

PT 2002-0327

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

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ / Μ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΕ ΘΕΜΑ :

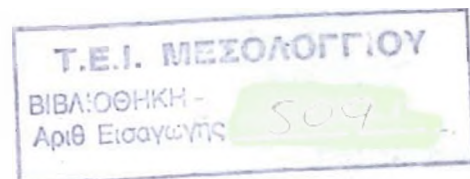
**“ΓΕΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ
ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ”**

των σπουδαστών :

ΚΑΓΚΕΛΑΡΗ ΔΗΜΗΤΡΗ
ΚΑΚΑΒΟΥΛΑΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ

Εισηγητής :

ΝΙΚΟΣ Γ. ΒΛΑΧΟΣ
ΕΚΤ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ



ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 1996

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ / Μ

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ΓΕΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΕΚΤΡΟΦΗΣ”**

Εγκρίνεται :

.....
ΒΛΑΧΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΕΚΤ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ/...../.....
19/1/25

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Saltwater pond fertilization, R. J. Miget and M.G. Haby.
2. Standard Methods
Feeding Methodos - fertilization, Arbert G. I. Tacon.
3. Polyculture of Milkfish in
fresh water ponds with supplemental feeding, Cruz E. M. 1980.
4. Fertilization and feeding practices in warm - water pond fish
culture in Africa, Miller 1976.
5. Fertilizers in fish ponds, Mortimer 1954.
6. Fertilizing farm fish ponds. 1965.
7. Fertilization for increasing the natural food for fish
in ponds, Swingle 1939.
8. Fertilization practices in Warmwater fish ponds, Yamada 1986.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή
2. Λίπανση των δεξαμενών
 - 2.1 Οικοσύστημα δεξαμενής και οι πρωτογενείς θρεπτικοί κύκλοι
 - 2.2 Εήραση της δεξαμενής
3. Ασβέστωση-Χημική λίπανση δεξαμενών
 - 3.1 Επιπτώσεις στην παραγωγικότητα της δεξαμενής και στην παραγωγή ψαριών/γαρίδες
 - 3.2 Αναλογίες λιπασμάτων
 - 3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την δράση των χημικών λιπασμάτων
 - 3.4 Οργανική λίπανση δεξαμενών υδατοκαλλιιεργειών
 - 4.1-2 Επιδράσεις στην παραγωγικότητα τις δεξαμενής και στην παραγωγή γαρίδας/ψαριών.
 - 4.3 Οργανική λίπανση μέσω ενσωμάτωσης μεγάλων ζώων
5. Οικονομικά δεδομένα συμπληρωματικής διαιτητικής τροφοδοσίας και λίπανσης δεξαμενών
6. Γενικά συμπεράσματα- προτάσεις
7. Βιβλιογραφικές αναφορές

ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ- ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά από την τεχνητή διατροφή, η λίπανση είναι το καλύτερο μέσο αύξησης της ιχθυοπαραγωγής των υδροστασίων. Είναι επίσης το απλούστερο για αυτό το σκοπό και συγχρόνως το οικονομικότερο μέσο. Εξασφαλίζει την εντατικοποίηση της παραγωγής με τον πιο υγιεινό και συγχρόνως πιο οικονομικό τρόπο, από την τεχνητή διατροφή.

Η λίπανση αυξάνει την παραγωγή χωρίς να διατρέχουμε τον κίνδυνο ασθενειών από τροφικά αίτια. Αντίθετα βελτιώνει την κατάσταση των υδροστασίων από υγιεινή πλευρά. Η χρησιμότητα της λίπανσης είναι επομένως το ίδιο μεγάλη στην ιχθυοτροφία (εκμετάλλευση ελωδών εκτάσεων και φυσικών υδροστασίων) όπως και στην γεωργία (εκμετάλλευση χερσαίων σταθερών γαιών).

Η λίπανση έχει σκοπό να προωθήσει την παραγωγή αυξάνοντας την ποσότητα της υπάρχουσας φυσικής τροφής. Η τροφή αυτή ρυθμίζει την παραγωγικότητα και επηρεάζει το βαθμό ιχθυοφόρτισης του μεγαλύτερου αριθμού των φυσικών υδροστασίων και πιο συγκεκριμένα αυτών που χρησιμοποιούνται για εκτροφή κυπρίνων, κεφάλων, τιλάπιας, φυτοφάγων ψαριών και πεστροφών που αναπαράγονται.

Πράγματι η ποσότητα φυσικής τροφής εξαρτάται αφενός μεν από τη φυτική παραγωγή, αφετέρου δε από την ποσότητα των θρεπτικών ουσιών που υπάρχουν στο έδαφος. Σε τελευταία ανάλυση και εφόσον το φως και η θερμότητα επαρκούν, η ιχθυοπαραγωγικότητα εξαρτάται από τη σχετική αφθονία των ανοργάνων θρεπτικών ουσιών. Πειράματα απέδειξαν ότι ο φώσφορος, το κάλιο και το άζωτο, έχουν μέσα στα υδροστάσια περισσότερες πιθανότητες, απ' ό,τι στα στερεά εδάφη, να βρεθούν στην ελάχιστη ποσότητα γι' αυτό και η ωφελιμότητα της λίπανσης τους με ανόργανα στοιχεία που περιέχονται στα χημικά λιπάσματα. Η λίπανση αυτή είναι χρήσιμη για τα χωμάτινα υδροστάσια, με σκοπό να βελτιώσει την παραγωγικότητα. Μια ιλύς σε κατάσταση αποσύνθεσης αποθηκεύει θρεπτικές ουσίες και τις ελευθερώνει ανάλογα με τις ανάγκες των υδρόβιων φυτών. Έτσι εξηγείται η παρατεταμένη δράση των λιπασμάτων. Όσον αφορά τα υδρόβια φυτά τα καλύτερα είναι αυτά

χωρίς ρίζα, τα οποία δε μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις ανόργανες ύλες παρά μόνο όταν βρίσκονται διαλυμένες στο νερό. Στην κυπρινοτροφία η χρήση ανόργανης λίπανσης συνιστάται για όλα τα υδροστάσια, ενώ στην πεστροφοτροφία, συνιστάται στις περιπτώσεις εκτατικής καλλιέργειας.

Σε ότι αφορά τη συχνότητα και την ποσότητα εφαρμογής των διαφόρων ειδών της οργανικής λίπανσης των υδατοσυλλογών εκτροφής ψαριών, τονίζεται ότι είναι αδύνατο να δοθούν συγκεκριμένοι αριθμοί. Είναι εμφανής η αύξηση της παραγωγής με τη χρήση της οργανικής λίπανσης ανεξάρτητα από τις ειδικές συνθήκες της κάθε περίπτωσης.

Εξάγουμε το συμπέρασμα βάση βιβλιογραφικών δεδομένων ότι η ποσότητα των οργανικών λιπασμάτων και ιδιαίτερα της κοπριάς των ζώων κυμαίνεται από 3,5 κιλά ανά στρέμμα έως 250 κιλά ανά στρέμμα. Οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την ποσότητα της κοπριάς είναι η αρχική γονιμότητα του εδάφους, η αρχική γονιμότητα του νερού και του είδους κοπριάς.

Σε ότι αφορά τη συχνότητα εφαρμογής των λιπασμάτων αυτών, υπάρχουν απόψεις που υποστηρίζουν την εβδομαδιαία και άλλες σε καθημερινή βάση. Επίσης πολύ καλά αποτελέσματα έδωσε η ημερήσια παροχή κοπριάς πτηνών σε ποσότητα που αναλογεί στο 4% του βάρους των ψαριών. Ενώ μεγάλες ποσότητες βορειδών αποδείχθηκε ότι έχουν πολύ καλύτερα αποτελέσματα όταν υποβοηθείται η αποδόμησή τους μέσα στην υδατοσυλλογή, με τεχνητό αερισμό.

Επίσης, αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα έδειξε η πειραματική προσπάθεια ψαριών τιλάπιας όπου αναπτύχθηκαν σε 150 ημέρες μέχρι του μέσου ατομικού βάρους των 304 γραμμ, σε υδατοσυλλογή στην οποία εφαρμόστηκε, κατά τη διάρκεια της εκτροφής, λίπανση με κοπριά 400 πτηνών/στρέμμα.

Στο ερώτημα αν η παραγωγή είναι υψηλότερη όταν η κοπριά παρέχεται σε δεξαμενή παραγωγής φυτοπλαγκτόν, το οποίο μεταφέρεται στις δεξαμενές εκτροφής. Αποδείχθηκε τέλος ότι η παροχή κοπριάς χοίρων σε υδατοσυλλογές εκτροφής είχε υψηλότερη

παραγωγή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Τελική παραγωγή ψαριών (γρμ/10,5 τ.μ) σε πειραματικές υδατοσυλλογές εκτροφής, με χρήση κοπριάς χοίρων

Παροχή κοπριάς	Χαμηλή ποσότη. φυτ/κτου 60 λιτ κοπρ.	υψηλή ποσότη. φυτ/κτου 94 λιτ.κοπρ.	ο,5-3λιτ/ημ κοπριάς (55λιτ.)
Παραγωγή	557	809	1028

Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η συστηματική και εντατική παραγωγή φυτοπλαγκτονικών οργανισμών, με τη χρησιμοποίηση ανόργανων ή και ειδικότερα οργανικών λιπασμάτων, θεωρείται από πολλούς ειδικούς, ως μια πολύ αξιόλογη διαδικασία για την ελεγχόμενη παραγωγή κατάλληλων ψαριών.

Σε Ελληνικό ιχθυοτροφείο, η καθημερινή προσθήκη 2κ.β κοπριάς (σε υδατοσυλλογή 21 στρέμ.) βορειδών, με συμπληρωματική τροφή (4 τον σόγια, 10 τον σιτάρι), η τελική ετήσια παραγωγή ψαριών (κεφάλων, κυπρίνων και τιλάπιας), ήταν 95 κιλά/στρέμα.

Τέλος, σε εγκαταστάσεις παράλληλης εκτροφής χοίρων και ψαριών που αξιοποιούν την κοπριά των χοίρων ως τροφή, η παραγωγή των ψαριών (που ήταν δευτερεύον προϊόν της εκμετάλλευσης) ήταν της τάξεως των 380-400 κιλά/στρέμα. Επίσης αναφέρεται ότι οι αρχικές ποσότητες που συνήθως παρέχονται σε υδατοσυλλογές που θα χρησιμοποιηθούν για πρώτη φορά, εξαρτώνται από το είδος της κοπριάς.

Συνιστάται Κοπριά βορειδών 100 κιλά/στρέμα
Κοπριά χοίρων 56,8-170,4κιλά/στρέμα
Κοπριά πτηνών 11,4-22,8 κιλά/στρέμα

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Χημική σύσταση υγρής κοπριάς χοίρων που χρησιμοποιήθηκε σαν οργανικό λίπασμα σε υδατοσυλλογές ψαριών.

Στοιχείο/ενώσεις	Ποσότητα (ppm)
Σύνθεση Κ και Ν	19000-37000
Σύνθεση ΝΗ ₃	1000-2550
Σύνθεση Ρ	2200
Ό/μα Ορθοφωσφ	800
Κ	1150
Ca	390
Mg	500
Na	800
Cu	9
Zn	4
Fe	32
S	27

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Ποσότητες CaO για διάφορα είδη εδαφών και τιμών του pH (Shaperclaus 1933)

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ CaO (ΚΓ/ΣΤΡΕΜΑ)			
pH Εδάφους	Βαρεία Αργιλώδη	Αμμώδη Αργιλώδη	Αμμώδη Εδάφη
4	500	400	250
4,0-4,5	600	300	250
4,5-5,0	500	250	200
5,0-5,5	300	200	100
5,5-6,0	200	100	50
6,0-6,5	100	100	0

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Επίδραση φωσφορικής λίπανσης σε συνδυασμό με ασβέστη στη παραγωγή ψαριών (Hickling 1971)

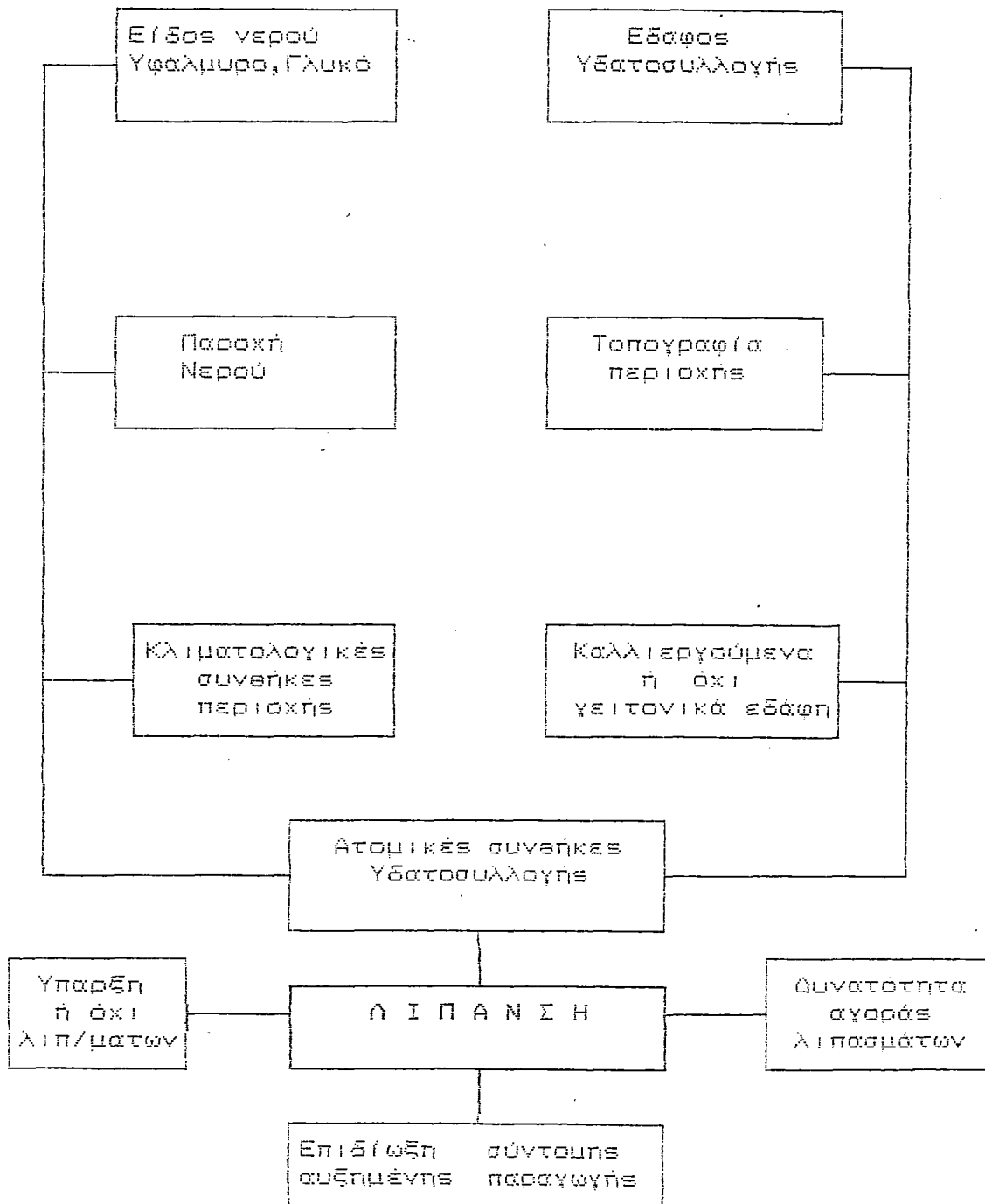
Φώσφορος	Ασβέστιο	Παραγωγή ψαριών (Διαφορά από μαρτυρες χωρίς λίπανση)
0 kg/στρ	50 kg/στρ	21,17kg/στρ
2,8 kg/στρ	0 kg/στρ	27,97kg/στρ
2,26kg/στρ	50 kg/στρ	57,74kg/στρ
2,26kg/στρ	90 kg/στρ	52,00kg/στρ

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Μεταβολικές συνδέσεις διαφόρων ιχνοστοιχείων (Golterman 1975)

Ιχνοστοιχεία Μεταβολική σύνδεση με:	
Mn	Πεπτιδάση, φωτοσύνστημα II
Cu	Κυτοσιμίνη (κυτόχρωμα α), πλαστοκυανίνη
Co	Πεπτιδάση, δέσμευση N, βιταμίνη B ₁₂
Mo	Μολυβδο-φλαβοπρωτεΐνη, νιτρογενάση
Fe	Κυτοχρώματα, φερρεδοξίνη, φλαβοπρωτεΐνη
Zn	Πεπτιδάση, γαλακτική δειδοοξυγενάση, ανυδάση ανθρακικού οξέος
Mg	Χλωροφύλλη

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Σχηματική παράσταση των κύριων παραγόντων που επηρεάζουν την εφαρμογή της λίπανσης σε υδατοσυλλογές εκτροφής υδρόβιων οργανισμών.



2. Λίπανση των Δεξαμενών

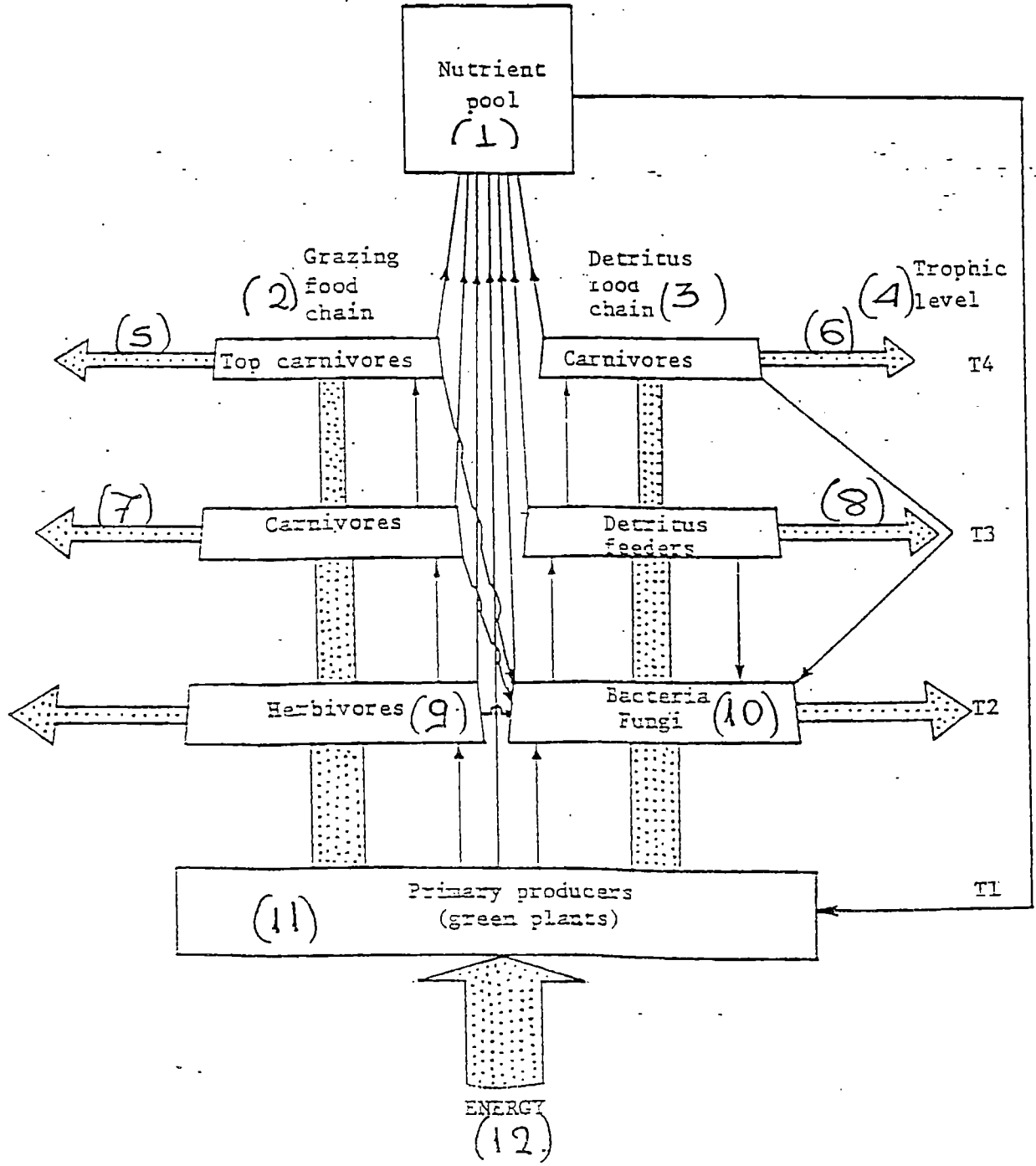
2.1 Το οικοσύστημα της δεξαμενής και οι πρωτογενείς θρεπτικοί κύκλοι

Από την στιγμή που ο στόχος μιας τροφοδοτικής στρατηγικής λίπανσης έγκειται στην αύξηση της παραγωγής της φυσικής οργανικής τροφής μέσα σε έναν όγκο νερού, είναι μάλλον χρήσιμο να περιγράψουμε αρχικά την βασική υδρόβια τροφική αλυσίδα μέσα σε ένα οικοσύστημα δεξαμενών.

Τα σχήματα 8 και 9 δείχνουν ένα γενικευμένο μοντέλο ενός απλού υδρόβιου οικοσυστήματος καθώς και ένα παράδειγμα ενός φυσικού τροφικού πλέγματος δεξαμενής αντίστοιχα που καταλήγει στον κοινό κυπρίνο (*C. carpio*). Όλα τα υδρόβια οικοσυστήματα, συμπεριλαμβανομένης μίας λιπαινόμενης δεξαμενής ψαριών ή γαρίδων, εναπόκεινται στην ταυτόχρονη λειτουργία των δύο διασυνδεόμενων τροφικών αλυσίδων. Απ' την μία, η ελαφριά, εξαρτημένη «αυτοτροφική» τροφική αλυσίδα βοσκής και απ' την άλλη η μη-ελαφριά εξαρτημένη «ετεροτροφική» τροφική αλυσίδα συντριμμάτων. Όπως υποδηλώνει η ίδια η λέξη, η αυτοτροφική ή οργανική ύλη, που συνθέτει την τροφική αλυσίδα, εξαρτάται από την αζωτοδέσμευση της ηλιακής ενέργειας από τα πράσινα φυτά κατά την διάρκεια της φωτοσύνθεσης με την παραγωγή καινούριας οργανικής ύλης από διοξείδιο του άνθρακα και νερό και η επακόλουθη κατανάλωση αυτών των φυτικών οργανισμών μέσω των ζωικών ειδών που τρέφονται με αυτά. Αν και τα πράσινα φυτά και ιδιαίτερα το φυτοπλαγκτόν αποτελούν τα πρωταρχικά αυτότροφα ή τους «πρωτογενείς παραγωγούς» που δρουν σε ένα οικοσύστημα δεξαμενής, ορισμένα μη-φωτοσυνθετικά αναερόβια βακτήρια και πρασινογάλαζα φύκια είναι αυτροφικά ως προς το ότι είναι σε θέση να συνθέτουν οργανική ύλη (μ' άλλα λόγια νέα κυτταρική βιομάζα) από ανόργανο άνθρακα μέσω της αξιοποίησης της χημικής ενέργειας που προέρχεται από την κυτταρική οξείδωση ανοργανικών υποστρωμάτων τέτοιων όπως το σουλφίδιο υδρογόνου, το θείο, το άζωτο, ο δισθενής σίδηρος και το υδρογόνο (που ορίζονται συλλογικά ως χημικοσυνθετικά αυτότροφα σε αντιδιαστολή με τα φωτοσυνθετικά αυτότροφα). Αντίθετα, η ετεροτροφική ή οργανική ύλη που καταναλώνει την τροφική αλυσίδα εξαρτάται από την μικροβιολογική υποβάθμιση της μη-ζώσας οργανικής ύλης

ή των συντριμμάτων σε καινούρια μικροβιακή βιομάζα (που αποτελείται κυρίως από βακτήρια) και που εξυπηρετεί ως τροφοδοτική πηγή για πρωτόζωα, νηματοσκώληκες και άλλα βενθικά ζώα και έτσι τα απελευθερωμένα ανόργανα θρεπτικά συστατικά και το διοξείδιο του άνθρακα είναι με την σειρά τους διαθέσιμα για παραπέρα φωτοσυνθετική παραγωγή από τους πρωταρχικούς παραγωγούς ή τα αυτότροφα.

Όλοι οι τροφικοί οργανισμοί των δεξαμενών, συμπεριλαμβανομένων των αυτότροφων και των ετερότροφων, αποτελούνται κυρίως από άνθρακα - C, άζωτο - N και φώσφορο-P (δηλ. η σύνθεση του φυτοπλαγκτίον που παράγεται σε ένα πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά μέσο είναι περίπου 45-50%C,



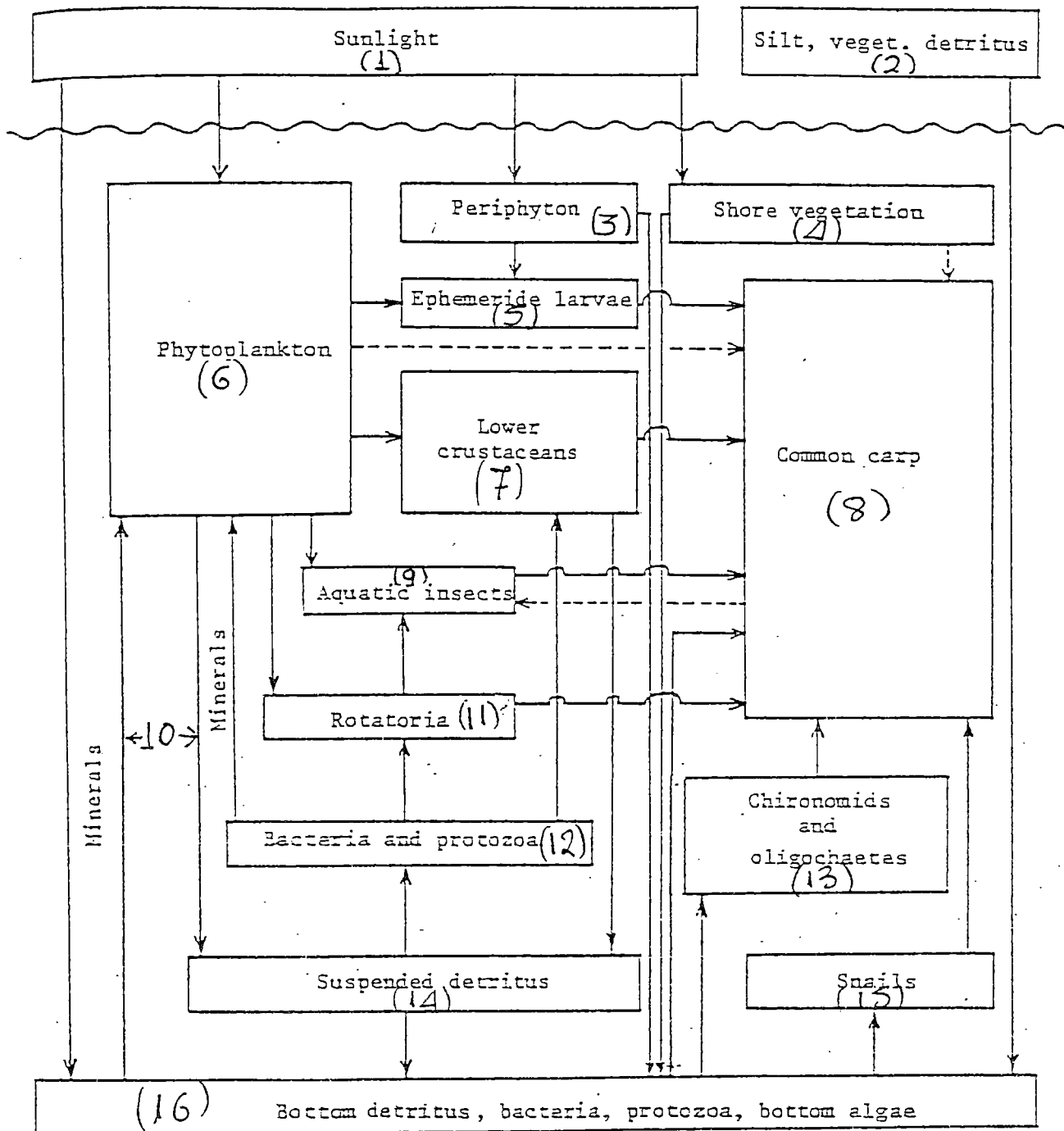
Σχήμα 8

1. Πισίνα θρεπτικών ουσιών
2. Θρεπτική αλυσίδα βοσκής
3. Τροφική αλυσίδα συντριμμάτων
4. Τροφικό επίπεδο
5. Ανώτερα σαρκοβόρα
- 6-7. Σαρκοβόρα
8. Τροφοδότες συντριμμάτων
9. Φυτοφάγα
10. Βακτήρια-μύκητες
11. Πρωταρχική παραγωγή (πράσινα φυτά)
12. Ενέργεια
13. Αναπνευστική απώλεια ενέργειας ως ακτινοβολούσα θερμότητα προς τον εξωτερικό χώρο.

Γενικευμένη αναπαράσταση ενός απλού υδροβίου συστήματος. Τα ελαφρώς σκιασμένα παρραλληλόγραμμα αναπαριστούν τη βιομάζα κάθε τύπου οργανισμού. Τα τόξα δείχνουν τη κατεύθυνση και το μέγεθος της ροής της ενέργειας που απορροφάται από τους πρωταρχικούς παρραγωγούς (τα πράσινα φύκια και τα ψυλότερα φυτά). Τα οικοσυστήματα υποδιαιρούνται στην τροφική αλυσίδα βοσκής των μεγαλύτερων ζώων και στην τροφική αλυσίδα συντριμμάτων ή αποσύνθεσης μικροοργανισμών. (πηγή: Eltingram 1971)

Σχήμα 9.

1. Φως
2. Λάσπη, φυτικά συντρίματα
3. Περίφυτα
4. Βλάστηση ακτής
5. Εφήμερες νύμφες
6. Φυτοπλαγκτόν
7. Χαμηλότερα καρκινοειδή-αρθρόποδα
8. Κοινός κυπρίνος
9. Υδρόβια έντομα
10. Μέταλλα
11. Rotatoria
12. Βακτήρια και πρωτόζωα
13. Χιρονομίδες και ολιγόχαιτοι
14. Αιωρούμενα συντρίματα
15. Σαλιγκάρια
16. Συντρίματα πυθμένα, βακτήρια, πρωτόζωα, φύκια πυθμένα.



Σχήμα 9 * Σχηματική αναπαράσταση ενός τροφικού δικτύου δεξαμενής που καταλήγει στον κοινό κυπρίνο (*Cyprinus Carpio* ; Herper and Pruginin, 1981)

8-10%N και 1%P σε μία ξηρή βάση : Edwards, 1982) και συνεπώς εξαρτώνται από την βιολογική παροχή αυτών των πρωταρχικών θρεπτικών ουσιών για την ανάπτυξή τους. Οι βασικοί χημικοί και βιολογικοί δρόμοι που εμπλέκονται στην παροχή και την κύκλωση των C, N και P μέσα σε ένα οικοσύστημα φυσικής δεξαμενής εκτίθενται στα Σχήματα 10.11 και 12 αντίστοιχα. Από την κατανόηση αυτών των θρεπτικών κύκλων διαφαίνεται ότι η φυσική παραγωγικότητα ενός εγκλειόμενου όγκου νερού μπορεί να αυξηθεί με προσεκτική διαχείριση μέσα από την ελεγχόμενη πρόσθεση χημικών ανόργανων λιπαντών (μ' άλλα λόγια τροφοδοτώντας την αυτοτροφική τροφική αλυσίδα) και/ή από τα οργανικά περιττώματα (τροφοδοτώντας δηλαδή την ετεροτροφική αλυσίδα).

Ο βούρκος του πυθμένα της δεξαμενής και πιο συγκεκριμένα το στρώμα λάσπης 1/ θεωρείται ότι αποτελεί το «χημικό εργαστήριο» και το «πρωταρχικό κατάστημα θρεπτικών ουσιών» του οικοσυστήματος της δεξαμενής και ως τέτοιο παίζει ζωτικό ρόλο στην διατήρηση της παραγωγικότητας της δεξαμενής (Σχήματα 10-12 : Mortimer, 1954; Huet, 1975; Vincke, 1985; White, 1986). Εν' τούτοις, η επιτυχία μιας λιπαντικής τροφικής στρατηγικής, σε πολλές περιπτώσεις, εξαρτάται από την αρχική ξηραντική και/ή χημική επεξεργασία του πυθμένα της δεξαμενής με ασβέστη.

2.2. Ξήρανση της δεξαμενής

Τα πλεονεκτήματα της ξήρανσης με αέρα και της έκθεσης του πυθμένα της δεξαμενής στο ατμοσφαιρικό οξυγόνο και το ηλιακό φως πριν από την επίθεση λιπαντικού έχουν επισκοπηθεί από τους Mortimer (1954), Vincke (1985), Clifford (1985), Fast (1986), Stokes και Smith (1987), Wilson (1987) και περιλαμβάνουν τα παρακάτω :

- Την βελτίωση της υφής του χώματος και της πρωταρχικής θρεπτικής διαθεσιμότητας για την μελλοντική παραγωγή φυτοπλαγκτόν, διευκολύνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την αποδόμηση και την αποσύνθεση της οργανικής ύλης μέσα από την οξειδωση και την επακόλουθη μεταλλοποίηση της επιφάνειας του στρώματος λάσπης.
- Την μείωση ζήτησης ιζήματος λάσπης για οξυγόνο απ' την στιγμή που η δεξαμενή γεμίζει με νερό.
- Ένα καλοαεριζόμενο και μερικά οξειδωμένο χώμα καθιστά τον πυθμένα πλέον κατάλληλο για τον αποικισμό επιθυμητών βενθικών τροφικών οργανισμών.

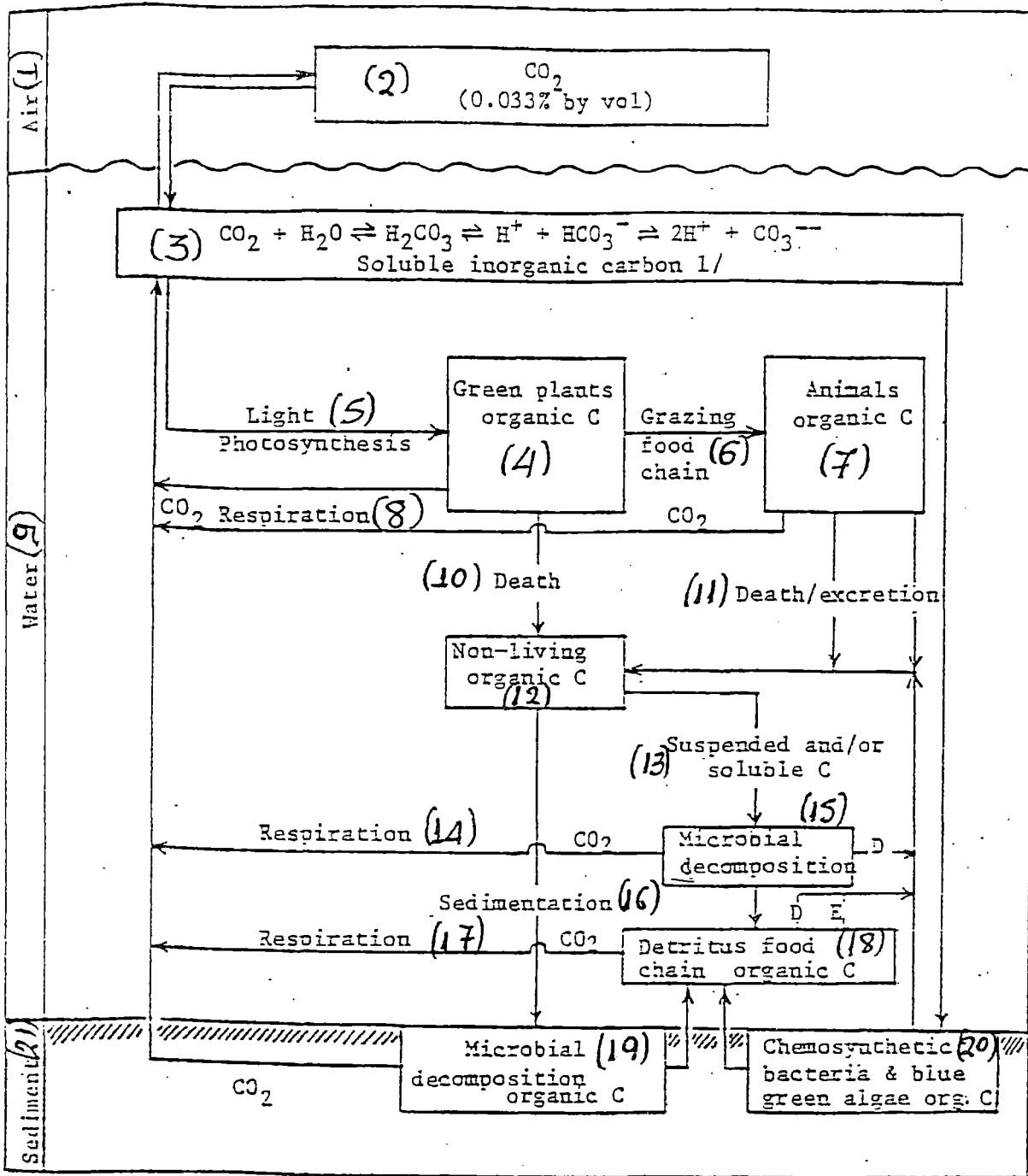
- Την οξειδωση και την αφαίρεση των ανεπιθύμητων μεταβολιτών τέτοιων όπως το σουλφίδιο υδρογόνου (ένα παραπροϊόν της αναεροβικής αναπνευστικής διαδικασίας των βακτηριδίων του θείου), το οποίο εάν συσσωρευθεί μπορεί να ανασχέσει την ανάπτυξη φυτοπλαγκτόν και των καλλιεργούμενων ψαριών ή γαρίδων.

- Την εξάλειψη των αρπακτικών ψαριών ή γαρίδας, των παρασίτων και των αυγών τους καθώς και των ανεπιθύμητων υδροβίων μακρόφυτων.

1/ Η λάσπη ή το ίζημα της δεξαμενής αποτελείται γενικά από μία μείξη κατακαθισμένης οργανικής ύλης ή συντριμμάτων (υπολείμματα ζώων /φυτών και περιττωματική ύλη), φρέσκους ή σε κατάσταση βακτηριδιακού ή μικροβιακού αποικισμού και αποσύνθεσης ζωντανών οργανισμών (όπως φύκια, πρωτόζωα, νηματόποδες ολιγοχαίτες, πολυχαίτες, γαστρόποδα και νύμφες εντόμων) καθώς και ανοργανικά μέταλλα. Τα τελευταία μπορεί να είναι παρόντα ως τραχιά άμμος ή μόρια ιλύος, κατακρημνημένα μεταλλικά άλατα κατιόντα, που απορροφώνται πάνω σε αρνητικά φορτισμένα μόρια κολλοειδούς πηλού ή μαυροχώματος, ως ελεύθερα αποσυνδεδεμένα κατιόντα μέσα στο διάμεσο νερό της λάσπης της δεξαμενής. (Boyd, 1982; Coche, 1985).

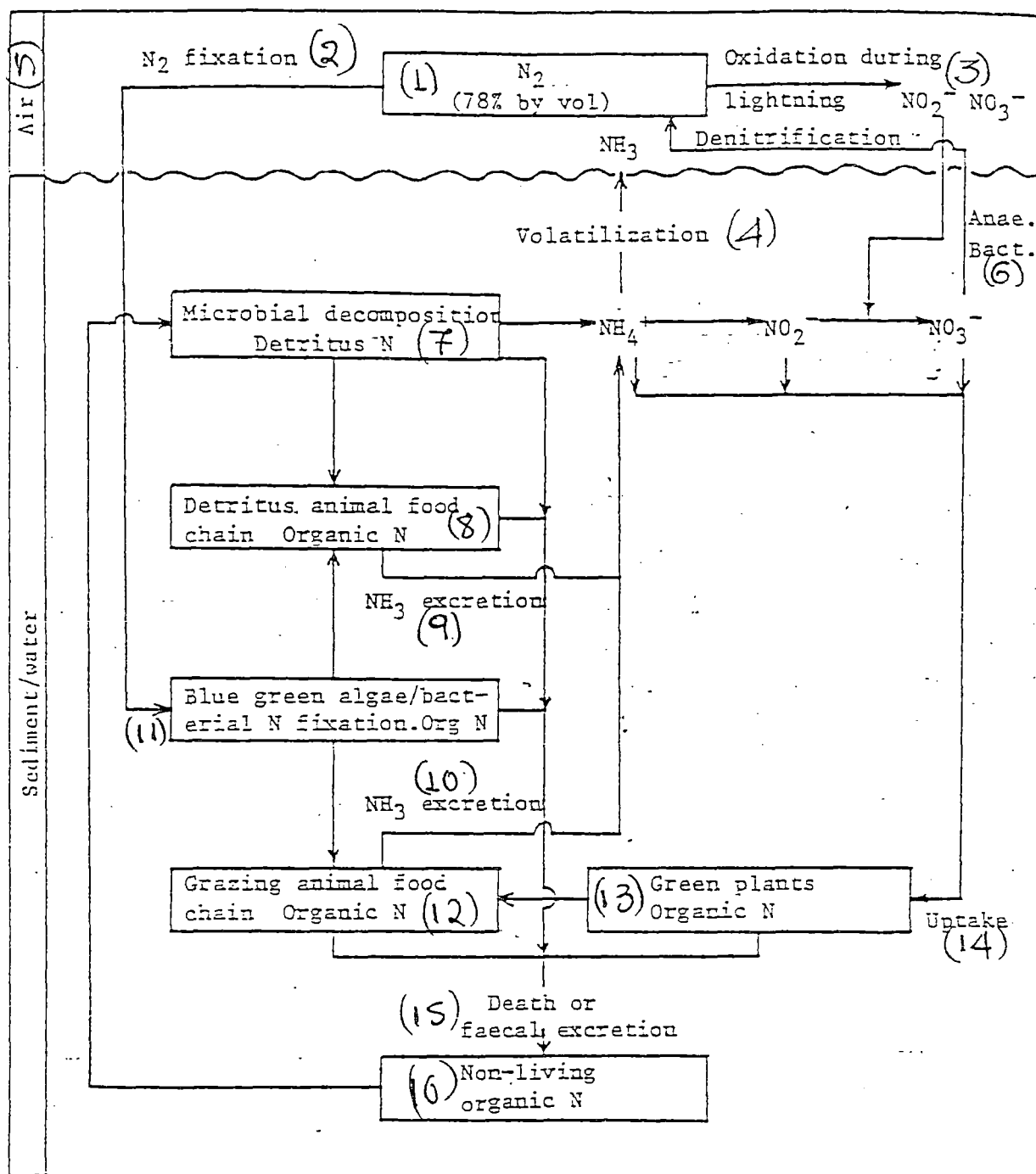
Σχήμα : 10

- (1) Αέρας
- (2) CO₂ (0.033 % σε όγκο)
- (3) Διαλυτός οργανικός άνθρακας 1/
- (4) Πράσινα Φυτά - Οργανικός C
- (5) Φως - Φωτοσύνθεση
- (6) Τροφική Αλυσίδα Βοσκήs
- (7) Ζώα - Οργανικός C
- (8) Αναπνοή CO₂
- (9) Νερό
- (10) Θάνατος
- (11) Θάνατος/Απέκκριση
- (12) Μη - Οργανικό C
- (13) Αιωρούμενος και/ή διαλυτός C.
- (14) - (17) Αναπνοή
- (15) Μικροβιακή αποσύνθεση
- (16) Ιζηματάποθεση
- (18) Τροφική αλυσίδα συντριμμάτων - οργανικός C
- (19) Μικροβιακή αποσύνθεση - οργανικός C
- (20) Χημικοσυνθετικά βακτήρια και πρασινογάλαζα φύκια - οργ. C
- (21) Ιλύς



Σχήμα 10. Ο κύκλος του άνθρακα

1/ Η ισορροπία εξαρτάται από το pH. Η διαλυτότητα του CO_2 αυξάνεται με το pH. Επιπρόσθετα, στις μορφές οργανικού C που εκτίθενται πιο πάνω, η καθίζηση του ανθρακικού ασβεστίου μπορεί να λάβει χώρα από το διανθρακικό [... εξίσωση]. Το κατατμημένο και το κολλοειδές ανθρακικό ασβέστιο παίζει σημαντικό ρόλο ως προς το γεγονός ότι έχει την δυνατότητα να απορροφά δυναμικά μία ποικιλία βιολογικά δραστηκών χημικών ενώσεων συμπεριλαμβανομένων των χουμικών οξέων και των εστέρων του φωσφορικού οξέος.



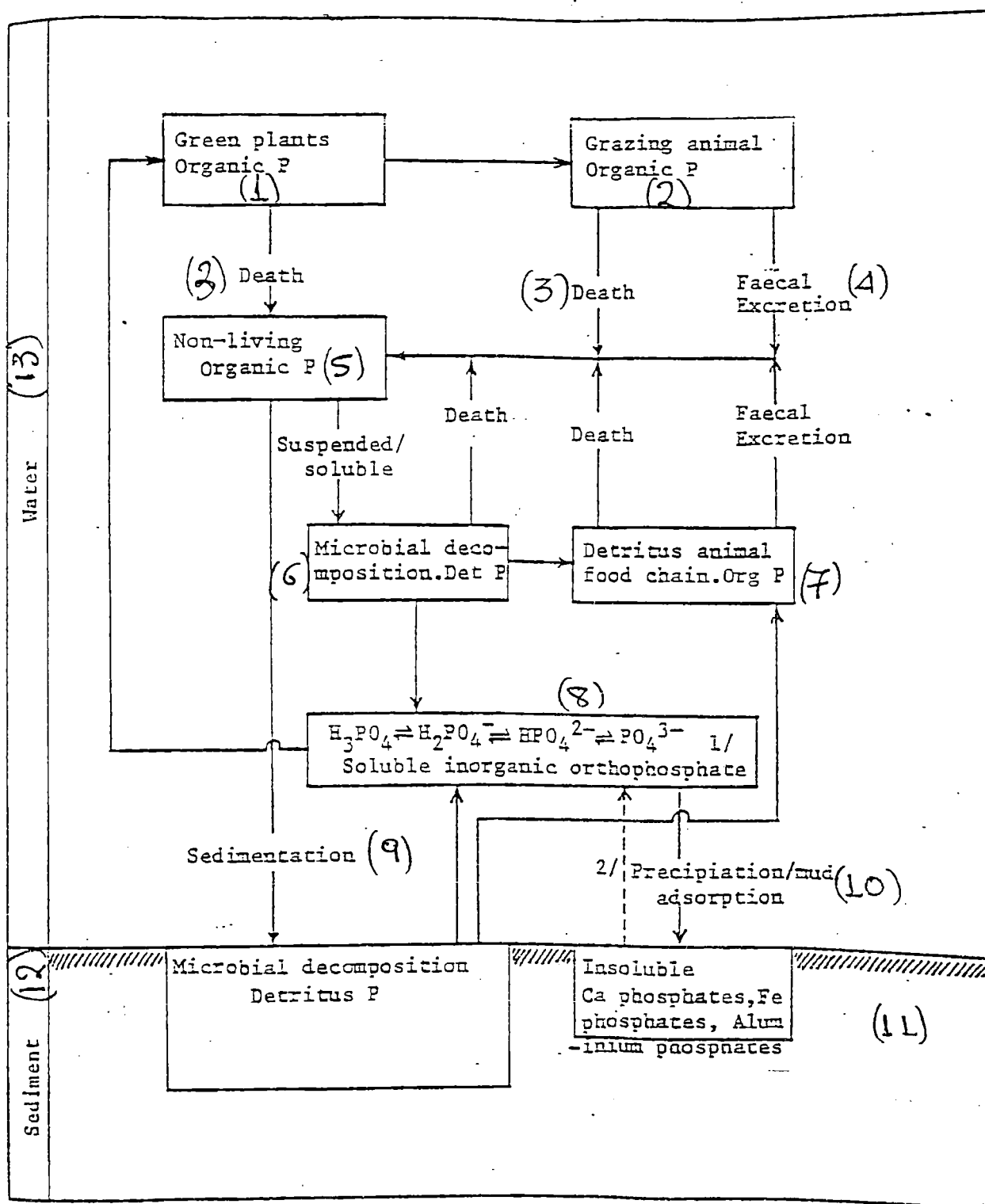
Σχήμα 11. Ο κύκλος του αζώτου

 Σχήμα 11

- (1) N_2 (78% σε όγκο)
- (2) Αζωτοδέσμευση (μετατροπή νιτρικού αζώτου σε άλατα) N_2
- (3) Οξειδωση κατά την διάρκεια αστραπής- Διάσπαση νιτρικών
- (4) Εξάτμιση (εξαέρωση)
- (5) Αέρας
- (6) Αναερόβια Βακτήρια
- (7) Μικροβιακή αποσύνθεση - Συντρίμματα N
- (8) Ζωική τροφική αλυσίδα συντριμμάτων - Οργανικό N
- (9) - (10) Απέκκριση NH_3
- (11) Γαλαζοπράσινα φύκια / βακτηριακή αζωτοδέσμευση N-Οργαν. N
- (12) Τροφική ζωική αλυσίδα βοσκής - Οργανικό N
- (13) Πράσινα φυτά - Οργανικό N
- (14) Σωλήνας εξαερισμού
- (15) Θάνατος ή περιττωματική απέκκριση
- (16) Μη - ζωντανό - Οργανικό N

Σχήμα 12

- (1) Πράσινα φυτά - Οργανικός P
- (2) Βόσκοντα ζώα - -»-
- (3) Θάνατος
- (4) Περιττωματική Απέκκριση
- (5) Μη - ζωντανός Οργανικός P
- (6) Μικροβιακή αποσύνθεση . Συντρ. P
- (7) Τροφική αλυσίδα συντριμμάτων ζώων - Οργ. P
- (8) Διαλυτός ανόργανος ορθοφωσφάτης
- (9) Ιζηματογένεση
- (10) Κατακερματισμός / Προσρόφηση λάσπης
- (11) Μη-διαλυτοί αστέρες του φωσφορικού οξέος, φωσφορικά άλατα Αλουμ.
- (12) Ιλύς
- (13) Νερό



Σχήμα 12. Ο κύκλος του φωσφόρου

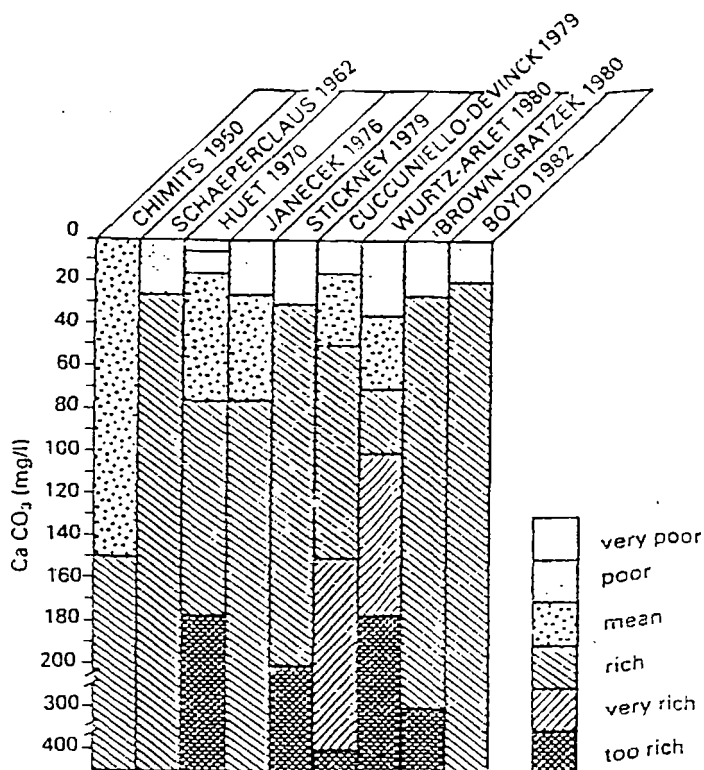
1/ Η ισορροπία εξαρτάται από το pH. Η διαλυτότητα του ορθοφωσφατικού οξέος επαυξάνεται με το pH.

2/ Αγωγή απελευθέρωση του ορθοφωσφάτη από τα ιζήματα της δεξαμενής, ιδιαίτερα κάτω από μειούμενες συνθήκες (που προκαλούνται έμμεσα μέσα από τον μεταβολισμό των αναερόβιων βακτηριδίων του θείου).

Την διευκόλυνση της συγκομιδής των καλλιεργούμενων ψαριών ή γαρίδας και την αφαίρεση υπερβολικής λάσπης ή αποθέσεων βούρκου από τον πυθμένα της δεξαμενής. Το τελευταίο αποτελεί ένα πολύτιμο λιπαντή για αγροτικές καλλιέργειες. Η συνήθης περίοδος ξήρανσης (στέγνωσης) για την επαρκή μεταλλοποίηση (στερεοποίηση) λάσπης κυμαίνεται ανάμεσα στις πέντε και δέκα ημέρες πράγμα που καθίσταται προφανές από την εμφάνιση ρωγμών πάνω στην επιφάνεια της λάσπης ή μέσα από την δυνατότητα του πυθμένα της δεξαμενής να υποστηρίζει/ ενισχύει χωρίς κατακάθιση (Wincke, 1985, Clifford, 1985, Wilson, 1987). Αποτελεί ουσιώδες ζήτημα για την καλλιέργεια συγκεκριμένων βενθικών τροφικών οργανισμών το να μην είναι ο πυθμένας της δεξαμενής στεγνός/ ξηρός από «κοκάλια». Για παράδειγμα μια περίοδος ξήρανσης 7-10 ημερών συνίσταται συνήθως για την προετοιμασία της λάσπης της δεξαμενής για την ανάπτυξη «lab-lab» (algal mat που συντίθεται κυρίως από πρασινογάλαζα φύκια και διάτομα - βακυλλαριόφυκος) και «lumut» (ψάθινο στρώμα φυκιών που συντίθεται κυρίως από νηματοειδή πράσινα στο χρώμα του χορταριού φύκια) μέσα σε δεξαμενές για ψάρια γλυφού νερού ή γαρίδων αντίστοιχα (ASEAN 1978). Αν και οι δεξαμενές συνήθως αποξηραίνονται στο τέλος κάθε νέου κύκλου καλλιέργειας στην Κίνα οι δεξαμενές ψαριών συνήθως αποξηραίνονται σε μια περίοδο των 15-20 ημερών ή κάθε ένα ή τρία χρόνια (FAO, 1983). Εντούτοις, η αποξήρανση της δεξαμενής δεν συνίσταται κάτω από φυσιολογικές συνθήκες για εκείνα τα παράκτια και πεδινής απόθεσης ποταμών χώματα τέτοια όπως «ο πηλός της γάτας» και «mine overburn» που περιέχουν πυρίτη - FeS₂ και άλλα μέταλλα που περιέχουν θείο. Με την έκθεση στον αέρα αυτά τα μέταλλα οξειδώνονται σχηματίζοντας θειικό οξύ και ενώσεις σιδηρούχου θειικού άλατος (jarosite). Το προκύπτον «οξειδοθειικό» χρώμα χαρακτηρίζεται από ένα πολύ χαμηλό pH (> 4) και κίτρινες κηλίδες ή jarosite (Coche, 1985). Άλλα μειονεκτήματα που συνήθως αποδίδονται στην ξήρανση της δεξαμενής συμπεριλαμβάνουν τα εξής: 1) απώλεια χρόνου που διαφορετικά θα καταναλώνονταν στην παραγωγή ψαριών ή γαρίδων και 2) πρόσθετη εργασία και κόστος νερού (δηλαδή το κόστος της αποστράγγισης και του ξαναγεμίματος της δεξαμενής με νερό, συμπεριλαμβανομένου του κόστους ηλεκτρικής άντλησης).

3. Ασβέστωση

Σύμφωνα με τους Thomaston & Zeller (1961) και Boyd (1986) οι δεξαμενές φρέσκου νερού για να είναι σε θέση να ανταποκρίνονται δεόντως στην λίπανση, η λάσπη του πυθμένα δεν θα πρέπει να είναι σε μεγάλο βαθμό όξινη και η επιφάνεια του νερού θα πρέπει να έχει ένα ουδέτερο - αλκαλικό pH (7-8) και μια συνολική αλκαλικότητα και σκληρότητα των 20 mg/l περισσότερο ως ανθρακικό ασβέστιο. Οι όξινες λάσπες απορροφούν δυναμικά τα ανοργανικά φωσφορικά άλατα και τους τροφικούς οργανισμούς της δεξαμενής (ιδιαίτερα το φυτοπλαγκτόν) που δεν αναπτύσσονται ικανοποιητικά σε ένα όξινο περιβάλλον (pH 5-6) ή σε νερό με χαμηλή βάση



άνθρακα και συγκέντρωση ασβεστίου (Miller, 1976, Vincke, 1985, Fast, 198, Boyd, 1986). Εντούτοις αυτές οι ανισοκατανομές μπορούν να διορθωθούν με την επίθεση άνυδρου άσβεστου (CaO) ή ασβεστόλιθου (CaCO₃) στον πυθμένα της δεξαμενής ή στην στήλη νερού πριν από την έναρξη του κύκλου καλλιέργειας ή του προγράμματος λίπανσης της δεξαμενής. Ο Boyd (1982) εκθέτει τρεις βασικούς τύπους δεξαμενών που ανταποκρίνονται ευνοϊκά στην ασβέστωση: 1) οι δυστροφικές δεξαμενές με νερά σε μεγάλο βαθμό κηλιδωμένα με χουμικές ουσίες και λάσπες με μεγάλα αποθέματα αργώς αποσυντιθέμενης οργανικής ύλης (τυπική ποιότητα νερού: pH 5-6, αλκαλικότητα 1-5 mg/l, CaCO₃, οξύτητα 0 mg/l CaCO₃), 2) δεξαμενές με νερά χαμηλού pH και αλκαλικότητας εξαιτίας της μετριοπαθούς όξινης λάσπης και χωμάτων υδροκρίτη (τυπική ποιότητα νερού: pH 5,5, αλκαλικότητα 3-15 mg/l CaCO₃, οξύτητα 0 mg/l CaCO₃) και 3) δυστροφικές δεξαμενές με νερά που περιέχουν μεταλλική οξύτητα που προκύπτει από χώματα οξέων - θειικών αλάτων ή υδροκρίτων (τυπική ποιότητα νερού: pH 2-4,5, αλκαλικότητα 0mg/l CaCO₃, οξύτητα 10-250 mg/l CaCO₃).

Οι πλεονεκτικές επιδράσεις της ασβέστωσης δεξαμενών μπορούν να καταλογιστούν περιληπτικά ως ακολούθως:

- Η ασβέστωση αυξάνει το pH και την αλκαλικότητα των οξέινων νερών σε επιθυμητά επίπεδα, εγκαθιδρύοντας ένα αλκαλικό αποθεματικό ή ρυθμιστικό σύστημα pH (Mortimer, 1954, Huet, 1975, Miller, 1976, Boyd, 1982, FAO, 1983, Yamada, 1986).

- Στη βάση αυτής της επίδρασης στην αλκαλικότητα, η ασβέστωση αυξάνει την διαθεσιμότητα άνθρακα για την φωτοσύνθεση (Mortimer, 1954, Miller, 1976, Boyd, 1982, Fast, 1986, Yamada, 1986).

- Η ασβέστωση αυξάνει το pH της λάσπης του πυθμένα σε επιθυμητά επίπεδα και συνεπώς μειώνει την ικανότητα της λάσπης να απορροφά τις θρεπτικές ουσίες των φυτών, τέτοιες όπως τα ανοργανικά φωσφορικά άλατα, επαυξάνοντας κατ' αυτό τον τρόπο την βιοδιαθεσιμότητά τους σε τροφικούς οργανισμούς δεξαμενής (Mortimer, 1954, Huet, 1975, Miller, 1976, Boyd, 1982, FAO, 1983, Yamada, 1986).

- Ανεβάζοντας το pH των οξέινων ιζημάτων, η ασβέστωση δημιουργεί ένα πιο ευνοϊκό περιβάλλον για την

μικροβιακή ανάπτυξη και ως εκ τούτου επιταχύνει την αποσύνθεση και την μεταλλοποίηση της οργανικής ύλης μέσα στο ίζημα (Huet, 1975, Miller, 1976, Boyd, 1982, East, 1986, Yamada, 1986).

- Ανεβάζοντας το επίπεδο της αλκαλικότητας και της σκληρότητας του νερού. Σ' αυτή την περίπτωση η ασβέστωση εξυπηρετεί ως άμεση πηγή διαλυτού ασβεστίου για τους τροφικούς οργανισμούς της δεξαμενής (Mortimer, 1954, Boyd, 1982, FAO, 1983).

- Η ασβέστωση υποβοηθά την διαύγαση των θολών νερών διευκολύνοντας την θρόμβωση και την καθίζηση των οργανικών / αργιλικών κολλωδών ουσιών σε αιώρηση (συμπεριλαμβανομένων των χουμικών οξέων), βελτιώνοντας ως εκ τούτου την εισχώρηση του φωτός για την δημιουργία φωτοσύνθεσης (Mortimer, 1954, Boyd & Scarsbrook, 1974, FAO, 1983, Yamada, 1986).

- Η ασβέστωση εξυπηρετεί σαν απολυμαντικό (αποστειρωτικό) της δεξαμενής, σκοτώνοντας τα παράσιτα των ψαριών και τους ενδιάμεσους ξενιστές, τους ζωικούς ανταγωνιστές και τα ανεπιθύμητα πράσινα φυτά (Mortimer, 1954, Huet, 1975, Miller, 1976, Boyd, 1982, FAO, 1983, Yamada, 1986).

- Στη βάση των παραπάνω ιδιοτήτων, η ασβέστωση ως εκ τούτου αυξάνει (σε κάθε περίπτωση, ακόμα και έμμεσα) την φυσική προστατευτική ικανότητα των δεξαμενών με φρέσκο νερό με όξινα νερά και χαμηλή συνολική αλκαλικότητα και σκληρότητα (Boyd, 1982 & Scarsbrook 1987). Για παράδειγμα, οι Zeller & Montgomery (1962) και Boyd & Scarsbrook (1974) αναφέρουν επαυξημένη παραγωγή ζωντανής τροφής (φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν και βενθικοί τροφικοί οργανισμοί) μέσα σε λιπασμένες δεξαμενές στις οποίες έχει υπάρξει προεπεξεργασία με ασβέστη. Η ασβέστωση επαυξάνει την αποτελεσματικότητα της εμπλεκόμενης στρατηγικής λίπανσης. Μια παρόμοια σχέση υφίσταται όσον αφορά την παραγωγή ψαριών μέσα σε τέτοιες δεξαμενές. Η προεπεξεργασία δεξαμενών με ασβέστη επαυξάνει την δραστηριότητα της ανόργανης λίπανσης με αντίστοιχα αυξανόμενη παραγωγή ψαριών. Για παράδειγμα, οι Arce & Boyd (1975) και Hickling (1962) αναφέρουν ποσοστά της τάξης του 24,9% και 41,6% αύξησης στην παραγωγή *Tilapia* αντίστοιχα μέσα σε ασβεστωμένες σε σχέση με μη ασβεστωμένες δεξαμενές που δέχονται παροχές ανόργανου λιπαντή. Εντούτοις, θα

μπορούσε επίσης να σημειωθεί ότι δεν έχουν όλες οι μελέτες καταδείξει τη θετική επίδραση ασβέστωσης όσον αφορά την παραγωγή ψαριών (Swingle, 1947, Miller, 1976, Boyd, 1982). Κατ' αυτό τον τρόπο στη βάση των δοκιμών ασβέστωσης που διεξήχθησαν μέσα σε δεξαμενές ψαριών με φρέσκο νερό στην Αφρική ο Miller, 1976 συμπεραίνει ότι η χρήση ασβέστη σε νερό με pH μεγαλύτερο από 6,5 φαίνεται να μην είναι απαραίτητη. Παρόμοια, με την εξαίρεση των παράκτιων οξύινων - θειικών αλάτων χωμάτων, η ασβέστωση δε θεωρείται ουσιαστική για την προετοιμασία δεξαμενών με αλμυρό νερό. Το θαλασσινό νερό παρουσιάζει μια ισχυρή αποσβεστική (ρυθμιστική) ικανότητα και διαθέτει μια κλίμακα pH ανάμεσα στο 7,5 και στο 8,4 (Sturmer, 1987).

Σύμφωνα με τον Boyd (1982), η προδιαγραφή ασβέστωσης για μια δεξαμενή ψαριών θα πρέπει να αναπαριστά την ποσότητα του ανθρακικού ασβεστίου που απαιτείται για την επαύξηση του pH της λάσπης στο 5,9 έτσι ώστε η βάση μη - κορεσμού (διαπότισης) (αναλογία των οξύινων κατιόντων ως προς τα συνολικά κατιόντα στις θέσεις ανταλλαγών μορίων) της λάσπης θα είναι 0,2 ή λιγότερο και η συνολική σκληρότητα (και αλκαλικότητα) θα είναι πέραν των 20 mg/l. Ο πίνακας 12, δείχνει τις συνιστώμενες αναλογίες επίθεσης ασβέστη για τις δεξαμενές ψαριών όπως αυτές καθορίζονται από την τεχνική του Boyd. Εντούτοις, θα πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι η παραπάνω σχέση ανάμεσα στη βάση μη κορεσμού και της αλκαλικότητας/σκληρότητας της δεξαμενής καθορίστηκε για δεξαμενές στην Αλαμπάμα των ΗΠΑ και οι σχέσεις ανάμεσα στο pH λάσπης και την βάση μη κορεσμού διαφέρουν γεωγραφικά (Boyd, 1986).

Πίνακας 12. Εκτιμώμενη απαίτηση ασβέστη (kg CaCO₃/ha) που απαιτείται για την αύξηση της συνολικής σκληρότητας και αλκαλικότητας του νερού δεξαμενής σε 20 mg/l ή μεγαλύτερο ή μεγαλύτερο 1/

	7.9	7.8	7.7	7.6	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1	7.0
5.7	91	182	272	363	454	544	635	726	817	908
5.6	126	252	378	504	630	756	882	1,008	1,134	1,260
5.5	202	404	604	806	1,008	1,210	1,411	1,612	1,814	2,016
5.4	290	580	869	1,160	1,449	1,738	2,029	2,318	2,608	2,898
5.3	340	680	1,021	1,360	1,701	2,041	2,381	2,722	3,062	3,402
5.2	391	782	1,172	1,562	1,948	2,344	2,734	3,124	3,515	3,906
5.1	441	882	1,323	1,765	2,205	2,646	3,087	3,528	3,969	4,410
5.0	504	1,008	1,512	2,016	2,520	3,024	3,528	4,032	4,536	5,040
4.9	656	1,310	1,966	2,620	3,276	3,932	4,586	5,242	5,980	6,552
4.8	672	1,344	2,016	2,688	3,360	4,032	4,704	5,390	6,048	6,720
4.7	706	1,412	2,116	2,822	3,528	4,234	4,940	5,644	6,350	7,056

Ο ασβέστης που απαιτείται (όπως CaCO_3) υπολογίζεται από το pH της λάσπης της λίμνης πριν και μετά την πρόσθεση ενός ρυθμιστικού διαλύματος. Το δείγμα λάσπης για την μέτρηση της απαίτησης σε ασβέστη θα πρέπει να ξηραθεί σε θερμοκρασία δωματίου απλώνοντας ένα λεπτό στρώμα πάνω σε ένα πλαστικό έλασμα. Το δείγμα ξηρής λάσπης κονιορτοποιείται χρησιμοποιώντας ένα κόπανο και ασβεστοκονία και περνάει μέσα από μια σήτα 20-νημάτων δικτύου ανοίγματα των (0,85 mm) για ανάλυση pH. Το ρυθμιστικό διάλυμα ετοιμάζεται μέσω της διάλυσης 20g p-νιτροφενόλης, 15g βορικού οξέος, 74g χλωριδίου καλίου και 10,5g υδροξειδίου καλίου σε αποσταγμένο νερό και αραιώνεται σε ένα λίτρο σε μια ογκομετρική φιάλη. Στη συνέχεια τοποθετούμε 20.0g του ξερού και κονιορτοποιημένου δείγματος λάσπης σε ένα μια πλατιά κούπα των 100 ml προσθέτοντας 20 ml αποσταγμένου νερού και ανακινείτε περιοδικά, περίπου για μια ώρα. Μετράμε το pH της μείξης λάσπης - νερού με ένα γυάλινο ηλεκτρόδιο ενόσω ανακινούμε. Η αποκτώμενη τιμή είναι το pH λάσπης. Στη συνέχεια προσθέτουμε 20.0 ml του προετοιμασμένου ρυθμιστικού διαλύματος στο μείγμα λάσπης - αποσταγμένου νερού και ανακινούμε διακεκομμένα για 20 λεπτά. Ρυθμίζουμε τον μετρητή pH στην ένδειξη 8.0 pH με μια αναλογία 1:1 ρυθμιστικού διαλύματος και αποσταγμένου νερού και στη συνέχεια καθορίζουμε το pH του μείγματος λάσπης - αποσταγμένου νερού - ρυθμιστικού διαλύματος ενόσω ανακινούμε δυναμικά. Εάν το pH του μείγματος λάσπης - αποσταγμένου νερού - ρυθμιστικού διαλύματος είναι κάτω του 7.0 επαναλαμβάνουμε την ανάλυση με 10.g ξερή λάσπη και διπλασιάζουμε την αναλογία ασβέστωσης από τον παραπάνω πίνακα. (Για μια αναλυτική περιγραφή της μεθόδου, δείτε Boyd, 1979).

Ιδανικά η σχέση ανάμεσα στο pH και τη βάση μη κορεσμού της λάσπης θα πρέπει να καθορίζεται (ξεχωριστά) για κάθε φάρμα ή περιοχή και η αναλογίες ασβέστη θα πρέπει να υπολογίζονται αντίστοιχα. Μια απλή μέθοδος για τον καθορισμό της απαίτησης σε ασβέστη της λάσπης δεξαμενής που δεν απαιτούν δεδομένα για την σχέση ανάμεσα στο pH και τη βάση μη - κορεσμού έχει αναπτυχθεί από τους Pillai & Boyd (1985). Η αναλογία ασβέστωσης ($\text{kg CaCO}_3/\text{ha}$) καθορίζεται απλά μετρώντας την μεταβολή του pH σε 40 ml ρυθμιστικού διαλύματος (10g p- νιτροφενόλης, 7,5g βορικού οξέως, 37g χλωρίδιο του καλίου και 5,25g υδροξειδίου του καλίου διαλυμένο και αραιωμένο σε 1000 ml αποσταγμένου νερού. Το

ρυθμιστικό pH ρυθμίζεται στο 8.0) που προκαλείται με την πρόσθεση 20 g κονιορτοποιημένης ξερής λάσπης (μόρια μικρότερα του 0,85 mm) και πολλαπλασιάζοντας την παρατηρούμενη μεταβολή pH με το 5.600.

Οι παραπάνω τεχνικές για τον υπολογισμό των αναλογιών επίθεσης ασβέστη δεν εφαρμόζεται σε χώματα οξέων θειικών αλάτων από τη στιγμή που αυτά τα ιζήματα επιδεικνύουν και εναλλαγή και οξύτητα θειικού οξέως. Ο Singh (1980) προτείνει χόμα σβώλδους αργίλου (οξειδωση, πυρίτη και την διαδικασία διυλιστικής επανάκτησης/ αποξήρανσης που επακολουθείται από την ασβέστωση και την οργανική/ περιττωματική λίπανση για την διαχείριση των χωμάτων οξέων θειικών αλάτων. Η διαδικασία για τον υπολογισμό της απαίτησης ασβέστη των χωμάτων οξέων θειικών αλάτων δίνεται από τον Boyd (1979). Παραδείγματα αναλογιών επίθεσης ασβέστη για δεξαμενές υδροκαλλιέργειας που προτείνονται από άλλους ερευνητές δίνονται στον πίνακα 13.

Για τη τιμή σύνθεσης και ουδετεροποίησης των συνήθως χρησιμοποιούμενων υλικών ασβέστωσης δείτε Boyd(1979). Αν και οι επιδράσεις της ουδετεροποίησης του άνυδρου άσβεστου (CaO) και του σβησμένου ασβέστη (Ca(OH)_2) σε όξινα νερά θεωρείται γενικά ότι αποτελεί το ασφαλέστερο, φθηνότερο και πιο αποτελεσματικό υλικό ασβέστωσης για δεξαμενές (Boyd, 1982). Σε μια γενικότερη βάση τα υλικά ασβέστωσης θα πρέπει να προστίθενται 2-3 εβδομάδες πριν από την λίπανση (Boyd, 1982, Miller, 1976) και να χρησιμοποιούνται με την ομοιόμορφη εξάπλωσή τους πάνω στον πυθμένα της δεξαμενής (στην περίπτωση των κενών δεξαμενών) ή στην επιφάνεια του νερού. Η ιζηματικές επιδράσεις της ασβέστωσης εξαρτώνται από την εναλλαγή του νερού μέσα στην δεξαμενή και μπορούν να διαρκέσουν για πολλά χρόνια εάν η εναλλαγή νερού δεν είναι υπερβολική. Για παράδειγμα, ο Boyd (1979), διαπίστωσε ότι η ετήσια αναλογία επίθεσης ασβέστη στο 25% της αρχικής δόσης των περίπου 4.400 kg/ha αγροτικού ασβεστόλιθου ήταν επαρκής για την διατήρηση της επαρκούς ποιότητας νερού και pH λάσπης για μια περίοδο 8 χρόνων μέσα σε δεξαμενές ψαριών που αποστραγγίζονταν κάθε χρόνο, στην Αλαμπάμα των ΗΠΑ.

Πίνακας 13. Παραδείγματα προτεινόμενων αναλογιών επίθεσης ασβέστη για δεξαμενές υδροκαλλιεργείων.

1) a) Προτεινόμενες αναλογίες ασβέστωσης για την επεξεργασία χώματος χαμηλού pH.

2) Υλικό ασβέστωσης (λίμπρες/εκτάριο)

3) pH χώματος, 4) ανθρακικό άλας του ασβέστη,

5) σβησμένος ασβέστης, 6) καυστικός ασβέστης.

7) Πηγή: Clifford (1985) $2/1\text{kg} = 2.205$ λίμπρες, 1 ha = 2,47 εκτάρια.

8) b) Προτεινόμενες αναλογίες ασβέστωσης για λάσπες δεξαμενών βασιζόμενες στο pH και την υφή της λάσπης.

9) Απαίτηση σε ασβέστη.

10) pH λάσπης, 11) Βαρύ έδαφος από άργιλο, άμμο και οργανική ύλη ή αργίλους

12) Αμμώδες μείγμα αργίλου και άμμου. 13) Άμμος.

14) 1/Πηγή: Schaperclaus, 1933 (παρατίθεται από τον Boyd, 1982).

c) Προτεινόμενος οδηγός ασβέστωσης για δεξαμενές υδροκαλλιέργειας στην Ρουάντα (Schmidt & Vincke, 1981).

Νεόδμητες δεξαμενές με όξινο νερό (pH 4-6,5): χρήση κονιοροποιημένου αγροτικού ασβεστόλιθου σε μια αναλογία των 1.500-2.000 kg/ha απλώνοντάς το πάνω στον ξερό πυθμένα της δεξαμενής και ελαφρύ όργωμα του ασβέστη στο στρώμα επιφανείας της λάσπης και στη συνέχεια γέμισμα της δεξαμενής με νερό.

Άλλες δεξαμενές: μηνιαία επίθεση κονιοποιημένου ασβεστόλιθου σε μια αναλογία των 150-200 kg/ha

Για μια ανασκόπηση της χρήσης του ασβέστη στις Αφρικανικές χώρες δείτε Miller (1976).

d) Προτεινόμενος οδηγός ασβέστωσης για δεξαμενές υδροκαλλιέργειας γενικά. (Huet, 1975)

Ασβέστωση δεξαμενής με νερό: χρησιμοποιούμε έως 200 kg/ha ανά ημέρα άνυδρου ασβέστη (CaO).

Ασβέστωση του πυθμένα της δεξαμενής για τον έλεγχο των παρασίτων: χρησιμοποιούμε 1000-1500 kg/ha άνυδρου ασβέστη ** ή 1000 kg/ha κυαναμίδης ασβεστίου. Τα υλικά ασβέστωσης θα πρέπει να απλώνονται πάνω στον πυθμένα της δεξαμενής ο οποίος είναι ακόμα νοτισμένος.

Ασβέστωση του πυθμένα της δεξαμενής για την βελτίωση της λάσπης πριν από τη χρήση άλλων λιπαντών: η χρήση των 200-400 kg/ha άνυδρου ασβέστη (CaO) προϋποτιθέμενου του γεγονότος ότι η δεξαμενή δεν είναι όξινη. Εάν ο στόχος της ασβέστωσης έγκειται στην

αύξηση του pH και της αλκαλικότητας μια όξινης δεξαμενής θεωρείται κατ' αρχήν γενικά επαρκής η ποσότητα των 200 kg/ha άνυδρου ασβέστη (CaO) για την αύξηση της αλκαλικότητας μέσω μιας μονάδας.

e) Προτεινόμενος οδηγός ασβέστωσης για αφρικανικές δεξαμενές γατόψαρων (Viveen και συνεργάτες 1985).

Νεόδητες δεξαμενές: χρησιμοποιούμε αγροτικού ασβέστη σε μια αναλογία 200-1500 kg/ha και αναμειγνύουμε με το ανώτερο στρώμα (5 cm) του ξηραμένου πυθμένα της δεξαμενής. Η δεξαμενή στη συνέχεια γεμίζεται με νερό (έως τα 30 cm) και παραμένει αδρανής για μια εβδομάδα πριν από τη λίπανση.

Χρησιμοποιημένες δεξαμενές: χρησιμοποιούμε 100-150 kg/ha άνυδρου ασβέστη που προστίθεται στον υγρό πυθμένα δεξαμενής για την εξάλειψη των παθογόνων, παρασίτων και των ασπόνδυλων αρπακτικών. Η δεξαμενή στη συνέχεια εγκαταλείπεται για μια περίοδο 7 - 14 ημερών και στη συνέχεια γεμίζεται με νερό σε ένα βάθος 30 εκατοστών και το pH του νερού ρυθμίζεται προσθέτοντας αγροτικό ασβέστη.

f) Αναλογίες ασβέστωσης που χρησιμοποιούνται για δεξαμενές υδροκαλλιέργειών στην Κίνα (FAO, 1983).

Ασβέστωση δεξαμενής νερού: χρησιμοποιούμε άνυδρο ασβέστη (CaO) σε μια αναλογία των 750-900 kg/ha και 900-1125 kg/ha για δεξαμενές που περιέχουν 6-7 cm νερό και εμπεριέχουν επίσης μικρή ή μεγαλύτερη ποσότητα ιλύος αντίστοιχα. Για δεξαμενές που περιέχουν έναν αξιόλογο όγκο νερού (μη - καθοριζόμενο) εφαρμόζεται μια κλίμακα επίθεσης των 1875-2250kg/ha/μήνα.

g) Προτεινόμενες αναλογίες ασβέστωσης για δεξαμενές κυπρίνων στην Ουγγαρία (Hevarth, Tamas και Toelg, 1984; ADCP, 1984)

Δεξαμενές - φυτώρια : χρησιμοποιούμε 200 - 500 kg/ha ασβέστη (CaO) σε αποξηραμένο πυθμένα για απολύμανση που ακολουθείται από εξαερισμό του πυθμένα της δεξαμενής με όργωμα.

h) Προτεινόμενες αναλογίες για Colossoma sp στην Βραζιλία (Woynonovich, 1986)

Για δεξαμενές - Φυτώρια : χρησιμοποιούμε 150-300 kg ασβεστόλιθου (CaCO_3) σε στεγνό πυθμένα.

i) Προτεινόμενες αναλογίες ασβέστωσης για *Macrobrachium rosenbergii* στον Παναμά (MIDA , 1984)

Νεόδμητες δεξαμενές : χρησιμοποιούμε 500 - 1000 kg/ha ασβεστόλιθου (CaCO_3) στον πυθμένα της δεξαμενής.

j) Προτεινόμενες αναλογίες ασβέστωσης για επαρχιακές δεξαμενές ψαριών στην Ταϊλάνδη (Edwards & Kaewpraitoon, 1984)

Η οξύτητα της νέας δεξαμενής δοκιμάζεται χρησιμοποιώντας χαρτί litmus μετά την εισαγωγή νερού βάθους 10cm

Για pH νερού 4.5-6: 500kg άνυδρου ασβέστη/ha.

Για pH νερού 4-4.5: 1250kg άνυδρου ασβέστη/ha. Μετά από μία ημέρα, η δεξαμενή θα πρέπει να γεμίσει με νερό και η οξύτητα να ελεχθεί πάλι.

3. Χημική λίπανση δεξαμενών υδροκαλλιεργειών

Οι χημικοί λιπαντές χρησιμοποιούνται κυρίως για να επαυξήσουν την πρωτογενή παραγωγικότητα των δεξαμενών υδροκαλλιεργειών. Η χημική ονοματολογία και σύνθεση των σημαντικότερων μεμονωμένων και πολυθρεπτικών ουσιών χημικών λιπαντών που χρησιμοποιούνται στην υδροκαλλιέργεια έχει εκτεθεί ήδη στα προηγούμενα (τομείς 1,2 και 3,12 Tacon, 1987a).

3.1 Επιπτώσεις στην παραγωγικότητα της δεξαμενής και στην παραγωγή ψαριών/γαρίδας

Οι χημικοί λιπαντές δρουν πρωταρχικά στην αυτοτροφική αλυσίδα και σε αυτήν της βοσκής ενεργοποιώντας άμεσα την παραγωγή του φυτοπλαγκτόν μέσα στη δεξαμενή (Hepher, 1962, McIntire & Boyd, 1965, Hall, Cooper & Werner, 1970, Djajadiredji & Natawiria, 1965, Boyd, 1973, Miller, 1976, Guerrero & Guerrero, 1976, Gruz & Laudencia, 1980, Davidson & Boyd, 1981, Hepher & Pruginin, 1981, Bishara, 1978, Rudright και συνεργάτες, 1981, Nailon, 1985, Olah και συνεργάτες, 1986, Pruder, 1986, King & Garling, 1986, Yamada, 1986). Για παράδειγμα, μελέτες του Hepher (1962), απέδειξαν ότι η παραγωγή του φυτοπλαγκτόν μέσα σε

χημικά λιπαινόμενες δεξαμενές ψαριών στο Ισραήλ ήταν τέσσερις ή πέντε φορές μεγαλύτερη από ισοδύναμες δεξαμενές στις οποίες δεν χρησιμοποιούνταν λιπαντές. Η πρωτογενής παραγωγικότητα των χημικά λιπαινόμενων δεξαμενών κυμαίνεται από 4-8g/m² ανά ημέρα λαμβανομένης ποσότητας άνθρακα κατά την διάρκεια του καλοκαιριού (θερμοκρασία νερού τις μεσημβρινές ώρες 25-30C) έως 2.5-5g/m² ανά ημέρα κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του φθινοπώρου (θερμοκρασία νερού κατά τις μεσημβρινές ώρες 20-25C). Σύμφωνα με τον Schroeder (1978) πάνω από 90% της συνολικής πρωτογενούς παραγωγής είναι μικρότερο των 40 μικρονίων σε μέγεθος. Ως αποτέλεσμα της άμεσης επίδρασής τους στην παραγωγή φυτοπλαγκτόν οι χημικοί λιπαντές αυξάνουν έμμεσα την παραγωγή του ζωοπλαγκτόν βοσκής (McIntire & Boyd, 1962, Dendy και συνεργάτες, 1968, Hall, Cooper & Werner, 1970, Lyubimova, 1974, Rubright και συνεργάτες, 1981, Torrains, 1986) και βενθικοί οργανισμοί τροφής (Ball, 1949, McIntire & Boyd, 1962, Sumawidjaja, 1966, Rubright και συνεργάτες, 1981, Boyd, 1981). Για παράδειγμα, ο Torrains (1986), αναφέρει μια σταθερή κλίμακα βιομάζας ζωοπλαγκτόν των 2-10g/m³ μέσα σε ανόργανα λιπαινόμενων στατικών δεξαμενών ψαριών.

Αν και η παραγωγή υδροκαλλιέργειας μέσα σε χημικά λιπαινόμενες δεξαμενές κυμαίνεται ανάλογα με τις τροφοδοτικές συνθήκες και την πυκνότητα των διαθέσιμων καλλιεργούμενων ειδών, είναι εφικτή αξιοσημείωτη αύξηση στην παραγωγή ψαριών και γαρίδας

Για παράδειγμα, ο Schroeder (1978)

αναφέρει ότι οι μέγιστες εφικτές αποδόσεις ψαριών χωρίς συμπληρωματική τροφοδότηση (σε γήινες δεξαμενές στο Ισραήλ) είναι 1-5kg/ha/ημέρα και 10-15kg/ha/ημέρα για δεξαμενές χωρίς εισροή λιπαντή και χημικών λιπαντών αντίστοιχα. Η πολυκαλλιέργεια κοινού κυπρίνου, *tilapia* και ασημένιου κυπρίνου (αποδίδουν) 4.500-9.500 ψάρια ανά εκτάριο. Παρόμοια, οι Horvath, Tamas & Tolg (1984) αναφέρουν αύξηση στην παραγωγή ψαριών (κυρίως στην πολυκαλλιέργεια κυπρίνου) μέσα σε γήινες δεξαμενές στην Ουγγαρία της τάξης των 11-25kg και 15-30kg από μια εισροή 200kg λιπάσματος υπερφοσφορικού άλατος ή νιτρικού άλατος αμμωνίας αντίστοιχα. Εντούτοις, όπως σημειώσαμε προηγουμένως, η επιτυχία μιας στρατηγικής χημικής λίπανσης θα εξαρτάται από την ικανότητα των καλλιεργούμενων ειδών γαρίδας ή ψαριών να εκμεταλλευθούν την επαυξημένη

πρωτογενή παραγωγικότητα μέσα στη δεξαμενή. Τα ενήλικα είδη ψαριών και γαρίδας τα οποία μπορούν να τραφούν άμεσα από το πρωτογενή αυτότροφο περιλαμβάνουν: Φυτοπλαγκτόν - Silver carp (*Hypophthalmichthys militrix*), Indian carp (*Catla catla*), Tilapia (*esculentus*), aureus, niloticus, kottae, mariae, galilaeus, leucostictus, mossambicus), Bighead carp (*Aristichthys nobilis*). Benthic algae - Milkfish (*Chanos chanos*), Tilapia (*mossambicus*, *guineensis*, *melanotheron*, *niloticus*), Mullet (*Mugil cephalus*), Rabbit fish (*Siganus* sp.) Rohu (*Labeo Rohita*), Καραβίδα φρέσκου νερού (*Macrobrachium dayanum*, *M. Lanchesteri*), Metapenaeid shrimp (*Metapenaeus ensis* *M. affinis*, *M. macleay*), enaeid shrimp (*Penaeus vannamei*). αγγειακά υδρόβια φυτά - Grass carp (*Ctenoptia..godon idella*), Tilapia (*rendalli*, *niloticus*, *Mossambicus*, *zillii*), Wuchang fish (*Megalobrama amblyocaphala*), Rabbit fish (*Siganus* sp.) Rohu (*Labeo rohita*) και κατά περίπτωση καραβίδες φρέσκου νερού (*Macrobrachium* sp.). Για μια ανασκόπηση των φυσικών διατροφικών συνθηκών των σημαντικότερων καλλιεργούμενων ειδών γαρίδας και ψαριών δείτε τους: Ling, (1969), Wickins (1976), Von Westernhagen (1974), Bowen (1982), Gremer & Smitherman (1980), Bishara (1979), Cruz & Laudencia (1980), Guerrero & Guerrero (1976), Rubright και συνεργάτες, (1981), Weidenbach (1982), Swift (1985), Horvath, Tamas & Tolg (1984), Torrains (1986), King & Garling (1986), New (1987), Hunter, Pruder & Wyban (1987), και Lilyestrom & Romaine (1987).

3.2 Αναλογίες επίθεσης λιπάσματος

Είναι γενικά αποδεκτό το ότι το ανόργανο φωσφορικό άλας -P και το άζωτο-N αποτελούν τα δύο σημαντικότερα διαλυτά θρεπτικά συστατικά που περιορίζουν κάτω από φυσιολογικές συνθήκες την φυκώδη παραγωγικότητα των δεξαμενών υδροκαλλιεργειών. Το φωσφορικό άλας-P και το άζωτο-N αποτελούν γενικά τις κύριες περιοριστικές θρεπτικές ουσίες (δηλαδή που είναι πιο ουσιαστικές από την άποψη της λίπανσης δεξαμενής) μέσα σε δεξαμενές φρέσκου ή γλυφού νερού αντίστοιχα (Boyd 1982, 1986, Miller, 1976, ASEAN, 1978, Vincke, 1985, Smith, 1984, Nailon, 1985, Yamada, 1986, Strumer, 1987, Boyd & Minton, 1987). Πρέπει κατ' αρχήν να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι δεν υφίστανται δύο παρόμοιες δεξαμενές και ότι το πρόγραμμα λίπανσης που αναπτύσσεται ή συνιστάται για μια περιοχή ή τοποθεσία μπορεί να είναι

εξ' ολοκλήρου ακατάλληλο για μια άλλη, η ανταπόκριση σ' ένα πρόγραμμα λίπανσης εξαρτάται από την μορφολογία της δεξαμενής, της υδρολογίας, του περιβάλλοντος, του ιζήματος πυθμένα και της ποιότητας νερού από τα καλλιεργούμενα στην υδροκαλλιέργεια είδη, το χρησιμοποιούμενο λίπασμα καθώς και την μέθοδο και αναλογία επίθεσης λιπάσματος που χρησιμοποιείται (Yamada, 1986, Boyd, 1986). Είναι σαφές ότι κάθε φάρμα θα πρέπει να θεωρείται ως μοναδική και να αναπτύσσεται παράλληλα ένα εξατομικευμένο πρόγραμμα λίπανσης. Εντούτοις, σε αντίθεση μ' αυτήν την αποθαρρυντική εικόνα, ορισμένες γενικεύσεις μπορούν πράγματι να γίνουν όσον αφορά την λίπανση μιας δεξαμενής.

Σύμφωνα με τον Hopher (1963-1967) δεν υπάρχει καμία βιολογική ή οικονομική επιβεβαίωση ως προς την εισδοχή μεγαλύτερων δοσολογιών λιπάσματος από το 0,5mg φωσφορικού άλατος-P ή 1,4mg αζώτου-N/1 για τις δεξαμενές φρέσκου νερού στο Ισραήλ. Οι εισδοχές που είναι μεγαλύτερες απ' αυτά τα επίπεδα γενικά καθορίζονται ως καθιζημένα φωσφορικά άλατα ή τέτοια που διαλύονται στο περιβάλλον ως αεριώδης αμμωνία. Τα παραπάνω επίπεδα είναι ισοδύναμα με μια αναλογία εφαρμογής λιπάσματος των 60kg/ha μεμονωμένου υπερφωσφορικού άλατος (11kg R₂O₅/ha) και 60kg/ha αμμωνιούχου θειικού άλατος (13kgN/ha) που χρησιμοποιείται σε διαστήματα των 2 εβδομάδων (0,8-1,0m βάθος νερού, 8-1000m³ νερού/ha). Αυτή η αναλογία εφαρμογής λιπάσματος αποτελεί αυτή τη στιγμή την σταθερή δοσολογία για την λίπανση ημι-εντατικών δεξαμενών στο Ισραήλ με πυκνότητες των 2.000-3.000 ψαριών/ha (Hopher & Pruginin, 1981). Οι Boyd (1982) και ASEAN (1978) προτείνουν στρατηγικές χημικής λίπανσης για την διατήρηση διαλυτού αζώτου και ορθοφωσφορικού άλατος στα 0,1-0,5mg P/1 (Boyd, 1982) και 0,11mg P/1 (ASEAN, 1978) μέσα σε δεξαμενές υδροκαλλιεργειών φρέσκου και γλυφού νερού αντίστοιχα. Η ευεργετική επίδραση της χρήσης λιπασμάτων με βάση το άζωτο μέσα σε δεξαμενές φρέσκου νερού έχει αντιμετωπιστεί με ποικίλα αποτελέσματα (Hickling, 1962, Hopher, 1963, Miller, 1976, Boyd & Sowles, 1978, Boyd, 1982, Vincke, 1985, Yamada, 1986). Ο Vincke (1985) υπέθεσε ότι η παρατεταμένη χρήση των λιπασμάτων με βάση N θα μπορούσε να μην είναι αναγκαία μέσα σε δεξαμενές ψαριών με φρέσκο νερό σε τροπικά κλίματα, εξαιτίας του γεγονότος ότι υφίσταται υψηλός βαθμός

αζωτοδέσμευσης μέσα σ' αυτές τις δεξαμενές από τα ελευθέρως ζώντα βακτήρια και τα πρασινογάλαζα φύκια.

Είδος	αύξηση παραγωγής (%)	χρησιμοποιούμενο λίπασμα	Πηγή
Tilapia (O. mossembicus)	440	Φωσφορικό άλας	Vander Lingen (1967)
Tilapia sp. (hybrid)	82-222	Φωσφορικό άλας	Lazard (1973)
Tilapia sp.	214	Φωσφορικό άλας	Strum (1966)
Tilapia (O. niloticus)	340	Φωσφορικό άλας	George (1975) ^{1/}
Tilapia sp. (male hybrid)	302-420	Φωσφορικό άλας	Hickling (1962)
Tilapia (O. mossambicus)	174	0:8:2 (NPK)	Varikul (1965)
Tilapia (O. mossambicus)	170	8:8:2 (NPK)	Varikul (1965)
Carp (C. carpio)	752-945		Hpher (1963)
Carp (C. carpio)	109	0:8:2 (NPK)	Swingle, Cooch & Rabanal (1963)
Carp (C. carpio)	137	8:8:2 (NPK)	Swingle, Cooch & Rabanal (1963)
Catfish (L. Punctatus)	565	0:8:2 (NPK)	Swingle, Cooch & Rabanal (1963)
Catfish (I: punctatus)	476	8:8:2 (NPK)	Swingle, Cooch & Rabanal (1963)
Mullet (M. cephalus)	167		El Zarka & Fahmy (1968)
Shrimp (P. stylirostris)	89		Rubright και συνεργάτες, (1981)

1/ παρατίθεται από τους: Hpher & Pruginin (1981)

Στον πίνακα 15 δίνεται ένα παράδειγμα προγραμμάτων επίθεσης λιπάσματος τα οποία έχουν δοκιμασθεί και αποδειχθεί σε συνθήκες καλλιέργειας σε δεξαμενή.

Αν και υφίστανται διάφορες επακριβής χημικές μέθοδοι για τον υπολογισμό της πρωτογενούς παραγωγικότητας ενός όγκου νερού (Boyd, 1979, 1982, Schroeder, 1978, Davidson & Boyd, 1981, Olah και συνεργάτες, 1986), η αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος λίπανσης δεξαμενής μπορεί να καθοριστεί γρήγορα μέσω του δίσκου Secchi. Η απλή και πρακτική αυτή μέθοδος βασίζεται στην υπόθεση ότι η κύρια πηγή θολότητας μέσα σε μια δεξαμενή ψαριών ή γαρίδων έγκειται στην αφθονία του φυτοπλαγκτόν (Barica, 1975, Almazan & Boyd, 1978, Boyd, 1979, 1982). Οι Stickney (1979) και ASEAN (1978) συνιστούν μια ορατότητα 30 εκ. δίσκου Secchi για την επίτευξη και τη διατήρηση της δέουσας λίπανσης. Οι ενδείξεις πέραν των (<35cm) και κάτω από (>25cm) αυτό

το επίπεδο υποδεικνύουν υπό και υπερβολική παραγωγή φυτοπλαγκτόν αντίστοιχα. Εάν δεν είναι διαθέσιμος ένας δίσκος Secchi πρακτικά βυθίζει κάποιος το βραχίονά του μέχρι τον αγκώνα. Εάν κάποιος μπορεί να διακρίνει τις άκρες των δακτύλων του το νερό θα πρέπει να είναι επαρκώς παραγωγικό (FAO, 1981). Η μέθοδος του δίσκου Secchi δεν είναι κατάλληλη για δεξαμενές με γλυφό, ρηχό νερό που έχουν ως σκοπό την βενθική, φυκώδη παραγωγή ή που προορίζονται για χρήση μέσα σε θολούς - λασπώδης όγκους νερού που περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων αργίλου.

3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση των χημικών λιπασμάτων

Πέρα από την ευεργετική επίδραση της ασβέστωσης οι παρακάτω συντελεστές είναι γνωστό ότι επηρεάζουν την επιτυχή έκβαση ή όχι μιας τροφοδοτικής στρατηγικής χημικής λίπανσης.

1. Ηλιακό φως: Κατά την παρουσία επαρκών ανόργανων θρεπτικών ουσιών, η πρωτογενής παραγωγή αγγίζει μια μέγιστη τιμή που καθορίζεται από την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που διαπερνά τον όγκο νερού (Schroeder, 1978, 1980, Wohlfarth & Schroeder, 1979). Αν και οι Tamiya, (1967) & Hopher (1962) διατυπώνουν την άποψη ότι η μέγιστη πρωτογενής παραγωγικότητα μέσα σε τροπικά νερά ισοδυναμεί με περίπου 10g άνθρακα που προσδιορίζονται ως φύκη/m²/ημέρα, ο Talling και συνεργάτες (1973) προτείνουν ότι το ανώτερο επίπεδο άφθονης πρωτογενούς παραγωγικότητας είναι 17,8g άνθρακα που καθορίζεται /m²/ημέρα ή η ισοδύναμη απελευθέρωση 47g οξυγόνου (γενικά παράγονται 2,6g οξυγόνου για κάθε γραμμάριο καθορισμένου άνθρακα κατά την διάρκεια της φωτοσύνθεσης, Cassinelli και συνεργάτες, 1979, Pruder, 1986). Σύμφωνα με τους Pimentel & Pimentel (1979) περίπου το 0.03% του φωτός που φθάνει σε ένα υδρόβιο οικοσύστημα καθορίζεται από το φυτοπλαγκτόν και τα υδρόβια φυτά και υπολογίζεται ότι είναι περίπου 4×10^0 kcal/ha/χρόνο ή περίπου στο ένα τρίτο αυτού που προσδιορίζεται σε γήινα φυσικά περιβάλλοντα (τόπους διαμονής) ζώων ή φυτών.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το αυξανόμενο βάθος νερού, η θολότητα^{1/} του νερού (που προκαλείται από αιωρούμενα σωματίδια από άργιλο), ο νεφοσκεπής (σε ποσοστό πάνω από 95% ουρανός) και η σκιά μειώνουν την

ποσότητα του φωτός που φτάνει στα πράσινα αυτότροφα και συνεπώς περιορίζει την πρωτογενή παραγωγική ικανότητα μιας δεξαμενής (Miller, 1975, Boyd, 1976). Ακόμα παραπέρα, η παρατεταμένη χρήση χημικού λιπάσματος πέρα από ένα ορισμένο επίπεδο δεν προκαλεί επαύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας. Το ποσό ηλιακής ενέργειας που διεισδύει στο νερό της δεξαμενής υπαγορεύει το ανώτερο όριο για την αυτοτροφική παραγωγή (Hepher, 1962, Schroeder, 1978, 1980).

1/ Η συντριματική επίδραση της θολότητας του νερού που προκύπτει από εναιωρήσεις αργίλου μπορεί να μειωθεί με την επεξεργασία του νερού της δεξαμενής με θειικό άλας αλουμινίου ή θειικό ασβέστιο (γύψο) (Boyd, 1976), λίπασμα (κοπριά) από περίβολο αχυρώνα (2-3 επιθέματα ενός τόνου/acre σε διαστήματα των 3 εβδομάδων Boyd & Snow, 1975), ή μείγμα υπερφοσφορικού άλατος και χοντράλευρου βαμβακόσπορου (3:1, 100 lbs/acre; Swingle

Πίνακας 15.

Παραδείγματα τροφοδοτικών στρατηγικών λίπανσης δεξαμενών.

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΜΕ ΦΡΕΣΚΟ ΝΕΡΟ

1. Πολυκαλλιέργεια Καραβίδας σε φρέσκο νερό (M. lanchesteri/M. Lanceifrons montalbanense) και Tilapia (nilotica, mossambica) polyculture - Φιλιπίνες (Guerrero & Guerrero, 1976).

- Επίθεμα των 50kg/ha φωσφορικού άλατος Αμμωνίου δύο φορές την εβδομάδα 16:20:0 (NPK) χρησιμοποιώντας πλατφόρμες κάτω από το νερό, βάθος νερού 0,6-0,7m.

- Δείτε επίσης Guerrero (1981) για μονοκαλλιέργεια Tilapia χρησιμοποιώντας 50kg/ha θειικού άλατος Αμμωνίου για την διατήρηση της παραγωγικότητας και αποθήκευση των ψαριών δύο εβδομάδες μετά την αρχική λίπανση.

2. Παραγωγή γόνου Tilapia (nilotica) - Ρουάντα (Schmidt & Vincke, 1981):

Μηνιαίο επίθεμα των 40kg/ha υπερφοσφορικού άλατος (18%) και 20-40kg/ha θειικού άλατος Αμμωνίου ή 10-20kg/ha ουρίας και 100kg/ha αγροτικού ασβεστόλιθου.

3. Ωριμα Tilaria - Ακτή Ελεφαντοστού (Lazard, 1973, παρατίθεται από τον Miller, 1976):

Μηνιαίο επίθεμα των 60kg/ha τριπλού υπερφοσφορικού άλατος. Η μηνιαία αυτή δόση παρέχεται σε δύο ισόποσα επιθέματα σε καλάθια που αιωρούνται στην επιφάνεια του νερού.

4. Παραγωγή γόνου κυπρίνου (C. carpio) - Δημοκρατία Malagasy (Vincke, 1970, , παρατίθεται από τον Miller, 1976):

- Επίθεμα δύο φορές την εβδομάδα των 20-40kg/ha τριπλού υπερφοσφορικού άλατος και 40-80kg/ha θειικού άλατος Αμμωνίου που δίνεται κάθε 2-3 εβδομάδες.

5. Ωριμα Tilaria - Ζάμπια (Strum, 1966, παρατίθεται από τον Miller, 1976):

- Μηνιαίο επίθεμα των 56kg/ha διπλού υπερφοσφορικού άλατος (38%P₂O₅).

6. Πολυκαλλιέργεια κυπρίνου (C. carpio, H. molitrix) και Tilaria (aurea ή υβρίδια) - Ισραήλ (Herper, 1962):

- Επίθεμα των 60kg/ha υπερφοσφορικού άλατος (18%) και 60kg θειικού άλατος Αμμωνίου δύο φορές την εβδομάδα.

7. Δεξαμενές φυτώρια κυπρίνου - Ουγγαρία (Horvath, Tamás & Tolg, 1984):

- Μετά το στέγνωμα της δεξαμενής και την απολύμανση με ασβέστη, η δεξαμενή γεμίζεται κατά το ήμισυ με νερό (5-7 ημέρες πριν από την αποθήκευση των ψαριών) και προστίθενται 150-200kg/ha νιτρικού άλατος αμμωνίου ή καρβαμίδιο (ουρία). Η μισή ποσότητα του επιθέματος προστίθεται κατά την διάρκεια της πλήρωσης της δεξαμενής και το υπόλοιπο δίνεται σε δύο επιθέματα μετά την πρώτη και δεύτερη εβδομάδα νοσηλείας. Ο φώσφορος θα πρέπει να προστίθεται σε ημιδιαλυτή κατάσταση σε 100kg/ha όταν ξεχειλίζει η δεξαμενή.

8. Δεξαμενή γενικά ψαριών φρέσκου νερού - Αλαμπάμα U.S.A. (Boyd & Snow, 1975):

- Οκτώ με δώδεκα περιοδικά επιθέματα ανά χρόνο των 45kg/ha 20:20:5 (NPK, κοκκώδες λίπασμα χημικών ενώσεων) που χρησιμοποιείται ως επίθεμα πάνω σε πλατφόρμες κάτω από το νερό. Το πρώτο επίθεμα ακολουθείται από δύο επιθέματα ανά διαστήματα δεκαπενθήμερου, τρία επιθέματα ανά διαστήματα τριών

εβδομάδων και πέντε επιθέματα ανά διαστήματα του ενός μηνός.

- Μεταγενέστερες μελέτες απέδειξαν ότι τα λιπάσματα αζώτου μπορούν να μειωθούν σε μεγάλο βαθμό ή να παραλειφθούν χωρίς να μειωθεί αντίστοιχα η παραγωγή των ψαριών (Boyd & Sowles, 1978).

- Οι Dobbins & Boyd (1976) διαπίστωσαν ότι τα λιπάσματα καλίου είναι γενικώς μη αναγκαία και ότι η σταθερή αναλογία λίπανσης με φώσφορο των 9kg/P₂O₅/ha/επίθεμα θα μπορούσε να μειωθεί στο μισό χωρίς να μειωθεί σημαντικά η παραγωγή ψαριών.

- Δύο ή τρία εβδομαδιαία επιθέματα των 6.6kg/ha διαλύματος πολυφωσφορικού άλατος αμμωνίου (υγρό λίπασμα, 10:34:0 NPK, πυκνότητα 1,4g/ml, Davidson & Boyd, 1981).

9. Πολυκαλλιέργεια Milkfish (C.chanos), Tilapia (T. nilotica) και Snakehead (O. striatus)- Φιλιπίνες (Gruz & Laudencia, 1980):

- Δεκαπενθήμερο επίθεμα των 50kg/ha φωσφορικού άλατος αμμωνίου (16:20:0, NPK).

10. Δεξαμενή γενικά ψαριών φρέσκου νερού - Κίνα (FAO, 1983):

- Επίθεμα λιπάσματος χημικών ενώσεων (4:4:2, NPK) για την διατήρηση συγκέντρωσης των 0,9, 0,9 και 0,45mg/l αντίστοιχα.

11. Δεξαμενή γενικά ψαριών φρέσκου νερού - Βραζιλία/Ουγγαρία (Wonnarovich, 1985):

- Δεκαπενθήμερο επίθεμα των 15kg/ha υπερφωσφορικού άλατος (18%) και 30kg/ha νιτρικού άλατος αμμωνίου.

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΓΛΥΦΟΥ ΝΕΡΟΥ

12. Ωριμες γαρίδες (Penaeus Stylirostris) - Η.Π.Α. (Rubright και συνεργάτες, 1981):

- Επίθεση των 15.7kg/ha ουρίας σε μορφή σβόλων - σφαιριδίων (45:0:0) και 6.7Kg/ha τριπλού υπερφωσφορικού άλατος 19 μέρες πριν από τον εφοδιασμό με γαρίδες και ξανά 7 ημέρες μετά τον εφοδιασμό.

13. Ωριμες γαρίδες (Penaeus sp.) - Εκουαντόρ / Φιλιπίνες (Clifford, 1985):

- Προσδιορίζει το αρχικό επίθεμα (ενόσω γεμίζει η δεξαμενή) στα 16.8-22.4kg/ha ουρίας και 1,1-5,6kg/ha τριπλού υπερφωσφορικού άλατος που ακολουθούνται από

εβδομαδιαίο επίθεμα των 2,2-5,6kg/ha ουρίας και 1,1-2,2kg/ha τριπλού υπερφωσφορικού άλατος (μέθοδοι εφαρμογής / επιθέματος - πλατφόρμες, αιωρούμενοι διάτρητοι σάκοι ή εμπύθιση σε νερό αναρρόφησης.

14. Ωριμες γαρίδες (Penaeus sp.) - Η.Π.Α. (Colvin, 1985):

- Παραθέτει τους Parker και συνεργάτες (1974) που χρησιμοποιούσαν εβδομαδιαία επιθέματα των 45kg/ha ουρία από τη στιγμή που η γαρίδα έφτανε τα 20mm σε μήκος μαζί με ένα 25% διαιτητικής πρωτεΐνης γαρίδας σε σφαιρίδια.

15. Ωριμες γαρίδες (Pinaeus sp.) - Εκουαντόρ (MIDA, 1985):

- Παραθέτει την αντικατάσταση των τροφών σε μορφή σβόλων ή σφαιριδίων στο Εκουαντόρ με εβδομαδιαία επιθέματα των 20kg/ha ουρία και 7kg/ha P₂O₅ τελική πυκνότητα γαρίδας 1.5-2/m².

16. Ωριμες γαρίδες (Penaeus sp) - Μεξικό (Αδημοσίευτα δεδομένα):

- Αρχικό επίθεμα των 15-35kg/ha ουρίας και 5-12kg/ha P₂O₅ που ακολουθείται από εβδομαδιαία επιθέματα που εξαρτώνται από την παραγωγικότητα του νερού.

17. Ωριμες γαρίδες (Penaeus sp) - Βραζιλία (Αδημοσίευτα δεδομένα σε εμπορική διάθεση):

- Αρχικό επίθεμα των 10-150kg/ha ουρίας (μέσος όρος 25kg) και 5-60kg/ha τριπλού υπερφωσφορικού άλατος (μέσος όρος 15kg) που ακολουθείται από μηνιαία επιθέματα που εξαρτώνται από την παραγωγικότητα του νερού.

18. Ωριμα Κεφαλόπουλα (Mugil capito) - Αίγυπτος (Bishara, 1979):

- Μηνιαία επιθέματα των 20kg/ha υπερφωσφορικού άλατος ή 18kg/ha υπερφωσφορικού άλατος συν 18kg/ha νιτρικού άλατος.

19. Φυτόριο Red drum (S. ocellatus) - ΗΠΑ (Colura, 1987):

a) Πρόγραμμα λίπανσης που χρησιμοποιείται στο εκολαπητήριο θαλάσσιων ψαριών John Wilson GCCA/TPWD στο Corpus Christi, στο Τέξας. Όλες οι αναλογίες λιπάσματος υπολογίζονται στη βάση των εκταρίων.

Ημέρα	Θεραπεία
1	Γεμίζουμε τη δεξαμενή κατά το 1/3 του όγκου
3	Προσθέτουμε 12L φωσφορικού οξέως και 28L νιτρικού άλατος αμμωνίου (33%N)
6	Απλώνουμε 455kg χοντράλευρου βαμβακόσπορου (CSM) πάνω από την επιφάνεια του νερού
8	Ολοκληρώνουμε το γέμισμα της δεξαμενής
12	Προσθέτουμε 12L φωσφορικού οξέως και 28L νιτρικού άλατος αμμωνίου
14	Αποθηκεύουμε περίπου 750.000 ιχθυδίων
16	Απλώνουμε 114kg CSM πάνω στην επιφάνεια του νερού
22	Προσθέτουμε 12L φωσφορικού οξέως και 28 L νιτρικού άλατος αμμωνίου
24	Απλώνουμε 114kg CSM πάνω στην επιφάνεια του νερού
30	Απλώνουμε 114kg CSM πάνω στην επιφάνεια του νερού
38	Απλώνουμε 114kg CSM πάνω στην επιφάνεια του νερού

b) Το πρόγραμμα λίπανσης χρησιμοποιήθηκε στον Ερευνητικό Σταθμό Θαλάσσιων Ιχθυοτροφείων Perry R. Bass TPWD στο Palacios του Τέξας. Όλες οι αναλογίες λιπάσματος υπολογίζονται στη βάση του εκταρίου.

Ημέρα	Θεραπεία
	Απλώνουμε 282kg CSM στον ξηρό πυθμένα της δεξαμενής. Γεμίζουμε τη δεξαμενή σε βάθος περίπου 100 cm
	Συνεχίζουμε το γέμισμα. Προσθέτουμε 9L φωσφορικού οξέος και 4,6kg ουρίας (45%N)
	Απλώνουμε 31,3kg CSM
	Απλώνουμε 31,3kg CSM, αποθηκεύουμε ιχθύδια
	Απλώνουμε 31,3kg CSM, προσθέτουμε 3L φωσφορικού οξέος και 4,6kg ουρίας
	Απλώνουμε 31,3kg CSM
	Απλώνουμε 31,3kg CSM
	Απλώνουμε 31,3kg CSM, προσθέτουμε 3L φωσφορικού οξέος και 4,6kg ουρίας
	Απλώνουμε 31,3kg CSM
	Απλώνουμε 31,3kg CSM
	5,7kg/ha αρχική διαίτα σολομού
	Απλώνουμε 31,3kg CSM, προσθέτουμε 3L φωσφορικού οξέος και 4,6kg ουρίας

20. Καλλιέργεια «lab-lab» (βενθικό πρασινογάλαζο φυκώδες σύμπλεγμα) για milkfish (*C. chanos*)/δεξαμενών γαρίδας - Γενικά (ASEAN, 1978):

- Ο πυθμένας της δεξαμενής θα πρέπει πρώτα να στεγνώθει για μια περίοδο 7-10 ημερών (δεν θα πρέπει να είναι ξηρός από κόκαλα). Θα πρέπει να τοποθετηθεί στον ξηρό πυθμένα της δεξαμενής ξηραμένη κοπριά κοτόπουλων (απαλλαγμένη από εντομοκτόνα) σε μια αναλογία των 350kg/ha για να επαυξηθεί το περιεχόμενο οργανικής ύλης του ιζήματος της δεξαμενής. Η ανάπτυξη των lab-lab σχετίζεται άμεσα με το περιεχόμενο οργανικής ύλης της λάσπης και η ανάπτυξη είναι υπεράφθονη σε χώματα με 16% οργανικής ύλης ή και

περισσότερο. Κατά την απουσία κοπριάς κοτόπουλων (ή άλλων ζωικών περιττωμάτων), μπορούν να τοποθετηθούν λιπάσματα σε μια αναλογία των 50-100kg/ha 18:46:0 (NPK) ή 100-150kg/ha φωσφορικού άλατος αμμωνίου (16:20:0, NPK). Αμέσως μετά την λίπανση εισάγεται στη δεξαμενή νερό της τάξης των 3-5cm. Μετά από μία εβδομάδα το ίδιο ποσό λιπάσματος τοποθετείται και το επίπεδο του νερού ανεβαίνει στα 10-15cm. Η λίπανση επαναλαμβάνεται μετά τη δεύτερη εβδομάδα και το επίπεδο του νερού ανεβαίνει στα 20-25cm. Προστίθεται στη συνέχεια η απαραίτητη ποσότητα επιπλέον νερού για να αναπληρώσει τις απώλειες διαρροής και εξάτμισης. Πολλοί ιχθυοκαλλιεργητές συνιστούν λίπανση κάθε 7 ημέρες καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου καλλιέργειας γαρίδας ή ψαριών. Για περισσότερες λεπτομέρειες δείτε τους Padlan, Ranoemihardjo & Hamami (1975).

- Ο Yamada παραθέτει το πρόγραμμα λίπανσης lab-lab των Ballesteros & Mendoza για καλλιέργειες milkfish στις Φιλιππίνες: αρχικό επίθεμα των 100-200kg/ha 18:46:0 (NPK) πάνω στον ξηρό πυθμένα της δεξαμενής και στη συνέχεια επιτρέπουμε να μπει νερό στη δεξαμενή. Επιπρόσθετα επιθέματα λιπάσματος των 50-100kg/ha 18:46:0 (NPK) κάθε 10-15 ημέρες έως μια εβδομάδα πριν την αποθήκευση. Μια εβδομάδα μετά την αποθήκευση παραπέρα επίθεμα των 15-25kg/ha 18:46:0 (NPK), επαναλαμβάνοντας αυτή τη δοσολογία κάθε 10-15 ημέρες έως τη συγκομιδή.

- Οι Djajadiredja & Poernomo (1973) παραθέτουν ένα πρόγραμμα λίπανσης για την παραγωγή των «kelekar» (βενθικού φυκώδους συμπλέγματος) δε δεξαμενές milkfish στην Ινδονησία: οι δεξαμενές αποστραγγίζονται κατ' αρχήν και η λάσπη οργώνεται εξαντλητικά έτσι ώστε να γίνει πιο μαλακή και λεπτή. Επίθεμα λιπάσματος των 130kg/ha ουρίας, 65kg/ha τριπλού υπερφωσφορικού άλατος και 1000kg/ha φλοιό ρυζιού (που τοπικά είναι επίσης γνωστός ως «sekam») τον οποίο διασκορπίζουμε ομοιόμορφα πάνω στον υγρό πυθμένα της δεξαμενής. Αμέσως μετά το επίθεμα του λιπάσματος το επίπεδο του νερού στη δεξαμενή ανεβαίνει στα 3-10cm. Αφότου παρατηρηθεί μια καλή ανάπτυξη βενθικών φυκιών το επίπεδο του νερού ανεβαίνει στο φυσιολογικό επίπεδο των 30-40cm και τα ψάρια αποθηκεύονται. Οι Djajadiredja & Natawiria (1965) παρατήρησαν ότι 8,8-28,1 τόνοι (περίπου 15,6 τόνοι ανά εκτάριο) του «kelekar» θα μπορούσαν να παραχθούν σε δύο εβδομάδες με ένα επίθεμα των 500kg/ha ουρίας. Εντούτοις, τα χημικά λιπάσματα χρησιμοποιούνται σπάνια για την

παραγωγή βενθικών φυκιών στην Taiwan. Προτιμούνται το πύτουρο/φλοιός του ρυζιού και night soil (Chen, 1973).
 - Η ίδια διαδικασία που ακολουθείται για το μέγλωμα των 'lab-lab' μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε δεξαμενές φρέσκων ψαριών χρησιμοποιώντας μια αρχική θεραπευτική αγωγή λίπανσης των 50kg/ha 16:20:0 (φωσφορικού άλατος αμμωνίου, NPK), 22kg/ha 46:0:0 (ουρία, NPK) και κοπριά κοτόπουλων στα 2500kg/ha (Bautista, 1982, Oandasan, 1982).

21. 'Lumut' (νηματώδες φυκώδες σύμπλεγμα βενθικού πράσινου χόρτου) για milkfish (C. chanos) / δεξαμενές γαρίδων / γενικά (ASEAN, 1978):

- Μαλακοί λασπεροί πυθμένες με ένα pH 6,8-7,5 λειτουργούν ευνοϊκά ως προς την ανάπτυξη του 'lumut'. Η δεξαμενή θα πρέπει πρώτα να στεγνώσει για μια περίοδο των τριών ημερών και θα πρέπει να επιτραπεί η είσοδος επαρκούς ποσότητας νερού για την ύγρανση του χώματος. Ο υγρός πυθμένας στη συνέχεια σπέρνεται με ινίδια από παλαιότερα ή υπάρχοντα φυτά (συνήθως διαρκεί 2-4 εβδομάδες από την εμφύτευση έως ότου η δεξαμενή είναι έτοιμη για αποθήκευση). Μετά τη σπορά της δεξαμενής υπερχειλίζεται στα 30cm και 3-7 ημέρες αργότερα λιπαίνεται με φωσφορικό άλας αμμωνίου (16:20:0, NPK) σε μια αναλογία των 18-20g/m² νερού, το οποίο ρίχνεται με το χέρι ή διαλύεται από μια πλατφόρμα που τοποθετείται στα 10cm κάτω από την επιφάνεια του νερού. Μετά από μια εβδομάδα το επίπεδο του νερού ανεβαίνει στα 40cm και τα εφεξής εβδομαδιαία επιθέματα λιπάσματος δίνονται σε μια αναλογία των 9-10g/m² νερού έως τις 6 εβδομάδες πριν από τη συγκομιδή της σοδειάς. Μέσα στο λασπώδη πυθμένα θα πρέπει να εισαγάγουμε συστοιχίες από κλαδάκια και κλαδιά (διαχωριζόμενα σε γραμμές 6-15m) έτσι ώστε να ελαχιστοποιήσουμε την καταστροφική αποσπαστική (εκτοπιστική) δράση του ανέμου και των κυμάτων πάνω στο 'lumut'. Με επαρκή αναχαίτιση του αέρα το νερό μπορεί να διατηρηθεί στο βάθος των 60cm.

2. Εναλλαγή νερού: Για να γίνουν χειροπιαστά τα ευεργετικά τα ευεργετικά αποτελέσματα της ασβέστωσης και των χημικών λιπασμάτων στην μορφή της επαυξημένης παραγωγής φυτοπλαγκτόν, είναι ουσιαστικό ο χρόνος συγκράτησης του νερού μέσα στη δεξαμενή να είναι τουλάχιστον 3 ή 4 εβδομάδες (που ισοδυναμεί σε μια αναλογία εναλλαγής νερού μέσα στη δεξαμενή της τάξης του 5%/ημέρα). Οι αναλογίες εναλλαγής νερού που

υπερβαίνουν κατά πολύ την προηγούμενη τάξη μεγέθους θα προκαλέσουν την απορροή των θρεπτικών συστατικών της ασβέστωσης και του λιπάσματος εκτός δεξαμενής πριν καν χρησιμοποιηθούν (Boyd & Snow, 1975, Miller, 1976, Boyd, 1986). Οι υπερβολικές αναλογίες εναλλαγής νερού μπορεί να αποτελέσουν ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα στις τροπικές χώρες κατά την διάρκεια της περιόδου των βροχών.

3. Χημεία του νερού: Σε νερά με υψηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου (σκληρό νερό) και ανεβασμένο pH, το φωσφορικό άλας που χρησιμοποιείται στα λιπάσματα μπορεί να χαθεί με γοργό ρυθμό από το νερό μέσα από την καθίζηση ως μη διαλυτό φωσφορικού άλατος ασβεστίου, καθιστώντας το κατ' αυτό τον τρόπο μη διαθέσιμο για τα πρωτογενή αυτότροφα (Boyd, 1982). Ως εκ τούτου προκύπτει ότι οι αναλογίες επίθεσης λιπασμάτων φωσφορικών αλάτων θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες μέσα σε σκληρά νερά με υψηλό pH απ' ότι σε μαλακότερα νερά μ' ένα πιο ήπιο pH (Boyd, 1986). Έχοντας υπόψη την παραπάνω σχέση, τα λιπάσματα φωσφορικών αλάτων δεν θα πρέπει ποτέ να τοποθετούνται ταυτόχρονα με ή μέσα σε μια εβδομάδα από την ασβέστωση (Viveen και συνεργάτες, 1985).

4. Γονιμότητα του φυσικού χώματος: Δεξαμενές που χρησιμοποιούν χώματα από εύφορους βοσκότοπους απαιτούν μικρότερες αναλογίες επιθέματος λιπάσματος απ' ότι τα μη γόνιμα χώματα από δάσος (Boyd, 1976). Ανάλογα τα πλούσια προσχωσιακά (αλουβιακά) χώματα με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη απαιτούν μικρότερες αναλογίες επιθέματος λιπασμάτων απ' ότι το αμμώδες έδαφος από άργιλο, άμμο και οργανική ύλη για την ανάπτυξη των βενθικών πρασινογάλαζων φυκιών ('lab-lab') μέσα σε δεξαμενές ψαριών γλυκού νερού (Tang & Chen, 1967, ASEAN, 1978).

5. Προηγούμενη διαχείριση δεξαμενής: Οι νεόδητες δεξαμενές γενικώς απαιτούν μεγαλύτερες αναλογίες αρχικού επιθέματος λιπάσματος απ' ότι οι δεξαμενές μ' ένα ιστορικό λίπανσης και συσσωρευμένα ιζήματα πυθμένα (Hickling, 1962, Hopher, 1963, Swingle, 1965, Boyd, 1986).

6. Παρασιτική μόλυνση υδροβίων ζιζανίων: Μεγάλοι πληθυσμοί υδροβίων μακροφύτων ανταγωνίζονται το φυτοπλαγκτόν για διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά και για

επαρκές ηλιακό φως, πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη παραγωγή φυτοπλαγκτόν (Boyd, 1982, Miller, 1976, Boyd, 1986). Η παρασιτική δράση των ζιζανίων μπορεί να ελεγχθεί μέσα από την ασβέστωση, το μηχανικό κούρεμα ή μέσα από τη χρήση φυτοφάγων ειδών ψαριών όπως ο χορτοκυπρίνος (C. idella), Tilapia (T. rendalli, niloticus, mossambicus, zillii) ή rabbit fish (Siganus sp.).

7. Φυκώδης ταξινομική σύνθεση: Αν και η χημική λίπανση διεγείρει την φυκώδη παραγωγικότητα, η φυκώδης ταξινομική σύνθεση είναι γενικά μη προβλέψιμη (Boyd, 1986). Οι συνιστώμενες διαλυμένες συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών ευνοούν την υπεροχή και την αύξηση συγκεκριμένων ομάδων φυκιών που περιλαμβάνουν: τα δίατομα (Βακιλλαριόφυκα) - 20:30:1, N:P (ASEAN, 1978) 10-20:1, N:P (Clifford, 1985), φλαγελλαριοειδής - 1:1, N:P, (ASEAN, 1978), φυτοπλαγκτόν (γενικά)
 - 4:4:1, N:P:K (Hora & Pillay, 1962)
 - 4:1, N:P (Swingle & Smith, 1939, Nailon, 1985)
 - 42:75:1, C:N:P (Hepher & Pruginin, 1981)
 - 50:10:1, C:N:P (Σύνθεση βιομάζας, Edwards, 1982)
 Βακτήρια γενικά - 100:5:1, C:N:P (Μέσο ανάπτυξης, Edwards, 1982).

8. Διαλυτότητα διαλύματος: Ενα λίπασμα θα είναι αποτελεσματικό μόνο εάν είναι διαλυτό. Αν και αυτό δεν αποτελεί γενικά πρόβλημα για τα λιπάσματα που βασίζονται στο άζωτο (η πλειονότητα των οποίων είναι πολύ διαλυτή), τα λιπάσματα φωσφορικού άλατος ποικίλουν σε διαλυτότητα ανάλογα με το μέγεθος των σωματιδίων και τη χημική τους σύνθεση (Πίνακας 16. Miller, 1976, Boyd, 1979, Hepher & Pruginin, 1981). Κατ' αυτή την έννοια τα υγρά λιπάσματα (εάν είναι διαθέσιμα) συνιστώνται σε σχέση με κοκκίωδη και σε σκόνη λιπάσματα εξαιτίας της γρηγορότερης διαλυτοποίησής τους και της πιο ομοιόμορφης κατανομής θρεπτικών ουσιών στη στήλη του νερού (Musig & Boyd, 1980, Davidson & Boyd, 1981).

Πίνακας 16. Ποσοστιαία διάλυση φωσφόρου και αζώτου από επιλεγμένα λιπάσματα μετά την καταστάλαξη μέσα σε 2-μέτρα στήλη νερού στους 29°C.

Λιπάσματα	Διαλυτότητα θρεπτικού συστατικού (%)	
	Φώσφορος	Άζωτο
Υπερφοσφορικό άλας	4,6	-
Τριπλό υπερφοσφορικό άλας	5,1	-
Φωσφορικό άλας Μονοαμμωνίου	7,1	5,1
Φωσφορικό άλας Διαμμωνίου	16,8	11,7
Νιτρικό άλας Νατρίου	-	61,7
Θεικό άλας αμμωνίου	-	85,9
Νιτρικό άλας αμμωνίου	-	98,8
Νιτρικό άλας ασβεστίου	-	98,7

1/ Πηγή: Boyd (1982)

2/ Οι παραπάνω διαλυτότητες είναι συγκεκριμένες όσον αφορά την παρούσα μελέτη: η διαλυτότητα ποικίλει επίσης σε σχέση με το μέγεθος των σωματιδίων του λιπάσματος και την ποιότητα του νερού.

9. Μέθοδος επίθεσης λιπάσματος και συχνότητα επίθεσης:

Η μέθοδος επίθεσης λιπάσματος που χρησιμοποιήθηκε μπορεί να επηρεάσει αποφασιστικά την επιτυχία μιας θεραπευτικής αγωγής λίπανσης δεξαμενής. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα κοκκιώδη και σε σκόνη λιπάσματα φωσφορικών αλάτων τα οποία εάν τους επιτραπεί να έρθουν σε άμεση επαφή με τον πυθμένα της δεξαμενής θα απορροφηθούν γοργά από τα σωματίδια του χώματος και κατ' αυτό τον τρόπο θα καταστήσει το φωσφορικό άλας μη διαθέσιμο στα πλαγκτονικά φύκια. Για να ξεπεραστεί αυτή η δυσκολία τα λιπάσματα φωσφορικού άλατος θα πρέπει είτε να διαλύονται σε νερό πριν από την διανομή ή να επιτίθενται μέσα σε επιπλέοντα διάτρητα μεταλλικά κουτιά ή σε αιωρούμενους διάτρητους σάκους ή τέλος τοποθετώντας τα πάνω σε υποβρύχιες πλατφόρμες (Σχ. 13). Οι τελευταίες μέθοδοι επίθεσης εναπόκεινται στην βαθμιαία διάλυση και κατανομή του λιπάσματος μέσα από τη δράση των κυμάτων και την κυκλοφορία του νερού εντός της δεξαμενής. Ως εκ τούτου προκύπτει ότι τέτοιες συσκευές - επινοήσεις δεν θα πρέπει να τοποθετούνται κοντά στην εκβολή της δεξαμενής (Van der Lingen, 1967, Vincké, 1970, Boyd & Snow, 1975, Davidson & Boyd, 1981, Viveen και συνεργάτες, 1985, Boyd, 1982, Sanchez & Quevedo, 1987). (Chen, 1973, Djajadiredja & Poernomo, 1973, ASEAN, 1978). Εντούτοις, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι η λίπανση των δεξαμενών γλυκού νερού για την παραγωγή των βενθικών φυκιών (δηλαδή δεξαμενές για milkfish) είναι ριζικά διαφορετική από εκείνη των δεξαμενών φρέσκου νερού, όπου ο κύριος στόχος έγκειται στην παραγωγή πλαγκτονικών φυκιών (Chen, ...). Για

παραγωγή βενθικών φυκιών, τα λιπάσματα επιθέτονται άμεσα πάνω στον εκτιθέμενο και ξηραμένο πυθμένα της δεξαμενής (Πίνακας 15).

Για την διατήρηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας της δεξαμενής τα λιπάσματα θα πρέπει να παρέχονται στη βάση του «λίγο και τακτικά» κατά προτίμηση σε εβδομαδιαία και δεκαπενθήμερα διαλύματα καθ'όλο τον κύκλο της καλλιέργειας. Η ιζηματική επίδραση μιας εφαρμοζόμενης δΟΣολογίας λιπάσματος που διαρκεί μόνο για δύο ή τέσσερις εβδομάδες εξαρτάται από την εμπλεκόμενη στρατηγική διαχείρισης νερού (Hepher, 1963, Miller, 1976, Boyd & Snow, 1975, Hepher & Pruginin, 1981, Viveen και συνεργάτες, 1985, Vincke, 1985, Boyd, 1982).

Σχήμα 13. Μηχανικές μέθοδοι επίθεσης λιπάσματος

- α) Υποβρύχια πλατφόρμα 1/
- β) Διάτρητο επιπλέον μεταλλικό δοχείο ή καλάθι.
- γ) Αναρτώμενος διάτρητος σάκος.

1/ Η βάση της πλατφόρμας θα πρέπει να βρίσκεται 15-20cm κάτω από την επιφάνεια του νερού και να είναι τοποθετημένη κοντά στο στόμιο εισόδου νερού της δεξαμενής ή προς το τέλος της δεξαμενής από το οποίο έρχεται ο επικρατέστερος άνεμος. Μια μοναδική πλατφόρμα επαρκεί για δεξαμενές μέχρι τα 7 εκτάρια όταν το πλαγκτόν έχει αναπτυχθεί. Τα προτεινόμενα ανώτερα μεγέθη πλατφόρμας για δεξαμενές διαφορετικών μεγεθών περιλαμβάνουν:

Εκταση δεξαμενής (ha)	Ανώτατες διαστάσεις πλατφόρμας (m)
1	0,85 x 0,85
2	1,25 x 1,25
3	1,50 x 1,50
4	1,70 x 1,70
5	1,90 x 1,90
6	2,10 x 2,10
7	2,25 x 2,25

Πηγή: ASEAN (1978)

3. 4 Οργανική λίπανση δεξαμενών υδροκαλλιεργείων

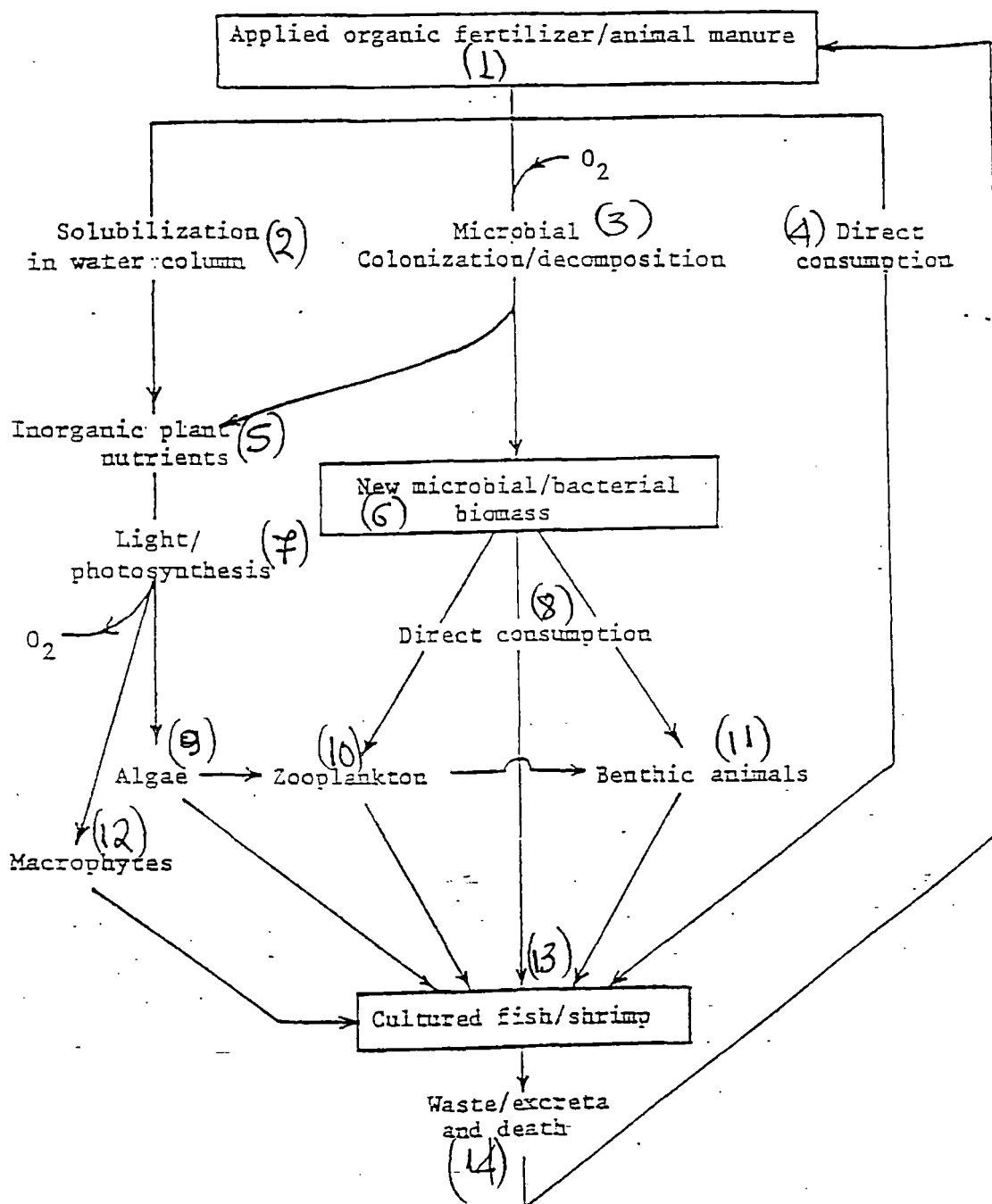
Τα οργανικά λιπάσματα παρέχονται κυρίως για την διέγερση της ετεροτροφικής αλυσίδας τροφής των δεξαμενών υδροκαλλιεργείων. Αν και στην ουσία όλα τα βιολογικά υλικά μπορούν να θεωρηθούν ως εν δυνάμει

οργανικά λιπάσματα, το πλέον συνηθισμένο λίπασμα που χρησιμοποιείται στην υδροκαλλιέργεια είναι η ζωική - αγροκτήματος κοπριά (δηλαδή, ζωικά περιττώματα αγροκτήματος με ή χωρίς ούρα και υλικό κλινοστρώμης). Τα ζωικά περιττώματα πέρα από το γεγονός του ότι αποτελούν ένα διαρκώς διαθέσιμο και μη δαπανηρό υλικό, αποτελούν επίσης μια συμπυκνωμένη πηγή θρεπτικών ουσιών που περιέχει το 72-79% του αζώτου και το 61-87% του φωσφόρου που αρχικά δίνεται ως τροφή στο ζώο (Taiganides, 1978). Η κατά μέσο όρο σύνθεση σε θρεπτικά συστατικά της ζωικής κοπριάς και άλλων συχνά χρησιμοποιούμενων οργανικών λιπασμάτων έχει εκτεθεί προηγούμενα (Παράγραφος 3.13.Ταση, 1987a). Εντούτοις θα πρέπει εξ αρχής να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι η σύνθεση σε θρεπτικές ουσίες των ζωικών περιττωμάτων είναι σε υψηλό ποσοστό μεταβλητή (εξαρτώμενη από την δίαιτα που ακολουθεί το ζώο, την ηλικία και το είδος του, τον τύπο και την αναλογία του συγκεκριμένου υλικού κλινοστρώμης καθώς και την μεταχείριση και επεξεργασία της κοπριάς πριν από τη χρήση). Και, ως εκ τούτου, κάθε πηγή ζωικών περιττωμάτων θα πρέπει να θεωρείται ως μοναδική και να αναλύεται ανάλογα χημικά. Προκαλεί λύπη το γεγονός ότι η πλειονότητα δημοσιευμένων πειραματικών δοκιμών παραγωγής υδροκαλλιεργειών που εμπλέκουν τη χρήση ζωικής κοπριάς σπάνια αναφέρουν τη θρεπτική ανάλυση της κοπριάς των γουρουνιών, των πουλερικών ή των αγελάδων που χρησιμοποιείται, την παρουσία ή όχι υλικού κλινοστρώμης ή εάν οι ποσότητες της κοπριάς που παρέχονται στη δεξαμενή δίνονται σε αναλογία βάρους φρέσκιας ή ξηρής κοπριάς.

4. Επιδράσεις στην παραγωγικότητα της δεξαμενής και στην παραγωγή γαρίδας/ψαριών.

Σε αντίθεση με τα χημικά λιπάσματα τα οποία επιδρούν άμεσα στην αυτοτροφική τροφική αλυσίδα, τα οργανικά λιπάσματα επιδρούν κυρίως μέσα από την ετεροτροφική τροφική αλυσίδα μέσω της παροχής οργανικής ύλης και συντριμμάτων στο οικοσύστημα της δεξαμενής. Η κοπριά εξυπηρετεί αρχικά ως ένα υπόστρωμα για την ανάπτυξη βακτηρίων και πρωτόζων που με τη σειρά τους εξυπηρετούν ως μια πλούσια σε πρωτεΐνες τροφή για άλλα ζώα της δεξαμενής συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργούμενων ψαριών ή γαρίδων (Σχήμα 14). Δεδομένου ότι η αυτοτροφική παραγωγή μέσα σε λιπαινόμενες δεξαμενές είναι περιορισμένη λόγω της διαθέσιμης

ηλιακής ενέργειας (Πίνακας 17), η ετεροτροφική παραγωγή θα εξαρτάται από το περιεχόμενο σε άνθρακα και άζωτο της προστιθέμενης κοπριάς και της επακόλουθης επιδεκτικότητάς της σε μικροβιακή αποσύνθεση (Schroeder, 1978, 1980, Wohlfarth & Schroeder, 1979). Ο λόγος C:N της παρεχόμενης κοπριάς θα καθορίσει το ρυθμό της βακτηριακής αποσύνθεσής της στο νερό και ως εκ τούτου την χρονική καθυστέρηση ανάμεσα από την επίθεση και την αυξημένη ετεροτροφική παραγωγικότητα της δεξαμενής. Οι κοπριές με μικρή αναλογία C:N (<50): ζωικές κοπριές, πράσινα ζιζάνια, χορτάρι, χοντράλευρα oilseed) αποσυντίθεται γρηγορότερα από βακτήρια από ότι απόβλητα με μία υψηλή αναλογία C:N (> 100: άχυρο, βαγάσση (υπολείμματα εκχύλισης ζαχαροκάλαμου), πριονίδι. Tacon, 1987a, Sturmer, 1987). Ο Schroeder 1980, προτείνει ότι η ιδανική αναλογία C:N για ένα βακτηριακό μέσο ανάπτυξης είναι περίπου η 2:1. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι όσο μικρότερα είναι τα σωματίδια της οργανικής ύλης τόσο γρηγορότερος θα είναι ο αποικισμός και η αποσύνθεση από βακτήρια και πρωτόζωα (Geiger, 1983). Για παράδειγμα η φρέσκια ζωική κοπριά αποσυντίθεται αμέσως στο νερό σε κολλοειδή σωματίδια. Ο Schroeder 1980, εκτιμά ότι η αερόβια βιοχημική αποσύνθεση της οργανικής ύλης από βακτηρίδια σταθεροποιεί (καθορίζει) το 20-50% περίπου του υποστρώματος άνθρακα σε νέα βακτηριακή βιομάζα. Η απόδοση της βακτηριδιακής βιομάζας που αποκτάται από την αερόβια βιοχημική αποσύνθεση είναι περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της αναερόβιας βιοχημικής αποσύνθεσης (McCarty, 1972). Σύμφωνα με τους Cassinelli και συνεργάτες, (1979), για κάθε αποσυντεθημένη οργανική ύλη καταναλώνεται 1,2g οξυγόνου και για κάθε γραμμάριο άνθρακα που σταθεροποιείται κατά την διάρκεια της φωτοσύνθεσης παράγονται 2,6g οξυγόνου. Αυτοί οι συγγραφείς συμπεραίνουν ότι η σημαντικότερη πηγή οξυγόνου σε μια δεξαμενή γαρίδων προέρχεται μέσα από την φυκώδη φωτοσύνθεση και ότι η σημαντικότερη χοάνη οξυγόνου ήταν η φυκώδης και βακτηριακή αναπνοή (παρατίθεται από τον Pruder, 1986).



Σχήμα 14. Η πορεία των χρησιμοποιούμενων οργανικών λιπασμάτων στα υδρόβια συστήματα (σε διασκευή των Edwards, 1982, Delmendo, 1980 & Moore, 1986).

1. Χρησιμοποιούμενο οργανικό λίπασμα / ζωική κοπριά.
2. Διαλυτοποίηση στην στήλη του νερού.

3. Μικροβιακή αποικιοποίηση / αποσύνθεση.
4. Άμεση κατανάλωση.
5. Ανόργανες θρεπτικές ουσίες φυτών.
6. Καινούρια μικροβιακή / βακτηριδιακή βιομάζα.
7. Φως / φωτοσύνθεση.
8. Άμεση κατανάλωση.
9. Φύκια.
10. Ζωοπλαγκτόν.
11. Βενθικά ζώα.
12. Μακρόφυτα.
13. Καλλιεργούμενα ψάρια/γαρίδες.
14. Απόβλητα/περιττώματα και θάνατος.

Πίνακας 17. Πρωτογενής παραγωγικότητα και εφικτές σοδειές ψαριών μέσα σε χημικά λιπαινόμενες και λιπαινόμενες με κοπριά δεξαμενές στο Ισραήλ 1/

Εισαγωγή λιπάσματος	Πρωτογενής παραγωγικότητα (kg/ha/ημέρα)	Σοδειά ψαριών (kg/ha/ημέρα)
Έλεγχος - μη εισαγωγή	6-12	1-5
Χημικά λιπάσματα 2/	30-60	10-15
Χημικό λίπασμα και οργανική κοπριά 3/	30-60	32 (max)

1/ Για στάσιμο νερό δεξαμενών που δεν λαμβάνει συμπληρωματικές τροφοδοσίες (Schroeder, 1980).

2/ Θειικό άλας αμμωνίου και υπερφοσφορικό άλας που παρέχεται άπαξ κάθε 2-3 εβδομάδες στα 60kg/ha.

3/ Επίθεση κοπριάς 6 ημέρες/εβδομάδα, σε μια ημερήσια αναλογία παροχής ξηρής οργανικής ύλης ισοδύναμης με περίπου το 3% της βιομάζας των ψαριών (η ξηρή κοπριά αγρού σε μια αναλογία των 100kg οργανικής ύλης/ha/ημέρα).

Οι ευεργετικές επιδράσεις της οργανικής λίπανσης στη φυσική παραγωγικότητα της δεξαμενής απεικονίζονται ικανοποιητικά στις μελέτες των Schroeder (1980) και Rappaport, Sarig & Bejerano (1977), και τα αποτελεσματά τους επισκοπούνται στον πίνακα 18. Για επιπρόσθετη πληροφόρηση στην διεγερτική επίδραση της κοπριάς στην βιοτική παραγωγικότητα της δεξαμενής δείτε τους Tang (1970), Noriega-Curtis (1979), Olah και συνεργάτες (1986), ASEAN (1978), Malecha και συνεργάτες, (1981), Lee and Shleser (1984), Barash & Schroeder (1984), Wyban και συνεργάτες, (1987), Garson, Pretto & Rouse (1986), και Zhang, Zhu & Zhou (1987).

Η εντατική οργανική και χημική λίπανση των δεξαμενών υδροκαλλιεργειών έχει ως αποτέλεσμα σοδειές ψαριών και γαρίδων τόσο υψηλές όσο 5-10 τόνοι/ha ή 15-32 kg/ha/ημέρα χωρίς συμπληρωματική τροφοδοσία (Για ψάρια - Tang, 1970, Schroeder, 1974, 1980, Schroeder & Hopher, 1979, Moav και συνεργάτες, 1977, Wohlfarth, 1978, Buck, Baur & Rose, 1978, Delmendo, 1980, Nash & Brown, 1980, Edwards, 1980, Maramba, 1978, Djajadiredja & Jangkaru, 1978, ADCP, 1979, FAO, 1983, Vincke, 1985, Zweig, 1985, Plavnik, Barash & Schroeder, 1983, Behrends και συνεργάτες, 1983. Γαρίδες - Wyban και συνεργάτες, 1987, Lee & Shleser, 1984). Εντούτοις, αυτά τα υψηλά επίπεδα παραγωγής μπορούν να επιτευχθούν μόνο με τη χρήση κατάλληλων ελέγχων διαχείρισης και με την εστίαση ιδιαίτερης προσοχής στην πυκνότητα αποθήκευσης ψαριών/γαρίδας και την επιλογή των ειδών (Schroeder, 1978, Wyban και συνεργάτες, 1987). Για παράδειγμα, ο Schroeder (1978) συσχέτισε τις σοδειές ψαριών σε δεξαμενές που δέχονταν μόνο κοπριά αγελάδων και χημικά λιπάσματα με την πυκνότητα αποθήκευσης και βρήκε μια γραμμική σχέση που φτάνει έως τα 9300 ψάρια/ha (δηλαδή την φέρουσα ικανότητα της δεξαμενής. Σχήμα 15). Για κάθε ψάρι που αποθηκεύεται έως τα 9300 ψάρια/ha αποκτάμε μια ετήσια απόδοση των 0,75Kg ψαριών (συγκρινόμενη με την ετήσια απόδοση 1kg για δεξαμενές ψαριών που χρησιμοποιούν συμβατικές τροφές σε σβόλους ή σφαιρίδια, Hopher & Schroeder, 1974). Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν επίσης την επαρκή αποδοτικότητα μετατροπής κοπριάς στη δημιουργία νέου ιστού για τα ψάρια. Για κάθε kg παραγόμενων ψαριών χρησιμοποιήθηκαν περίπου 3-3,5kg ξηρής ύλης κοπριάς (αποδοτικότητα μετατροπής που παρατίθεται από τους Hopher & Pruginin (1981)). Οι Wahlfarth & Schroeder (1979) αναφέρουν μια αποδοτικότητα μετατροπής των 2,7 και 3,5 για κοπριά αγελάδων και κοτόπουλων σε πειραματικές δοκιμές λίπανσης με κοπριά που διεξήχθησαν στον Ντορ, στο Ισραήλ σε μια πολυκαλλιέργεια κοινού κυπρίνου, ασημί κυπρίνου, *Tilapia* και κυπρίνου χόρτου. Σε αντίθεση, οι Garson, Pretto & Rouse (1986) αναφέρουν μια αποδοτικότητα μετατροπής γαρίδας (*P. vannamei* / *P. stylirostris*) των 17 και 20 για κοπριά κοτόπουλων και αγελάδων αντίστοιχα (οι αποδοτικότητες μετατροπής υπολογίστηκαν σε αναλογία βάρους ξηρής κοπριάς και για ολόκληρες γαρίδες). Ο επαναπροσδιορισμός των δεδομένων των Wyban και συνεργάτες, (1987) σε δεξαμενές γαρίδας

(*P. vannamei*) που λάμβαναν μόνο κοπριά βοοειδών από χώρους εκτροφής για ταχεία σφαγή· δείχνει μια αποδοτικότητα μετατροπής (ξηρή κοπριά: ολόκληρη γαρίδα) των 21 και 11 για πυκνότητες αποθήκευσης γαρίδας των $5/m^2$ και $15/m^2$ αντίστοιχα. Οι συγγραφείς αυτοί αναφέρουν επίσης ότι η φέρουσα ικανότητα των λιπασμένων με κοπριά δεξαμενών τους που λαμβάνουν 1800kg κοπριάς από χώρο εκτροφής ζώων για ταχεία σφαγή /ha/εβδομάδα ισοδυναμούσε με περίπου 1700kg γαρίδας ανά εκτάριο.

Πίνακας 18. a) Σταθερή συγκομιδή φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν, χειρονόμων σκουληκιών και βακτηριδίων σε δεξαμενές λιπαινόμενες (με κοπριά) και όχι με ή χωρίς ψάρια στο Ισραήλ 1/

Οργανισμός φυσικής τροφής	Χωρίς ψάρια		Με ψάρια	
	Λιπασμένος	Μη λιπασμένος	Λιπασμένος	Μη λιπασμένος
Φυτοπλαγκτόν (gDM/m ³) ^{2/}	0,2-4,3	0,06	0,3-1,4	0,06-0,2
Ζωοπλαγκτόν (gDM/m ³) ^{3/}	0,3-42,4	0,06	0,1-1,0	0,06
Χειρονόμοι (100' s/m ²)	79-215	1-7	1-4	0-2
Βακτηρίδια (1000' s/ml) ^{4/}	17-27	-	1,6-6,7	0,7-4,3

1/ Πηγή: Schroeder (1980) - θερμοκρασία νερού 9-15°C, χρησιμοποιώντας κοπριά αγελάδων και πολυκαλλιέργεια κοινού κυπρίνου, *Tilapia* και ασημένιου κυπρίνου

2/ Το φυτοπλαγκτόν διατηρήθηκε στα 50 micron καθαρά, γραμμαρίων ξηρού βάρους/m³

3/ Το ζωοπλαγκτόν συγκρατήθηκε στα 150 micron καθαρού προϊόντας, γραμμάρια ξηρού βάρους/m³.

4/ Η συγκέντρωση των βακτηριδίων μέσα στη στήλη νερού της δεξαμενής (για πυθμένες δεξαμενών με περιεχόμενο σε οργανική ύλη μεγαλύτερο του 1%, η βακτηριδιακή συγκέντρωση είναι 100-1000 φορές μεγαλύτερη στον πιθμένα απ' ότι στην επικαλυπτόμενη στήλη νερού Schroeder, 1978).

b) Οργανισμοί φυσικής τροφής που ανευρίσκονται στο νερό και στο έδαφος του πυθμένα λιπαινόμενων και μη λιπαινόμενων δεξαμενών ψαριών στο Ισραήλ 1/

Εισροή λιπάσματος	Φυτοπλαγκτόν (1000's/ml)	Τρογόζωα (No/ml)	Χειρονόμοι (No/500cm ²)
Κόπρانا κοτόπουλων ^{2/}	16,4	1000	340

Υγρή κοπριά βοοειδών 3/	5,6	867	82
Κοραλένια κοπριά 4/	3,0	247	38
Χημικό λίπασμα 5/	4,6	340	43
Ελεγγος - μη εισροή	2,5	170	59

1/Πηγή: Rappaport, Sarig & Bejerano (1977)

2/ Ξηρή κοπριά που επιτρέπεται να παραμένει καλυμμένη με νερό για 7 ημέρες και να τοποθετείται σε μια αναλογία των 5kg ξηρής ύλης/ha/ημέρα.

3/Η κοπριά και τα περιττώματα περιέχουν περίπου 10% ξηρής ύλης, η δε τοποθέτηση γίνεται όπως με τα κόπρανα κοτόπουλων.

4/ Φρέσκια καβαλίνα αγελάδας, που περιέχει επίσης υπολείματα τροφής και τραχιάς κληνοστρωμνής η οποία τυγχάνει της ίδιας μεταχείρισης με τα κόπρανα πουλερικών.

5. 20Kg θειϊκού άλατος αμμωνίου και 15 kg υπερφοσφορικού άλατος /ha/εβδομάδα.

1) Παραγωγή ψαριών

2) Αριθμός ψαριών

Σχήμα 15. Σχέση ανάμεσα στην αποθεματική πυκνότητα πολυκαλλιέργειας και της απόδοσης ψαριών σε γήινες δεξαμενές με στάσιμο νερό που δέχονται εισροές λιπασμάτων μόνο (Schroeder, 1980).

Εάν πρέπει να έχουμε τη μέγιστη ευεργετική επίδραση από μια ευρεία ποικιλία ζωντανών οργανισμών τροφής που είναι διαθέσιμη μέσα σε μια καλολιπαινόμενη δεξαμενή (δηλαδή φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν, βακτηριδιακά εμπλουτισμένο σύντριμμα, μακρόφυτα, βενθικά φύκη και ζώα) αποτελεί ουσιώδες ζήτημα οι δεξαμενές αυτές να έχουν αποθέματα ψαριών και/ή γαρίδας με αποκλίνουσες τροφοδοτικές συνήθειες (Stickney, 1978, Schroeder, 1980, Wohlfarth & Schroeder, 1979, FAO, 1983, Vincke, 1985, Malecha και συνεργάτες, 1981, Zweig, 1985). Οι στρατηγικές πολυκαλλιέργειας ψαριών ανάγονται στην Κινεζική Δυναστεία των Τανγκ (7ος Αιώνας μ.χ. Zweig, 1985) και στην Κίνα βασίζονται σε τρεις βασικές αρχές (FAO, 1983):

ολοκληρωμένη χρήση της δεξαμενής, και σε βάθος, από την επιφάνεια έως την βενθική ζώνη και πάνω σε ολόκληρη την έκταση επιφανείας.

* ολοκληρωτική χρήση όλως των τύπων φυσικής τροφής που είναι παρούσα στη δεξαμενή: φυτο - και ζωοπλαγκτόν, βένθος, aufwuchs, κατάλοιπα αποσάθρωσης - συντρίμματα, υδρόβια φυτά και

* με την εκμετάλλευση των αμοιβαίων πλεονεκτημάτων ενόσω αποφεύγουμε τον συναγωνισμό για την τροφή.1/ Ως εκ τούτου, μια πλειάδα διαφορετικών ειδών εκτρέφονται μαζί στην εμπλουτισμένη δεξαμενή. Ανάλογα τον τύπο του διαθέσιμου, σε τοπικό επίπεδο, τύπου τροφής, επιλέγονται ένα ή δύο από τα κύρια είδη των κινεζικών κυπρίνων: silver, bighead, grass, black ή mad. Στη συνέχεια συνδυάζονται με συμπληρωματικά δευτερεύοντα είδη στη βάση των αρχών που εκτέθηκαν παραπάνω καθώς και των οικολογικών προδιαγραφών των ειδών που εξετάζονται, για παράδειγμα:

i) από τη στιγμή που τα κόπρανα του grass carp είναι πλούσια σε αχώνευτες φυτικές ίνες, βοηθούν την ανάπτυξη του πλαγκτόν, το οποίο τρέφει τους κυπρίνους silver & bighead.

ii) για τον έλεγχο των μαλακίων, προστίθενται 75-100 μαύροι κυπρίνοι/ha στην δεξαμενή ενώ για τον έλεγχο των μικρών ψαριών και της κόκκινης γαρίδας μπορεί να προστεθούν 450-600 σαρκοφάγα ψάρια εάν η δεξαμενή αποστραγγίζεται σε ετήσια βάση.

iii) ο κοινός κυπρίνος καθαρίζεται με το τρίψιμο πάνω στον πυθμένα της δεξαμενής για την απόκτηση της θρεπτικής του τροφής και κατ' αυτό τον τρόπο βοηθά στον αερισμό του ιζήματος, οξειδώνει την οργανική ύλη, ανακυκλώνει τα μεταλλικά στοιχεία και εντέλει ενθαρρύνει την ανάπτυξη του πλαγκτόν και την ανάπτυξη των ειδών που τρέφονται από τον πλαγκτόν, και

iv) εν τούτοις μπορεί να αναπτυχθεί συναγωνισμός ανάμεσα στον κοινό κυπρίνο και τον κυπρίνο λάσπης, τον ασημί και τον bighead ή τον ασημί και της λάσπης, πράγμα που καθιστά αναγκαίο τον περιορισμό του αριθμού του ενός ή του άλλου αυτών των ειδών (κοινός κυπρίνος: 150-225kg/ha, ασημένιος κυπρίνος 300-450kg/ha)».

Από ένα σύνολο 25 ειδών ψαριών που καλλιεργήθηκαν στην Κίνα 9 είδη έχουν επαρκώς διακεκριμένες συνήθειες τροφοληψίας και ως εκ τούτου δεν μπορούν να καλλιεργηθούν μαζί, ταυτόχρονα σε μια ενιαία δεξαμενή:

ο χορτοκυπρίνος (C. idella) και τα ψάρια wuchang (M. amblyoccephala) τρέφονται με επίγεια φυτά και υδροβία μακρόφυτα. Ο ασημένιος κυπρίνος (H. molitrix) και ο μεγαλοκέφαλος κυπρίνος (A. nobilis) τρέφονται κυρίως με φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν αντίστοιχα. Ο μαύρος κυπρίνος (Mylopharyngodon piceus) τρέφεται από μαλάκια (Σαλιγκάρια). Ο κυπρίνος λάσπης (Cirrhinus molitrella) τρέφεται από συντρίμματα του πυθμένα και ο κοινός κυπρίνος (C. carpio) τρέφεται από βενθικά ασπόνδυλα και με την πλειονότητα των παραπάνω ειδών τροφής εξαιρουμένου του πλαγκτόν (Zweig, 1985). Ο Πίνακας 19 δείχνει τις φυσικές τροφικές συνήθειες των ώριμων Tilapia και άλλων σημαντικών ειδών караβίδας και ψαριών. Οι αναλογίες των ειδών που διαπιστώθηκε ότι δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα σε λιπαινόμενες δεξαμενές συμπεριλαμβάνουν

1) Κοινός κυπρίνος: tilapia (aureus): Ασημένιος κυπρίνος, 5:2,5:1,5 σύνολο 4500-9000 ψάρια/ha (Ισραήλ - Schroeder, 1978, 1980).

2) Ασημένιος κυπρίνος: μεγαλοκέφαλος: χορτοκυπρίνος : κοινός κυπρίνος, 65:1:4:12 με μια συνδυασμένη πυκνότητα των περίπου 5500/ha μαζί με караβίδα φρέσκου νερού (M. rosenbergii) στην πυκνότητα των 7,9/m² (ΗΠΑ - Malecha και συνεργάτες, 1981 για άλλες μελέτες πολυκαλλιέργειας караβίδας δείτε τους Wohlfarth και συνεργάτες, 1985, Rouse, Naggar & Mulla, 1987 & Cohen, Ra'anan & Barnes, 1983).

3) Ασημένιος κυπρίνος: μεγαλοκέφαλος κυπρίνος : χορτοκυπρίνος : wuchang : crucian carp (Carassius carassius): κοινός κυπρίνος, 4500:1500:4500:3000:3000 :1500/ha, σύνολο 18000 ψάρια/ha (Κίνα - Shan και συνεργάτες, 1985).

4) Κοινός κυπρίνος (50-70%), ασημένιος κυπρίνος (20-30%), μεγαλοκέφαλος κυπρίνος (10%), grass carp (5-10%), & sheat fish (Silurus glanis, Ουγγαρία, ADCP, 1984).

1/ Για παράδειγμα στο Ισραήλ ο Yashoun (1971) αναφέρει μια καλλιέργεια κοινό κυπρίνου 390kg/ha σε μονοκαλλιέργεια και 714kg/ha σε πολυκαλλιέργεια με ασημένιο κυπρίνο (παραγωγή ασημένιου κυπρίνου 1923kg/ha). και οι δύο δεξαμενές λαμβάνουν ισοδύναμες εισροές ανόργανων λιπασμάτων και κοπριάς πουλερικών). Ο Yashoun' επεξηγεί ότι η βελτιωμένη ανάπτυξη αποτελεί το προϊόν μιας θετικής (συνεργιστικής) αλληλεπίδρασης

στη βάση των αυξημένων πηγών τροφής. Καθένα από τα είδη των ψαριών επεξεργάζεται μια πηγή τροφής. Κατ' αυτό τον τρόπο την καθιστά διαθέσιμη στο άλλο. Οι περιττωματικοί σβόλοι του ασημένιου κυπρίνου που είναι πλούσιοι σε τμηματικά αφομοιωμένο φυτοπλαγκτόν καθιστούν αυτή την πηγή τροφής διαθέσιμη στον κοινό κυπρίνο ο οποίος διαφορετικά δεν θα μπορούσε να αξιοποιήσει το φυτοπλαγκτόν. Ο κοινός κυπρίνος σκάβοντας και οργώνοντας τον πυθμένα της δεξαμενής απελευθερώνει μέσα στο νερό ελάχιστη οργανική ύλη

5) Ασημένιος κυπρίνος: μεγαλοκέφαλος κυπρίνος: grass carp : κοινός κυπρίνος, 7500:1550:4500:1500/ha σύνολο 15000 ψάρια/ha, ασημένιος κυπρίνος: wuchang fish: crucian carp: μεγαλοκέφαλος κυπρίνος: grass carp: κοινός κυπρίνος, 4500:3000:3000:1550:4500:1500:/ha, σύνολο 1800 ψάρια/ha (Κίνα - Zhang, Zhu & Zhou, 1987, για άλλες αναλογίες κινεζικών πολυκαλλιεργειών δείτε FAO, 1983).

6) Ασημένιος κυπρίνος: μεγαλοκέφαλος κυπρίνος: grass carp: tilapia: (niloticus, αρσενικά: tilapia:aureus, αρσενικά), 2500:250:150:7500:5000/ha, σύνολο 15400 ψάρια/ha (Αλαμπάμα - ΗΠΑ - Behrends και συνεργάτες, 1983).

Η τελική επιλογή της αναλογίας ειδών και του μεγέθους αποθέματος θα εξαρτάται από τον τύπο της οραματιζόμενης δραστηριότητας καλλιέργειας (αγροτική/τα προς το ζην ή εμπορικά προσανατολισμένη δραστηριότητα καλλιέργειας), από την διαθεσιμότητα και το κόστος των λιπασμάτων και των τροφών και τέλος από τη φυσική παραγωγικότητα του προκείμενου όγκου νερού. Για περισσότερες πληροφορίες ως προς τον υπολογισμό των αναλογιών πολυκαλλιέργειας ψαριών και τον πυκνοτήτων αποθέματος δείτε FAO (1983) & Horvath, Tamas & Tolg (1984).

Πίνακας 19. Φυσικές τροφοληπτικές συνήθειες ορισμένων καλλιεργούμενων ειδών ψαριών και καραβίδας σε δεξαμενές.

Είδη	Αναφερόμενες τροφοληπτικές συνήθειες ώριμων (ειδών)
- <u>esculentus</u>	Φυτοπλαγκτόν
- <u>rendalli</u>	Μακρόφυτα, προσκολλώμενα περίφυτα
- <u>mossambicus</u>	Μακρόφυτα, βενθικά φύκια, φυτοπλαγκτόν, περίφυτα, ζωοπλαγκτόν, νεογνά ψαριών, αυγά ψαριών, συντρίμματα
- <u>aureus</u>	Φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν
- <u>niliticus</u>	Φυτοπλαγκτόν
- <u>kottae</u>	Φυτοπλαγκτόν, συντρίμματα, ασπόνδυλα
- <u>mariae</u>	Φυτοπλαγκτόν, ασπόνδυλα
- <u>galilaeus</u>	Φυτοπλαγκτόν
- <u>zilli</u>	Μακρόφυτα, βενθικά ασπόνδυλα
- <u>guineensis</u>	Φύκια, συντρίμματα, άμμος, ασπόνδυλα
- <u>melanotheron</u>	Φύκια, συντρίμματα, άμμος, ασπόνδυλα
- <u>variabilis</u>	Φύκια
- <u>leucostictus</u>	Φυτοπλαγκτόν, συντρίμματα
- <u>sparmanii</u>	Περίφυτα
- <u>shiranus</u>	Μακρόφυτα, φύκια, ζωοπλαγκτόν
- <u>pangani</u>	Περίφυτα
- <u>jipe</u>	Περίφυτα

Milkfish (*C. chanos*)^{2=3/} φύκια, φυτοπλαγκτόν, συντρίμματα, περίφυτα.

Γκρίζα λαβράκια (*M. cephalus*) 2-3/ φύκια, φυτοπλαγκτόν, συντρίμματα, περίφυτα, μακρόφυτα.

Καραβίδες (*M. rosenbergii*) 4/ Βενθοφάγοι οργανισμοί που τρέφονται με κατάλοιπα αποσάθρωσης/ παμφάγα.

1/ Bowen (1982)

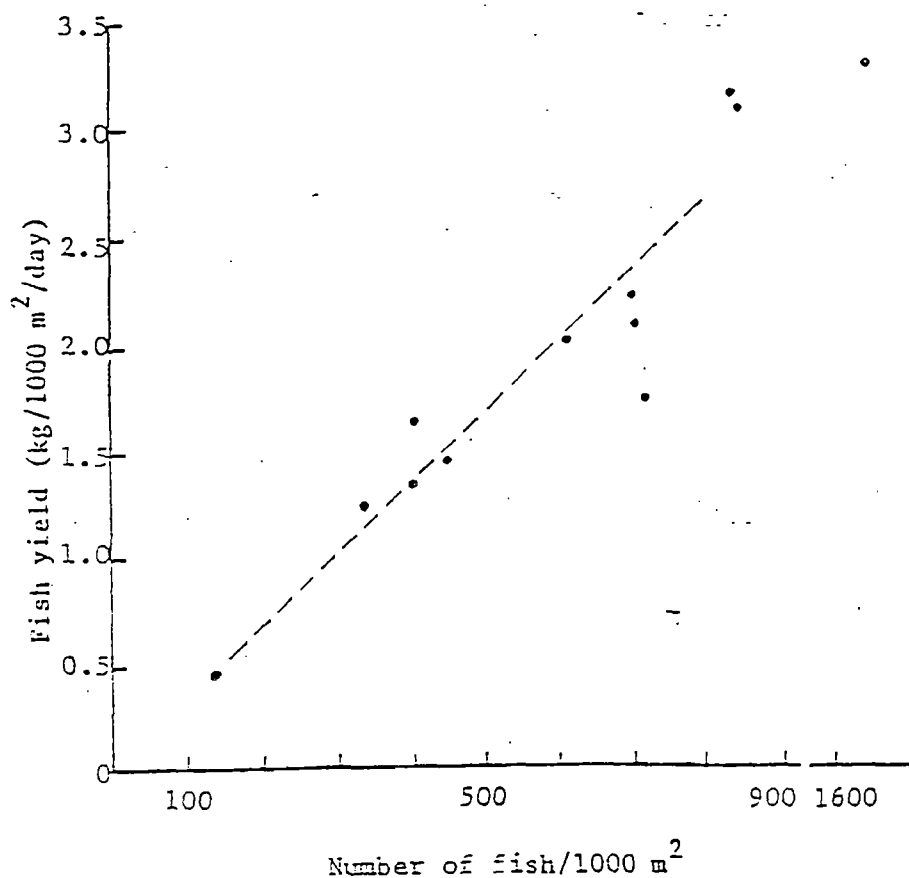
2/ Schroeder (1980)

3/ King & Garling (1986)

4/ Malecha και συνεργάτες, (1981)

της δεξαμενής και απλώνεται επαναληπτικά πάνω στην συνολική έκταση της δεξαμενής, τότε απελευθερώνονται επαρκείς ποσότητες ανθρακικών ενώσεων για την διατήρηση μιας υψηλής πρωτογενούς παραγωγικότητας. Αυτό πιστευόταν ότι οφείλεται στο γεγονός ότι 30% περίπου του συνολικού περιεχομένου ξηρής ύλης της υγρής κοπριάς αγελάδων υφίσταται σε κολλώδη κατάσταση και ως εκ τούτου δρούσε σαν ένα ιδεώδες υπόστρωμα για βακτηριδιακή και πρωτοζωική ανάπτυξη στον πυθμένα της δεξαμενής και μέσα στην στήλη του νερού (Moan και συνεργάτες, 1977). Παρόμοια, ο Schroeder (1980) ανέφερε ότι έως και το 40% των συνολικών στερεών της φρέσκιας κοπριάς αγελάδας παρέμενε αιωρούμενο στην στήλη του νερού, το 50-60% του οποίου ανευρίσκεται στην μορφή ανόργανων στοιχείων. Εν τούτοις, σημειώνεται επίσης ότι περίπου το 90% της ακατέργαστης οργανικής ύλης κατακάθεται στον πυθμένα της δεξαμενής μετά από 1 ή 2 ώρες και οι ιζηματικές συσσωρεύσεις μεγαλύτερες των λίγων mm έχουν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη αναερόβιων ιζηματικών συνθηκών. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι υφίσταται ένα μέγιστο ποσό κοπριάς που μπορεί μια δεξαμενή αεροβιακά να αφομοιώσει / ανά μονάδα έκτασης / ανά μονάδα χρόνου. Η πρόσθεση της κοπριάς πάνω από αυτό το μέγιστο επίπεδο οδηγεί στην συσσώρευση οργανικής ύλης στον πυθμένα της δεξαμενής και στην ανάπτυξη ανεπιθύμητων αναερόβιων διάμεσες συνθήκες (Edwards, 1982). Σύμφωνα με τον Schroeder (1980) η μέγιστη ποσότητα κοπριάς που μπορεί με ασφάλεια να αφομοιώσει μια δεξαμενή χωρίς ανεπιθύμητα αναερόβια αποτελέσματα είναι περίπου 100-200kg κοπριάς-ξηρού βάρους /ha/ημέρα ή 70-140kg οργανικής ύλης ha/ημέρα (για συνθήκες που επικρατούν σε δεξαμενές στο Ισραήλ). Αυτές οι τιμές ανταποκρίνονται περίπου στην κοπριά που παράγεται από 100-200 γουρούνια που ζυγίζουν 100kg το καθένα /ha/ημέρα, 15-30 αγελάδες που ζυγίζουν 500kg η κάθε μία /ha/ ημέρα ή 2000-4000 πουλερικά που το καθένα ζυγίζει 2kg/ha/ ημέρα (Edwards, 1982). Για να παρακάμψουμε τους πιθανούς κινδύνους απο-οξυγόνωσης του νερού μέσα σε ευτροφικές και βεβαρημένες με ζωικό λίπασμα δεξαμενές (που οφείλεται σε ανεξέλεγκτες κορυφώσεις βακτηριδιακής ανάπτυξης και ακμής φυτοπλαγκτόν) οι κοπριές θα πρέπει να προστίθενται όσο συχνότερα είναι δυνατόν, τουλάχιστον καθημερινά σε μια βάση του λίγο και τακτικά (Hepher & Pruginin, 1981, Wohlfarth & Schroeder, 1979, Schroeder, 1978, Woynarovich, 1979). Αν και η απαίτηση σε οξυγόνο του ζωικού λιπάσματος καθεαυτού δεν είναι μεγάλη εάν το

λίπασμα κατανέμεται ομοιόμορφα πάνω στην επιφάνεια της δεξαμενής, εντούτοις συνίσταται να τοποθετούμε την κοπριά στην δεξαμενή περίπου στα μέσα του πρωινού, όταν τα επίπεδα του οξυγόνου ανέρχονται ραγδαία εξαιτίας της φωτοσύνθεσης. Το γεγονός αυτό με τη σειρά του θα ελαχιστοποιούσε την απαίτηση σε οξυγόνο που προκαλείται από την βακτηριδιακή διάσπαση του οργανικού λιπάσματος καθεαυτού κατά την διάρκεια των κρίσιμων ωρών πριν από το χάραμα (Woyngarovich, 1980, Edwards, 1982). Επιπρόσθετα, από τη στιγμή που οι προδιαγραφές του λιπάσματος μιας δεξαμενής εξαρτώνται από τις διαιτητικές απαιτήσεις ζωντανής τροφής της παρούσας βιομάζας γαρίδας/ψαριών προκύπτει ότι η αναλογία οργανικής λίπανσης θα πρέπει να αυξηθεί (έως ένα μέγιστο ασφαλές επίπεδο) με την επαύξηση της βιομάζας των ψαριών ή της σταθερής συγκομιδής (Hepher & Pruginin, 1981). Το Σχήμα 16 εκθέτει τη σχέση ανάμεσα στην συνολική σταθερή συγκομιδή και την ημερήσια απαίτηση σε ζωικό λίπασμα στην οποία κατέληξε ο Wohlfarth (1978) για Ισραηλιτικές δεξαμενές ψαριών. Παραδείγματα προγραμμάτων λίπανσης ζωικού λιπάσματος που χρησιμοποιήθηκαν από άλλους ερευνητές εκτίθενται στον Πίνακα 20. Πρέπει να συγκρατηθεί εν τούτοις όμως ότι οι αναλογίες ζωικής λίπανσης που εκτίθενται προσδιορίζονται με βάση την δεξαμενή και την καλλιέργεια και μόνο σαν τέτοιες θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως δοκιμαστικές «κατευθυντήριες γραμμές» από άτομα που επιθυμούν να αναπτύξουν τα δικά τους προγράμματα λίπανσης δεξαμενών.



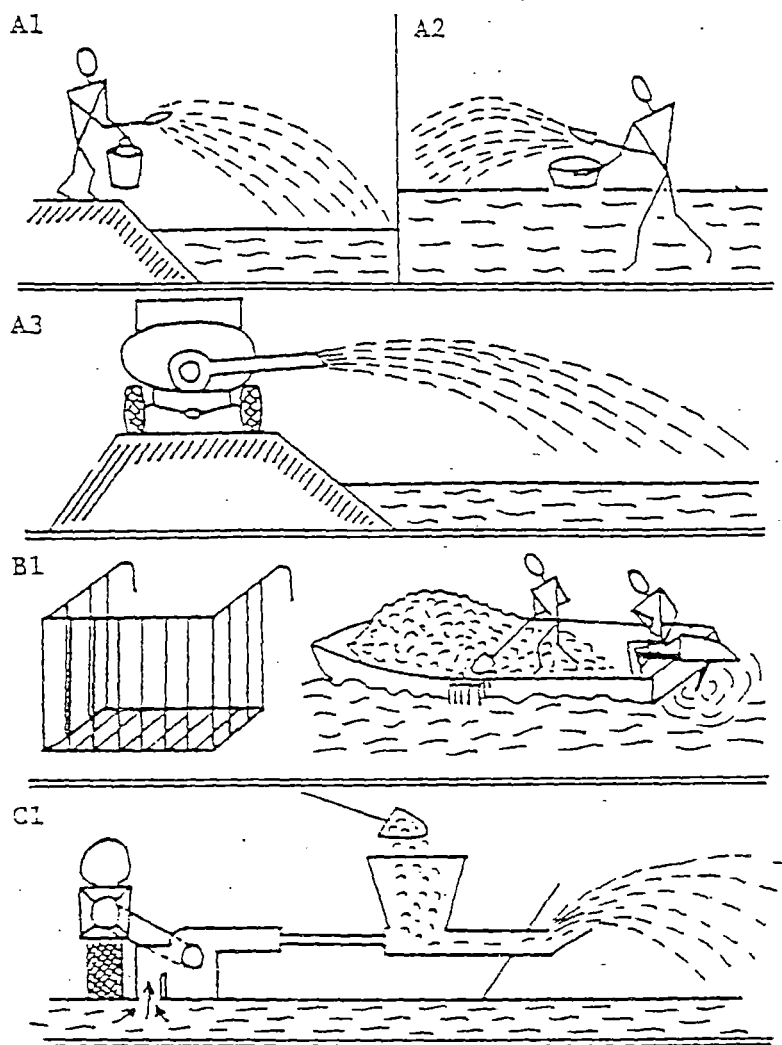
Σχήμα 16.

Ημερήσιες αναλογίες ζωικού λιπάσματος (Kg ξηρής ύλης/ha)

Σχέση ανάμεσα στις προδιαγραφές οργανικού λιπάσματος και σταθερής σοδειάς σε Ισραηλιτικές δεξαμενές ψαριών (Wohlfarth, 1978).

Αυτή τη στιγμή τρεις βασικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την κατανομή ζωικού λιπάσματος σε δεξαμενές ψαριών ή γαρίδων (Woyanovich, 1979):

Η αραίωση της κοπριάς στο έδαφος και η κατανομή εκτελείται με το χέρι από την ακτή ή από μια μικρή βάρκα. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται κάτω από κανονικές συνθήκες για μικρές δεξαμενές. (Σχήμα 17, Α1-3).



Σχήμα 17. Μέθοδοι διανομής οργανικού λιπάσματος (Woynarovich, 1985).

Η μαλακή κοπριά φτυαρίζεται σε ένα καλάθι ή σε παράλληλες σιδερένιες ράβδους (που έχουν χωρίσματα περίπου των 2-2,5cm), αναρτάται 10-20cm κάτω από την υδρογραμμή, προσαρτάται στην πλευρά μιας βάρκας και διασκορπίζεται καθώς η βάρκα κινείται και πιέζει το νερό μέσα στο καλάθι (Σχήμα 17, B1).

Η χρήση μιας αντλίας ενσωματωμένης στον πυθμένα της βάρκας. Η κοπριά φτυαρίζεται σε μια σκαφίδα, αραιώνεται με αντλημένο νερό και ψεκάζεται στην δεξαμενή μέσα από ένα εύκαμπτο σωλήνα-μάνικα (Σχήμα 17 C1).

Πίνακας 20. Παραδείγματα προγραμμάτων οργανικής λίπανσης για δεξαμενές ψαριών και γαρίδων.

ΦΡΕΣΚΟ ΝΕΡΟ

1. Γενικά ψάρια - Ισραήλ (Schroeder, 1980):

- Η αναλογία οργανικής λίπανσης υπολογίζεται ως ξερή οργανική ύλη στο 2-4% της σταθερής βιομάζας ψαριών σε καθημερινή βάση. Ο υπολογισμός βασίζεται στο περιεχόμενο σε ξηρή οργανική ύλη του λιπάσματος και κατ' αυτό τον τρόπο αποκλείεται η στάχτη. Το ζωικό λίπασμα θα πρέπει να διανέμεται σε υγρή και νωπή μορφή, συγκρατώντας τα ούρα και τα περιττώματα. Σ' αυτή την αναλογία λίπανσης με μια πολυκαλλιέργεια των 9000 ψαριών/ha, οι αποδόσεις ψαριών είναι 20-30kg/ha/ημέρα (σε συνδυασμό με τις σταθερές αναλογίες ανόργανης λίπανσης - Πίνακας 15).

2. Γενικά ψάρια - Παναμάς (MIDA, 1985a):

- Συνιστώμενες αναλογίες οργανικής λίπανσης:

αποξηραμένο λίπασμα χοίρων: - 68kg/ha/ημέρα
αποξηραμένο λίπασμα πουλερικών - 50kg/ha/ημέρα
αποξηραμένο λίπασμα βοοειδών - 100kg/ha/ημέρα
αποξηραμένο λίπασμα κασικιών - 100kg/ha/ημέρα.

- Για την διασφάλιση μιας ικανοποιητικής παραγωγής των οργανισμών τροφής της δεξαμενής, οι συγγραφείς συνιστούν την άπαξ επίθεση παροχής λιπάσματος ενός

μηνός στη δεξαμενή δύο εβδομάδες πριν από την δημιουργία αποθέματος.

3. Γενικά ψάρια - Βραζιλία (Woyanarovich, 1985):

- Συνιστώμενες αναλογίες οργανικής λίπανσης:

φρέσκο λίπασμα πουλερικών - 50kg/ha/1-2 ημέρες ή 1000kg/ha/1-2 εβδομάδες

φρέσκο λίπασμα χοίρων - 700kg/ha/1-2 ημέρες ή 1400kg/ha/1-2 εβδομάδες

φρέσκο λίπασμα βοοειδών - 1000kg/ha/1-2 ημέρες ή 2000kg/ha/1-2 εβδομάδες.

4. Πολυκαλλιέργεια κυπρίνου /tilapia - ΗΠΑ (Behrends και συνεργάτες, 1983):

- Προστίθεται καθημερινά υγρό λίπασμα χοίρων στη δεξαμενή σε μέσο όρο αναλογίας φόρτισης ξηρής ύλης των 61kg/ha/ημέρα με μια συνδυασμένη αναλογία αποθέματος των 15.400 ψαριών/ha (για την αναλογία ειδών δείτε την παράγραφο πολυκαλλιέργειας αυτής της μελέτης, 3.2.4.1.). Το κατά μέσο όρο συνολικό περιεχόμενο σε στερεά υγρού ζωικού λιπάσματος ήταν 0,4% και παρείχε έναν μέσο όρο των 5,5kg αζώτου, 4,3kg φωσφόρου (ως P₂O₅) και 33kg άνθρακα/ha/ημέρα. Το υγρό λίπασμα χοίρων αποτελούνταν από μια μίξη περιττωμάτων, ούρων και υπολειμμάτων τροφής.

5. Πολυκαλλιέργεια κυπρίνου - Κίνα (Shan και συνεργάτες, 1985):

- Στη δεξαμενή προστίθεται υγρό λίπασμα χοίρων σε μια ονομαστική ημερήσια αναλογία της τάξης του 2% (στη βάση ξηρού βάρους) της βιομάζας των ψαριών (18000/ha. Για την αναλογία ειδών δείτε την παράγραφο πολυκαλλιέργειας αυτής της μελέτης, 3.2.4.1.).

6. Υβρίδια Tilapia (honorum αρσενικά x mossambica θηλυκά) - Κόστα Ρίκα (Conzalez και συνεργάτες, 1987):

- Προστίθεται καθημερινά στη δεξαμενή ξηρό λίπασμα πουλερικών σε μια αναλογία των 110kg/ha/ημέρα 15 ημέρες πριν από την αποθήκευση (1,5ψάρια/m²) ο ασβεστωμένος πυθμένας της δεξαμενής έτυχε επεξεργασίας με 1200kg αποξηραμένου λιπάσματος πουλερικών. Το λίπασμα πουλερικών που χρησιμοποιείται είχε περιεκτικότητα σε υγρασία της τάξης του 9-14% και πυκνότητα στάχτης της τάξης του 25-28%. Η αποδοτικότητα μετατροπής λιπάσματος : ψαριών του 7,9 αποκτήθηκε σε μια περίοδο 255 ημερών κύκλου καλλιέργειας (η αποδοτικότητα μετατροπής περιλαμβάνει

το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε για την προετοιμασία της δεξαμενής και τις ημερήσιες αναλογίες επίθεσης) σε μια προβλεπόμενη - μετρήσιμη συνολική παραγωγή ψαριών των 4926kg/ha/χρόνο (4363kg/ha/χρόνο - καθαρή παραγωγή).

- Δοκιμάστηκαν επίσης αναλογίες επίθεσης των 55-175kg/ha/ημέρα.

7. Tilapia - Ρουάντα (Schmidt & Vincke, 1981):

- Συνιστώμενες αναλογίες οργανικής λίπανσης:

Γενικό ζωικό λίπασμα : 300-500kg/ha/2εβδομάδες (T. nilotica δεξαμενές παραγωγής γόνων)

- 500kg/ha/2εβδομάδες (T. nilotica , γόνων 5/m²).

Λίπασμα αγελάδες - 300kg/ha/εβδομάδα, λίπασμα αλόγων 2000-3000kg/ha/μήνα.

Λίπασμα πουλερικών : αρχικό επίθεμα των 2500kg/ha που συνοδεύεται από μηνιαία επιθέματα των 1000kg/ha (T. nilotica , γόνοι 2/m²).

8. Red drum - ΗΠΑ (Colura, 1987):

- Οργανική λίπανση δεξαμενών - φυτωρίων με χοντράλευρα βαμβακόσπορου (για τις αναλογίες επίθεσης δείτε Πίνακα 15).

9. Πολυκαλλιέργεια κυπρίνου - Ουγγαρία (Olah και συνεργάτες, 1986):

- Υγρή κοπριά χοίρων με έναν μέσο όρο ξηρού βάρους της τάξης του 10% που τοποθετείται καθημερινά χρησιμοποιώντας ένα περιστρεφόμενο ψεκαστήρα σε μια αναλογία των 2m³/ha/ημέρα. Η χρησιμοποιούμενη πολυκαλλιέργεια αποτελείται από τον ασημένιο κυπρίνο (3500/ha, μέσο βάρος 190g) και τον κοινό κυπρίνο (1800/ha, μέσο βάρος 150g).

- Ιζηματοποιημένα ακατέργαστα οικιακά απόβλητα αποχέτευσης που τοποθετούνται καθημερινά χρησιμοποιώντας έναν περιστρεφόμενο ψεκαστήρα σε μια αναλογία 100m³/ha/ημέρα. Η πολυκαλλιέργεια που χρησιμοποιείται αποτελείται από ασημένιο κυπρίνο (1500/ha, μέσο βάρος 190g), bighead curp (800/ha, μέσο βάρος 180g), κοινό κυπρίνο (1400/ha, μέσο βάρος 200g) και grass curp (300/ha, μέσο βάρος 170g).

- Ο Woynarovich (1980) ανασκοπεί την χρήση λιπάσματος χοίρων για παραγωγή ψαριών και περιγράφει αναλογίες οργανικής λίπανσης (μέσω καθημερινής διασποράς στο νερό) των 300-600kg/ha/ημέρα για λίπασμα χοίρων, 1000-1500kg/ha/ημέρα για την παχιά υγρή φάση της κοπριάς και 1,2-2,5m³/ha/ημέρα για εμπορικά αποχετευτικά απόβλητα χοιροστασίων σε Ουγγρικές δεξαμενές πολυκαλλιέργειας ψαριών.

10. Tilapia nilotica - Ταυλάνδη (Edwards και συνεργάτες, 1984):

- Υγρό και στερεά απόβλητα οχετών της Μπανγκόκ που τοποθετούνται καθημερινά σε μια οργανική αναλογία φόρτισης των 150kg COD (Απαίτηση σε Χημικό Οξυγόνο) /ha/ημέρα, αποθεματική πυκνότητα του 1ψαριού/m². Η περιεκτικότητα σε συνολικά στερεά (TS) και συνολικά πτητικά στερεά (TVS) των υγρών και στερεών αποβλήτων υπονόμων ποικίλουν ανάμεσα στα 13,75-29,42g/l (μέσος όρος 20g/l) και 9,49-22,67g/l (μέσος όρος 13,9g/l). Η μέση COD των υγρών και στερεών αποβλήτων υπονόμων που χρησιμοποιήθηκε ήταν 28,7g/l. Οι δεξαμενές λαμβάνουν μια ισοδύναμη αναλογία φόρτισης ξηρής ύλης των 75,7-124,5kg/ha/ημέρα.

- Για επιπρόσθετες πληροφορίες όσον αφορά τη χρήση των νερών ανθρώπινων αποβλήτων σε υδροκαλλιέργειες δείτε τους Edwards (1984) & Johnson Cointreau (1987).

11. Tilapia / πολυκαλλιέργεια καραβίδας φρέσκου νερού

- ΗΠΑ (Teichert - Coddington και συνεργάτες, 1987):
 - Υγρό λίπασμα χοίρων που τοποθετείται κάθε μέρα σε μια αναλογία των 17 ή 51kg/ha/ημέρα (σε βάση ξηρής ύλης). Δοκιμάστηκε η παρατηρούμενη μέγιστη παραγωγή καραβίδας με την χαμηλότερη αναλογία οργανικής λίπανσης. Η πολυκαλλιέργεια αποτελούνταν από καραβίδες μετά την νεογνική φάση σε 3/m² και T. nilotica & T. aurea γόνους σε 0,8/m².

12. Tilapia / πολυκαλλιέργεια καραβίδας σε φρέσκο νερό
 - ΗΠΑ (Rouse, Naggar & Mulla, 1987):

- Λιπαινόμενες δεξαμενές πριν από την δημιουργία αποθέματος με ξηρό λίπασμα κοτόπουλων σε μια αναλογία των 1000kg/ha που συνοδεύεται από εβδομαδιαία επιθέματα των 200kg/ha. Η πολυκαλλιέργεια αποτελούνταν από πυκνότητα γαρίδας φρέσκου νερού των 3,5-4 μετά τη

νεογνική φάση /m² και από πυκνότητα tilapia (ιχθύδια ή γόννοι) των 0,5-1,5/m² (T. nilotika/ T. aurea).

ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ / ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ (δείτε επίσης πίνακα 15 για παραγωγή 'lab-lab').

13.Γαρίδα (*P. vannamei*) - ΗΠΑ (Wyban και συνεργάτες, 1987):

- Δεξαμενές που λιπαίνονται με λίπασμα βοοειδών από χώρο εκτροφής για ταχεία σφαγή σε μια αναλογία των 1800kg/ha/εβδομάδα (πυκνότητα γαρίδας 5-10/m²). Δεν δίνεται περιεκτικότητα σε υγρασία του λιπάσματος. Εν τούτοις από τη στιγμή που η αναλογία επιθέματος που χρησιμοποιείται βασίστηκε στα αποτελέσματα της μελέτης των Lee & Sheser (1984), υποτίθεται ότι η αναλογία επίθεσης οργανικού λιπάσματος που υιοθετήθηκε αναφέρεται στη χρήση αποξηραμένου στον ήλιο ζωικού λιπάσματος.

14.Γαρίδα (*P. stylirostris* / *P. vannamei*) - Παναμάς (Garson, Pretto & Rouse, 1986):

- Οι δεξαμενές λιπαίνονται με 910kg/ha (ξηρού βάρους) λιπάσματος κοτόπουλων ή αγελάδων 60 ημέρες πριν από τη δημιουργία αποθέματος και στην συνέχεια σε επιθέματα ανά δύο εβδομάδες σε μια αναλογία των 450kg/ha. Η υιοθετούμενη αποθεματική πυκνότητα ήταν 5 γαρίδες/m². Η μέση απόδοση γαρίδας (ουρές μόνο) σε μια περίοδο κύκλου παραγωγής 120 ημερών αναφέρεται ότι ήταν 262kg/ha (λίπασμα κοτόπουλο) και 218kg/ha (λίπασμα βοοειδών).

4.3 Οργανική λίπανση μέσω ενσωμάτωσης μεγάλων ζώων

Η χρήση φρέσκων ζωικών λιπασμάτων μέσω της ενσωμάτωσης μεγάλων ζώων καθιστά αναγκαίο τα καταλύματα των ζώων (δηλ. κοτέτσια για κότες και πάπιες ή χοιροστάσια) πρέπει να εντοπίζονται σε γειτονία ή πάνω από τη δεξαμενή ψαριών/γαρίδας. Τα πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης παραγωγής κοπαδιών άμεσα με την παραγωγή υροκαλλιέργειας είναι πολλά και περιλαμβάνουν:

* Η θρεπτική αξία του θρεπτικού λιπάσματος και τα υπολείμματα τροφής διατηρούνται εξαιτίας του ότι εξαλείφονται οι απώλειες αζώτου και ενέργειας που αποδίδονται στην φυσική απώλεια των αποβλήτων, στην ζύμωση, στην εξάτμιση και στην μη αντιστρέψιμη πήξη

(Barash και συνεργάτες 1982, Wohlfarth & Schroeder, 1979, Plavnik, Barash & Schroeder, 1983).

* Τα απόβλητα - περιττώματα που προκύπτουν από την τροφοδοσία ενός κοπαδιού (δηλαδή μη βρώσιμα υπολείμματα τροφής) μπορούν να καταναλωθούν άμεσα από τα καλλιεργούμενα ψάρια ή τις γαρίδες (Delmendo, 1980, Edwards, 1980, Sin, 1980, Schroeder, 1980, Nugent, 1978, Woynarovich, 1980, Plavnik, Barasch & Schroeder, 1983).

* Το κόστος της περισυλλογής του λιπάσματος, της αποθήκευσης και της μεταφοράς εξαλείφεται (Wohlfarth & Schroeder, 1979, Edwards, 1980, Barash και συνεργάτες, 1982, Plavnik, Barash & Schroeder, 1983, FAO, 1983).

* Η εξοικονόμηση της έκτασης γης (ορισμένες φορές μάλλον ανεκτίμητη ή σε μικρή ποσότητα) που διαφορετικά απαιτείται για την παραγωγή λιπάσματος από το κοπάδι και συνεπώς την βελτίωση παραγωγικότητας εδάφους / νερού. (Edwards και συνεργάτες, 1983, Barash και συνεργάτες, 1982, Plavnik, Barash & Schroeder, 1983, FAO, 1983, Shang & Costa-Pierce, 1983, Sin, 1980, Vincke, 1985).

* Την παροχή μιας εναλλακτικής λύσης όσον αφορά τη διάθεση των περιττωματικών αποβλήτων στη γη ή στη θάλασσα και της προκύπτουσας ως εκ τούτου μείωσης της περιβαλλοντικής μόλυνσης (Sin, 1980, Plavnik, Barash & Schroeder, 1983).

* Βελτίωση του περιβάλλοντος για την παραγωγή λιπάσματος από τα ζώα. Για παράδειγμα, οι πάπιες επωφελούνται από τη ζωή πάνω από και μέσα στον νερό. Τα ζώα που ενσωματώνονται στη δεξαμενή γενικά παρουσιάζουν ανεπηρέαστη ανάπτυξη, επάρκεια τροφοληψίας, επιβίωση και καθαριότητα φτερώματος σε σύγκριση με τις πάπιες που ζουν στο έδαφος (Woynarovich, 1980, Plavnik, Barash & Schroeder, 1983).

* Εξοικονόμηση του κόστους τροφοδοσίας του κοπαδιού που οφείλεται στην φυσική τροφή (δηλαδή το φυτοπλαγκτόν και τα υδρόβια φυτά) που αναπτύσσεται στη δεξαμενή. Για παράδειγμα οι πάπιες επωφελούνται άμεσα από την βρώση υδρόβιων φυτών και κατά συνέπεια βοηθούν στο να διατηρείται η επιφάνεια του νερού καθαρή από

φυκώδη λεπτά στρώματα και τα επιπλέοντα υδρόβια μακρόφυτα (Wohlfarth & Schroeder, 1979, Plavnik, Barash & Schroeder, 1983).

* Το λειτουργικό κόστος παραγωγής ψαριών ή γαρίδων μειώνεται από την επιτόπια παροχή λιπάσματος (σε οργανική μορφή) και τροφής (υπολειμμάτων τροφής) (ADCP, 1979, Sin, 1980, FAO, 1983, Shang & Costa-Pierce, 1983, Rajdanshi & Shrestha, 1980, Vincke, 1985).

* Οι δεξαμενές παρέχουν μια συνεχή ροή νερού για το κοπάδι είτε ως πόσιμου είτε για τον καθαρισμό των καταλυμάτων τους (Sin, 1980).

* Τα ενσωματωμένα συστήματα καλλιέργειών, υδροκαλλιέργειας/ εκτροφής ζώων είναι πιο αποδοτικά από τις μεμονωμένες φάρμες ψαριών ή ζώων με την έννοια της αξιοποίησης των πρωτογενών πόρων όπως των λιπασμάτων και των τροφών, του νερού, των εγκαταστάσεων εργασίας, επίγειων και μεταφορικών (Sin, 1980, Woynarovich, 1979, Shang & Costa-Pierce, 1983, FAO, 1983).

* Οι πηγές πιθανού εισοδήματος στον καλλιεργητή γαρίδων ή ψαριών ποικίλουν μέσω επιπρόσθετων πωλήσεων κρέατος, δέρματος και αυγών (ADCP, 1979, FAO, 1983, Shang & Costa-Pierce, 1983, Rajbanshi & Shrestha, 1980).

Ζώα τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε συστήματα ενσωμάτωσης υδροκαλλιέργειας και εκτροφής ζώων:

* Χοίροι - Buck, Baur & Rose (1976, 1978), Nugent (1978), Woynarovich & Kunhold (1979), Woynarovich (1979, 1980), Delmendo (1980), Jhingran & Sharma (1980), Cruz & Shehadeh (1980), Hopkins & Cruz (1980), Malecha και συνεργάτες, (1981), Hopkins και συνεργάτες, (1981), FAO (1983), Vincke (1985), & Edwards και συνεργάτες, (1986).

* Πάπιας - Buck (1977), Nugent (1978), Chen & Li (1980), Woynarovich (1979, 1980a), Woynarovich & Kunhold (1979), Wohlfarth & Schroeder (1979), Sin (1980), Jhingran & Sharma (1980), Cruz & Shehadeh (1980), Edwards (1980, 1982), Lawson (1981), Hopher &

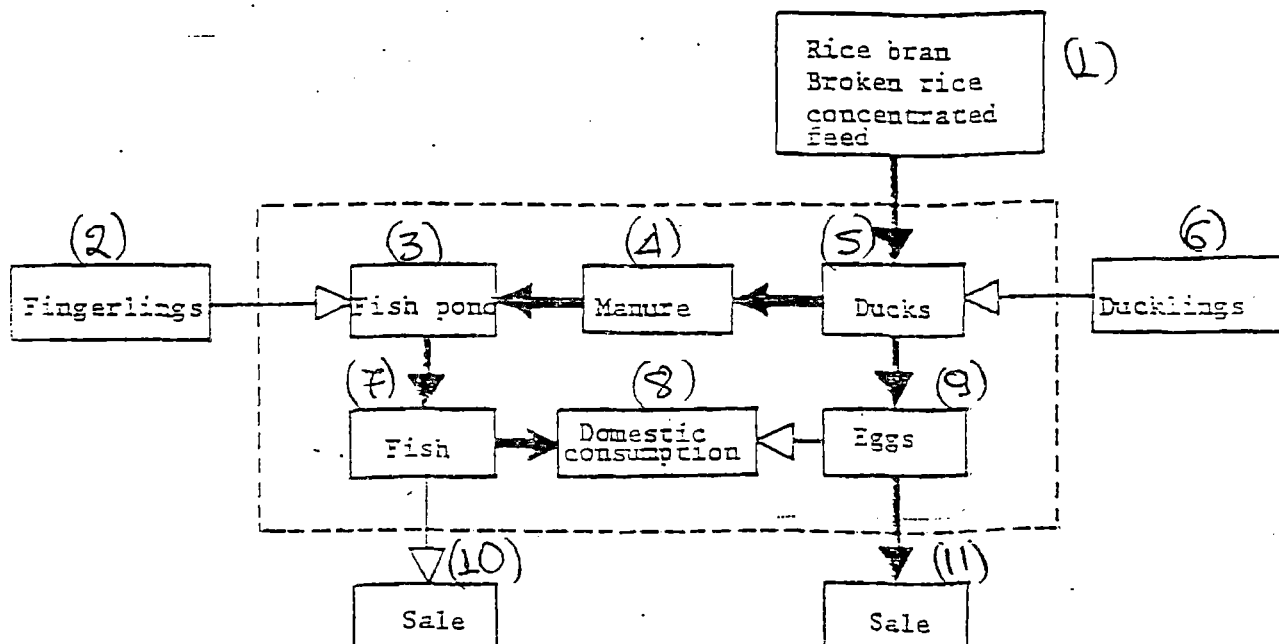
Pruginin (1981), Barash και συνεργάτες, (1982), Plavnik, Barash & Schroeder (1983), FAO (1983), Edwards και συνεργάτες, (1983, 1986), Edwards & Kaewpaitoon (1984) και Vincke (1985).

* Κοτόπουλα - Burns & Stickney (1980), Djajadiredja, Jangkaru & Junus (1980), Hopkins & Cruz (1980), Wetcharagarum (1980), Edwards (1982) και Vincke (1985).

* Χήνες - Sin (1980), Edwards (1982), Sheep - Djajadiredja, Jangkaru & Junus (1980), Cattle - Hopher & Pruginin (1981), Edwards (1982), Water buffalo - υπόδειξη για διερεύνηση από τους Edwards (1983) & Edwards και συνεργάτες, (1983).

Το Σχήμα 18 δείχνει μια διαγραμματική απεικόνιση ενός τυπικού συστήματος ενσωματωμένης υδροκαλλιέργειας και εκτροφής ζώων.

- 1) Φλοιός ρυζιού - σπασμένο ρύζι - συμπυκνωμένη τροφή
- 2) γόννοι.
- 3) δεξαμενή ψαριών
- 4) οργανικό λίπασμα
- 5) πάπιες
- 6) παπάκια
- 7) ψάρια
- 8) Οικιακή κατανάλωση
- 9) αυγά
- 10-11) πώληση



σε περιοχή ανάλογα με την φυσική παραγωγικότητα του όγκου νερού, τα είδη υδροκαλλιέργειας που υιοθετούνται (αναλογία πολυκαλλιέργειας και πυκνότητα) και την ανοχή στην ποιότητα νερού των ειδών που στοκάρονται. Το τελευταίο σημείο είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Τα αναπνέοντα αέρα γατόψαρα (Pangasius sp) και τα είδη Tilapia γενικά είναι πιο ανεκτικά σε φτωχές ποιοτικές συνθήκες νερού και σε χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου (τέτοιες που υφίστανται σε βεβαρημένες ως οργανικά λιπαινόμενες δεξαμενές) από τους ασιατικούς κυπρίνους και συνεπώς απαιτούν λιγότερη επιφάνεια νερού για την ανακύκλωση μιας δεδομένης ποσότητας ζωικού λιπάσματος (Delmendo, 1980, Jhingran & Sharma, 1980, Schroeder, 1980, Hopher & Pruginin, 1981). Για επιπρόσθετες πληροφορίες στα συστήματα ενσωμάτωσης υδροκαλλιέργειας με εκτροφή ζώων οι αναγνώστες θα πρέπει να απευθύνονται στις εξαιρετικές ανασκοπήσεις των Pullin & Shehadeh (1980) και Little & Muir (1987).

Πίνακας 21. Αναλογίες παραγωγής οργανικού λιπάσματος ζωντανών ζώων και συνιστώμενες πυκνότητες αποθήκευσης ζώων/ανά μονάδα έκτασης της επιφάνειας του νερού της δεξαμενής 1/

ΧΟΙΡΟΙ

1) Παραγωγή και χαρακτηριστικά οργανικού λιπάσματος

- Συνολική παραγόμενη ποσότητα υγρών απόβλητων (περιττώματα και ούρα) / ημέρα από διάφορους τύπους γουρουνιών στην Ουγγαρία (Woynarovich, 1980):

Τύπος χοίρου	Ηλικία	Περιττώματα (kg/ημέρα)	Ούρα (kg/ημέρα)	Σύνολο (kg/ημέρα)
Νεογνά χοίρων 1/	30-60 ημερών	0,9-1,4	1,6-2,0	2,5-3,4
Ωριμής εκτροφής 2/	60-220 ημερών	3,0-3,4	3,5-4,0	6,5-7,4
Νεαροί χοίροι	Μέσος όρος 1 χρόνος	4,0-6,0	4,5-6,5	8,5-12,5
Θηλυκά χοίροι 3/	Μέσος όρος 1 χρόνος	7,5-8,5	8,0-9,0	15,5-17,5
Αγριόχοιροι	Μέσος όρος 1 χρόνος	7,0-8,0	7,0-8,5	14,0-16,5

1/ Σύνθεση των συνολικών απόβλητων από νεογνά χοίρων: ξηρή ύλη 2,98%, σύνολο άνθρακα 2,72%, σύνολο αζώτου 0,4%, άζωτο αμμωνίας 0,24%, F_2O_5 0,10%.

2/ Σύνθεση συνολικών αποβλήτων από χοίρους ώριμης εκτροφής: ξηρή ύλη 6,62%, οργανική ύλη 3,34%, συνολικός άνθρακας 3,35%, σύνολο αζώτου 0,75%, άζωτο αμμωνίας 0,27, P₂O₅ 0,12%.

3/ Σύνθεση συνολικών αποβλήτων από θηλυκούς χοίρους: ξηρή ύλη 7,95%, οργανική ύλη 4,76%, σύνολο άνθρακα 4,0%, σύνολο αζώτου 0,68%, άζωτο αμμωνίας 0,24%, P₂O₅ 0,10%.

- Συνολική παραγόμενη ποσότητα υγρών αποβλήτων (περιττώματα και ούρα) για ώριμης εκτροφής χοίρους στις ΗΠΑ (μετά τον Taiganides, 1978):

Ως ποσοστό του συνολικού βάρους ζωντανού σώματος/ημέρα - 5,1%.

Σύνολο στερεών ως ποσοστό του συνόλου των υγρών αποβλήτων -13,5%.

Σύνολο οργανικών πτητικών στερεών ως ποσοστό του συνόλου των στερεών -82,4%.

Συνολική περιεκτικότητα αζώτου ως ποσοστό των συνολικών στερεών -5,6%.

Σύνολο περιεκτικότητας φωσφορικού άλατος P₂O₅ ως ποσοστό των συνολικών στερεών - 2,5%.

- Ποικίλη πληροφόρηση:

Ο Vincke (1985) εκτιμά ότι ο ώριμος χοίρος παράγει ένα μέσο όρο 3 τόνους φρέσκου λιπάσματος/χρόνο.

Ο Woyanovich (1979) παραθέτει τη σύνθεση του φρέσκου οργανικού λιπάσματος χοίρων ως αποτελούμενο από: υγρασία 71%, οργανική ύλη 25%, άζωτο 0,5%, φωσφορικό άλας (P₂O₅) 0,4%.

- Ο Edwards (1983) παραθέτει την παραγωγή λιπάσματος χοίρων ως 178kg ξηρής ύλης ζώου/χρόνο (για τροπικά κλίματα).

2) Πυκνότητες αποθέματος ζώων/ανά μονάδα έκτασης επιφανείας νερού δεξαμενής.

-Αναφερόμενη κλίμακα:

15-300 χοίροι/ha (εύρος συγγραμμάτων: Edwards, 1982)

30-45 χοίροι/ha (Κίνα: Tapiador και συνεργάτες, 1977)

40-60 χοίροι/ha (Φιλιπίνες: Cruz & Shehadeh, 1980, η μεγαλύτερη παραγωγή ψαριών που αποκτήθηκε με 60

χοίρους/ha και μια πολυκαλλιέργεια ψαριών των 20.000 ψαριών/ha - 85%- *T. nilotica*, 14% *C. carpio* και 1%

Ophicephalus striatus, καθαρή παραγωγή ψαριών των 1950 kg/ha σ' ένα χρονικό διάστημα 90 ημερών).

60 χοίροι/ha (μέση πυκνότητα: Woynarovich, 1979, Delmendo, 1980, Nugent, 1978).

103 χοίροι/ha (Φιλιπίνες: Hopkins και συνεργάτες, 1981, πολυκαλλιέργεια ψαριών και ίδια πυκνότητα όπως αυτή των Cruz & Shehadeh, 1980 - καθαρή απόδοση ψαριών των 3549 kg/ha σε μια περίοδο 180 ημερών).

100 χοίροι/ha (Αφρική: Vincke, 1985, πυκνότητα αποθέματος ψαριών των 2 γόνων /m² T. nilotica, με προσδοκώμενη παραγωγή χοίρων και ψαριών των 8000 kg/ha/χρόνο και 6000-9000 kg/ha/χρόνο, αντίστοιχα.

50-100 χοίροι/ha (Αφρική: Viveen και συνεργάτες, 1985).

57-61 χοίροι/ha (ΗΠΑ: Malecha και συνεργάτες, 1981).

30-40 χοίροι/ha (100-200 max. Βραζιλία: Woynarovich, 1985).

100 χοίροι/ha maximum (Παναμάς: MIDA, 1985a).

ΠΑΠΙΕΣ

1) Παραγωγή και χαρακτηριστικά οργανικού λιπάσματος

- Ο Edwards (1983) εκτιμά ότι μια επwάζουσα πάπια (μέσου βάρους 1,453 kg) παράγει 20,6 kg ξηρού οργανικού λιπάσματος/ζώο/χρόνο. Η εκτιμώμενη παραγόμενη ποσότητα οργανικού λιπάσματος είναι 3,88% του συνολικού ζωντανού βάρους του πουλιού/ημέρα.

- Οι Viveen και συνεργάτες (1985) εκτιμούν ότι η παραγωγή οργανικού λιπάσματος της πάπιας ισοδυναμεί με 55-75kg φρέσκου οργανικού λιπάσματος/ζώο/χρόνο ή 24-32kg ξηρής ύλης/ζώο/χρόνο.

- Ο Woynarovich (1979) αναφέρει την σύνθεση των περιττωμάτων παπιών ως αποτελούμενη από: υγρασία 57%, οργανική ύλη 26%, άζωτο 1%, και φωσφορικό άλας (P₂O₅) 1,4%.

2) Πυκνότητες αποθέματος ζώων/ μονάδα έκτασης επιφανείας της δεξαμενής.

- Αναφερόμενη κλίμακα 150-13.125 πάπιες/ha (κλίμακα συγγραφικού έργου: Edwards, 1982)
- 150-400 πάπιες/ha (Ευρώπη: Porobst, 1934, Chislov & Chesnakov, 1974)
- 1500 πάπιες/ha (Ταυλάνδη: Edwards & Kaewpaitoon, 1984, Edwards και συνεργάτες, 1983)
- 1000-2000 πάπιες/ha (Ισραήλ: Plavnik, Barash & Schroeder, 1983, χρησιμοποιώντας πολυκαλλιέργεια ψαριών των 10.000-20.000 ψαριών/ha, συντιθέμενης από κοινό κυπρίνο, ασημένιο κυπρίνο, grass carp & T. nilotica/aurea).
- 1000 πάπιες (max)/ha (Παναμάς: MIDA, 1985a)
- 300 πάπιες (max)/ha (Βραζιλία: Woynarovich, 1985)
- 1000-1500 πάπιες/ha (Αφρική: Viveen και συνεργάτες, 1985, Vincke, 1985)
- 750-1250 πάπιες/ha (Φιλιπίνες: Cruz & Shehadah, 1980, η υψηλότερη παραγωγή ψαριών αποκτήθηκε με 750 πάπιες/ha και πολυκαλλιέργεια ψαριών των 20.000 ψαριών/ha - 85% T. nilotica, 14% C. Carpio & 1% O striatus, και καθαρή παραγωγή ψαριών των 1690kg/ha σε σχέση με μια περίοδο 90 ημερών).
- 2200 πάπιες/ha (Taiwan: Chen & Li, 1980)
- 1000-2000 πάπιες/ha (Βιετνάμ: Delmendo, 1980)

ΚΟΤΟΠΟΥΛΑ

1. Παραγωγή και χαρακτηριστικά οργανικού λιπάσματος
 - Συνολική παραγόμενη ποσότητα υγρών αποβλήτων (περιττώματα και ούρα) για καλοθρεμμένες επώαζουσες κότες στις ΗΠΑ (με βάση τον Taiganides, 1978):

Ως ποσοστό του συνολικού βάρους ζωντανού σώματος/ημέρα - 6,6%.

Σύνολο στερεών ως ποσοστό του συνόλου των υγρών αποβλήτων - 25,3%.

Σύνολο οργανικών πτητικών στερεών ως ποσοστό του συνόλου των στερεών - 72,8%.

Συνολική περιεκτικότητα αζώτου ως ποσοστό των συνολικών στερεών - 5,9%.

Σύνολο περιεκτικότητας φωσφορικού άλατος P₂O₅ ως ποσοστό των συνολικών στερεών - 2,0%.

- Ο Woynarovich (1980) αναφέρει τη σύνθεση περιττωμάτων κοτόπουλων ως αποτελούμενη από: υγρασία

56%, οργανική ύλη 26%, άζωτο 1,6%, φωσφορικό άλας (P₂O₅) 1,5%.

- Ο Schroeder (1980) αναφέρει τη σύνθεση οργανικού λιπάσματος κοτόπουλων ως αποτελούμενη από: υγρασία 76%, οργανική ύλη 19%, άζωτο 1,1%, φώσφορο 0,4%, C:N:P 9:1:0,4.

- Οι Viveen και συνεργάτες, (1985) εκτιμούν ότι η παραγωγή οργανικού λιπάσματος ενός κοτόπουλου ισοδυναμεί με 25kg φρέσκου οργανικού λιπάσματος/ζώο/χρόνο ή 6-11kg ξηρής ύλης/ζώο/χρόνο.

- Ο Vincke (1985) υπολόγισε ότι ένα κοτόπουλο παράγει περίπου 40g περιττωμάτων/ημέρα ή 14-15kg περιττωμάτων/χρόνο.

2. Πυκνότητες αποθέματος ζώων/μονάδα έκτασης επιφανείας νερού δεξαμενής

- Αναφερόμενη κλίμακα:

1000-10000 κοτόπουλα/ha (κλίμακα συγγραφικού έργου Edwards, 1982).

1000-3000 κοτόπουλα/ha (Αφρική: Vincke, 1985, Viveen και συνεργάτες, 1985)

2000 κοτόπουλα (max)/ha (Παναμάς: MIDA, 1985a)

1000-5000 κοτόπουλα/ha (Φιλιπίνες: Hopkins & Cruz, 1980, καθαρή παραγωγή ψαριών των 1758kg σε μια περίοδο 90 ημερών με 1000 ώριμης εκτροφής κοτόπουλα/ha και αρχική πυκνότητα αποθέματος των 20.000 ψαριών/ha - πολυκαλλιέργεια T. nilotica, C. carpio & O. striatus).

ΒΟΟΕΙΔΗ/ΠΡΟΒΑΤΑ/ΚΑΤΣΙΚΕΣ/ΧΗΝΕΣ

1. Παραγωγή και χαρακτηριστικά οργανικού λιπάσματος

- Συνολική παραγόμενη ποσότητα υγρών απόβλητων (περιττώματα και ούρα) για ταχείας ανάπτυξης ώριμα για σφαγή βόδια, πρόβατα και γαλακτοπαραγωγών αγελάδων στις ΗΠΑ (με βάση τον Taiganides, 1978):

Ως ποσοστό του συνολικού βάρους ζωντανού σώματος/ημέρα - 4,6% (βοδινό), 3,6% (πρόβατα), 9,4%

(γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες).

Σύνολο στερεών ως ποσοστό του συνόλου των υγρών αποβλήτων - 17,2% (βοδινό), 29,7% (πρόβατα), 9,3% (γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες).

Σύνολο οργανικών πτητικών στερεών ως ποσοστό του συνόλου των στερεών - 82,8% (βοδινό), 84,7% (πρόβατα), 80,3% (γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες).

Συνολική περιεκτικότητα αζώτου ως ποσοστό των συνολικών στερεών - 7,8% (βοδινό), 4,0% (πρόβατα), 4% (γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες).

Σύνολο περιεκτικότητας φωσφορικού άλατος P_2O_5 ως ποσοστό των συνολικών στερεών - 0,5% (βοδινό), 0,6% (πρόβατα), 0,5% (γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες).

- Ο Woynarovich (1979) αναφέρει τη σύνθεση περιττωμάτων χηνών ως αποτελούμενη από: υγρασία 77%, οργανική ύλη 14%, άζωτο 0,6%, φωσφορικό άλας (P_2O_5) 0,5%.

- Ο Schroeder (1980) αναφέρει τη σύνθεση οργανικής ύλης γαλακτοπαραγωγών αγελάδων, ώριμης εκτροφής αγελάδων και προβάτων ως αποτελούμενη από: υγρασία 79,78% και 64% οργανική ύλη 17%, -, -, άζωτο 0,5%, 0,7% και 1,1%, φώσφορο 0,1%, 0,2% και 0,3% αντίστοιχα.

- Οι Viveen και συνεργάτες (1985) εκτιμούν ότι η παραγωγή οργανικού λιπάσματος βοοειδών και κατσικιών/προβάτων ισοδυναμεί με 6000kg και 800kg φρέσκου λιπάσματος/ζώο/χρόνο ή 1260kg και 290kg ξηρής ύλης/ζώο/χρόνο αντίστοιχα.

- Ο Edwards (1983) εκτιμά ότι μια γαλακτοπαραγωγός αγελάδα παράγει 784kg ξηρής κοπριάς/ζώο/χρόνο.

- Οι Schmidt & Vincke (1981) εκτιμούν ότι μια αγελάδα παράγει περίπου 16 τόνους κοπριά ανά χρόνο.

2) Πυκνότητες αποθέματος ζώων/ανά μονάδα έκτασης επιφανείας νερού δεξαμενής.

- Συνιστώμενη κλίμακα:

25-50 αγελάδες/ha (Παναμάς: MIDA, 1985a)

200-400 κατσίκες/ha (Παναμάς: MIDA, 1985a).

1/ Οι πυκνότητες αποθέματος ζώων που εκτίθενται παραπέμπουν σε δεξαμενές ψαριών καθώς υφίστανται ελάχιστα ή καθόλου δεδομένα όσον αφορά τα συστήματα ενσωματωμένης καλλιέργειας εκτροφής ζώων: γαρίδων.

3.2.4.4 Οργανική λίπανση μέσω κοπρίσματος και ζύμωσης

Σε πολλά μέρη του κόσμου τα οργανικά λιπάσματα και τα απόβλητα σταθεροποιούνται πρώτα βιολογικά μέσω αεροβιακού κόπρισματος ή μέσω αναερόβιας ζύμωσης. Πριν από την επίθεσή τους ως λιπάσματα δεξαμενών. Και οι δύο αυτές διεργασίες σταθεροποίησης εξαρτώνται από την ελεγχόμενη μικροβιακή αποσύνθεση του υποστρώματος οργανικών απόβλητων. Η πρώτη διαδικασία (το κόπρισμα) κατά την παρουσία του ατμοσφαιρικού οξυγόνου και η δεύτερη (ζύμωση) κατά την απουσία του ατμοσφαιρικού οξυγόνου (Σχήμα 19). Το σκεπτικό που βρίσκεται πίσω από την χρήση αυτών των τεχνικών σταθεροποίησης έγκειται στην επιτάχυνση της διεργασίας φυσικής αποσύνθεσης και την επόμενη μείωση του χρόνου καθυστέρησης ανάμεσα στην επίθεση του λιπάσματος και της αυξημένης φυσικής παραγωγικότητας. Πέρα από την απόδοση χρηστικών παραπροϊόντων τέτοιων όπως η θερμική ενέργεια κόπρισμα και μείγματος μεθανίου και άλλων αερίων από ζύμωση βιολογικών απόβλητων (μείγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα - αναερόβια ζύμωση), αυτές οι τεχνικές σταθεροποίησης επιτρέπουν τη χρήση αγροτικών αποβλήτων τα οποία στη φυσική ή μη αποσυντεθημένη κατάστασή τους θα είχαν χαμηλή λιπαντική αξία (δηλαδή τέτοια όπως ο πολτός καφέ, υπολείμματα ζαχαροκάλαμου, φλούδες ρυζιού, υπολείμματα φοινικέλαιου) διευκολύνουν την καταστροφή των εν δυνάμει επιβλαβών παθογόνων και παρασίτων τα οποία μπορεί να είναι παρόντα σε ένα ακατέργαστο υλικό αποβλήτων (δηλαδή αποβλήτων από ανθρώπινα περιττώματα), μειώνουν το βάρος του όγκου του αρχικού υλικού αποβλήτων και επίσης μειώνουν την απαίτηση σε οξυγόνο των σταθεροποιημένων αποβλήτων όταν χρησιμοποιούνται σ' έναν όγκο νερού. Για γενικές ανασκοπήσεις όσον αφορά τις τεχνικές σταθεροποίησης κόπρισματος και αναερόβιας ζύμωσης οι αναγνώστες θα πρέπει να αποτείνονται στις μελέτες των Gotaas (1956), McGarry & Stainforth (1978), Hauck (1978), Taiganides (1980), NRC (1981a), Biddlestone, Ball & Gray (1981), Anon (1981), Gaur (1980) & Gasser (1985).

Κόπρισμα

Το κόπρισμα είναι μια αεροβιακή διεργασία κατά την οποία τα οργανικά λιπάσματα και απόβλητα αποσυντίθεται μερικά σε «μαυρόχωμα» μέσω ενός μεικτού πληθυσμού μικροοργανισμών και ασπόνδυλων σ' ένα ελεγχόμενο θερμό, νοτισμένο περιβάλλον. Το φύλλο ροής της

διεργασίας για το κόπρισμα εκτίθεται στο σχήμα 20 και η συνολική αντίδραση μπορεί να αναπαρασταθεί ως ακολούθως:

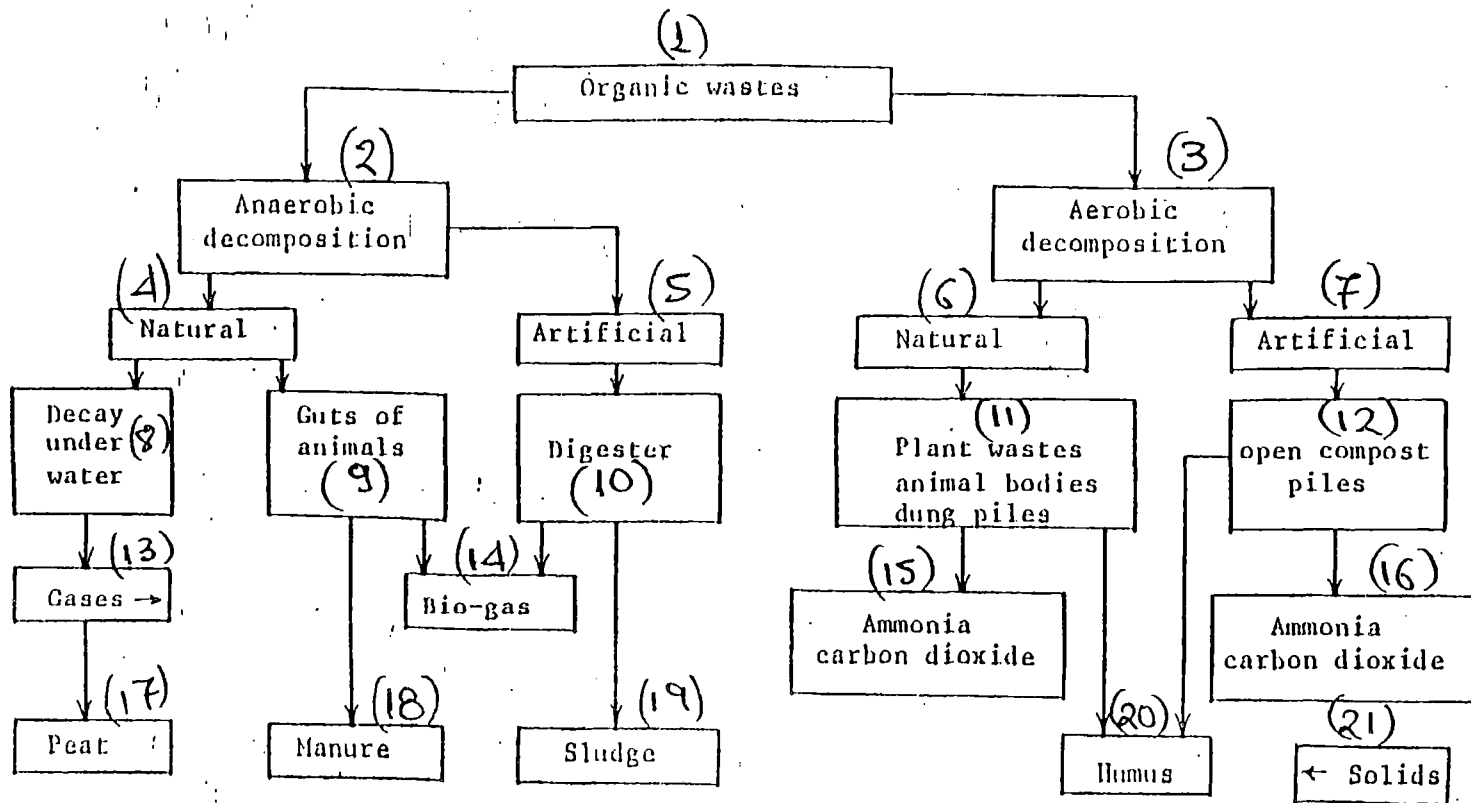
O_2

Οργανική ύλη $\rightarrow CO_2 + H_2O +$ ανόργανες θρεπτικές ουσίες
 + μαυρόχωμα + θερμότητα
 μικροβιακή δραστηριότητα (μεταλλοποίηση) (ενέργεια)

Οι οργανισμοί που εμπλέκονται στη διεργασία κοπρίσματος είναι πρωταρχικά μικροοργανισμοί (βακτηρίδια, ακτινομύκητες, μύκητες, φύκη και πρωτόζωα: αριθμοί/g το υγρό κοπρόχωμα συνήθως είναι 10^8-10^9 , 10^5-10^8 , 10^4-10^6 , 10^4 και 10^4-10^5 αντίστοιχα) και σε μικρότερο βαθμό ασπόνδυλα ζώα (roundworms - νηματόζωα/νηματοσκώληκες, rotworms-enchytraeids, γαιοσκώληκες, μυριόποδα, σαρανταποδαρούσες, ακάρια, beetles και προνύμφες-δίπτερα μύγας, Biddlestone, Ball & Gray, 1981, Σχήμα 21). Κατά την διάρκεια της πορείας του κύκλου κοπρίσματος πάνω από 50% του οργανικού άνθρακα που εμπεριέχεται μέσα στο αρχικά κοπρισμένο υλικό χάνεται ως διοξείδιο του άνθρακα και νερό με μια επακόλουθη μείωση του βάρους όγκου και μια ισοδύναμη αύξηση στην πυκνότητα θρεπτικών ουσιών (και τα δύο με όρους περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά και της βιομάζας ζωντανών ζώων). Το πλεονέκτημα κοπρίσματος από την άποψη της θρεπτικής αξίας έγκειται στο ότι τα αγροτικά παραπροϊόντα τα οποία σε διαφορετική περίπτωση θα είχαν χαμηλή θρεπτική αξία για τα καλλιεργούμενα ψάρια ή γαρίδες μπορούν να μετασχηματιστούν θρεπτικά και να αναβαθμιστούν σε ένα εν δυνάμει χρηστικό εμπόρευμα για την υδροκαλλιέργεια, είτε ως επαρκές λίπασμα δεξαμενής ή ως συμπληρωματική τροφοδοτική πηγή. Οι σημαντικότερες παράμετροι μικροβιακού ελέγχου για το βέλτιστο κόπρισμα επισκοπούνται στον πίνακα 22.

Σχήμα 19.

1. Οργανικά απόβλητα
2. αναερόβια αποσύνθεση
3. αερόβια αποσύνθεση
- 4-5/6-7. φυσική - τεχνητή
8. αποσύνθεση υπό το νερό
9. έντερα ζώων
10. αφομοιωτής
11. φυτικά απόβλητα, σώματα ζώων, στοίβες κοπριάς
12. υπαίθριες στοίβες κοπροχώματος



13. αέρια

14. μείγμα μεθανίου και άλλων αερίων από ζύμωση βιολογικών απόβλητων

15-16. αμμωνία, διοξείδιο του άνθρακα (Herper & Pruginin, 1982) Miller (1979)

17. φυτάνθρακας (τύρφη)

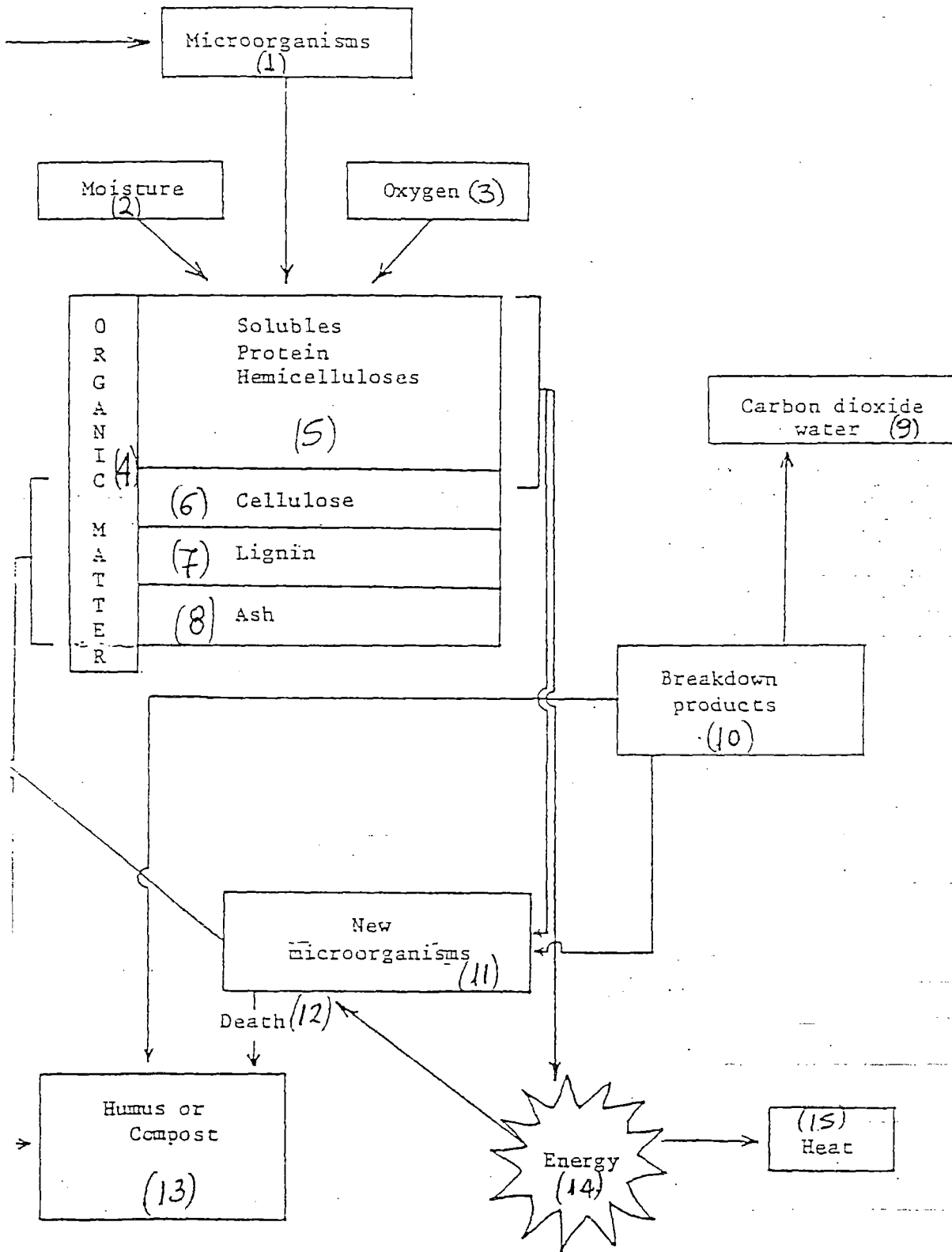
18. λίπασμα

19. λασπόνερα

20. μαυρόχωμα

21. στερεά

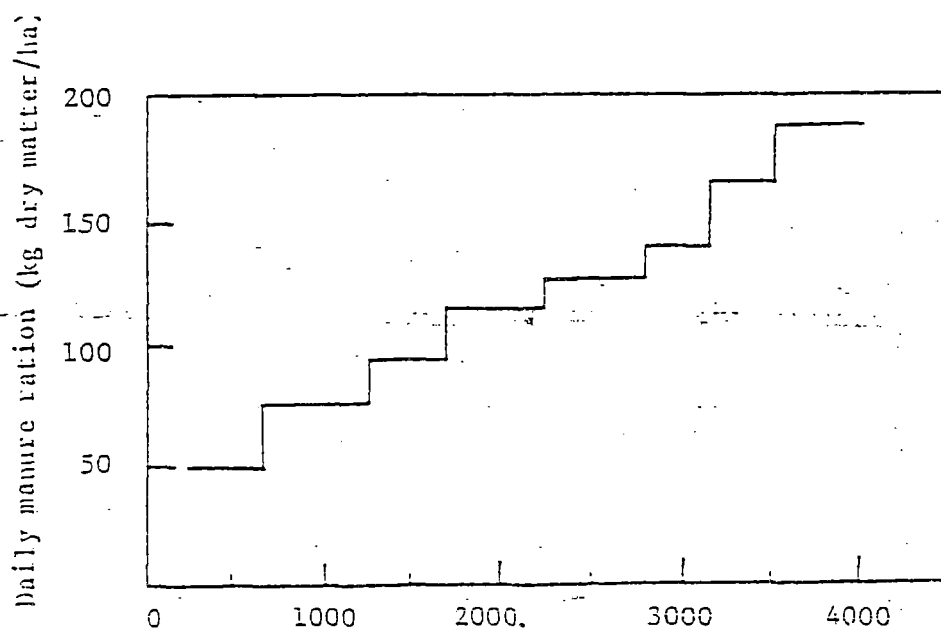
Σχήμα 19. Τελικά προϊόντα οργανικής αποσύνθεσης (Fry, 1976).

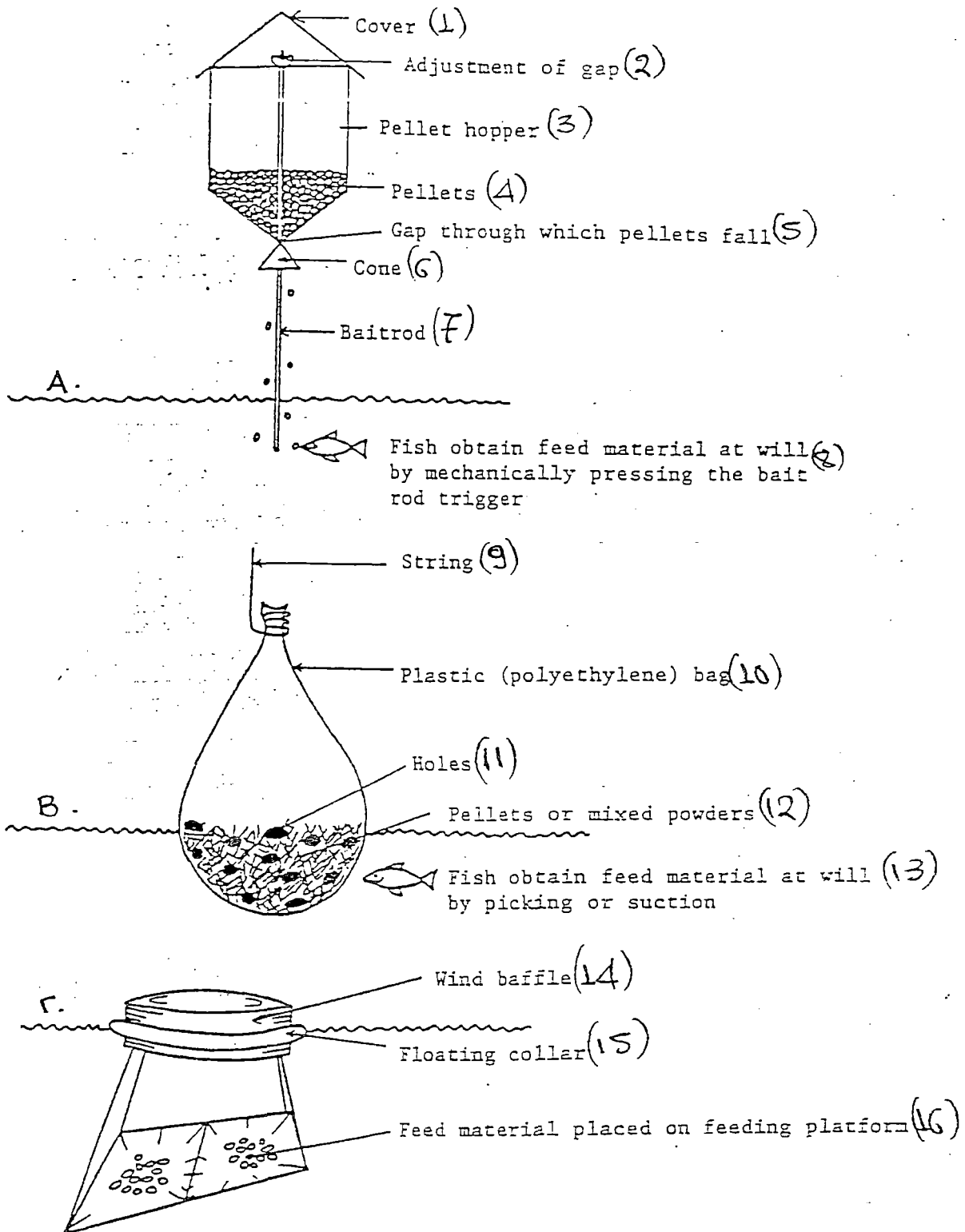


Σχήμα 20. Η διαδικασία κοπρίσματος (Biddlestone, Ball & Gray, 1981).

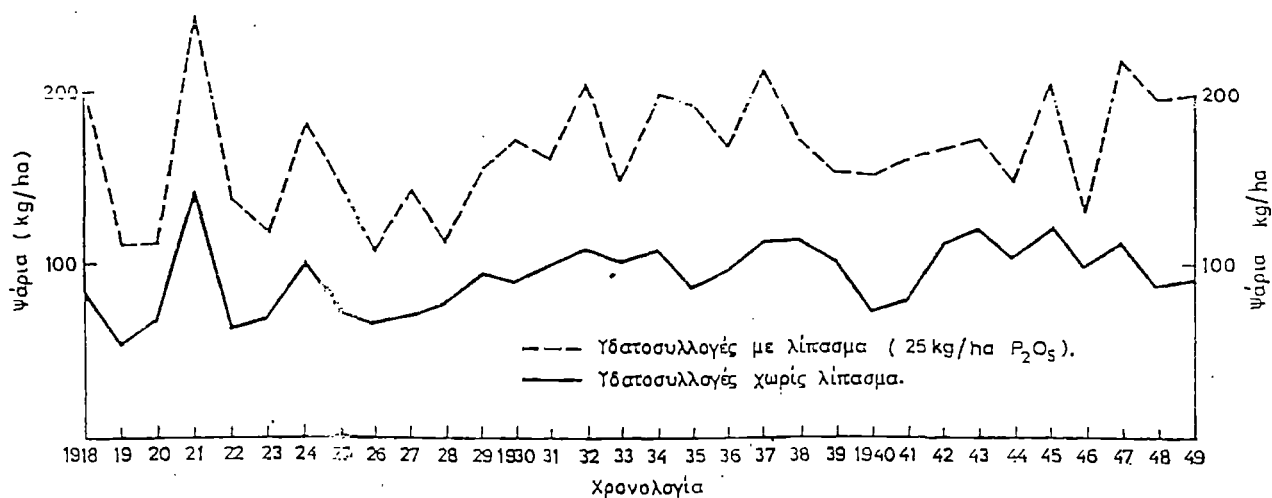
1. μικροοργανισμοί
2. Υγρασία
3. Οξυγόνο
4. οργανική ύλη
5. διαλυτά, πρωτεΐνες, ημι-κυτταρίνες
6. κυτταρίνη
7. λυγνίνη
8. στάχτη
9. διοξείδιο του άνθρακα - νερό
10. προϊόντα διάσπασης
11. νέοι μικροοργανισμοί
12. θάνατος
13. μαυρόχωμα ή κοπρόχωμα
14. ενέργεια
15. θερμότητα.

Σχήμα 20.

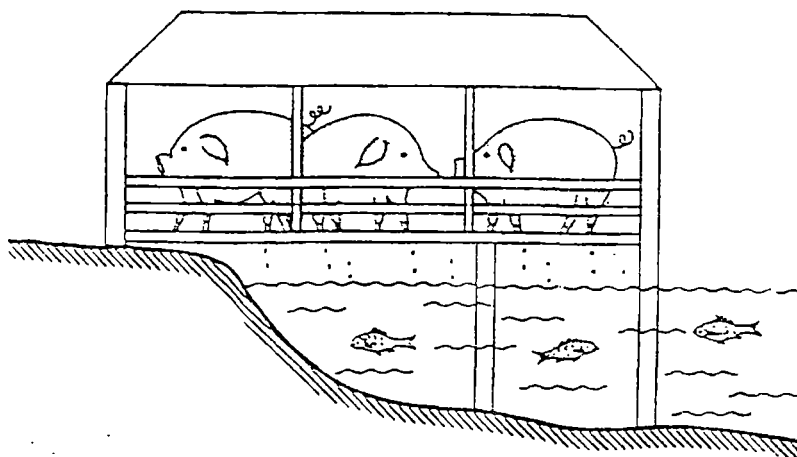




Σχήμα 30.



Καμπύλες ύψους παραγωγής ψαριών υδατοσυλλογών μακρόχρονης εφαρμογής ανόργανης λιπάνσεως και υδατοσυλλογών χωρίς λίπανση (Probst, 1950)



Απλή σχηματική παράσταση εξαρτημένης εκτροφής ψαριών από ταυτόχρονη εκτροφή χοίρων (Chakroff, 1976, τροπ.)

f)

1. κάλυμμα
2. ρύθμιση κενού
3. χωνί- σκαφίδα σβόλων
4. σβόλοι
5. κενό μέσα από το οποίο πέφτουν οι σβόλοι
6. κώνος
7. ράβδος δολώματος
8. τα ψάρια προσκτούν το τροφοδοτικό υλικό εκούσια μέσα από την μηχανική πίεση της σκανδάλης της ράβδου δολώματος

g)

9. κορδόνι

10. πλαστική σακούλα από πολυαιθυλένιο
11. τρύπες
12. σβώλοι - σφαιρίδια αναμεμειγμένων σκονών
13. Τα ψάρια προσκτούν το τροφοδοτικό υλικό εθελούσια τσιμπώντας ή με αναρρόφηση

h)

14. διάφραγμα αέρα
15. επιπλέον κολάρο
16. τροφικό υλικό που τοποθετείται πάνω σε τροφοδοτική πλατφόρμα.

Σχήμα 30. Παραδείγματα συμπληρωματικών διαιτητικών τροφοδοτικών τεχνικών (συνέχεια).

f) απαίτηση τροφοδότη - τροφοδότης ράβδος δολώματος (Pitt, 1986)

g) απαίτηση τροφοδότη - πλαστική/λιπαντική σακούλα τροφοδότης (Pitt, 1986)

h) Τροφοδότης «συγκομιδής δεξαμενής καλλιέργειας» με διάφραγμα αέρα.

Οι τροφικοί οργανισμοί παίζουν ένα βαθμιαία ελαττούμενο ρόλο στον συνολικό θρεπτικό προϋπολογισμό των καλλιεργούμενων ειδών καθώς η σταθερή σοδειά αυξάνει μέσα στην δεξαμενή με τον χρόνο, προκύπτει ότι η αναλογία της συμπληρωματικής παρεχόμενης τροφής/μονάδα βάρους σώματος θα πρέπει βαθμιαία να αυξηθεί σε σχέση με την πορεία του κύκλου καλλιέργειας. Εν τούτοις, είναι λυπηρό, το γεγονός ότι η πλειονότητα των καλλιεργητών και των ερευνητών ακόμα και τώρα χρησιμοποιούν μια μειούμενη διαιτητική τροφοδοτική αναλογία με τον καιρό. Για άλλη μια φορά ακόμη, ενόσω απουσιάζουν δημοσιευμένα πληροφοριακά στοιχεία για το αντίθετο, ένα κληροδότημα που προέρχεται από ολοκληρωμένες διαιτητικές τροφοδοτικές θεραπευτικές αγωγές. Είναι σαφές ότι αυτή η κατάσταση πρέπει να εξυγιανθεί. Για παράδειγμα στο επίπεδο των ειδών έχει προταθεί ότι η συμπληρωματική τροφοδοτική αναλογία για τα tilapia στις δεξαμενές θα πρέπει να είναι χαμηλότερη από αυτή για τον κοινό κυπρίνο (Herper & Pruginin, 1982). Παρόμοια, η πενιχρή απόδοση ψαριών που παρατηρήθηκε από τον Miller (1979) στην περίπτωση τροφοδοσίας σε σβωλοποιημένη δόση μπορεί να προέρχεται από την τροφοδοτική θεραπευτική αγωγή που υιοθετείται (τα ψάρια τρέφονται μόνο μια φορά τη μέρα) και η πενιχρή σταθερότητα νερού της σβωλοποιημένης δόσης που

χρησιμοποιείται (αποσύνθεση μετά από 5 λεπτά από την εμφύθιση στο νερό). Γίνεται σαφές ότι οι βέλτιστες τροφοδοτικές αναλογίες και η συχνότητα της έκθεσης τροφής πρέπει να καθορίζονται για μεμονωμένες τροφοδοσίες και φάρμες. Το σχήμα 31 και ο πίνακας 27 παρέχουν ορισμένα παραδείγματα αναλογιών διαιτητικής τροφοδοσίας καθώς και θεραπευτικών αγωγών που υιοθετήθηκαν για ημι-εντατική καλλιέργεια επιλεγμένων ψαριών και γαρίδων δεξαμενής.

5. Οικονομικά δεδομένα συμπληρωματικής διαιτητικής τροφοδοσίας και λίπανσης δεξαμενών.

Τελικά, πρέπει να πραγματοποιούνται απλές οικονομικές αναλύσεις για την επιβεβαίωση των απολαβών μιας συγκεκριμένης συμπληρωματικής δίαιτας ή τροφοδοτικής στρατηγικής λίπανσης. Για παράδειγμα, ο πίνακας 28 δείχνει μια απλοποιημένη οικονομική ανάλυση δύο ταυτίσεων μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας, εκ των οποίων η μία δέχεται λίπασμα ως αποκλειστική τροφοδοτική εισροή και η άλλη δέχεται αποκλειστικά σβωλοποιημένη τροφοδοτική αγωγή.

Σχήμα 31

a)

1. πρώτος μήνας - τεχνητή δίαιτα (κόκκοι δημητριακών, %bw/d)

2. χωρίς λίπανση

3. αυξημένη φυσική παραγωγή τροφής με λίπανση

4. φυσική παραγωγικότητα τροφής

5. φυσικοί οργανισμοί τροφής

6. αρχικό βάρος αποθέματος 75g

7. τελικό βάρος συγκομιδής 1500g μετά από 210-215 ημέρες

8. Τροφοδοτική στρατηγική δεξαμενής που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια των *Tambaqui* (*C. Macropomum*) στη Βραζιλία *Woynarovich, 1985*).

b)

9. κόκκινοι αριθμοί (ποσότητα της τάξης του 25% πρωτεΐνης σε σφαιρίδια g/ψάρι/ημέρα)

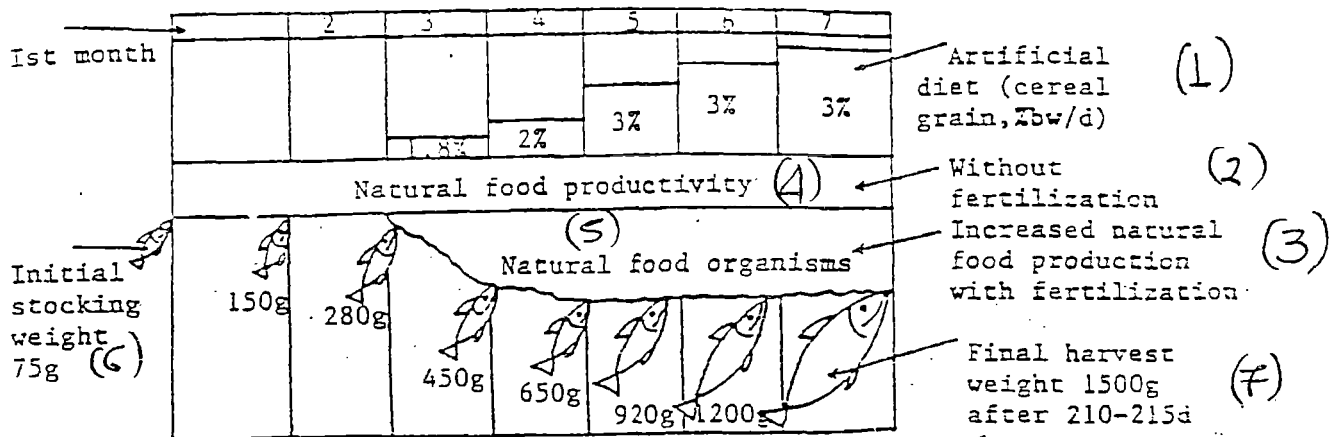
10. μαύροι αριθμοί (ποσότητα σόργου g/ψάρι/ημέρα)

11. Πράσινοι αριθμοί (μέσο βάρος ψαριών σε γραμμάρια)

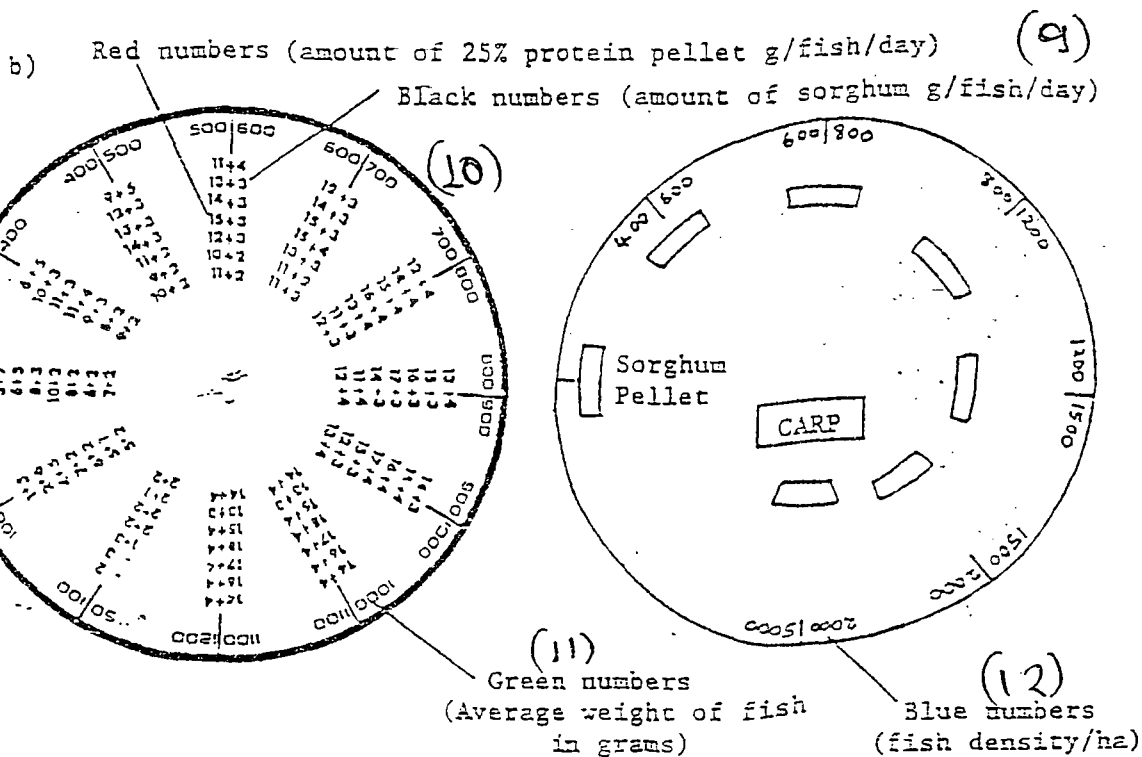
12. Μπλέ αριθμοί (πυκνότητα ψαριών ανά εκτάριο)

13. πρακτικός κυλιόμενος κανόνας για τροφοδοσία κοινού κυπρίνου στο Ισραήλ (Marek, 1975).

Σχήμα 31. Παραδείγματα πρακτικών ημιεντατικών τροφοδοτικών μεθόδων δεξαμενής που χρησιμοποιούνται στη Βραζιλία, στο Ισραήλ και την Κίνα.



Pond feeding strategy employed for the culture of Tambaqui (*C. Macrodonum*) in Brazil (Woynarovich, 1985)



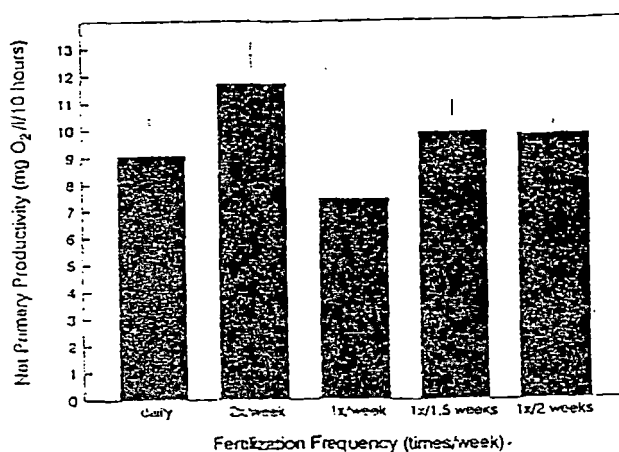
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
ΛΙΠΑΝΣΗΣ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ) ΑΠΟ
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΣΕ ΥΔΑΤΙΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η παραγωγικότητα ανοιχτών συστημάτων μπορεί συχνά να αυξηθεί λιπαίνοντας είτε ανόργανα είτε οργανικά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οργανικά λιπάσματα (φύκια, κοπριές) σε περιορισμένες ποσότητες παρόλο που παρουσιάζουν αρκετά μειονεκτήματα. Τα οργανικά λιπάσματα πρέπει να διασπαστούν προκειμένου να ελευθερώσουν τα ανόργανα θρεπτικά συστατικά τους χρησιμοποιώντας O_2

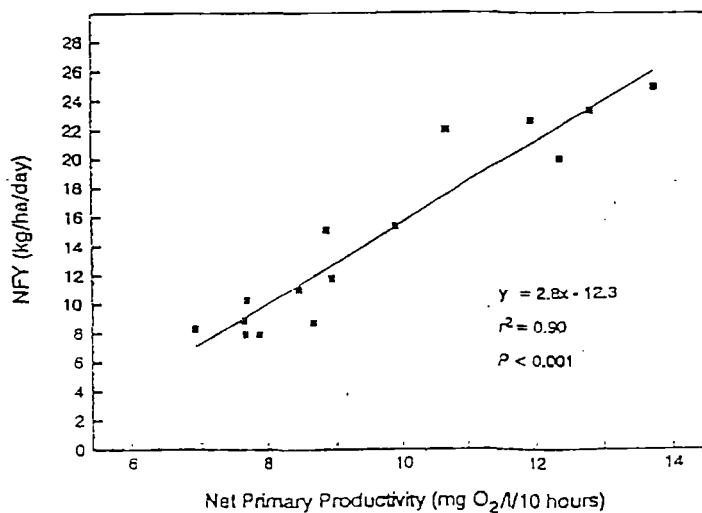
Σε περίπτωση που δεν υπάρχει προσεκτικός έλεγχος τότε παρατηρείται μείωση του O_2 στο νερό. Τα ανόργανα λιπάσματα δεν προκαλούν απευθείας μείωση γιατί δεν περιέχουν υψηλό ποσοστό O_2 , αλλά μπορούν να προκαλέσουν ανθοφορία αλγών, που μειώνουν την παροχή O_2 κατά τη διάρκεια της νύχτας. Οι κοπριές των ζώων χρησιμοποιούνται συνήθως σαν οργανικά λιπάσματα. Η χρήση των ανθρώπινων αποβλήτων (κόπρανα και ούρα) σαν λιπάσματα σε λίμνες προκαλούν προβλήματα ασθενειών στα ψάρια. Μπορούμε δε, να προσθέσουμε οργανικά λιπάσματα σε μια λίμνη σε περίπτωση, που σε απρόβλεπτη περίπτωση απορροφηθούν από τα ψάρια μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις στο κρέας τους.

Τα περισσότερα ανόργανα λιπάσματα περιέχουν N, ποτάσιο και P σε ορισμένες



αναλογίες, διότι ένα από αυτά τα στοιχεία είναι περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού και γενικά των υδρόβιων φυτών. Η αναλογία του καθενός από αυτά τα συστατικά σε εμπορικό λίπασμα διαφέρει γιατί στα εμπορικά λιπάσματα έχουν επέλθει σειρές αναλύσεων.

Η απώλεια θρεπτικών συστατικών μπορεί να θεωρηθεί ως μόλυνση από άλλα άτομα αν το υλικό διαφεύγει από την περιοχή καλλιέργειας. Σε κάποιες περιπτώσεις η περιεκτικότητα των υδάτων σε αλάτι περιορίζει την επιβίωση ορισμένων ασθενειών στο νερό. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι η γνωστή ασθένεια των στρειδιών (M.S.X.). Πολλές φορές επίσης ορισμένα εντομοκτόνα μπορούν να αξιοποιηθούν για τον έλεγχο ασθενειών. Νομοθετικές διατάξεις για τα τρόφιμα και ρυθμίσεις για τα φάρμακα περιορίζουν αυστηρά τη χρήση εντομοκτόνων σε συστήματα εκτροφής ιδίως αν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν από τον άνθρωπο.



**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΙΛΑΠΙΑΣ ΝΕΙΛΟΥ**

Δεν υπάρχει σχέση ανάμεσα στη συχνότητα λίπανσης και ούτε στην απόδοση καθαρού ψαριού, όπως επίσης δεν υπάρχει σχέση ανάμεσα σε θεραπείες και εκατοστιαία επιβίωση ψαριού με απόκλιση $83,9 + (-)1,8\%$. Η σχέση ανάμεσα στο ΝΡ και ΝΥ για όλες τις δεξαμενές ήταν δυνατή ($P=0,90, P<0,001$). Τα άτομα της τιλάπιας παράγουν το περισσότερο της τροφής τους από το φυτοπλαγκτόν. Γι' αυτό αναγκαίο είναι αρχικά να ελέγξουμε ποιοι παράγοντες επιτελούν αποτελεσματικότερη λίπανση και ελέγχουν το Ν Ρ. Η παραγωγικότητα της λίμνης σε φύκη είναι πρωταρχικά μια λειτουργεία των θρεπτικών συστατικών (Ν, Ρ και άνθρακας), διαθεσιμότητα του φωτός και η θερμοκρασία.

Σημειώνουμε δε ότι η θερμοκρασία δεν διέφερε ανάμεσα στις λίμνες και όλες οι θεραπείες περιείχαν ικανοποιητικό ποσοστό Ν και Ρ. Το ποσοστό διαθεσιμότητας του άνθρακα (φαίνεται από τις αλκαλικές ουσίες) προστέθηκαν διαμέσου πολλαπλών οπισθοδρομήσεων με TN-NP, ο συσχετισμός αυτών των δύο εξήγησε το 60% της ποικιλίας ΝΡ. Ακόμα και σε υψηλές αλκαλικές ουσίες, το ΝΡ ήταν χαμηλό σε λίμνες με υψηλές συγκεντρώσεις TN.

Η επιφάνεια των νερών όλων των λιμνών ήταν αρκετά πράσινη αλλά η ανόργανη θολούρα έμεινε στη στήλη του νερού προφανώς περιορίζοντας την εισχώρηση του φωτός και την παραγωγικότητα σε φύκη. Η συχνότητα της λίπανσης με Ν και Ρ γίνεται σημαντική όταν η παραγωγή σε φύκη περιορίζεται. Χαρακτηριστικά αναφέρονται τα μαλάκια τα οποία αποβάλλουν το κάλσιο από το νερό το οποίο μπορεί να προκαλέσει μείωση στις ηλεκτρολυτικές ιδιότητες του νερού.

**ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΡΙΩΝ ΨΑΡΙΩΝ (*Cyprinus
carpio*, *Cirrinus mrigata*, *Heteropneustes fossilis*)
ΤΟΥ ΠΥΘΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟΥ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ**

Τα αποτελέσματα του νερού παραμένουν σχεδόν σταθερά στη μεταχείριση εδάφους-νερού κατά την διάρκεια της περιόδου παρατήρησης. Η εφαρμογή του MPR στη θεραπεία του εδάφους-νερού είχε σαν αποτέλεσμα μια αύξηση στις συγκεντρώσεις και στα τρία είδη, συνολική αύξηση 22%, 8%, 13% για Orthophosphate (0,012mg/l) οξύ-υδροδιαλυτή φωσφοτάση (0,027mg/l) και συνολική φωσφατάση (0,063mg/l) αντίστοιχα. Η συνολική συγκέντρωση orthophosphate νερού στη μεταχείριση MPR με εισαγωγή των 10 κυπρίνων ήταν 38%, 24%, και 5,4% πιο υψηλή από εκείνη των ελεγχόμενων πανομοιότυπων τους. Αυτό αποδόθηκε στην αποτελεσματικότητα των περιττωμάτων των ψαριών. Η μονόδρομη ανάλυση των Kruskal-Wallis ανακάλυψε αυτές τις απαντήσεις για την Orthophosphate, οξύ-υδροδιαλυτή φωσφατάση και συνολική φωσφατάση του νερού αποδόσιμη στα αποτελέσματα της bioturbation, περιττώματα ψαριών είχαν μεγάλη σημασία στα τρία πρώτα τεστ. Οι συγκεντρώσεις διαθέσιμης φωσφατάσης και citrate διαλυμένης φωσφατάσης ήταν 0,043-0,122 και 0,038-0,148 mg/l στην εδάφους-νερού MPR μεταχείριση, αντίστοιχα, ενώ οι συγκεντρώσεις τους ήταν 0,043-0,128 και 0,043-0,19mg/l στην εδάφους-νερού MPR μεταχείριση με ψάρια τοποθετημένα πάνω από το δίχτυ αντίστοιχα. Η διαθέσιμη φωσφατάση και η citrate διαλυμένη φωσφατάση στο έδαφος, είχαν την τάση να μειώνονται.

ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

Η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου δε διέφερε πολύ από τη μια μεταχείριση στην άλλη. Η μέγιστη συγκέντρωση των 7,41 mg/l παρατηρήθηκε στην εδάφους-νερού MPR μεταχείριση. Η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου που απέμεινε κυμάνθηκε από 3,89-4,49mg/l.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

Η αξία της σκληρότητας του νερού (στο σύστημα έδαφος-νερό) ήταν χαμηλότερη (94,92mg/l) από εκείνη του συστήματος με το φωσφορικό πέτρωμα (102,02mg/l). Οι τιμές της σκληρότητας του νερού δεν διέφεραν σημαντικά η

μία από την άλλη. Οι τιμές κυμάνθηκαν από 94,55+/-8,16 σε 106,1+/-17,14mg/lL.

ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Η ειδική αγωγιμότητα του νερού κυμάνθηκε από 0,269 σε 0,374mΩ/cm. Η BIOTURBATION επιφέρουσα αγωγιμότητα ήταν σχετικά υψηλότερη στον κυπρίνο (0,374 mΩ/cm) απ'ότι στον ινδικό κυπρίνο (0,328 mΩ/cm) ή στο singhi (0,311mΩ/cm).

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΚΑΙ ΒΕΝΘΙΚΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΔΙΩΝ ΣΤΗ ΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΤΡΟΦΗ ΓΑΡΙΔΑΣ *MACROBRACHIUM ROSEMBERGII* (de MAN)

Η βακτηριδιακή αφθονία στο νερό ποίκιλε μεταξύ 4,40 και 19,05*10⁶/ml αυξάνοντας ως την 58^η ημέρα σε κάθε μεταχείριση. Τα test Ανονα δεν φανέρωσαν κάποιες σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρήσεις. Μετά την 58^η ημέρα μια υπερβολική αλλαγή μεγέθους εμφανίστηκε στην μεταχείριση FO. Τα test Ανονα φανέρωσαν ότι μέχρι και την 58^η ημέρα, τα FO βακτηρίδια είχαν όγκους σημαντικά μεγαλύτερους από το DFIM που ήταν σημαντικά μεγαλύτερα από όλες τις άλλες μεταχειρήσεις όλων των άλλων ημερών.

Τα FFM βακτηρίδια ήταν μεγαλύτερα από τα MO βακτηρίδια. Η βακτηριδιακή βιομάζα κυμαινόταν από 141,59-124,02μg/c. Όλες οι μεταχειρήσεις έδειξαν αυξανόμενη βιομάζα έως την 58^η ημέρα, πέρα από την οποία τα FO ήταν αξιοσημείωτα ανόμοια. Τα test Ανονα φανέρωσαν ότι η DFIM βακτηριδιακή βιομάζα ήταν σημαντικά πολύ μεγάλη σε όλη την διάρκεια της προσπάθειας, ενώ η FO ήταν σημαντικά πιο μικρή μέχρι και την 58^η ημέρα. Τα FO έδειξαν μια γρήγορη ανάπτυξη στη βακτηριδιακή πυκνότητα την πρώτη ημέρα δείγματος, αλλά μετά μειώθηκε.

Οι συγκεντρώσεις NH₃, NH₄ και NO₂ ήταν πολλές φορές χαμηλότερες από τις συγκεντρώσεις που θεωρούνται επιβλαβείς στη *M. rosenbergii*. Η επιβίωση της γαρίδας της τράτας ήταν υψηλή και το βάρος χαμηλό σε όλες τις μεταχειρήσεις. Σε όλα τα δείγματα της γαρίδας της τράτας ακόμα και σε εμπορεύσιμα μεγέθη, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα βάρη της γαρίδας της τράτας υπό FFM, FO & DFIM, που όλα ήταν σημαντικά

μεγαλύτερα απ'ότι στα ΜΟ. Ομως, η επιβίωση της γαρίδας της τράτας ήταν υψηλή στα ΜΟ σε σύγκριση με τα ΕΡΜ & ΕΟ. Η επιβίωση του ασημοκυπρίνου ήταν επίσης υψηλή και δεν υπήρχαν αξιοσημείωτες διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρήσεις για την παραγωγή ψαριών.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΗΣ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΗΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ
TRIDACNA DERASA - ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΑΥΞΗΣΕΙΣ
ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΑΝΟΡΓΑΝΟΥ ΑΖΩΤΟΥ**

Τα μήκη στα κελύφη των διθύρων μαλακίων καταγράφηκαν στις 0, 30 και 60 ημέρες. Το test Ανονα έδειξε σημαντικές διαφορές στο μήκος για τα δίθυρα μαλάκια μεταχείρησης και ελέγχου στις ημέρες 30 και 60, έδειξαν ότι οι ταχύτητες ανάπτυξης ήταν σημαντικά μεγαλύτερες. Μετά τις 30 ημέρες, το μέσο μήκος των διθύρων μαλακίων εμπλουτισμένων με άζωτο ήταν 9-12% μεγαλύτερο από τα δίθυρα μαλάκια ελέγχου. Τα δίθυρα μαλάκια εμπλουτισμένα με αμμωνία ήταν μεγαλύτερα κατά 9-13%, από τα δίθυρα μαλάκια ελέγχου. Μετά από 60 ημέρες, το μέσο μήκος ήταν 20-22% και 21-26% αντίστοιχα μεγαλύτερο, απ'ότι στα δίθυρα μαλάκια ελέγχου, δείχνοντας έτσι το συνεχές αποτέλεσμα του DIN εμπλουτισμού. Μετά από 60 ημέρες, το μήκος των διθύρων μαλακίων με άζωτο και αμμωνία ήταν 17,5% και 21,5% αντίστοιχα, μεγαλύτερο απ'ότι στα δίθυρα μαλάκια ελέγχου.

Με το test Ανονα βρέθηκαν οι σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο βάρος, με τη μεταχείρηση DIN και με τον έλεγχο. Με την υπόθεση ότι η σχέση αυτή είναι ανεξάρτητη από την ηλικία για τη διάρκεια του πειράματος, το μέσο βάρος την 0 ημέρα, υπολογίστηκε ότι είναι 1,52gr. Την 60η ημέρα, το βάρος των διθύρων μαλακίων με άζωτο και αμμωνία, ήταν 61% και 68% αντίστοιχα, μεγαλύτερο από τους ελέγχους τους.

Μετά από 15 ημέρες μεταχείρησης των διθύρων μαλακίων, μια διαφορά στο χρώμα ήταν εμφανής και με γυμνό μάτι. Τα μεταχειρισμένα μαλάκια ήταν γενικά πιο σκούρα, πιο ζωντανά χρωματισμένα και φαίνονταν να έχουν μεγαλύτερο μέγεθος. Παρόλο που όλες οι λεκάνες καθαρίζονταν σε τακτά χρονικά διαστήματα, μετά από δέκα ημέρες μεταχείρησης βρέθηκαν και πάλι φύκη.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΑΝΟΡΓΑΝΟΥ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ
ΣΕ ΝΕΑΡΑ ΑΤΟΜΑ WALLEYE (*Stizostedion vitreum*) ΠΟΥ
ΕΚΤΡΕΦΟΝΤΑΙ ΣΕ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΛΙΠΑΣΜΕΝΕΣ ΛΙΜΝΕΣ**

Με τη συμπληρωματική μεταχείριση με ανόργανη λίπανση υψηλή σε φώσφορο, παρήχθησαν σημαντικά μεγαλύτερα walleye. Επίσης από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η παραγωγή βιομάζας αυξήθηκε με συμπληρωματική λίπανση. Επίσης υποθέσαμε ότι συμπληρωματική μεταχείριση με υψηλή σε φώσφορο ανόργανη λίπανση, θα αύξανε τη συγκέντρωση σε φώσφορο στη στήλη του νερού, την πυκνότητα του φυτοπλαγκτόν και την πυκνότητα του zooplankton στα walleye.

Η μελέτη δείχνει καθαρά, ότι η φωσφορική συγκέντρωση στη στήλη του νερού αυξήθηκε από τη συμπληρωματική μας με τη μέθοδο της λίπανσης, αλλά δε σημειώθηκε αύξηση στην πυκνότητα φυτοπλαγκτόν, ως αποτέλεσμα των υψηλότερων φωσφορικών επιπέδων. Η απουσία άμεσης σχέσης ανάμεσα στο φώσφορο και στις συγκεντρώσεις χλωροφύλλης, ήταν επίσης εμφανής στις μελέτες λίπανσης των Heisig, Metzger & Boyd. Δύο πιθανές αιτίες γι' αυτό, είναι η έλλειψη κατάλληλης θερμοκρασίας ή οι ελαφριές συνθήκες για γρήγορη ανάπτυξη φυτοπλαγκτόν.

Η εποχιακή αφθονία των chironomides σε λίμνες, μπορεί να επηρεαστεί από τη ποσότητα του συγχρονισμού οργανικής λίπανσης. Τίθεται όμως το ερώτημα αν ο χρόνος ή η ταχύτητα στην προσθήκη του ανόργανου λιπάσματος είναι κατάλληλα για την παραγωγή νεαρών ατόμων walleye. Η ανάπτυξη walleye, η κατανάλωση τροφής και η πυκνότητα πληθυσμών *Daphnia* δεν ήταν καλύτερα στις συμπληρωματικές λίμνες λίπανσης ως την 4η εβδομάδα, που υπονοεί ότι η τροφή δεν ήταν περιοριστική στις λίμνες ελέγχου.

Ομως και άλλες μελέτες θα πρέπει να γίνουν για να αν τέτοιες αλλαγές θα μειώσουν τα οφέλη που φαίνονται από την τωρινή (την τρέχουσα) λίπανση. Αυτά τα αποτελέσματα δε μπορούν να εφαρμοστούν σε άλλα προγράμματα εκτροφής walleye, χωρίς να υπάρχει προσεκτική παρατήρηση του διαλυμένου οξυγόνου. Οι λίμνες στη μελέτη μας ήταν λιπασμένες με μεγάλες ποσότητες και χρειαζόταν συνεχής εξαερισμός.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Γενικότερα τόσο στο φαινόμενο της οργανικής όσο και της ανόργανης λίπανσης, κατά τη διάρκεια εκτροφής των υδρόβιων οργανισμών σε διάφορα συστήματα εκτροφής (εντατικά και εκτατικά ημιεντατικά και ημιεκτατικά), πρέπει να ληφθούν υπόψην κάποιες παράμετροι, που παίζουν σημαντικό ρόλο στη λίπανση και είναι οι εξής:

1. Κύκλος ζωής των ιχθυδίων.
2. Απαιτήσεις περιβάλλοντος και όρια ανοχής των οργανισμών.
3. Αναπαραγωγική δυνατότητα και φάση ανάπτυξης κατά τη διάρκεια της οποίας εμφανίζεται η αναπαραγωγή.
4. Αξιόπιστα δεδομένα για την επιβίωση του γόνου.
5. Παράγοντες που επηρεάζουν το κύκλο ζωής των οργανισμών που χρησιμοποιούνται για τροφοληψία.
6. Μεταναστευτικούς τύπους ψαριών που καλλιεργούνται, πρέπει να τους γνωρίζουμε καλά.

Εχοντας λοιπόν υπόψην όλα τα παραπάνω καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

1. Το νερό και το έδαφος πρέπει να έχουν μια αντίδραση ουδέτερη ή ελαφρά αλκαλική. Το έδαφος παίζει τον κυρίως ρόλο.
2. Η υπερβολική φυτική βλάστηση, πρέπει να περιορίζεται με την εκρίζωση των υδρόβιων μακροφύτων. Εάν π.χ. αφήσουμε τα <<καλάμια>>, αυτά θα αποτελέσουν άμεσους ανταγωνιστές για τα ψάρια, χρησιμοποιώντας για την ανάπτυξη τους τα σκορπιζόμενα στο νερό λιπαντικά στοιχεία, σε βάρος των οργανισμών που θα χρησίμευαν σαν τροφή στα ψάρια, για τα οποία τα θρεπτικά αυτά στοιχεία προορίζονται. Τα επιπλέοντα φυτά που υπάρχουν στο υδροστάσιο καθώς και τα βυθισμένα στο νερό, θα πρέπει να διατηρούνται σε αναλογίες τέτοιες, που να μην εμποδίζουν τη διείσδυση του φωτός και της θερμοκρασίας.
3. Το έδαφος πρέπει να είναι καλυμμένο από μια καλής ποιότητας ιλύ. Μια καλής ποιότητας οργανική ιλύ είναι πλούσια σε κολλοειδή, δεν είναι πολύ παχιά και αποτελείται από λείψανα ανώτερων φυτών και φυκών. Μια ιλύ κακής ποιότητας, τροφοδοτούμενη από βαλιώδη φυτά, δίνει συνήθως μια λάσπη από κυτταρίνες, που σαπίζει πολύ δύσκολα, είναι πολύ πυκνή και ελάχιστα

παραγωγική.

ΚΑΝΟΝΕΣ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Το σκόρπισμα των λιπασμάτων γίνεται το Μάρτη με Απρίλη, είτε στο βυθό του υδροστασίου που είναι ακόμα στεγνός, είτε αμέσως μετά το γέμισμά του με νερό. Στην τελευταία περίπτωση χρησιμοποιούμε μια βάρκα, για να πετύχουμε ομοιόμορφη κατανομή του λιπάσματος. Το λίπασμα πρέπει να είναι πολύ λεπτόκοκκο και οι χρησιμοποιούμενες δόσεις να μην είναι επιβλαβείς στα ψάρια. Λιπάσματα ευδιάλυτα (υπερφωσφορικά) μπορούν να σκορπίζονται με το πρώτο ζέσταμα των νερών (Μάιος-Ιούνιος). Για τις δεξαμενές των ιχθυδίων, το σκόρπισμα γίνεται δύο με τρεις εβδομάδες πριν του ιχθυοεμπλουτισμού, για να ευνοηθεί η ανάπτυξη της φυσικής τροφής.

Φωσφορικά λιπάσματα

Ο φώσφορος στις περισσότερες περιπτώσεις βρίσκεται σε ελάχιστη ποσότητα. Η ευνοϊκή επίδραση των φωσφορικών λιπασμάτων είναι συχνά ορατή με γυμνό μάτι, από το πρασινωπό χρώμα που παίρνει το νερό λόγω του πολλαπλασιασμού ορισμένων μακροφυκών. Η αύξηση της παραγωγής που προκαλείται από τη φωσφορική λίπανση ποικίλει από 50-125%. Η ετήσια διακύμανση είναι συνάρτηση διαφόρων περιστατικών και συγκεκριμένα των ατμοσφαιρικών συνθηκών. Υπολογίζεται ότι 1 κιλό P_2O_5 δίνει συμπλήρωμα αύξησης 2,13 κιλών στον κυπρίνο. Πειράματα που έγιναν έδειξαν ότι η παραγωγή μπορεί να αυξάνεται κατά 50-100%. Η άριστη δόση φαίνεται να είναι 30 κιλά P_2O_5 /εκτάριο, ποσότητα που αντιστοιχεί σε 100-200 κιλά λιπάσματος/εκτάριο.

Καλιούχα λιπάσματα

Τα λιπάσματα αυτά συνιστώνται για τις ακόλουθες περιπτώσεις:

1. Για τα φτωχά σε κάλιο υδροστάσια.
2. Για τα φτωχά σε αλκαλικές εφεδρείες υδροστάσια.
3. Για υδροστάσια με βυθό σκληρό και φτωχά σε

υδρόβια φυτά.

Η δόση χορήγησης στα υδροστάσια είναι 30-40 κιλά καθαρού καλίου, δηλαδή 200 κιλά/εκτάριο. Τα καλιούχα λιπάσματα χορηγούνται ανακατωμένα με φωσφορικά λιπάσματα.

Αζωτούχα λιπάσματα

Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλα λιπάσματα και δίνουν αυξημένη απόδοση κατά 50% περίπου. Το κυριότερο από τα άμεσα πλεονεκτήματα των αζωτούχων λιπασμάτων είναι η βελτίωση της υγείας των ψαριών, παράγοντας ιδιαίτερα σημαντικός για τα υδροστάσια εκτροφής γόνου. Η δοσολογία είναι: 50 κιλά καθαρό άζωτο/εκτάριο.

ΚΑΝΟΝΕΣ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Τα οργανικά λιπάσματα και ιδιαίτερα οι κοπριές και τα προϊόντα των στάβλων και των γεωργικών φυτοκαλλιεργειών, ασκούν ευνοϊκή επίδραση στα υδροστάσια και στα ψάρια. Η ευνοϊκή επίδραση οφείλεται στο γεγονός ότι τα οργανικά λιπάσματα:

1. Φέρουν όλες σχεδόν τις απαραίτητες στο βιολογικό κύκλο θρεπτικές ουσίες.
2. Ασκούν ευνοϊκή επίδραση πάνω στη δομή του εδάφους.
3. Ευνοούν τον πολλαπλασιασμό των βακτηρίων που αιωρούνται στο νερό.
4. Οι οργανικές ύλες ευνοούν τη δράση των φωσφορικών και καλιούχων λιπασμάτων.

Ωστόσο και η οργανική λίπανση παρουσιάζει παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα που είναι:

1. Υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσει έλλειψη οξυγόνου, κυρίως τα πρωινά με ζεστό καιρό. Γι' αυτό το λόγο, πρέπει να γίνεται τακτική επίβλεψη των υδροστασίων στα οποία εφαρμόζεται οργανική λίπανση.
2. Ευνοεί την εμφάνιση ορισμένων ασθενειών (όπως σήψη των βραγχίων κ.α.).

Εφαρμογές της οργανικής λίπανσης

Η λίπανση αυτή δίνεται στα κυρίως στα υδροστάσια όπου εκτρέφονται πολύ μικρά ψάρια. Καταρχήν η οργανική λίπανση χορηγείται συχνά, σκορπιζόμενη στο νερό 1-3 φορές την εβδομάδα και κατά μικρές κάθε φορά ποσότητες. Τα λιπάσματα τοποθετούνται σε πολλές μεριές του υδροστασίου. Τα πιο ενδιαφέροντα είναι αυτά που παρουσιάζουν μια αποσύνθεση αρκετά προχωρημένη, κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος που αυτά βρίσκονται αιωρούμενα στο νερό. Το ιχθυάλευρο ευνοεί τον πολλαπλασιασμό των κλαδόκερων. Αυτό σκορπίζεται σε όλη την επιφάνεια του υδροστασίου. Τα υγρά της κοπριάς πρέπει να δίνονται κατά μικρές δόσεις, μία έως δύο φορές το οκτώωρο.

Table 1

Summary of data from fertilization frequency experiment conducted in ponds at the Asian Institute of Technology from 29 May to 31 October 1991. All values except NFY and percent survival represent experiment averages ($n=11$) for each pond. See text for abbreviations

Pond no.	Fertilization frequency	Percent survival	NFY (kg/ha day ⁻¹)	NP (mg O ₂ /l per 10 h)	Alkalinity (mg/l)	DIN (mg/l)	SRP (mg/l)	Secchi depth (cm)	TSS (mg/l)	TSN-VS (mg/l)
5	daily	78.8	22.6	11.9	84	1.96	3.08	16	126	93
13	daily	77.5	7.9	7.7	45	6.17	5.95	17	98	75
17	daily	93.7	10.2	7.7	61	4.80	3.89	10	184	148
3	2×/week	90.7	24.9	13.7	84	2.46	1.98	23	76	47
14	2×/week	78.6	8.6	8.6	81	4.62	4.91	15	125	105
19	2×/week	92.5	23.3	12.8	70	3.32	2.21	16	117	88
4	1×/week	71.2	7.9	7.9	44	5.31	4.98	18	85	66
15	1×/week	83.1	8.8	7.6	63	5.31	6.16	11	190	156
18	1×/week	86.8	8.2	6.9	41	6.20	5.00	11	170	138
1	2×/3 weeks	82.0	11.8	8.9	81	5.05	4.52	16	130	103
12	2×/3 weeks	94.7	20.0	12.4	84	5.15	3.24	17	103	76
16	2×/3 weeks	74.6	11.0	8.5	91	6.91	6.75	12	161	130
2	1×/2 weeks	83.6	22.0	10.7	74	1.89	1.48	18	81	55
11	1×/2 weeks	85.3	15.4	9.9	51	2.93	1.68	21	88	63
20	1×/2 weeks	85.5	15.1	8.9	70	2.28	1.91	15	125	99