

Αρ. 610.525
PT2000-0339

ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΤΕΓ. ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ

Π Τ Υ Χ Ι Α Κ Η Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ
VENUS VERRUCOSA

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ - ΒΙΟΔΕΙΚΤΗΣ
ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ



ΚΑΤΩΠΟΔΗ ΑΘΑΝΑΣΙΑ ΧΑΤΖΗΚΥΡΙΑΚΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 1997

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.

1). ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ VENUS VERRUCOSA.

α) Εσωτερική μορφολογία, περιγραφή του πεπτικού-αναπνευστικού-γεννητικού-κυκλοφοριακού-νευρικού-συστήματος.

2). ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ.

α) Στάδια ανάπτυξης.

3). ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.

α) Προσαρμογή των οργανισμών, β) μετάτροπή.

γ) V. VERRUCOSA - Βιοδείκτης ιχνομετάλλων.

4). ΔΙΑΤΡΟΦΗ.

α) Ανάλυση του βιολογικού συστήματος " ΖΩΣΑ ΑΙΩΡΗΣΗ - ΔΙΘΥΡΑ "

β) Βακτήρια - Δίθυρα (LACTOBACILLUS Sp-VENUS VERRUCOSA)

γ) Αλγή - Δίθυρα (PARLORA LUTHERI-VENUS VERRUCOSA).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Το κυδώνι είναι ιδιαίτερα γνωστό όστρακο. Ανήκει στα δίθυρα, ξεχωρίζει για την εξαιρετική νοστιμιά του, βρίσκεται στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού, σε εκμεταλλεύσιμα φυσικά αποθέματα.

Το ενδιαφέρον για την αλιεία του κυδωνιού άρχισε μετά το 1986 με την εξαγωγή κυρίως στην Ιταλία, σχεδόν του συνόλου παραγωγής.

Η αλιεία του γίνεται με αυτόνομη κατάδυση και με συνεχή παροχή πιεσμένου αέρα, από επαγγελματίες δύτες. Η μηχανή πιεσμένου αέρα (κομπρεσέρ) βρίσκεται πάνω στο σκάφος, υπό την επιτήρηση ενός βοηθού (κολαουζιέρη). Ο δύτης κρατά το "χεράκι", μία μορφή σκαλιστηρίου η μικρής τσουγκράνας με τρία δοντάκια, σε ορθή γωνία με την λαβή. Τα δοντάκια έχουν μήκος 5-8cm και απέχουν μεταξύ τους, περίπου 2cm.

Με το χεράκι ψάχνει και αλιεύει τα κυδώνια. Ο δύτης χτυπά με το χεράκι στο βυθό, με σκοπό την αντίδραση των κυδωνιών, που εκδηλώνεται με έκλιση φουσαλίδων. Έτσι εντοπίζονται τα κυδώνια, τα οποία συλλέγονται με το χέρι, ένα προς ένα. Είναι αδύνατη η συλλογή ατόμων, με μήκος μικρότερου του 1,5cm τα οποία καταστρέφονται, με άλλους τρόπους αλιείας.

Αυτός είναι ο συνηθέστερος τρόπος αλιείας των κυδωνιών κυρίως στην Ελλάδα, χωρίς να αποκλείονται παραλλαγές από χώρα σε χώρα, αλλά και από περιοχή σε περιοχή.

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ VENUS VERRUCOSA.

Το VENUS VERRUCOSA ανήκει στα δίθυρα και όπως όλα τα δίθυρα το όστρακό του αποτελείται από δύο θυρίδες πάνω και κάτω. Το σχήμα του είναι ωσειδές. Εξωτερικά το χρώμα του είναι υπόλευκο ή γκριζωπό. Το χρώμα του επηρεάζεται από το θαλάσσιο περιβάλλον που ζει. Αρκετές φορές παρατηρούνται καστανοί σχεδιασμοί. Άλλωτε, αυτοί οι σχεδιασμοί είναι αρκετά έντονοι και άλλωτε απουσιάζουν εντελώς.

Η περιοχή του συνδέσμου των θυρίδων είναι πολύ ισχυρή και παρουσιάζεται πολύ ανεπτυγμένη κυρίως στην αριστερή θυρίδα.

Το μέγεθος του οστράκου φτάνει έως 7 Gm . Το συνηθέστερο όμως μήκος που παρατηρείται είναι 3,5cm έως 5 cm. Αυτό είναι και το εμπορεύσιμο μέγεθος στις ακτές όπου το εκμεταλλεύονται.

Το κυδώνι συναντάται στους βυθούς των υποπαραλιακών ζωνών σε όλη την Μεσόγειο (Αδριατική κ.α.). Στην Ελλάδα συναντάται σε όλα τα παράλια αλλά κυρίως στις βόρειες ακτές όπου γίνεται και η συστηματική αλίευσή του. Προτιμά να αναπτύσσεται σε βυθούς αμμώδης. Άνετα όμως μπορούμε να τα συναντήσουμε και σε περιοχές (παράλια) με μικτό - λασπώδη βυθό ή σε βυθούς με χαλίκι. Σε γενικές γραμμές ζει και αναπτύσσεται σε ετερογενή **ζώνη**ματα περιλαμβάνοντας και τις λασπωμένες περιοχές.

(Το κυδώνι δεν συναντάται σε πολύ μεγάλα βάθη. Το λιγότερο που μπορούμε να το δούμε να βυθίζεται είναι περίπου 10M).

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.

Στο εσωτερικό του οστράκου συναντάται όλα εκείνα τα όργανα που συντελούν στην εκτέλεση των λειτουργιών του οργανισμού.

Αρχικά παρατηρείται ο μανδύας ο οποίος καλύπτει την εσωτερική κοιλότητα του οστράκου. Κοντά στην κορυφή του οστράκου παρατηρούνται οι προσαγωγοί μύς. Αναφερόμαστε στον πρόσθιο προσαγωγό μύ και τον οπίσθιο προσαγωγό μύ οι οποίοι έχουν ως βασική τους λειτουργία το άνοιγμα και το κλείσιμο των δύο θυρίδων του οργανισμού. Με αυτούς πετυχαίνεται η στεγανότητα του οστράκου. Ο οπίσθιος προσαγωγός μύς σε σύγκριση με τον πρόσθιο είναι περισσότερο ανεπτυγμένος - πιο ισχυρός.

Το πόδι στο VENUS VERRUCOSA, είναι πολύ καλά αναπτυγμένο. Καταλαμβάνει σχεδόν όλη την κάτω επιφάνεια και το κυρίως μέρος της εσωτερικής κοιλότητας. Είναι παχύ και έχει ένα χρωματισμό λευκό ή κρέμ.

Υπάρχουν δύο βράγχια τα οποία είναι συμμετρικά. Τα βράγχια βρίσκονται πάνω και κάτω από το πόδι. Στα βράγχια φιλτράρεται το νερό που εισέρχεται στο εσωτερικό του οργανισμού κατά το άνοιγμα των θυρίδων. Τα βρογχιακά ελάσματα κατακρατούν τις λάσπες και τα αιωρήματα που έχουν θρεπτική αξία για τον οργανισμό καθώς και την ποσότητα του οξυγόνου που χρειάζεται ο οργανισμός για την αναπνοή. Το κάτω βραγχιακό έλασμα είναι σχεδόν διαφανές ενώ το επάνω βραγχιακό έλασμα έχει σκούρο χρωματιστό.

Πάνω από τον πρόσθιο προσαγωγό μύ συναντάται το στόμα. Στο στόμα παρατηρούνται τέσσερις κεραίες που χρησιμεύουν στο να προωθούν το νερό μαζί με την τροφή που περιέχει να εισέλθει στο στόμα (οργανισμό).

Κάτω απο τον οπίσθιο προσαγωγό μύ βρίσκεται ή έδρα απο την οποία αποβάλλονται όλα τα άπεμπτα συστατικά και τα περιττώματα του οργανισμού.

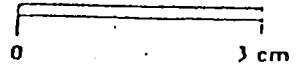
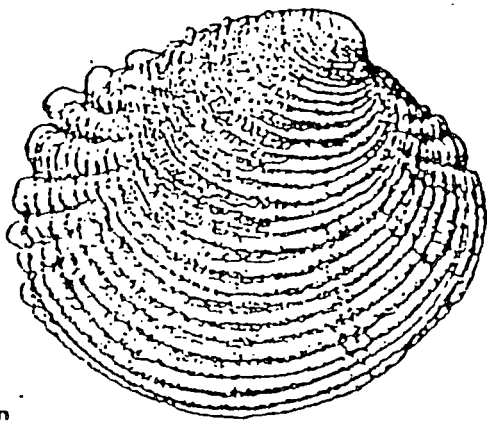
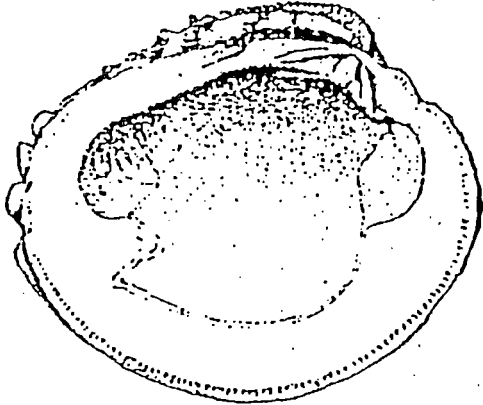
Ακριβώς και κάτω απο την έδρα βρίσκονται δύο στόμια (οπές). Το κάτω είναι το στόμιο εξόδου του νερού. Απο αυτό το στόμιο εισέρχεται το νερό κατά το άνοιγμα των θυρίδων του οστράκου. Το πάνω είναι το στόμιο εξόδου του νερού. Από αυτό το στόμιο εξέρχεται η ποσότητα του νερού αφού υποστεί την ανάλογη διαδικασία φιλτραρίσματος, απαλλαγμένο πλέον απο τις ουσίες και τα αιωρήματα που περιείχε κατά την είσοδό του.

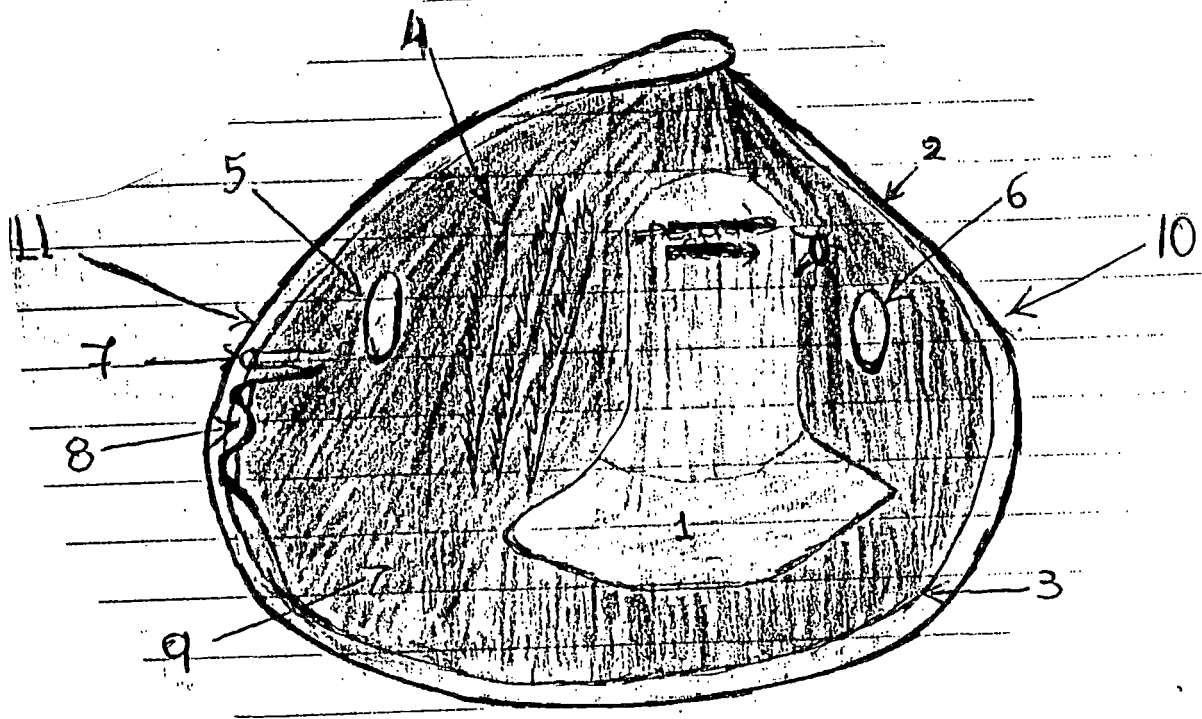
Στο μέσον και ψηλά της εσωτερικής κοιλότητας βρίσκεται ο πεπτικός αδένας. Ο πεπτικός αδένας περιβάλλεται απο τις γονάδες που εκτείνονται κάτω απο το πόδι.

Κάτω απο το πόδι τέλος παρατηρούνται όλα τα όργανα τα οποία απαρτίζουν το πεπτικό σύστημα, το γεννητικό σύστημα, το κυκλοφοριακό σύστημα κ.α. Η καρδιά βρίσκεται στην κορυφή της κοιλότητας (εικ.2).

(εικόνα 1. όστρακο) (εικόνα 2 εσωτερική μορφολογία).

Venus verrucosa





ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ VENUS VERRUCOSA.

- 1). Πόδι (πεπτικός αδένας, πεπτικό σύστημα, γεννητικό σύστημα, κυκλοφοριακό σύστημα).
- 2). Στόμα + κεραίες
- 3). Μανδύας
- 4). Βραγχιακά ελάσματα.
- 5). Οπίσθιος προσαγωγός μύς.
- 6). Πρόσθιος προσαγωγός μύς.
- 7). Ύδρα.
- 8). Στόμια εξόδου - εισόδου νερού.
- 9). Μάνδουακή κοιλότητα.
- 10). Πρόσθιο μέρος.
- 11). Οπίσθιο μέρος.

ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.

Τα όργανα τα οποία συμμετέχουν στη λειτουργία της πέψης είναι το στόμα, ο οισοφάγος, ο σάκκος του κρυσταλλώδους στύλου, το στομάχι, το έντερο και η έδρα.

Ρεύμα νερού που περιέχει τις θρεπτικές ουσίες για τον οργανισμό φτάνει στο στόμα. Με την βοήθεια των κεραιών που υπάρχουν εκεί η τροφή εισέρχεται στο στόμα και κατευθύνεται στον οισοφάγο. Από τον οισοφάγο μέσω μιάς τροφικής χορδής, κατευθύνεται στο σάκκο του κρυσταλλώδους στύλου. Ο σάκκος περιέχει βλέννα. Με μιά ειδική διεργασία η μάζα της βλέννας στο σάκκο γίνεται συμπαγής, σε μια σκληρή ράβδο που ονομάζεται κρυσταλλώδης στύλος. Ο κρυσταλλώδης στύλος είναι κρυμμένος από το σάκκο και περυττιγυρίζεται από μικρές βλεφαρίδες. Στο στύλο εκτός από το διαχωρισμό των πρωτεϊνών γίνεται και ο υδρογονανθρικός διαχωρισμός των ενζύμων και των λιπών.

Το τέλος του κρυσταλλώδους στύλου περιστρέφεται και τρίβεται πάνω σε ένα χιτυνώδες μέρος του στομαχιού. Η περιστροφή του στύλου, μέσα στον βλεννώδη ιστό που ξεκινά από τον οισοφάγο, ταραάσει το περιεχόμενο του στομαχιού.

Η τριβή του τελικού σημείου του στύλου, πάνω στο στομάχι απελευθερώνει ένζυμα και εισάγει την πέψη των υδρογονανθράκων και των λιπών μέσα στο στομάχι. Η ανατάραξη της στομαχικής μάζας έχει ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση σωματιδίων προς την περιφέρεια, η οποία διαχωρίζει τα λεπτά σωματίδια από τα μεγαλύτερα.

Τα λεπτά σωματίδια μεταφέρονται στον πεπτικό αδένα όπου ολοκληρώνεται η πέψη, ενδοκυτταρικά. Τα απορριπτόμενα μεγάλα σωματίδια μεταφέρονται διαμέσου μιάς αύλακας στο έντερο. Εκεί καταλήγουν και τα υπολείμματα της πέψης όπου συμπιέζονται σε σφαίρες κοπράνων και τέλος αποβάλλονται από την έδρα. (εικόνα 3 πεπτικό σύστημα).

ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Η αναπνοή γίνεται μέσω των βραγχίων κατά την είσοδο του ρεύματος νερού στην εσωτερική κοιλότητα.

Το νερό εισερχόμενο απο το στόμιο εισόδου οδεύει πρὸς τα βράγχια ὅπου και φιλτράρεται.Εκεί δεσμεύεται το οξυγόνο.Το οξυγόνο είναι σε επίπεδο κορεσμού στην εισερχόμενη ποσότητα νερού.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που παράγεται, απο την διαδικασία της αναπνοής στον οργανισμό, αποβάλλεται από αυτόν μέσω της ποσότητας, ξανά, του νερού που βγαίνει απο το στόμιο εξόδου.

ΓΕΝΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το γεννητικό σύστημα είναι απλό ὅπως και στους λοιπούς οργανισμούς αυτής της οικογένειας. Παρατηρείται ο γεννητικός αδένας που βρίσκεται και αυτός κάτω απο το πόδι.

Οι γονάδες περιβάλλουν τον πεπτικό αδένα και εκτείνονται και κάτω απο το πόδι. Κατά την περίοδο του τελευταίου σταδίου ωρίμανσης και πρίν την εναπόθεση οι γονάδες (αρσενικές γονάδες και θηλυκές) καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των σπλάχνων στην εσωτερική κοιλότητα.

Οι αρσενικές γονάδες έχουν χρώμα άσπρο και οι θηλυκές γονάδες έχουν χρώμα πορτοκαλόχρωμο.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.

Η καρδιά, στο εσωτερικό του διθύρου VENUS VERRUCOSA, βρίσκεται πρὸς στην κορυφή του οστράκου. (Δύο μύς ξεκινούν απο το ίδιο σημείο πάνω και κάτω .Ο πάνω για για το κλείσιμο, ο κάτω για το άνοιγμα και είναι πιο λεπτός). Μέσα στον περικαρδιακό χώρο παρατηρούνται ο κόλπος, η κοιλιά και η αορτή. Η αορτή διαχωρίζεται σε πρόσθια και οπίσθια αορτή.

Όπως και στα υπόλοιπα δίθυρα παρατηρείται ένα ζευγάρι νευριδίων. Το αίμα στις περισσότερες περιοχές βρίσκεται σε έλλειψη.

ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.

Δεν γνωρίζουμε αρκετά στοιχεία για το νευρικό σύστημα του είδους *V. VERRUCOSA*. Παρόλα αυτά έχοντας υπόψιν το νευρικό σύστημα διθύρων που βρίσκονται στην ίδια οικογένεια με αυτό διαπιστώνουμε ότι κάτω από το στόμα υπάρχουν νευρικά γάγγλια τα οποία βρίσκονται σε υποτυπώδη μορφή. Υπάρχουν τρία ζεύγη κέντρων νευρικών γαγγλίων.

Το ένα ζευγάρι γαγγλίων καταλήγουν στην βάση του ποδιού. Το δεύτερο στον πρόσθιο προσαγωγό μύ και το τελευταίο στον οπίσθιο προσαγωγό μύ.

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ.

Το V. VERRUCOSSA είναι είδος γονοχωριστικό, τα δύο φύλλα είναι χωριστά. Τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα υπάρχουν σε όλους τους μήνες του έτους σε μικρότερα ή μεγαλύτερα ποσοστά.

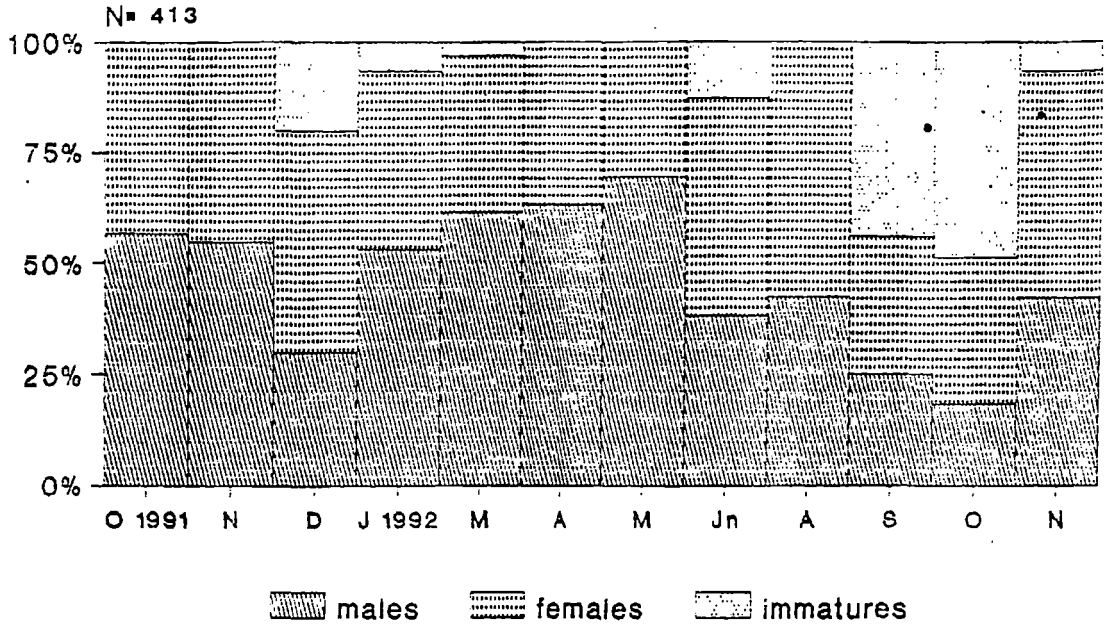
Μετά από μελέτες που έγιναν διαπιστώθηκε ότι η αναλογία μεταξύ θηλυκών και αρσενικών ατόμων είναι 1,07. Σύμφωνα με την ίδια μελέτη παρατηρούνται άτομα ανώριμα ή απροσδιόριστου φύλλου κατά τους χειμερινούς μήνες. (εικ. 13). Τους ανοιξιάτικους μήνες η αναλογία αρσενικών προς θηλυκών κυμαίνεται από 1,3 έως 2,3 υπέρ των αρσενικών ενώ τους καλοκαιρινούς και φθινοπωρινούς μήνες η αναλογία κυμαίνεται μεταξύ 0,5 - 0,8 υπέρ ξανά των αρσενικών.

Η αναπαραγωγή γίνεται με ελευθέρωση του γεννητικού υλικού χωρίς να υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ της ωογένεσης και της σπερματογένεσης. Οι αναπαραγωγικοί κύκλοι διαδέχονται ο ένας τον άλλον χωρίς μεγάλες φάσεις ανάπαυσης, δηλαδή μετά την αποθήκευση ξεκινά η γαμετογεννητική δραστηριότητα.

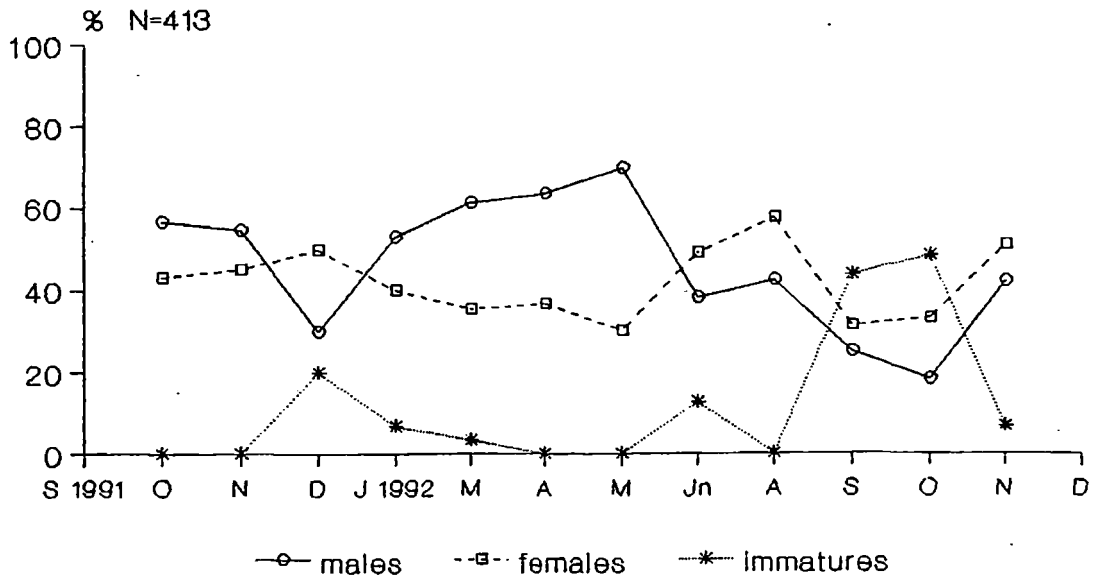
Το στάδιο ελευθέρωσης των γονάδων (αναπαραγωγή) αρχίζει τον Μάιο και τελειώνει τον Νοέμβριο με ιδιαίτερη ένταση τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Σε βορειότερες περιοχές η αναπαραγωγική περίοδο ξεκινά από τον Απρίλιο και τελειώνει το Σεπτέμβριο.

Οι αρσενικές γονάδες εμφανίζονται γαλακτόχρωμοι ενώ οι θηλυκές εμφανίζονται αχνοί ροδόχρωμοι έως πορτοκαλόχρωμοι.

Στα πλαίσια εργαστηριακών προγραμμάτων, που διεξήχθησαν στο εργαστήριο Θαλάσσιας Βιολογίας του ΒΑΝ, για την μελέτη του κύκλου αναπαραγωγής του VENUS VERRUCOSA προτάθηκαν πολυάριθμες κλίμακες ωρίμανσης



Εικ. 13 : Ιστόγραμμα μηνιαίων μεταβολών ποσοστού αρσενικών, θηλυκών και ανώριμων ή απροσδιόριστου φύλου ατόμων Venus verrucosa τον Μάρτιο 1992.



Εικ. 14 : Διάγραμμα μηνιαίων μεταβολών ποσοστού αρσενικών, θηλυκών και ανώριμων ή απροσδιόριστου φύλου ατόμων Venus verrucosa τον Μάρτιο 1992.

(LOUSANOFF 1937,CHIPPERFIELD 1953,TRAUTER 1958,LUBET 1959,ANSELL 1961,REDDIATH 1962,LHCAV 1965,BAUDEN 1971 κ.τ.λ.).Τελικᾶ χρησιμοποιοῦθηκε μια κλίμακα τεσσᾶρων σταδίων.Σύμφωνα με αὐτὴ την κλίμακα τα στάδια εἶναι τα εξῆς:

ΣΤΑΔΙΟ 1ο.

Ο γεννητικὸς αδένας παρουσιάζει ανώριμα σπερματικὰ στοιχεῖα που προχωροῦν στα τοιχώματα των θηλυκῶν με σπερματογόνα και διάφορα σπερματοκύτταρα στα αρσενικὰ και με ωογόνα και λίγα ωοκύτταρα στα θηλυκὰ.

Συχνᾶ παρατηροῦνται σπερματοζωάρια και ωοθικικὰ κομμάτια.Εἶναι το αρχικὸ (πρῶτο) στάδιο της γαμετογέννεσης.

Η μάζα των σπλάχνων εἶναι διαφανῆς και ο γεννητικὸς αδένας παρουσιάζεται σαν ἓνα δίχτυ ωχρὸ στο επίπεδο του ηπατοπάγκρεας.

ΣΤΑΔΙΟ 2ο.

Οι θύλακοὶ δεν εἶναι καλὰ οργανωμένοι ακόμη.Περιέχουν λίγα σπερματικὰ στοιχεῖα.Επίσης περιέχουν τα πρῶτα σπερματοζωάρια,τα πρωτογενῆ και τα δευτερογενῆ ωοκύτταρα.

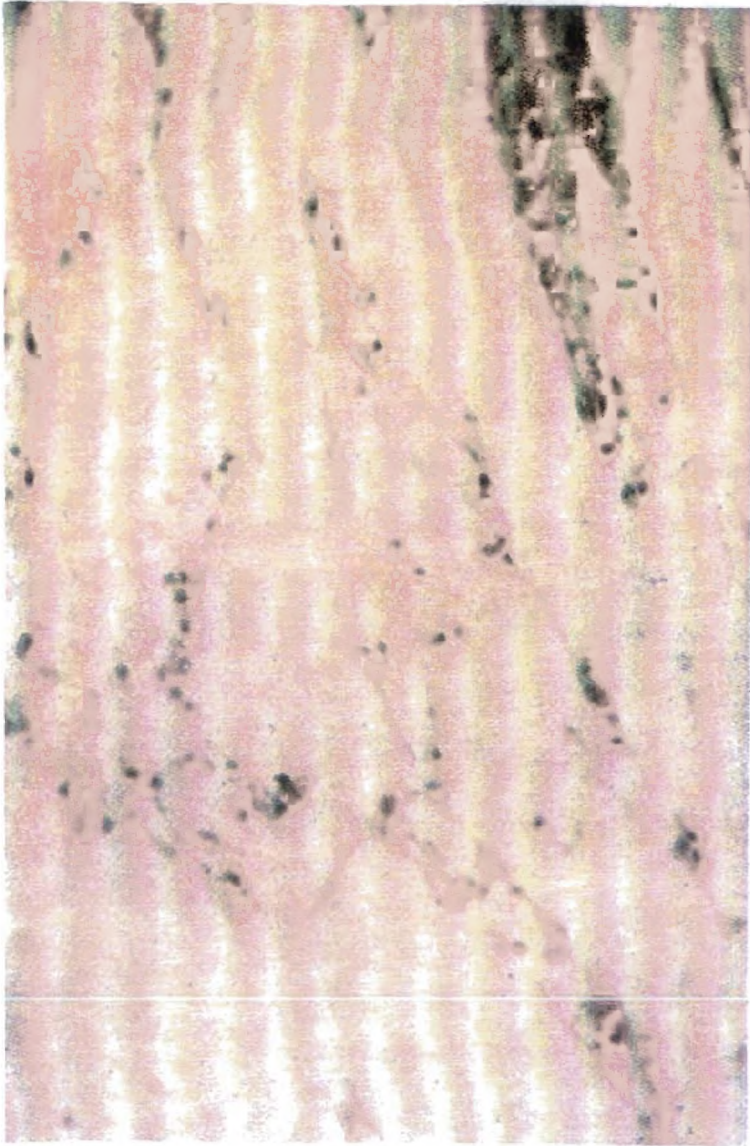
Μακροσκοπικὰ ο γεννητικὸς αδένας γίνεται περισσότερο εμφανῆς,επεκτεινόμενος και στο πόδι (βάση).

Η μάζα των σπλάχνων γίνεται θολή.

ΣΤΑΔΙΟ 3ο.

Ο γεννητικὸς αδένας παρουσιάζεται με μεγάλους θύλακες που εἶναι πλήρεις απο ὄριμους γαμέτες.Τα σπερματοζωάρια εἶναι διανεμημένα σε χαρακτηριστικῆς ομάδες.Τα αυγά εἶναι διασκορπισμένα στο μάτι.

Εἶναι το τρίτο στάδιο ωρίμανσης. Ο γεννητικὸς αδένας εξαπλώνεται σε ὅλη την μάζα των σπλάχνων και στο πόδι (βάση).



ΣΤΑΔΙΟ 1 ΔΟΥΛΕΙΑ



Στάδιο 2 Ιπερπλατογένεση

ΣΤΑΔΙΟ 4ο.

Οι γεννητικοί αδένες παρουσιάζουν τόσο θυλάκους πλήρεις απο ώριμα στοιχεία όσο και θυλάκους κενούς η με λίγα υπολοίποντα στοιχεία.Είναι το στάδιο αποθήκευσης.

Ο γεννητικός αδένας φαίνεται χαλαρός και μειωμένος όπως στο πρώτο στάδιο.

Ακολουθώντας την κλίμακα που αναφέραμε πιο πάνω είναι δυνατό να καθορίσουμε τις διάφορες φάσεις του γαμετογεννητικού κύκλου του VENUS VERRUCOSA. Έτσι για το συγκεκριμένο είδος η κλίμακα παίρνει την πιο κάτω μορφή για κάθε μήνα του έτους:

1). ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ.

Οι γεννητικοί αδένες μακροσκοπικά, φαίνονται εντελώς μειωμένοι.Οι σπερματικοί θύλακοι είναι σπάνιοι και διασκορπισμένοι χωρίς καμιά ορισμένη σειρά.

Στο εσωτερικό αυτών, στα αρσενικά, σημειώνεται η παρουσία πολυάριθμων σπερματογόνων και λίγων σπερματοζωαρίων και σπερματοκυττάρων.Στα θηλυκά διαπιστώνεται η παρουσία ωογόνων και ωοκυττάρων.

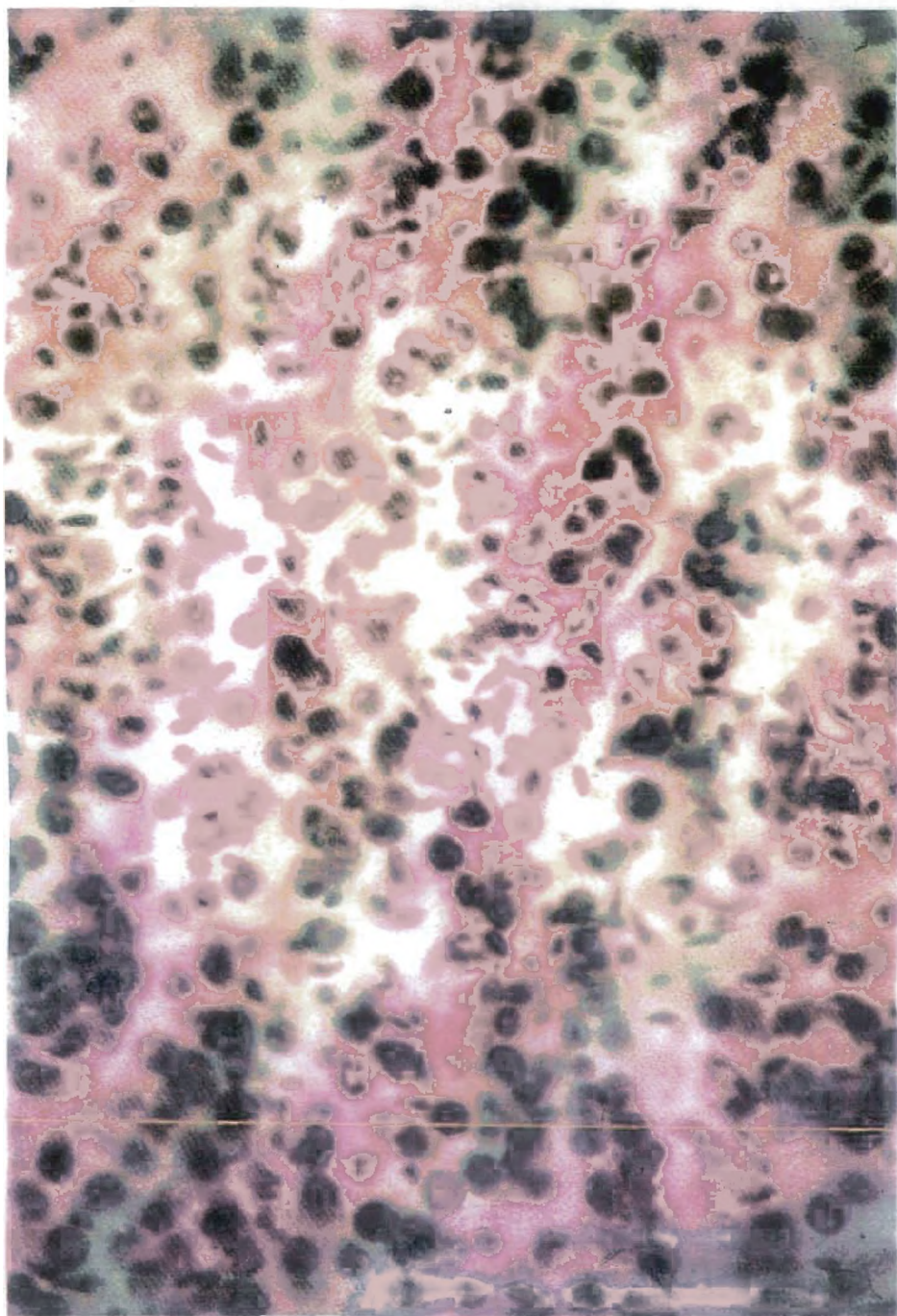
Πρόκειται για την πρώτη φάση του γαμετογεννητικού κύκλου.

2). ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ.

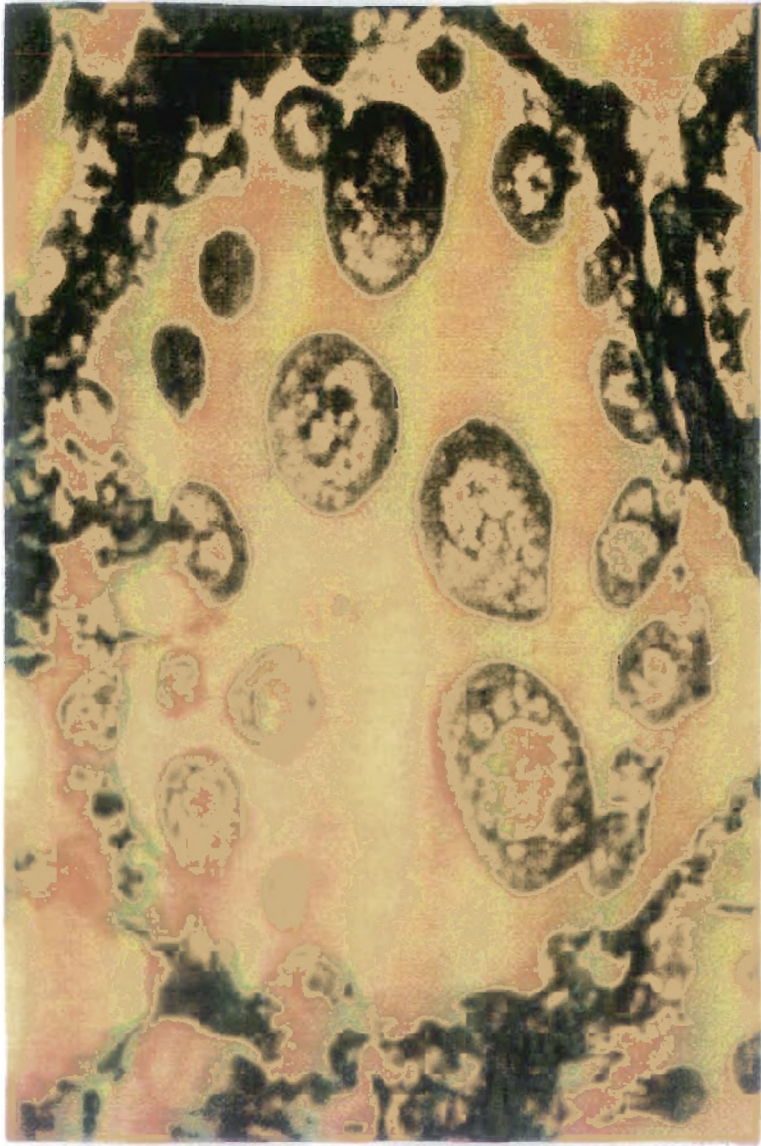
Παρουσιάζονται σχεδόν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτά του προηγούμενου μήνα.Οι θύλακοι παρουσιάζονται με παχύ τοίχωμα και περιέχουν πολυάριθμα σπερματικά κύτταρα σε διάφορους βαθμούς ανάπτυξης.

3). ΜΑΡΤΙΟΣ.

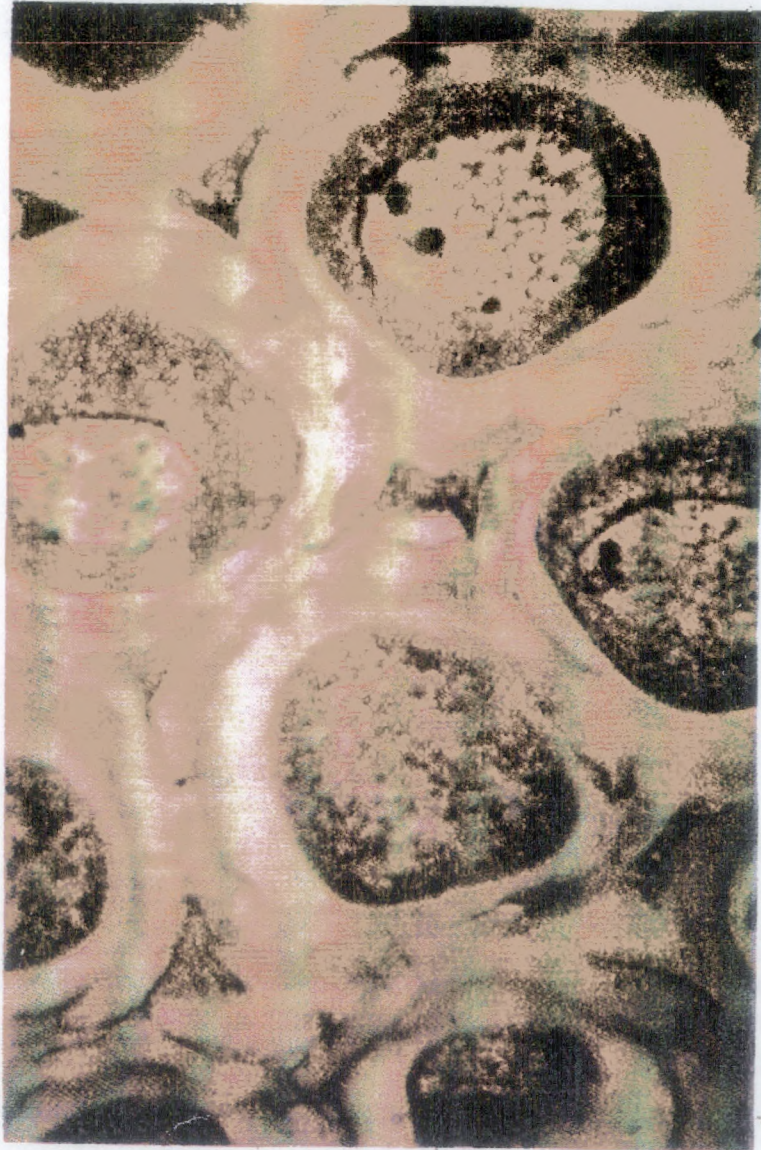
Πολλοί οργανισμοί βρίσκονται στο τρίτο στάδιο.Οι γεννητικοί αδένες βρίσκονται στο μεγαλύτερο σημείο ανάπτυξης και τα σπερματικά κύτταρα έχουν φτάσει στην ωρίμανση.



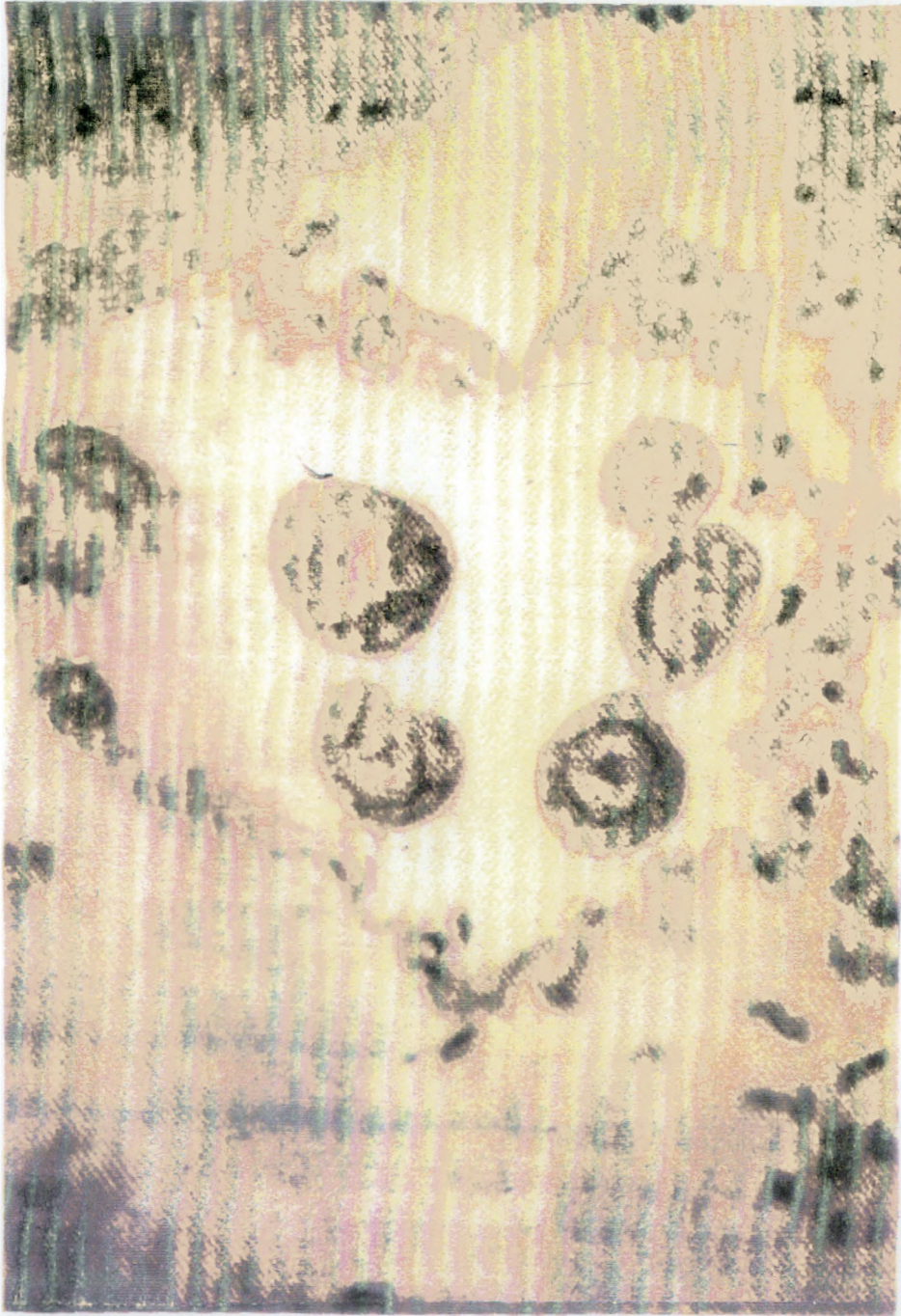
Venus verrucosa. Σταδιο Ι Στεφρωγογενών.



Estadio 2 Ooforeon



Στάδιο 3 Οοφύσεων



Venus verrucosa. Σταθίο 4 Σοφιστων.

4) .ΑΠΡΙΛΙΟΣ.

Οι γεννητικοί αδένες φαίνονται πολύ καθαρά και οι θύλακοι είναι γεμάτοι απο ώριμα σεξουαλικά προϊόντα. Τα σπερματοζωάρια είναι οργανωμένα σε λωρούς στα αρσενικά. Τα αυγά στα θηλυκά, βρίσκονται στο κέντρο των θυλάκων.

5) .ΜΑΪΟΣ.

Οι γεννητικοί αδένες παρουσιάζουν αυτή την διάρθρωση και τον Μάιο, που είναι ο μήνας στον οποίο υπάρχει το μεγαλύτερο ποσοστό οργανισμών που είναι ώριμοι σεξουαλικά.

6. ΙΟΥΝΙΟΣ

Τον Ιούνιο δεν παρατηρούνται ουσιαστικές αλλαγές αν εξαιρέσουμε την παρουσία ενός μικτού αριθμού οργανισμών που έχουν αρχίσει ήδη αποθήκευση.

7. ΙΟΥΛΙΟΣ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ - ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ - ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ

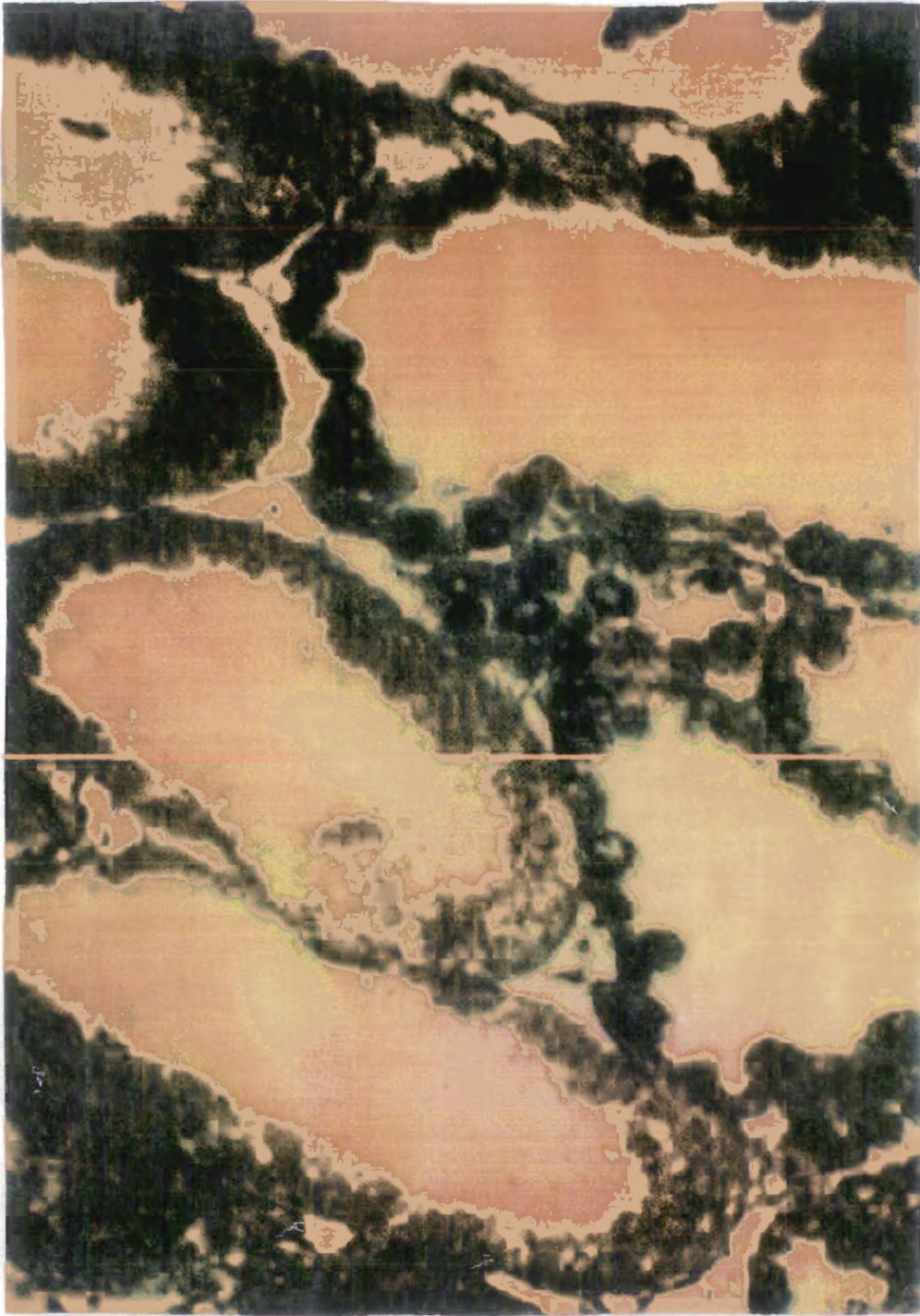
Κατά την διάρκεια αυτών των μηνών τα δίθυρα γενικά είναι κυρίως στη φάση της αποθήκευσης. Μετά απο ιστολογικές παρατηρήσεις που έγιναν σε γεννητικούς αδένες διαπιστώθηκε ότι κοντά στους θύλακους που ήταν κενοί, κάνουν την εμφανισή τους άλλοι θύλακες γεμάτοι απο γαμέτες.

8. ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

Το μεγαλύτερο μέρος των οργανισμών έχει γεννητικούς αδένες λίγο εμφανείς και θυλάκους που παρουσιάζουν, στα μεν αρσενικά διασκορπισμένα σπερματοζωάρια και διάφορα ανώριμα στοιχεία. Στα δε θηλυκά παρουσιάζουν ωογόνα, ωοκύτταρα, ίσως και κάποιο αυγό που έχει απομείνει.

9. ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

Τον μήνα αυτό πολλοί θύλακοι παρουσιάζουν ένα μειωμένο μάτι και επίσης εμφανίζουν όλα τα στοιχεία της ωρίμανσης.



Γενναίος αδένας εμφανίζεται. Τομές εκτετατές με δυσήκους
αποσπαστικούς και δυσήκους. Στάδιο Ι



Γενναίος αδένας επηροσίδων. Τομή επιπέδα με δοφάρας
αποσενκός και δφνκός. Σταδίο 3.

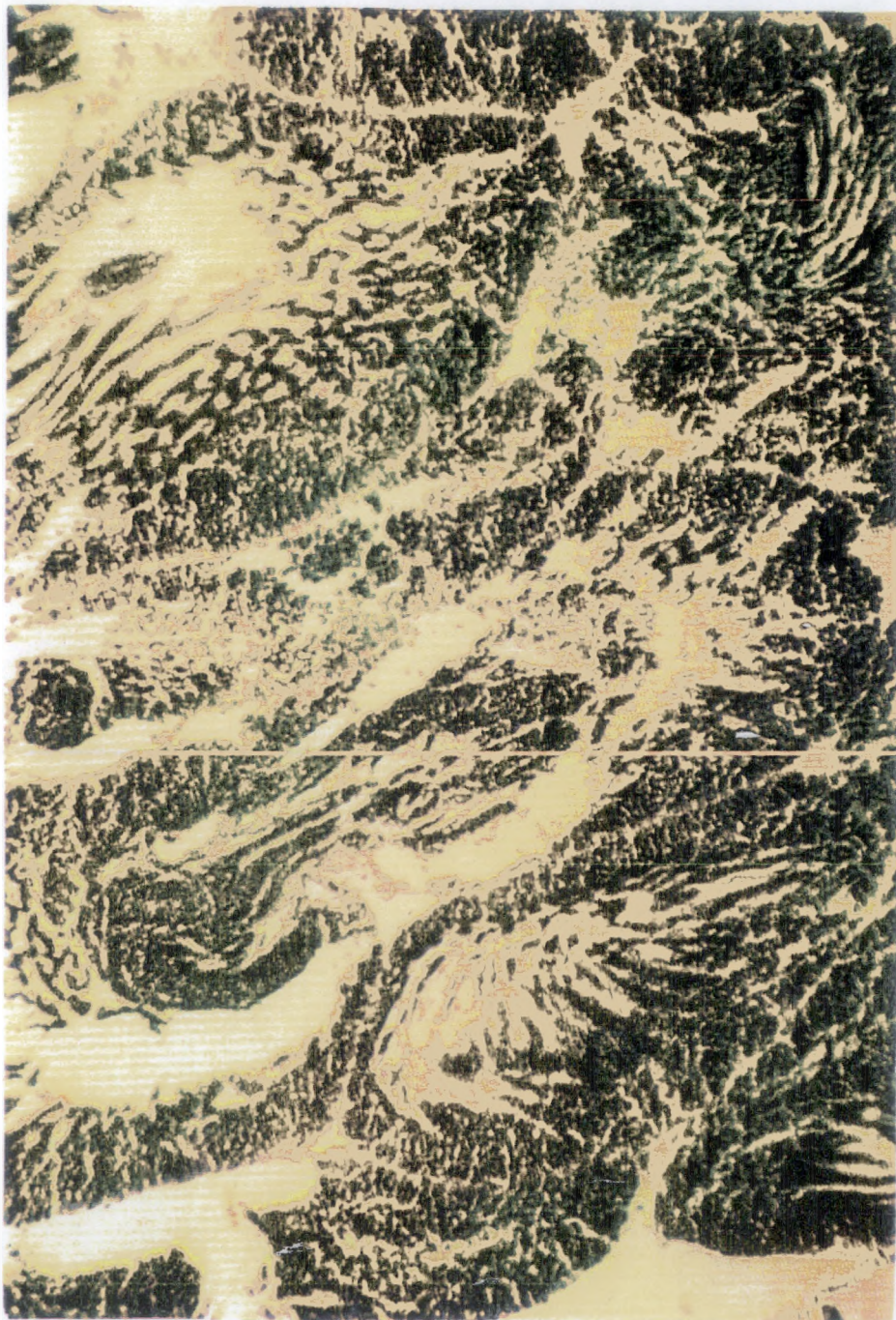
Άλλοι πάλι βρίσκονται σε ένα στάδιο πιο προχωρημένο στο οποίο τα σπερματικά στοιχεία καλύπτουν μεγάλο μέρος του ματιού.

Το διάγραμμα που ακολουθεί δίνει μια σαφή εικόνα των γαμετογεννητικών σταδίων σε κάθε μήνα του έτους του είδους VENUS VERRUCOSA (εικόνα 8).

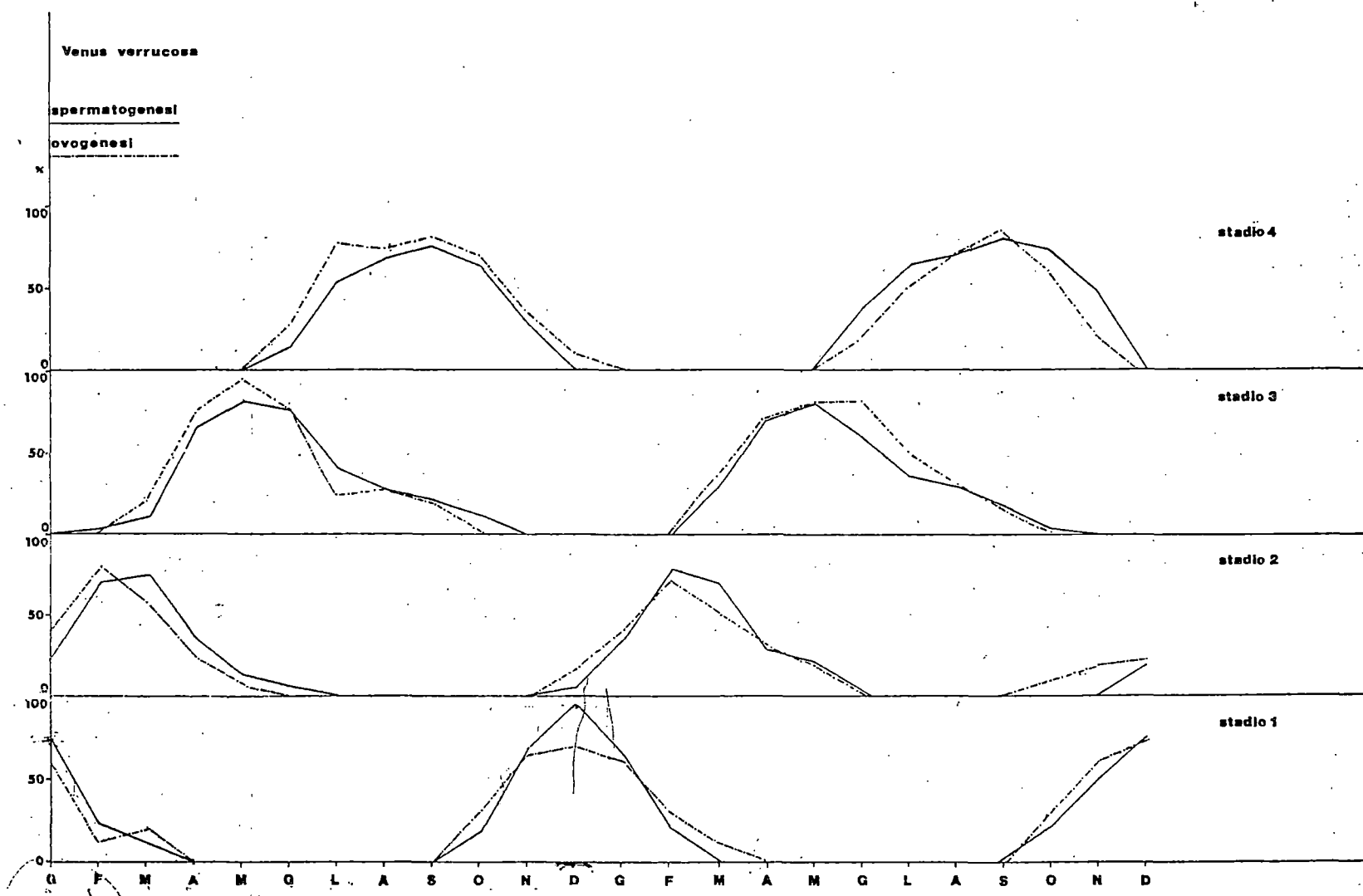
Γενικά όμως η αναπαραγωγή τοποθετείται στις περιόδους με τις υψηλότερες θερμοκρασίες και προπαντός υψηλότερες των 14°C (CLEMARE και BAURON 1978). Κάτω των 7°C αναστέλλεται η αναπαραγωγική διαδικασία.

Ένα άτομο του είδους V. VERRUCOSA θεωρείται ώριμο γενετικά όταν είναι μεγαλύτερο από 273cm και πρακτικά όταν είναι μεγαλύτερο από 3cm. Στο μήκος αυτό φτάνει μετά το δεύτερο έτος από την γέννησή του (MARAÑO ET AL 1982).

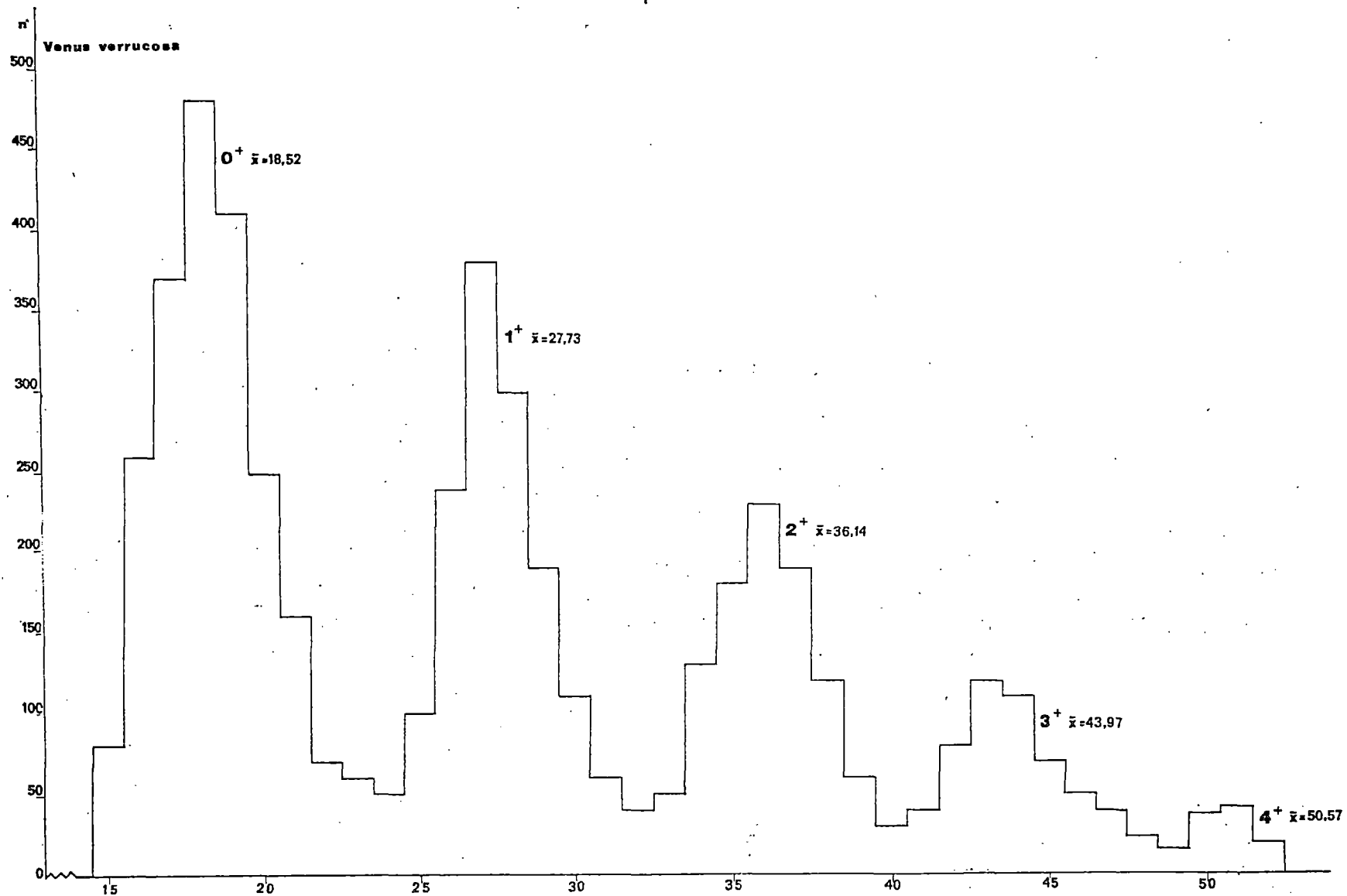
Μετά την ελευθέρωσή του γεννητικού υλικού στην θάλασσα και την γονιμοποίηση των ωαρίων από τα σπερματοζωάρια σχηματίζονται οι προνύμφες του, που ακολουθούν την γενική μορφή των διθύρων (εικόνα 3).



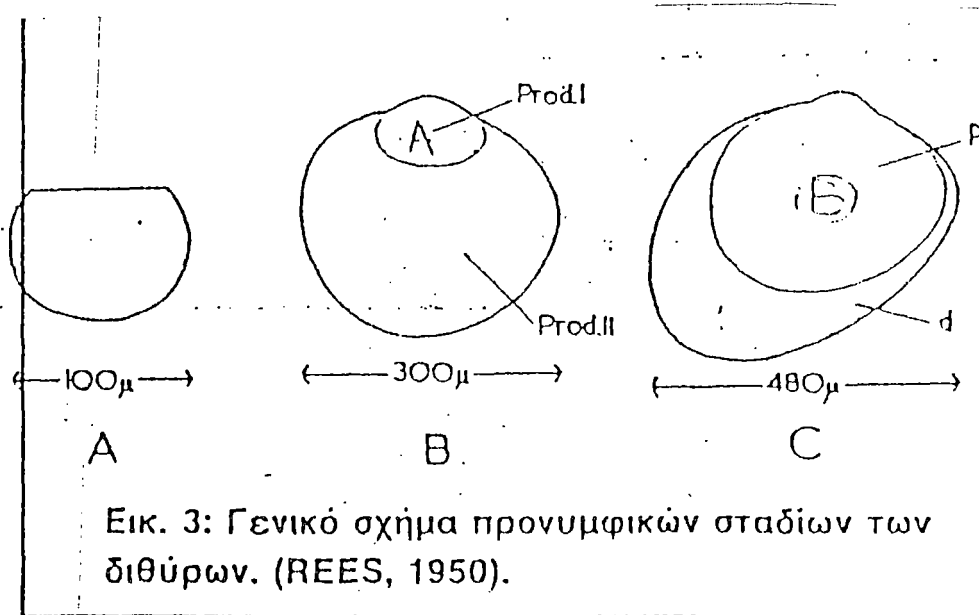
Σηπτακίτης Σείκης.



ΕΙΚΟΝΑ 8 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



ΕΙΚΟΝΑ 10 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΜΕΓΕΘΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.

Το VENUS VERRUCOSA ή κοινώς κυδώνι είναι πολύ σημαντικό εκτός από την οικολογική άποψη - όντας ένα στοιχείο που χαρακτηρίζει την πανίδα-των μαλακίων και από αλιευτικής και θρεπτικής άποψης.

Για ότι αφορά την μορφομετρία του είδους ήδη ο LE GALL (1969) υπογράμμισε με ιδιαίτερη έμφαση το ευρύ μεταβλητό της διάστασις πάχους. Εν συνεχεία ο MARANO ET AL (1979) συνάντησε το ίδιο φαινόμενο στην μελέτη του που διεκπεραιώθηκε στην Μεσογειακή Αδριατική.

Ήδη στην εικόνα 1 παρατηρούμε όστρακα κυδωνιών που έχουν το ίδιο μήκος με διαφορετική διατομή (πάχος).

Στην εικόνα 2 που ακολουθεί δίνεται η κατάσταση των τριών διαστάσεων όπου:

1.L:Είναι η διάμετρος από εμπρός έως πίσω.

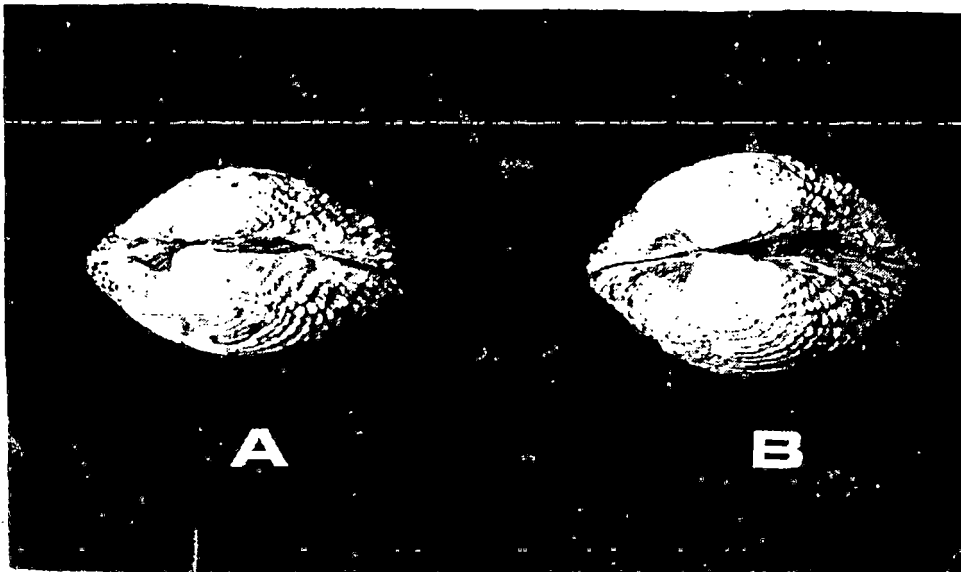
2.H:Είναι η γραμμή που ενώνει την κορυφή UMBONE αυτή είναι η κεντρική περιοχή με τους ομόκεντρους κύκλους που καλλοπίζουν το όστρακο ως κοιλιακό άκρο, αμέσως κάτω από την περιοχή εξόδου των σιφώνων

3.W:Είναι το μέγιστο πάχος με κλειστά όστρακα.

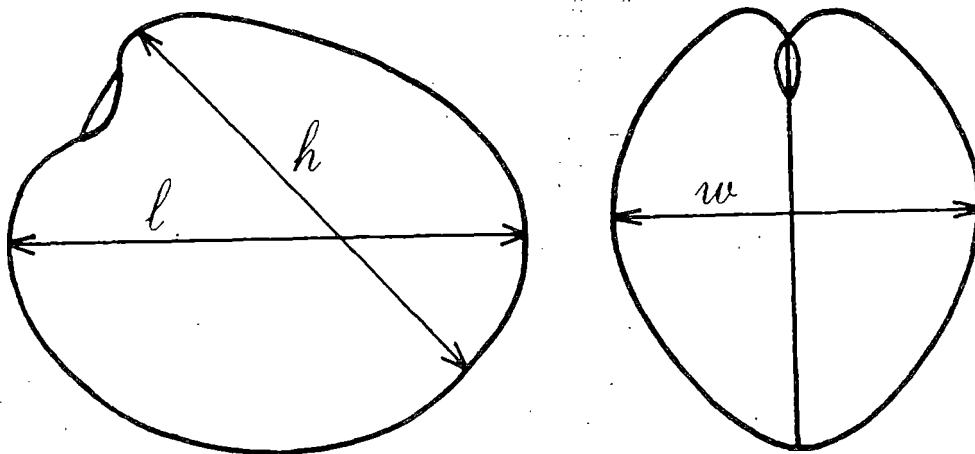
Η διάσταση η σύμφωνα με τον BELLO δεν ανταποκρίνεται στην τιμή του ύψους που είχε προταθεί από τον ANSELL (1968), αλλά έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί κάλλιστα να παρατηρηθεί (μετρηθεί) με μεγάλη ακρίβεια, εκμεταλλεύοντας την μικρότερη κυρτότητα του κοχυλίου.

Μετά από μελέτες, που έγιναν κατά καιρούς, παρατηρήθηκε ότι οι διαστάσεις του μήκους (L) και ύψους (H) ακολουθούν μία κανονική διανομή.

Η διάσταση πάχος (W) αντιθέτως, έχει μία διανομή LAGNONUALE εξαιτίας της αλλομετρικής της ανάπτυξης.



Εικόνα 1. Παραδείγματα του *Venus verrucosa* που έχουν κοινό μήκος αλλά διαφορετική διατομή. A $w=23,4\text{mm}$. B $w=28,2\text{mm}$.



Εικόνα 2. Μορφολογία διαστάσεων

Εν συγκρίσει με τις διαστάσεις L και H, το W έχει επιπλέον μια ευρεία φθορά

Η κανονικότητα στην διανομή, των διαστάσεων μήκος ύψος και πάχος επαληθεύτηκε από την εργασία του BELLO, που έγινε πρόσφατα σε πληθυσμό του VENUS VERRUCOSA στην Αδριατική. Επιπλέον στην ίδια εργασία, πραγματοποιείθηκε η ανάλυση του μεταβλητού των τριών διαστάσεων και των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ τους.

Τα δεδομένα στοιχεία που συλλέχτηκαν από μετρήσεις υπέστησαν τις ακόλουθες αλλαγές:

α. Προσαρμογή των οργανισμών.

Οι τιμές των μεταβλητών, καθενός από τους οργανισμούς, διαιρέθηκαν με την τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων και των τριών μεταβλητών. Το αποτέλεσμα επομένως πολλαπλασιάστηκε επί 10^3 για να διευκολύνει τους υπολογισμούς:

$$L_i = \frac{I_i}{\sqrt{I_i^2 + h_i^2 + w_i^2}} \times 10^3$$

β. Μετατροπή.

Έγινε λογαριθμική μετατροπή των στοιχείων. Κάθε στοιχείο αντικαταστάθηκε από τον φυσικό του λογάριθμο. Επομένως υπολογίστηκαν οι τιμές των συντελεστών B και της ανυμμετρίας ($\sqrt{B_1}$), σχετικές με την διανομή των τιμών που μετατράπηκαν σε LULI, LUHI και LUWI αντίστοιχα. Επιπλέον για τις διανομές που προκύπτουν φυσιολογικές, υπολογίστηκε ως μέτρο απώλειας η κανονική απόκλιση και ο συντελεστής μεταβολής (V) όπου:

$$b_2 = \frac{m_4}{s_4} \quad , \quad \sqrt{b_1} = \frac{m_3}{s_3}$$

$$S = \sqrt{m_2} \quad , \quad V = \frac{100S}{\bar{x}} \%$$

όντας
$$m_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x})^2 \quad (\text{BUMINGTON, 1973}).$$

Για την επαλήθευση της κανονικότητας των διανομών των μεταβλητών που έχουν μετατραπεί υιοθετήθηκε το τεστ των BOWNAU και SHENTON (1975) που επιτρέπει την εκτίμηση που συνδέεται με τους δείκτες B_2 και $\sqrt{B_1}$.

Με την ανάλυση της πολλαπλής - καμπυλόγραμμης παλινδρόμησης αναλύθηκε και η ταυτόχρονη εξάρτηση του W από το I και H και εξάγεται η συνάρτηση $Z = a \cdot x^b \cdot y^c$.

Η υπολογισμένη παλινδρόμηση υπέστη το τεστ F , της σπουδαιότητας.

Επιπλέον ελήφθησαν υπόψιν οι σχέσεις ανάμεσα σε διάφορα ζεύγη μεταβλητών μελετώντας τις καμπυλόγραμμες παλινδρομήσεις για τα ζεύγη W/I και W/H και την γραμμική παλινδρόμηση για το ζεύγος H/I . Το επίπεδο σπουδαιότητας των παλινδρομίσεων υπολογίστηκε μέσω του συντελεστή R .

Η εξίσωση της πολλαπλής παλινδρόμησης που συνδέει ταυτόχρονα και τις τρεις μεταβλητές είναι:

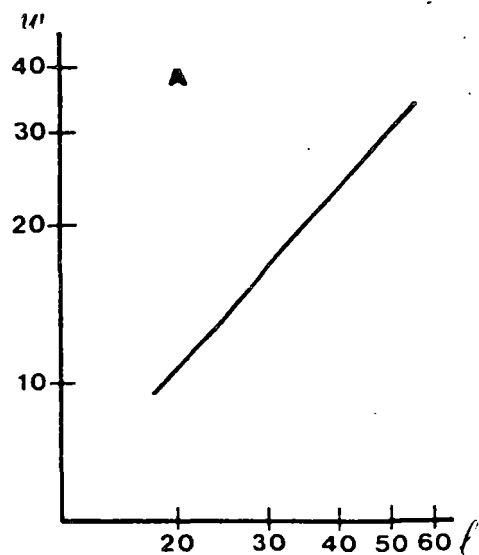
$$(1) \quad W = 0,828 \cdot I^{1,519} \times h^{-0,635}$$

Οι εξισώσεις παλινδρόμησης των ζευγών των μεταβλητών με τους σχετικούς συντελεστές τις σχέσεις R είναι:

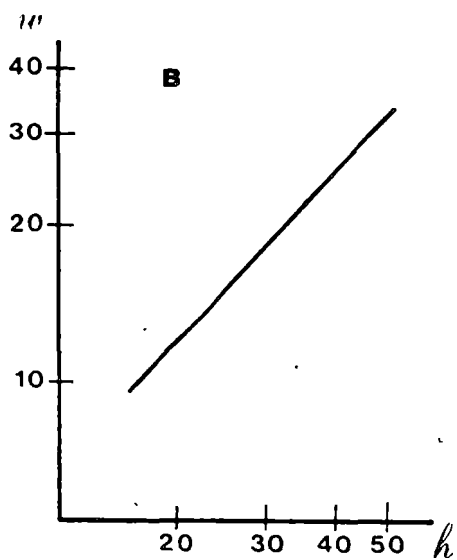
$$(2) \quad W = 0,337 \cdot I^{1,149} \quad \mu\epsilon \quad r = 0,945$$

$$(3) \quad W = 0,429 \cdot h^{1,109} \quad \mu\epsilon \quad r = 0,953$$

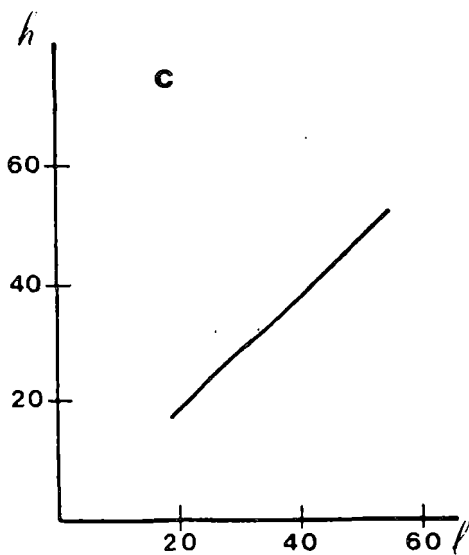
$$(4) \quad h = 0,942 \cdot I^{-0,910} \quad \mu\epsilon \quad r = 0,983$$



Εικόνα Α. Ευθεία παλινδρόμησης πάχους-μήκους



Εικόνα Β. Ευθεία παλινδρόμησης πάχους-ύψους



Εικόνα Γ. Ευθεία παλινδρόμησης ύψους-μήκους

Τέτοιες εξισώσεις είναι απεικονισμένες στην εικόνα 3. Και στις τρεις περιπτώσεις το R δείχνει ένα επίπεδο ασφαλείας πολύ μεγάλο και επομένως μια πολύ υψηλή σπουδαιότητα των υπολογισμένων παλινδρομίσεων.

Όσον αφορά την αμοιβαία εξάρτηση ανάμεσα στις τρεις μεταβλητές έχουμε ήδη προαναφέρει για την αλλομετρία του W σε σύγκριση με το I και το H, πράγμα που διαπιστώθηκε και από τον LE GALL (1969), η οποία θεωρία είναι περισσότερο ενισχυμένη τώρα από την εξίσωση (1).

Το πάχος πράγματι αυξάνει γρηγορότερα του μήκους και του ύψους, ωστόσο οι σχέσεις W/I και W/H αυξάνουν με την ηλικία. Αυτό συνεπάγεται ότι οι καμπύλες παλινδρόμησης του πάχους (W) πάνω στο μήκος (I) και του πάχους (W) πάνω στο ύψος (H) θα είναι καμπυλόγραμμες (εξισώσεις 2 και 3 αντίστοιχα) σε αντίθεση με το ύψος και το μήκος που δεν αυξάνονται αλλομετρικά και είναι επομένως συνδεδεμένες γραμμικά (εξίσωση 4).

Τέλος ο LE GALL (1969) απέδειξε ότι η ταχύτητα ανάπτυξης είναι συνάρτηση της σχέσης:

$$I/W : \frac{dI}{dt} = F\left(\frac{I}{W}\right)$$

για την οποία σε περίπτωση επιμήκυνσης οι οργανισμοί οι οποίοι έχουν το λιγότερο πάχος θα είναι μικρότερης ηλικίας.

Στους παρακάτω πίνακες αναφέρονται οι διατάξεις συχνοτήτων του μήκους, του ύψους και του πάχους του δείγματος του VENUS VERRUCOSA που χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη που έγινε στο Ινστιτούτο Βιολογίας του BARI και το αποτέλεσμα του τεστ κανονικότητας που εφαρμόστηκε στις μεταβλητές για την διαπίστωση της αλλομετρίας του πάχους.

Πίνακας 1. Διάταξη συχνοτήτων του μήκους (l), ύψους (h) και πάχους (w) του δείγματος του *V.verrucosa*. Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm.
Καθεμία τάξη έχει ευρύτητα 1 mm (π.χ. l=35 mm περιλαμβάνει οργανισμούς $35,0 \text{ mm} \leq l < 36,0 \text{ mm}$)

l \ h	21			23		25		26			27				28			29				30			31			32			33			34			35								
	18	20	21	22	23	23	24	25	23	24	25	26	24	25	26	25	26	27	26	27	28	29	27	28	29	27	28	29	30	31	29	30	31	30	31	32	33	30	31	32	33				
10	1																																												
11		1																																											
12			1																																										
13		1		2	1																																								
14				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																
15													4	1	1	1	4	2	1	1																									
16														1																															
17																																													
18																																													
19																																													
20																																													
21																																													
22																																													
23																																													

l \ h	36			37				38					39			40				41					42					43			44		45				46	47	51						
	32	33	34	33	34	35	36	33	34	35	36	37	35	36	37	36	37	38	39	36	37	38	39	37	38	39	40	41	39	40	41	40	41	39	40	41	42	42	44	46							
19	4	7																																													
20	3	12	2	5	3	1						3	3						2																												
21	1	9	2	9	8	1		1				6	5						4	2																											
22	1	4	2	3	6	5						1	14	5	1				6	3	1	5	4	2																							
23		1		1	5	2	1					2	6	6					5	10	5	4	5	3																							
24			1	1		1	1					1							2	4	2		3	1	1	2	4	4																			
25																			2	2			2	1																							
26																							1																								
27																																															
28																																															
29																																															
30																																															
31																																															
32																																															
33																																															
34																																															
35																																															
36																																															
37																																															
38																																															
39																																															
40																																															
41																																															
42																																															
43																																															
44																																															
45																																															
46																																															
47																																															
51																																															

Πίνακας 2. Αποτελέσματα του τεστ κανονικότητας που έχει εφαρμοστεί στις μεταβλητές που έχουν μετατραπεί. Η τιμή που έχει σημειωθεί με αστερίσκο έχει μετατραπεί σε φυσική κλίμακα.

	b_2	$\sqrt{b_1}$	P%	\bar{x}	s	V%
L	3,206	-0,177	< 90	678,42	9,32	1,37
H	2,911	-0,043	< 90	621,59	7,05	1,13
W	3,723	+0,388	> 99	391,45	—	—
ln L	8,949	-0,228	> 99	6,520	—	—
ln H	7,133	-0,080	> 99	6,432	—	—
ln W	3,041	+0,120	< 90	5,969	0,040	4,02*

Ο πίνακας 1 συνθέτει τις τιμές I, H και W, που έχουν παρατηρηθεί στο δείγμα, υποδιαιρεμένες σε τάξεις συχνότητας ευρύτητας $L_{i+1} - L_i$.

Στον πίνακα 2 έχουν μεταφερθεί οι τιμές των συντελεστών B_2 και της ασυμμετρίας $\sqrt{B_1}$ των διανομών που έχουν μετατραπεί και το σχετικό επίπεδο ασφαλείας (P) της απομάκρυνσης από την κανονικότητα. Σε μια διανομή κανονική όπου $B_2=3$ και $\sqrt{B_1}=0$ (BUMINGTON, 1973) σύμφωνα με τις αναφορές των BAUMAU και SHENTON (1975) η υπόθεση της απομάκρυνσης από την κανονικότητα απορρίπτεται με $P < 90\%$ για τις μεταβλητές που έχουν μετατραπεί L_i, H_i και LW_i . Ωστόσο μπορούμε να θεωρήσουμε με ένα καλό βαθμό αξιοπιστίας πως οι άνωθεν διανομές είναι κανονικές.

Εν αντιθέσει, για τις διανομές των LUL_i, LUH_i και WI αποδείχτηκε μια απομάκρυνση από την κανονικότητα με επίπεδο ασφαλείας ανώτερη των 99%.

Επίσης στον πίνακα 2 έχουν καταχωρηθεί οι μεσαίες τιμές (\bar{X}) κανονικής απόκλισης (5) και του συντελεστή της αλλαγής (V) των μεταβλητών που έχουν μετατραπεί. Το VW έχει ενοποιηθεί με το VH και το VI για να επιτρέψει την άμεση αντιπαράθεση.

Όσον αφορά την εύρεση της ηλικίας κάθε οργανισμού (οστράκου), αυτή γίνεται από την μέτρηση των δακτυλίων που σχηματίζονται στην εξωτερική επιφάνεια του οστράκου. Συνήθως διαχωρίζονται από τους υπόλοιπους επειδή έχουν σκουρότερο χρωματισμό. Μερικές φορές γίνεται αρκετά περίπλοκο να εντοπίσουμε την ακριβή ηλικία γιατί οι δακτύλιοι στην χειμερινή ανάπτυξη παρουσιάζονται παραποιημένοι σαν ψεύτικοι δακτύλιοι. (FROGLIA 1975).

V. VERRUCOSA - ΒΙΟΔΕΙΚΤΗΣ ΙΧΝΟΜΕΤΑΛΛΩΝ.

Από τα θαλασσινά δίθυρα προτάθηκαν διάφοροι οργανισμοί σαν δείκτες για να ελέγχουν την μόλυνση από ιχνομέταλλα καθώς το μεταλλικό τους βάρος είτε σε ολόκληρο το σώμα (SCHOLZ 1980) είτε σε μεμονωμένα όργανα (COSSA 1987) πιθανώς αντανάκλα τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στο περιβάλλον.

Το οστρακοειδές VENUS VERRUCOSA θα μπορούσε να δράσει ως εναλλακτικός βιοδείκτης των συγκεντρώσεων των μετάλλων και να δώσει πληροφορίες για την ποιότητα του θαλασσινού νερού στις περιοχές εκείνες στις οποίες συναντάτε,

Οι διαφορές στο περιεχόμενο των μετάλλων στο όστρακο των οργανισμών του είδους αυτού μπορεί να είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα για πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβάνοντας φυσικοχημικές αλλαγές, οι

οποίες απ' ευθείας ή μη απευθείας επηρεάζουν την μεταλλική συσσώρευση μέσω καταναγκαστικών, προτεινόμενων, περιβαλλοντικών συνθηκών (MAURI 1985). Απ' την άλλη μεριά ποικιλίες στίς ομάδες ιχνομετάλλου του θαλασσινού νερού ή φυτοπλαγκτού μπορούν να προτείνουν επακόλουθες αλλαγές στην μεταλλική διαθεσιμότητα για τα ζώα. (COSSA και RONDEAU 1985, AMIARD ET AL 1986α).

Πολλοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν τα ιχνομέταλλα στους οργανισμούς αυτού του είδους για παράδειγμα την φυσιολογική κατάσταση-διαδικασία ωρίμανσης, το μέγεθος και το μήκος του ζώου και την κατανομή τους ανάμεσα σε διαφορετικά όργανα. Επειδή το VENUS VERRUCOSA διαμένει σε πολύ στερογενή ιζήματα, περιλαμβάνοντας και λασπωμένες περιοχές, έχει διαπιστωθεί ότι όσο μεγαλύτερο είναι το μεταβολικό ποσοστό των οργανισμών (BLUEWEISS ET AL 1978, WILLIAMSON 1980) τόσο υψηλότερες είναι οι συγκεντρώσεις των απαραίτητων στοιχείων.

Απο μελέτη που έγινε στα παράλια νερά της Μαυριτανίας βρέθηκαν και αναλύθηκαν οι συγκεντρώσεις των μετάλλων (κάδμιο Cd , χαλκός Cu , Σίδηρος Fe , Μαγγάνιο Mn , και ψευδάργυρος Zn). Έτσι η συνολική ποσότητα του ιχνο-μετάλλου (Y) συσχετίστηκε με το βάρος του σώματος (οστράκου) W με την εκθετική λειτουργία $Y = a \cdot W^b$. Οι συγκεντρώσεις των μετάλλων μειώθηκαν κατά την ακόλουθη σειρά: $Fe > Zn > Mn > Cu > Cd$.

Η κατανομή των ιχνο-μετάλλων στα ποικίλα όργανα του VENUS VERRUCOSA δείχνει ότι τα σπλάχνα συγκεντρώνουν μέταλλα, εκτός από τον χαλκό (Cu) σε ένα μεγαλύτερο βαθμό από τα άλλα όργανα (μάζα των σπλάχνων και υπόλοιπο).

Ομάδες ιχνομετάλλων φαίνονται στον πίνακα 4. Η κατανομή μετάλλου σε ποικίλα όργανα του οργανισμού φαίνονται στον πίνακα 5. Τα σπάρραχνα φαίνονται να συγκεντρώνουν περισσότερα μέταλλα (εκτός του χαλκού) από τα άλλα όργανα. Τα εσωτερικά μέλη και το υπόλοιπο δεν διαφέρουν στις ομάδες του καδμίου και του σιδήρου, αλλά τα εσωτερικά μέλη περιλαμβάνουν υψηλότερα ποσοστά στις ομάδες του Μαγγανίου και του χαλκού, και χαμηλότερα ποσοστά στην ομάδα του ψευδάργυρου απ' ό,τι το "υπόλοιπο" (πίνακας 6).

Η σύγκριση ανάμεσα στους πίνακες 4 και 5 αποκαλύπτει ότι οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα σπάρραχνα του VENUS VERRUCOSA είναι 3,4 3.7 και 4,8 υψηλότερες για το κάδμιο Cd σίδηρο Fe και ψευδάργυρο Zn αντίστοιχα απ' ό,τι αυτές σε ολόκληρα τα μαλακά μέρη. Αυτές οι ανυψωμένες συγκεντρώσεις δεν επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις του συνολικού σώματος καθώς αυτά τα όργανα αντιπροσωπεύουν το 2% του συνολικού βάρους του σώματος του οργανισμού. Τα εσωτερικά μέλη και το "υπόλοιπο", καθένα από αυτά αντιπροσωπεύουν το 50% του συνολικού βάρους του σώματος του οργανισμού.

Οι περισσότερες οργανο-τροπικές μελέτες, για το είδος, ενδιαφέρονται για τα πειράματα συσσώρευσης και γενικά δείχνουν ότι οι ιστοί όπου γίνεται απορρόφηση (σπάρραχνα και μετά εσωτερικά μέλη) συγκεντρώνουν περισσότερα μέταλλα απ' ό,τι οι άλλοι ιστοί.

Επιπλέον η μεταλλική απώλεια διαφέρει ανάμεσα στους ιστούς. Γίνεται πιο γρήγορη στα σπάρραχνα, όπου τα σπάρραχνα είναι πιο ευκολοχώνευτη περιοχή. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα σπάρραχνα είναι σε επαφή με την εξωτερική περιοχή.

Οι ανυψωμένες συγκεντρώσεις των ιχνο-μετάλλων στα σπάρραχνα του VENUS VERRUCOSA αντανάκλα τα επίπεδα των συγκεντρώσεων των μετάλλων, που διαλύονται στο νερό, μέσα στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Πίνακας 1. Συγκεντρώσεις των Cd, Cu, Fe, Mn και Zn (μg/g ξηρό βάρος) σε όλα τα μαλακά μέρη. n=10

Cd	Cu	Fe	Mn	Zn
2.2(+,-)0.9	4.1(+,-)0.8	245(+,-)63	6.4(+,-)1.8	58(+,-)8

Πίνακας 2. Συγκεντρώσεις των Cd, Cu, Fe, Mn και Zn (μg/g ξηρό βάρος) σε βράγχια, σπλαχνική μάζα και υπόλοιπο (μανδύας, μύες και γενετικά όργανα).

Όργανα	Cd	Cu	Fe	Mn	Zn
Βράγχια n=8	7.5(+,-)1.1	6.0(+,-)2.0	918(+,-)238	9.7(+,-)1.3	278(+,-)45
Σπλαχνική μάζα n=8	1.4(+,-)0.5	4.4(+,-)0.4	214(+,-)62	4.4(+,-)0.9	54(+,-)12
Υπόλοιπο n=8	1.8(+,-)1.0	1.8(+,-)0.2	235(+,-)82	2.8(+,-)0.5	76(+,-)14

Πίνακας 3. Σύγκριση ομάδων μετάλλου σε ποικίλα όργανα. Το t-test έγινε στο επίπεδο των 95%, 99% και 99,9% αντίστοιχα. GP : βράγχια, VM : σπλαχνική μάζα, R : υπόλοιπο

Μεταλλά	Όργανα				
Cd	GP***	>	VM	~	R
Cu	GP*	~	VM*	>	R
Fe	GP***	>	VM	~	R
Mn	GP***	>	VM**	>	R
Zn	GP***	>	R**	>	VM

ΔΙΑΤΡΟΦΗ.

Το είδος των διθύρων, *VENUS VERRUCOSA*, τρέφεται κυρίως με βακτήρια και φυτοπλαγκτόν, τα οποία προσλαμβάνει κατά την εισροή του νερού στο εσωτερικό από τις διόδους εισόδου.

Είναι γνωστό, αφού ανήκει στην κατηγορία των διθύρων, ότι είναι ηθμοφάγος οργανισμός. Δηλαδή φιλτράρει το νερό και κατακρατεί ότι είναι χρήσιμο για την διατροφή του και την ανάπτυξή του κατ'επέκταση. Η κατανάλωση των διαλυμένων ακτών από τα δίθυρα έχει μελετηθεί από πολλούς συγγραφείς (LITTLE και GUPTA 1958, PEQUIGNAT και PUJOL 1968, TETERMAU 1972, DEARSE και PEARCE 1973, SEPERS 1977, STEWART 1979, GOMME 1982, GARGENSEN 1983). Τα αποτελέσματα των πειραμάτων τους, που έγιναν εξ' ολοκλήρου σε εργαστηριακούς χώρους, έδειξαν μεγάλη απορρόφηση αυτών των διαλυμένων ουσιών από τους οργανισμούς.

Οι εργαστηριακές μελέτες που έγιναν στην Γαλλία είχαν ως αποτέλεσμα την διαπίστωση ότι οι οργανισμοί του *VENUS VERRUCOSA* καταναλώνουν το 61,7% των βακτηριδίων που προσλαμβάνει από το νερό και μόνο το 19,9% των αλγών. Έτσι αναφέρεται μια αναλογία των βακτηριδίων προς τα άλγη της τάξης του 1 προς 2 για τα μαλακά μέρη του σώματος και 2 προς 3 για την ολική κατανάλωση.

Φαίνεται ότι το *V. VERRUCOSA* μπορεί να αφομοιώσει τα βακτηριδιακά προϊόντα πιο εύκολα από το φυτοπλαγκτόν. Αυτά τα αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με αυτά των SOROKIN και WISKWARGEN (1973). Οι προαναφερόμενοι έδειξαν ότι γενικότερα τα δίθυρα μπορούν να αφομοιώσουν τις διαλυμένες ουσίες, αρκετά γρήγορα και ικανοποιητικά, με μία ικανότητα αφομοιώσεως 1,8 για όσον αφορά τα βακτηριδιακά αιωρήματα οι οργανισμοί παρουσιάζουν μια ικανότητα αφομοίωσης 0,67 και τέλος για τα αιωρήματα του φυτοπλαγκτού παρουσιάζουν μια ικανότητα αφομοίωσης 0,35.

Μηχανισμοί παθητικής ή ενεργής απορρόφησης (GOBELBERG ET AL 1951, KORRIYAMA 1952, THOMAY 1970, ELLIOT 1974, GOMME 1982) διευκολύνουν την σύλληψη των οργανικών ουσιών που είναι διαλυμένες στο θαλασσινό νερό.

Τα βράγχια εμφανίζονται να είναι τα περισσότερο ικανά όργανα απορρόφησης των καλυμένων οργανικών αυτών (BAMFORD και CAMBELL 1976, WRIGHT και STEPHEY 1977). Πολλές έρευνες (που χρησιμοποίησαν τροφοδοτές φίλτρου) έχουν διεξαχθεί χρησιμοποιούνται απομονωμένα μέρη βραγχίων (PEQUIGANT 1973, ELLIOT 1974, PIDOMEMIKO και IRERSON 1977, WEST ET AL 1977, WRIGHT και STEPHEY 1977, MAUDHAW ET AL 1982) όμως η μάζα των σπλάχνων είναι το κύριο όργανο αποθήκευσης για τα καταναλισκόμενα και τα αφομειούμενα προϊόντα (STUART ET AL 1982, PEIRSON 1983), -η μάζα των σπλάχνων συμπεριλαμβάνει τις γονάδες, τον πεπτικό αδένα και το έντερο-. Αυτό έγινε γιατί κατά τα πειράματα τα μέρη αυτά ήταν πολύ αναμειγμένα μεταξύ τους για να εξετασθεί καθένα μόνο του χωρίς το ρίσκο της μείξης υλικών από διαφορετικά όργανα. Το μαλακό σώμα του διθύρου ανατέμθηκε σε πέντε μέρη: τα βράγχια, την μάζα των σπλάχνων, του μανδύα, του προσαγωγούς μύες και το πόδι.

Όλες οι μετρήσεις των πειραμάτων βρισκόταν από την ραδιενέργεια των δειγμάτων (διάλυση ανά λεπτό).

Αυτές οι τιμές υπολογιζόταν σαν ποσοστά της ραδιενέργειας, η οποία εισήχθει στο ξεκίνημα των πειραμάτων και εκφράστηκε ως το βάρος των οργανικών ουσιών σε ξηρή μορφή τον άνθρακα ή και θερμίδες. Όταν στο τέλος του πειράματος η ολική ραδιενέργεια μετρήθηκε λιγότερο από 90% του συνόλου το πείραμα θεωρήθηκε άκυρο.

Πίνακας 1. *Venus verrucosa* που τράφηκε με το βακτήριο *Lactobacillus* sp.. Τελική κατανομή (μετά από 4,5 h) της ραδιενέργειας σε ποικίλα μέρη του οστράκου και θαλάσσιου νερού. Τιμές και ποσοστά της ολικής ραδιενέργειας που μετρήθηκαν στην αρχή του πειράματος και στην τελευταία στήλη εκφρασμένη σε ξηρό βάρος της οργανικής ουσίας που καταναλώθηκε (mg).

ΚΑΤΑΝΟΜΗ	ΕΠΙΠΕΔΟ			ΡΑΔΙΕΝΕ	ΡΓΕΙΑΣ	(%)	Ξηρο βαρος σε mg
	ΠΕΙΡ. 1	ΠΕΙΡ. 2	ΠΕΙΡ. 3	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ			
ΤΜΗΜΑΤΑ							
ΟΣΤΡΑΚΟΥ							
Βραγχια	5.2	5.3	7.8	6.1	1.04		
Σπλαχνική μαζα	15.9	14.2	11.4	13.8	2.35		
Μανδύας	7.7	3.4	6.7	5.9	1.00		
Μυες	1.1	0.9	1.7	1.2	0.20		
Ποδι	2.2	1.0	1.7	1.6	0.27		
Αναλυση υγρου	2.5	0.8	1.9	1.7	0.29		
Συνολο	34.6	25.6	31.2	30.3	5.15		
ΑΛΛΑ							
ΤΜΗΜΑΤΑ							
Ολ. Διαλυμενα	50.4	45.5	52.7	49.5	8.41		
στοιχεια							
Περιττωματα	6.6	13.7	6.0	8.8	1.50		
CO2 Αεριο	8.3	15.1	10.1	11.2	1.90		
CO2 Διαλυμενο	10.2	15.5	8.6	11.4	1.94		
CO2 (ολικο)	18.5	30.6	18.7	22.6	3.84		
(αεριο+διαλυμ.)							

Στο αναφερθέν πείραμα για το V.VERRUCOSA χρησιμοποιήθηκε ως αντιπρόσωπος των βακτηριδίων το LACTOBACILLUS SP. και ως αντιπρόσωπος του φυτοπλαγκτού το PARLORA LUTHERI. Τα αποτελέσματα για το LACTOBACILLUS SP. παρουσιάζονται στους πίνακες 1 και 3.

Σύμφωνα με αυτούς τους πίνακες (1,3) το μεγαλύτερο ποσοστό από την ραδιενέργεια που εισήχθει ήταν στους μύες (13,8%), στα βράγχια (6,1%) και στον μανδύα (5,9%). Οι μύες και το πόδι διατήρησαν μόνο ένα μικρό ποσοστό της ραδιενέργειας. Αυτό αποδεικνύει ότι οι καταναλώσιμες ουσίες αφομοιώθηκαν με μεγάλη ταχύτητα. Σχετικά με το βάρος στην ξηρή τροφή, το βράγχιο ήταν εκείνο που διατήρησε το μεγαλύτερο ποσοστό ραδιενέργειας ($5,76 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) επόμενο (όργανο) ήταν ο μανδύας ($1,14 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) και τέλος η μάζα των σπλάχνων ($1,06 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$). (πίνακας 3).

Τα αποτελέσματα για το είδος φυτοπλαγκτού PARLORA LUTHERI παρουσιάζονται στους πίνακες 2 και 3. Σύμφωνα με αυτούς το μεγαλύτερο ποσοστό ραδιενέργειας που εισήχθει, διατηρήθηκε στην μάζα των σπλάχνων (8,1%) και στα βράγχια (4,7%). Ο μανδύας πολύ λιγότερο (1,5%) και τα υπόλοιπα όργανα διατήρησαν μικροσκοπικά ποσά. Σχετικά με το βάρος, στην ξηρή του μορφή, τα βράγχια ήταν το όργανο που διατήρησε το μεγαλύτερο ποσοστό των ουσιών ($4,75 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) αμέσως επόμενο ήταν η μάζα των σπλάχνων ($0,86 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) και στο τέλος ο μανδύας ($0,32 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$). Ο δείκτης απορρόφησης ήταν $0,190 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (πίνακας 2).

Πίνακας 2. *Venus verrucosa* που τράφηκε με το φύκος *Pavlova Lutheri*.

Τελική κατανομή (μετά από 4,5 h) της ραδιενέργειας σε ποικίλα διαμερίσματα του οστράκου. Τιμές και ποσοστά που μετρήθηκαν στην αρχή του πειράματος και στην τελευταία στήλη εκφράζεται σαν το ξηρό βάρος της οργανικής ουσίας που καταναλώθηκε (mg).

ΚΑΤΑΝΟΜΗ	ΕΠΙΠΕΔΟ	ΡΑΔΙΕΝΕΡΓ.	ΓΕΙΑΣ	(%)	Ξηρο βάρος σε mg
	ΠΕΙΡ. 4	ΠΕΙΡ. 5	ΠΕΙΡ. 6	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	
ΤΜΗΜΑΤΑ ΟΣΤΡΑΚΟΥ					
Βραγχια	3.6	6.0	4.4	4.7	0.80
Σπλαχνική μαζα	8.1	9.7	6.6	8.1	1.38
Μανδύας	1.3	2.2	1.1	1.5	0.25
Μυες	0.2	0.4	0.5	0.4	0.07
Ποδι	0.3	0.5	0.7	0.5	0.06
Ανάλυση υγρού	3.5	3.1	4.1	3.6	0.61
Σύνολο	17.0	21.3	17.4	18.8	3.16
ΑΛΛΑ ΤΜΗΜΑΤΑ					
Ολ. διαλυμένα στοιχεία	81.9	77.5	82.0	80.5	13.68
Περιττώματα	0.8	0.5	0.5	0.6	0.10
CO ₂ (αεριο)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.02
CO ₂ (διαλυμ.)	0.4	0.5	0.2	0.4	0.07
CO ₂ ολικό (αεριο+διαλυμ.)	0.5	0.6	0.3	0.5	0.08

Πίνακας 3. *Venus verrucosa*. Τελική κατανομή της οργανικής ουσίας ανάμεσα στα διαφορετικά διαμερίσματα του σώματος. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σαν mg ξηρού βάρους, mg ξηρού βάρους ανα gr ξηρού βάρους του σώματος και σαν θερμίδες και άνθρακας ανα gr ξηρού βάρους του σώματος.

ΤΜΗΜΑΤΑ	Οργανισμοί που τράφη καν με βα κτηρια			
	mg	mg/g	cal/g	C/g
ΒΡΑΓΧΙΑ	1.037	5.76	25.0	2.11
ΣΠΛΑΧΝΙΚΗ ΜΑΖΑ	2.346	1.06	4.60	0.39
ΜΑΝΔΥΑΣ	1.003	1.14	4.95	0.42
ΜΥΕΣ	0.204	0.34	1.47	0.54
ΠΟΔΙ	0.272	0.52	2.25	0.19
ΣΥΝΟΛΟ	5.16	1.12	4.87	0.41

ΤΜΗΜΑΤΑ	Οργανισμοί που τράφηκαν με αλγη			
	mg	mg/g	cal/g	C/g
ΒΡΑΓΧΙΑ	0.799	4.75	22.61	1.81
ΣΠΛΑΧΝΙΚΗ ΜΑΖΑ	1.377	0.86	4.09	0.33
ΜΑΝΔΥΑΣ	0.255	0.32	1.52	0.12
ΜΥΕΣ	0.068	0.14	0.66	0.05
ΠΟΔΙ	0.085	0.19	0.90	0.07
ΣΥΝΟΛΟ	3.2	0.81	3.86	0.31

Πολλές μελέτες διεξήχθησαν με σκοπό να συγκρίνουν τις ποσότητες τις τροφής που καταναλώθηκαν και απορροφήθηκαν από το V. VERRUCOSA το οποίο τρέφεται κυρίως με δύο είδη ζώσας αιώρησης (ζωντανής τροφής) τα βακτήρια και τα άλγη (φυτοπλαγκτόν).

Γι' αυτό μελετήθηκε το σύστημα "ζώσα αιώρηση - δίθυρα" μέσω αναλύσεων των τμημάτων του με έναν ραδιενεργό ανιχνευτή. Η διάχυση του ανιχνευτή, μέσω διαφορετικών τμημάτων του συστήματος μετρήθηκε πειραματικά σαν μία χρονθική λειτουργία (AMOROUX 1986 A B) και ένα μοντέλο για το αυτό σύστημα επεξεργάστηκε. Ανάλογη απομίμηση επέτρεπε καθιέρωση ενός στάνταρντ που να αντιπροσωπεύει την κινητική εξέλιξη των διαφορετικών τμημάτων κάθε συστήματος με το δίθυρο V. VERRUCOSA και τα βακτήρια ή τα άλγη στο χρόνο. Τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν τον τύπο μεταφοράς της διαλυμένης οργανικής ουσίας (D.O.M.) από την ζωντανή αιώρηση στα δίθυρα.

Λίγες έρευνες έχουν λάβει υπόψιν την σημασία της διαλυμένης οργανικής ύλης που πάρθηκε από τις ζώσες αιωρήσεις. Ο JENSEN (1983), ο TAYLOR (1985), και ο THINGSTAD με τον PENGERUD (1985) έδειξαν ότι τα βακτήρια και τα άλγη παράγουν πολλά διαφορετικά στοιχεία, τα οποία ανακυκλώνονται σε θαλάσσια και γλυκών νερών συστήματα. Στο σύστημα των αλγών, η αιώρηση φιλτράρεται τόσο απότομα από τα δίθυρα που η απώλειά της διαλυμένης οργανικής ουσίας (DOM) είναι χαμηλή. Στο βακτηριακό σύστημα η διαλυμένη οργανική ουσία (DOM) αποτελεί μία κοινοπραξία θρεπτικών ουσιών οι οποίες είναι διαθέσιμες τόσο στα δίθυρα όσο και στα βακτήρια. Η πειραματικά μετρημένη ποσότητα των περιττωμάτων είναι μια λειτουργία της παραγωγής τους από τους οργανισμούς του διθύρου και ανακυκλώσιμη από τα βακτήρια.

Όταν τα άλγη (φυτοπλαγκτόν) χρησιμοποιήθηκαν σαν τροφή μια αλλαγή του νερού περιόρισε την ανακύκλωση των περιττωμάτων, αλλά με τα βακτήρια σαν τροφή η ανακύκλωση εμφανίστηκε σε μια κλίμακα πολλή μεγάλη και πολύ ξαφνικά.

Αυτά τα προβλήματα κάνουν αδύνατο τον υπολογισμό της κατανάλωσης και αφομοίωσης της ζώσας αιώρησης χωρίς ένα ραδιοανιχνευτή (όπως περιγράφηκε απο τον WINTER 1959). Το μοντέλο που εισήχθηκε επιτρέπει τον μαθηματικό καθορισμό του ποσού των περιττωμάτων και της διαλυμένης οργανικής ουσίας (DOM) που παράχθηκε και ανακυκλώθηκε. Στο σύστημα βακτήρια - δίθυρα η ποιότητα των βακτηρίων που καταναλώθηκε ήταν διπλή απο εκείνη αρχικά που δόθηκε σαν τροφή.

Τελικά η μελέτη απεκάλυψε ότι υπάρχουν διαφορές στην κατανάλωση δύο ειδών τροφής απο το VENUS VERRUCOSA. Η βακτηριακή τροφή αφομοιώθηκε γρηγορότερα απο την φυτοπλαγκτονική τροφή. Τα διαλυμένα στοιχεία καταναλώθηκαν και αφομοιώθηκαν γρηγορότερα απο τα στοιχεία που βρίσκονταν σε αιώρηση. Το μοντέλο μας επέτρεψε να δομήσουμε ένα σταθερό μοντέλο για την κατανάλωση, την πέψη, την διαλυμένη και συγκεκριμένη διάχυση και αναπνοή σε ένα μικροσύστημα σαν μια λειτουργία του είδους της τροφής και να καθορίσουμε τον μεταφορέα ραδιενέργειας και της οργανικής ουσίας ανάμεσα σε διαφορετικά διαμερίσματα (τμήματα) αυτού του συστήματος. Η μαθηματική απομίμηση απεκάλυψε τον βαθμό ανακύκλωσης της οργανικής ουσίας όταν τα βακτήρια αποτελούν την μόνη τροφή που είναι διαθέσιμη για τους οργανισμούς του διθύρου. Τέτοια ανακύκλωση των προϊόντων είναι πλεονεκτική για τα δίθυρα. Το ποσό που καταναλώθηκε και αφομοιώθηκε είναι υψηλότερο όταν το νερό δεν αλλάζει (AMOROUX, 1986 B).

Αυτή η ανακύκλωση εξηγεί γιατί σε ένα ανοιχτό σύστημα η χαμηλή βακτηριδιακή βιομάζα μπορεί να αντιπροσωπεύει ποσοτική και ποιοτική αξία της τροφικής πηγής μέσω των διαλυμένων προϊόντων της τα οποία αφομοιώνονται γρηγορότερα από τα προϊόντα των αλγών και τα οποία αντιπροσωπεύουν έναν διάμεσο τύπο οργανικής ύλης ανάμεσα σε εκείνο των βακτηρίων και των διθύρων.

Η παρούσα ανάλυση περιγράφει ένα μοντέλο το οποίο φτιάχτηκε για κάθε σειρά πειραμάτων με βακτήρια και φυτοπλαγκτόν. Πρόκειται για ένα μοντέλο υπολογιστικών αναλογιών που τοποθετήθηκε με επιτυχία και απεκάλυψε ότι η τροφή με βακτήρια καταναλώθηκε και αφομοιώθηκε πιο εύκολα από ότι η τροφή με φυτοπλαγκτόν. Ως αντιπρόσωπος των βακτηρίων χρησιμοποιήθηκε το *LACTOBACILLUS SP.* ενώ αντιπροσωπευτικό είδος για το φυτοπλαγκτόν ήταν το *PARLORA LUTHERI*.

Ο έγκυρος καθορισμός της κατανάλωσης και αφομοίωσης μιάς συγκεκριμένης αιώρησης από το *V. VERRUCOSA* δεν μπορεί να γίνει με την μερική καταγραφή των ποσών της τροφής που είναι διαθέσιμα (WINTER 1969). Η πειραματική μελέτη ενός μεταφορέα οργανικής ουσίας μέσω μιάς σύντομης διατροφικής αλυσίδας είναι δυνατή μόνο μέσω των ραδιενεργών ιχνών που συναποτελούν την τροφή. Το ίχνος το οποίο χρησιμοποιείται πιο εκτεταμένα είναι το ^{14}C . Όμως από πειράματα (AMOROUX 1982, 1984, 1986 A B). έχει διαπιστωθεί ότι οι ζώσεις αιωρήσεις χάνουν ένα σημαντικό μέρος της ραδιενέργειας μέσω της απώλειας μιάς οργανικής ουσίας (MAGUE ET AL 1980). Αυτό το πρόβλημα είναι κοινό σε όλες τις έρευνες πάνω στο φιλτράρισμα και την αφομοίωση των φιλτραρισμένων ουσιών από τα δίθυρα που τρέφονται με τις ζώσεις αιωρήσεις (WINTER 1969, FOSTER και SMITH 1975, WINTER 1978, WRIGHT ET AL 1982).

Είναι αναγκαίο να λάβουμε υπόψιν τα προβλήματα που περιλαμβάνονται στην χρήση των ιχνών, όπως για παράδειγμα το ότι η ραδιενέργεια δεν διαχέεται μέσα σε ένα σύστημα σαν μια ομαλή (λογική) χρονική λειτουργία (CONOVER και FRANCIS 1973, SMITH και HARNER 1987).

Οι μετρήσεις του μεταφορέα της οργανικής ουσίας ανάμεσα στα διαφορετικά διαμερίσματα ενός συστήματος δεν υπολογίζονται στην βάση γραμμικών αλλά στην βάση διαφορικών εξισώσεων. Ο CONOVER και ο FRANCIS (1973) πρότειναν την λύση διαχωριστικής ανάλυσης. Χρησιμοποιώντας αυτήν την πρόταση, είναι δυνατή η δόμηση ενός μαθηματικού μοντέλου το οποίο περιγράφει την διακύμανση των ανταλλαγών μέσα στον χρόνο ανάμεσα στα διαφορετικά διαμερίσματα ενός συστήματος. Ο σκοπός ενός τέτοιου μοντέλου είναι ο καθορισμός ενός στάνταρντ που θα καταστήσει ικανή την μεταφορά των κινήσεων ανάμεσα στα τμήματα που θα καθοριστούν και η αποκάλυψη αιωρήσεων που δεν μπορούν να καθοριστούν από άμεσες πειραματικές διεργασίες.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΖΩΣΑ ΑΙΩΡΗΣΗ ΔΙΘΥΡΑ

Αφού καθορίσαμε την ραδιενέργεια των διαφόρων διαμερισμάτων (τμημάτων) του πειραματικού συστήματος μέσω μιάς μεθόδου ανάλυσης των τμημάτων (COLDSTEIN και ELWOOD 1971, GREGOIRE 1972) μας δίνεται η δυνατότητα να δομήσουμε το μαθηματικό μοντέλο το οποίο αποκαλύπτει τις διεργασίες που γίνονται ανάμεσα από πραγματικές μετρήσεις. Μια υπολογίσιμη αναλογία χρησιμοποιήθηκε για να υπολογίσει μια συγκεκριμένη αναφορά της αιώρησης ως μιά χρονική λειτουργία για τα διάφορα τμήματα.

Το πειραματικό μοντέλο αποτελείται από έξι τμήματα:
α) Η θρεπτική ζώσα αιώρηση (βακτήρια - LACTOBACILLUS SP.
ή φυτοπλαγκτόν - PARLORA LUTHERI).

β) Οι οργανισμοί του είδους VENUS VERRUCOSA.

γ) Η διαλυμένη οργανική ουσία (DISSOLVED ORGANIC MATTER).

δ) Τα συγκεντρωμένα στοιχεία που απορρίπτονται (περιττώματα).

ε) Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και

στ) Τα βακτήρια που έχουν σχέση με τους ίδιους τους οργανισμούς (μολυσμένα βακτήρια) (εικόνα 1).

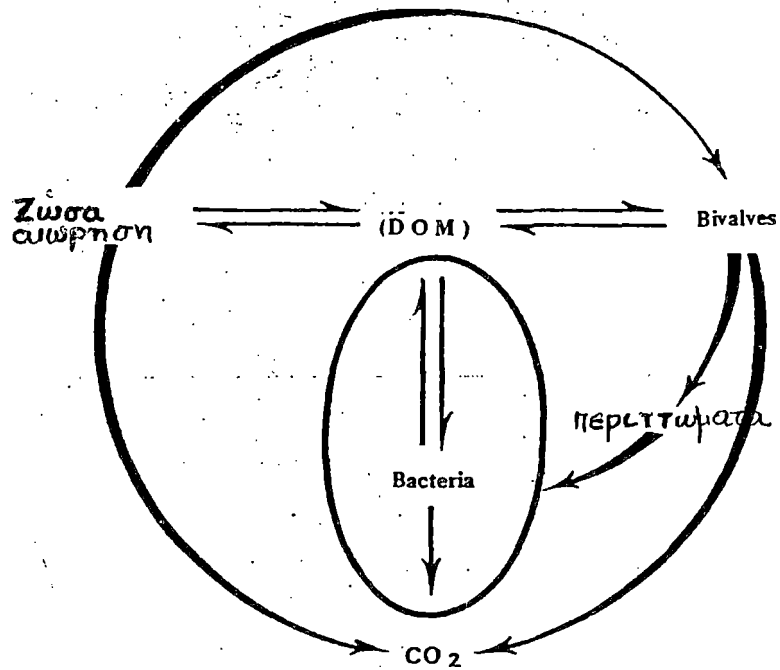
Η ζώσα αιώρηση παράγει διαλυμένη οργανική ουσία (DOM) και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και καταναλώνει διαλυμένη οργανική ουσία.

Τα δίδυρα καταναλώνουν την ζώσα αιώρηση, καταναλώνουν και παράγουν DOM και επίσης παράγουν περιττώματα και CO₂. Τα μολυσμένα βακτήρια τροποποιούν αυτές τις ανταλλαγές καταναλώνοντας τα περιττώματα των διθύρων και συγχρόνως καταναλώνοντας και παράγοντας DOM και CO₂. Οι παράμετροι χρησιμοποιήθηκαν για να δομηθούν το μοντέλο που αντιπροσωπεύει μια διεργασία συνεχών ανταλλαγών της ύλης ανάμεσα στα διαμερίσματα. Δύο είδη ανταλλαγών δεν λήφθηκαν υπόψιν:

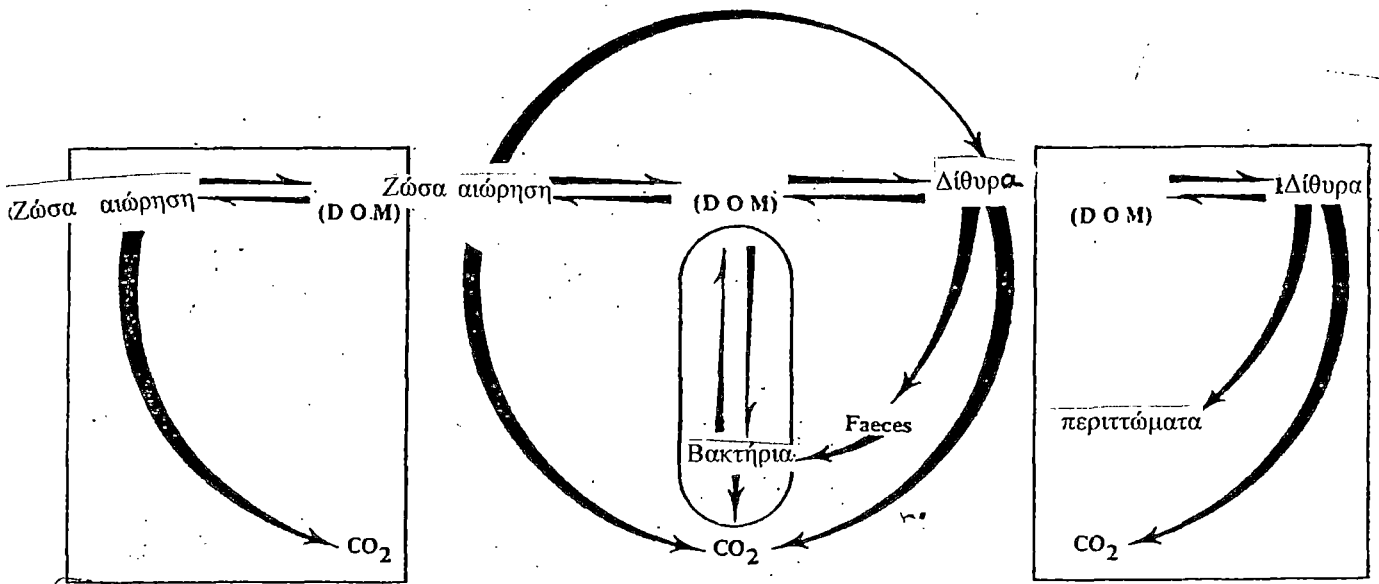
1) Η ανακύκλωση του διοξειδίου του άνθρακα από τα άλγη και

2) Ο ρόλος των βακτηρίων στο κύκλωμα ανακύκλωσης.

Το σύστημα ζώσα αιώρηση - δίδυρο διαιρέθηκε σε δύο υποσυστήματα (εικόνα 2) ζώσα αιώρηση - DOM - CO₂ και δίδυρα - DOM - CO₂ - περιττώματα. Το πρώτο υποσύστημα αντανακλά την διακύμανση στο χρόνο της συγκεκριμένης ραδιενέργειας της αιώρησης. Το δεύτερο παρουσιάζει την κατανάλωση από τα δίδυρα των στοιχείων της ζώσας αιώρησης (AMOROUX 1984).



Εικόνα 1. Μοντέλο μικροσυστήματος που δείχνει τα έξι διαμερίσματα και τις ενδο-ανταλλαγές. Τα μολυσμένα βακτήρια (αυτά σχετίζονται με τα ίδια τα δίθυρα) καλούνται απλώς «Βακτήρια».



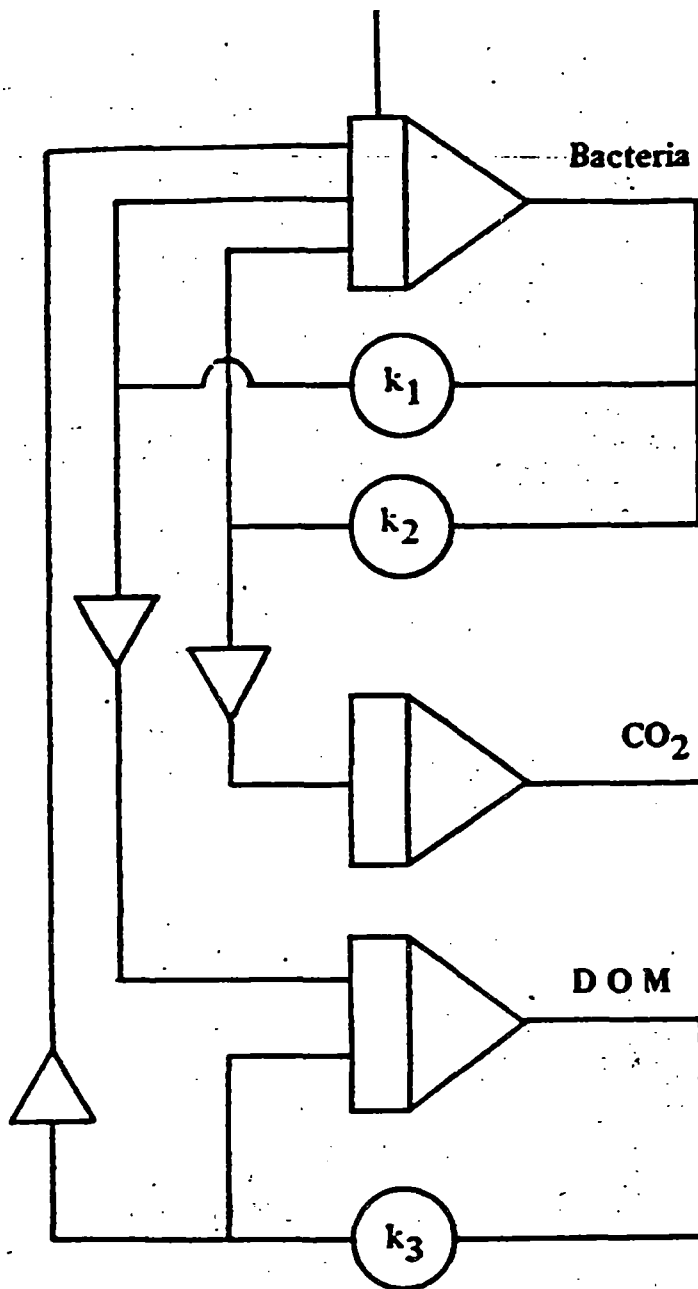
Εικόνα 2. Σύστημα «Ζώσα αιώρηση-Δίθυρα». Μοντέλο συστήματος που δείχνει τα δύο υποσυστήματα να μελετούνται χωριστά («Ζώσα αιώρηση-DOM-CO₂» και «Δίθυρα-DOM-CO₂-περιττώματα»).

Οι σταθερές της κινητικής ανταλλαγής ανάμεσα στα διαφορετικά τμήματα των δύο υποσυστημάτων καθορίστηκαν κατασκευάζοντας ένα μοντέλο του υποσυστήματος "ζώσα αιώρηση - DOM - CO₂" και από τα στοιχεία που πάρθηκαν από τα άμεσα αποτελέσματα πάνω στο υποσύστημα Δίθυρα - DOM - CO₂ - περιττώματα. Το μοντέλο κατασκευάστηκε κάτω από πειραματικές πληροφορίες που αποκτήθηκαν ενεργοποιώντας όλο το σύστημα των έξι διαμερισμάτων "ζώσες αιωρήσεις - Δίθυρα - DOM - περιττώματα - CO₂ - μη ανακυκλώσιμη διαλυμένη οργανική ουσία (DOM)".

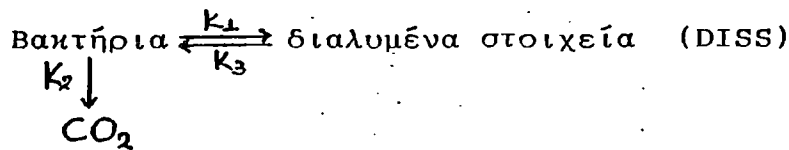
Έχοντας υπόψιν ότι για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δύο είδη τροφής το αρχικό σύστημα παρουσιάζει δύο κατηγορίες: **α)** βακτήρια δίθυρα - και **β)** Αλγη Δίθυρα.

α) ΒΑΚΤΗΡΙΑ - ΔΙΘΥΡΑ (LACTOBACILLUS SP. - VENUS VERRUCOSA)

Σύμφωνα με τα παραπάνω το σύστημα διαμορφώνεται ως εξής: Βακτήρια - διαλυμένη οργανική ουσία - CO₂. Το σύστημα αυτό παρουσιάζει όπως φαίνεται τρία διαμερίσματα: Βακτήρια, διαλυμένη οργανική ουσία και CO₂ σε ένα μοντέλο αναλογιών, το οποίο εξυπηρετεί την διανομή του ίχνους ¹⁴C, το συνολικό ποσό του ¹⁴C μέσα σε ένα δοσμένο διαμέρισμα εξισσοροπεί το αναπόσπαστο μέρος της καθαρής ροής του ¹⁴C μέσα σε εκείνο το διαμέρισμα. Στόν πίνακα 3 παρουσιάζεται το περιφερειακό διάγραμμα του μοντέλου των υπολογιστικών αναλογιών. Όπου K₁, K₂, K₃, είναι τα κινητικά ισοδύναμα του μεταφορέα της ύλης και [] ERASE είναι η συγκέντρωση της ραδιενέργειας για κάθε διαμέρισμα σαν το ποσοστό της ολικής ραδιενέργειας που εισήχθη στο σύστημα. Αυτά παρουσιάζονται στις σχέσεις:



Εικόνα 3. Σύστημα «Βακτήρια-Θαλάσσιο νερό». Αναλογικό μοντέλο. Περιφερειακό διάγραμμα και λίστα (κατάλογος) των (display) στοιχείων μετά την εφαρμογή του μοντέλου στο σύστημα «Βακτήρια-Θαλάσσιο νερό».



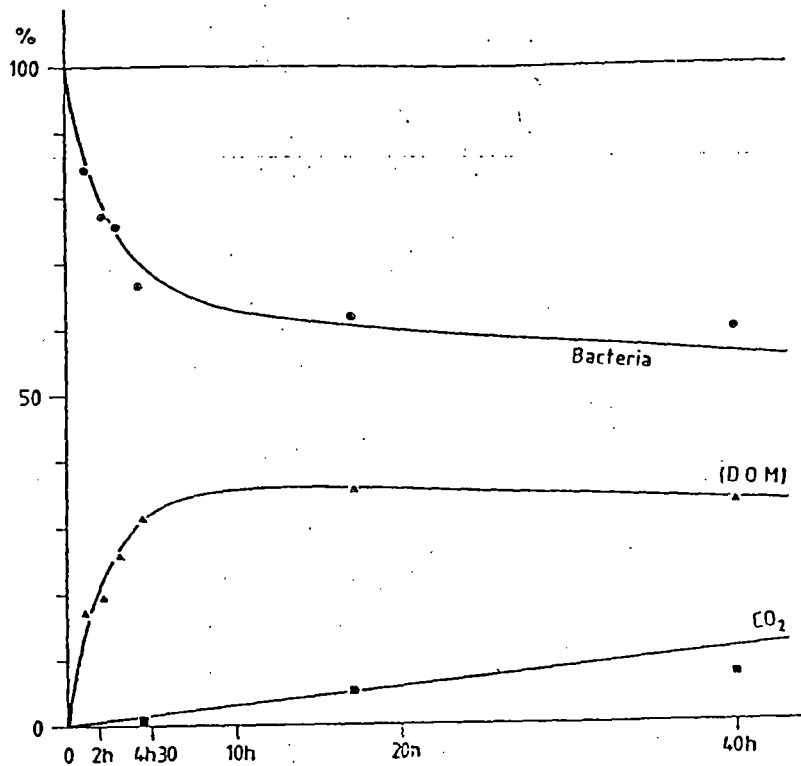
Οι εξισώσεις αυτής της σχέσης είναι:

$$\frac{D(\text{Βακτ.})}{dt} = k_3(\text{DISS}) - k_1(\text{Βακτ.}) - k_2(\text{Βακτ.})$$

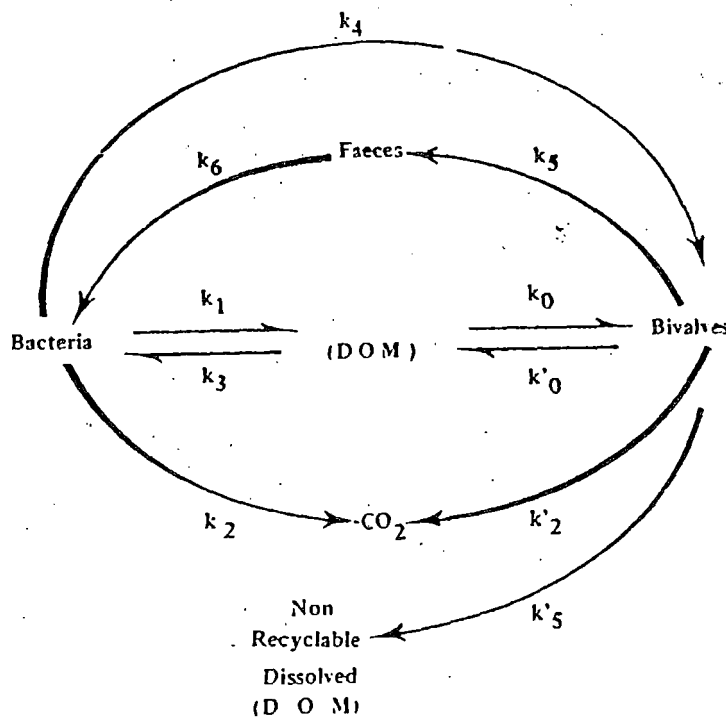
$$\frac{D(\text{DISS})}{dt} = k_1(\text{Βακτ.}) - k_3(\text{DISS}), \quad \frac{D(\text{CO}_2)}{dt} = k_2(\text{Βακτ.})$$

Ο σκοπός αυτού του μοντέλου ήταν να καθιερώσει μια συνέχεια ανάμεσα στα πειραματικά σημεία και να αποκαλύψει την αλληλεπίδραση ανάμεσα στα διάφορα διαμερίσματα.

Οι παράμετροι που λήφθηκαν υπόψιν είναι η θερμοκρασία, ο βαθμός αλάτωσης, η ποιότητα του διαθέσιμου φαγητού, η ομοιογένεια του νερού, ο αριθμός των οργανισμών και ο βαθμός φιλτραρίσματος, η ενέργεια των οργανισμών και των βακτηρίων από την DOM και η δυνατότητα της ανακύκλωσης όλων των ουσιών εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα. Από τις παραπάνω παραμέτρους οι σταθερές ήταν η θερμοκρασία, ο βαθμός αλάτωσης και η ποιότητα της διαθέσιμης τροφής. Άλλες από αυτές τις παραμέτρους θεωρήθηκαν σταθερές και αυτές ήταν: 1) Η ομοιογένεια του θαλασσινού νερού. 2) Ο βαθμός φιλτραρίσματος των διθύρων. 3) Η ενέργεια των διθύρων και των βακτηρίων πάνω στην DOM. 3) Η πιθανή ανακύκλωση των ουσιών που περιέχονται σε διαφορετικά διαμερίσματα (με εξαίρεση το αναπνευστικό διοξείδιο του άνθρακα σε μορφή αερίου).



Εικόνα 4. Σύστημα «Βακτήρια-Θαλάσσιο νερό». Αναλογικό μοντέλο των διακυμάνσεων της ραδιενέργειας (σαν ποσοστό επί τοις εκατό του ποσού που εισήχθη αρχικά) σε διαφορετικά τμήματα στο χρόνο.



Εικόνα 5. Σύστημα «Βακτήρια-Δίθυρα». Μοντέλο των έξι τμημάτων που δείχνει τις ανταλλαγές και αριθμημένα ισοδύναμα του μεταφορέα της ύλης (K_0-K_6)

Το ποσό της ραδιενέργειας και ο χρόνος ήταν οι δύο κυρίως μεταβλητές παράμετροι που επιλέχθηκαν για να ταιριάζουν στο μοντέλο.

Το σύστημα θεωρήθηκε κλειστό. Τα δύο κυρίως διαμερίσματα ήταν τα βακτήρια και δίθυρα εφόσον οι ανταλλαγές γινόνταν ανάμεσα σε αυτά τα δύο. Έτσι το μοντέλο των έξι τμημάτων διαμορφώνεται ως εξής: Βακτήρια-Δίθυρα-διαλυμένη οργανική ουσία (DOM)-περιττώματα-διοξειδίο του άνθρακα (CO₂)-μη ανακυκλώσιμη διαλυμένη οργανική ουσία (NR, DOM) (εικόνα 5). Τα δυναμικά του μεταφορέα της ύλης του συστήματος Βακτήρια-δίθυρα-θαλάσσιο νερό παρουσιάζονται με μία αλληλεπίδραση των κινητικών εξισώσεων που αντανακλούν τους βαθμούς των ανταλλαγών αναμεσά τους .

$$\frac{D(\text{Βακτ.})}{dt} = K_3(\text{DISS}) + K_6(\text{Περιτ}) - K_2(\text{Βακτ}) - K_1(\text{Βακτ}) - K_4(\text{Βακτ})$$

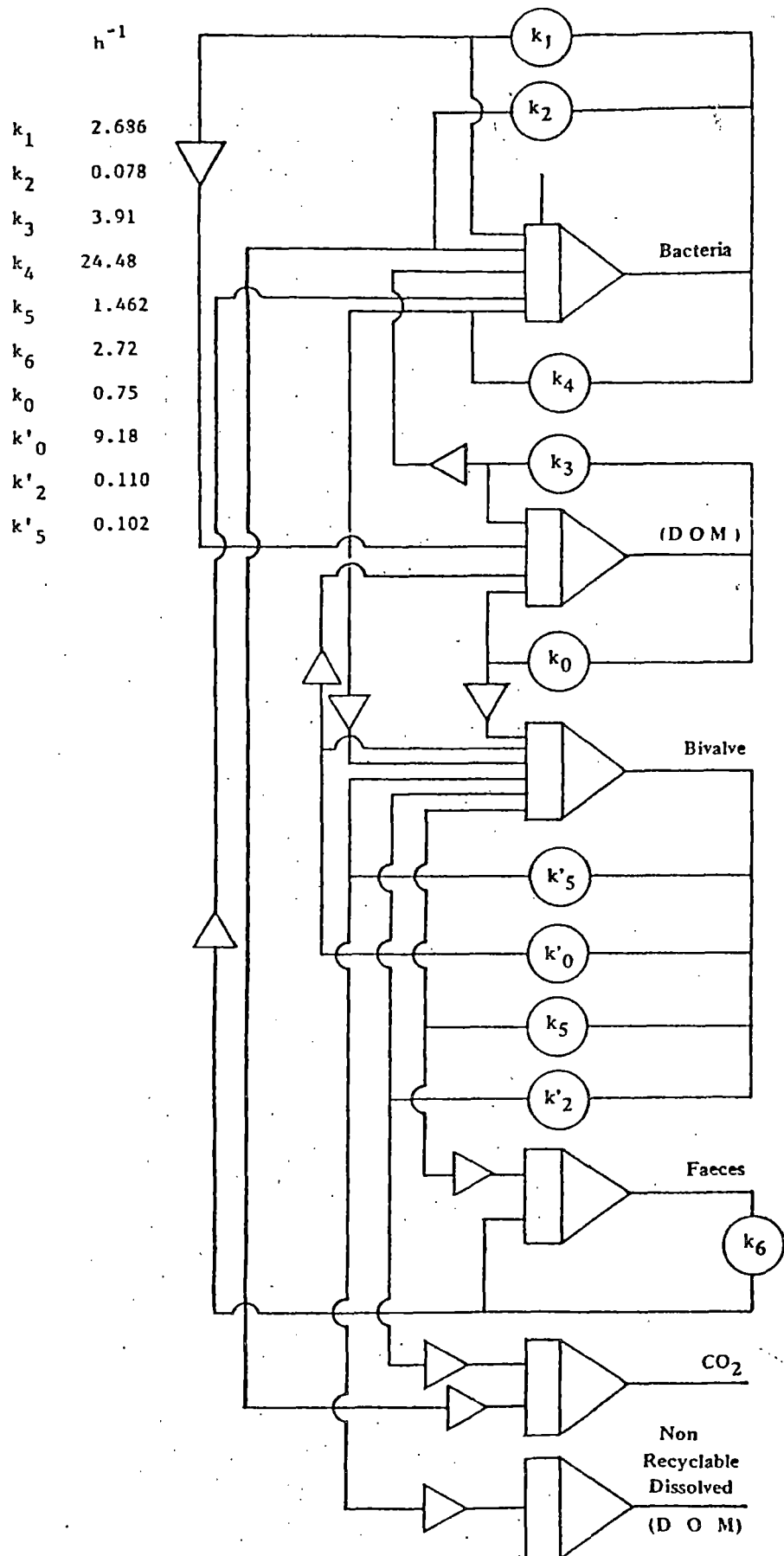
$$\frac{D(\text{Διθ.})}{dt} = K_0(\text{DISS}) + K_4(\text{Βακτ.}) - K_0(\text{Διθ.}) - K_5(\text{Διθ}) - K_2(\text{Διθ}) - K_3(\text{Διθ})$$

$$\frac{D(\text{DISS})}{dt} = K_1(\text{Βακτ}) + K_0(\text{Διθ}) - K_0(\text{DISS}) - K_3(\text{DISS})$$

$$\frac{D(\text{ΠΕΡΙΤ})}{dt} = K_5(\text{Διθ}) - K_6(\text{ΠΕΡΙΤ}), \frac{D(\text{CO}_2)}{dt} = K_2(\text{Βακτ}) + K_2(\text{Διθ.})$$

$$\frac{D(\text{DISS NR})}{dt} = K_5(\text{Διθ}), \frac{D(\text{DISSολ.})}{dt} = \frac{D(\text{DISS})}{dt} + \frac{D(\text{DISS NR})}{dt}$$

όπου τα $K_1, K_2, K_3, \dots, K_6$ είναι τα ισοδύναμα του μεταφορέα της ύλης, [] = ERASE είναι το περιεχόμενο της ραδιενέργειας για κάθε διαμέρισμα σαν ποσοστό της ολικής ραδιενέργειας που εισήχθη αρχικά στο σύστημα και t είναι ο χρόνος.



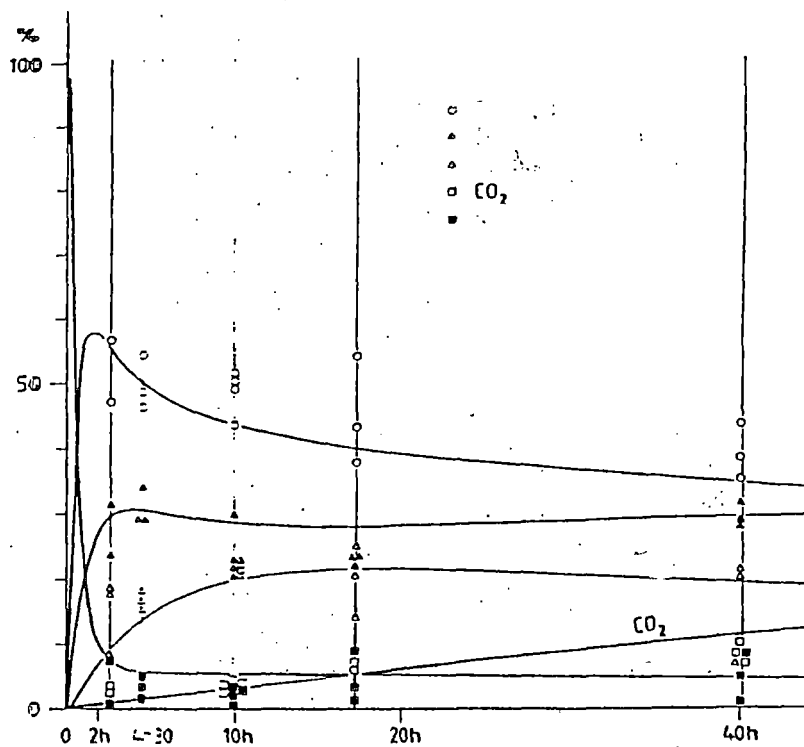
Εικόνα 6. Σύστημα «Βακτήρια-Δίθυρα». Μοντέλο αναλογιών. Περιφερειακό διαγραμμα των έξι τμημάτων του συστήματος και λίστα (κατάλογος) των (display) στοιχείων μετά την εφαρμογή του μοντέλου. τα στοιχεία (ισοδύναμα) εκφράζονται σαν h^{-1}

Η εικόνα 6 είναι ένα διάγραμμα του περιφερειακού που αναπαραστέί τις προαναφερθείσες εξισώσεις, μέσω υπολογιστή, με τις σταθερές τους και της αξίες τους. Απο προηγούμενα πειράματα πάνω στα στοιχεία των βακτηρίων (AMOROUX, 1984) προσδιορίστηκαν οι αξίες των σταθερών K_0 και K_0' που ανταποκρίνονται στις ανταλλαγές ανάμεσα στα δίθυρα και των DOM. Απο τις μεταβολές στην ραδιενέργεια της βακτηριακής αιώρησης στην διάρκεια του χρόνου, προσδιορίστηκαν οι σταθερές K_1 , K_2 , και K_3 , που αναπαριστούν τις ανταλλαγές μεταξύ των βακτηρίων και της DOM. Οι αξίες αυτών εισήχθησαν, δίνοντας έτσι την δυνατότητα της κατασκευής του μοντέλου Βακτήρια - Δίθυρα - Θαλάσσιο νερό.

Η εικόνα 7 δείχνει τις κινητικές αλλαγές στα διάφορα διαμερίσματα σαν μια χρονική λειτουργία. Τα γραφικά αποδεικνύουν ότι το μεγαλύτερο μέρος της γενικής μεταβολής στην ραδιενέργεια συνέβη κατά την διάρκεια των δύο πρώτων ωρών, ανταποκρίνοντας έτσι στο φιλτράρισμα του 95% της βακτηριακής αιώρησης απο τα δίθυρα. Η ραδιενέργεια που παρέμεινε στα δίθυρα, πέτυχε το μεγαλύτερο ποσοστό της στις δύο ώρες, αφούτου έπεσε απο 55% σε 35% μέσω της απέκρισης της DOM. Η διαλυμένη οργανική ουσία αυξήθηκε ανάμεσα στην δεύτερη και την τέταρτη ώρα. Τα περιττώματα αυξήθηκαν ανάμεσα στην δεύτερη και δέκατη έβδομη ώρα και μετά μειώθηκαν πολύ λίγο μέχρι την τεσσαρακοστή ώρα (40h). Επίσης αυξήθηκε και το CO_2 (μη ανακυκλώσιμο). Η διαλυμένη οργανική ουσία (DOM), στην διάρκεια απο 4,5 - 40h μειώθηκε λόγω της κατανάλωσης απο τα δίθυρα και τα βακτήρια και η μη ανακυκλώσιμη διαλυμένη οργανική ουσία αυξήθηκε λίγο. Τα περιττώματα παρέμειναν σε σταθερά επίπεδα, ίσως σαν αποτέλεσμα της ακύκλωσής τους απο τα βακτήρια.

Η εικόνα 8 επιδεικνύει αλλαγές σε εκείνα τα διαμερίσματα τα οποία δεν είναι πειραματικά υπολογίσιμα: η ανακυκλώσιμη DOM και η μη ανακυκλώσιμη DOM. Τα δίθυρα παρήγαγαν ένα μεγάλο μέρος της DOM και πιθανόν να παρήγαγε πιο πολύ μη ανακυκλώσιμη DOM από τα βακτήρια. Τα διαλυμένα βακτηριδιακά στοιχεία αφομοιώνονται πιο εύκολα από τα δίθυρα (AMOROUX 1984) και έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή μη ανακυκλώσιμης DOM. Η σημασία και φύση αυτών των προϊόντων δεν είναι γνωστές εξαιτίας της διασκορπίσης του πληθυσμού των βακτηρίων από τα δίθυρα και τις επιδράσεις αυτού πάνω στο μεταβολισμό των βακτηρίων είναι αδύνατο να καθορίσουμε την παραγωγή των βακτηρίων και να υπολογίσουμε την σπουδαιότητα εκείνων των μηχανισμών που ελέγχουν την τροφοδότηση των διθύρων. Γι' αυτό (τον λόγο) χρησιμοποιούμε αυτό το μοντέλο για να υπολογίσουμε τους βαθμούς του μεταφορέα ανάμεσα στα διαφορετικά διαμερίσματα. Επειδή από το πείραμα λήφθηκαν υπόψιν τα αποτελέσματα μόνο των πέντε πρώτων ωρών το μοντέλο μπορεί να θεωρηθεί μια έγκυρη αντανάκλαση του αληθινού βαθμού ανταλλαγής (εικόνα 9).

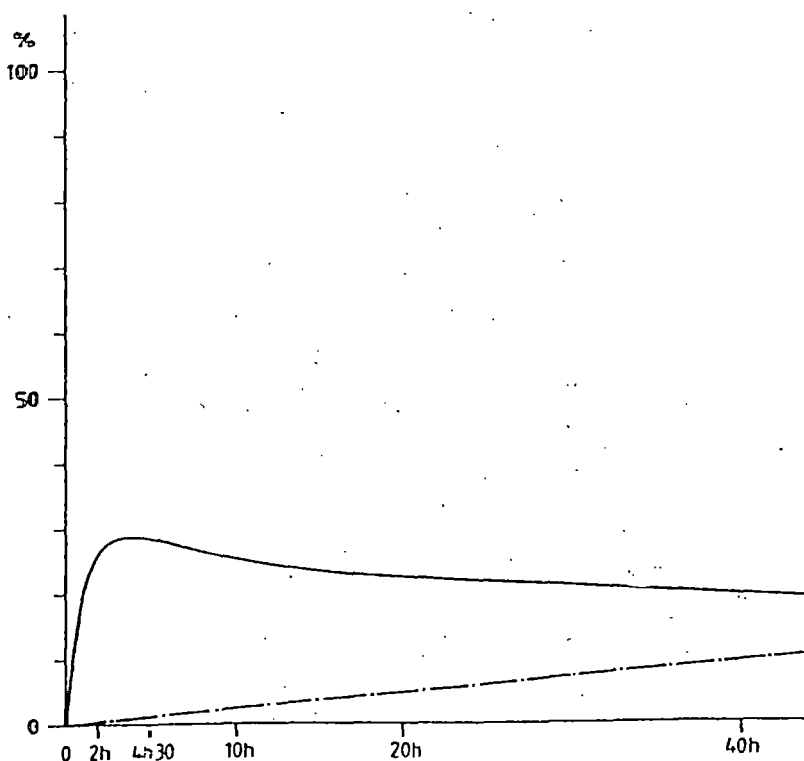
Κατά την διάρκεια αυτών των πέντε ωρών η ολική βακτηριακή παραγωγή ήταν $1,02 \text{ mg/lh}$ (καμπύλη Α) εκείνη των διθύρων και των περιττωμάτων ήταν $0,1 \text{ mg/lh}$ (καμπύλη Β). Η DOM που παρήγαγαν τα δίθυρα ήταν $3,74 \text{ mg/lh}$ (καμπύλη Γ). Η βακτηριακή DOM είναι $22,6 \text{ mg/lh}$ κατά την διάρκεια της πρώτης ώρας και $0,23 \text{ mg/lh}$ μετέπειτα (καμπύλη Δ). Τέλος η μη ανακυκλώσιμη DOM παράγεται σε ένα βαθμό $0,04 \text{ mg/lh}$ (εικόνα 8). Το σύστημα "Βακτήρια - Δίθυρα" έχει ένα πολύ γρήγορο ρυθμό αλλαγής, εφόσον η βακτηριδιακή αιώρηση επιδεικνύει πολύ ξαφνική αύξηση καταναλώνοντας τα περιττώματα αμέσως μόλις αυτά παράγονται. Ο ρόλος των μολυσμένων βακτηρίων είναι αμελητέος, εφόσον η αιώρηση των βακτηρίων ποτέ δεν φιλτράρεται αρκετά καλά.



Εικόνα 7. Σύστημα « Βακτήρια-Δίθυρα». Μοντέλο αναλογιών των διακυμάνσεων της ραδιενέργειας (σαν ποσοστό επί τοις εκατό του ποσού που εισήχθη αρχικά) στα διαφορετικά διαμερίσματα στον χρόνο.

Διαμερίσματα « ανακυκλώσιμο DOM» και «μη ανακυκλώσιμο DOM»

έχουν συγχωνευτεί σε ένα διαμέρισμα που λέγεται « Ολική διαλυμένη ουσία»



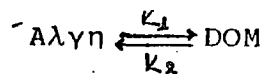
Εικόνα 8. Σύστημα « Βακτήρια-Δίθυρα». Μοντέλο αναλογιών των διακυμάνσεων της ραδιενέργειας (σαν ποσοστό επί τοις εκατό του ποσού που εισήχθη αρχικά) των διαμερισμάτων του «ανακυκλώσιμο

DOM» και του «μη ανακυκλώσιμου DOM» στο χρόνο.

Β. ΑΛΓΗ - ΔΙΘΥΡΑ (PARLORA LUTHERI - VENUS VERRUCOSA).

Η ζώσα αιώρηση του φυτοπλαγκτού χρησιμοποιήθηκε κάτω από τις ίδιες πειραματικές συνθήκες με τα βακτήρια. Τα άλγη επέδειξαν ένα μακρύ χρόνο παραγωγής και τα δίθυρα φιλτράρισαν όλη την αιώρηση σε σύγκριση με τα βακτήρια. Η μεταβολή με το χρόνο της ραδιενέργειας των αλγών μελετήθηκε από τον (AMOROUX 1986 B). Καθώς τα άλγη καταναλώνονται πολύ γρήγορα από τα δίθυρα αυτό το μοντέλο δεν έλαβε υπόψιν την παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα, εφόσον αυτό απαντάται μετά από δέκα ώρες.

Το σύστημα Άλγη - διαλυμένη οργανική ουσία (DOM) παρουσιάστηκε έχοντας δύο διαμερίσματα: α) τα άλγη και β) την DOM. Έτσι το μοντέλο κατασκευάστηκε όπως φαίνεται παρακάτω:



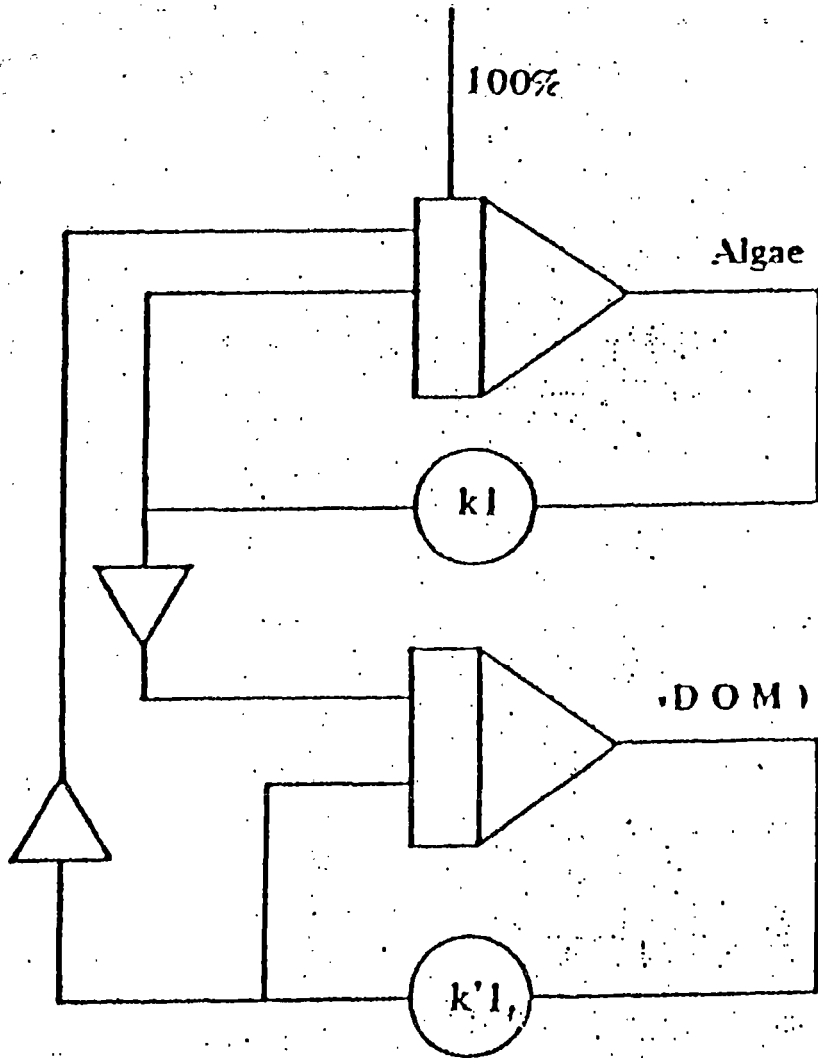
Οι εξισώσεις του μοντέλου είναι:

$$\frac{D(\text{Άλγη})}{dt} = K_1(\text{DISS}) - K_1(\text{Άλγη})$$

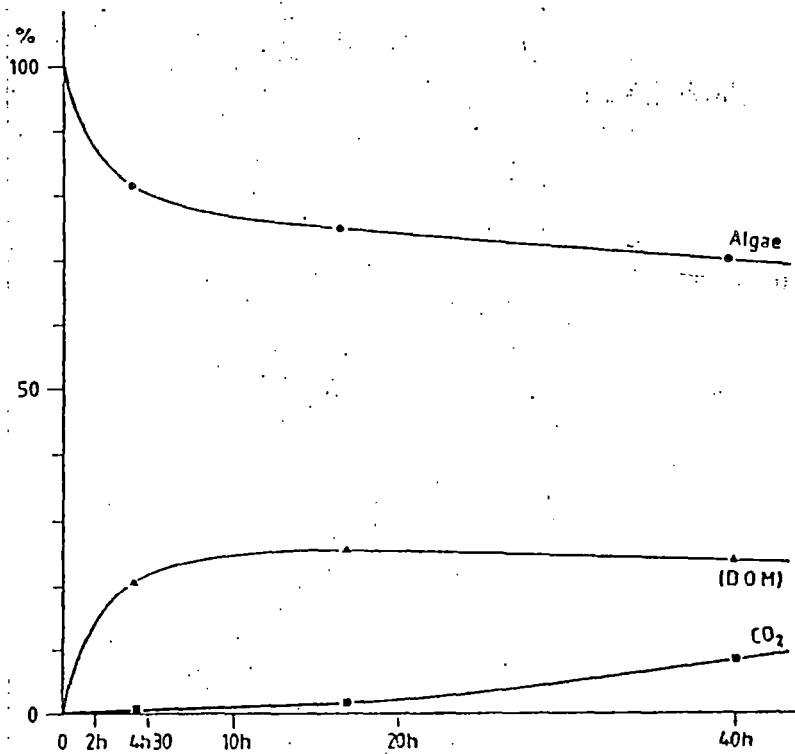
$$\frac{D(\text{DISS})}{dt} = K_1(\text{Άλγη}) - K_1(\text{DISS})$$

Η εικόνα 10 δείχνει το περιφερειακό διάγραμμα από τον υπολογιστή και τις σταθερές που χρησιμοποιήθηκαν.

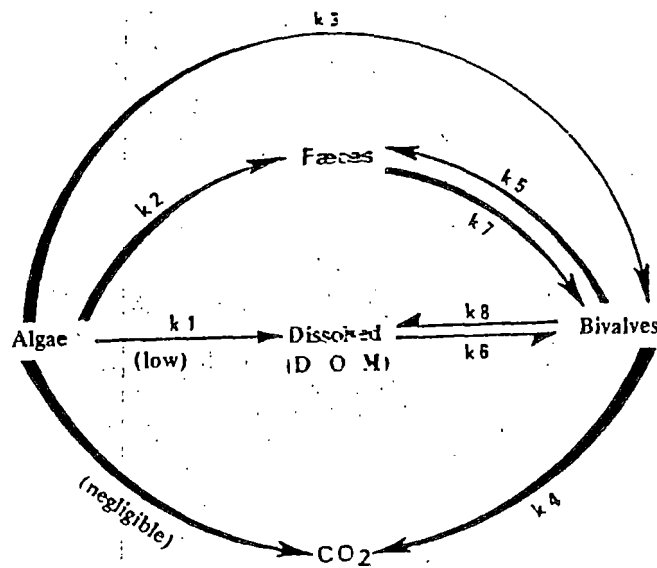
Η εικόνα 11 αναφέρεται στις κινητικές αλλαγές σε διαφορετικά διαμερίσματα σαν χρονικές λειτουργίες.



Εικόνα 10. Σύστημα « Αλγη-DOM». Αναλογικό μοντέλο που δείχνει το περιφερειακό διάγραμμα.



Εικόνα 11. Σύστημα «Αλγη-DOM». Μοντέλο αναλογιών που δείχνει την διακύμανση της ραδιενέργειας (σαν ποσοστό επί τοις εκατό του ποσού που εισήχθη αρχικά) στα διαφορετικά διαμερίσματα στο χρόνο.



Εικόνα 12. Σύστημα «Αλγη-Δίθυρα». Τμηματική ανάλυση που δείχνει την ποικιλία των ενδο-ανταλλαγών.

Αυτό το μοντέλο βασίζεται σε συνδιασμένα αποτελέσματα. Περιλήφθηκαν αποτελέσματα για πειράματα πάνω από μια περίοδο δύο ωρών ως 24ωρών και μετά από αυτήν την περίοδο, εκείνα τα αποτελέσματα που βρέθηκαν για πειράματα στα οποία το νερό άλλαξε (AMOROUX 1986 B)

Οι παράμετροι που λήφθηκαν υπόψιν ήταν η θερμοκρασία, ο βαθμός αλάτωσης, η ποιότητα της διαθέσιμης τροφής, η ομοιογένεια των νερών, ο αριθμός των οργανισμών και ο βαθμός φιλτραρίσματος τους, η δράση των βακτηρίων και των διθύρων πάνω στην διαλυμένη οργανική ουσία και η πιθανότητα ανακύκλωσης όλων των ουσιών εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα. Από τις παραμέτρους που προαναφέρθηκαν οι σταθερές είναι η θερμοκρασία, ο βαθμός αλάτωσης και η ποιότητα της διαθέσιμης τροφής. Ενώ οι παράμετροι που θεωρήθηκαν σταθερές είναι: 1. η ομοιογένεια του νερού (DOM και μη ανακυκλώσιμο DOM και περιττώματα) 2. ο βαθμός φιλτραρίσματος των διθύρων 3. η ενέργεια των διθύρων και των βακτηρίων πάνω στην διαλυμένη οργανική ουσία, όπως έχει καθοριστεί και 4. η πιθανότητα ανακύκλωσης όλων των ουσιών που περιέχονται σε διαφορετικά διαμερίσματα, με εξαίρεση το αναπνευστικό διοξείδιο του άνθρακα με μορφή αερίου. Το ποσό της ραδιενέργειας στα διάφορα διαμερίσματα και ο χρόνος είναι οι δύο κυρίως μεταβλητές παράμετροι που επιλέχτηκαν.

Η εικόνα 12 παρουσιάζει το σύστημα με τις ποικίλες ενδο-ανταλλαγές. Σε αυτό το μοντέλο δύο είδη ανταλλαγών δεν λήφθηκαν υπόψιν:

1. Η ανακύκλωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από τα άλγη.

2. Η ανακύκλωση της διαλυμένης οργανικής ουσίας από τα μολυσμένα βακτήρια.

Και σε αυτήν την περίπτωση το σύστημα θεωρήθηκε κλειστό. Τα δύο κυρίως διαμερίσματα είναι τα άλγη και τα δίδυρα μιάς και οι ανταλλαγές γίνονται μεταξύ τους. Εδώ το μοντέλο αποτελείται από πέντε τμήματα και διαμορφώνεται ως εξής: άλγη-δίδυρα-περιττώματα (DOM)-διοξειδίο του άνθρακα (CO_2)-διαλυμένες οργανικές ουσίες. Τα δυναμικά του μεταφορέα της μάζας του συστήματος Άλγη - δίδυρα - θαλάσσιο νερό παρουσιάζονται με μιὰ αλληλεπίδραση των κινητικών εξισώσεων, αντανakλώντας τους βαθμούς ανταλλαγών ανάμεσα στα διαμερίσματα:

$$\frac{D(\Delta\theta.)}{dt} = k_3(\text{άλγη}) + k_7(\text{περιτ.}) + k_6(\text{DISS}) - k_9(\Delta\theta.) - k_5(\Delta\theta.) -$$

$$k_4(\Delta\theta.)$$

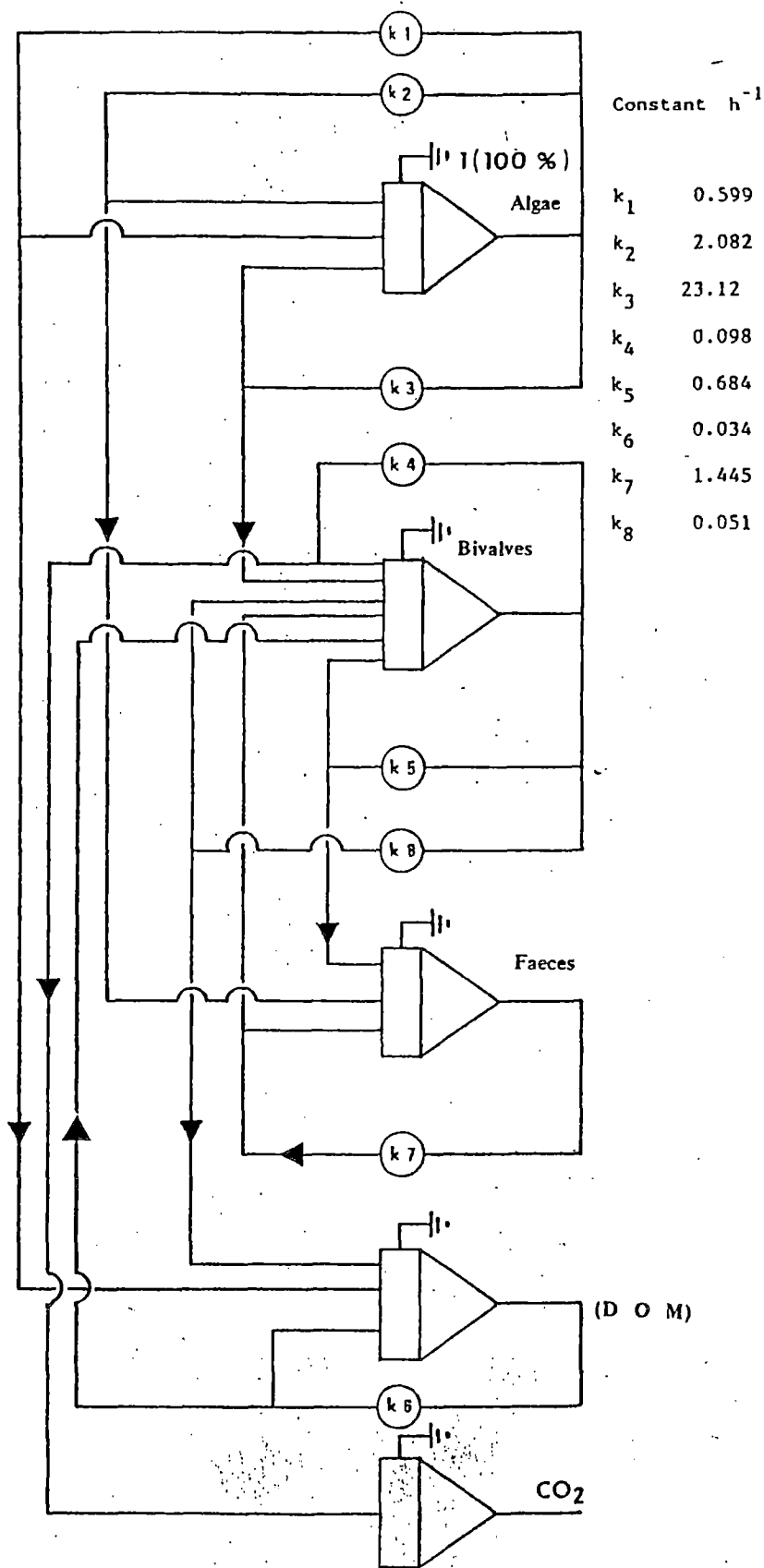
$$\frac{D(\text{άλγη})}{dt} = -k_3(\text{άλγη}) - k_2(\text{άλγη}) - k_1(\text{άλγη})$$

$$\frac{D(\text{περιτ.})}{dt} = k_2(\text{άλγη}) + k_5(\Delta\theta.) - k_7(\text{περιτ.})$$

$$\frac{D(\text{DISS})}{dt} = k_9(\Delta\theta.) - k_6(\text{DISS}) + k_1(\text{άλγη})$$

$$\frac{D(CO_2)}{dt} = k_4(\Delta\theta.)$$

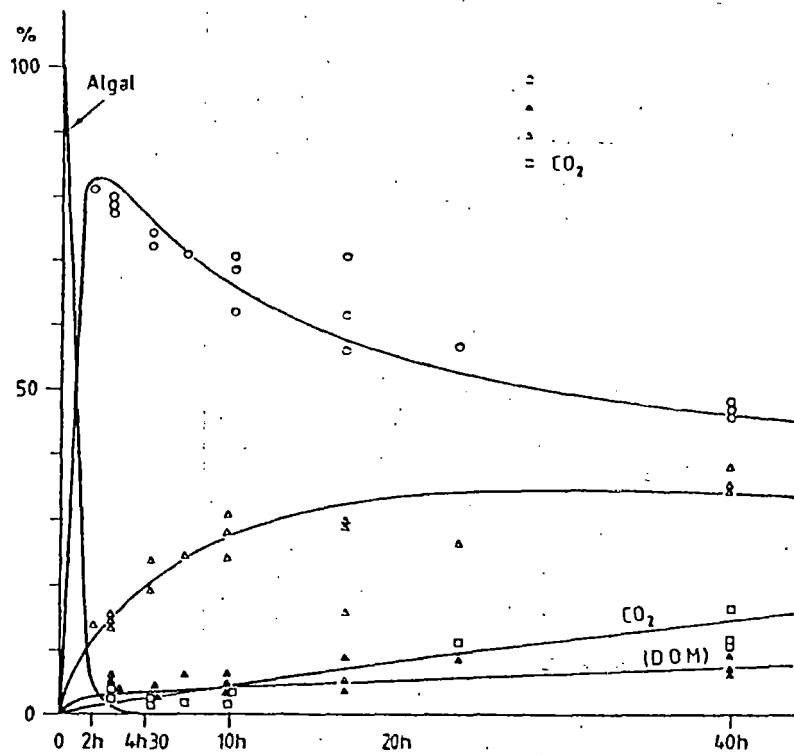
όπου k_1, k_2, \dots, k_8 είναι οι κινητικές σταθερές της μεταφοράς της μάζας, [] ERASE είναι το ραδιενεργό περιεχόμενο κάθε διαμερίσματος σαν το ποσοστό επί τοις εκατό της ολικής ραδιενέργειας που εισήχθη αρχικά μέσα στο σύστημα και t ο χρόνος.



Εικόνα 13. Σύστημα «Αλγη-Δίθυρα». Αναλογικό μοντέλο. Περιφερειακό διάγραμμα του συστήματος των πέντε διαμερισμάτων και του καταλόγου (λίστα) των (display) ισοδυνάμων. Τα ισοδύναμα είναι εκφρασμένα σαν h^{-1} .

Η εικόνα Β παρουσιάζει ένα περιφερειακό διάγραμμα που αναπαριστά τις προαναφερθείσες εξισώσεις με τις σταθερές και τις αξίες τους: Σε αυτή την περίπτωση η προσαρμογή του μοντέλου είναι δύσκολη γιατί διαπιστώνεται μια ελαφριά ιζηματοποίηση των αλγών και παραγωγή ψευτοπεριττωμάτων που περιέχουν ζώσα ή μη - εύπεπτα άλγη. Τέτοιου είδους υλικά καταναλώνονται πολύ γρήγορα από τα δίθυρα. Η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και της διαλυμένης οργανικής ουσίας (DOM) από τα άλγη είναι αργή αλλά δεν μπορεί να θεωρηθεί μηδενική.

Η εικόνα 14 δείχνει την κινητική εξέλιξη των διαφορετικών διαμερισμάτων. Η συμπίκνωση των αλγών εξασθενήθηκε πολύ γρήγορα μόνο στο 2,5% της αρχικής συμπίκνωσης μετά από δύο ώρες και στο 0 μετά από 4,5 ώρες. Μέσα σε δύο ώρες τα δίθυρα έχουν φιλτράρει όλη τη ζώσα αιώρηση των αλγών (PARLORA LUTHERI). Σε αυτή την ώρα, το ποσό της ραδιενέργειας στο μαλακό σώμα των διθύρων αποτελείται από το 83% της φιλτραρισμένης ποσότητας, δηλαδή $1,4 mg$. Μετέπειτα μειώθηκε σταθερά στο 50% σε διάστημα σαράντα - ένα ωρών. Η παραγωγή των περιττωμάτων όπως υπολογίστηκε από το μοντέλο, εμφανίστηκε μετά από 20 ώρες, ο βαθμός της έντονης μεταφοράς ήταν στην σειρά 18 σε 20 ώρες, μια αξία συγκρίσιμη με τις πληροφορίες που υπολογίστηκαν από τον FOSTER και SMITH (1975) για το μύδι "MYTILUS EDULIS". Το μοντέλο απεκάλυψε μία κανονική και σημαντική ανακύκλωση μετά από 20 ώρες. Στην πραγματικότητα, η διαλυμένη οργανική ουσία παρέμεινε σχεδόν σταθερή (στη σειρά των 5%) στη διάρκεια του πειράματος σαν αποτέλεσμα ανακύκλωσης. Από την άλλη μεριά το αναπνευστικό διοξείδιο του άνθρακα αυξήθηκε κανονικά και γραμμικά.



Εικόνα 14. Σύστημα «Αλγη-Δίθυρα». Μοντέλο αναλογιών που δείχνει (σαν ποσοστό επί τοις εκατό του ποσού που εισήχθη αρχικά) στα διαφορετικά διαμερίσματα στο χρόνο.

Τέλος τα μαθηματικά μοντέλα μπορούν να δείξουν τις δυναμικές ενός μικροσυστήματος σε σχέση με τις αλλαγές σε μια συνεχόμενη παραγωγή έτσι αντανakλώνται οι αλλαγές οι οποίες δεν μπορούν να αποκαλύπτονται απο απόλυτες αξίες που μετριοούνται σε διαφορετικά σημεία στο χρόνο.

- M.Romeo and Gassia-Barelli: Donax trunculus and Venus verrucosa as bioindicators of trace metal concentrations in Mauritanian coastal waters.
- G.Marano, N.Casarola, C.Saracino: Indagine comparativa sulla riproduzione di Chamelea gallina (L), Venus verrucosa (L), Rudicardium tuberculatum (L) nel basso Adriatico.
- G.Marano, N.Casavola, C.Saracino e L.De Martino : Riproduzione e crescita di Rudicardium tuberculatum (L) (Bivalvia: Cardiidae) nel basso-Adriatico.
- G.Marano, N.Casarola, C.Saracino, E.Rizzi: Riproduzione e crescita di Chamelea gallina (L) e Venus verrucosa (L) (bivalvia: Veneridae) nel basso Adriatico.
- G.Bello: Analisi biometrica di Venus verrucosa (L) (bivalvia, veneridae) dell'Adriatico Meridionale, e considerazioni sulla sua pesca.
- J.M.Amouroux: Preliminary study on the consumption of dissolved organic matter (exudates) of bacteria and phytoplankton by the marine bivalve Venus verrucosa.
- J.M.Amouroux: Comparative study of the carbon cycle in Venus Verrucosa fed on bacteria and phytoplankton.
- Σ. Γαληνού - Μιτσιουδη. Αλιευτική βιολογία του κιδωντού VENUS VERRUCOSA στους κόλπους Θεσσαλονικής και Θερμαϊκού. Αναπαραγωγικός κύκλος στην Αγία Τριάδα κόλπου Θεσσαλονικής. Πρώτα αποτελέσματα.