

ΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΔΙΑΤΗΡΟΥΝΤΑΙ ΚΑΙ ΔΙΑΤΙΘΕΝΤΑΙ ΣΕ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΜΕΝΟΥΣ

A. ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΑ ΜΙΚΡΟΦΥΚΗ

Amphidinium carterae



Συστηματική κατάταξη

Υπερβασίλειο:	Ευκαρυωτικά
Βασίλειο:	Πρώτιστα
Φύλο:	Δινομαστιγωτά (Dinoflagellata)
Ομοταξία:	Dinophyceae
Τάξη:	Gymnodiniales
Οικογένεια:	Gymnodiniaceae
Γένος:	<i>Amphidinium</i>
Είδος:	<i>Amphidinium carterae</i>

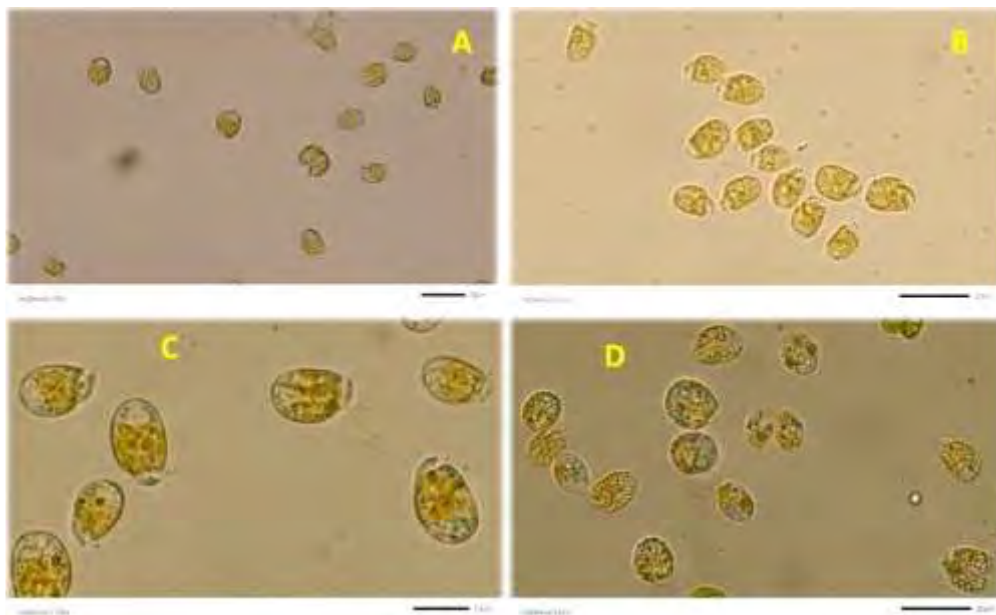
Πλαγκτονικό είδος με μονήρη κύτταρα με ποικιλία μεγεθών που κυμαίνεται στα $11,93 \pm 1,3$ (sd) μm κατά τον επιμήκη άξονα και $8,64 \pm 0,92$ (sd) μm κατά το πλάτος. Κινητικό με χαρακτηριστική κίνηση ευθύγραμμου τύπου και συχνή απότομη αλλαγή κατεύθυνσης. Δεν στροβιλίζονται. Χωρίς "πανοπλία"-κέλυφος κυτταρίνης. Μερικές φορές τα κύτταρα παρουσιάζονται εντελώς ακίνητα μέσα σε υαλώδη κύστη. Η μορφή των κυττάρων (Εικόνες 1 & 2) ποικίλει μεταξύ σφαιροειδούς και ατρακτοειδούς και κατά τον μεγάλο άξονα συμπιεσμένα. Το χρώμα τους κυμαίνεται μεταξύ των αποχρώσεων του λαδοκίτρινου και κιτρινοπορτοκαλί με μια ελαφρά πρασινωπή απόχρωση ενίοτε. Η επιθήκη (epicone) πολύ μικρότερη από την υποθήκη και μοναδική στο σχήμα της μεταξύ των δινομαστιγωτών καθώς μοιάζει με καμπυλωτή "προβοσκίδα". Μεταξύ των κυττάρων παρουσιάζεται ποικιλία στο μέγεθος της επιθήκης, σε άλλα είναι ογκώδης και σε άλλα μικρότερη. Η εγκάρσια αύλακα (cingulum) δεν είναι τόσο εμφανής όσο σε άλλες κατηγορίες δινομαστιγωτών καθώς η επιθήκη μικρή όπως είναι σε σχέση με την υποθήκη (που καταλαμβάνει το

μεγαλύτερο μέρος του κυττάρου), δεν χωρίζεται απ' αυτή με μια μεγάλη σε διάμετρο αύλακα. Η κάθετη αύλακα (sulcus) εμφανής διατρέχοντας κάθετα στην εγκάρσια αύλακα όλο το μήκος της υποθήκης. Τόσο το εγκάρσιο όσο και το κάθετο μαστίγιο εμφανή με το εγκάρσιο να βρίσκεται εν μέρει μέσα στην εγκάρσια αύλακα και ένα μέρος του να προεξέχει με χαρακτηριστική κυματοειδή κίνηση και το επίμηκες να προβάλλει αρκετά από την κάθετη αύλακα και να κινείται λιγότερο κυματοειδώς σε σχέση με το εγκάρσιο. Ο πυρήνας βρίσκεται στο κάτω μέρος της υποθήκης. Ο χλωροπλάστης χρώματος λαδοπράσινου καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του πρωτοπλάσματος και είναι λοβοειδούς μορφής. Το κυτταρόπλασμα είναι υαλώδες με ποικιλία εγκλείστων σωματιδίων και ποικίλων αποχρώσεων ανάλογα με τη φάση ανάπτυξης των καλλιεργούμενων κυττάρων.

Ο πολλαπλασιασμός γίνεται με απλή κυτταρική διαίρεση και παρόλο που στη βιβλιογραφία αναφέρεται και αμφιγονική αναπαραγωγή και παραγωγή κύστεων κάτι τέτοιο δεν παρατηρήθηκε στο συγκεκριμένο είδος. Αναπτύσσεται καλά σε αλατότητες 35-55 ppt και το τυπικό χρώμα των καλλιεργειών του είναι πορτοκαλο-κίτρινο στην αρχή έως φαιοπορτοκαλί στην ώριμη φάση (Εικόνες 3 & 4).

Η καλλιέργειά του αναδίδει χαρακτηριστική οξεία μυρωδιά η οποία μοιάζει με σαπίζουσα θαλασσινής προέλευσης οργανική ύλη. Χαρακτηριστικό των ώριμων καλλιεργειών του είναι το φαιοκίτρινο χρώμα τους και το έντονο άφρισμά τους με τον αφρό να συσσωρεύεται στην επιφάνεια του νερού. Εικάζεται ότι παράγει πολύ οργανική ύλη την οποία εκκρίνει στο νερό. Ένα άλλο αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό των καλλιεργειών του είναι ότι δεν παρατηρείται παρουσία διατόμων τα οποία πολύ εύκολα παρεισφρέουν και στις προσεκτικότερα διατηρημένες καλλιέργειες άλλων ειδών μικροφυκών. Ενδεχομένως να υφίσταται το φαινόμενο της αλληλοπάθειας και το *Amphidinium* να παράγει ουσίες τοξικές για τα διάτομα.

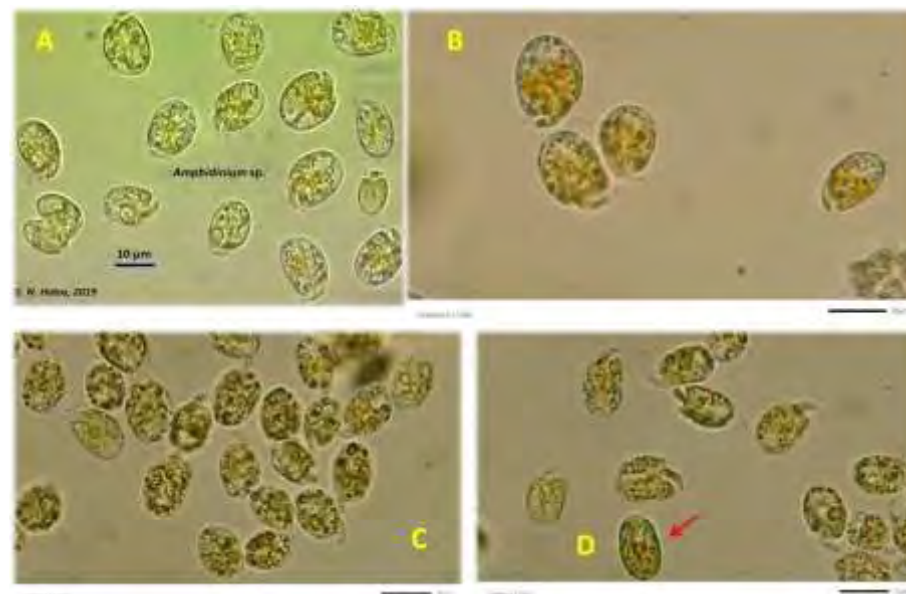
Ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό του *Amphidinium* είναι το συμπαγές του ιζήματος που προκύπτει όταν φυγοκεντρηθεί μια ποσότητα από την καλλιέργειά του. Το ιζήμα είναι τόσο πυκνό και σφιχτό στο βυθό του σωλήνα μετά τη φυγοκέντρηση, που δεν επανα-αιωρείται όσο δυνατή ανάδευση και αν γίνει. Μόνο με την ανάμιξη με κάποια ράβδο διαλύεται. Προφανώς, εξωκυτταρικές ουσίες που προέκυψαν από την καταπόνηση των κυττάρων λόγω της φυγοκέντρησης δρουν συγκολλητικά στη μάζα των κυττάρων.



Εικόνα 1. Μικροσκοπικές φωτογραφίες κυττάρων *Amphidinium* από καλλιέργειες στην εκθετική φάση αύξησης. Χαρακτηριστική η μορφή της επιθήκης που μοιάζει με προβοσκίδα και το λαδοκίτρινο χρώμα των κυττάρων. Η κλίμακα δείχνεται με τη γραμμή στο κάτω δεξιά της κάθε φωτογραφίας. A: 20 μm -400X, B & D: 20 μm -630x, C: 10 μm -1000X.



Εικόνα 3. Καλλιέργεια του *Amphidinium carterae* στην αρχική φάση.



Εικόνα 2. Μικροσκοπικές φωτογραφίες κυττάρων *Amphidinium* από καλλιέργειες στην εκθετική φάση αύξησης. Χαρακτηριστικό το σχήμα της επιθήκης που μοιάζει με προβοσκίδα και το λαδοκίτρινο χρώμα των κυττάρων. Στη D με βέλος για σύγκριση δείχνεται ένα κύτταρο *Tetraselmis*. Η κλίμακα δείχνεται με τη γραμμή στο κάτω δεξιά της κάθε φωτογραφίας. A, B, C & D: 10 μm -1000X.



Εικόνα 4. Καλλιέργεια του *Amphidinium carterae* στην ώριμη φάση.

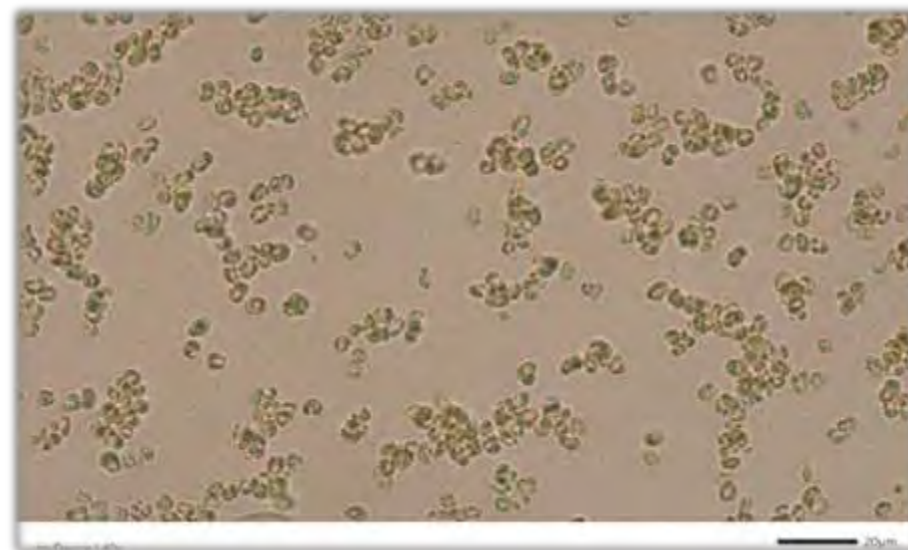
Nephroselmis sp.



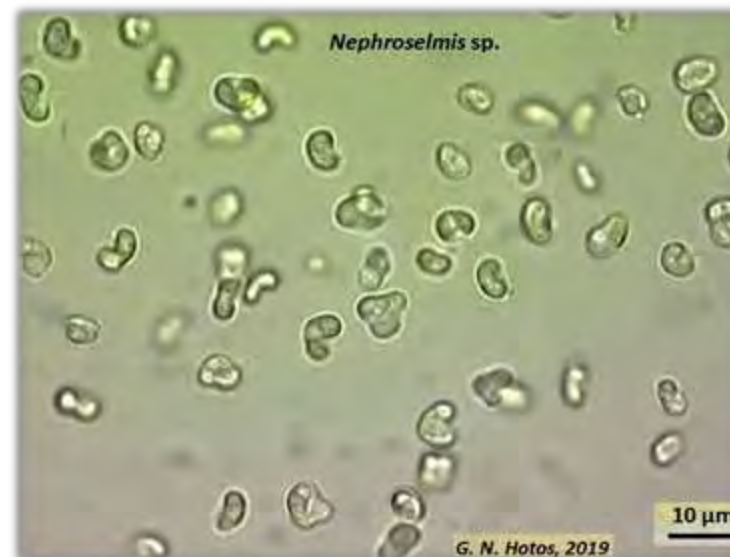
Συστηματική κατάταξη

Βασίλειο: Πρώτιστα
 Φύλο: Χλωρόφυτα (Chlorophyta)
 Ομοταξία: Nephrophyceae
 Τάξη: Nephroselmidales
 Οικογένεια: Nephroselmidaceae
 Γένος: *Nephroselmis*
 Είδος: *Nephroselmis* sp.

Μονοκύτταρο πλαγκτονικό χλωροφύκος (Εικόνες 5 & 6) με κύτταρα μονήρη μορφής φασολίου πεπλατυσμένου κατά μήκος που το καθένα φέρει δύο άνισα μαστίγια τα οποία εκφύονται από το μεσαίο τμήμα του κοίλου τμήματος του κυττάρου. Τα κύτταρα δεν διαθέτουν κυτταρικό τοίχωμα και οι διαστάσεις τους κυμαίνονται σε $5,28 \pm 0,35$ (sd) μm κατά τον επιμήκη άξονα και $3,81 \pm 0,5$ (sd) μm κατά το πλάτος. Η κίνηση των μαστιγίων προσφέρει έντονη κινητικότητα στο κύτταρο με χαρακτηριστική ευθύγραμμη κίνηση ελαφρά στροβιλιστική και ελαφρά τρομώδη. Το κοντύτερο μαστίγιο κινείται κατά την εμπρόσθια κατεύθυνση και το μακρύτερο πάλλεται στο οπίσθιο μέρος. Το κάθε κύτταρο περιέχει ένα μεγάλο χλωροπλάστη σε πλευρική θέση μέσα στον οποίο βρίσκεται ένα πυρηνοειδές. Ο χλωροπλάστης καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του όγκου του κυττάρου και διαθέτει και μια φωτοευαίσθητη κηλίδα σε θέση που αντιστοιχεί στο κάτω μέρος του τόπου έκφυσης του κοντού μαστιγίου. Το χρώμα των κυττάρων στο μικροσκόπιο είναι άτονο πράσινο ενώ στο δοχείο καλλιέργειας ανοικτό - θαμπό πράσινο (Εικόνες 7-9). Η αναπαραγωγή γίνεται είτε με κυτταρική διαίρεση (συνήθως), είτε αμφιγονικώς κατά των ολογαμικό τρόπο δηλαδή με σύντηξη δύο πανομοιότυπων βλαστητικών κυττάρων προς δημιουργία ζυγώτη, χωρίς όμως σχηματισμό κύστεων. Αναπτύσσεται καλά σε αλατότητες 35-65 ppt.



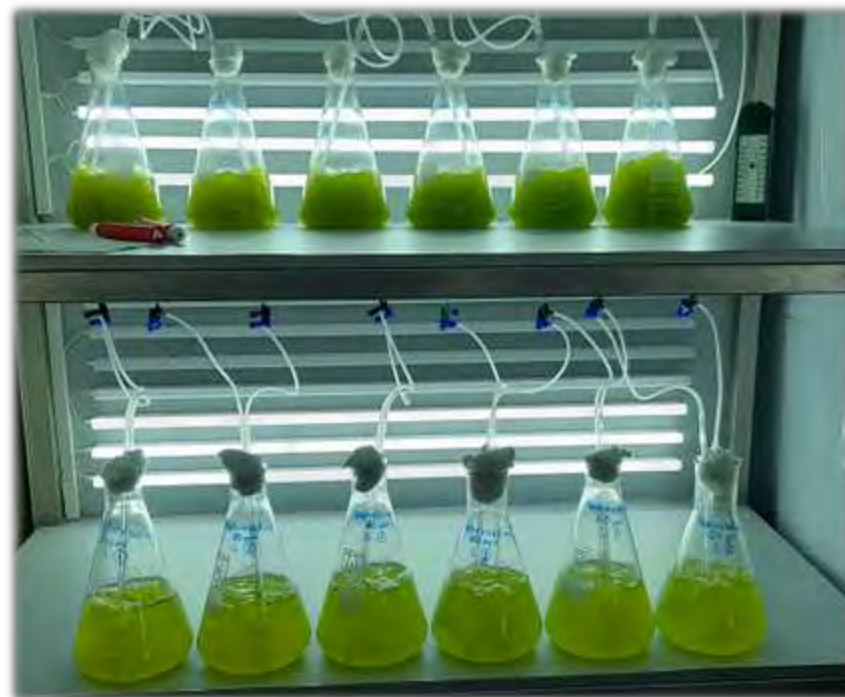
Εικόνα 5. Φωτογραφία μικροσκοπίου των κυττάρων του *Nephroselmis*. Τα κύτταρα έχουν πράσινη απόχρωση και τείνουν να σωρεύονται. Η κλίμακα δείχνεται με τη γραμμή στο κάτω δεξιά της φωτογραφίας. 20 μm -400X.



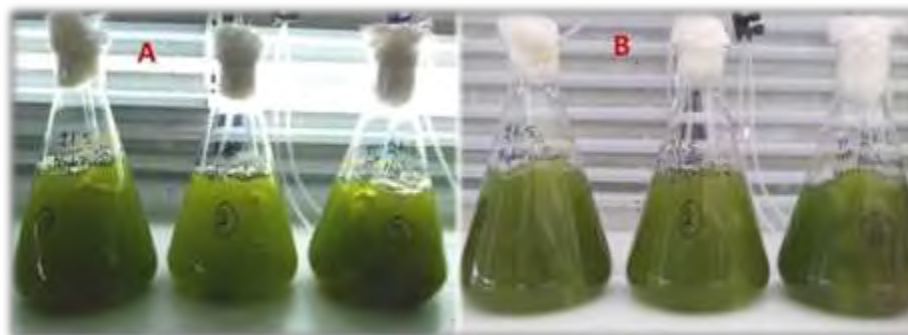
Εικόνα 6. Φωτογραφία μικροσκοπίου των κυττάρων του *Nephroselmis*. Κλίμακα 10 μm -1000X.



Εικόνα 7. Καλλιέργειες *Nephroselmis* σε αρχική φάση (2^η ημέρα).

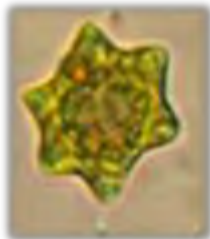


Εικόνα 8. Καλλιέργειες *Nephroselmis* σε εκθετική φάση (6^η ημέρα).



Εικόνα 9. Χρώμα καλλιεργιών *Nephroselmis*, πράσινο λαμπερό στην εκθετική φάση (A) και θαμπό πράσινο στην ώριμη στατική φάση (B).

Asteromonas gracilis



Συστηματική κατάταξη

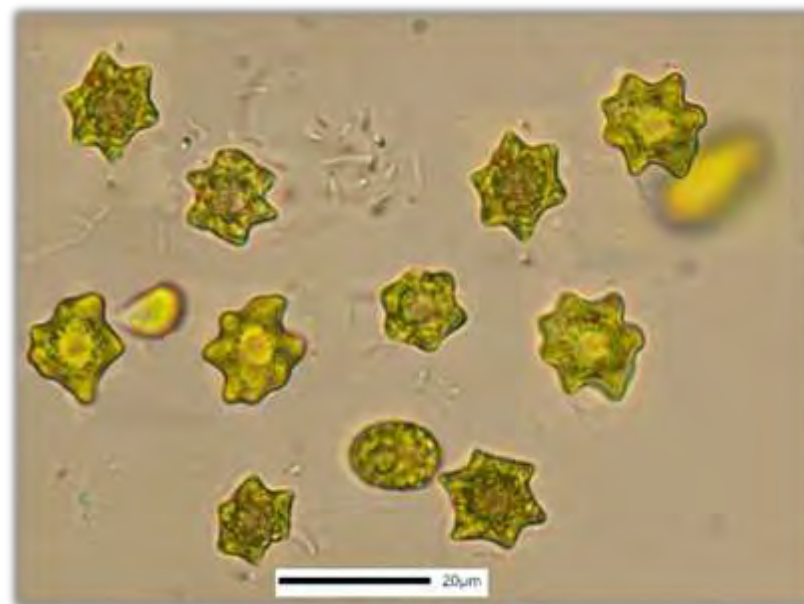
Υπερβασιλείο:	Ευκαρυωτικά
Βασιλείο:	Πρώτιστα
Φύλο:	Chlorophyta
Ομοταξία:	Chlorophyceae
Τάξη:	Chlamydomonadales
Οικογένεια:	Asteromonadaceae
Γένος:	<i>Asteromonas</i>
Είδος:	<i>Asteromonas gracilis</i>

Μονοκύτταρο πλαγκτονικό χλωροφύκος (Εικόνες 10-14) χωρίς κυτταρικό τοίχωμα (γυμνό). Τα πιο σημαντικά μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυσιολογικών, ώριμων κυττάρων (βλαστητικών) του είδους *Asteromonas gracilis*, με το οπτικό μικροσκόπιο είναι:

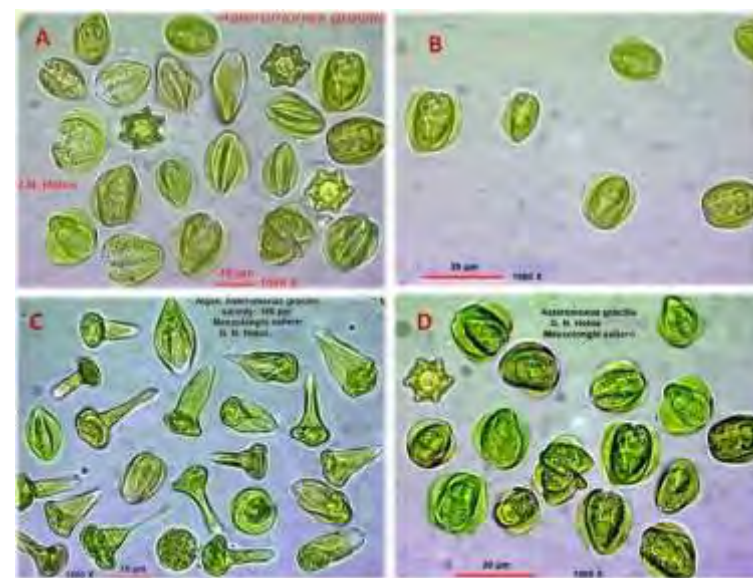
- ατρακτοειδές σχήμα, που είναι άλλοτε στενό και άλλοτε όχι (Εικόνες 10, 11 & 13),
- ενίοτε λόγω της χαρακτηριστικής τρομώδους κίνησης του κυττάρου αυτό τοποθετείται έτσι στο χώρο που φαίνεται αστεροειδές (Εικόνες 10, 11 & 13),
- 2 μαστίγια προσαρτημένα στο ανώτερο τμήμα τους.
- απουσία κυτταρικού τοιχώματος,
- 3 έως 6 (το πιο χαρακτηριστικό 6) «εγκοπές» (σαν καρίνα), που διατρέχουν κατά μήκος πλευρικά όλο το κύτταρο,
- μέσο μήκος $18,84 \pm 2,88$ (sd) μm κατά τον επιμήκη άξονα και $13,09 \pm 2,4$ (sd) μm κατά το πλάτος και με ακραία μεγέθη 12-22 μm κατά τον επιμήκη άξονα και 8,7 - 16,36 μm κατά το πλάτος,
- μήκος μαστιγίων ίσο με 1½ έως 2 φορές το μήκος του θαλλού,

- εξωτερική επιφάνεια χωρίς φολίδες, παρ' όλα αυτά στην επιφάνεια του κυττάρου και των μαστιγίων συχνά διακρίνονται λεπτές ινώδεις αποθέσεις (χαρακτηριστικά ορατά με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο).
- Σε ένα ζωντανό κύτταρο του είδους *Asteromonas gracilis* διακρίνεται ένα σύνολο κυτταρικών οργανιδίων και σχηματισμών στο εσωτερικό του κυτταροπλάσματος. Ένα από τα βασικότερα είναι ο χλωροπλάστης με σχεδόν λεκανοειδή μορφή. Είναι λεπτός και ωχρός (χωρίς έντονο πράσινο χρώμα) στην μεγαλύτερή του επιφάνεια. Εκτείνεται μέχρι το πάνω τμήμα του κυττάρου, σχεδόν μέχρι τη βάση των μαστιγίων. Διαθέτει ένα ασύμμετρο πυρηνοειδές (pyrenoid, πρωτεϊνικό σώμα στο εσωτερικό του χλωροπλάστη, που είναι το κέντρο σχηματισμού του αμύλου), που συνδέεται άμεσα με το οπίσθιο τμήμα του ευμεγέθους πυρήνα. Στο ανώτερο τμήμα του κυττάρου και μέσα στον χλωροπλάστη διακρίνεται ένα πορτοκαλί στίγμα, η οφθαλμική κηλίδα (tigma). Ο πυρήνας είναι μεγάλος και περιέχει έναν ευδιάκριτο πυρηνίσκο. Είναι τοποθετημένος σχεδόν στο κέντρο του κυττάρου και το μπροστινό του τμήμα εκτείνεται σχεδόν μέχρι τη βάση των μαστιγίων
- Επιπλέον στην εσωτερική πλευρά του κυττάρου, στην επιφάνεια του κυτταροπλάσματος, διακρίνονται πολλά μικρά μιτοχόνδρια. Στο μπροστινό τμήμα του κυττάρου είναι κατανεμημένα περισσότερο ή λιγότερο συμμετρικά γύρω από τον πυρήνα αρκετά δικτυοσώματα 4-6 στον αριθμό, που όλα μαζί αποτελούν το σύστημα Golgi. Ο μεγάλος αριθμός μικροκυστιδίων, που διακρίνονται στο μπροστινό τμήμα του κυττάρου, μεταξύ των δικτυοσωμάτων, πιθανόν εξέρχονται από αυτά.
- Πολλές κύστεις (Εικόνα 12) με λεπτό τοίχωμα συχνά συσσωρεύονται στον πυθμένα μιας παλιάς καλλιέργειας. Δεν έχει βρεθεί κάποιο στοιχείο, που να συνδέει το σχηματισμό των κύστεων με την αναπαραγωγική διαδικασία. Τα κύτταρα που πρόκειται να σχηματίσουν κύστεις μεγεθύνονται σημαντικά, διατηρώντας σχετικά μικρό το πυρηνοειδές. Το τοίχωμα της κύστης μοιάζει αρχικά να επικάθεται, σαν ένα ασυνεχές στρώμα περιφερειακά του κυτταροπλάσματος, που στη συνέχεια λεπταίνει, ξεκινώντας από το εσωτερικό. Οι απόλυτα ώριμες κύστεις έχουν διάμετρο, που κυμαίνεται από 13 έως 18 μm και πάχος τοιχώματος από 2 έως 3 μm .
- Αναπαράγεται με κυτταρική διαίρεση (Εικόνα 14) με διαχωρισμό των θυγατρικών κυττάρων κατά τον επιμήκη άξονα, δηλαδή τη νοητή γραμμή που συνδέει την ακραία περιοχή έκφυσης των μαστιγίων με το οπίσθιο εξόγκωμα του κυττάρου. Δεν παρατηρήθηκε σεξουαλική αναπαραγωγή συνεπώς ούτε ζυγώτης κάποιας μορφής (διογκωμένο κύτταρο, κύστη ή παλμέλλα) και φυσικά ούτε σπόρια (απλανοσπόρια ή πολλαπλές διαιρέσεις ζυγώτη).

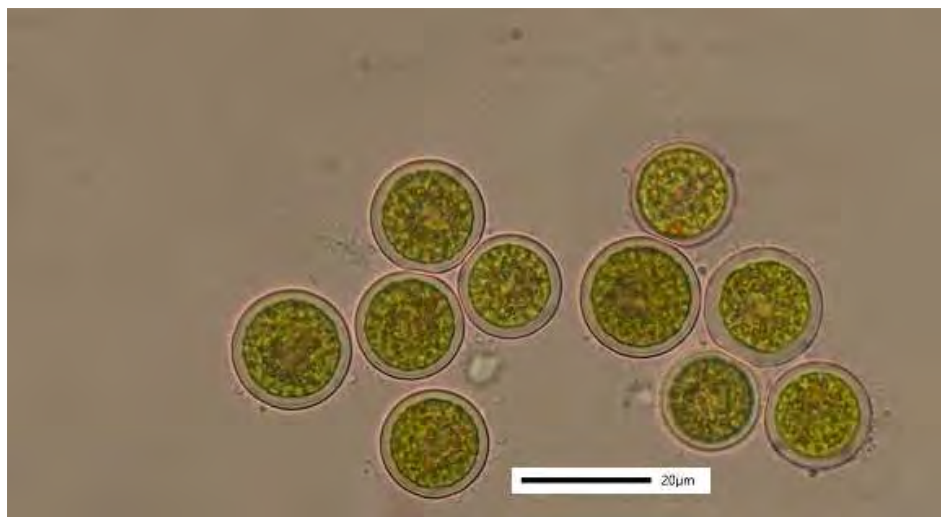
Το *Asteromonas gracilis* είναι από τα πιο αλοανθεκτικά ευκαρυωτικά φύκη και ενδεχομένως μαζί με το *Dunaliella* από τα χλωροφύκη, τα πιο ανθεκτικά στις πολύ υψηλές αλατότητες. Αλλωστε και τα δύο συλλέχθηκαν και απομονώθηκαν από τις αλυκές Μεσολογγίου. Η καλλιέργειά του προχωρά καλά σε αλατότητες άνω των 90 ppt και "υποφέρει" σε αλατότητες του τυπικού θαλασσινού νερού (30-40 ppt) ενώ παρουσιάζει ασταθή ανάπτυξη στο εύρος 40-80 ppt. Το χρώμα των καλλιεργειών κυμαίνεται από ανοιχτό πράσινο (αρχική φάση) έως σκούρο πράσινο στην ώριμη φάση. Αν τα κύτταρα μεταφερθούν απότομα σε πολύ υψηλή αλατότητα τότε το σχήμα τους παραμορφώνεται χωρίς κάποιο πρότυπο (Εικόνες 11C & 13D) αλλά παραμένουν ζωντανά με χαμηλή κινητικότητα. Προϊόντος όμως του χρόνου προσαρμόζονται στη νέα αλατότητα και ανακτούν το σύνηθες ατρακτοειδές-αστεροειδές σχήμα τους και την έντονη ευθύγραμμη τρομώδη κίνησή τους. Στις υψηλές αλατότητες το *Asteromonas* (όπως και το *Dunaliella*) για να αντεπεξέλθει το ωσμωτικό στρες συσσωρεύει ενδοκυτταρικά γλυκερόλη. Αντίθετα όμως με το *Dunaliella* δεν φαίνεται να συσσωρεύει β-καρωτίνη. Αν αντιθέτως από υψηλή αλατότητα μεταφερθούν σε πολύ χαμηλότερη (π.χ. από 90 ppt σε 35 ppt) τότε τα κύτταρα διογκώνονται λόγω απορρόφησης νερού και γίνονται σφαιρικά και αργούν πολύ να ξαναπάρουν το κανονικό τους σχήμα .



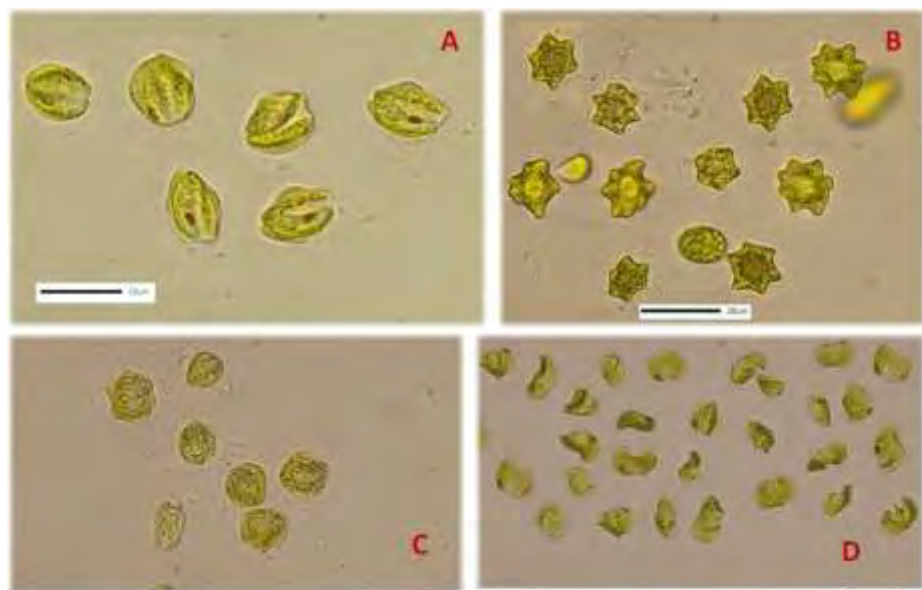
Εικόνα 10. Η αστεροειδής εμφάνιση των κυττάρων του *Asteromonas gracilis*.



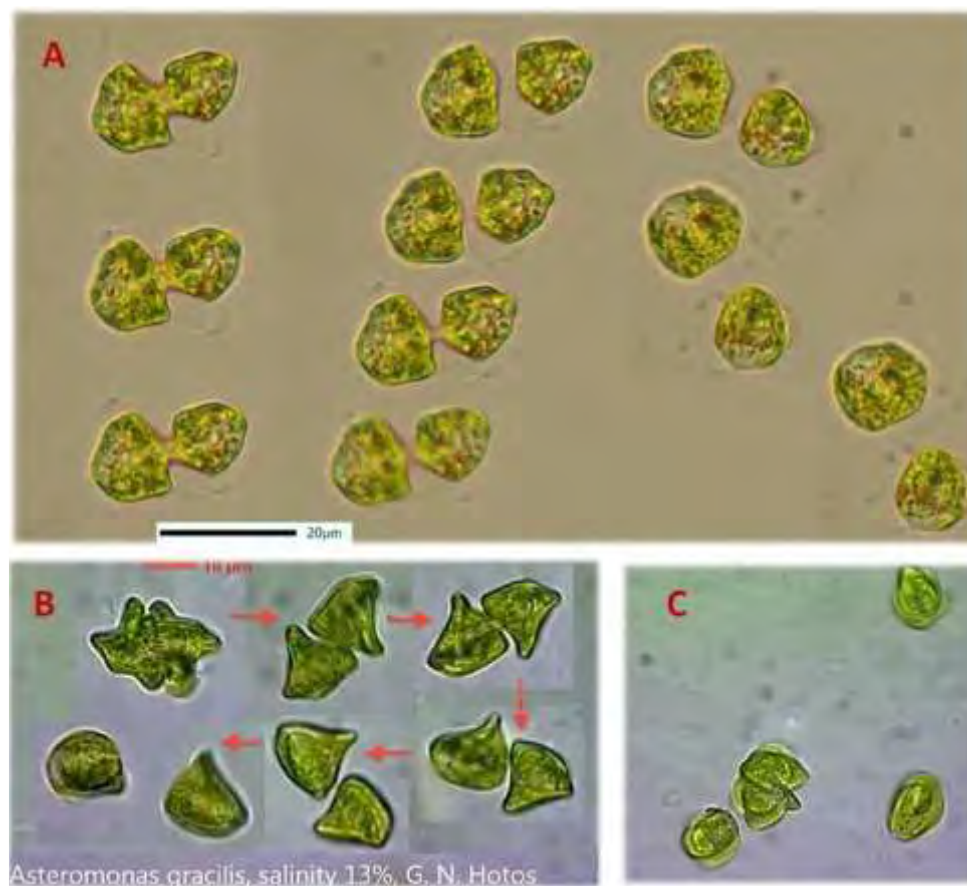
Εικόνα 11. Πολυμορφισμός των κυττάρων του *Asteromonas gracilis*.



Εικόνα 12. Κύστεις του *Asteromonas gracilis*.



Εικόνα 13. Στα A, B & C βλασθητικά κύτταρα *Asteromonas gracilis*, με πολλά αστεροειδή στο B και έντονα παραμορφωμένα (όμως ζωντανά) λόγω ωσμωτικού στρες στα C & D, 20 μm, 630X.



Εικόνα 14. Κολάζ φωτογραφιών φάσεων κυτταρικής διαίρεσης στο *Asteromonas gracilis*.

Dunaliella salina



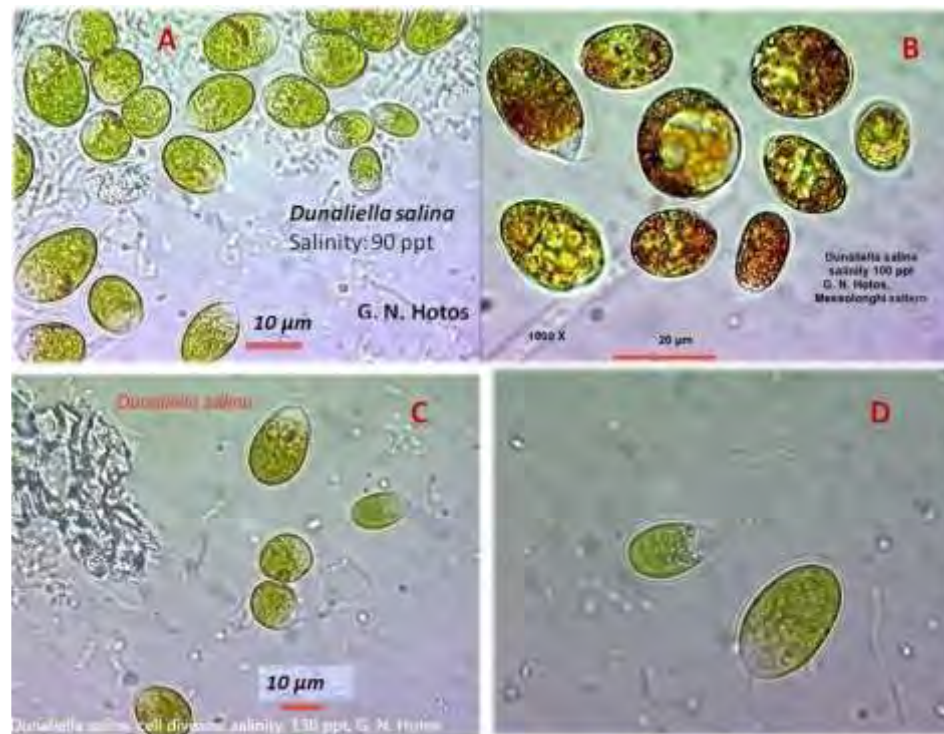
Συστηματική κατάταξη

Υπερβασίλειο:	Ευκαρυωτικά
Βασίλειο:	Πρώτιστα
Φύλο:	Chlorophyta
Ομοταξία:	Chlorophyceae
Τάξη:	Chlamydomonadales
Οικογένεια:	Dunaliellaceae
Γένος:	<i>Dunaliella</i>
Είδος:	<i>Dunaliella salina</i>

Είδος μονοκύτταρο πλαγκτονικό χωρίς κυτταρικό τοίχωμα (γυμνό) και έντονου πράσινου χρώματος (Εικόνα 15 A, C & D) στη βλαστική φάση των κυττάρων (όχι κύστες, όχι ακραίες αλατότητες). Το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα όλων των ειδών του γένους *Dunaliella* και ιδιαίτερα του *Dunaliella salina* που απομονώσαμε από τις αλυκές Μεσολογίου είναι η εξαιρετική αντοχή του στα υπεράλμυρα νερά.

Όλα τα είδη του γένους *Dunaliella* είναι μονοκύτταρα, χωρίς κυτταρικό τοίχωμα (γυμνά) και διαθέτουν 2 ισομεγέθη μαστίγια μήκους μεγαλύτερου (1,5-2 φορές) από αυτό του θαλλού τους. Ο πυρήνας είναι ευμεγέθης βρίσκεται σε κεντρική θέση στο εμπρόσθιο μέρος (το μέρος όπου εκφύονται τα μαστίγια) του αχλαδοειδούς τυπικού σχήματος κυττάρου και ως εμπρόσθιο ονομάζουμε το στενό τμήμα ενώ ως οπίσθιο το αποστρογγυλεμένο στην απέναντι άκρη. Ο πυρήνας περιβάλλεται κατά το μεγαλύτερο μέρος του από τον μεγάλο χλωροπλάστη που γεμίζει σχεδόν το πρωτόπλασμα και από διάφορα μικρά κενοτόπια. Η ανυπαρξία κυτταρικού τοιχώματος δεν επιτρέπει την ακαμψότητα (σταθερότητα) του κυτταρικού σχήματος το οποίο λόγω του ότι είναι πολύ εύπλαστο εύκολα επηρεάζεται από την ωσμωτική κατάσταση του περιβάλλοντος νερού και ανάλογα διογκώνεται ή συρρικνώνεται (μέχρι εκεί που πρέπει βέβαια διότι το κύτταρο έχει μηχανισμό ωσμωρύθμισης) ανάλογα με το αν το νερό είναι πολύ αραιότερο ή πυκνότερο σε σχέση με το κυτταρόπλασμα. Το μέγεθος του κυττάρου ποικίλλει πάρα πολύ τόσο ανάμεσα

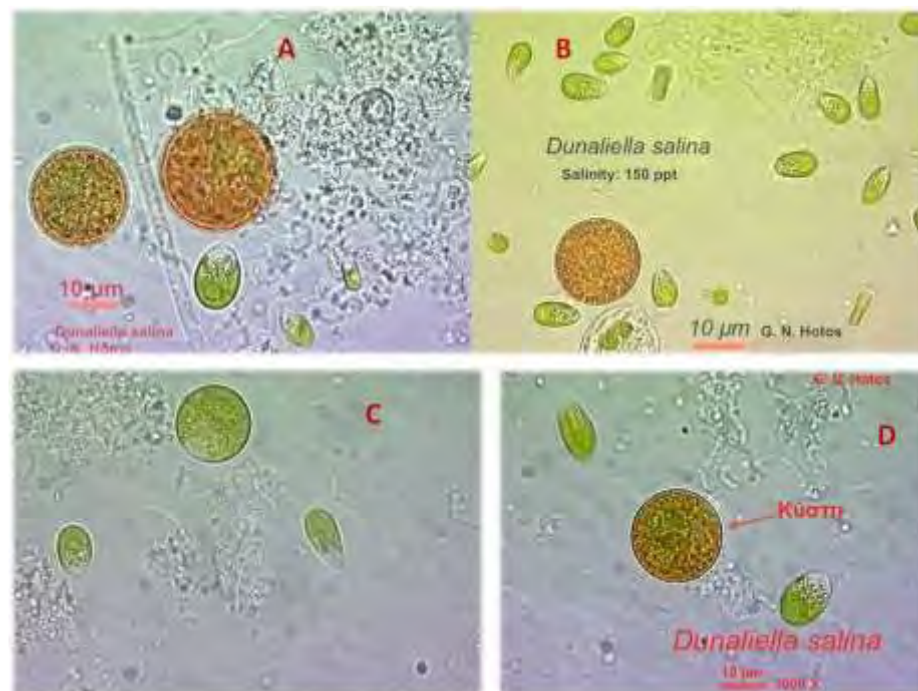
στα διάφορα είδη όσο και στο ίδιο το είδος ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν. Ένα τυπικό μέγεθος είναι αυτό των 7-12 μm κατά τον επιμήκη άξονά του αλλά πολύ συχνά απαντάται και σε μεγέθη 16-20 μm . Είναι πολύ κινητικό είδος και τα πολύ γρήγορα χτυπήματα των μαστιγίων του το προωθούν προς τα εμπρός σε μια χαρακτηριστική πορεία με απότομες και στριφογυριστές κινήσεις κατά τον οριζόντιο άξονα του κυττάρου. Το μέσου (τυπικού) μεγέθους κύτταρο του *Dunaliella* πάντως είναι αρκετά μικρότερο συγκριτικά με άλλα είδη μαστιγοφόρων χλωροφυκών που απαντώνται στην υπεραλατότητα όπως αυτό της *Asteromonas gracilis* (18-25 μm) ή του *Tetraselmis marina* (20 - 30 μm) ή σε κανονική αλατότητα του *Rhodomonas salina*, (10-15 μm).



Εικόνα 15. *Dunaliella salina* με ποικιλία στα μεγέθη κυττάρων και έντονο πράσινο χρώμα σε αλατότητες κάτω των 100 ppt (A, C & D) και διόγκωση με κοκκίνισμα λόγω συσσώρευσης β-καρωτίνης σε αλατότητες άνω των 100 ppt στο B.

Το σχήμα του κυττάρου του *Dunaliella* παρουσιάζει μεγάλη ποικιλότητα και ενώ η τυπική του μορφή είναι αχλαδοειδής μπορεί να γίνεται κυλινδρικό, οβάλ, ελλειψοειδές, ατρακτοειδές ή σφαιρικό ανάλογα (Εικόνα 16) με τις μεταβολές των συνθηκών, δηλαδή θερμοκρασία, φως, θρεπτικά και πάνω απ' όλα αλατότητα. Ως γενικό κανόνα πάντως μπορούμε να πούμε ότι σε δυσμενείς συνθήκες (κυρίως εξάντληση των θρεπτικών) μεταπίπτει στη σφαιρική μορφή. Το μέγεθος του κυττάρου ποικίλλει επίσης πάρα πολύ και σε μια ακμάζουσα καλλιέργεια με κύτταρα στην εκθετική φάση αύξησης του πληθυσμού, παρατηρούνται ποικίλα μεγέθη (Εικόνα 15 A, C & D) με την πλειονότητα σε ένα τυπικό μέγεθος 8-10 μm (κατά τον επιμήκη άξονα) και 4-5 μm (κατά πλάτος), και ένα μικρότερο ποσοστό μικρότερων κυττάρων της τάξεως των 5-8 μm προφανώς προερχομένων από πρόσφατο πολλαπλασιασμό μέσω ζυγώτη ή απλανοσπορίων. Σε συνθήκες πολύ υψηλής αλατότητας όπου ο πολλαπλασιασμός των κυττάρων μειώνεται δραματικά τα κύτταρα μεγαλώνουν σε μέγεθος και μπορούν να φθάσουν και 15 μm ενώ συνάμα αρχίζουν να αποκτούν πορτοκαλί χροιά λόγω συσσώρευσης καρωτενοειδών (Εικόνα 15B).

Υπάρχουν πολλές αναφορές ότι το *Dunaliella* σχηματίζει κύστεις (Εικόνα 16) είτε σε παλμελλοειδή μορφή (εγκλεισμός σε βλεννώδη κάψα, δεν το παρατηρήσαμε όμως) είτε από μεταμόρφωση του βλαστητικού κυττάρου, είτε από το σχηματισμό ζυγώτη. Εκτός από την περίπτωση του ζυγώτη οι άλλες δύο περιπτώσεις εγκύστωσης φαίνεται ότι προκαλούνται από έντονες αλλαγές στα χαρακτηριστικά του νερού και μάλιστα ως προς τα δύο άκρα της αλατότητας δηλαδή είτε έντονη πτώση της αλατότητας είτε δραματική αύξησή της που ενίοτε καταλήγει στην πλήρη εξάτμιση της υδατινής μάζας. Όμως και η παγωνιά μπορεί να προκαλέσει εγκύστωση όπως επίσης και η έλλειψη θρεπτικών. Οι κύστεις αυτές βυθίζονται και εναποτίθενται στον πυθμένα όπου μπορούν να παραμείνουν για πολύ καιρό (άγνωστο πόσο) σε αδράνεια και να μεταμορφωθούν σε κινητικά (με μαστίγια) βλαστητικά κύτταρα όταν οι συνθήκες καλυτερέψουν. Στην κίνηση και στην κυτταρική εμφάνιση το *Dunaliella* αναφέρεται συχνά σε επιστημονικά κείμενα ότι μοιάζει με το πολυερευνημένο χλωρο-μικροφύκος *Chlamydomonas* όμως πέραν του ό,τι το *Chlamydomonas* διαθέτει κυτταρικό τοίχωμα, το σχήμα των κυττάρων τους διαφέρει δεδομένου ότι το μεν *Chlamydomonas* είναι σχεδόν σφαιρικού σχήματος ενώ το *Dunaliella* αχλαδοειδούς. Αντί για άκαμπτο κυτταρικό τοίχωμα το *Dunaliella* διαθέτει ένα αξιοπρόσεκτο βλεννώδες κάλυμμα αποτελούμενο κυρίως από γλυκοπρωτεΐνες.

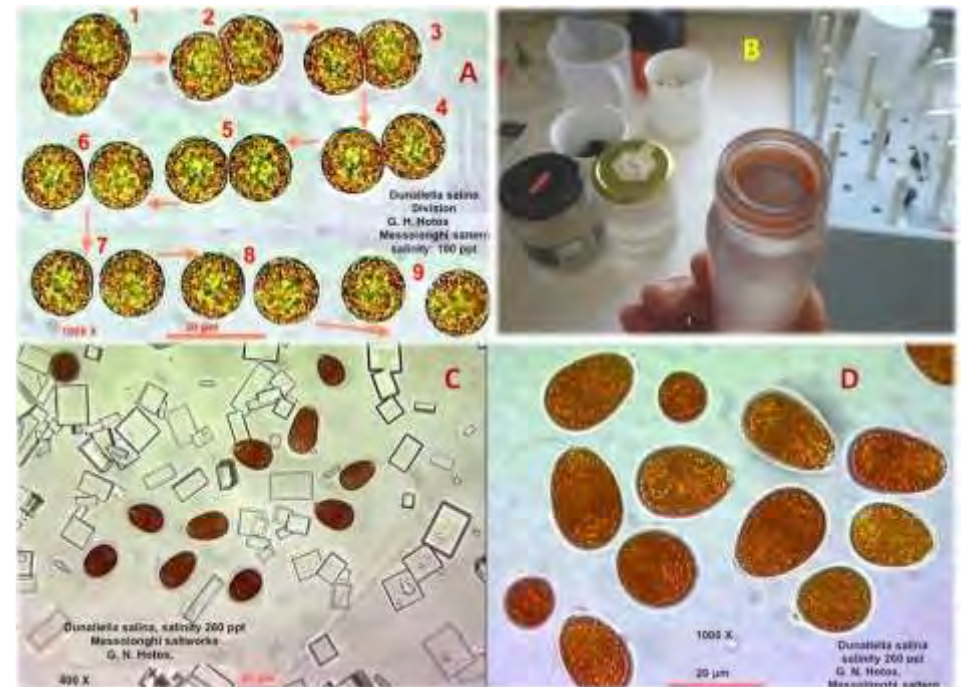


Εικόνα 16. *Dunaliella salina*. Κύστεις σφαιρικού σχήματος ανάμεσα σε πράσινα βλαστητικά κύτταρα και με έντονη συσσώρευση β-καρωτίνιου (A, B & D). Στο C η κύστη είναι πράσινη και εικάζεται ότι είναι ζυγωτικό κύτταρο στη φάση να υποστεί μειωτική και μιτωτικές διαιρέσεις.

Δεν διαθέτει σφυγμώδες κενοτόπιο (συνήθως στο εμπρόσθιο μέρος του κυττάρου) που βοηθά άλλα φύκη στην ωσμωρύθμιση διότι το *Dunaliella* έχει άλλη "στρατηγική" αντιμετώπισης των ωσμωτικών πιέσεων με το να παράγει και συσσωρεύει γλυκερόλη ενδοκυτταρικώς. Μοιάζει όμως με το *Chlamydomonas* στο ό,τι διαθέτουν και τα δύο ένα μεγάλο κυπελλοειδή χλωροπλάστη και διαφέρουν συνάμα στο ότι το *Dunaliella* που απαντάται στα αλμυρά και υπεράλμυρα νερά διαθέτει σε κεντρική θέση του χλωροπλάστη του και ένα πυρηνοειδές το οποίο περιβάλλεται από συσσωματώματα αμύλου (προϊόντα της φωτοσύνθεσης). Στο εμπρόσθιο άκρο του κυττάρου και ανάλογα με τη φυσιολογική κατάσταση διακρίνεται ποικίλος αριθμός κοκκίων

(σταγονιδίων) ελαίου (λιπιδίων). Η γλυκερόλη (γλυκερίνη) που όπως προαναφέρθηκε παράγει το *Dunaliella* στις υψηλές αλατότητες, είναι ενίοτε τόσο μεγάλη σε ποσότητα που η περίσσειά της εκκρίνεται από το κύτταρο και το νερό της καλλιέργειας συσσωρεύει επιφανειακά πυκνό λευκό αφρό κρεμώδους υφής (Εικόνα 18D). Το άλλο αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό των πολύ αλοανθεκτικών ειδών *Dunaliella salina* και *D. parva* είναι η σε υψηλές αλατότητες συσσώρευση εντός του χλωροπλάστη τους μεγάλων ποσοτήτων της χρωστικής β-καρωτίνιο η οποία υπό μορφή σταγονιδίων καταλαμβάνει την περιφέρεια του χλωροπλάστη και χρωματίζει το κύτταρο πορτοκαλο-κόκκινο (Εικόνα 17 C & D). Η αλλαγή του χρωματισμού του κυττάρου από πράσινο (όταν έχει λίγο β-καρωτίνιο) σε πορτοκαλο-κόκκινο (πολύ β-καρωτίνιο) οφείλεται στο ότι τα καρωτίνια σκεπάζουν την πράσινη χλωροφύλλη και επειδή ο χλωροπλάστης αποτελεί τη μεγαλύτερη μάζα του κυττάρου το χρώμα του κυττάρου καθορίζεται από τα καρωτίνια που καλύπτουν το χλωροπλάστη.

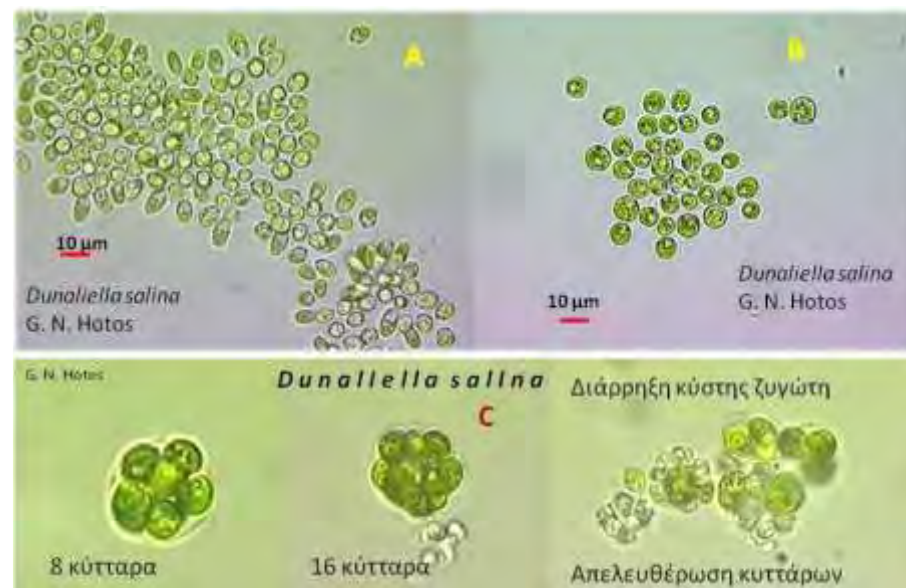
Το φαινόμενο του πορτοκαλο-κόκκινου χρωματισμού βρίσκει την κλασική του και πλέον έντονη έκφραση στο είδος *D. salina* που ακμάζει στις λεκάνες με την πολύ υψηλή αλατότητα (αντέχει και 300 ppt), συνήθως στις αλυκές (Εικόνα 18 A, B & C) όπου επικρατεί βαθμιαία (με την ύψωση της αλατότητας) ως το μοναδικό μικροφύκος εκεί. Ο ρόλος του β-καρωτίνιου πέραν του ότι δρα ως επικουρική χρωστική για τη χλωροφύλλη (μεταφέρει στη χλωροφύλλη-α του φωτοσυνθετικού κέντρου φωτόνια), είναι και η προστασία της χλωροφύλλης καθώς και του κυτταρικού DNA από την υπερβολική έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία (και από το μέρος του φάσματος της UV) στις συνθήκες που επικρατούν στις λουσμένες στον ήλιο αβαθείς υπεράλμυρες λεκάνες. Δρα με άλλα λόγια ως μια ασπίδα ηλιοπροστασίας. Επιπλέον τα πολλά β-καρωτίνια δρουν και ως "αποθήκη" του πλεονάζοντος άνθρακα που δεσμεύεται από τα εντόνως φωτοσυνθέτοντα κύτταρα τα οποία όμως σε αυτές τις συνθήκες δεν πολλαπλασιάζονται έντονα. Δηλαδή με άλλα λόγια ο υπάρχον πληθυσμός του *Dunaliella salina* σε υπεραλατότητα και έντονο φως δεν αυξάνεται αλλά τα κύτταρά του φωτοσυνθέτουν και "παχαίνουν".



Εικόνα 17. *Dunaliella salina*. Στο A κολάζ από φωτογραφίες διαδοχικών φάσεων κατά τη διάρκεια της μιτωτικής διαίρεσης ενός σφαιρικού κυττάρου με μεγάλη ποσότητα β-καρωτίνιου. Στο C αχλαδοειδούς σχήματος έντονα χρωματισμένα από πολύ β-καρωτίνιο κύτταρα σε υψηλότερη αλατότητα >250 ppt ανάμεσα σε σχηματισθέντες ήδη κρυστάλλους αλατιού. Στο D μεγάλα αχλαδοειδή κύτταρα από υψηλή αλατότητα, σφύζοντα σε β-καρωτίνιο που κατακλύζει το κύτταρο. Στο B μια χαρακτηριστική φωτογραφία από φυγοκέντρηση καλλιέργειας *Dunaliella* σε νερό αλατότητας > 200 ppt, όπου το πολύ υψηλό ιξώδες του νερού δεν επιτρέπει την καθίζηση των κυττάρων οπότε συμπυκνώνονται στην επιφάνεια του δοχείου ως κόκκινη στρώση.



Εικόνα 18. *Dunaliella salina*. A: Συλλογή δείγματος από λεκάνη υψηλής αλατότητας των αλυκών Μεσολογίου με κοκκινωπό χρώμα λόγω ανάπτυξης αρχαίων βακτηριδίων *Halobacterium salinarum* και του χλωροφύκου *Dunaliella salina*. Στα B & C καλλιέργεια *Dunaliella salina* σε πολύ υψηλή αλατότητα με κόκκινο χρώμα λόγω μεγάλων ποσοτήτων β-καρωτινίου ενδοκυτταρικά. Στο D καλλιέργεια *Dunaliella salina* σε χαμηλότερη αλατότητα με το τυπικό πράσινο χρώμα που όμως έχουν αρχίσει να υφίστανται τεχνητή ανύψωση της αλατότητας (πρόσθεση αλατιού) και παράγουν πολύ γλυκερόλη που συσσωρεύεται στην επιφάνεια ως λευκός αφρός.



Εικόνα 19 *Dunaliella salina*. Στα A & B συσσωματώματα κυττάρων σε κανονικές αλατότητες (~40 ppt) με το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα και σε αχλαδοειδή (A) και σφαιρική μορφή (B). Στο C αποτυπώνονται 3 φάσεις της δημιουργίας θυγατρικών κυττάρων από μια πράσινη κύστη ζυγώτη (σαν κι αυτή του σχήματος 16C)

Το *Dunaliella* πολλαπλασιάζεται με κυτταρική κατά το μακρύ άξονα διαίρεση όταν ιδίως βρίσκεται στην κινητική του φάση (υπάρχει και φάση που στρογγυλεύει και δεν κινείται). Όταν η καλλιέργεια παρατηρείται μικροσκοπικώς και βρίσκεται σε ακμαία φάση τα κύτταρα είναι πολύ κινητικά, τα μαστίγια πάλλονται και η κίνηση είναι γρήγορη με κινήσεις μάλλον ακανόνιστες και διαστήματα "ανάπαυσης" με τρεμούλιασμα. Ενίοτε τα κύτταρα συγκεντρώνονται κατά μεγάλους αριθμούς σε συσσωματώματα που μοιάζουν με "τσαμπιά" σταφυλιού τα οποία είναι ακανόνιστου σχήματος και μεγέθους (Εικόνα 19 A & B). Αλλά αποτελούνται από λίγα κύτταρα και άλλα από εκατοντάδες. Στα «τσαμπιά» αυτά τα κύτταρα είναι διατεταγμένα με κάποιο τρόπο που φαίνεται να εξυπηρετεί κάποιο σκοπό. Οι οξύληκτες μεριές των κυττάρων εκεί δηλαδή όπου εκφύονται τα μαστίγια βρίσκονται προς το εσωτερικό του τσαμπιού ενώ η αντίθετη πλευρά τους (η διογκωμένη, μην ξεχνάμε ότι το κύτταρο είναι αχλαδοειδές) "βλέπει" προς τα έξω. Τα μαστίγια σε αυτά τα συσσωματώματα όσο και αν είναι πυκνά στριμωγμένα φαίνεται να διατηρούν κάποια κινητικότητα. Με προσεκτική παρατήρηση

βλέπουμε ότι περιοδικώς νέα κύτταρα έρχονται να προστεθούν στο εκάστοτε τσαμπί, ενώ άλλες φορές κάποια κύτταρα αποσπώνται από αυτό απομακρύνονται και αποκτούν τη συνήθη μεγάλη κινητικότητα τους. Ενίοτε πάλι η απομάκρυνση πολλών κυττάρων σε μικρό χρονικό διάστημα διαλύει το συσσωμάτωμα. Η σημασία αυτού του φαινομένου για την επιβίωση του είδους παραμένει ανεξήγητη στη βιβλιογραφία (δεν έχει αναφερθεί καν εξ' όσων μελετήσαμε), αλλά αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι συμβαίνει σε σφριγηλές καλλιέργειες. Αναφέρθηκε το φαινόμενο της συσσωμάτωσης (Εικόνα 19 A & B) για να περιγραφούν και οι ενώσεις των κυττάρων και πιο συγκεκριμένα αυτή που παρατηρείται κατά τη σύζευξη γαμετών (ισογαμία), δηλαδή της ένωσης δύο κυττάρων με το εμπρόσθιο οξύληκτο μέρος τους με σκοπό τη σύντηξη των απλοειδών πυρήνων τους και τη δημιουργία του διπλοειδούς ζυγώτη. Πρόκειται για τον άλλο τρόπο αναπαραγωγής, τον αμφιγονικό, όπου το κάθε συζευγνυόμενο κύτταρο παίζει το ρόλο του "θηλυκού" ή "αρσενικού" γαμέτη. Κατά τη σύζευξη εκτός από τους πυρήνες δημιουργείται και κοινό μεγαλύτερο κυτταρόπλασμα και ο ζυγώτης που σχηματίζεται είναι στρογγυλός, έχει χάσει τα μαστίγια, είναι πράσινος ή κόκκινος και περιβάλλεται από ένα λείο και παχύ κυτταρικό τοίχωμα με κυρίαρχο συστατικό τη σποροπολενίνη. Ο ζυγώτης περιπίπτει αρχικά σε φάση αδράνειας (άγνωστη η ακριβής διάρκειά του) και κατόπιν αρχικώς με μία μειωτική διαίρεση και στη συνέχεια με μιτωτικές σχηματίζει μέχρι 32 απλοειδή μικροσκοπικά κύτταρα (Εικόνα 19C) τα οποία απελευθερώνονται μετά από διάρρηξη του μητρικού τοιχώματος και ελεύθερα πλέον κινούνται με τα μαστίγια τους και αυξάνονται μέχρι το κανονικό μέγεθος του είδους.

Tetraselmis sp. (marina var. messolonghi)

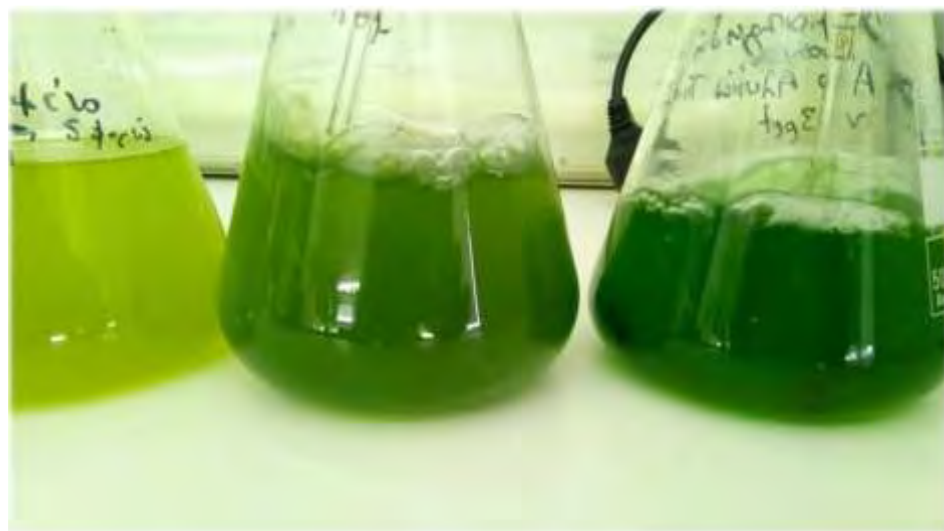


Συστηματική κατάταξη

Υπερβασιλείο:	Ευκαρυωτικά
Βασίλειο:	Πρώτιστα
Φύλο:	Χλωρόφυτα (Chlorophyta)
Ομοταξία:	Chlorophyceae
Τάξη:	Volvocales
Οικογένεια:	Chlamydomonadaceae
Γένος:	<i>Tetraselmis</i>
Είδος:	<i>Tetraselmis</i> sp. (marina var. messolonghi)

Μονοκύτταρο πλαγκτονικό φύκος με έντονο πράσινο χρώμα (στα κύτταρα και στο μέσο καλλιέργειας-Εικόνα 20). Το κύτταρό του επίμηκες, κυλινδρικού σχήματος αλλά ελαφρά συμπιεσμένο και ελαφρά ελλειψοειδές (Εικόνες 21-24). Το εμπρόσθιο μέρος του κυττάρου με χαρακτηριστική εγκόλπωση από την οποία εκφύονται 4 ισομήκη μαστίγια διακρινόμενα σε 2 ζεύγη αντικριστά τοποθετημένα (Εικόνα 22C). Τα μαστίγια προσδίδουν έντονη κινητικότητα στο κύτταρο το οποίο ακολουθεί ευθύγραμμη πορεία με στροβιλισμό κατά διαστήματα και συχνές αλλαγές κατεύθυνσης.

Μερικές φορές τα κύτταρα αποκτούν σφαιρική μορφή αποβάλλουν τα μαστίγια και ακινητοποιούνται. Πολύ συχνά επίσης τα κύτταρα περικλείονται σε μια μεμβρανώδη, διάφανη σα φούσκα δομή με περιεχόμενο υδαρές και ενίοτε ελαφρώς κοκκώδες. Σε αυτή τη μορφή ονομάζονται παλμελλοειδή κύτταρα (Εικόνες 23B & 24B) και ενώ διατηρούν το έντονο πράσινο χρώμα τους είναι ακίνητα χωρίς μαστίγια και τις περισσότερες φορές γεμάτα με διακριτά σφαιρικά έγκλειστα προφανώς αποθηκευτικό υλικό (άμυλο ή έλαια). Ο μεταβολισμός τους κατά το παλμελλοειδές στάδιο φαίνεται να παραμένει ενεργός καθώς σε αρκετά από αυτά παρατηρούνται κυτταρικές διαιρέσεις.



Εικόνα 20. Φιάλες Erlenmeyer των 500 ml με *Tetraselmis* sp. (marina var. messolonghi) σε διάφορες φάσεις ανάπτυξης για να δειχθεί το λαμπερό πράσινο χρώμα της καλλιέργειας.

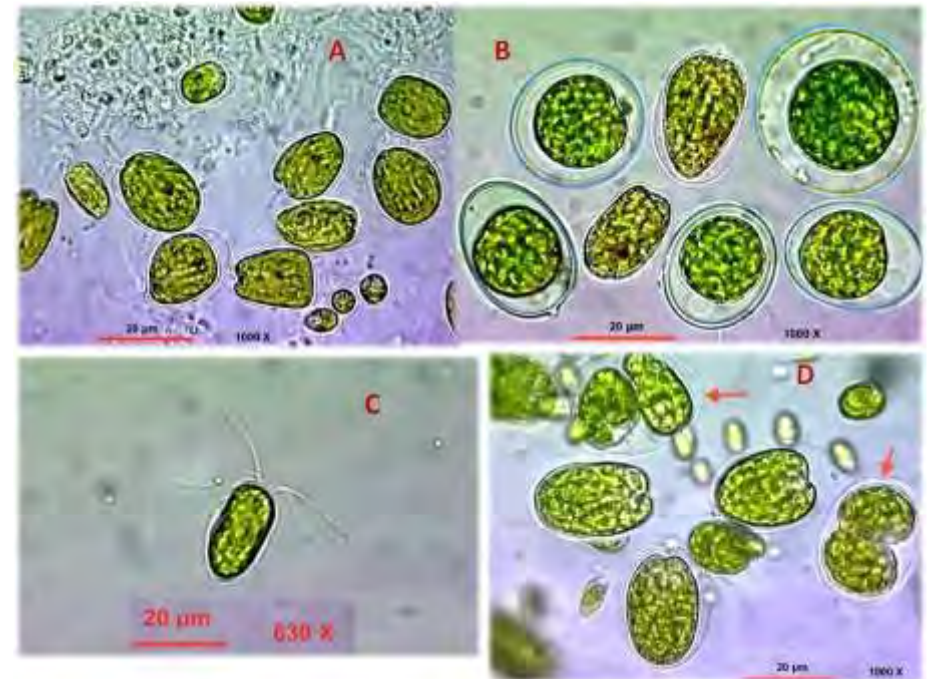


Εικόνα 21. Κύτταρα *Tetraselmis* sp. (marina var. messolonghi) από νεαρή καλλιέργεια (A) με έντονο πράσινο χρώμα και από ώριμη καλλιέργεια (B) με κύτταρα με άτονο πράσινο χρώμα και 2 κύστεις κοκκινωπές λόγω συσσώρευσης καροτενοειδών. Γραμμή 20 μm, 630X.

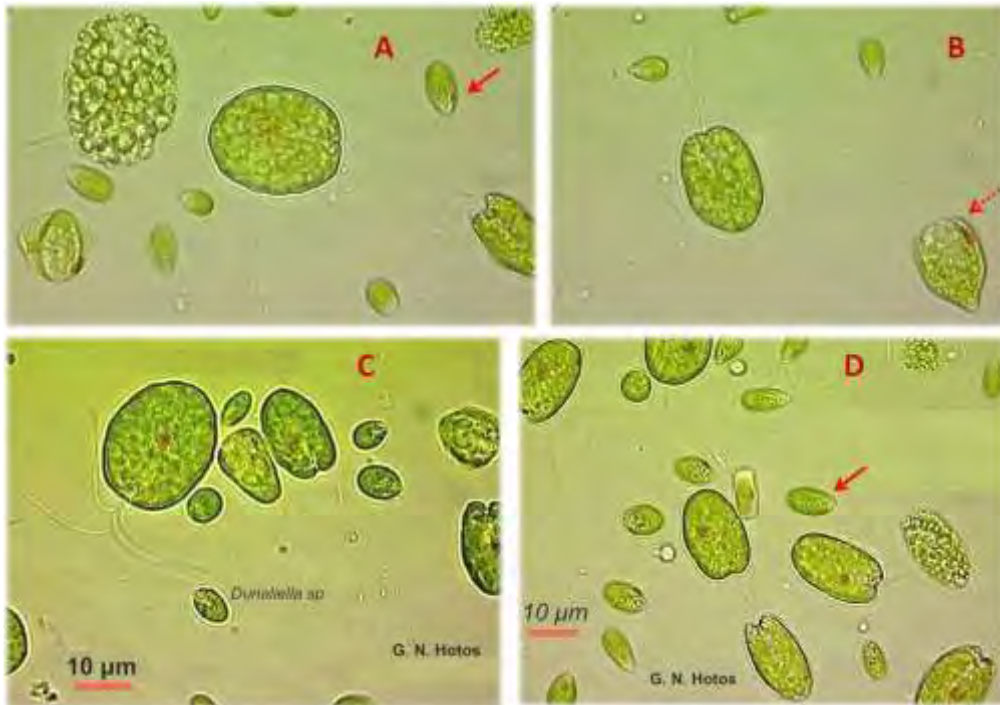
Σε "ξηρασμένες" καλλιέργειες τα κύτταρα παλμέλλα χάνουν εν μέρει ή ολοκληρωτικά το πράσινο χρώμα τους και φαίνονται γεμάτα με σφαιροειδή άχρωα έγκλειστα (Εικόνα 23Α). Στο κύτταρο υπάρχει ένας μεγάλος κυπελλοειδούς σχήματος χλωροπλάστης με ένα πυρηνοειδές σε κεντρική θέση. Μια μεγάλη οφθαλμική κηλίδα πορτοκαλί χρώματος είναι εμφανής σε θέση προς το άνω μέσο του κυττάρου (κατά τον επιμήκη άξονα) και σε πλευρική θέση. Στο κέντρο του κυττάρου βρίσκεται ο πυρήνας που γειτνιάζει με την οφθαλμική κηλίδα.

Η αναπαραγωγή γίνεται με απλή κυτταρική διαίρεση στο βλαστητικό κινητικό στάδιο καθώς και στο στάδιο της παλμέλλας. Δεν έχει παρατηρηθεί σεξουαλική αναπαραγωγή που να συνίσταται σε σύντηξη οιονεί γαμετών. Ομως συχνά σχηματίζονται σφαιροειδείς κύστες με παχιά τοιχώματα, το κύτταρο διαιρείται σε 4 θυγατρικά κύτταρα (Εικόνα 24C) τα οποία κατόπιν απελευθερώνονται και αυξάνουν σε μέγεθος ως κινητικά βλαστητικά κύτταρα.

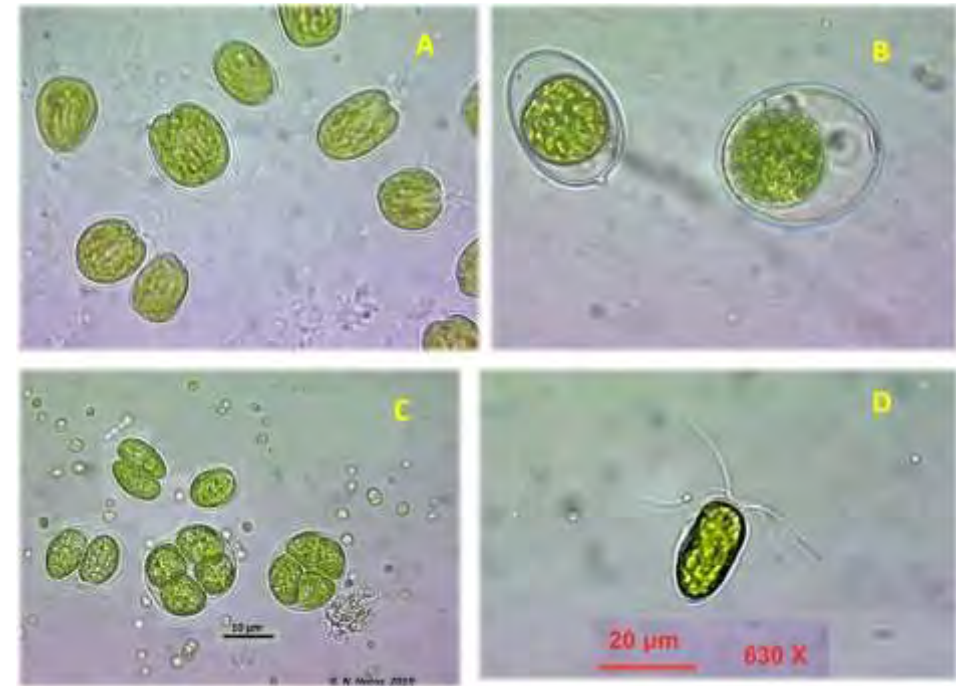
Το συγκεκριμένο είδος που ονομάζεται από εμάς *Tetraselmis* sp. (marina var. Messolonghi) είναι πολύ μεγάλων διαστάσεων συγκριτικά με τα γνωστά είδη του γένους *Tetraselmis* (*T. suecica*, *T. chui*, *T. tetrathele* κ.ά.) και παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία στο σχήμα, στα μέγεθός του, στην παρουσία του πυρηνοειδούς, στο σχήμα του χλωροπλάστη και στα διάφορα έγκλειστα του κυττάρου, γνωρίσματα που λίγο-πολύ χαρακτηρίζουν το συγκεκριμένο γένος και δυσκολεύουν την ταξινομική διευθέτηση των ειδών του. Πάντως το μέγεθος του *Tetraselmis* sp. (marina var. Messolonghi) που κυμαίνεται σε $17,62 \pm 1,79$ (sd) μm κατά τον επιμήκη άξονα και $10,02 \pm 0,62$ (sd) μm κατά το πλάτος είναι πολύ μεγαλύτερο (ίσως το μεγαλύτερο από όλα τα είδη του γένους) καθώς και η μεγάλη του αντοχή σε πολύ υψηλές αλατότητες της τάξεως των 150 ppt το διαφοροποιούν εμφανώς από τα υπόλοιπα.



Εικόνα 22. Κύτταρα *Tetraselmis* sp. (marina var. messolonghi). A: Μεγάλα έντονου πράσινου χρώματος. B: σε φάση παλμέλλα σφαιρικά. C: τα 4 μαστίγια. D: τα βέλη δείχνουν κυτταρική διαίρεση σε φάση παλμέλλα, κύτταρα επίσης που μεταπίπτουν σε παλμέλλα, διακρίνονται επίσης μικρότερα κύτταρα που προέκυψαν μιτωτικώς.



Εικόνα 23. Κύτταρα *Tetrastelmis* sp. (marina var. messolonghi). Στα A & D χάρη συγκρίσεως με βέλος δείχνεται κύτταρο *Dunaliella*, στο B με βέλος δείχνεται κύτταρο *Asteromonas*.



Εικόνα 24. Κύτταρα *Tetrastelmis* sp. (marina var. messolonghi). A: βλαστητικά, B: παλμέλλα, C: κυτταρική διαίρεση σε παλμέλλα. D: βλαστητικό με τα 4 μαστίγια.

Tetraselmis sp. (red var. pappas)



Συστηματική κατάταξη

Υπερβασιλείο:	Ευκαρυωτικά
Βασιλείο:	Πρώτιστα
Φύλο:	Χλωρόφυτα (Chlorophyta)
Ομοταξία:	Chlorophyceae
Τάξη:	Volvocales
Οικογένεια:	Chlamydomonadaceae
Γένος:	<i>Tetraselmis</i>
Είδος:	<i>Tetraselmis</i> sp. (red var. red pappas)

Μονοκύτταρο πλαγκτονικό χλωροφύκος παρόμοιας μορφολογίας με το *Tetraselmis* sp. (marina var. messolonghi) που περιγράφηκε παραπάνω αλλά με εμφανώς μικρότερες διαστάσεις κυττάρου $10,52 \pm 1,2$ (sd) μm κατά τον επιμήκη άξονα και $8,11 \pm 1,08$ (sd) μm κατά το πλάτος για το είδος που απομονώθηκε από τη λιμνοθάλασσα Κοτυχίου και $11,32 \pm 0,78$ (sd) μm κατά τον επιμήκη άξονα και $7,95 \pm 1,06$ (sd) μm κατά το πλάτος για το είδος που απομονώθηκε από τη λιμνοθάλασσα Πάππας Αχαΐας. Το εξαιρετικά ενδιαφέρον χαρακτηριστικό όμως αυτού του μικροφύκου είναι ο σκουρο-κόκκινος χρωματισμός που αποκτά το νερό στο δοχείο καλλιέργειάς του όταν η καλλιέργεια ωριμάσει. Έτσι ενώ στην αρχική της φάση (χαμηλή συγκέντρωση κυττάρων) η καλλιέργεια είναι χρώματος σκουρο-πράσινου (Εικόνα 25) προϊόντος του χρόνου αποκτά φαιο-κόκκινο χρώμα (Εικόνα 27^A, Εικόνα 28 A, B, C & F). Το κοκκινωπό χρώμα της καλλιέργειας οφείλεται φυσικά στο αντίστοιχο κοκκινωπό χρώμα των κυττάρων του (Εικόνα 26, Εικόνες 29-32) το οποίο παρατηρείται στο μικροσκόπιο ως κοκκώδη ποικίλων διαμέτρων έγκλειστα σε όλη τη μάζα του κυττάρου ανάμικτο με αντίστοιχα πράσινης απόχρωσης.

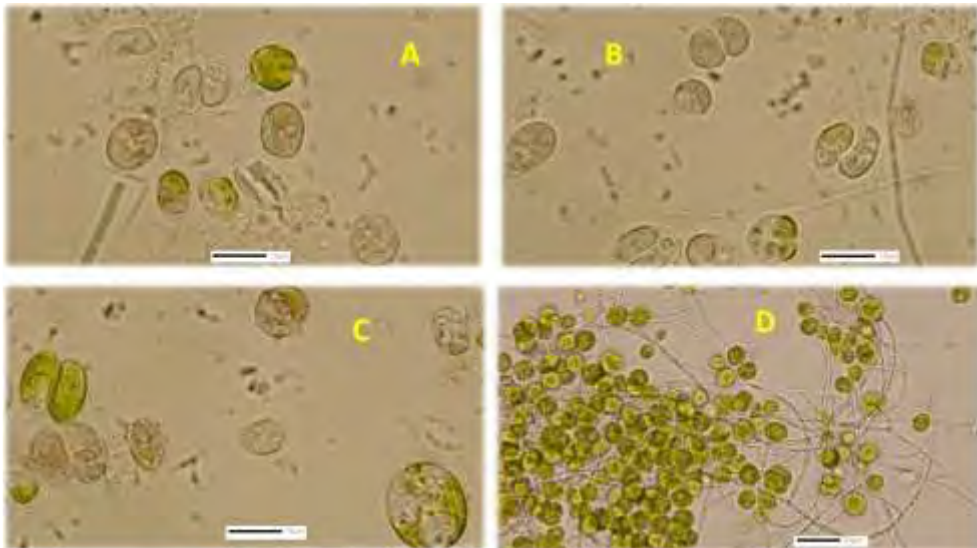
Προφανώς πρόκειται για ποικίλα καρωτενοειδή τα οποία δεν απαντώνται σε τόση ένταση σε κανένα άλλο από τα γνωστά είδη *Tetraselmis*. Μάλιστα απομονώθηκαν δύο ποικιλίες αυτού του μικροφύκου, μία από τη λιμνοθάλασσα Κοτυχίου που παρουσιάζει πράσινο συνήθη χρωματισμό των κυττάρων όταν βρίσκονται στην αρχική εκθετική φάση αύξησης και κατόπιν

όταν η καλλιέργεια ωριμάσει πολύ (στατική φάση) κοκκινίζουν ελαφρά και κατόπιν αποκτούν σκούρο μπορντό χρώμα και μία άλλη από τη λιμνοθάλασσα Πάππας Αχαΐας στην οποία τα κύτταρα εξ' αρχής είναι κοκκινωπά. Την μεν πρώτη ποικιλία την ονομάζουμε *Tetraselmis* sp. (red var. kotyhi) την δε δεύτερη *Tetraselmis* sp. (red var. pappas).

Αμφότερες οι ποικιλίες όταν υποστούν φυγοκέντρηση σε δείγμα που λαμβάνεται από τις καλλιέργειές τους, παρουσιάζουν το μοναδικό φαινόμενο το υπερκείμενο νερό στο δοχείο φυγοκέντρησης να είναι κόκκινο το δε ίζημα (τα κύτταρα) να είναι πράσινο στο *Tetraselmis* red var. kotyhi και σκουρο-κόκκινο στο *Tetraselmis* red var. pappas (Εικόνα 27B). Στη βιβλιογραφία δεν απαντήσαμε παρόμοια περίπτωση. Προφανώς το κόκκινο χρώμα του νερού στο υπερκείμενο οφείλεται σε απροσδιόριστες ουσίες που παράγουν τα κύτταρα και αποβάλλουν στο νερό με ποικίλη ένταση.



Εικόνα 25. Καλλιέργειες *Tetraselmis* sp. (red) σε δοχεία Erlenmeyer των 500 ml όπου φαίνεται το φαιοπράσινο χρώμα της καλλιέργειας με τη φιάλη αριστερά να έχει ήδη αποκτήσει φαιο-κόκκινο χρώμα.



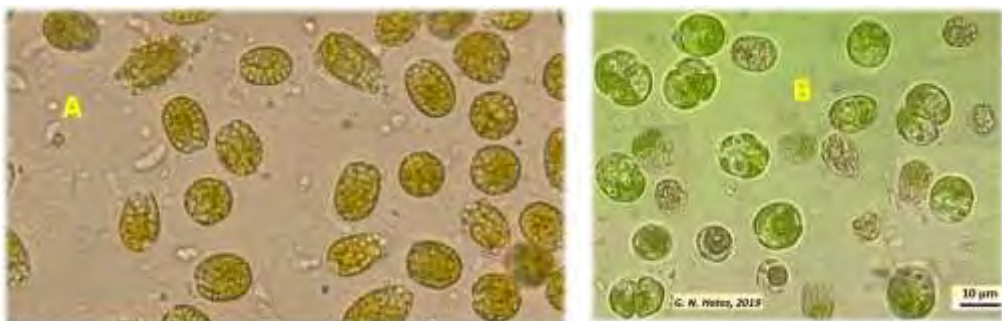
Εικόνα 26. Μικροφωτογραφίες *Tetraselmis* sp. (red) από τη λιμνοθάλασσα Πάππας με κύτταρα πράσινα και φαιο-κόκκινα. Στα A, B & C γραμμή κλίμακας 10 µm, 1000X, στο D 20 µm, 400X.



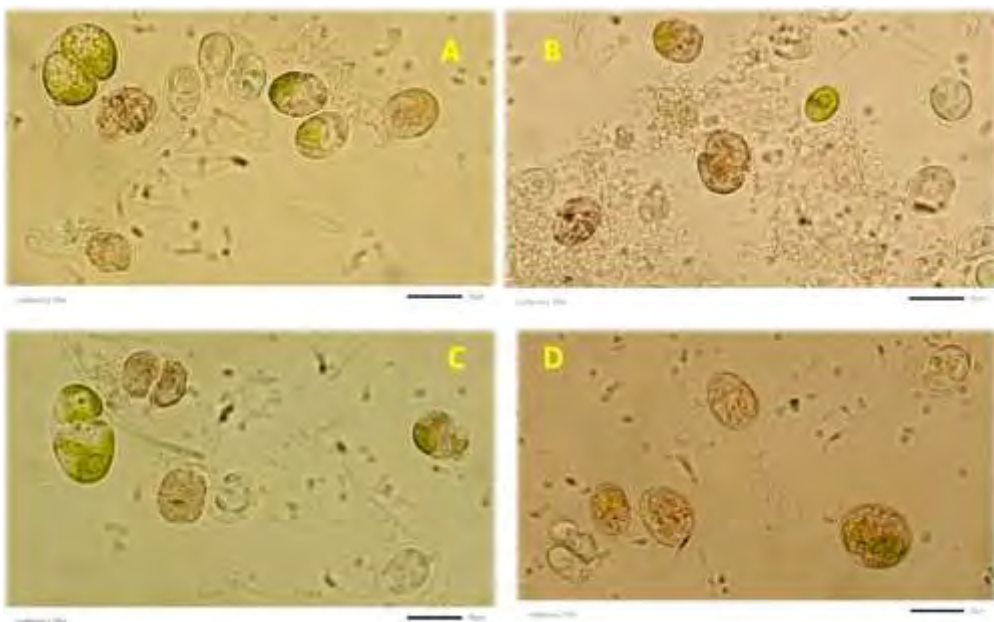
Εικόνα 27. Στο A υπερκείμενο κόκκινο νερό από φυγοκεντρημένη ποσότητα με την κυβέτα δίπλα που θα φωτομετρηθεί. Στο B οι σωλήνες με το φυγοκεντρημένο δείγμα όπου το υπερκείμενο είναι κοκκινωπό και το ίζημα που περιέχει τα κύτταρα είναι πρασινωπό.



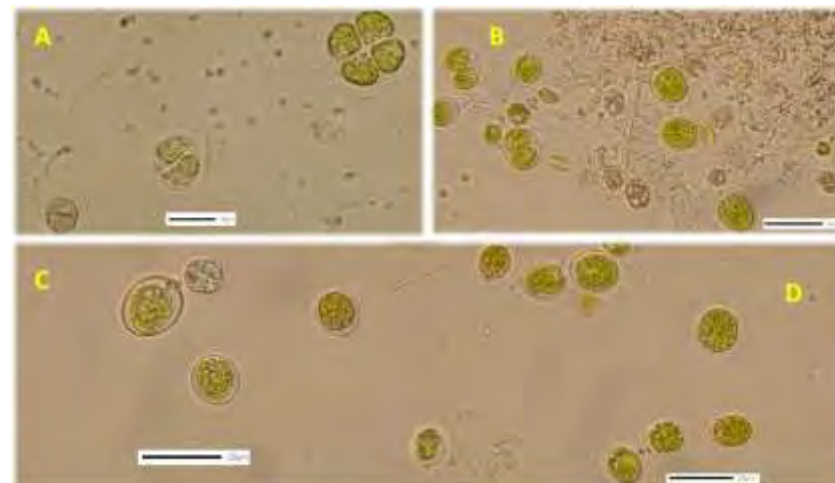
Εικόνα 28. Καλλιέργειες *Tetraselmis* sp. (red) που έχουν αποκτήσει έντονο κοκκινωπό χρώμα. Στα A, F και στο B (μπουκάλι δεξιά) το υγρό δεν περιέχει κύτταρα παρά μόνο το υπερκείμενο υγρό της φυγοκεντρημένης ποσότητας. Στο C φαίνονται καλλιέργειες σε διαφορετικές φάσεις ωρίμανσης για να φανεί η χρωματική μετάβαση από το καφετί αριστερά στο φαιοκόκκινο και στο κόκκινο (δεξιά). Στο D κύτταρα *Tetraselmis* (*marina* var *messolonghi*) για σύγκριση με την *Tetraselmis* (red) στο E, γραμμή κλίμακας 20 µm, 630X.



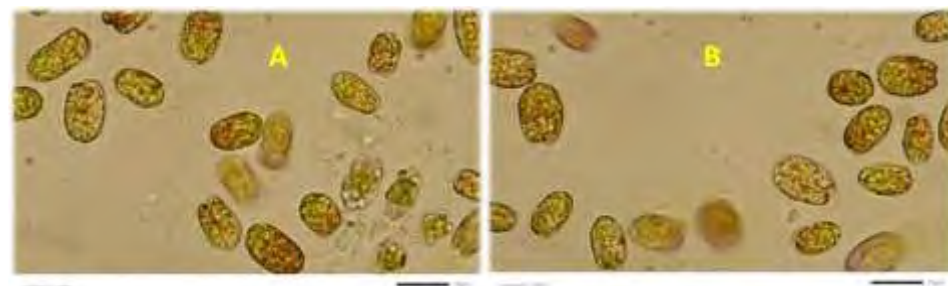
Εικόνα 29. Μικροφωτογραφίες *Tetraselmis* sp. (red) από τη λιμνοθάλασσα Πάππας (A), γραμμή κλίμακας 20 µm, 630X και Κοτυχίου (B). Στο A όλα τα κύτταρα ελαφρώς κοκκινίζοντα στο B πράσινα και κοκκινίζοντα.



Εικόνα 30. Μικροφωτογραφίες *Tetraselmis* sp. (red) από τη λιμνοθάλασσα Πάππας, γραμμή κλίμακας 10 µm, 1000X. Εμφανής η ποικιλία στα μεγέθη. Στα A και C πράσινα και κόκκινα κύτταρα σε διαίρεση.



Εικόνα 31. Μικροφωτογραφίες *Tetraselmis* sp. (red) από τη λιμνοθάλασσα Κοτυχίου. Στο A κυτταρική διαίρεση με 4 θυγατρικά κύτταρα, γραμμή κλίμακας 10 µm, 1000X, στο B μεγάλη ποικιλία μεγεθών και κυτταρική διαίρεση σε παλμέλλα, 20 µm, 630X, στο C ποικιλία μεγεθών παλμελλοειδών κυττάρων, 20 µm, 630X, στο D ποικιλία μεγεθών, 20 µm, 630X.



Εικόνα 32. Μικροφωτογραφίες *Tetraselmis* sp. (red) από τη λιμνοθάλασσα Πάππας με εμφανώς κοκκινισμένα κύτταρα, 10 µm, 1000X.