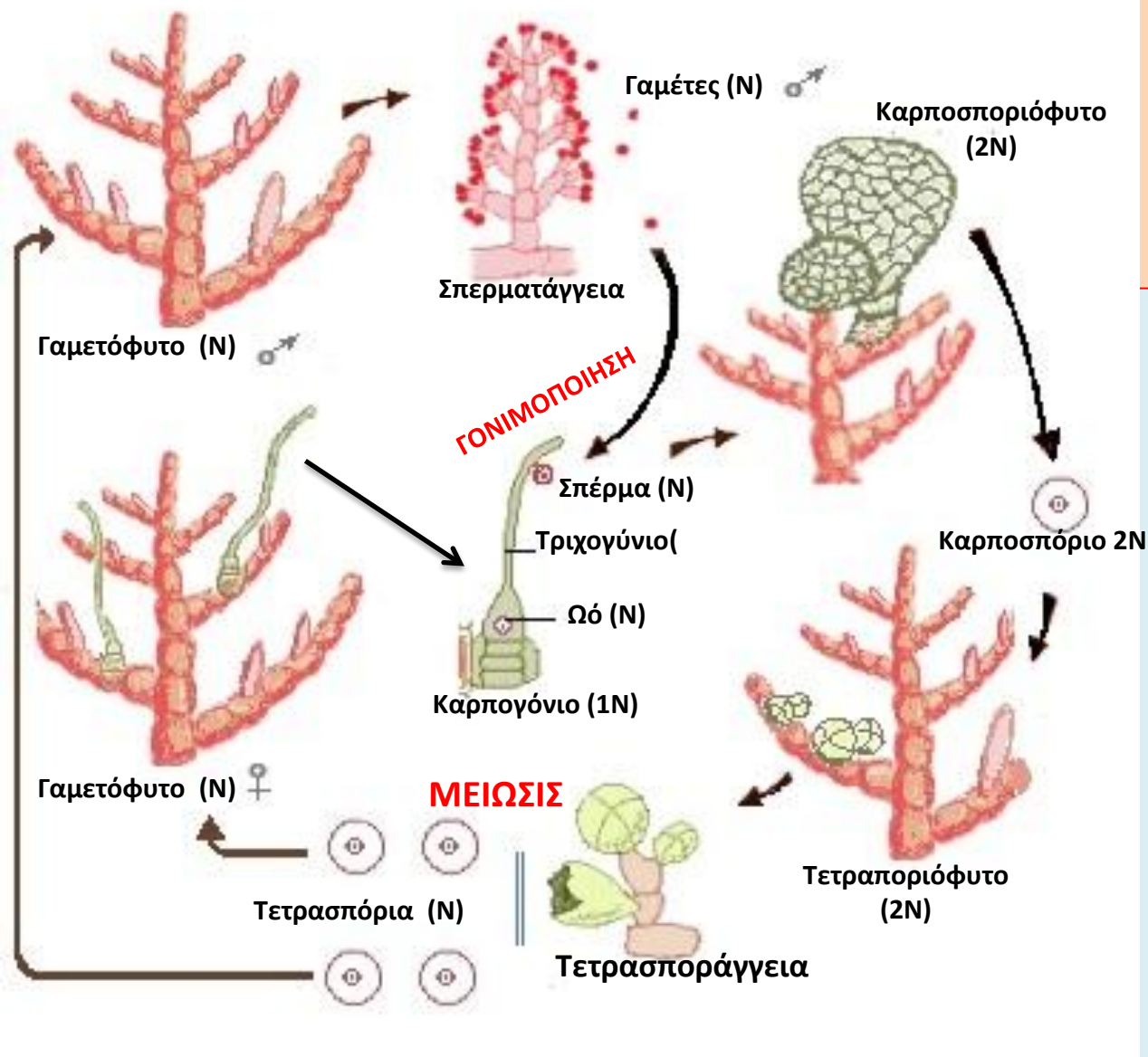
Αναπαραγωγή των φυκών Εγγενής – Απλο-διπλοβιοτικός κύκλος ζωής, Γαμετόφυτο-καρποσποριόφυτο-τετρασποριόφυτο

Μακροφύκη (Ροδοφύκος *Chondrus crispus*) τριφασική-ετερόμορφη εναλλαγή γενεών



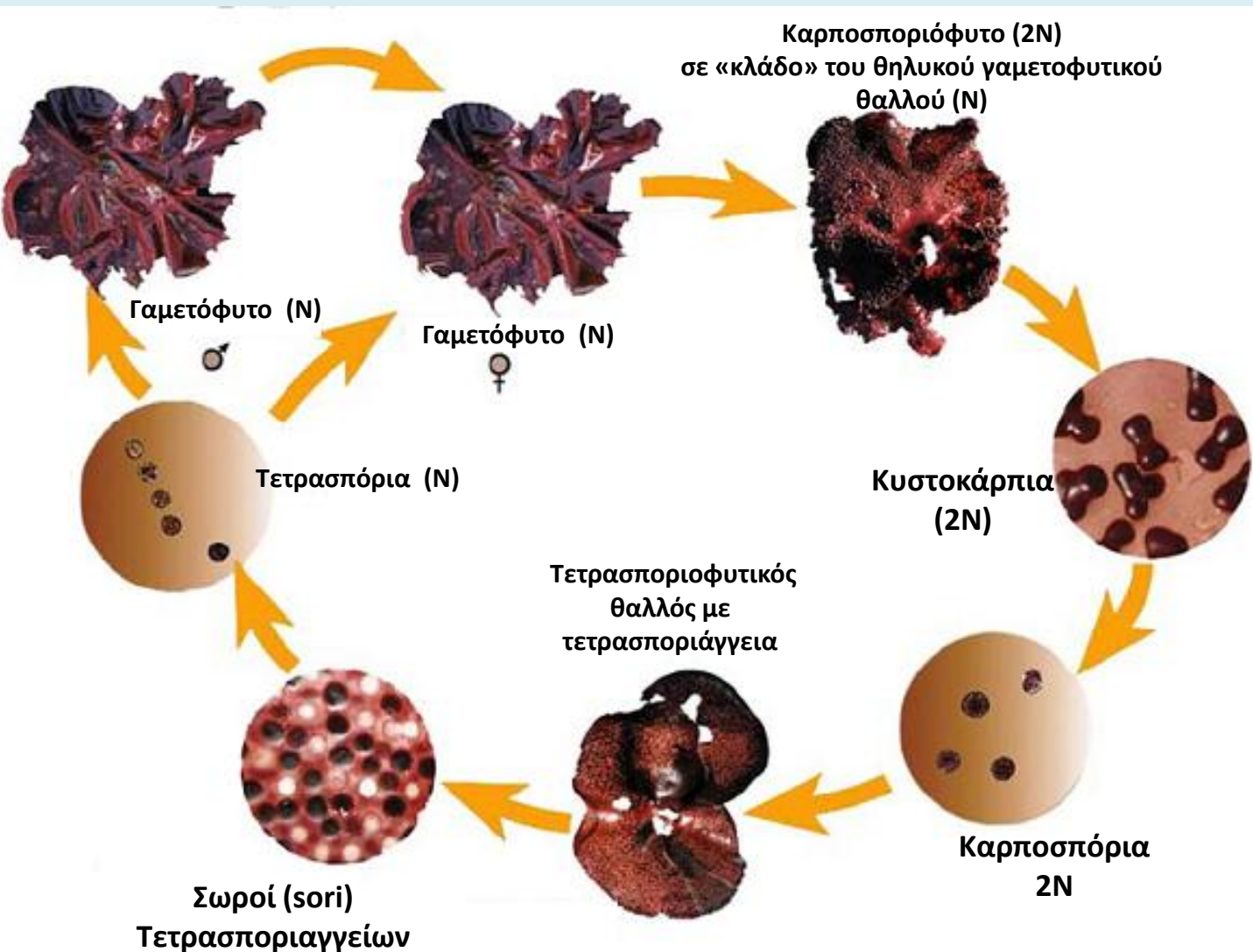
**Αναπαραγωγή των φυκών
Εγγενής – Απλο-
διπλοβιοτικός κύκλος ζωής,
Γαμετόφυτο-
καρποσποριόφυτο-
τετρασποριόφυτο**

**Μακροφύκη (Ροδοφύκη-
Antithamnion) τριφασική –
ισομορφική εναλλαγή
γενεών**

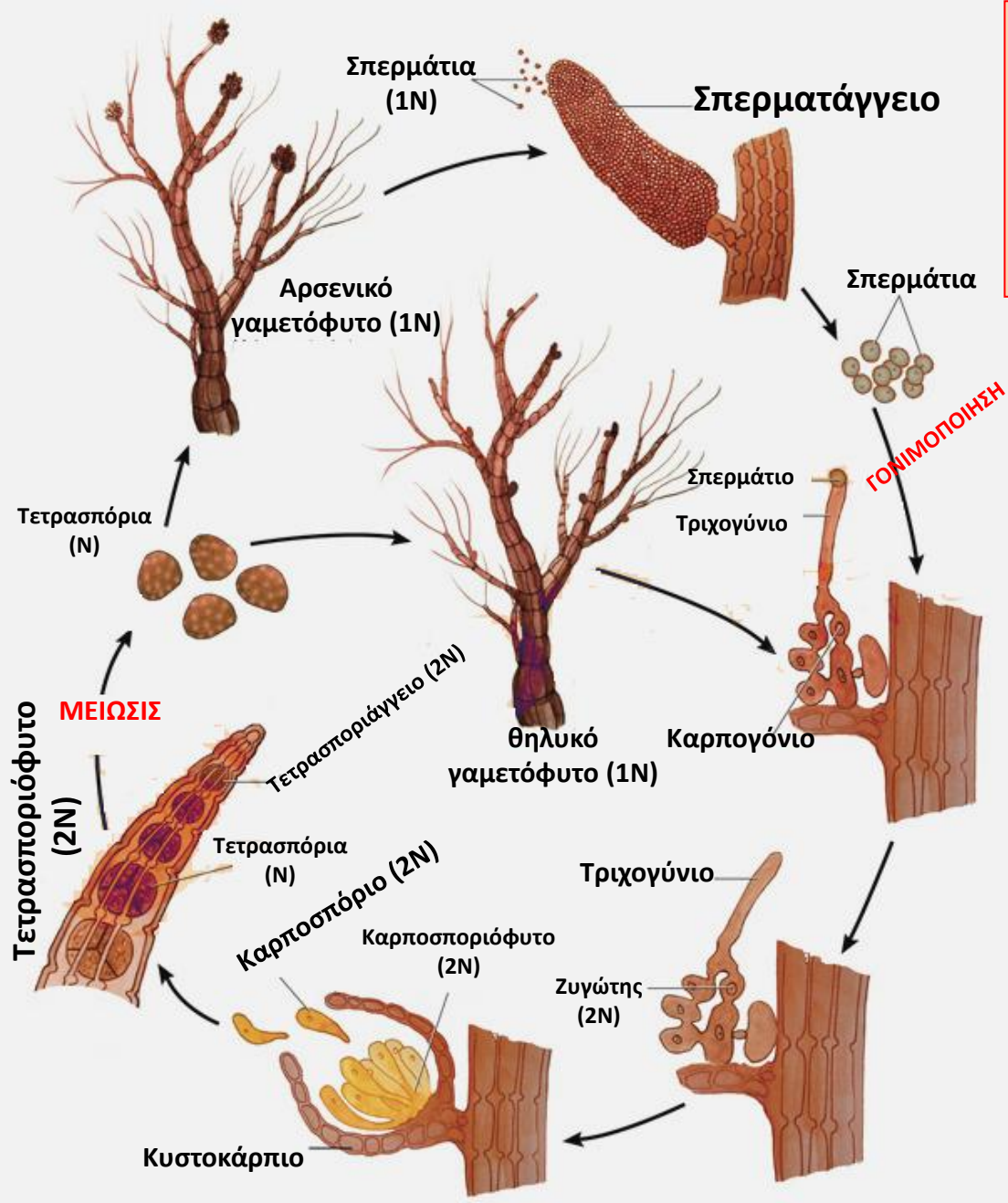


Αναπαραγωγή των φυκών, Εγγενής – Απλο-διπλοβιοτικός κύκλος ζωής, Γαμετόφυτο-καρποσποριόφυτο-τετρασποριόφυτο

Μακροφύκη (Ροδοφύκη-*Gigartina skottsbergii*) τριφασική-ισομορφική εναλλαγή γενεών



**Αναπαραγωγή των φυκών
Εγγενής – Απλο-διπλοβιοτικός
κύκλος ζωής,
Γαμετόφυτο-καρποσποριόφυτο-
τετρασποριόφυτο**



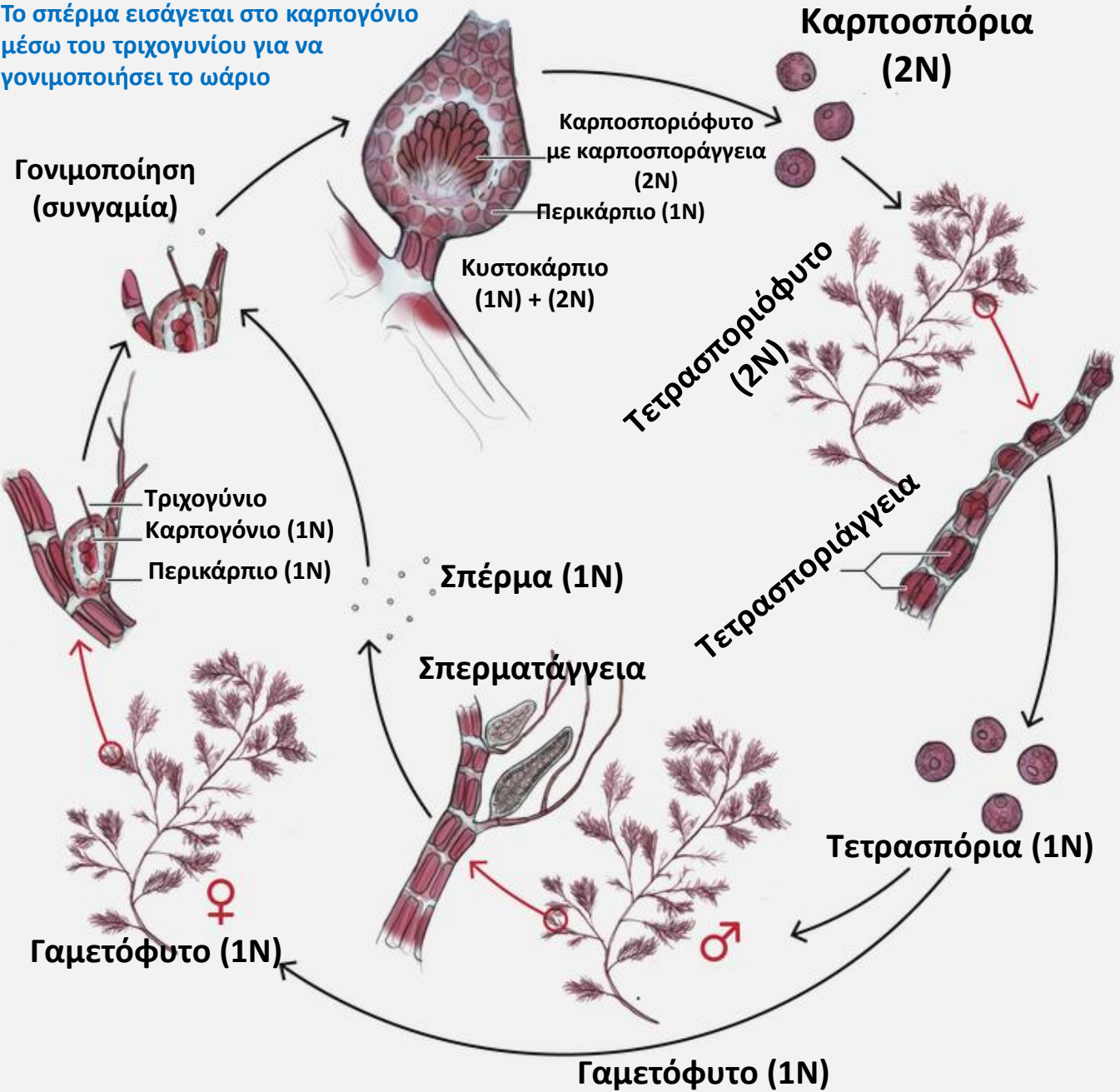
**Αναπαραγωγή των
φυκών**
Εγγενής – Απλο-
διπλοβιοτικός κύκλος
ζωής,
Γαμετόφυτο-
καρποσποριόφυτο-
τετρασποριόφυτο

**Μακροφύκη
(Ροδοφύκη-
Polysiphonia)**
τριφασική –
ισομορφική
εναλλαγή γενεών

Το καρποσποριόφυτο
αναπτύσσεται επάνω
στο θαλλό του
θηλυκού
γαμετόφυτου

Το σπέρμα εισάγεται στο καρπογόνιο
μέσω του τριχογυνίου για να
γονιμοποιήσει το ωάριο

Γονιμοποίηση
(συνγαμία)



ΣΠΟΡΙΟΦΥΤΟ
(2N)

Τετρασποράγγεια 2N

Αναπαραγωγή των
φυκών
Εγγενής – Απλο-
διπλοβιοτικός κύκλος
ζωής,
Γαμετόφυτο-
καρποσποριόφυτο-
τετρασποριόφυτο

ΜΕΙΩΣΙΣ

Τετρασπόρια
N

2N

N

«Βλάστηση»
καρποσπορίου
2N

N

ΓΑΜΕΤΟΦΥΤΑ (N)

Καρποσπόρια
2N

Σπέρματα N

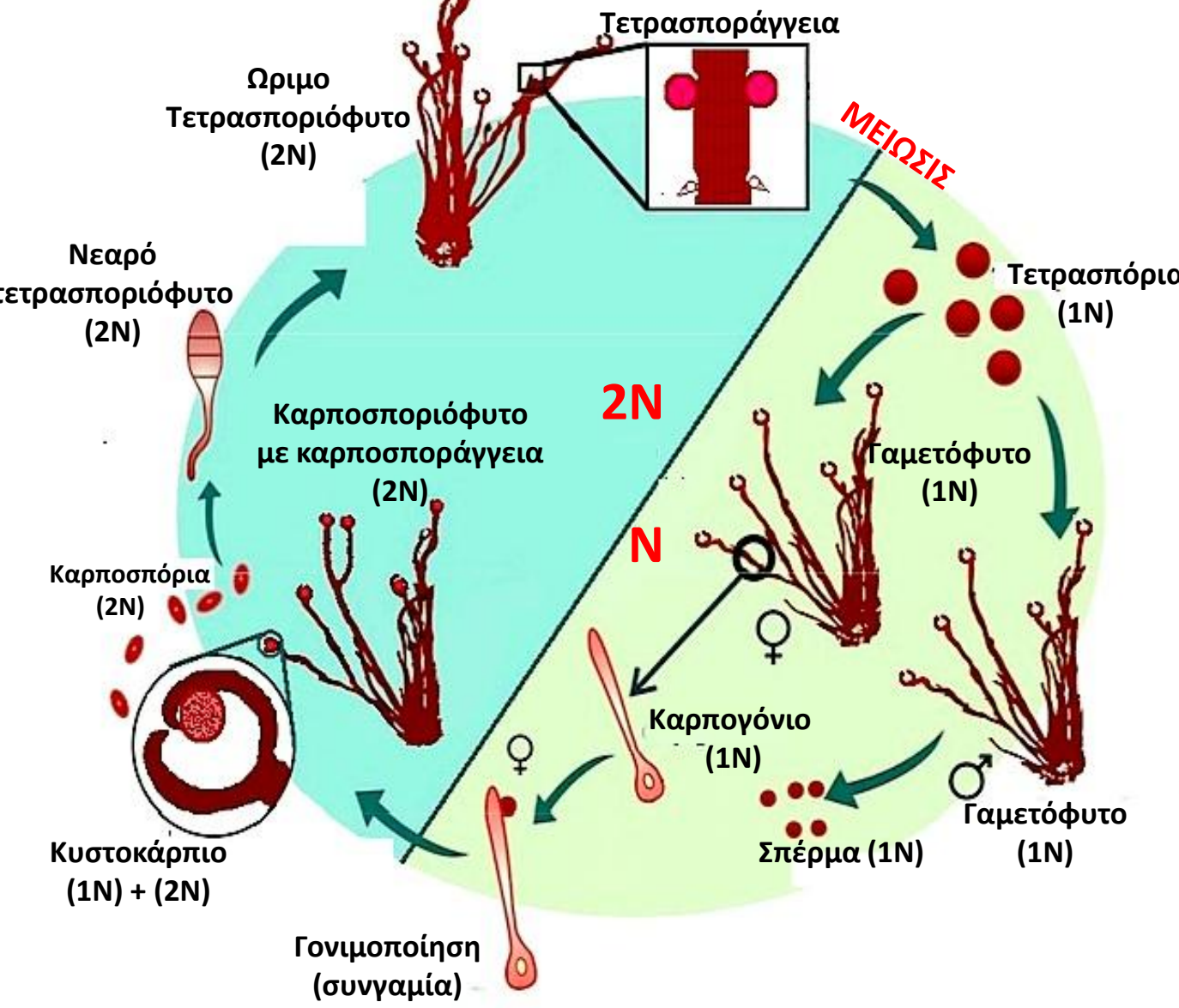
ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ
(ωογαμία)

Καρπογόνιο N

Καρποσποπιόφυτο
2N



Centroceras clavulatum



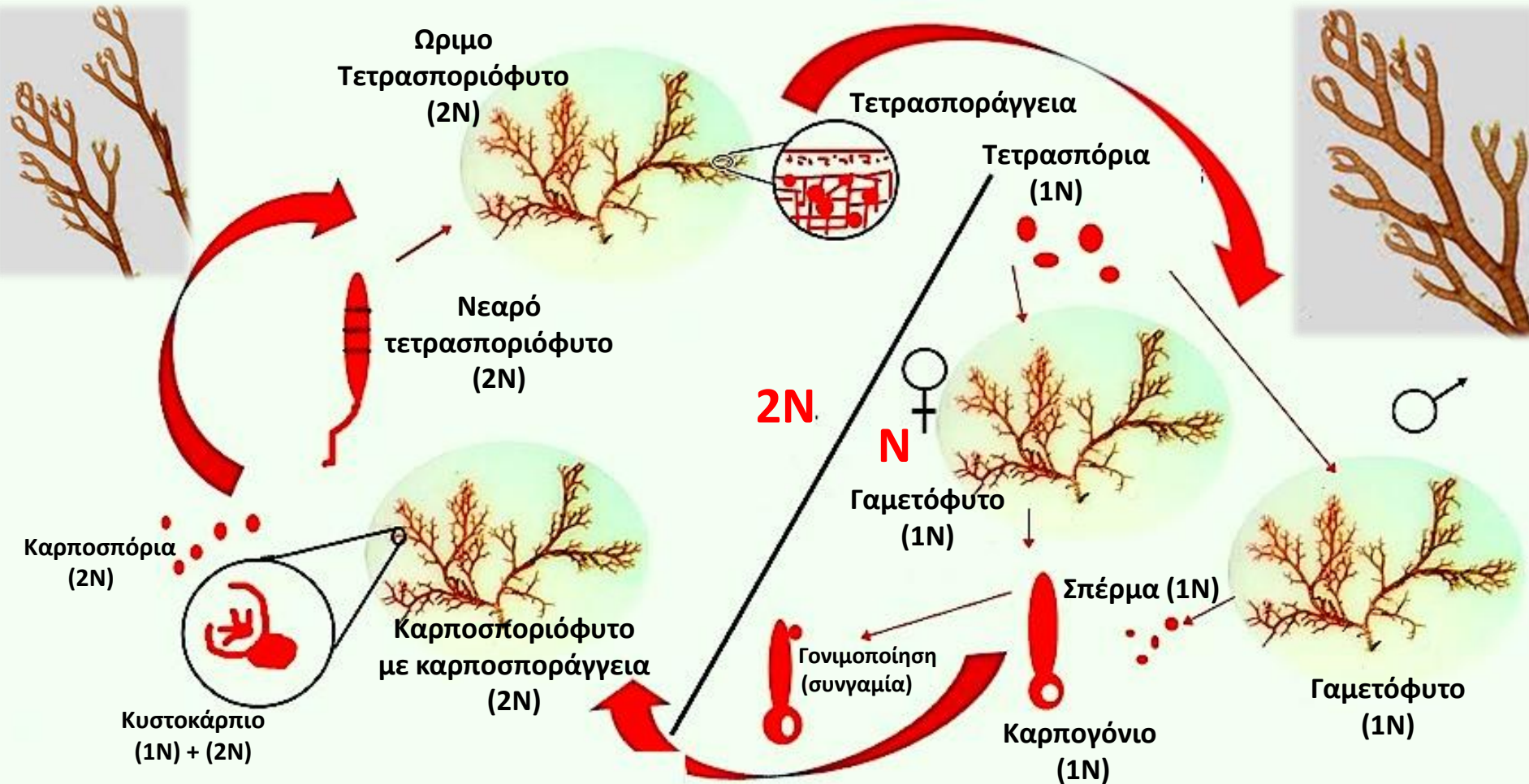
Αναπαραγωγή των
φυκών
Εγγενής – Απλο-
διπλοβιοτικός κύκλος
ζωής,
Γαμετόφυτο-
καρποσποριόφυτο-
τετρασποριόφυτο

Μακροφύκη
(Ροδοφύκη-
Centroceras)
τριφασική –
ισομορφική
εναλλαγή γενεών



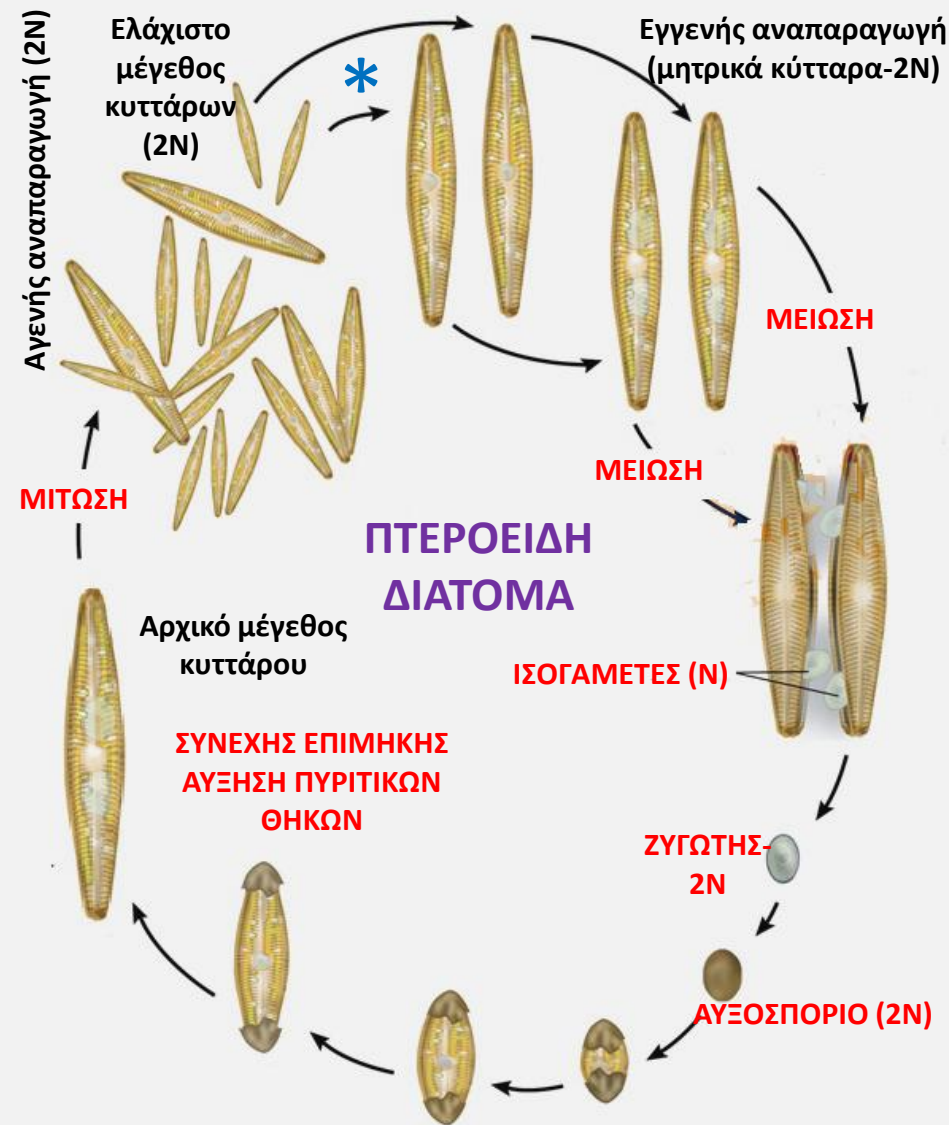
Αναπαραγωγή των φυκών, Εγγενής – Απλο-διπλοβοιοτικός κύκλος ζωής, Γαμετόφυτο-καρποσποριόφυτο-τετρασποριόφυτο

Μακροφύκη (Ροδοφύκη-*Ceramium*) τριφασική – ισομορφική εναλλαγή γενεών



Αναπαραγωγή των φυκών

Μικροφύκη - μονοκύτταρα-πλαγκτονικά-ΠΤΕΡΟΕΙΔΗ ΔΙΑΤΟΜΑ Βλαστική & εγγενής-(γαμεταγγειογαμία-ζυγώτης-αυξοσπόριο)



Τα πτεροειδή (pennate) διάτομα αναπαράγονται βλαστικώς με απλές κυτταρικές (μιτωτικές) διαιρέσεις. Με αυτό τον τρόπο όμως τα θυγατρικά κύτταρα σταδιακά μικραίνουν. Όταν καταλήξουν σε ένα ορισμένο ανά είδος **ελάχιστο μέγεθος** ενεργοποιείται η **εγγενής αναπαραγωγή** με κίνηση και κατάλληλη ένωση δύο **γαμετοπαραγωγών** κυττάρων (γαμεταγγειογαμία). Με **μειωτική** διαίρεση του κάθε πυρήνα παράγονται από **4 απλοειδείς «πυρήνες»**. Από αυτούς ένας επιβιώνει στο καθένα από τα κύτταρα που ενώνονται (συζεύγνυνται). Ο πυρήνας που απέμεινε συμπεριφέρεται ως γαμέτης (N). Μέσω των ανοιγμένων θυρίδων τους με ένωση των πρωτοπλάσμάτων και των πυρήνων που εμπεριέχονται δημιουργείται ένα **διπλοειδές αυξοσπόριο** το οποίο μεγαλώνοντας επανακτά το αρχικό μέγεθος του διατόμου.

*Σημείωση: Έχει γίνει τεχνητώς μεγέθυνση των κυττάρων για την καλλίτερη απεικόνιση στο σχήμα της διαδικασίας της αναπαραγωγής.

