

Αρ. Εισ: 568  
50000-0000

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΛΙΕΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΠΕΡΙ ΦΥΚΩΝ**

Καλλιέργεια μακροφυκών  
του θαλασσινού νερού και εδάδιμων  
φυτών του γλυκού νερού

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
Αριθ. Εισαγωγής 568

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: *Κατσοπρινάκη Ιωάννη*

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: *Τσιαμπάος Παναγιώτης*

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο**

## **ΠΕΡΙ ΦΥΚΩΝ**

---

### **1.1 Εισαγωγή**

Αυτότροφοι υδρόβιοι κατώτεροι φυτικοί οργανισμοί, που αναπτύσσονται όμως και μέσα στο έδαφος όπου δραστηριοποιούνται όταν υπάρχει υδατική αφθονία στο περιβάλλον. Τα φύκη είναι μια ετερογενής ομάδα Κρυπτογάμων. Γενικά είναι παραδεκτό ότι από τα φύκη προήλθαν τα πιο σύνθετα Κρυπτόγαμα και από αυτά τα Σπερματόφυτα, και ότι μερικά φύκη αποτελούν την εξελικτική προβαθμίδα στη δημιουργία του φωτοσυνθετικού κυττάρου.

Τα φύκη έχουν απλή οργάνωση, με ασαφείς μακροσκοπικές δομές, που δε διαρθρώνονται σε τυπικά όργανα. Επίσης παρουσιάζουν ποικιλότητα στη μορφή, που κυμαίνεται από μικροσκοπική κλίμακα (μονοκύτταρα φύκη) ως το μήκος αρκετών μέτρων, όπως τα μεγάλα θαλάσσια φύκη Λαμινάρια (*Laminaria*) και Μακροκύστις (*Macrokystis*). Έτσι τα φύκη διακρίνονται σε μονοκύτταρα, πολυκύτταρα και αποικιακά. Το σώμα των πολυκύτταρων φυκών ονομάζεται θαλλός.

Υπάρχουν νηματώδεις και σιφωνωτές μορφές και σύνθετοι, παρεγγυματικοί θαλλοί. Οι νηματώδεις θαλλοί σχηματίζονται από εγκάρσια διαίρεση των μητρικών κυττάρων, χωρίς ν' ακολουθήσει αποχωρισμός των θυγατρικών κυττάρων. Οι σύνθετοι θαλλοί δημιουργούνται από διακλαδώσεις των σιφωνωτών κλάδων των θαλλών, ενώ οι παρεγγυματικοί θαλλοί σχηματίζονται από την διαίρεση των κυττάρων ενός νηματώδους θαλλού προς δύο ή τρεις διευθύνσεις.

## **1.2 Στοιχεία βιολογίας, δομής και οργάνωσης των φυκών**

Οι βασικοί βιοχημικοί μηχανισμοί και πορείες που εμφανίζονται στα φύκη είναι παρόμοιοι με τα άλλα φυτά. Όλα σχεδόν τα φύκη χρησιμοποιούν ως φωτοσυνθετικές χρωστικές τη χλωροφύλλη a και b και έχουν φωτοσυνθετικό σύστημα που δουλεύει διαμέσου των χρωστικών. Εκτός όμως από τις βασικές χρωστικές (χλωροφύλλη a και b, καροτίνη και ξανθοφύλλες) βρέθηκαν και οι χλωροφύλλες c, d και e και οι φυκοβιλίνες: φυκοερυθρίνη, φυκοκυανίνη. Ανάλογα τα πλαστίδια, δηλαδή τα υποκυτταρικά οργανίδια όπου βρίσκονται οι χρωστικές, έχουν άλλη μορφή και χρώμα και ονομάζονται ροδοπλάστες και φαιοπλάστες. Οι βασικές ανάγκες σε θρεπτικά άλατα και τα τελικά προϊόντα της αφομοίωσης (πρωτεΐνες και υδατάνθρακες) είναι παρόμοια με τα ανώτερα φυτά αν και η ποικιλία των υδατανθράκων είναι μεγαλύτερη.

Τα αναπαραγωγικά πρότυπα είναι σχεδόν τόσο ποικίλα όσες είναι και οι βιολογικές μορφές. Περιλαμβάνουν βλαστητική αναπαραγωγή, αγενείς και εγγενείς μηχανισμούς, που χαρακτηρίζονται συχνά από την παραγωγή των κινητών ζωοσπορίων με μαστίγια ή των γαμετών, με εξέλιξη από την ισογαμία μέχρι την ωογαμία στις διάφορες ομάδες. Το μόνο κοινό σημείο στα φύκη, πλην των Χαροφύτων, είναι η απουσία πολυκυτταρικού περιβλήματος γύρω από τα σπορειάγγεια ή γαμετάγγεια, που υπάρχει σε άλλα Θαλλόφυτα ή Βρυόφυτα.

## **1.3 Ομάδα των φυκών, προέλευση**

Η ομάδα των φυκών παρουσιάζει μεγάλο αριθμό συστηματικών υποδιαιρέσεων που οφείλεται σε έκδηλες διαφορές ανάμεσα τους και πιθανώς σε ανεξάρτητη προέλευση ή σε ακαθόριστες φυλογενετικές σχέσεις.

Αν και τα φύκη συνιστούν μια ομάδα αρχέγονων οργανισμών που τοποθετούνται στη μεγάλη κατηγορία Θαλλόφυτα, εντούτοις υπάρχει ασυμφωνία ανάμεσα στους συστηματικούς και τους φυκολόγους όσον αφορά την ταξινόμησή τους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα φύκη αποτελούν μια λογικά συνεκτική ομάδα με πολλούς κοινούς

χαρακτήρες (χλωροφύλλες, αυτοτροφία, αποταμιευτικές ουσίες), αλλά και με πολλές διαφορές (οργάνωση, δομή, αναπαραγωγή κ.ά.).

Οι ζωολόγοι θεωρούν μερικά κινητά Μαστιγωτά ως Πρωτόζωα, όπως τα Δινομαστιγωτά, οι Κρυπτομονάδες, τα Ευγλενοειδή, τα Βολβοκώδη κ.ά. Εντούτοις η δομή των μαστιγίων, οι περιβλητικές μεμβράνες, οι φωτοσυνθετικές χρωστικές, οι αποταμιευτικές ουσίες, αποτελούν στοιχεία που κάνουν τους βοτανικούς να θεωρούν τους οργανισμούς αυτούς ως φυτά. Μερικοί όμως βιολόγοι προτιμούν να τα τοποθετούν μαζί με τα Βακτήρια, τα Πρωτόζωα και τους Μύκητες σ' ένα ξεχωριστό βασίλειο, τα Πρώτιστα.

#### **1.4 Διακρίσεις (αθροίσματα)**

**Συνήθως τα φύκη διακρίνονται σε 8 αθροίσματα:**

- α) Κυανόφυτα (Cyanophyta)
- β) Χλωρόφυτα (Chlorophyta)
- γ) Ευγλενόφυτα (Euglenophyta)
- δ) Πυρρόφυτα (Pyrrhophyta)
- ε) Χρυσόφυτα (Chrysophyta)
- ζ) Ροδόφυτα (Rhodophyta)
- η) Φαιόφυτα (Phaeophyta)
- θ) Χαρόφυτα (Charophyta)

Ανάλυση των αθροισμάτων των Ροδοφύτων και των Φαιοφύτων γίνεται παρακάτω. Στα υπόλοιπα αθροίσματα δε θα γίνει ανάλυση διότι δεν εκπληρώνει τους στόχους της εργασίας αυτής.

## 1.5 Το άθροισμα των Ροδοφύτων

### Ροδόφυτα, Rhodophyta.

Πολυκύτταρα ή σπανίως μονοκύτταρα φύκη με χαρακτηριστικό χρώμα κόκκινο, πορτοκαλί ή καφεκίτρινο, το οποίο οφείλεται στις ερυθρές φυκοβιλίνες (φυκοερυθρίνη) που επικαλύπτουν τις πράσινες χρωστικές (χλωροφύλλες).

Αποτελούν τη μεγαλύτερη ομάδα φυκών, με 4.000 είδη περίπου, που αναπτύσσονται σε όλες τις ζώνες βλάστησης και σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη, με ιδιαίτερη προτίμηση τα κρύα και βαθιά νερά (>200m). Ένα μικρό ποσοστό Ροδοφύτων (2%) αναπτύσσεται σε λίμνες όπως είδη του γένους Βατραχόσπερμον (*Batrachospermum*).

Τα ροδόφυτα, ανάλογα με τη δομή του θαλλού και το υπόβαθρο που αναπτύσσονται, διακρίνονται σε νηματώδη, επιφυτικά ή επιλιθικά και σε μεγάλα σαρκώδη ή φυλλόμορφα, που το μήκος τους μπορεί να φτάσει σε μερικά μέτρα. Τα μεγαλύτερα σαρκώδη Ροδόφυτα εμφανίζονται στα μεγάλα βάθη της εύκρατης ζώνης (>200m). Γενικά παρατηρείται μια φανερή μείωση σε αριθμό ειδών Ροδοφύτων, από τα μικρά προς τα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Στους πόλους είναι σπάνια, εξαιτίας των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών.

Οι χλωροπλάστες των Ροδοφύτων περιέχουν διάφορες φυτοχρωστικές, τις χλωροφύλλες α και d, τα α- και β- καροτίνια, ξανθοφύλλες (λουτεΐνη, ταραξανθίνη, ζεαξανθίνη) και φυκοβιλίνες (φυκοερυθρίνη και σπανίως φυκοκυανίνη). Πολλές φορές, εξαιτίας του χρώματός τους, τα Ροδόφυτα συγχέονται με τα Φαιόφυτα από τα οποία διακρίνονται σαφέστερα με το διαφορετικό τρόπο αναπαραγωγής που εμφανίζουν. Το κυτταρικό τους τοίχωμα αποτελείται από κυτταρίνη και πηκτινικές ουσίες. Αποταμιευτικό υλικό είναι ο υδατάνθρακας άμυλο των Ροδοφυκών που μοιάζει πολύ με το άμυλο των ανωτέρων φυτών και συγκεντρώνεται συνήθως σε κυτοπλασματικά κοκκία, και ο φλοριδοσίδης, ένα διαλυτό σάκχαρο χαρακτηριστικό των Ροδοφύτων.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των Ροδοφύτων εμφανίζει τριφασική εναλλαγή γενεών (σε αντίθεση με τα υπόλοιπα Φύκη που παρουσιάζουν διφασική) με σποριόφυτα και γαμετόφυτα σχεδόν όμοια. Αναγνωρίστηκαν σ' αυτά αναπαραγωγικά όργανα άρρενα (ανθηρίδια) και θήλεα (καρπογόνια) που προέρχονται από μειωτική διαίρεση (τετρασπόρια, καρποσπόρια).

Τα ροδόφυτα περιλαμβάνουν μια κλάση τα Ροδοφύκη (Rhodophyceae), που διακρίνονται σε 2 υποκλάσεις. Σύμφωνα με άλλους φυκολόγους, τα Ροδόφυτα διαιρούνται σε 2 κλάσεις, τα Μπαγκιοφύκη (Bangiophyceae) και τα Φλοριδοφύκη (Floridophyceae). Μέχρι πρόσφατα στα Μπαγκιοφύκη διακρινόταν μόνο μια τάξη τα Μπαγκιώδη (Bangiales), σύγχρονοι όμως μελετητές διέκριναν σ' αυτά περισσότερες τάξεις. Εξάλλου τα Φλοριδοφύκη διαιρούνται συνήθως σε 6 τάξεις.

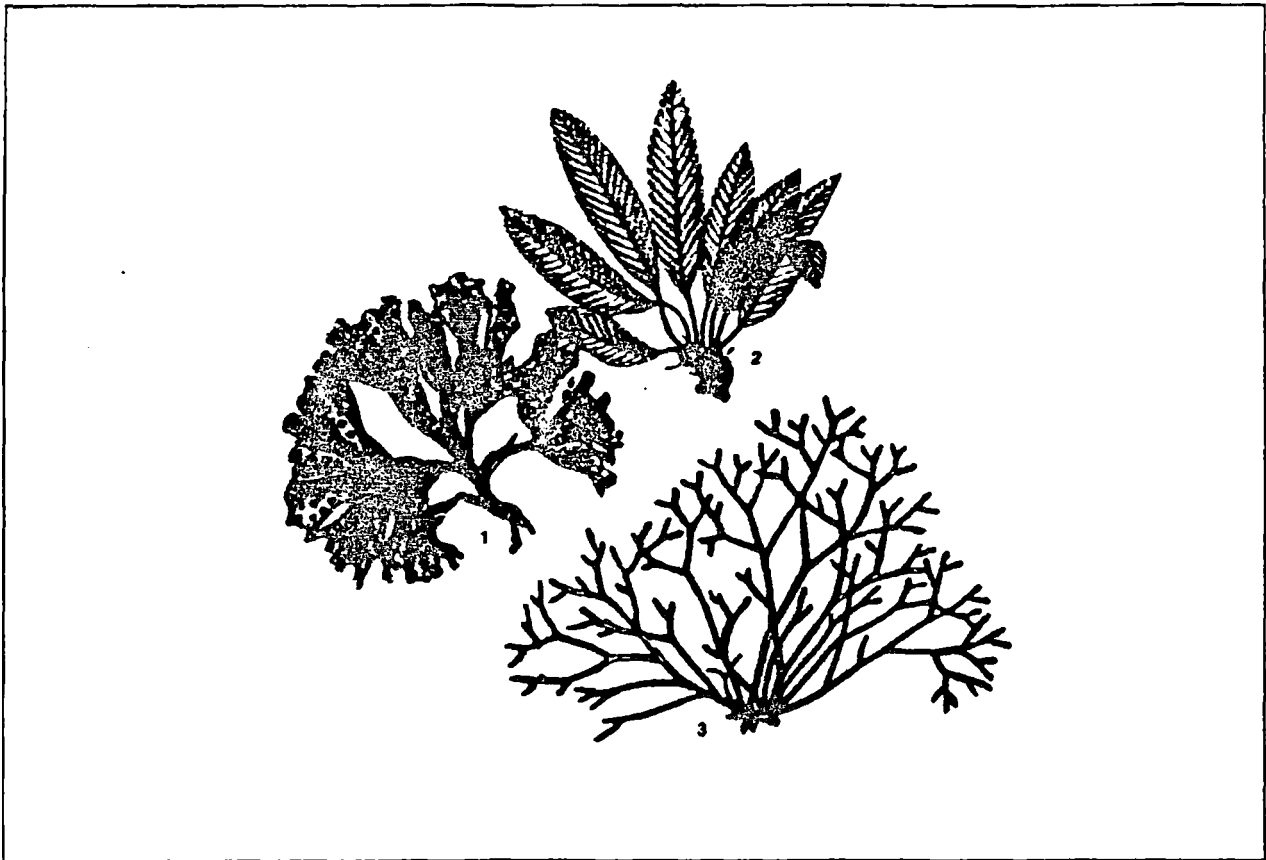
#### **Αντιπροσωπευτικά γένη των Ροδοφύτων είναι:**

- α) Από την κλάση Μπαγκιοφύκη: Αστεροκύστις (Asterokystis) που περιλαμβάνει φύκη των γλυκών νερών, και Πορφύρα (Porphyra) που είναι γένος θαλάσσιο.
- β) Από την κλάση Φλοριδοφύκη: Νημάλιον (Nemalion) και Πολυσιφώνια (Polysiphonia) που περιλαμβάνουν είδη θαλάσσια.

Τα Κοραλλιοειδή φύκη είναι θαλάσσια Ροδοφύκη στα οποία ο θαλλός υφίσταται έντονη απασβέσωση, όπως στα γένη Λιθοθάμνιον (Lithothamnion), Πορόλιθον (Porolithon) και Κοραλλίνα (Korallina).

Τα Ροδόφυτα παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον από τα πολύ παλιά χρόνια. Η Πορφύρα η διάτρητη (Porphyra perforata), η Ιριδέα η εδώδιμη (Iridea edulis), και η Ροδυμένια η παλαμοειδής (Rhodymenia palmata) χρησιμοποιούνταν ως τροφή. Επίσης άλλα είδη, όπως ο Χόνδρος ο ούλος (Chondrus crispus) και είδη των γενών Γελίδιον (Gelidium), Γκρασιλάρια (Gracilaria), Γιγαρτίνα (Gigartina) παράγουν πηκτινικές ουσίες (άγαρ - άγαρ, καρραγενόν) που χρησιμοποιούνται ως υποθέματα για καλλιέργειες Βακτηρίων ή ως καθατικά. Ο Χόνδρος ο ούλος είναι η πηγή της καρραγενίνης που έχει διαφορετικές ιδιότητες από το άγαρ και την αλγίνη. Η καρραγενίνη χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα ως γαλακτοποιητικός παράγοντας στις βιομηχανίες καλλυντικών και τροφίμων (π.χ. κρέμες, γαλακτώματα, γάλα

σοκολάτας κ.α.). Τέλος στη βιομηχανία διατηρημένων τροφίμων χρησιμεύουν ως ζελατινώδη υποκατάστατα για κονσέρβες και γλυκά.



Εικόνα 1. Τα ροδόφυτα είναι πολυκύτταρα ή σπανίως μονοκύτταρα φύκη με χαρακτηριστικό κόκκινο, πορτοκαλί ή κιτρινοκαφέ χρώμα. 1. *Nitophyllum punctatum*, 2. *Deleseria sanguinea*, 3. *Chondrus crispus*.

## 1.6 Το άθροισμα των Φαιοφύτων

### Φαιόφυτα, Phaeophyta.

Πολυκύτταρα φύκη που αναγνωρίζονται συνήθως από το καφέ ή κίτρινο-καφέ χρώμα τους. Είναι κυρίως θαλάσσια είδη (περίπου 1.500, δηλαδή ποσοστό 99.7%) και μόνο 3 γένη βρέθηκαν ως σήμερα σε λίμνες. Τα φαιόφυτα περιλαμβάνουν 3 κλάσεις, τα Ισογενή (*Isogeneratae*), τα Ετερογενή (*Heterogeneratae*) και τα Κυκλοσπόρια

(Cyclospora). Σύμφωνα με άλλη κατάταξη περιλαμβάνουν μόνο 1 κλάση, τα Φαιοφύκη (Phaeophyceae).

Σημαντικότεροι αντιπρόσωποι είναι τα γένη: Σάργασσον (Sargassum), Λαμινάρια (Laminaria), Μακροκύστις (Makrokystis), Δικτυωτή (Dictyota), Σφακελάρια (Sphacelaria) και Φούκος (Fucus).

Τα Φαιόφυτα αναπτύσσονται συνήθως σε βραχώδεις εκτεθειμένες ακτές, μπορούν όμως ν' αναπτυχθούν και σε υφαλομυριά νερά. Αν και είναι λιγότερα σε αριθμό από τα Ροδόφυτα (περίπου 4.000 είδη) κυριαρχούν σε ποσότητα (βιόμαζα) στους θαλάσσιους βιότοπους. Τα τεράστια είδη των γενών Μακροκύστις, Λαμινάρια, Νηρεοκύστις (Nereocystis) κ.ά. αναπτύσσονται σε μεγάλες ποσότητες στις ακτές του Μεξικού, της Καλιφόρνιας, της Ιαπωνίας, της Αυστραλίας κ.α.

Νηματώδεις μικροσκοπικές μορφές είναι ελάχιστες και περιορίζονται στην οικογένεια Εκτοκαρπίδες (Ectocarpaceae). Στα μικρά γεωγραφικά πλάτη τα Φαιόφυτα είναι μικρότερα σε μέγεθος και αριθμό ειδών, ενώ στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη αποκτούν πολύ μεγάλες διαστάσεις.

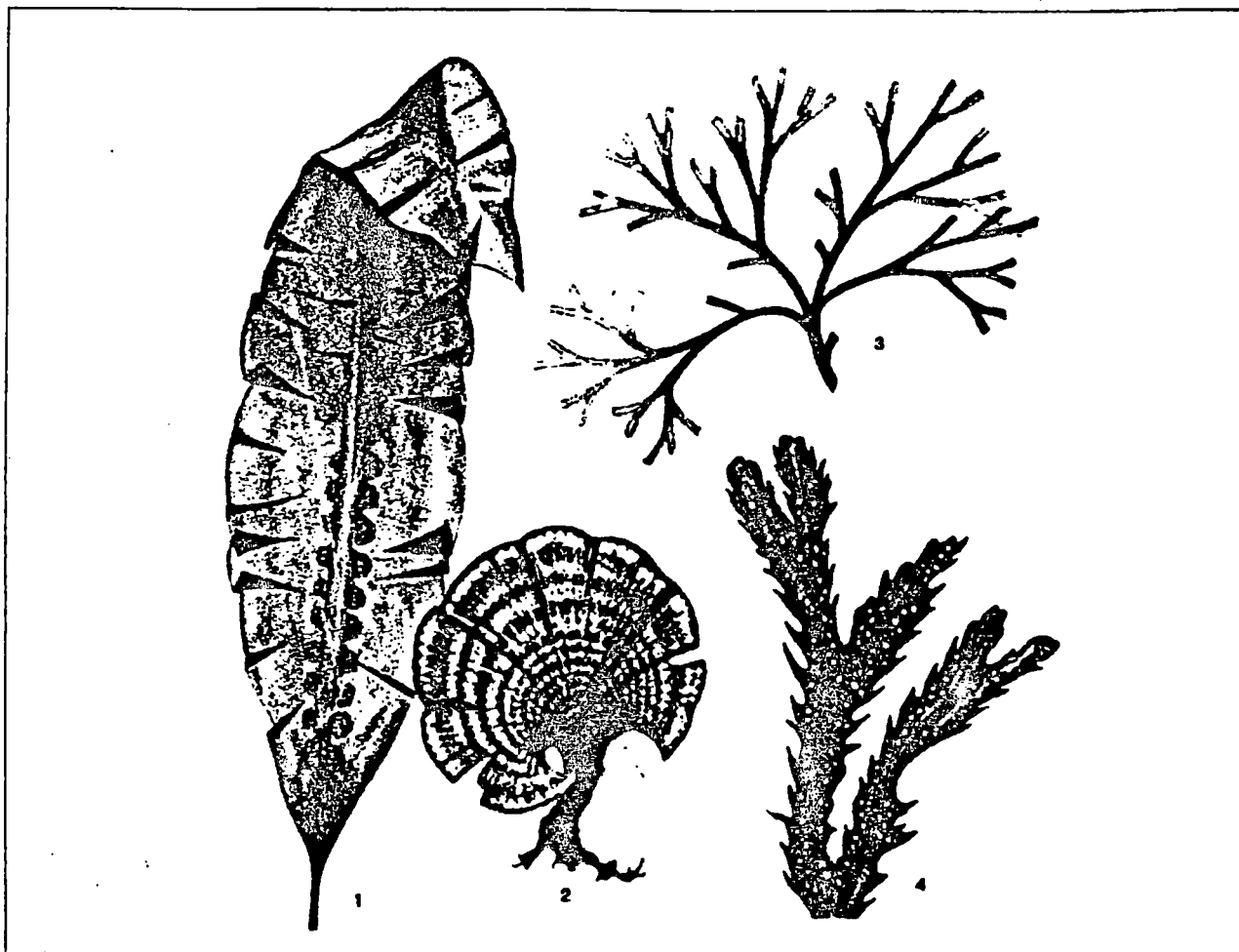
Το χαρακτηριστικό χρώμα των Φαιοφύτων οφείλεται σε ειδικά καροτινοειδή, όπως η φυκοξανθίνη και η βιολοξανθίνη, ενώ από τις βασικές φωτοσυνθετικές χρωστικές έχουν τις χλωροφύλλες a και c. Τα προϊόντα της αφομοίωσης είναι η λαμιναρίνη, η μαννιτόλη και τα λίπη.

Παρουσιάζουν μια χαρακτηριστική εναλλαγή γενεών. Τα αναπαραγωγικά τους κύτταρα κινούνται με δύο άνισα μαστίγια. Ο εγγενής τρόπος αναπαραγωγής τους ποικίλει από την ισογαμία ως την ωογαμία. Παρατηρούνται άρρενα και θήλεα αναπαραγωγικά όργανα (μονοκύτταρα και πολυκύτταρα γαμετάγγεια). Τέλος, στην τάξη Σφακελαριώδη (Sphacelariales) εμφανίζονται και σχηματισμοί βλαστητικής αναπαραγωγής, τα προπάγουλα.

Τα Φαιόφυτα είναι χρήσιμα στη χαρτοποιία, στη βιομηχανία τροφίμων, για την παρασκευή αδιαβροχοποιημένων υλικών, όπου χρησιμοποιείται το αλγινικό οξύμια οργανική χημική ένωση που υπάρχει στα κυτταρικά τοιχώματα των μεγαλύτερων



Φαιοφύτων. Στη φαρμακοποιία χρησιμοποιούνται επίσης τα Φαιοφύτα για την εξαγωγή ιωδίου καθώς και βιταμινών Α, Β και C. Τέλος από είδη των γενών Λαμινάρια και Αλάρια (Alaria) παράγεται ένα είδος αλεύρι από το οποίο παρασκευάζεται ο “άρτος των φυκών”.



Εικόνα 2. Τα φαιοφύτα είναι πολυκύτταρα φύκη που αναγνωρίζονται συνήθως από το καφέ ή κιτρινοκαφέ χρώμα τους. Απαντούν κυρίως στη θάλασσα και μόνο τρία γένη βρέθηκαν ως σήμερα σε γλυκά νερά. Αναπτύσσονται συνήθως σε βραχώδεις εκτεθειμένες ακτές. Σχηματικές παραστάσεις φαιοφύτων: 1. Λαμινάρια η σακχαρώδης, 2. Παδίνα η ταώμορφος, 3. Δικτυωτή η διχοτόμος, 4. Φούκος ο πριονωτός.

## **1.7 Οι ρόλλοι των φυκών και οι χρήσεις τους**

Τα φύκη έχουν πολύ μεγάλη σημασία στην τροφική αλυσίδα (φυτοπλαγκτόν). Στους υδρόβιους βιότοπους είναι η βάση της τροφικής αλυσίδας που καταλήγει στα Καρκινοειδή και στα ψάρια. Στους βιοτόπους της ξηράς επίσης συνιστούν πρωταρχικό στοιχείο της χλωρίδας του εδάφους. Τέλος, η εμφάνιση και η επικράτηση μερικών φυκών σε ορισμένους βιότοπους αποτελεί δείκτη ρύπανσης.

Τα φύκη έχουν μικρό αλλά ενδιαφέρον ρόλο στην πρωτογενή οικονομία πολλών χωρών. Τέσσερα κύρια προϊόντα τους είναι εκμεταλλεύσιμα εμπορικά: το άγαρ - άγαρ, το καραγηνόν, τα αλγινικά οξέα και η γη Διατόμων. Τα δύο πρώτα είναι πηκτινικά εκχυλίσματα από θαλάσσια Ροδόφυτα, το τρίτο απ' τα θαλάσσια Φαιόφυτα και το τέταρτο από απόθεση Διατόμων της θάλασσας ή των γλυκών νερών.

Άλλη απευθείας χρήση των φυκών είναι για τροφή του ανθρώπου ή των ζώων και ως οργανικό ή ανόργανο λίπασμα. Σήμερα χρησιμοποιούνται και στις φαρμακευτικές βιομηχανίες και τις βιομηχανίες καλλυντικών.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο**

### **ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΚΡΟΦΥΚΩΝ**

---

#### **2.1 Εισαγωγή**

Από τα πολυάριθμα είδη των μεγάλων θαλασσινών φυκιών, πολλά είναι άριστα σε θρεπτική αξία. Παρόλα αυτά, με μικρές εξαιρέσεις, η χρήση τους σαν τροφή για τον άνθρωπο έχει περιοριστεί στην Ανατολή.

Χρησιμοποιούνται ευρέως σαν τροφή ζώων, λιπάσματα, προσθετικά τροφών και σ' έναν αριθμό βιομηχανικών μεθόδων (επεξεργασία).

Μολονότι τα φύκη απαντώνται σ' όλη τη γη, η καλλιέργειά τους έχει περιοριστεί στην Ανατολή και φτάνει τη φιλοσοφία στην Ιαπωνία και στην Κίνα.

#### **2.2 Ερυθρά άλγη (Ροδοφύκη)**

##### **A. Καλλιέργεια της Porphyra στην Ιαπωνία.**

Τα σημαντικότερα και εμπορικότερα φύκη ανήκουν στην τάξη των Ροδοφυκών, τα ερυθρά φύκη.

Πολλά από τα ερυθρά φύκη τρώγονται από τον άνθρωπο και τα πιο σημαντικά είναι μέλη του γένους Porphyra, γνωστή ως "laver" στις Ευρωπαϊκές και Αμερικάνικες πόλεις και ως "nori" στην Ιαπωνία.

Η καλλιέργεια πογί αναφέρεται ότι άρχισε από τον 17ο αιώνα στον κόλπο του Τόκιο. Η παραδοσιακή μέθοδος καλλιέργειας είναι τώρα απαρχαιωμένη για την Ιαπωνία και σχεδόν έχει εγκαταλειφθεί, αλλά ακόμα εφαρμόζεται στην Κορέα.

Περιλαμβάνει τοποθέτηση πασσάλων από μπαμπού ή βελανιδιά ή άλλου δέντρου, στην αιγιαλίτιδα ζώνη, σε περιοχές που βρίσκονται μακριά από υφάλμυρα νερά, κατά τη διάρκεια του Σεπτεμβρίου - Οκτωβρίου.

Μέσα σε 2 με 4 εβδομάδες τα μονοσπόρια της *Porphyra* τοποθετούνται στους πασσάλους και αναπτύσσονται σε θαλλούς (το μέρος του φυτού που τρώγεται) διαμέτρου περίπου 1cm. Μετά οι πάσσαλοι και τα δεμένα μονοσπόρια μεταφέρονται, προτιμώντας μέρος με μεγάλη συγκέντρωση σε διαλελυμένα θρεπτικά συστατικά (σε δέλτα ποταμών). Εκεί ο θαλλός μεγαλώνει και περιοδικά έχουμε συγκομιδή τραβώντας ή κόβοντάς τον ολοκληρωτικά το χειμώνα.

Στην Ιαπωνία, οι χειροποίητες κατασκευές, συνήθως δίχτυα, έχουν αντικαταστήσει τους πασσάλους για την συλλογή των μονοσπορίων.

Τα δίχτυα φτιάχνονται από νήμα φοίνικα ή συνθετικό σπάγγο 3 - 5mm σε διάμετρο, με 15cm ανοίγματα ματιού και αναρτούνται σε πασσάλους κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε η επίπεδη επιφάνεια του δικτύου να είναι παράλληλη με την επιφάνεια του βυθού. Τέτοια δίχτυα έχουν συνήθως 1,2m πλάτος και 18 με 45m περίπου μήκος.

Στον χώρο των δικτύων "hibi" φτιάχνονται παράλληλοι πάσσαλοι μπαμπού συνδεδεμένοι με σχοινί κατά διαστήματα 10 με 15cm ή δίχτυα που μπορεί να αναρτηθούν κάθετα στην επιφάνεια του νερού.

Οποιαδήποτε συλλεκτική πρακτική κι αν εφαρμόζεται, η συλλογή των μονοσπορίων είναι στην καλύτερη φάση, όταν η θερμοκρασία του νερού κυμαίνεται στους 22 με 23 °C. Επίσης ιδιαίτερα καλή στιγμή είναι μετά από καταιγίδα και η δεύτερη μέχρι τέταρτη μέρα μετά την 1η ή 15η κάθε σεληνιακού μήνα.

Οι θαλλοί επιβιώνουν σε θερμοκρασίες από 3 - 20 °C αλλά ταχύτερη ανάπτυξη έχουμε στους 5 - 10 °C. Τον Απρίλιο, όταν το νερό θερμαίνεται, οι θαλλοί αρχίζουν να πεθαίνουν και μέχρι τον Ιούνιο έχουν συνήθως εξαφανιστεί.

Σε συνδιασμό με τη θερμοκρασία, μια ασθένεια που οφείλεται σε μύκητες, κυρίως τον *Pythium spp.*, μπορεί να είναι μοιραία για τους θαλλούς της *Porphyra*, ιδιαίτερα σε θερμοκρασία άνω των 10 °C. Σε τέτοιες συνθήκες μπορεί να καταστραφεί το 50% ή και περισσότερο της συγκομιδής του ποτί. Οι μύκητες μπορεί να εμποδιστούν με την έκθεση των θαλλών στον αέρα κάποια περίοδο του κύκλου της παλίρροιας. Απ' την άλλη πλευρά, η πολλή έκθεση μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη και να σκληρύνει το θαλλό, κάνοντας τον ακατάλληλο για τροφή. Είναι πλέον ικανοποιητική μια έκθεση του θαλλού στον αέρα κατά προσέγγιση 4 ώρες την ημέρα.

Πολύ σημαντικός παράγοντας είναι ο περιστασιακός κανονισμός του επιπέδου (ύψους) που βρίσκονται τα δίκτυα, ανάλογα των ευνοϊκών ή επικίνδυνων συνθηκών, δηλαδή των αλλαγών λόγω της εποχής και της ανάπτυξης του φύκους. Αποφεύγεται η παραμονή του στην επιφάνεια της θάλασσας, από τη στιγμή που τα νερά στις εκβολές ποταμού γίνονται σχεδόν γλυκά, το οποίο μπορεί να προκαλέσει ζημιά ή και θάνατο στο φύκος. Το επίπεδο του δικτύου καλλιέργειας είναι επίσης σημαντικό για τον έλεγχο ενός πράσινου φύκους που μερικές φορές αναπτύσσεται παράλληλα στα δίκτυα και μόνο σε μια στενή λωρίδα υδάτινης στήλης.

Έτσι οι καλλιεργητικές τεχνικές που περιγράφηκαν εφαρμόζονταν εδώ και πολλούς αιώνες και ήταν μόλις το 1949 που οι καλλιεργητές ή άλλοι ενδιαφερόμενοι έμαθαν από που έρχονταν τα μονοσπόρια της *Porphyra* και τι συμβαίνει μ' αυτά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Εκτοτε η Αγγλίδα βοτανολόγος K. M. Drew ανακάλυψε τα άγνωστα στοιχεία στον κύκλο ζωής του αγγλικού είδους *Porphyra umbilicilis*.

Δεν ξάφνιασε, το ότι την περιγραφή της αυτή ακολούθησε η αναφορά της σε Ιαπωνέζικα είδη, συμπεριλαμβανομένων των 5 ευρέως καλλιεργουμένων ειδών *Porphyra angusta*, *P. kuniedai*, *P. pseudolinealis*, *P. tenera* και *P. yezoensis*.

Από την προηγούμενη περιγραφή των αρχικών μεθόδων καλλιέργειας φαίνεται ότι, η παραγωγή του μεγάλου φυλλωτού θαλλού της *Porphyra* συμβαίνει κατά την περίοδο Νοεμβρίου μέχρι αρχές Απριλίου. Κατά τον Απρίλιο ο θαλλός γίνεται σταδιακά μικρότερος σε μέγεθος και τελικά εξαφανίζεται με το τέλος του Ιουλίου. Στα τέλη του φθινοπώρου, μερικά από τα φυτά αναπτύσσουν καρπογόνια, στη μορφή μικρών

διακρινωμένων κυττάρων του θαλλού, όταν άλλα παράγουν σπερμάτια. Συμβαίνει ένωση των σπερμάτων και του περιεχομένου των καρπογονίων και μετά διαιρούνται με την μορφή 4 καρποσπορίων.

Τα απελευθερωθέντα καρποσπόρια παρασύρονται και καταβυθίζονται στη θάλασσα για να βλαστήσουν όταν εγκατασταθούν πάνω σε όστρακα μαλακίων.

Τα εκβλαστήσαντα σπόρια περνάνε στη λεγόμενη φάση “conchocelis” που περιγράφεται σαν ένα ξεχωριστό είδος φύκους γεννημένο από όστρακο το *Conchocelis rasa*.

Το conchocelis συνεχίζει να μεγαλώνει ως ένας σκούρος κόκκινος οργανισμός πάνω στο όστρακο, κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι. Ελευθερώνει μονοσπόρια νωρίς το χειμώνα τα οποία αφού εγκατασταθούν, μεγαλώνουν με την μορφή θαλλών.

Μερικά είδη της *Porphyra*, συμπεριλαμβανομένων όλων των καλλιεργούμενων ειδών, αναπτύσσουν όργανα αναπαραγωγής με τη βοήθεια των αγενών σπόρων που ελευθερώνονται από τα νεαρά φυτά.

Η πλήρης γνώση του βιολογικού κύκλου της *Porphyra*, και ιδιαίτερα η ανακάλυψη του σταδίου conchocelis έχει οδηγήσει στην εκλέπτυνση των καλλιεργητικών μεθόδων και έχουμε τρομερή ανάπτυξη της βιομηχανίας του ποτί.

Σήμερα γύρω στο 70% της εμπορικής παραγωγής του ποτί στην Ιαπωνία βασίζεται σε τεχνητή παραγωγή μονοσπορίων από διάφορα νομαρχιακά και δημοτικά εργαστήρια.

Τεχνητή αναπαραγωγή (σπόρια) γίνεται με την τοποθέτηση όστρακων στρειδιών ή ελεύθερα ή δεμένα σε σχοινιά, σε τσιμεντένιες δεξαμενές στην ξηρά, νωρίς την άνοιξη και προσθέτοντας τεμαχισμένους θαλλούς.

Τα καρπογόνια και τα σπερμάτια απελευθερώνονται και συγχωνεύονται στη μορφή των καρποσπορίων τα οποία προσκολλούνται στα όστρακα και σκάβουν το υπόστρωμα μέχρι να φτάσουν στο στάδιο conchocelis. Η *Porphyra tenera* είναι η πιο κοινά καλλιεργούμενη με αυτό τον τρόπο αλλά και σε άλλα είδη ή ποικιλία ειδών μπορεί να

χρησιμοποιηθεί ο τρόπος αυτός. Τα φυτά που βρίσκονται στο στάδιο conchocelis καλλιεργούνται μετά μέσα στις δεξαμενές μέχρι το φθινόπωρο.

Στην ανάπτυξη αυτού του σταδίου ο πιο σημαντικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία του νερού, η οποία πρέπει να διατηρείται πάνω από τους 25 °C για ν' αποφευχθεί πρόωρη απελευθέρωση των μονοσπορίων. Η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία είναι 29 °C. Σε πολλές περιπτώσεις, χρειάζεται τεχνητή θέρμανση και ψύξη του νερού στις δεξαμενές καλλιέργειας.

Ο φωτισμός παραμένει έντονος, όχι όμως τόσο δυνατός όσο προσφέρει η κάθετη ηλιακή ακτινοβολία, μέχρι τα φυτά ν' αποκτήσουν ορατό μέγεθος. Μετά απ' αυτό ελατώνεται στα 500lux περίπου.

Η αλατότητα επίσης ποικίλει ανάλογα με την ηλικία του φυτού. Στην αρχή και στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου διατηρείται στο 30 με 31%. αλλά τον υπόλοιπο καιρό αποφεύγονται οι ασθένειες με μια αλατότητα 20%. ή ακόμα και λιγότερο.

Ο χώρος που απαιτείται για την καλλιέργεια της φάσης conchocelis είναι μια δεξαμενή 2,4m x 1,8m x 0,9m βάθους. Αυτή θα περιλάβει 250 σειρές σπάγγων από 10 όστρακα στρειδιών ή αρκετές ώστε να τροφοδοτήσουν 125 από τα μικρά δίχτυα συλλογής των 18m.

Η συλλογή των μονοσπορίων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα στην θάλασσα τοποθετώντας conchocelis (γονιμοποιημένα όστρακα) κάτω από τα δίχτυα συλλογής. Εντούτοις, συχνά τα μονοσπόρια, προσκολλώνται στα δίχτυα μέσα στο εργαστήριο.

Το φθινόπωρο όταν η θερμοκρασία της θάλασσας είναι αρκετά χαμηλή έτσι ώστε να επιτρέψει την αρχή της καλλιέργειας πογί, το νερό στις δεξαμενές καλλιέργειας επιτρέπεται να πέσει από 23 °C και τότε τα μονοσπόρια ελευθερώνονται. Η ελευθέρωση αυτή μπορεί να επιταχυνθεί με την απότομη μείωση της θερμοκρασίας του νερού σε 17 °C με 20 °C. Η απόδοση επίσης των μονοσπορίων μπορεί ν' αυξηθεί σημαντικά μειώνοντας την ημερήσια φωτοπερίοδο σε 8 με 10 ώρες.

Στην αρχή της σαιζόν καλλιέργειας πογί, οι καλλιεργητές φέρνουν τα δικά τους δίχτυα στο εργαστήριο όπου τους επιτρέπεται να τα βυθίσουν μέσα στις δεξαμενές για

λίγα λεπτά έως και πολλές ώρες. Ο χρόνος της βύθισης αυτής εξαρτάται από τον τύπο των συλλεκτικών συσκευών που χρησιμοποιούνται. Οι 4 τύποι συλλεκτικών συσκευών που χρησιμοποιούνται φαίνονται στην εικ. 2.

Όλες έχουν σα σκοπό να κρατούν τα δίκτυα και τα μονοσπόρια σε κίνηση για να εξασφαλίσουμε την μεγαλύτερη δυνατή επαφή τους.

Η ανάπτυξη των τεχνητών μεθόδων παραγωγής μονοσπορίων έχει εξαλείψει την αβεβαιότητα της απόκτησης ισάριθμων φυσικών σπόρων, οι οποίοι εξαρτώνται από μια ποικιλία μη ελεγχόμενων και σε μεγάλο βαθμό άγνωστων παραγόντων του περιβάλλοντος. Αυτή η ανάπτυξη επίσης εγγυάται ένα μεγάλο αριθμό υγιών σπόρων ομοιόμορφα καλλιεργούμενων στα δίκτυα.

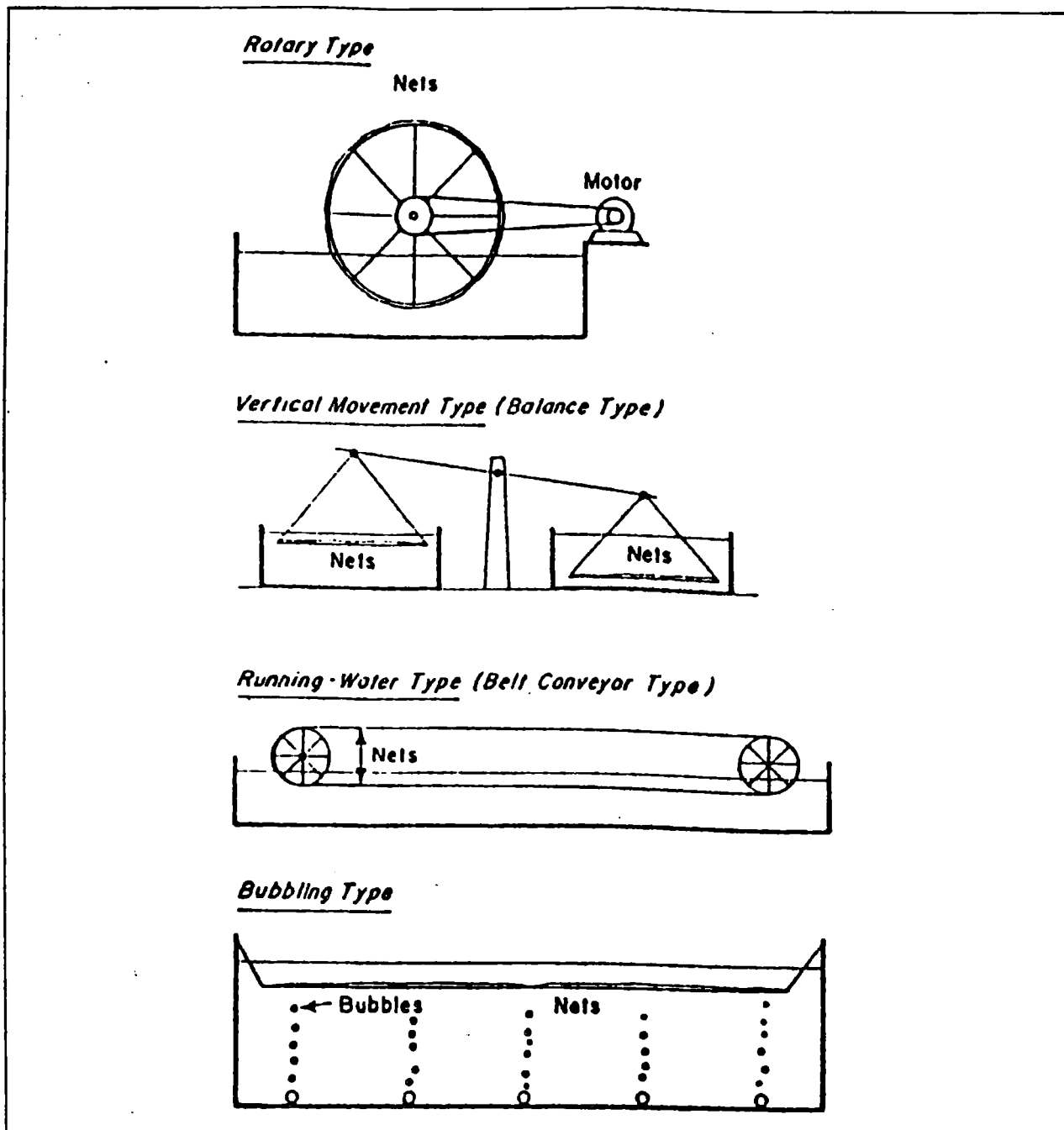
Τελικά αυτό εξυπηρετεί και μια άλλη σπουδαία λειτουργία. Για άγνωστους λόγους τα μονοσπόρια, ελευθερώνονται φυσικά σε χαμηλότερη θερμοκρασία απ' ό τι μέσα στις δεξαμενές καλλιέργειας. Η φυσική αυτή ωροηξία συναντιέται σε πολλές από τις Νότιες περιοχές της Ιαπωνίας, στα μέσα του Οκτωβρίου, επιτρέποντας την πρώτη σοδειά πογί τον Ιανουάριο. Η θερμοκρασία σ' αυτά τα νερά είναι συνήθως αρκετά χαμηλή στις αρχές Σεπτεμβρίου ώστε επιτρέπει την ανάπτυξη των φυκιών.

Η τεχνητή ωροηξία των μονοσπορίων μπορεί να επιτευχθεί στις αρχές Σεπτεμβρίου ή και νωρίτερα, μέσω του ελέγχου της θερμοκρασίας του νερού και της φωτοπεριόδου και κατά συνέπεια επιτρέπει την πρώτη σοδειά στις αρχές Νοεμβρίου και αναμφισβήτητα έτσι είναι μεγαλύτερη η απόδοση.

Ακόμα, άλλη μια τεχνητή μέθοδος πλεονεκτεί έναντι της φυσικής αναπαραγωγής της *Pogryga*. Πραγματοποιείται στη θάλασσα με την τοποθέτηση ενός δεύτερου δικτύου πάνω από το κύριο συλλεκτικό δίκτυ με σκοπό να συλλέξει τους αγενείς σπόρους που αναδύονται από τους θαλλούς.

Η προώθηση του ανεπτυγμένου πογί στην αγορά, γίνεται όπως και στις παλιές συνθήκες καλλιέργειας. Η εξέλιξη της τεχνητής σποράς επέτρεψε μια σημαντική πρόοδο σ' αυτήν την φάση της καλλιέργειας. Κανονικά, η καλλιεργημένη *Pogryga* γίνεται 10 - 15cm μακριά, σε μια παλιρροιακή φάση περίπου 15 ημερών, κατά τη διάρκεια της οποίας

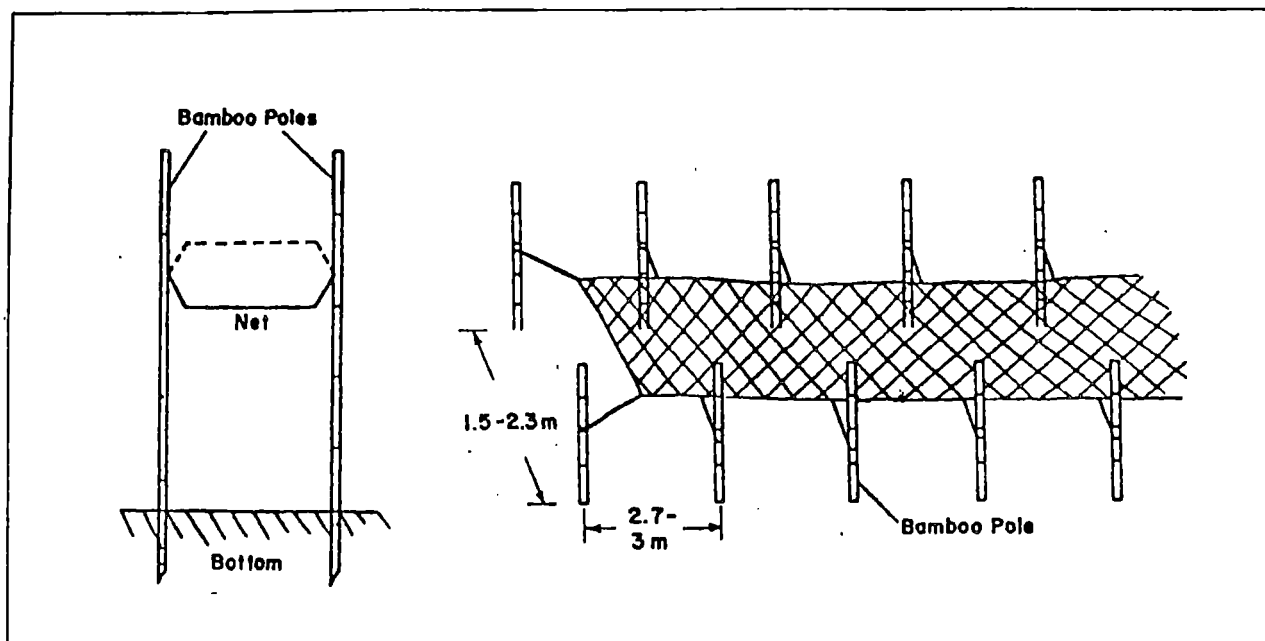




Εικόνα 3. Τύποι συλλεκτικών συσκευών για σπόρους της Porphyra.

πρέπει να γίνει η συγκομιδή, αλλιώς τα μακριά φύλλα ξεριζώνονται από τα κύματα. Τα φυτά σε ένα μόνο δίχτυ μπορούν κατά αυτό τον τρόπο, να “δώσουν καρπούς” τρεις ή τέσσερις φορές, ύστερα από τις οποίες το δίχτυ πρέπει ν’ αντικατασταθεί. Τυπικά η αντικατάσταση δεν είναι πάντα δυνατή, κυρίως αργά στην περίοδο ανάπτυξης του φυκιού. Τώρα ωστόσο, μετά την συλλογή των σπόρων ολόκληρα τα δίχτυα πρέπει να

παγώσουν (να ψυχθούν) σε  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  με  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  βαθμούς. Οι σπόροι σε τέτοια θερμοκρασία παραμένουν ικανοί να βλαστήσουν (βιώσιμοι), για πολλούς μήνες.

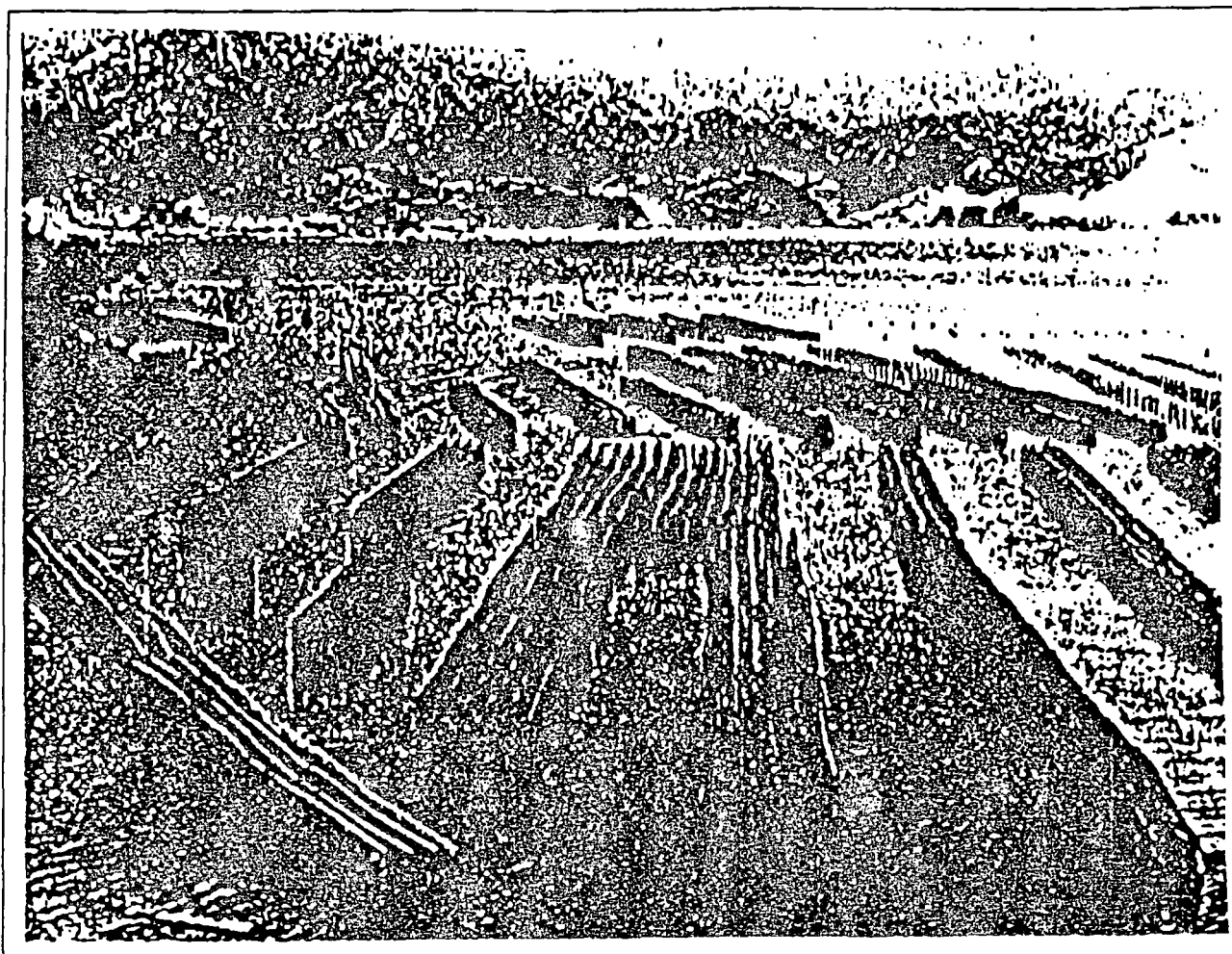


Εικόνα 4. Σχεδιά που χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη της *Porphyra* στην Ιαπωνία.

Μετά την συγκομιδή τα πογι πλένονται σε καθαρό νερό και κόβονται σε μικρά κομμάτια (10 με 15mm). Περίπου 4 κιλά από αυτά τα κομμάτια μπαίνουν σε κάθε βαρέλι 100 λίτρων, γεμάτο καθαρό νερό και ανακατεύονται. Μετά το ανακάτεμα, διανέμονται μέσα σε ένα ξύλινο πλαίσιο 17 με 21cm κάθε πλευρά που ακουμπά σε μία ψάθα καμωμένη από κορμό μπαμπού. Κατά αυτόν τον τρόπο τα φύλλα του υλικού σχηματίζονται, τα οποία ζυγίζουν περίπου 2,5 με 3,0gr το καθένα, στεγνώνουν στον ήλιο, αποκολλούνται από την ψάθα και πωλούνται στην αγορά σαν "hoshinori". Συχνά όλη η δοκιμασία της αλλαγής, του σχηματισμού των φύλλων και του στεγνώματος γίνεται μηχανικά, είτε εμπορικά ή στη βάση του κόστους από νομαρχιακούς ή δημοτικούς οργανισμούς.

Ένα δίχτυ για καλλιέργεια 18 μέτρων παράγει 1.000 με 3.000 (κατά μέσο όρο 2.500) φύλλα, ή 35 με 105kg από hoshinori ετησίως. Εάν υποθεθεί ότι το 1/4 μιάς περιοχής εντατικής καλλιέργειας είναι καλυμμένο από δίχτυα ανάπτυξης τότε αυτό ανέρχεται

σε 100 δίκτυα/ha, που παράγουν ένα σύνολο από 750 κιλά κατά τη διάρκεια των 6 ή 8 μηνών της περιόδου ανάπτυξης.



*Εικόνα 5. Η καλλιέργεια της Porphyr (Nori) σε λιμνοθάλασσα της Ιαπωνίας*

Μέχρι το 1960 η ετήσια παραγωγή των νορί για όλη την Ιαπωνία ήταν σχετικά σταθερή σε 120.000 μετρικούς τόνους (4.000.000.000 φύλλα/χρόνο), με εξαίρεση το 1963, όταν ασυνήθιστα υψηλές θερμοκρασίες και αρρώστιες μείωσαν την παραγωγή στο μισό περίπου. Πριν από το 1960, η ετήσια παραγωγή ήταν ακανόνιστη, αλλά κατά μέσο όρο είχε περίπου την μισή αξία από ότι τώρα, παρότι η διαφορά συνίσταται στην εισαγωγή και ταχύτατη υιοθέτηση της τεχνητής μεθόδου συλλογής των σπόρων.

Τα νορί αποφέρουν μια αρκετά υψηλή τιμή, ενώ η κύρια επένδυση είναι μικρή και από την στιγμή που τα δίκτυα τοποθετηθούν στη θέση τους, η ενασχόληση του εργάτη

είναι σχετικά ελαφριά. Συγκεκριμένα οι 70.000 περίπου παραγωγοί νογί βρίσκουν την καλλιέργεια πολύ επικερδή.

Ένα άλλο θέμα είναι το πόσο πολύ τα νογί συμβάλλουν στη διατροφή των Γιαπωνέζων. Τα hoshinogí τρώγονται κυρίως σε μικρές ποσότητες ή χρησιμοποιούνται σαν καρύκευμα. Έχει υπολογιστεί ότι η συνολική κατ' άτομο κατανάλωση στην Ιαπωνία είναι μόνο 50 γραμμάρια το χρόνο. Είναι ωστόσο υψηλής θρεπτικής αξίας και χωνευτικά. Από το συνολικό στεγνό βάρος των νογί το 30 με 50% περιλαμβάνει πρωτεΐνες, οι οποίες το κάνουν ανώτερο από το ρύζι και εφάμιλλο με το βοδινό κρέας από αυτή την άποψη. Επίσης είναι μια καλή πηγή για πολλές βιταμίνες. (Πίνακας 1).

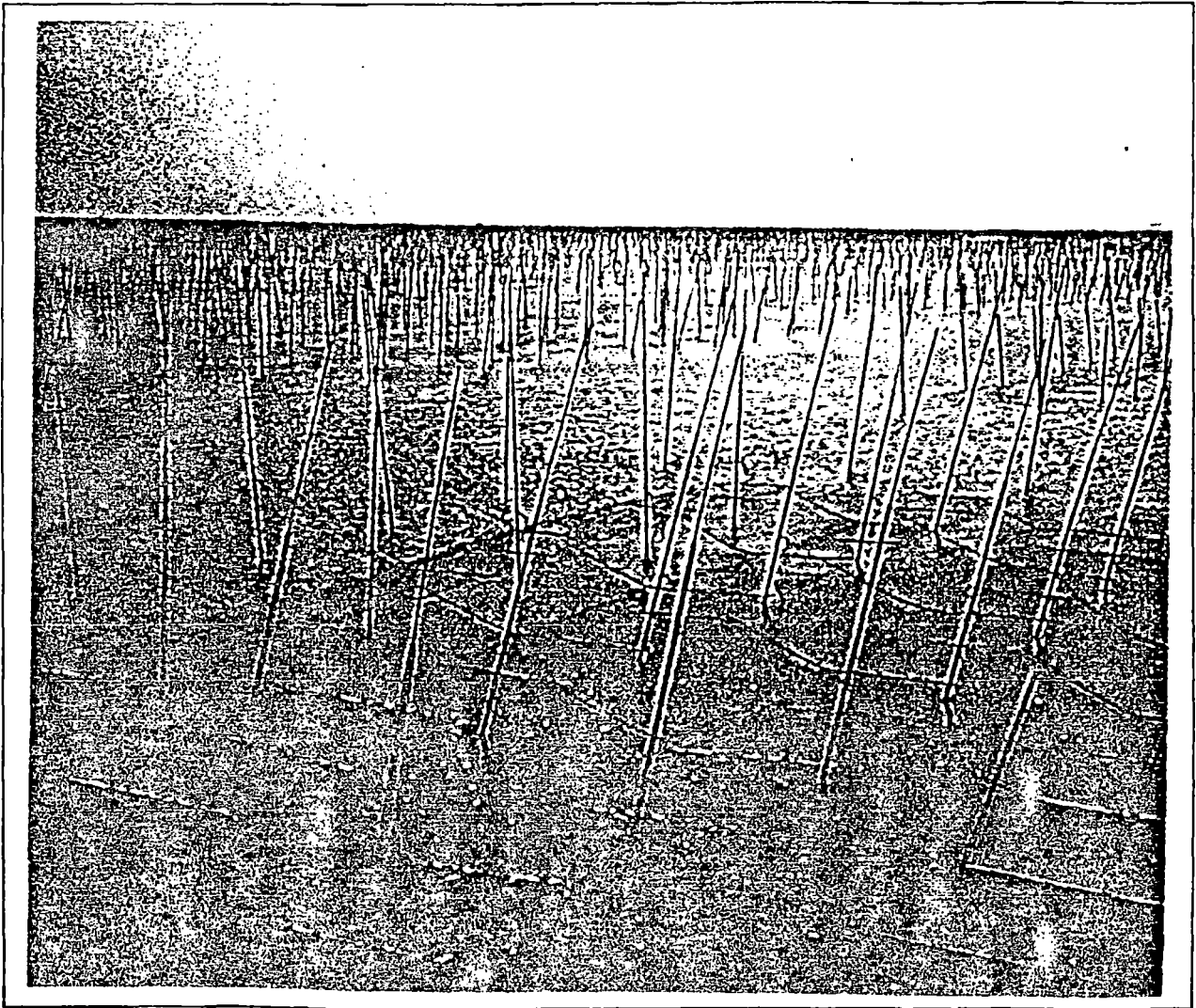
Νερό	Πρωτεΐνες	Λιπαρά	Υδατάνθρακες	Τέφρα
11,4gr	35,6gr	0,7gr	44,3gr	8,0gr
προ-Βιταμίνη Α	Βιταμίνη Β1	Βιταμίνη Β2	Νιασίνη	Βιταμίνη C
44.500 U.I	0,25mgr	1,24mgr	10,0mgr	20mgr

Πίνακας 1: Θρεπτικά συστατικά των νογί (περιεκτικότητα /100gr) μιας τροφής που προέρχεται από το κόκκινο φύκι *Porphyra* στην Ιαπωνία.

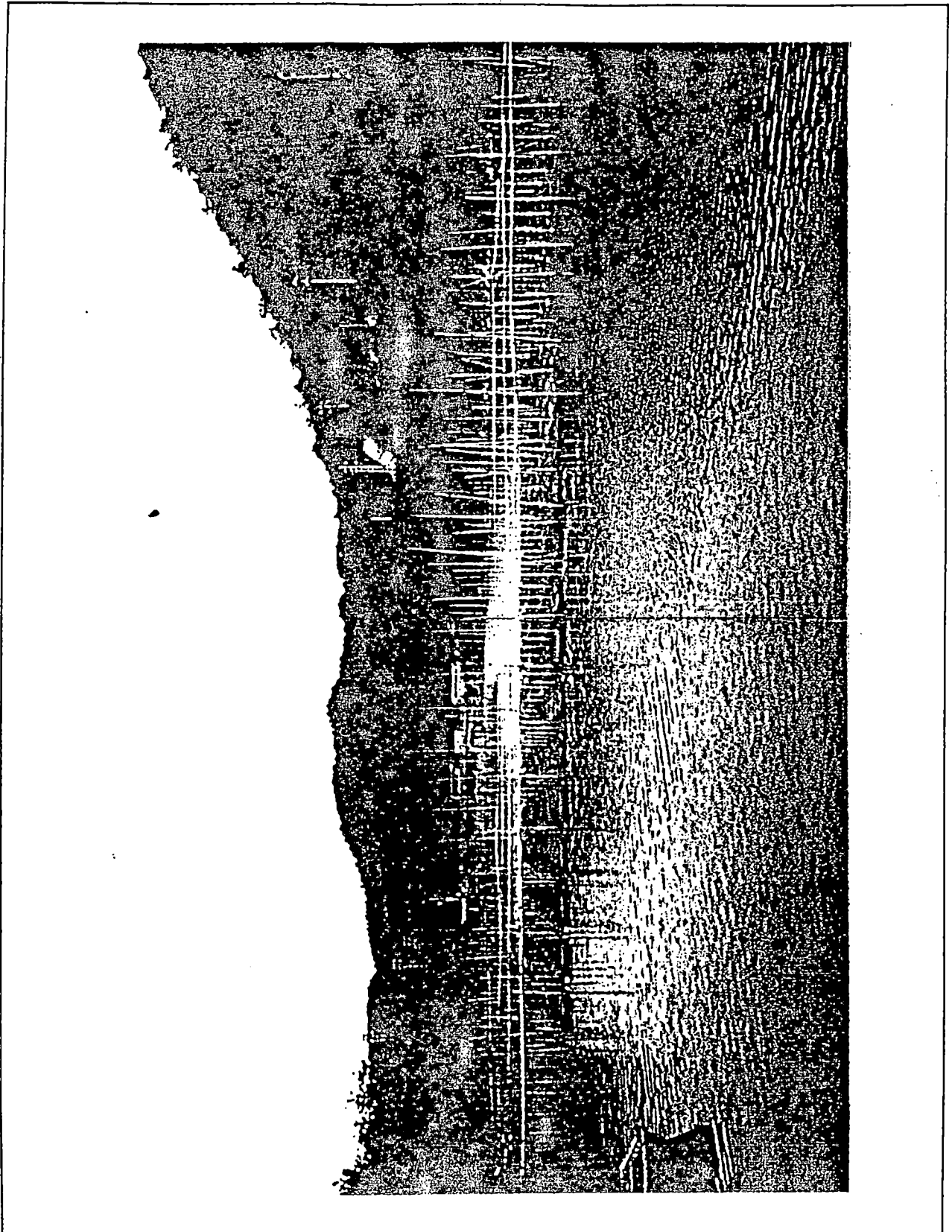
Τα αποθέματα των νογί στην Ιαπωνία σπάνια καλύπτουν τη ζήτηση. Ανεξάρτητα από τον παράγοντα ζήτηση και την σχετική ευκολία με την οποία η *Porphyra* μπορεί να καλλιεργηθεί, η επέκταση της καλλιέργειας δε φαίνεται πιθανή. Ο κύριος λόγος είναι πως οι περισσότερες περιοχές με ρηχό νερό, που είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη των νογί, είναι ήδη κάτω από εκμετάλλευση. Επιπλέον, επειδή δυστυχώς η Ιαπωνία αναπτύσσεται και εκβιομηχανίζεται, πολλές από αυτές τις περιοχές μολύνονται ιδιαίτερα. Από την στιγμή λοιπόν που δεν φαίνεται πιθανό πως η απόδοση για κάθε εκτάριο μπορεί να αυξηθεί, η μόνη προοπτική είναι μια αργή μείωση της βιομηχανίας, εκτός αν ακολουθηθούν συγκεκριμένα μέτρα που θα σταματήσουν την παράκτια μόλυνση. Μια πιθανή εναλλακτική λύση θα ήταν η πλήρως ελεγχόμενη τεχνητά καλλιέργεια σε δεξαμενές ή υδροστάσια κατασκευασμένα στη ξηρά.

Εξω από την Ιαπωνία, η Ρορρυγα καλλιεργείται μόνο στην Κορέα, αλλά οι Κινέζοι και Ταιβανέζοι καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες και τα αποθέματα είναι μικρά σ' όλη την Ανατολική Ασία.

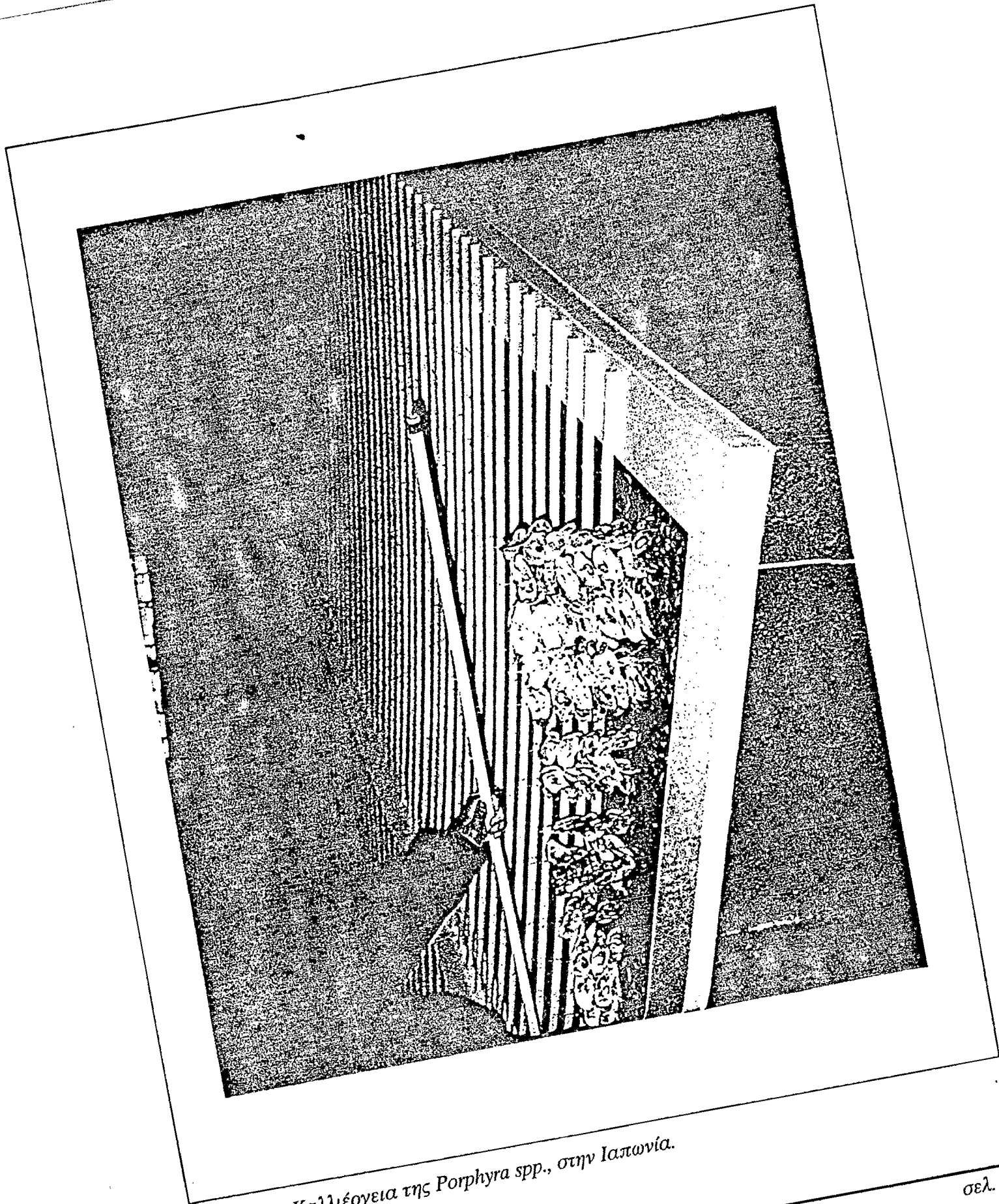
Ανάλογα οι Ιάπωνες ενδιαφερόμενοι εξερευνούν τις ακτές της Νεας Ζηλανδίας και της Νότιας Αμερικής για φυσικό πληθυσμό από Ρορρυγα, την στιγμή που οι Ταιβανέζοι παρόμοια προσεγγίζουν την Καλιφόρνια. Εάν βρεθούν κατάλληλες περιοχές, το πρώτο βήμα για την εκμετάλλευση πιθανώς θα είναι η καλλιέργεια των άγριων αποθεμάτων αλλά τελικά η αξιοποίηση των περιοχών αυτών με σύγχρονες μεθόδους παραγωγής μπορεί ν' αναπτυχθεί.



Εικόνα 6. Καλλιέργεια της *Rorryga spp.*, στην Ιαπωνία.

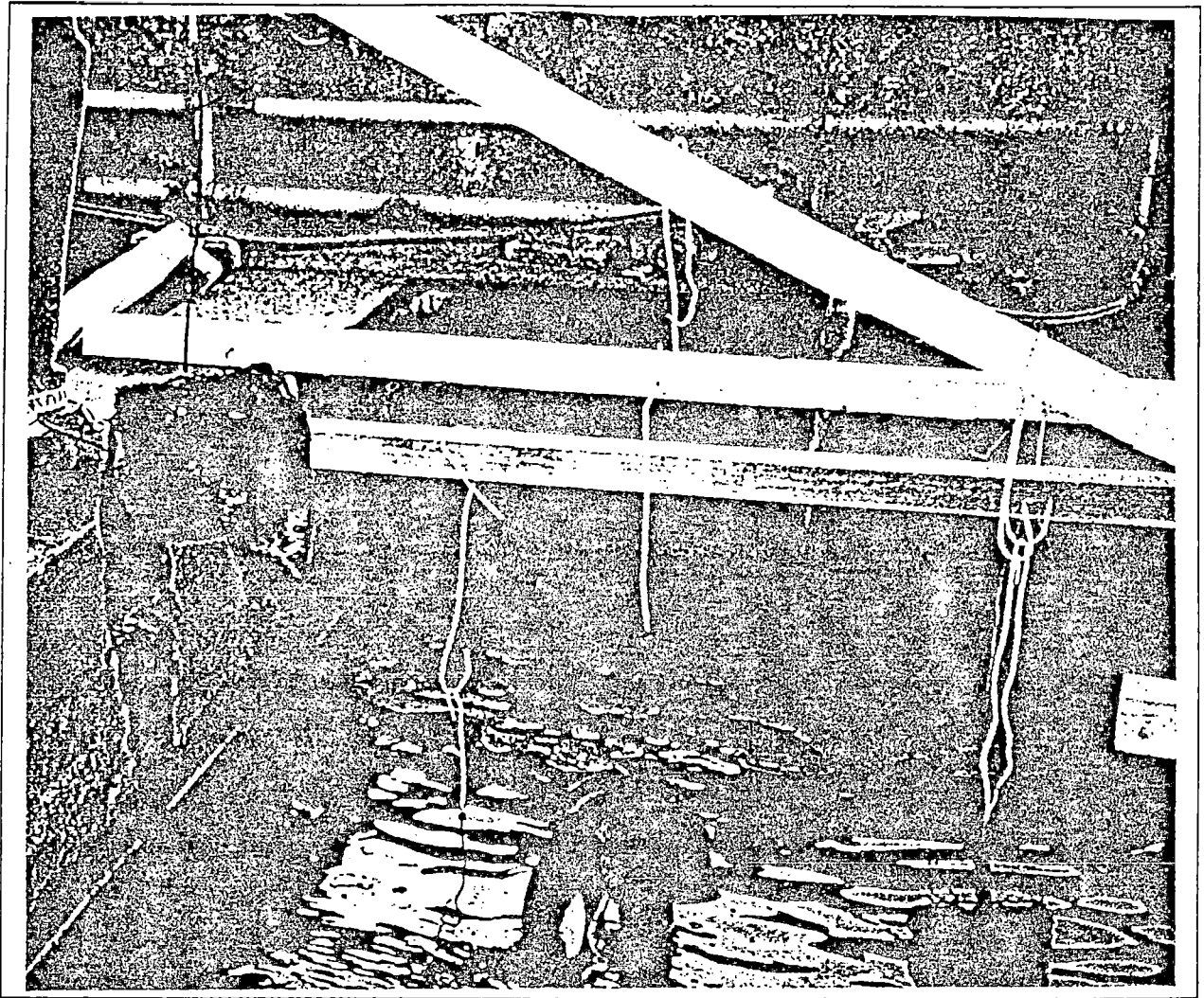


Εικόνα 7. Καλλιέργεια της *Porphyr* spp., στην Ιαπωνία.



Εικόνα 8. Καλλιέργεια της *Porphyrta spp.*, στην Ιαπωνία.





Εικόνα 9. Καλλιέργεια της *Porphyra* spp., στην Ιαπωνία.



## **B. Καλλιέργεια άλλων ερυθρών αλγών στην Ιαπωνία.**

Ενας αριθμός από άλλα κόκκινα φύκια καλλιεργούνται στην Ιαπωνία, παρόλο που δεν πλησιάζουν την εκλεπτυσμένη καλλιέργεια των πογι. Το πιο σημαντικό φαγώσιμο φύκι που καλλιεργείται είναι το Funogi (*Gloiopeltis*), το οποίο επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή κόλλας. Η παραγωγή του Funogi έχει αυξηθεί από την εύκολη τοποθέτηση ογκολίθων ή μεγάλων κομματιών από μπετόν στη θάλασσα που εξασφαλίζουν ένα υπόστρωμα για αποικισμό σε κατά τα άλλα πρόσφορες περιοχές.

### **2.3 Πράσινα άλγη (Χλωροφύκη)**

Τα μόνα πράσινα φύκια που κοινώς χρησιμοποιούνται απ' τον άνθρωπο σαν τροφή, είναι τα *Enteromorpha* και τα *Monostroma* (αοπογι). Καμιά φορά υποβοηθούνται και τα δύο να μεγαλώσουν μαζί με την *Porphyra*. Το *Monostroma* κατέχει την υψηλότερη τιμή από κάθε άλλο φύκι στην Ιαπωνία. Εκτός από το να μεγαλώνει σαν υποπροϊόν της καλλιέργειας της *Porphyra*, το *Monostroma* κάποιες φορές είναι το αντικείμενο μίας μόνο καλλιέργειας. Πληροφορίες για την μέθοδο καλλιέργειας δεν είναι διαθέσιμες είναι όμως παρόμοια με την καλλιέργεια της *Porphyra*, στην οποία η σοδιά μεγαλώνει σε δίχτυα τοποθετημένα σε οριζόντια επίπεδα στην ενδοπαλιρροιακή ζώνη κοντά στις εκβολές ποταμών. Περίπου 3 σοδιές μαζεύονται από το δίχτυ πριν αυτό αντικατασταθεί (Πιν. 2).

Σοδειά	Μέρες μέχρι την παραγωγή	Νωπό βάρος παραγωγής (Kgr)
1	100	10
2	45	10
3	30	6

Πίνακας 2: Παραγωγή του πράσινου φυκιού *Monostroma* από ένα δίχτυ 36m x 1,5m σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα.

Πρὶν κονιοροτοποιηθεῖ, τὸ ασορι γίνεται σε φύλλα ὅπως τὸ hoshinori. Μεταξὺ τοῦ 1955 καὶ τοῦ 1960 κατὰ μέσο ὄρο 254.701.000 φύλλα ἀπὸ ασορι παράγονται κάθε χρόνο στὴν Ἰαπωνία, σε σύγκριση με πάνω ἀπὸ 2 δισεκατομμύρια φύλλα hoshinori.

## 2.4 Καφέ ἀλγη (Φαιοφύκη)

Αρκετὰ καφέ φύκια (τάξης Phaeophyceae), κυρίως τὰ μεγάλα εἶδη, γενικά γνωστὰ σαν “kelp”, εἶναι χρήσιμα στὸν ἄνθρωπο κατὰ τὸν ἴδιο τρόπο, ὅπως τὰ κόκκινα φύκια, καὶ ορισμένα ἀπὸ αὐτὰ καλλιεργοῦνται. Στὴν Ἰαπωνία βέβαια, τὰ πιο βασικά εἶναι τὸ wakame (*Undaria pinnatifida*) καὶ τὸ konbu (*Laminaria spp.*). Απὸ τὰ δύο, τὸ wakame, καλλιεργεῖται εκτενέστερα, ἔχοντας περάσει με ἐπιτυχία μιὰ ἐπανάσταση σὲ καλλιεργητικὲς μεθόδους περίπου τὴν ἴδια ἐποχὴ με τὴν Porphyra.

### A. Καλλιέργεια τῆς *Undaria*

Αντίθετα με τὴν Porphyra, ἡ *Undaria pinnatifida* εἶναι φύκι που βλασταίνει στὸ παγωμένο νερό, τὸ ὁποῖο φυσικά ἀπαντάται στὴ βόρεια Ἰαπωνία. Μέχρι τὰ τέλη τοῦ 1950 οἱ μέθοδοι τῆς καλλιέργειας τοῦ wakame ἦταν πολὺ πρωτόγονες καὶ στηρίζονταν πιο πολὺ στὴν ἀγκυροβόληση πλαστικῶν ἐξέδρων σε κατάλληλα βάθη, γιὰ νὰ προσκολληθοῦν τὰ νεαρά φυτὰ. Περίπου στὰ 1965, ὠστόσο ἡ μέθοδος τῆς παραγωγῆς τεχνητῶν σπόρων, ἐφαρμόστηκε στὴν Onagawa, στὴν περιοχὴ Sendai τῆς βόρειας Honshu. Ἡ μέθοδος μεταδόθηκε γρήγορα σε ὅλες τὲς περιοχὲς τῆς Ἰαπωνίας κατάλληλες γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τῆς *Undaria* καὶ σήμερα ἡ πλειοψηφία τῶν wakame που πωλοῦνται προέρχονται ἀπὸ καλλιεργημένα φυτὰ.

Ἡ ἱστορία τῆς ἐξέλιξης τῆς *U. pinnatifida* ὅπως καὶ τῶν ἄλλων καφέ φυκιῶν, εἶναι αρκετὰ περίπλοκη καὶ περιλαμβάνει μιὰ ἐναλλαγὴ μεταξὺ ἀγενῶν καὶ ἐγγενῶν πολλαπλασιαζόμενων εἰδῶν. Τὰ ἀγενή εἶδη ἢ σποριόφυτα, εἶναι ἓνα ἐμφανὲς μακροσκοπικὸ φυτὸ τοῦ ὁποῖου τὰ σύνθετα φύλλα τοῦ κύριου θαλλοῦ, ἢ κορμοῦ, χρησιμοποιοῦνται σαν τροφή. Ὁ τύπος τοῦ σποριόφυτου ἀναπτύσσεται κατὰ τὴ διάρκεια τοῦ χειμῶνα, ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶναι ἀνάμεσα σὲ 10 με 15 °C.

Στη βάση του σποριόφυτου είναι μια περιοχή από εξειδικευμένους ιστούς, γνωστούς σαν “sporophyll”. Κατά τη διάρκεια των μηνών του χειμώνα σ’ αυτή την περιοχή αναπτύσσονται τα αγενή ζωοσπόρια που απελευθερώνονται την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι, όταν η θερμοκρασία του νερού ανεβαίνει πάνω 14 °C. Υστερα από μια σύντομη ζωή σαν πλαγκτόν τα ζωοσπόρια εγκαθίστανται και προσκολλούνται σε μια στέρεη επιφάνεια (πέτρες, όστρακα κ.λ.π) και εκεί βλασταίνουν για να δημιουργήσουν το μικροσκοπικό εγγενές φυτό, το γαμετόφυτο. Η βλάστηση του ζωοσπορίου και η ανάπτυξη του γαμετόφυτου γίνονται ανάμεσα σε θερμοκρασία 15 με 20 °C.

Τα γαμετόφυτα αναπτύσσουν αρσενικά και θηλυκά αναπαραγωγικά όργανα κατά τη διάρκεια των μηνών του καλοκαιριού, και τον Σεπτέμβριο το σπέρμα διασκορπίζεται και γονιμοποιεί τα αυγά μέσα στο θηλυκό αναπαραγωγικό όργανο ή ωογόνο. Τα γονιμοποιημένα αυγά τότε αναπτύσσονται σε νεαρά σποριόφυτα με τα ίδια χαρακτηριστικά της προσκόλλησης όπως τα γαμετόφυτα.

Τα όρια αντοχής σε θερμοκρασία και αλατότητα διαφέρουν σ’ αυτά τα στάδια του βιολογικού κύκλου και γι’ αυτό είναι δύσκολο να γενικεύσουμε τις παρατηρήσεις. Για όλο τον κύκλο ζωής μια θερμοκρασία που κυμαίνεται ανάμεσα σε 10 και 20 °C είναι κατάλληλη, παρόλο που τόσο υψηλότερες όσο και χαμηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να είναι ανεκτές σε συγκεκριμένα στάδια. Η ανεκτικότητα της *Undaria* στην περιεκτικότητα της θάλασσας σε αλάτι είναι μάλλον περιορισμένη, ενώ ούτε τα γαμετόφυτα ούτε τα σποριόφυτα αναπτύσσονται όταν η περιεκτικότητα σε αλάτι είναι κάτω από 27%, ενώ η καλύτερη ανάπτυξη επιτυγχάνεται σε 30 - 33%. Γι’ αυτό τα φύκια περιορίζονται από τις εκβολές και άλλες περιοχές με υφάλμυρα νερά και τυπικά αναπτύσσονται στην ανοιχτή θάλασσα.

Στην καλλιέργεια, τα ώριμα σποριόφυτα, μεταφέρονται στο εργαστήριο και τοποθετούνται σε δεξαμενές από μπετόν ή πλαστικό. Μέσα σ’ αυτές τις δεξαμενές τοποθετούνται ορθογώνια πλαστικά, ξύλινα, ή μεταλλικά πλαίσια περίπου 1m x 0,3m στο μέγεθος, γύρω από τα οποία είναι τυλιγμένο 90cm περίπου πλεγμένο βαμβακερό σκοινί διαμέτρου 1,6mm. Οι δεξαμενές κρατούνται σε μια δροσερή σκιερή περιοχή και δε χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή.

Τα ζωοσπόρια ελευθερώνονται από τα φυτά και προσκολλώνται στο σκοινί προς το τέλος του καλοκαιριού, ενώ τα γαμετόφυτα και τελικά τα νέα σποριόφυτα αναπτύσσονται στο σκοινί κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και νωρίς το φθινόπωρο. Αυτή η διαδικασία μπορεί να λάβει χώρα από το κεντρικό μέχρι το νότιο τμήμα της Ιαπωνίας, όπου η θερμοκρασία του νερού τους καλοκαιρινούς μήνες ξεπερνά τους 25 °C και επιτρέπει τη φυσική κατανομή των φυκιών. Όλα αυτά τα οποία χρειάζονται είναι μια ψυχρή, σκιερή περιοχή για να κρατήσει τα γαμετόφυτα σε ή κάτω από 23 °C κατά τη διάρκεια του θερμότερων ημερών του καλοκαιριού.

Το φθινόπωρο, όταν η θερμοκρασία πέφτει κάτω από 20 °C στην θάλασσα, τα σκοινένια πλαίσια μετακινούνται από τις δεξαμενές και το σκοινί πάνω στο οποίο είναι προσκολλημένα τα νεαρά φύκια κόβεται σε μικρά κομμάτια τα οποία τοποθετούνται στη θάλασσα. Αυτό γίνεται με μια ποικιλία τρόπων, είτε από σχεδίες μπαμπού ή με το σύστημα long-line. Σε κάθε περίπτωση, θηλειές 6 - 12mm από πσσαρισμένο σκοινί ρυζιού, ελευθερώνονται από τις σχεδίες μπαμπού ή το σύστημα long-line.

Έτσι στο σύστημα long-line δένονται και ποντίζονται σχοινιά μήκους 5 - 7,5cm στα οποία είναι προσκολλημένα νεαρά σποριόφυτα, κατά διαστήματα 15cm περίπου. Το μήκος του σχοινιού που χρησιμοποιείται εξαρτάται από την πυκνότητα των σποριοφύτων και προσπάθεια γίνεται να περιλαμβάνονται περίπου 10 φυτά *Undaria* σε κάθε κομμάτι σκοινιού.

Τα φύκια αναπτύσσονται γρήγορα κάτω από αυτές τις συνθήκες, ενώ τα νεαρά σποριόφυτα κάνουν την εμφάνισή τους τον Σεπτέμβριο και είναι έτοιμα για συγκομιδή στα μέσα του χειμώνα. Η συγκομιδή επιτυγχάνεται είτε κόβοντας κομμάτια από το φυτό ή αποσπώντας (ξεριζώνοντάς) το ολόκληρο, πράγμα το οποίο εξαρτάται από τον ρυθμό ανάπτυξης, τα συνολικά αποθέματα και την τιμή του στην αγορά.

Η καλλιέργεια της *Undaria* μπορεί να γίνει σε κάθε βάθος κάτω από τα 6m σε άμεση εξάρτηση βέβαια με την καθαρότητα του νερού. Από την στιγμή λοιπόν, που απαιτείται σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα και χαμηλές θερμοκρασίες, οι πιο κατάλληλες τοποθεσίες είναι οι ανοιχτές θαλάσσιες περιοχές. Όπως ακριβώς στην

καλλιέργεια των στρειδιών, το σύστημα long-line είναι ικανό να αντιστέκεται σε σχετικά δύσκολες συνθήκες όπως οι άνεμοι, τα κύματα και τα ρεύματα.

Στην καλλιέργεια της Undaria υπάρχει πρόβλημα με μια επιδημία, η οποία μπορεί να προκαλέσει αποσύνδεση των φύλλων και αυτό να έχει σαν αποτέλεσμα μια σοβαρή μείωση της σοδειάς. Αυτή τη στιγμή η αιτία και η φύση της ασθένειας δεν είναι γνωστή. Διάφοροι οργανισμοί, κυρίως πεταλίδες, προσκολλώνται πάνω στα φύκια και δημιουργούν κάποια προβλήματα, τα οποία όμως δεν έχουν σαν αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες.

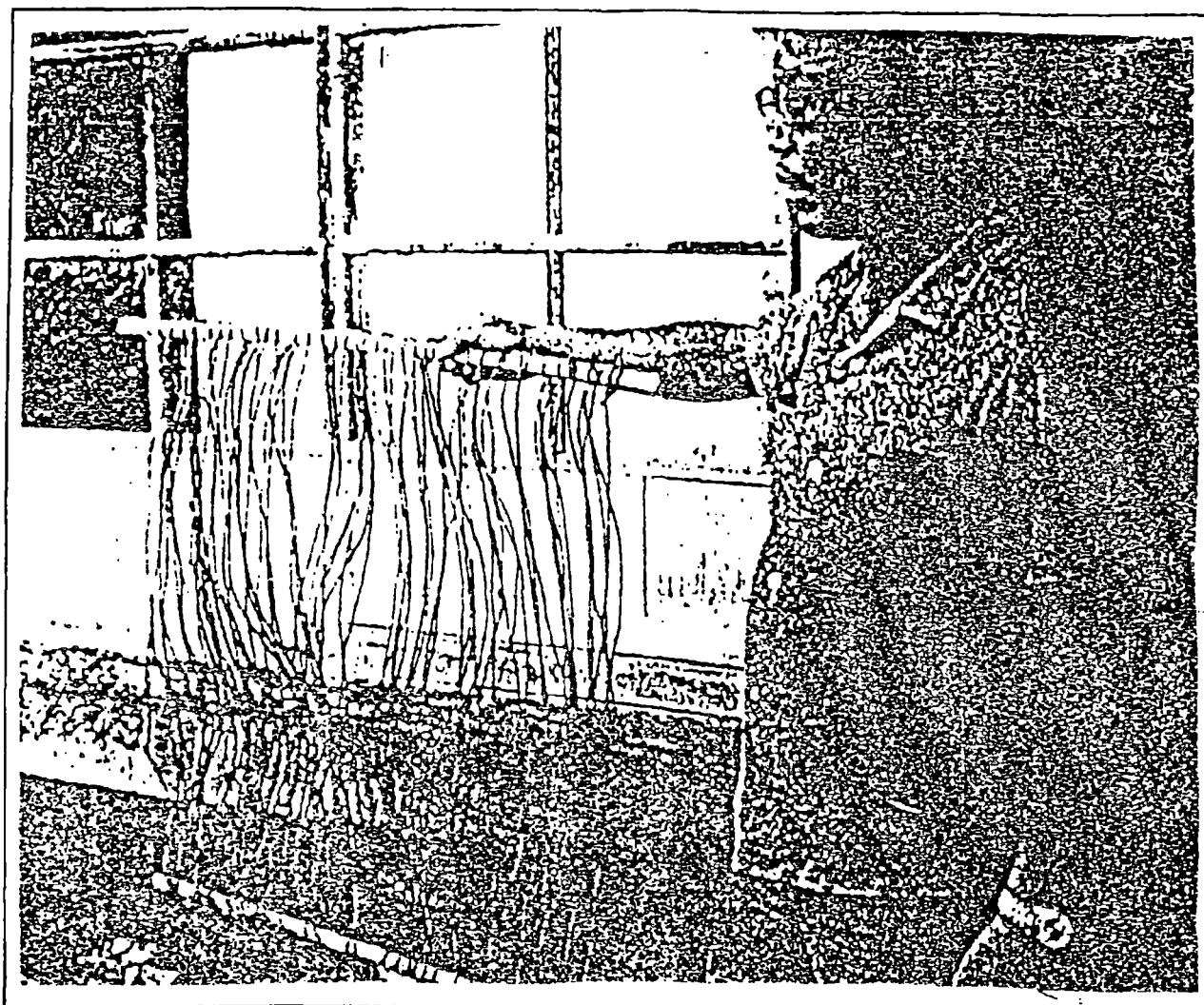
Η τεχνητή συλλογή των σπόρων της Undaria γίνεται τόσο από καλλιεργητές, για δική τους χρήση, όσο και σαν ενέργεια από δημοτικά και νομαρχιακά εργαστήρια.

Μια μικρή και πολύ απλή κατασκευή ανήκει σε έναν ψαρά στο Nagai (νότια του Τόκυο). Αυτή αποτελείται από 1.000 κανβάδες τοποθετημένους σε ξύλα που περιέχουν 20 πλαστικά πλαίσια το καθένα με 100m από σκοινί.

Αν δεχτούμε ότι αναπτύσσεται ένας μεγάλος αριθμός από σποριόφυτα (10 φυτά κάθε 10cm σκοινιού), περίπου 25.000 φυτά Undaria θα μπορούσαν να παραχθούν από αυτή την επιχείρηση. Από την άλλη μεριά, στον Νομαρχιακό σταθμό στην Konagawa, υπάρχουν αρκετά μεγάλες δεξαμενές περίπου 1,8m x 3,7m x 0,9m από μπετόν, αποκλειστικά για την καλλιέργεια της Undaria. Γι' αυτές λοιπόν μεταχειρίζονται ένα σύνολο από 500 πλαίσια και 50.000m από σκοινί συλλογής σποριοφύτων. Το σκοινί πάνω στο οποίο αναπτύσσονται τα σποριόφυτα, πουλιέται στους καλλιεργητές μέσω των τοπικών συνεταιριστικών ενώσεων.

Μια σχεδία από μπαμπού 36,6m x 1,8m στο μέγεθος με κρεμασμένα σκοινιά, όπως περιγράφηκε, μπορεί να παράγει κατά μέσο όρο 1 τόννο υγρό βάρος ή περίπου 112,5 Kgr ξηρό βάρος από Undaria. Στην Ojika Peninsula υπάρχουν 1.333 τέτοιες σχεδίες σε λειτουργία, οι οποίες ετησίως παράγουν συνολικά 145 μετρικούς τόννους ξηρού βάρους φυκιών.

Εαν υποθεθεί ότι 0,1 ha κάτω από προσεκτική καλλιέργεια καλύπτεται από σχεδίες αυτό που απορρεεί από 6,8 σχεδίες/ha παράγει 0,8 τόννους ξηρού βάρους Undaria.



*Εικόνα 10. Ξύλινο πλαίσιο με σχοινιά για την συλλογή των ζωοσπορίων της Undaria. Μια καλή συλλογή αυτού του πλαισίου μπορεί να έχει πάνω από 1200 φύτρα της Undaria.*

Η παραγωγή της Undaria για όλη την Ιαπωνία ήταν αρκετά ασταθής από χρόνο σε χρόνο, μα υπήρχε μια ανοδική τάση από περίπου 40.000 τόννους υγρό βάρος ή λιγότερο στις αρχές του 1950, σε κατά μέσο όρο 60.000 τόννους το 1960. Το μεγαλύτερο ποσοστό της αύξησης μάλλον οφείλεται στην εισαγωγή, το 1960, της μεθόδου της τεχνητής συλλογής των σπόρων.

Επειδή η Undaria αναπτύσσεται κατά μεγάλο ποσοστό στο ίδιο περιβάλλον με τα στρείδια υπάρχει κάποια διαμάχη ανάμεσα στις δύο καλλιέργειες. Ειδικότερα στα πιο βόρεια μέρη της Ιαπωνίας όπου η παραγωγή των στρειδιών είναι επουσιώδης και απαιτεί δύο χρόνια καλλιέργειας, υπάρχει κάποια ροπή από τους ψαράδες να

μετακινηθούν από την καλλιέργεια των στρειδιών σ' αυτήν της *Undaria* μέσα στα πλαίσια πιθανής δαπάνης για επέκταση της καλλιέργειας των στρειδιών.

Η προετοιμασία του wakame για την αγορά είναι απλή και απαιτεί μόνο το στέγνωμα του φρέσκου φυτού. Το στεγνό λοιπόν προϊόν κόβεται σε μικρά κομμάτια και καταναλώνεται ωμό, σαν λαχανικό, πράσινη σαλάτα ή γαρνιτούρα.

## **B. Καλλιέργεια της *Laminaria***

Οι μέθοδοι της καλλιέργειας της *Laminaria* στην Ιαπωνία, είναι πρωτόγονοι κυρίως σαν αυτούς που χρησιμοποιούνται για τα κόκκινα φύκια, εκτός από την *Porphyra* (αναφορά παραπάνω). Στο παρελθόν ένα σημαντικό ποσοστό από την *Laminaria* που παρήγαγε η Ιαπωνία, επίσης και μέρος της Κορεατικής σοδιάς, έφτανε με πλοίο στην Κίνα, όπου υπήρχε μεγάλη ζήτηση σαν τροφή και σαν πηγή ιωδίου. Μόνο λίγα από τα πολλά είδη της οικογένειας *Laminariales* είναι κατάλληλα για φαγητό και κανένα από αυτά δεν είναι γηγενές στα Κινέζικα νερά. Το 1927, ωστόσο, ένα από τα φαγώσιμα είδη, η *Laminaria japonica*, βρέθηκε να αναπτύσσεται στην ακτή του Dairen στην Βόρεια Κίνα.

Θεωρήθηκε ότι τα ζωοσπόρια προσκολλήθηκαν σε ξύλινες σχεδίες και στο εξωτερικό κάτω μέρος εμπορικών πλοιαρίων για να μεταφερθούν από την Βόρεια Ιαπωνία και να εγκατασταθούν στο Dairen.

Για τα επόμενα 20 χρόνια η *L.japonica* απέδιδε καρπούς, αλλά μέχρι το 1943 η καλλιέργεια ήταν περιορισμένη στην παραδοσιακή μέθοδο του να ποντίζονται πέτρες στο νερό, πάνω στις οποίες ήταν προσκολλημένοι οι σπόροι ή νεαρά σποριόφυτα. Προσπάθειες για πιο εντατική καλλιέργεια τόσο πάνω σε σχεδίες όσο και στον πυθμένα, έγιναν από τους Ιάπωνες κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων χρόνων της κατοχής στην Κίνα, με μικρή όμως επιτυχία. Υστερα από το τέλος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, οι προσπάθειες τους συνεχίστηκαν και ακολουθώντας την Κομμουνιστική επανάσταση, σταδιακά επιταχύνθηκαν. Η πρώτη επιτυχία σε πειραματική καλλιέργεια επιτεύχθηκε το 1949. Οι βελτιώσεις βρήκαν άμεση πρακτική εφαρμογή με αξιοσημείωτα αποτελέσματα. Το 1959, η συνολική παραγωγή της

L.jarponica ήταν 387 φορές όση η κορυφαία παραγωγή στα προ-κομμουνιστικά χρόνια και παρόλο που λείπουν αξιόπιστα δεδομένα, αυξήθηκε ακόμα περισσότερο στην τελευταία δεκαετία.

Όπως στην περίπτωση κάθε καλλιεργούμενου οργανισμού, μια συνολική κατανόηση και καταγραφή του βιολογικού κύκλου της L.jarponica, ήταν απαραίτητη, πριν πραγματικά αποδοτικές μέθοδοι καλλιέργειας εφαρμοστούν. Η αναπαραγωγή του γαμετόφυτου αυτού του διετούς είδους κρατάει μόνο 2 εβδομάδες, όταν ο υπόλοιπος κύκλος ανάπτυξης αφιερώνεται σε ένα μεγάλο εδάδιμο σποριόφυτο, γνωστό στην Κίνα σαν "Haidai".

Η αγενής αναπαραγωγή, απαιτεί τον σχηματισμό των sporogia στα ώριμα σποριόφυτα. Η διαδικασία της μείωσης πραγματοποιείται μέσα στα sporogia και έχει σαν αποτέλεσμα την απελευθέρωση των ζωοσπορίων, τα οποία κολυμπάνε για 2 περίπου ώρες πριν προσκολληθούν και γονιμοποιηθούν μέσα στα αρσενικά και θηλυκά γαμετόφυτα. Τα γαμετόφυτα απελευθερώνουν σταδιακά σπέρμα και αυγά τα οποία αναμιγνύονται για να σχηματίσουν σποριόφυτα και να ολοκληρώσουν τον κύκλο.

Η βασική τεχνική που απαιτείται στην τεχνητή αναπαραγωγή της L.jarponica, στηρίζεται στην συλλογή των ζωοσπορίων από τα σποριόφυτα αργά το φθινόπωρο και την τοποθέτησή τους σε σκάλες φτιαγμένες από νάρθηκες μπαμπού και κρεμασμένες από σχεδίες. Τα νεαρά σποριόφυτα κάνουν την εμφάνισή τους στις σκάλες μέχρι τον Ιανουάριο και απομακρύνονται από εκεί για να χρησιμοποιηθούν σε έναν από τους τύπους καλλιέργειας όπως θα περιγραφεί.

Η έρευνα πάνω στην οικολογία της Laminaria, έχει αποδώσει ένα αξιοσημείωτο κεφάλαιο από χρήσιμες πληροφορίες για τον αναπαραγωγικό κύκλο, με έμφαση στη θερμοκρασία και στο φως. Κάτω από φυσικές συνθήκες, η παραγωγή των νέων sporogia και η απελευθέρωση των ζωοσπορίων από αυτά δεν συνεχίζεται ομαλά σε θερμοκρασίες πάνω από 20 °C. Η διάρκεια της κίνησης των ζωοσπορίων, επηρεάζεται επίσης από την θερμοκρασία, η οποία κυμαίνεται για πολύ λίγα λεπτά σε 20 °C μέχρι για περισσότερο από 48 ώρες σε 5 °C. Η χαμηλότερη θερμοκρασία δεν είναι αναγκαστικά και η καλύτερη, ωστόσο η γονιμοποίηση των σπόρων και ο σχηματισμός

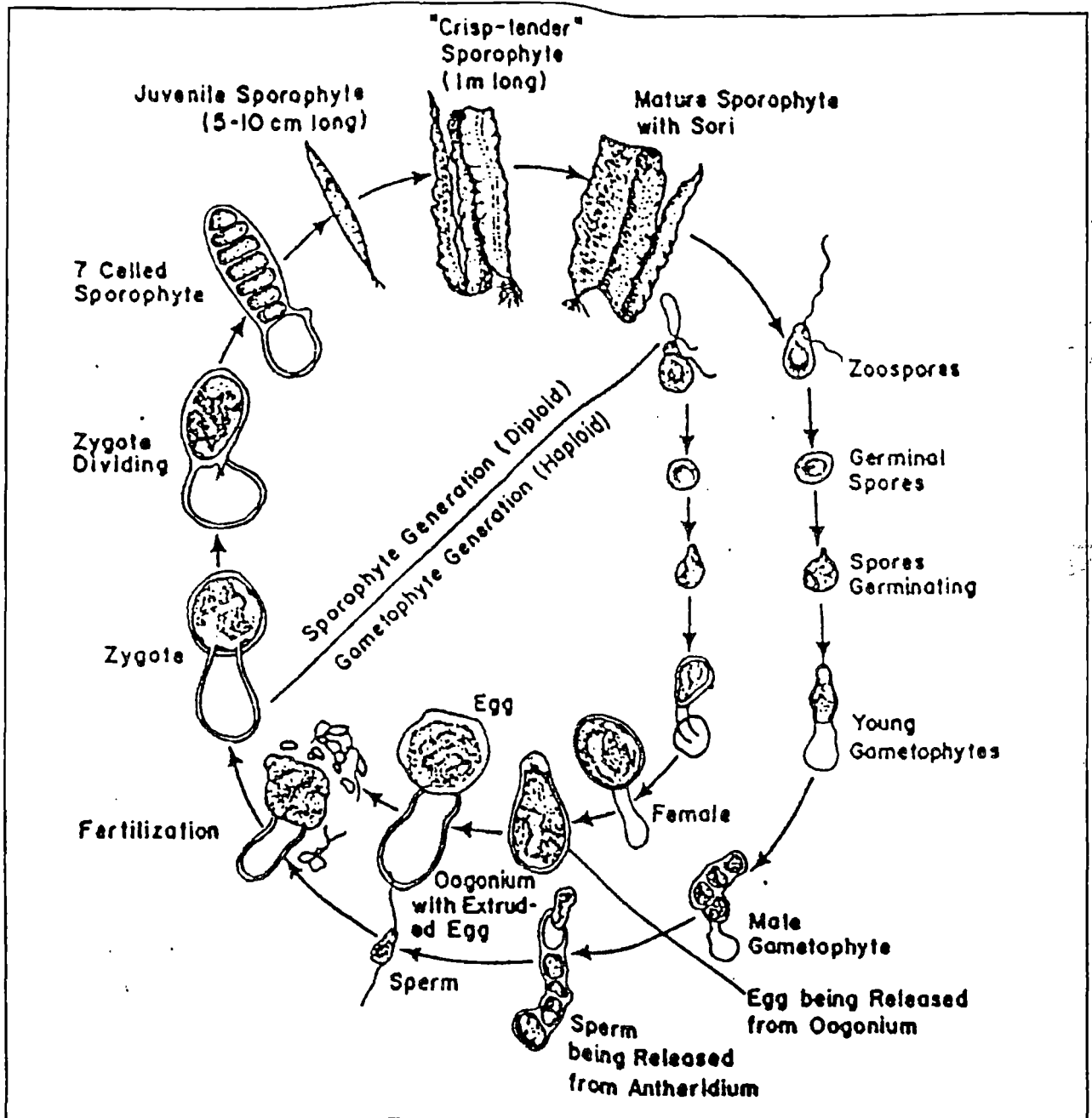


των γαμετοφύτων προχωρά καλύτερα στους 10 με 20 °C. Οι καρποί αυτών των πορισμάτων ήταν η ωρίμανση των σποριοφύτων, ο σχηματισμός των sori και η συλλογή των ζωοσπορίων σε κλειστό χώρο, με ελεγχόμενη θερμοκρασία κυρίως μεταξύ 10 - 15 °C.

Ο σχηματισμός των sori αποκαλύφθηκε ότι πραγματοποιείται μόνο σε σποριόφυτα που αναπτύσσονται σε βάθη 0,66m ή λιγότερο. Ωστόσο, αυτό δε φαίνεται να συνδέεται με τις συνθήκες φωτός, γιατί η παραγωγή των sori μπορεί κανονικά να συνεχιστεί στα θολά νερά του Αρχιπελάγους του Chousan στην επαρχία Chekiang, όπου η διαύγεια είναι περιορισμένη σε περίπου 10 εκ. από την επιφάνεια της θάλασσας. Η προσκόλληση και η αναπαραγωγή των ζωοσπορίων φαίνεται επίσης πως είναι ανεξάρτητη από το φως. Αυτές οι διαδικασίες έχει αποδειχθεί ότι λαμβάνουν χώρα κάτω από συνθήκες που κυμαίνονται από σκοτάδι μέχρι φωτισμό 4.000 m-κεριών. Η συλλογή των σπόρων γίνεται κυρίως στην σκιά, απλώς για ν' αποφευχθούν οι υψηλές θερμοκρασίες των επιφανειακών στρωμάτων του νερού.

Μια εξαιρετικά γρήγορη και αποτελεσματική μέθοδος της συλλογής των ζωοσπορίων είναι γνωστή σαν "σκοτεινή, στεγνή" τεχνική. Ωριμα σποριόφυτα με sori, τοποθετούνται σε ανοικτά καλάθια, χωρίς νερό, και σκεπάζονται με ένα βαμβακερό ύφασμα ή μ' ένα ψάθινο χαλάκι. Τα καλάθια κρέμονται στο σκοτεινό δωμάτιο για 3 - 6 ώρες σε μια σταθερή θερμοκρασία κάτω από 20 °C και μετά τοποθετούνται στο θαλασσινό νερό. Η απορρόφηση του νερού απο τα μερικώς αφυδατωμένα σποραγγεία διαρρηγνύει την εξωτερική τους μεμβράνη και τα ζωοσπόρια ελευθερώνονται μέσα σε λίγα λεπτά.

Η εγγενής αναπαραγωγή, μετά τη γέννηση του γαμετόφυτου επηρεάζεται από τις συνθήκες του φωτός. Η ένταση του φωτός δεν είναι τόσο σημαντική, όσο η υποχρεωτική παραμονή στο σκοτάδι. Η απελευθέρωση των αυγών ή του σπέρματος προχωρά ικανοποιητικά κάτω από συνθήκες περιοδικού ή συνεχιζόμενου σκοταδιού. Το σκοτάδι είναι απαραίτητο για τη γονιμοποίηση, γιατί από την στιγμή που το σπέρμα θα ελευθερωθεί στο φως, μπορεί ν' απομακρυνθεί από τα αυγά ή να χάσει την κινητικότητά του.



Εικόνα 11. Βιολογικός κύκλος της *Laminaria japonica*.

Εφόσον όμως η *L.japonica* είναι ένα πράσινο φυτό, παρατεταμένες περιόδους απόλυτου σκοταδιού θα ήταν φυσικά θανατηφόρες για τα σποριόφυτα. Ο φωτισμός επίσης έχει αποδειχτεί ότι είναι επιθυμητός για τα γαμετόφυτα. Γι' αυτό στις συνθήκες της αναπαραγωγής που γίνεται σε κλειστό χώρο, περιόδους φωτισμού σε 500 με 4.000 m-κεριών, πρέπει να εναλλάσσονται με περιόδους σκοταδιού.

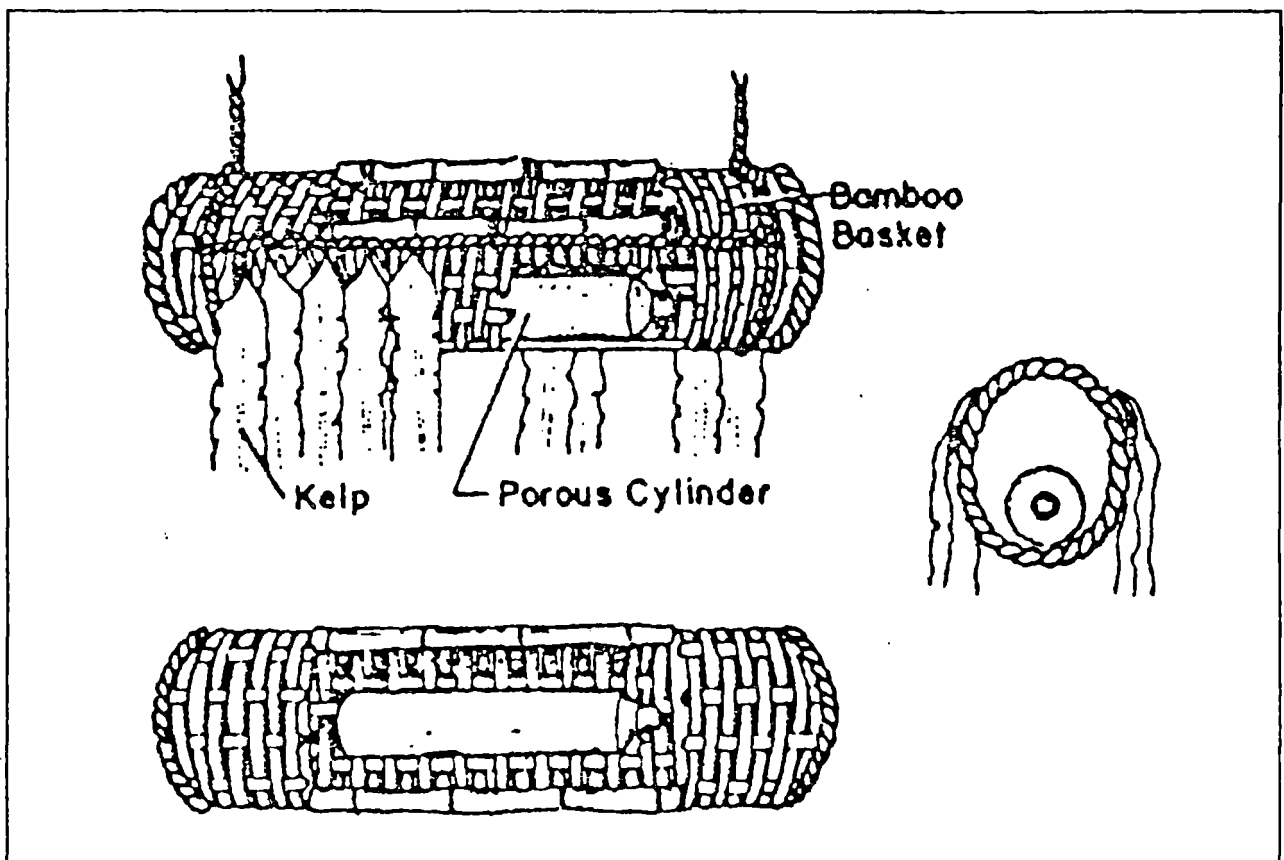
Οι μέθοδοι για την ανάπτυξη των σποριοφύτων, όπως ακριβώς και στην τεχνητή αναπαραγωγή, έχουν πολλαπλασιαστεί από τις σπουδές για την οικολογία της *L.japonica*. Ο φωτισμός και η θερμοκρασία είναι σημαντικοί παράγοντες όπως ακριβώς αναμενόταν, αλλά ο κύρια καθοριστικός παράγοντας, για την επιτυχία ή την αποτυχία της καλλιέργειας της *Laminaria* είναι τα αποθέματα σε άζωτο. Οι Κινέζοι φυκολόγοι παρατήρησαν ότι, ενώ η *L.japonica* αναπτύσσεται φυσικά στα νερά γύρω από το Dairen τα οποία συνεχώς εμπλουτίζονται με υγρά απόβλητα, σπάνια φτάνει σε εμπορεύσιμο μέγεθος στα νερά σε άλλα μέρη της Βόρειας Κίνας, όπου γενικά δεν περιέχουν περισσότερα από 5mg/m<sup>3</sup> νιτρικό άζωτο. Έχει καθοριστεί, ότι τα νεαρά σποριόφυτα, 1 με 2m μήκος, απαιτούν 6mg άζωτο ημερησίως, για να μην εμποδιστεί η ανάπτυξη τους. Ομοίως η γονιμοποίηση σε τόσο υψηλής περιεκτικότητας αζωτούχες ενώσεις όπως είναι το νιτρικό αμμώνιο, θειικό αμμώνιο και το νιτρικό άλας του νατρίου έχει γίνει ένα αναπόσπαστο μέρος από τις ισχύουσες καλλιεργητικές μεθόδους.

Μελέτες για τις απαιτήσεις των σποριοφύτων σε φως της *L.japonica* έχουν καταλήξει στο ότι η καλύτερη ανάπτυξη φαίνεται να συμβαίνει 1,5m ή περισσότερο κάτω από την επιφάνεια του νερού. Παρόλα αυτά είναι όφελος του καλλιεργητή να κρατά το φυτό πιο κοντά στην επιφάνεια. Η *L.japonica* που αναπτύσσεται κοντά στην επιφάνεια σε σχέση με τα φυτά που αναπτύσσονται σε μεγαλύτερα βάθη δεν υπερέρχει ως προς το μήκος και το νωπό βάρος αλλά τα ξεπερνά στο ξηρό βάρος κατά 10 - 20%. Σε ήρεμα νερά στους 10 °C τα νεαρά σποριόφυτα που είναι μικρότερα από 2cm στο μήκος, αναπτύσσονται γρηγορότερα με φωτισμό 1000 - 2000 m-κεριών, ενώ μεγαλύτερα φυτά χρειάζονται λιγότερο φωτισμό.

Η *L.japonica* είναι γηγενής σε κρύα νερά και γι' αυτό αναπτύσσεται καλά σε παράκτιες περιοχές της Βόρειας Κίνας ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες είναι ισχυρά περιοριστικός παράγοντας στην εξάπλωση της καλλιέργειάς της. Ωστόσο, πρόσφατα αποδείχθηκε ότι η χρόνια παραμονή σε πολύ μικρές θερμοκρασίες (κοντά στο σημείο πήξεως του νερού), που εφαρμόστηκαν στη *Laminaria* στην Ιαπωνία, δεν οδηγούσαν αναγκαστικά σε επιτυχημένη καλλιέργεια, ενώ οι θερμοκρασίες γύρω στους 21,5 °C είναι ανεκτές. Πάλι το ξηρό βάρος, είναι ένας καλύτερος τρόπος ελέγχου της

καλλιέργειας απ' ότι το μήκος ή το φρέσκο βάρος. Στα μεγάλα φυτά, (το μήκος και το φρέσκο βάρος) σταματούν ν' αυξάνονται σε θερμοκρασίες πάνω από 13 °C, ενώ σε φυτά μικρότερα από 2,5m εξακολουθούν ν' αυξάνονται και σε θερμοκρασίες άνω των 20 °C. Το στεγνό βάρος παρουσιάζει κορυφαίο σημείο κάπου ανάμεσα στους 13 και 20 °C.

Η ανακάλυψη των θερμοκρασιακών απαιτήσεων της *L. Japonica*, μαζί με την πρόοδο των φυκολόγων στο Ινστιτούτο Ωκεανολογίας της Ακαδημίας Σινιρά για ένα νέο πιο ανθεκτικό θερμοκρασιακά είδος φυτού, το οποίο ονομάζεται "Hai- Ching #1", έκαναν δυνατή την επέκταση της καλλιέργειας της *Laminaria* στα νότια σχεδόν τροπικά νερά της επαρχίας Kwangtung.

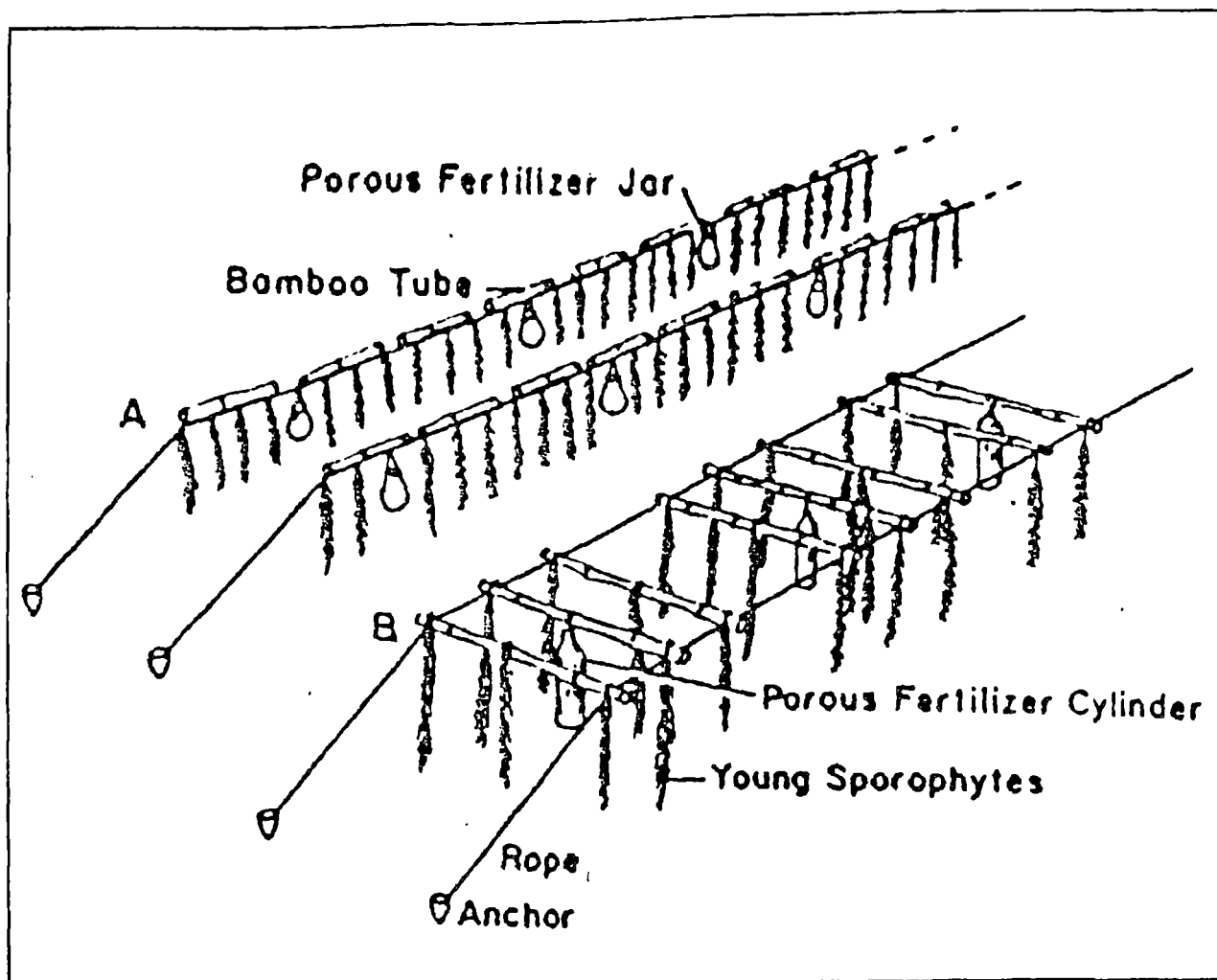


Εικόνα 12. Τρεις όψεις του καλάθιού από μπαμπού που περιέχει τον κύλινδρο με το λίπασμα που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια του kelp στη Κίνα.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι πιο πρόσφατες προσπάθειες για την καλλιέργεια των σποριοφύτων της *L. japonica*, περιλαμβάνουν την ανάπτυξη των φυτών στον πυθμένα

της θάλασσας. Η καλλιέργεια στον βυθό, εφαρμόζεται στην Κίνα όπως επίσης και στην Ιαπωνία και στην Κορέα, αλλά το μεγαλύτερο μέρος αυτής της φοβερής έκρηξης στην Κινεζική παραγωγή της *L.japonica* ήρθε σαν αποτέλεσμα των διαφόρων τύπων καλλιέργειας με σχεδίες. Οι σχεδίες, οι οποίες συνήθως αγκυροβολούνται σε πασσάλους και οδηγούνται στον πυθμένα περίπου 10 μέτρων βάθους, είναι τριών ειδών:

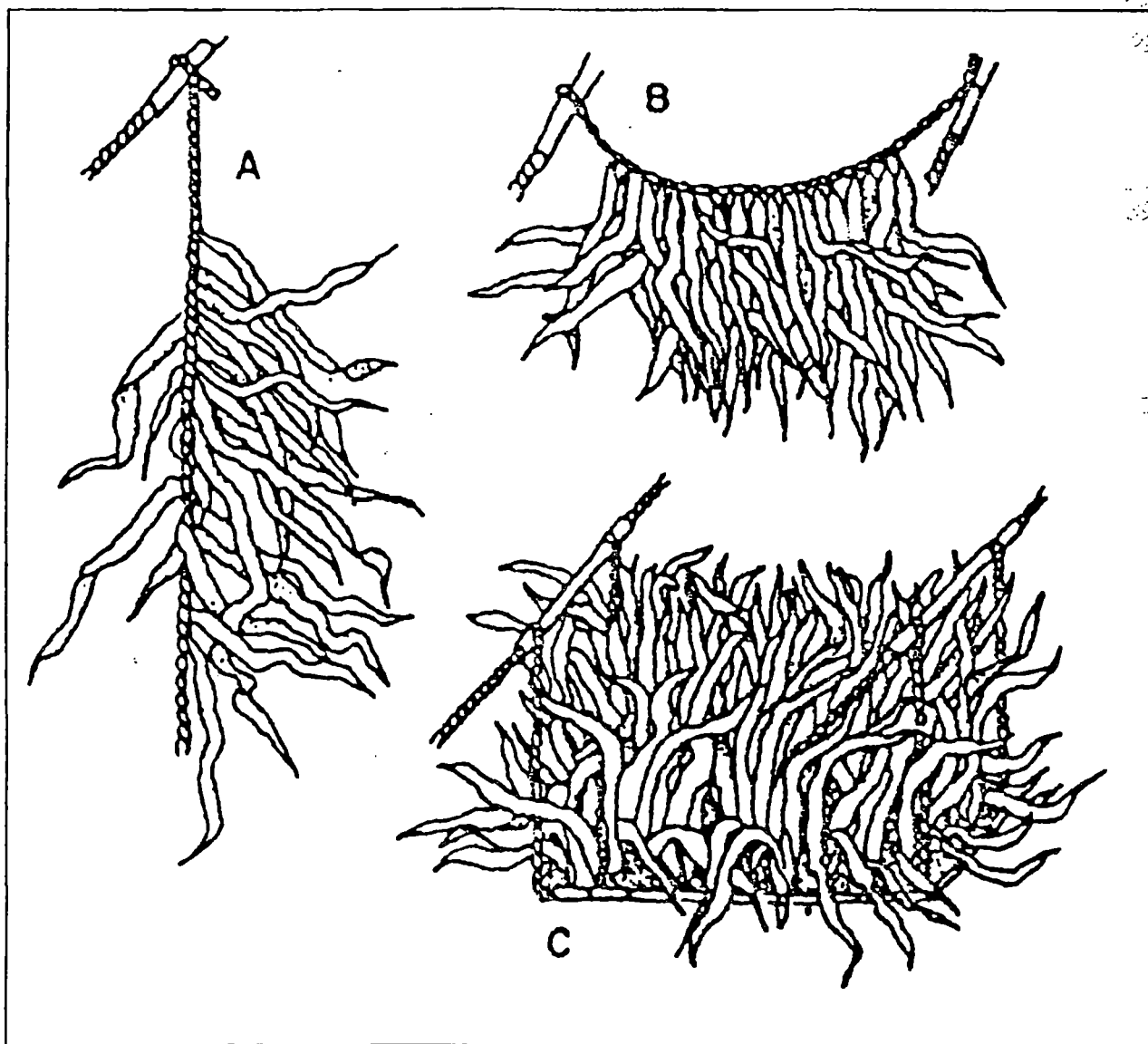
- α) Η σχεδία-καλάθι αποτελείται από πέντε ή περισσότερα κυλινδρικά καλάθια από μπαμπού περίπου 1m μήκος και 17cm στη διάμετρο και δένονται μαζί σε ένα σκοινί. Κάθε ένα καλάθι περιέχει έναν πορώδη, καλά κλεισμένο, πήλινο κύλινδρο, ο οποίος περιέχει 1,5Kgr υγρό λίπασμα. Ένα άνοιγμα στην πάνω πλευρά του καλάθιού διευκολύνει την απομάκρυνση του κυλίνδρου με το λίπασμα, ο οποίος πρέπει να εφοδιάζεται κάθε μήνα. Ένα σκοινί είναι δεμένο σε κάθε πλευρά του καλάθιού και τα νεαρά σποριοφύτα προσκολούνται σ' αυτό μπαίνοντας από την βασική άκρη (είσοδο) του χωρίσματος ανάμεσα στους κλώνους του σκοινιού (Εικ. 4). Όπως λοιπόν το υγρό λίπασμα διαρέει μέσα από τον κύλινδρο τα θρεπτικά συστατικά απορροφούνται απ' τα σποριοφύτα.
- β) Οι μονές γραμμές από επιπλέοντες σωλήνες που αποτελούνται από δεμένα μπαμπού ή από σωλήνες καουτσούκ, που ενώνονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν μια μονή γραμμή 60m μήκους. Σε απόσταση 6m το ένα από το άλλο, τοποθετούνται σε βάθος 1,3m πορώδη πήλινα δοχεία, που περιέχουν μέχρι 2.8lt υγρό λίπασμα. Τα νεαρά σποριοφύτα, όπως περιγράφηκε για τη σχεδία-καλάθι, ομοίως προσκολούνται στα σκοινιά σε διαστήματα περίπου 50cm. Η απόσταση ανάμεσα στα φυτά πάνω στο σκοινί ποικίλει μεταξύ 1,7 και 3,0cm, ενώ το μήκος των σκοινιών μπορεί να είναι 1 με 3m. Οι επιπλέοντες σωλήνες-γραμμές τοποθετούνται 3 με 4m περίπου απόσταση η μια από την άλλη. Η ακριβής απόσταση των φυτών, σκοινιών και των μονών γραμμών, εξαρτάται από τη διαύγεια του νερού, τη θερμοκρασία, τα ρεύματα και τις ιδιαιτερότητες της περιοχής. Φυσιολογική πυκνότητα για την καλλιέργεια των σποριοφύτων της *Laminaria japonica* σε σωλήνα μόνο μιας γραμμής είναι από 72.000 μέχρι 134.000/ha.



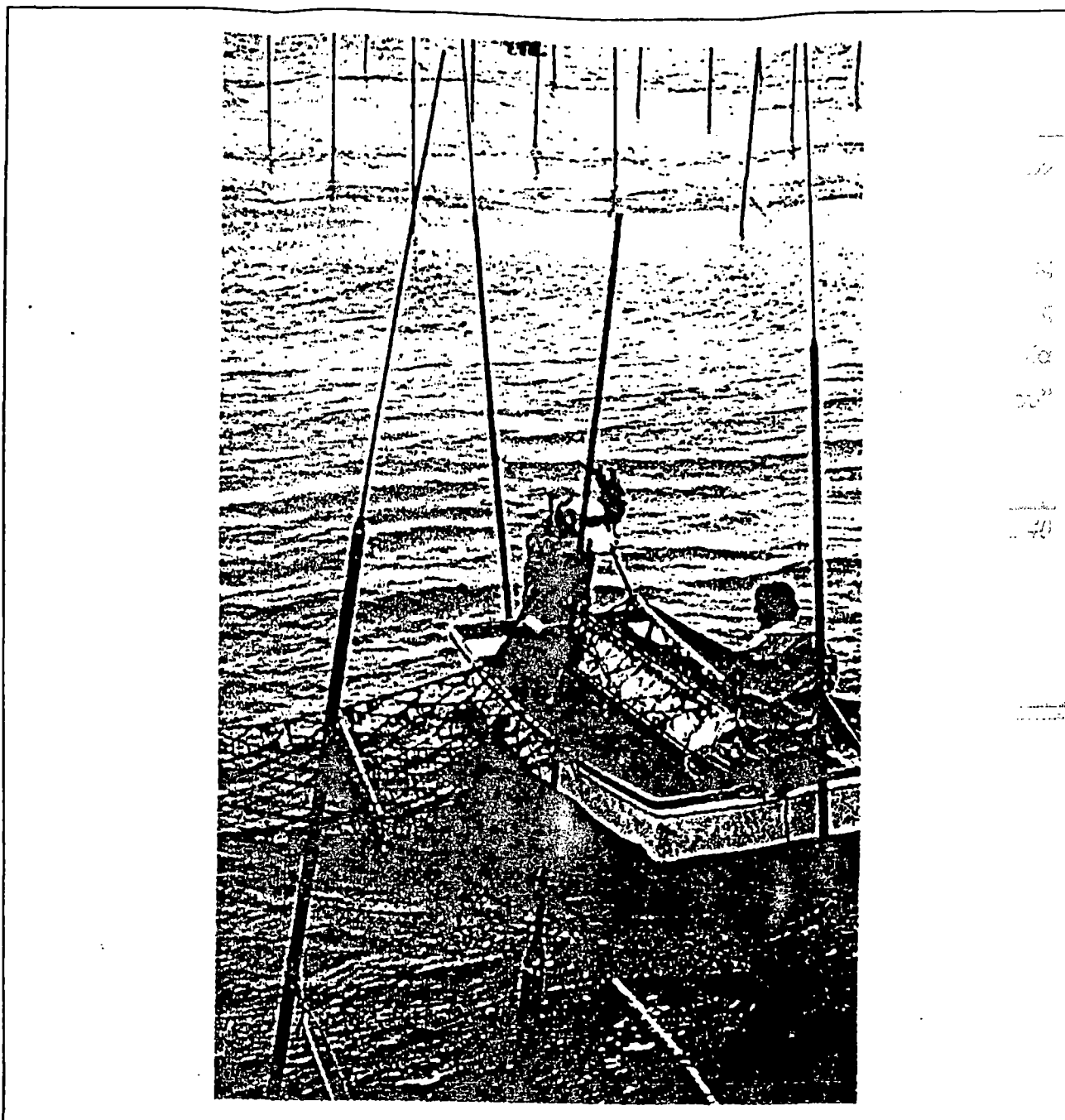
Εικόνα 13. Επιπλέοντες σωλήνες από μπαμπού που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια του *kelp* στη Κίνα. Α. Μονή γραμμή επιπλέοντα σωλήνα. Β. Διπλή γραμμή επιπλέοντα σωλήνα.

γ) Οι διπλές γραμμές από επιπλέοντες σωλήνες: ο τύπος αυτός καλλιέργειας μοιάζει με σκάλα και αποτελείται από σωλήνες μπαμπού 1m μήκους που είναι δεμένοι από τις άκρες σε σκοινιά 12 με 15m μήκους και σε διαστήματα περίπου 1m. Οι σωλήνες είναι τοποθετημένοι ανά τρεις και ένας πορώδης πήλινος κύλινδρος, χωρητικότητας 2,8lt με υγρό λίπασμα κρέμεται από τον μεσαίο σωλήνα κάθε ομάδας. Τα σκοινιά με τα νεαρά σποριόφυτα προσκολλούνται στους σωλήνες κατά τον ίδιο τρόπο που περιγράφηκε για τους άλλους τύπους σχεδίας. Μέχρι τέσσερις τέτοιου τύπου σχεδίες, με απόσταση 5m, είναι δυνατό να λειτουργήσουν για εκτεταμένη εκμετάλλευση ανάλογης επιφάνειας.

Η παραγωγικότητα γενικά υπολογίζεται σε σχέση με το ποσό των παραγόμενων φυκιών για κάθε κιλό λιπάσματος. Παρόλο, λοιπόν που το επιπλέον καλάθι απαιτεί λιγότερο κόπο για να λειτουργήσει και μπορεί να παράγει υψηλότερης ποιότητας *Laminaria* αποδίδει μόνο 1Kgr φύκια για κάθε Kgr λιπάσματος. Από τη μονή ή τη διπλή γραμμή επιπλέοντων σωλήνων είναι δυνατό να παραχθούν 3,75Kgr και 3Kgr από φύκια αντίστοιχα, για κάθε Kgr λιπάσματος. Κατά συνέπεια η μονή γραμμή σωλήνα είναι η πιο διαδεδομένη.



Εικόνα 14. Αναρτημένοι σχηματισμοί των *kelp* στην καλλιέργεια με επιπλέοντες σωλήνες στη Λίμνη. Α. Κάθετος σχηματισμός. Β. Παράλληλος σχηματισμός. C. Οριζόντιος σχηματισμός.



Εικόνα 15. Καλλιέργεια της *Laminaria spp.* (kombu), στο πειραματικό κέντρο θαλασσιών ερευνών στην Kochi.

Ο ευκολότερος τρόπος να προσκολληθούν τα νεαρά σποριόφυτα σε επιπλέοντες σωλήνες είναι ο κάθετος με την επιφάνεια του νερού, αλλά παράλληλες και όρθιες τοποθετήσεις έχει αποδειχθεί ότι είναι οι προτιμότερες. Η όρθια τοποθέτηση, η οποία απαιτεί να δεθούν τα σκοινιά το ένα με το άλλο σε ένα 3m x 1m “πάρκο από μπαμπού”



στερεωμένο ανάμεσα σε 2 επιπλέοντα ξύλα, έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει στα φύλλα της *Laminaria* να στρέφονται προς τα πάνω και κατά συνέπεια επιτρέπει καλύτερη πρόσβαση στο φως του ήλιου (εικ. 6).

Μερικοί καλλιεργητές δίνουν στα νεαρά σποριόφυτα μια ώθηση για μεγαλύτερη ανάπτυξη βυθίζοντας τα σε ένα διάλυμα από λίπασμα, συνήθως νιτρικό άλας του αμμωνίου. Η απορρόφηση του αζώτου από τα φυτά, στα οποία έχει ακολουθηθεί αυτή η μέθοδος, έχει αποδειχτεί ότι αυξάνεται σε  $1\text{g}/\text{m}^3$  όταν η ώρα που μένει το φυτό βυθισμένο δεν ξεπερνά τις 6 ώρες. Δυνατότερα διαλύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν η ώρα που το φυτό μένει βυθισμένο μειωθεί ανάλογα. Τα 15min είναι αρκετά για ένα διάλυμα που περιέχει  $400\text{g}/\text{m}^3$  λιπάσματος. Η βύθιση του φυτού πρέπει να συνοδεύεται από αερισμό και σταθερές ανακινήσεις του διαλύματος, που πρέπει να γίνονται κάθε εβδομάδα. Το διάλυμα με το λίπασμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί αρκετές φορές.

Η καλλιέργεια στον πυθμένα της *L. japonica* ακολουθείται συστηματικά στην Κίνα κυρίως εξαιτίας του χαμηλού κόστους από την άποψη της εργασίας, των υλικών και του κύριου κεφαλαίου επένδυσης. Η καλλιέργεια στον πυθμένα επίσης, κατά συνήθεια πραγματοποιείται από κοινού με την καλλιέργεια που γίνεται στην επιφάνεια της θάλασσας για να εκμεταλλεύεται το λίπασμα που περισσεύει. Επιπλέον, η ανάπτυξη της *Laminaria* στον πυθμένα της θάλασσας, ενθαρρύνεται γιατί τα φυτά δημιουργούν καταφύγιο για διάφορα ψάρια και ασπόνδυλα, τα οποία με τη σειρά τους εξυπηρετούν τη λίπανση των φυκιών.

Η κλασική μέθοδος καλλιέργειας στον πυθμένα διενεργείται μαζί με την καλλιέργεια στην επιφάνεια της θάλασσας και ξεχωριστά σε περιοχές που η στάθμη των νερών είναι χαμηλή κατά την άμπωτη, ώστε να μην επιτρέπουν την χρήση πλωτών σχεδιών και ονομάζεται “μέθοδος της πόντισης λίθων”. Βεβαίως η μέθοδος της πόντισης λίθων δεν είναι τίποτα περισσότερο από την τοποθέτηση μεγάλων λίθων στο νερό, κατά μέσο όρο  $16\text{kg}$  βάρους, ώστε να δημιουργηθεί μια επιφάνεια κατάλληλη για προσκόλληση για τα φυσικά παραγόμενα ζωοσπόρια. Σήμερα τα ζωοσπόρια

μπορεί να συλλεχθούν και να προσκολληθούν στις πέτρες νωρίτερα του φυσικού πληθυσμού.

Οι πέτρες συνήθως τοποθετούνται σε γραμμές 2 μέτρα μακριά η μία από την άλλη και κάθε πέτρα έχει περιθώριο από την επόμενη της στήλης 20cm, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα πυκνότητα από 3.800 μέχρι 4.800 πέτρες/ha.

Εκεί όπου ο πυθμένας είναι μαλακός, στρογγυλά καλάθια καμωμένα από μπαμπού ή από κλωνάρια ιτιάς μπορεί να αντικαταστήσουν τις πέτρες. Αυτή η μέθοδος είναι κυρίως βολική για ανάπτυξη νεαρών σποριοφύτων για μελλοντική χρήση τους στην καλλιέργεια στην επιφάνεια της θάλασσας. Τα καλάθια συνήθως 50 με 66cm στην διάμετρο και 20 με 50cm ύψος, είναι τοποθετημένα στο βυθό της θάλασσας με πυκνότητα που καθορίζεται από τη διαύγεια του νερού και τη δύναμη του ρεύματος, αλλά κατά προσέγγιση είναι περίπου 480/ha. Οι σπόροι μπορούν να προσκολληθούν στα καλάθια, πριν αυτά τοποθετηθούν στη θάλασσα, ή ώριμα σποριοφύτα με σογι μπορεί να δεθούν σ' αυτά.

Η *Laminaria* αναπτύσσεται και σε δύσκολες περιπτώσεις, ακόμη και αν, σε βραχώδης ακτές, εκτίθεται σε αντίξοες συνθήκες λόγω της παλιρροιακής δράσης. Οι Κινέζοι εκμεταλεύθηκαν παραγωγικά ακόμη και αυτές τις περιοχές με την κατασκευή ειδικών έργων για την προστασία των καλλιεργιών.

Αυτές οι καλλιεργητικές περιοχές αποτελούνται από υδατοσυλλογές, που ποικίλλουν σε βάθος από 40 έως 150cm, περιορισμένες από βράχους και τσιμεντένια φράγματα σε κλιμακωτά ύψη. Οι πέτρες τοποθετούνται στις υδατοσυλλογές για να προσκολληθούν πάνω σ' αυτές τα ζωοσπόρια.

Μια απλή και φτηνή μέθοδος για την καλλιέργεια της *Laminaria japonica* θα ήταν να προσκολληθούν τα νεαρά σποριοφύτα κατευθείαν σε σκοινιά αγκυροβολημένα στον βυθό της θάλασσας. Αυτή η τεχνική δοκιμάζεται στην Κίνα αλλά σύμφωνα με τις τελευταίες αναφορές βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο.

Παρόλο που όπως προαναφέρθηκε, η *Laminaria japonica* τώρα αναπτύσσεται και στη Νότια Κίνα, τα κύρια κέντρα καλλιέργειας και παραγωγής είναι ακόμη στο βορρά

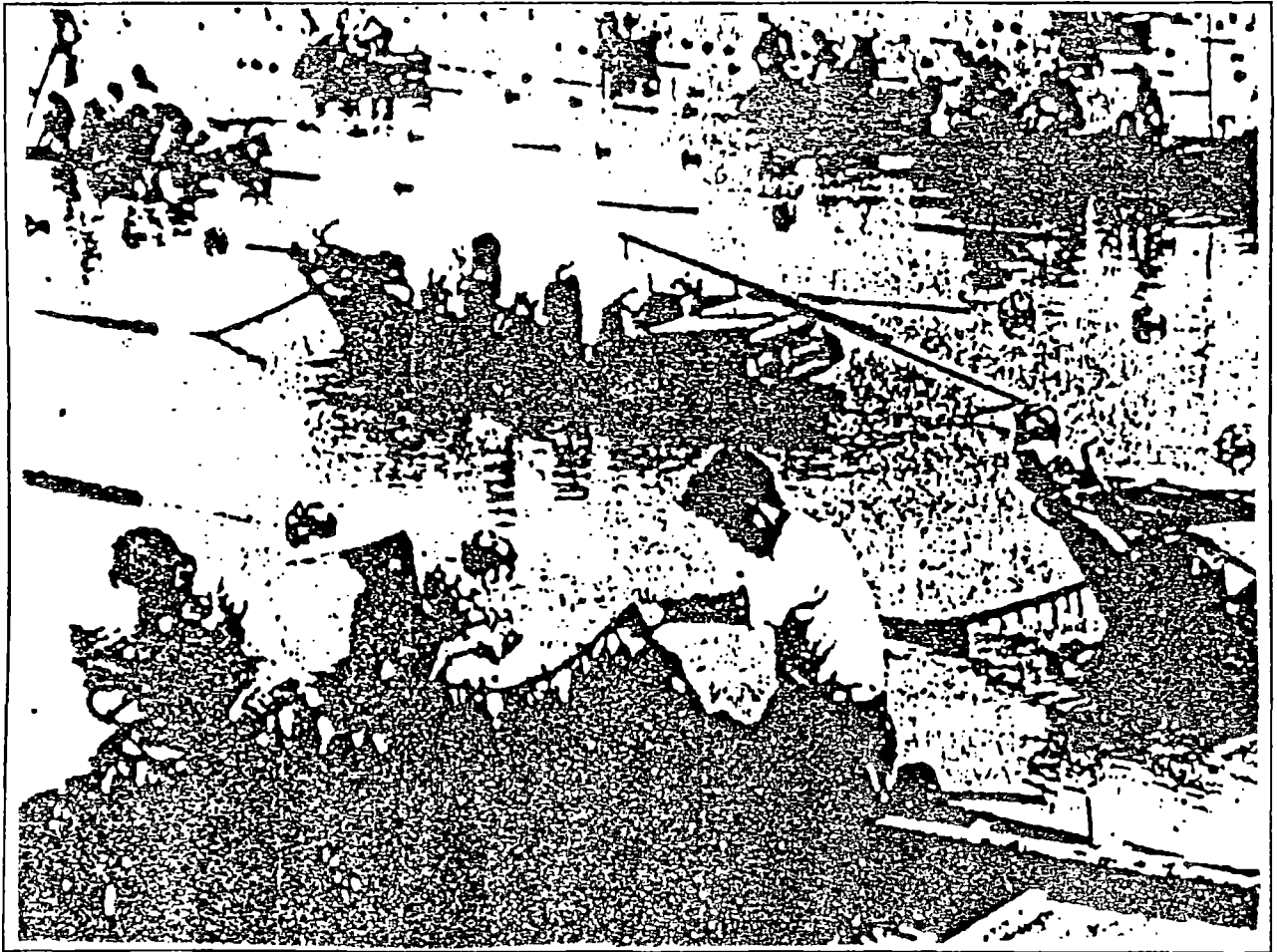
και φορτία τόσο από νεαρά όσο και από ώριμα σποριόφυτα αποστέλλονται. Ομοίως και οι τεχνικές για τη μεταφορά σε μακρινές αποστάσεις έχουν βελτιωθεί. Η επιτυχία της αποστολής εξαρτάται από την συνεχή παρακολούθηση των μεταβολικών ρυθμών, ελέγχοντας τη θερμοκρασία και την περιεκτικότητα σε οξυγόνο. Αυτό, όχι μόνο μειώνει την κατανάλωση της αποθηκευμένης ενέργειας, αλλά αποτρέπει και τους βλαβερούς μικροοργανισμούς οι οποίοι αναπτύσσονται στα μεταβολικά προϊόντα της *Laminaria*.

Τόσο τα νεαρά, όσο και τα ώριμα σποριόφυτα, μεταφέρονται στην θάλασσα σε μεταλλικά κουτιά. Η θερμοκρασία του νερού, η οποία ελέγχεται κάθε 6 ώρες, διατηρείται στους 5 °C με το να συσκευάζονται τα κουτιά σε σακούλες με πάγο. Τα κουτιά αερίζονται μια ή δύο φορές την ημέρα και ελέγχονται για να διαπιστωθεί, τότε η συγκέντρωση των μεταβολικών προϊόντων απαιτεί την αλλαγή του νερού. Το νερό δεν πρέπει να φτάσει σε σημείο να φαίνεται θαμπό αλλιώς η καταστροφή των φυκιών θα είναι αναπόφευκτη. Έτσι, η *L.japonica* μπορεί να μεταφερθεί σε σκοτάδι, για περιόδους πάνω από μια βδομάδα. Ο χρόνος κατά τη μεταφορά μπορεί να επεκταθεί με την περιστασιακή έκθεση σε διαχεόμενο φως, γιατί η απευθείας ακτινοβολία είναι επιβλαβής. Όταν φτάσουν στον προορισμό τους τα νεαρά σποριόφυτα μπορεί να ακολουθηθεί η διαδικασία βύθισής τους σε διάλυμα από υγρό λίπασμα.

Στα σποριόφυτα με σογι πρέπει να δίνεται μεγαλύτερη προσοχή κατά την μεταφορά. Ούτε η βύθιση στο νερό, ούτε η στεγνότητα είναι πιθανά θανατηφόρες γι'αυτά τα φυτά, αλλά και οι δύο συνθήκες μπορεί να προκαλέσουν την πρόωρη απελευθέρωση των ζωοσπορίων. Τα σποριόφυτα με σογι μεταφέρονται χωρίς νερό, με τον ίδιο τύπο κουτιού που χρησιμοποιήθηκε για τα άλλα σποριόφυτα, αλλά επιπροσθέτως υπάρχουν ξύλινα ράφια μέσα σε κάθε κουτί. Πρέπει να υπάρχει αρκετός χώρος μεταξύ των ραφιών για να γίνεται καλύτερα ο αερισμός. Μια διαφορετική μέθοδος είναι να μην χρησιμοποιήσουμε ράφια αλλά να σκορπίσουμε υγρό βαμβάκι στον πάτο του κουτιού και να τοποθετήσουμε υγρό τουλουπάνι στην επιφάνειά του. Σε κάθε μια όμως περίπτωση, το φορτίο κατά την μεταφορά, ραντίζεται με λίγο θαλασσινό νερό μία ή δύο φορές την ημέρα. Χρειάζεται πολλή προσοχή να μην πέσει το νερό κατευθείαν πάνω στα σποράγγεια, αλλιώς τα ζωοσπόρια μπορεί να παρασυρθούν από το νερό και

να αποκολληθούν. Η θερμοκρασία πρέπει να είναι η ίδια όπως στο φορτίο των νεαρών σποριοφύτων. Μετά την άφιξη, τα ώριμα σποριοφύτα με σπόρι πλένονται με αποστειρωμένο θαλασσινό νερό. Τα νεκρά ζωοσπόρια απομακρύνονται και τα φυτά τοποθετούνται σε θαλασσινό νερό 10 με 15 °C όπου αναμένεται η απελευθέρωση και συλλογή των ζωοσπορίων.

Με κατάλληλη φροντίδα, τα καλλιεργημένα σποριοφύτα της *L.japonica* θα φτάσουν σε μήκος πάνω από 3m σε 4 με 5 μήνες, χρόνος κατά τον οποίο θα είναι αρκετά μεγάλα για την συγκομιδή. Το μεγαλύτερο μήκος που επιτεύχθηκε σε καλλιέργεια στην επιφάνεια της θάλασσας είναι 6m. Η καλλιεργημένη σε σχεδίες *Laminaria* μαζεύεται από βάρκες, αλλά η συλλογή των φυτών που αναπτύσσονται στον πυθμένα απαιτεί εκπαιδευμένους δύτες.



Εικόνα 16. Συγκομιδή της *Laminaria* από παράλληλους σχηματισμούς μονής γραμμής σωλήνων στη Lianoning Province στη ΝΑ Κίνα.

Η παραδοσιακή περίοδος της συγκομιδής είναι στα μέσα του Ιουνίου, λίγο πριν από την εποχή που η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού προκαλεί μείωση του νωπού βάρους των φυκιών. Ωστόσο, για μιά φορά ακόμη, το ξηρό βάρος είναι ο καλύτερος δείκτης για τον καλλιεργητή. Διαπιστώθηκε πως το ξηρό βάρος της *L.japonica* εξακολουθεί να αυξάνεται σε νερό με θερμοκρασία 20 μέχρι 21,5 °C, αρκετά αργότερα από τότε που το νωπό βάρος αρχίζει να μειώνεται. Από αυτό οι Κινέζοι φυκολόγοι συμπέραναν ότι η παραγωγή της *Laminaria* θα μπορούσε ν' αυξηθεί μέχρι και 11% καθυστερώντας την συγκομιδή για τις αρχές Ιουλίου.

Μια τεχνική συγκομιδής, που εφαρμόζεται από κάποιους καλλιεργητές και συστήνεται σε όλους, είναι η περιοδική απομάκρυνση των άκρων των σποριοφύτων προτού αποβληθούν μόνες τους. Επιπλέον με την προσπάθεια να σωθεί μέρος απ' το φυτό που αλλιώς θα χανόταν, πιστεύεται ότι διευκολύνεται το πέρασμα των ρευμάτων του νερού και επαυξάνεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα.

Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι τέτοια συγκομιδή δεν ευνοεί τις μολυσματικές ασθένειες και πιστεύεται πως αν αυτή η τεχνική είχε παγκόσμια υιοθετηθεί, θα είχε σαν αποτέλεσμα ένα καθαρό κέρδος στην παραγωγή ύψους 15%.

Η *Laminaria* δεν τρώγεται μονάχα στις παραθαλάσσιες επαρχίες αλλά σε όλη την Κίνα, ειδικότερα σε εκείνες τις εποχές του χρόνου που τα πράσινα λαχανικά είναι σπάνια.

Δυστυχώς, συνηθίζεται οι παραγωγοί να βουτάνε τα φύκια σε άλμη πριν τα στεγνώσουν για πούλημα, που είναι μια τακτική η οποία μειώνει σημαντικά την θρεπτική τους αξία.

Ο πίνακας 3 συγκεντρώνει κάποια δεδομένα που έχουν εκδοθεί από το Τμήμα Διατροφής, από την Κινεζική Ακαδημία Ιατρικών Επιστημών, πάνω στην θρεπτική σύσταση 100gr από στεγνή και μη βουτηγμένη σε άλμη *Laminaria japonica*.

Εκτός από την αξία της σαν τροφή, η *L.japonica* εκτιμάται και για τη χρήση της στη Φαρμακολογία και τη Βιομηχανία. Πέρα από την εμπορική της αξία συστατικά

απομονωμένα είναι το ιώδιο, το χλωριούχο κάλιο, η αλγίνη, η μανιτόλη, η λαμιναρίνη, το βρώμιο και η χλωροφύλλη.

Καροτίνη	0,57 mgr
Θειαμίνη	0,09 mgr
Ριβοφλαβίνη	0,36 mgr
Νιασίνη	1,60 mgr
Πρωτεΐνες	8,20 gr
λιπαρά	0,10 gr
Υδατάνθρακες	57,00 gr
Φυτικές ίνες	9,80 gr
Ανόργανα άλατα	12,90 gr
Ασβέστιο	1,18 gr
Σίδηρος	0,15 gr
Φώσφορος	0,22 gr

Πίνακας 3: Θρεπτική σύνθεση για 100gr ξηρού βάρους *Laminaria japonica* (Δεν έχει βουτηχτεί σε άλμη).

Ενας αριθμός παρασιτικών και μολυσματικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων και σοβαρών ασθενειών που προκαλούν σήψη, είναι τα βρυόζωα, τα ασκίδια και τα αμφίποδα. Επίσης ανεπιθύμητα είδη φυκών βρέθηκαν στην *L.japonica*. Δεν έχουν όμως βρεθεί ακόμη αποτελεσματικοί τρόποι αντιμετώπισης για καμία από αυτές τις περιπτώσεις.

Ίσως πιο σοβαρά από τα βιολογικά είναι τα οικονομικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι καλλιεργητές της *Laminaria japonica*. Από τη μια πλευρά, η καλλιέργεια της *L.japonica* σαν μια σημαντική πηγή τροφής για τους Κινέζους και σαν οικονομικό κεφάλαιο για την χώρα, αντιπροσωπεύει ένα από τα μεγαλύτερα

επιτεύγματα του Κομμουνιστικού καθεστώτος. Από την άλλη πλευρά, η καλλιέργεια των φυκιών σε τέτοια στείρα νερά όπως η κίτρινη θάλασσα αυξάνει σημαντικά την ανάγκη για χημικά λιπάσματα, για τα οποία υπάρχει ήδη υψηλή ζήτηση και χαμηλά αποθέματα για καλλιέργειες στη ξηρά. Σε ποιό σημείο τα οργανικά λιπάσματα θα μπορούσαν ν' αντικαταστήσουν τα χημικά, τόσο στην καλλιέργεια της *Laminaria* όσο και στην αγροτική καλλιέργεια στην ξηρά δεν είναι γνωστό, αλλά φαίνεται ότι, έστω στην τελευταία περίπτωση, τέτοιου είδους αντικαταστάσεις θα είναι εφικτές. Οι Κινέζικες αρμόδιες υπηρεσίες έχουν λάβει υπ' όψιν τους γενικά, μια πηγή αντικατάστασης του χημικού λιπάσματος για την *Laminaria*, που είναι μιάς πλούσιας σύστασης και ποικιλίας από μονίμως αζωτούχα φύκια και βακτήρια στην Κίτρινη θάλασσα.

Επιπλέον προβλήματα προκαλούνται από την υπερβολική χειρωνακτική εργασία που απαιτείται από τις τωρινές καλλιεργητικές μεθόδους, οι οποίες από οικονομική άποψη θα ήταν ασύμφορες και θα είχαν απαγορευτεί σήμερα σε πολλές χώρες και μπορεί κάποια στιγμή να συμβεί αυτό στην Κίνα.

Πέρα από τα οικονομικά προβλήματα όμως, η καλλιέργεια της *L. japonica* είναι γενικά πολύτιμη για την Κίνα. Είναι δύσκολο να υπολογίσουμε την συνολική παραγωγή της *Laminaria*, από την στιγμή μάλιστα που σχεδόν όλες οι πηγές πληροφοριών έχουν σταματήσει από τα μέσα του 1966, μα ακόμα και πριν από τότε οι πληροφορίες ήταν ανομοιογενείς και αμφιβόλου ακριβείας. Ωστόσο κάποιες μετρήσεις έχουμε στη διάθεσή μας.

Στις αρχές του 1962 μια κατά μέσο όρο παραγωγή 2 metric tons/ha αναφέρθηκε στην επαρχία Fukien. Η υποθαλάσσια καλλιέργεια στις γόνιμες περιοχές της επαρχίας Shantung αναφορικά αποφέρει 2,4 metric tons/ha. Πληροφορίες για την απόδοση της καλλιέργειας με σχεδίες στην επιφάνεια της θάλασσας δεν είναι διαθέσιμες, αλλά αποφέρουν κατά μέσο όρο σίγουρα περισσότερο από την επιτυθμένα καλλιέργεια.

Η συνολική παραγωγή φαίνεται ότι αυξάνεται σταθερά από το 1949. Σύμφωνα με μια πρόβλεψη που έγινε το 1962 από τον Tseng Cheng-Kuei του Ινστιτούτου Ωκεανολογίας της Σινικής Ακαδημίας, ο οποίος έκανε περισσότερα από οποιονδήποτε

άλλο για να βελτιώσει και να επεκτείνει την καλλιέργεια της *Laminaria* στην Κίνα. Η χώρα τώρα πρέπει να παράγει ετησίως 100.000 metric tons ξηρού βάρους, σε σύγκριση με την πιο υψηλή προ-Κομμουνιστική απόδοση που ήταν 62 metric tons. Αυτό είναι εντυπωσιακό, ως την στιγμή που καποιος θα σκεφτεί ότι για να ανταποκριθεί στην συνολική ζήτηση της *Laminaria* χρειάζονται 10 φορές οι τωρινές ποσότητες. Ωστόσο, μια τόσο μεγάλη παραγωγή είναι μέσα στα πλαίσια των πιθανοτήτων.

Η Κίνα έχει, όπως έχουν υπολογιστεί, περίπου 500.000ha παραθαλάσσιων νερών, που είναι κατάλληλα για καλλιέργεια της *L.japonica*. Οσο για το 1960, μόνο 3.000 με 5.500ha είχαν εκμεταλλευτεί. Ενα βέβαιο αναμφισβήτητο υψηλότερο ποσοστό τώρα καλλιεργείται, όμως η περιοχή είναι σίγουρα μακριά από τη μέγιστη αξιοποίηση των δυνατοτήτων της.

Εαν υπήρχε, ή, εάν η κατά μέσο όρο παραγωγή έφτανε, τους 2 metric tons/ha, τότε η ζήτηση για 1.000.000 metric tons θα ήταν ενδεχόμενη.

Αφού αναφέρθηκαν τα οικονομικά προβλήματα και δεδομένης της έλλειψης των πρόσφατων πληροφοριών, είναι αδύνατο να προβλέψουμε το μέλλον της καλλιέργειας της *Laminaria* στην Κίνα, παρόλο που οι προοπτικές είναι ξεκάθαρες. Είναι κοινή παραδοχή απ' όλους τους επιστήμονες φυκολόγους και υδατοκαλλιεργητές, ότι περισσότερη έρευνα και μελέτη πάνω στη βιολογία της *L.japonica* είναι απαραίτητες για να συνειδητοποιηθεί αυτή η προοπτική. Σε τελευταία ανάλυση, εκτός απροόπτου, η καλλιέργεια της *L.japonica* θα συνεχίσει να είναι μια βασική βιομηχανία για την Κίνα.

Πάντως φαίνεται ότι υπάρχουν λίγες πιθανότητες, η μέθοδος καλλιέργειας της *Laminaria* που αναπτύχθηκε στην Κίνα, να υιοθετηθεί από τους γείτονές της με εξαίρεση ίσως την Κορέα. Οι εργασιακά σκληρές τεχνικές που συνήθως εφαρμόζονται, μάλλον από οικονομική άποψη θα απαγορεύονταν, στην Ιαπωνία και στην Ταιβάν, ενώ η εξάπλωσή της προς το νότο, φαίνεται να αποκλείεται εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών. Το τελευταίο εμπόδιο, μπορεί να πάψει να υφίσταται, αν γίνουν περισσότερες βελτιώσεις στο είδος ώστε να αντέχει τη θερμοκρασία, έρευνες που ήδη αναπτύσσονται απ' τους Κινέζους επιστήμονες.



## Γ. Καλλιέργεια της *Caulerpa* και άλλων ειδών.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην επιτυχημένη καλλιέργεια της *Gracilaria cognorifolia*, που χρησιμοποιείται μόνο για την παραγωγή του agar αλλά όχι σαν τροφή, στην Ταιβάν, έχουν προσαρμοστεί για την καλλιέργεια του είδους *Caulerpa* spp. που προωθείται στις αγορές φρέσκων λαχανικών στις Φιλιππίνες. Η *Caulerpa* αναπτύσσεται σε υδατοσυλλογές με υφάλμυρο νερό και φυτεύεται μαζί με κομμένα φρέσκα κομμάτια από ώριμα φυτά. Οργανισμοί του γένους *Cerithium* πρέπει περιοδικά ν' απομακρύνονται από τέτοιου είδους υδατοσυλλογές. Η *Caulerpa* ανακαλύφθηκε πρόσφατα ότι είναι μια εξαιρετική πηγή για φαρμακευτικά προϊόντα κι έτσι κατά συνέπεια η σπουδαιότητα της καλλιέργειας της *Caulerpa* πρέπει να διαχωριστεί από την παραγωγή της για τροφή.

Εξαιτίας της χρήσης τους σαν συμπλήρωμα τροφής, των κολλοειδών που προέρχονται από τα τροπικά φαιόφυτα *Eucheuma* spp. και *Hypnea* spp., πρέπει εδώ να γίνει μια αναφορά στις εξελιγμένες πειραματικές καλλιέργειες αυτών των ειδών στις Φιλιππίνες. Οι τεχνικές βασίζονται σε αναρτημένους θαλλούς που υπόκεινται σε συχνό έλεγχο και σε άλλες ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης.

### 2.5 Συμπεράσματα

Το φύκος που χρησιμοποιείται αρκετά για τροφή στην Δύση είναι το ροδοφύκος *Rhodomenia palmata*. Το "Dulse" όπως είναι γνωστό, αντίθετα με τα περισσότερα φύκια, είναι τελείως αφομοιούμενη τροφή από τον άνθρωπο και τρώγεται αποξηραμένο, νωπό σαν φρέσκο λαχανικό, ή χρησιμοποιείται στη μαγειρική στις παραθαλάσσιες περιοχές του Καναδά, στην Ιρλανδία, στην Σκωτία και στις Μεσογειακές χώρες. Η ευκολία της καλλιέργειας όμως δεν έχει ακόμη διαπιστωθεί.

Η τροπή που θα πάρει η καλλιέργεια των φυκιών στο μέλλον, πιθανώς θα εξαρτάται από το βαθμό της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας που θα ενδιαφέρεται. Στις φτωχότερες χώρες, οι εντατική εργασία μπορεί να συνεχίσει να εφαρμόζεται, όχι μόνο στα φύκια που σήμερα καλλιεργούνται, αλλά και σε είδη νέα στην καλλιέργεια.

Αυξήσεις στην παραγωγή μπορεί να είναι αποτέλεσμα της βελτίωσης της τεχνολογίας, της εντατικότητας της καλλιέργειας, της υιοθέτησης νέων ειδών για ανάπτυξη και της αύξησης των εκτάσεων που χρησιμοποιούνται. Η εντατική καλλιέργεια των φυκιών στην Ιαπωνία μπορεί να συνεχιστεί για κάμποσο καιρό, αλλά το άμεσο μέλλον της στις πιο πλούσιες χώρες φαίνεται να στρέφεται προς ηπιότερες σε κόπο μεθόδους.

Παρόλο που η καλλιέργεια των φυκιών για εμπορικούς σκοπούς μπορεί να αναπτυχθεί οπουδήποτε, το μεγαλύτερο μέρος της ζήτησης εδωδιμων φυκιών θα συνεχίσει να εντοπίζεται στην Ασία, τουλάχιστον για το εγγύς μέλλον. Όπως αναφέρθηκε, το ροδοφύκος, γνωστό σαν *dulse*, συνηθίζεται στην διατροφή στον Καναδά και στην Ευρώπη, ενώ άλλα είδη θαλάσσιων φυκιών διατηρούνται μέσα σε ξύδι ή άλμη στην Αλάσκα. Γενικά όμως στη Δύση δε βρίσκουν τα φύκια ιδιαίτερα γευστικά ή εύπεπτα. Έχει θεωρηθεί πιθανό ότι οι Ασιάτες έχουν αναπτύξει ειδική εντερική χλωρίδα που τους επιτρέπει να αφομοιώνουν καλύτερα τα φύκια. Είναι αμφίβολο εάν, στις συνήθεις συνθήκες, οι περισσότεροι Δυτικοί θα έδειχναν ενδιαφέρον για κάτι τέτοιο. Εάν, ωστόσο, η μόλυνση του περιβάλλοντος και ειδικότερα των θαλασσών με τα εντομοκτόνα, τα λιπάσματα και τόσα άλλα συνεχιστεί, με τον ίδιο ανησυχητικό ρυθμό, όπως έχει προβλεφθεί από κάποιες πηγές, ο άνθρωπος ίσως βρεί ιδιαίτερα ευεργετικό να κινηθεί χαμηλότερα στην τροφική αλυσίδα. Σκεπτόμενοι έτσι, θα κατανοηθεί η σπουδαιότητα των φυκιών στη διατροφή της Δύσης και κατά συνέπεια θα αναπτυχθεί και η καλλιέργειά τους.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο**

### **ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΔΩΔΙΜΩΝ ΦΥΤΩΝ ΤΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ**

---

#### **3.1 Εισαγωγή**

Ο άνθρωπος με δυσκολία άρχισε να χρησιμοποιεί την πλούσια θαλάσσια χλωρίδα ή τα φύκια και η καλλιέργεια και η συγκομιδή τους για τροφή οφείλεται ολοκληρωτικά στην ανατολική Ασία. Εάν ο άνθρωπος παραμέλησε τα θαλάσσια φυτά, σχεδόν αγνόησε τα φυτά του γλυκού νερού. Τα φύκια του γλυκού νερού είναι μικρά, συνήθως μικροσκοπικά και φαίνεται να παρουσιάζουν μικρό ενδιαφέρον σαν τροφή για ένα μεγάλο ζώο όπως ο άνθρωπος. Ωστόσο, πολλά ψάρια, συμπεριλαμβανομένων κάποιων από τα μεγαλύτερα είδη, αντλούν μεγάλο μέρος από την τροφή τους από το φυτοπλαγκτόν και τουλάχιστον θεωρητικά μπορεί και ο άνθρωπος να κάνει το ίδιο. Κατά συνέπεια στη δεκαετία του '50, όταν έγινε γνωστό ότι η αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού θα εξαντλούσε τ' αποθέματα τροφής, δημιουργήθηκε ξαφνικό ενδιαφέρον για την καλλιέργεια μονοκυτταρικών φυκιών του γλυκού νερού, κυρίως της *Chlorella* spp. Η έρευνα συνεχίζεται αλλά γίνεται όλο και πιο ξεκάθαρο ότι αυτό το είδος της υδατοκαλλιέργειας είναι ένα ιδιαίτερα υποθετικό τόλμημα.

Δεν είναι πέρα από κάποια πιθανότητα ότι κάποια μέρα θα είναι οικονομικά εφικτό να δημιουργήσουμε μια θρεπτική, νόστιμη τροφή από μονοκυτταρικά φύκια, αλλά η μέρα αυτή δε φαίνεται να είναι πολύ κοντά. Υπάρχει, ωστόσο, ένας αριθμός από μεγαλύτερα υδάτινα φυτά, τα οποία μπορούν να καλλιεργηθούν και να διατεθούν στην κατανάλωση, παρόλο που τρώγονται σπάνια και ακόμη σπανιότερα καλλιεργούνται.

## A. *Ipomoea* (Σπανάκι του νερού)

Στην Ταυλάνδη, στη Μαλαισία και στην Σιγκαπούρη, το *Ipomoea reptans* μεγαλώνει κάποιες φορές σε πολύ ρηχές λιμνούλες ή σε λιγότερες ποσότητες σε βαθύτερες λίμνες όπου η πρωταρχική απόδοση είναι ψάρια και γαρίδες του γλυκού νερού. Το *Ipomoea reptans* περιστασιακά καλλιεργείται σαν πράσινο λαχανικό, παρόλο που συνήθως δίνεται σαν τροφή στα ζώα. Έχει αναφερθεί ότι παράγονται παραπάνω από 100Kgr/ha από πράσινη ύλη, πράγμα το οποίο ακούγεται εντυπωσιακό μέχρι κάποιος να σκεφτεί ότι κατά μέσο όρο το φυτό περιέχει 92,5% νερό, μόνο 2,1% πρωτεΐνες και 2,9% υδατάνθρακες. Επομένως, η ανθρώπινη κατανάλωσή του αποδίδεται στις χαμηλότερες οικονομικά τάξεις που δεν μπορούν ν' αγοράσουν κάποιο άλλο λαχανικό. Πρίν όμως κάποιος απορρίψει τελείως το *Ipomoea reptans*, θα πρέπει να υπολογίσει, ότι σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα, 1ha λίμνης σε μια τροπική περιοχή μέσα στην περίοδο ενός έτους ανάπτυξης, σε μονοκαλλιέργεια είναι δυνατό να παραχθούν 766,5kg πρωτεΐνες και 1058,5Kgr υδατάνθρακες, ή αντικειμενικά περισσότερη τροφή από κάθε άλλη εμπορικά επικερδή λίμνη με ψάρια. Εάν όχι για τίποτα άλλο, αυτό θα έπρεπε να χρησιμεύσει σαν ένδειξη για την εξαιρετική παραγωγικότητα των φυτών του γλυκού νερού.

## B. *Watercress* (Κάρδαμο του νερού)

Η υψηλή περιεκτικότητα σε νερό των περισσότερων φυτών του γλυκού νερού μειώνει την θρεπτική τους αξία, αλλά σίγουρα αυτό είναι ένα γενικό φαινόμενο. Ένα φυτό το οποίο είναι πολύ θρεπτικό και ιδιαίτερα πλούσιο σε βιταμίνες και μεταλλικά άλατα είναι το κάρδαμο *Nasturtium officinale*. Στη Βόρεια Αμερική θεωρείται πολύ νόστιμη και ακριβή τροφή, όπου κυρίως μαζεύεται άγριο από την φύση, αλλά στην Ευρώπη και στη Χαβάη καλλιεργείται για εμπορικούς σκοπούς. Ορισμένοι άνθρωποι στις ηπειρωτικές Ηνωμένες Πολιτείες το καλλιεργούν για προσωπική χρήση και σπόροι είναι καμιά φορά διαθέσιμοι από τ' αποθέματα των κήπων των σπιτιών. Όλα όσα χρειάζεται το κάρδαμο για ν' αναπτυχθεί είναι μια πηγή κρύου τρεχούμενου νερού για ένα έτος. Για λόγους υγιεινής, το νερό πρέπει να είναι καθαρό από διάφορες παράγοντες μόλυνσης, από την στιγμή μάλιστα που ασθένειες μπορούν να

μεταφερθούν από το φυτό στον άνθρωπο. Η σπορά δε θέλει τίποτα περισσότερο από το να παραμείνει ο σπόρος για ένα βράδυ στο νερό έτσι ώστε να μπορεί μετά να διασκορπιστεί και να βυθιστεί σε 2 μέχρι 15cm βάθος με μέτριο ρεύμα νερού.

Η προτίμηση του κάρδαμου για τα πολύ μικρά ρυάκια έχει κάνει την εκτεταμένη καλλιέργεια του άγριου φυτού οικονομικά ασύμφορη. Μεγάλες ποσότητες μπορούν να καλλιεργηθούν σε μικρή περιοχή σκάβοντας ένα παράλληλο δίκτυο από αυλάκια. Το Watercress έχει το μεγάλο πλεονέκτημα, όσον αφορά την καλλιέργεια, ότι αναπτύσσεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους ακόμη και στα πιο ψυχρά κλίματα.

### **Γ. Arrowhead - Sagittaria spp**

Ένα άλλο εδάδιμο υβρόβιο φυτό που βρίσκεται σχεδόν παντού στη Νότια Εύκρατη Ζώνη είναι το Arrowhead - *Sagittaria* spp. Η σαρκώδης βολβώδης ρίζα αυτού του φυτού, κάποτε τρωγόταν πολύ από τους Ινδιάνους κατά τη διάρκεια του χειμώνα, τώρα όμως δε συνηθίζεται. Το Arrowhead επίσημα καλλιεργείται ως φαγώσιμο φυτό στην Κίνα, αλλά λεπτομέρειες γι' αυτήν την πρακτική δεν είναι διαθέσιμες.

Αυτοί που ασχολούνται με τα ενυδρεία καλλιεργούν την *Sagittaria* spp. σα διακοσμητικό υδρόφυτο αλλά γενικά αγνοούν την εδάδιμη ιδιότητά της. Από την στιγμή μάλιστα που η *Sagittaria* δεν αναπτύσσει τα χαρακτηριστικού σχήματος φύλλα, τα οποία δίνουν στο είδος το κοινό του όνομα, οι περισσότεροι απ' αυτούς δεν θ' αναγνώριζαν το άγριο φυτό. Υδροβιολόγοι και ορισμένοι Αμερικανοί, που κάνουν μια προσπάθεια να συγκεντρώσουν στοιχεία για τις βολβώδεις ρίζες του Arrowhead, συμφωνούν ότι η *Sagittaria* spp. αντιδρά θετικά σ' ένα περιοδικό αραίωμα και γενικά φαίνεται ότι η καλλιέργεια είναι απλή.

Οι βολβώδεις ρίζες περιέχουν υψηλό ποσοστό από άμυλο, δεν έχουν πολλές πρωτεΐνες και χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις όπως οι πατάτες. Οι πολύ κρίσιμες ανάγκες για τροφή, στα περισσότερα μέρη του κόσμου σήμερα, αναφέρονται στις πρωτεΐνες, αλλά είναι πιθανό ότι σε κάποιες περιοχές, οι καλλιεργημένες βολβώδεις ρίζες του Arrowhead μπορούν να διαδοθούν ως χειμωνιάτικο υποκατάστατο της πατάτας και άλλων παρόμοιων λαχανικών.

## **Δ. Wild rice (Άγριο ρύζι)**

Το ρύζι μπορεί να θεωρηθεί υδατοκαλλιεργούμενο είδος, από την στιγμή όμως που η καλλιέργειά του είναι παραδοσιακός κλάδος της γεωργίας, θ' αφήσουμε αυτή τη διαφωνία κυρίως στους συγγραφείς που ασχολούνται με το θέμα. Το ρύζι μας ενδιαφέρει εδώ επειδή ψάρια, γαρίδες και καραβίδες του γλυκού νερού καλλιεργούνται μερικές φορές στα ρυζοχώραφα, στην Ιαπωνία, στη Νοτιοανατολική Ασία και στις Νότιες Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Αυτό το είδος της υδατοκαλλιέργειας περιορίστηκε σε έκταση μετά την εξάπλωση της χρήσης των εντομοκτόνων στην καλλιέργεια του ρυζιού. Πιθανότατα όμως οι σοβαρές συνέπειες που προκαλούν τα δηλητηριώδη (τοξικά) εντομοκτόνα, τα οποία χρησιμοποιούνται σ' όλο το κόσμο, να αντιστρέψουν αυτή τον περιορισμό.

Αναφορά πρέπει να γίνει στο άγριο ρύζι (*Zizania aquatica*) το οποίο είναι περισσότερο υδρόφιλο απ' ότι το πραγματικό ρύζι. Όπως υπονοεί το όνομα, το άγριο ρύζι δεν είναι γενικά καλλιεργούμενο. Τα μεγαλύτερα εμπορικά αποθέματα, από αυτά τα θρεπτικά μα ακριβά δημητριακά, προέρχονται από την περιοχή των Μεγάλων Λιμνών (Great Lakes) των Ηνωμένων Πολιτειών και του Καναδά, όπου συγκεκριμένες φυλές Ινδιάνων έχουν αναγνωρισμένα δικαιώματα να το καλλιεργούν. Η παραγωγή άγριου ρυζιού δεν είναι περιορισμένη σ' αυτή μόνο την περιοχή και υπάρχει μια τάση για την καλλιέργειά του ως πηγή τροφής και αναζωογόνησης. Τα τελευταία χρόνια, μερικοί μικροκτηματίες ή ακόμα και κοινότητες στην Βόρεια Καλιφόρνια το καλλιεργούν για δική τους χρήση, αλλά λίγη ποσότητα απ' την παραγωγή καταλήγει στην αγορά.

## **Ε. Cattails**

Ενα από τα πιο γόνιμα υδρόβια εδώδιμα φυτά είναι το ευρύτατα διαδεδομένο Cattail (*Typha latifolia* και *Typha angustifolia*). Όχι λιγότερα από έξι μέρη, από αυτό το κοινό και αποδοτικό φυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν λαχανικά ή να γίνουν αλεύρι. Στα 1919, η πιθανότητα καλλιέργειας του Cattail συζητήθηκε, αλλά καμιά απόφαση δεν πάρθηκε και τα Cattails παρέμειναν σχεδόν ανεκμετάλλευτα.

### 3.2 Προοπτικές ανάπτυξης

Όπως προηγουμένως είδαμε, λίγα από τα φαγώσιμα φυτά συναντώνται στα γλυκά νερά. Εάν στο μέλλον μερικά απ' αυτά πρόκειται να καλλιεργηθούν, η ανάπτυξη θα πρέπει να ακολουθήσει τρόπους διαφορετικούς απ' αυτούς που ακολουθούνται στην καλλιέργεια των ψαριών. Παρόλο όμως που τέτοιου είδους μέθοδοι όπως η καλλιέργεια των ψαριών στα ρυζοχώραφα θα επιβάλλεται σε κάποιες περιοχές, μπορεί γενικά να ειπωθεί ότι τα τωρινά φυτά με τις μεγάλες ρίζες είναι ανεπιθύμητα σε περιοχές με νερά που χρησιμοποιούνται για ιχθυοκαλλιέργεια. Ωστόσο, υπάρχουν στα περισσότερα μέρη του κόσμου, μεγάλες εκτάσεις από έλη και ρηχές λιμνούλες τελείως ακατάλληλες για τα περισσότερα είδη της ιχθυοκαλλιέργειας. Η τωρινή πολιτική του ανθρώπου απέναντι σε αυτές τις περιοχές είναι να τις χρησιμοποιήσει για την βιομηχανία, για την δημιουργία κατοικιών και για βολική αγροτοκαλλιέργεια. Εάν, όπως φαίνεται πιθανό, οι πιεστικές ανάγκες του αυξανόμενου πληθυσμού υποβάλλει να αλλάξουμε τους υδροβιότοπους τελείως, σίγουρα είναι και αισθητικά πιο αποδεκτό, μα και οικολογικά σοφότερο, να τους εκμεταλλευτούμε σαν υδροβιότοπους παρά να τους χρησιμοποιήσουμε αντίθετα με την φύση τους. Μια πιθανή χρήση τους, είναι για την καλλιέργεια υδάτινων φυτών. Τώρα δεν υπάρχει καθόλου ενδιαφέρον για αυτό το είδος της υδατοκαλλιέργειας, μα η έρευνα πρέπει να αρχίσει.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Εκπαιδευτική Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια, Εκδοτική Αθηνών.
- CHENG, T.H. 1969. Production of kelp - amajor aspect of China's exploitation of the sea.
- DREW, K. M. 1956. Reproduction in the Bangiophycidae.
- KUROGI, M. 1963. Recent laver cultivation in Japan.
- SAITO, Y. 1962. Fundamental studies on the propagation of Undaria pennatifida.
- TAMIYA, H. 1959. Role of algae as food.
- Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory 1965.
- CLAASEN, P. W. 1919. A possible new source fo food supply.
- HO, R. 1961. Mixed farming and multiple cropping in Malaya.
- LE MARE, D. W. 1952. Pig - rearing, fish - farming and vegetable growing.
- ΤΣΙΑΜΠΑΡΑΣ ΠΑΝ. 1994. Σημειώσεις υδατοκαλλιέργειας I  
(ΓΕΝΙΚΑ) Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
- ΤΣΙΑΜΠΑΡΑΣ ΠΑΝ. 1994. Σημειώσεις υδατοκαλλιέργειας II  
(ΓΕΝΙΚΑ) Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
- ΚΡΙΜΗΝΗ ΑΙΚ. 1994. Άτοιχία βιολογίας ιχθύων  
χλωκινών υδατίων. Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ