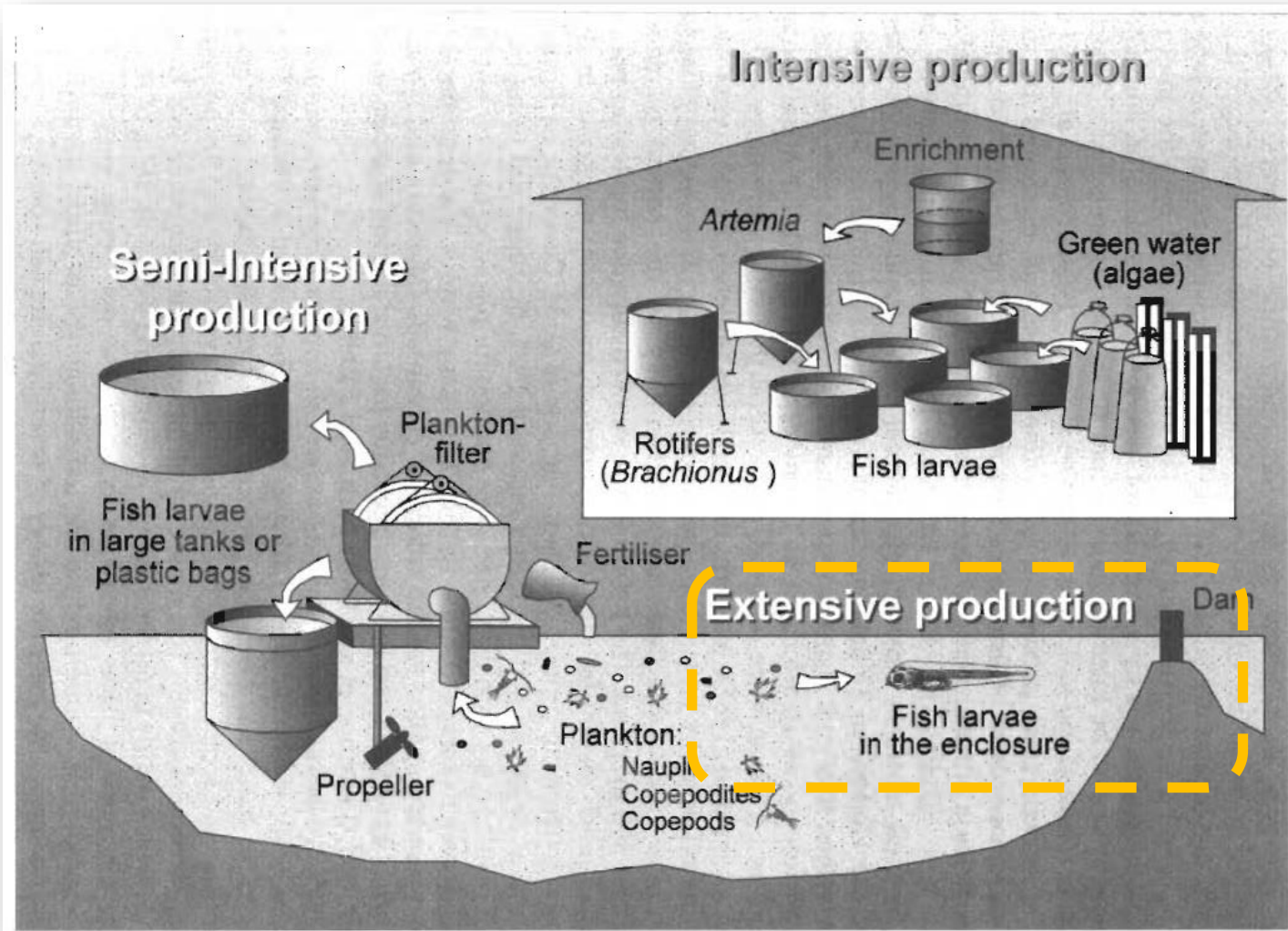


Εκτατικές εκτροφές ιχθυονυμφών με χρήση μεσόκοσμων



Τί είναι Μεσόκοσμος;

- «Περιορισμένο και μερικώς κλειστό υπαίθριο πείραμα για τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ του εργαστηρίου και του πραγματικού κόσμου στην περιβαλλοντική επιστήμη»
(Odum 1984)

Πλάνο παρουσίασης

- Μελέτες με μεσόκοσμους
- Χρήσεις μεσόκοσμων στις Ιχθυοκαλλιέργειες
- Κυπρίνοι & Τιλάπιες
- Θαλασσινά είδη
 - Η μεσογειακή εμπειρία
 - Ο ρόλος των κωπηπόδων

Μελέτες με μεσόκοσμους

- Πειραματικά συστήματα που εξετάζει το φυσικό περιβάλλον υπό ελεγχόμενες συνθήκες.
- Σύνδεση μεταξύ επιτόπιων ερευνών και εξαιρετικά ελεγχόμενων εργαστηριακών πειραμάτων.

Riebesell U, Lee K, Nejstgaard JC (2010) Pelagic mesocosms. In *Guide to best practices for ocean acidification research and data reporting*. Edited by U. Riebesell, V. J. Fabry, L. Hansson and J.-P. Gattuso, Luxembourg: Publications Office of the European Union: 95-112

Figure 6.1 Mesocosm studies in ocean acidification research - *upper left*: PeECE III study in the Espegrand Marine Biological Station, Bergen, Norway (Riebesell *et al.*, 2008a); *upper right*: mesocosm facility at Jangmok on the southern coast of Korea (Kim *et al.*, 2008); *lower panel*: free-floating mesocosms deployed in the Baltic Sea (Riebesell *et al.*, unpubl.).



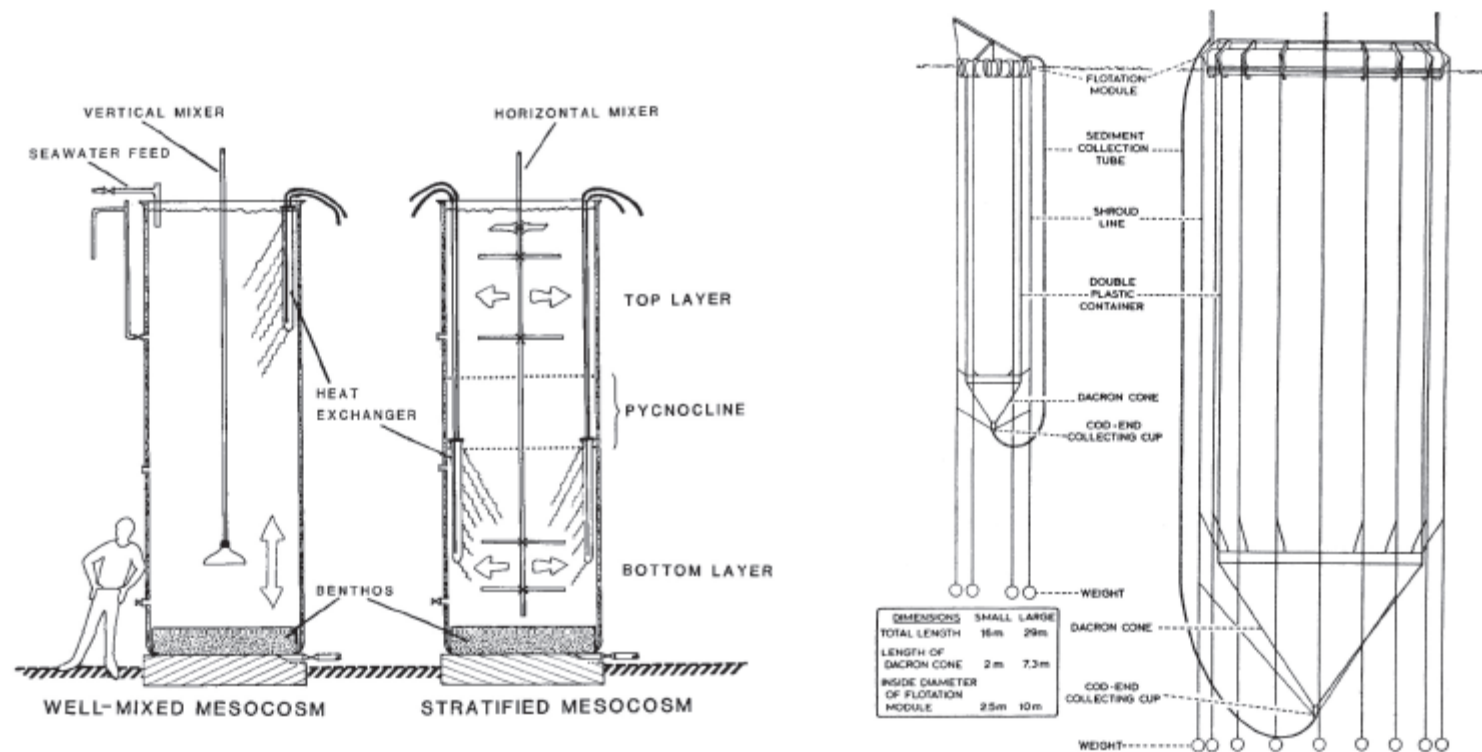


Figure 6.2 Examples of two basic designs of mesocosm enclosures - *left*: MERL (Marine Ecosystem Research Laboratory) mesocosms at the University of Rhode Island, USA, with two different mixing schemes (left – plunger; right – rotating paddle, enabling a stratified water column); diameter: 1.83 m, height: 5.49 m, volume: 13.1 m³; from Donaghay & Klos (1985); *right*: flexible-wall *in situ* enclosures with floatation rings at the surface, used in CEPEX (Controlled Ecosystem Pollution Experiment) studies in Saanich Inlet, BC, Canada, in the late 1970s (Menzel D. W. & Case J., 1977. Concept and design: controlled ecosystem pollution experiment. *Bulletin of Marine Science* 27:1-7.).

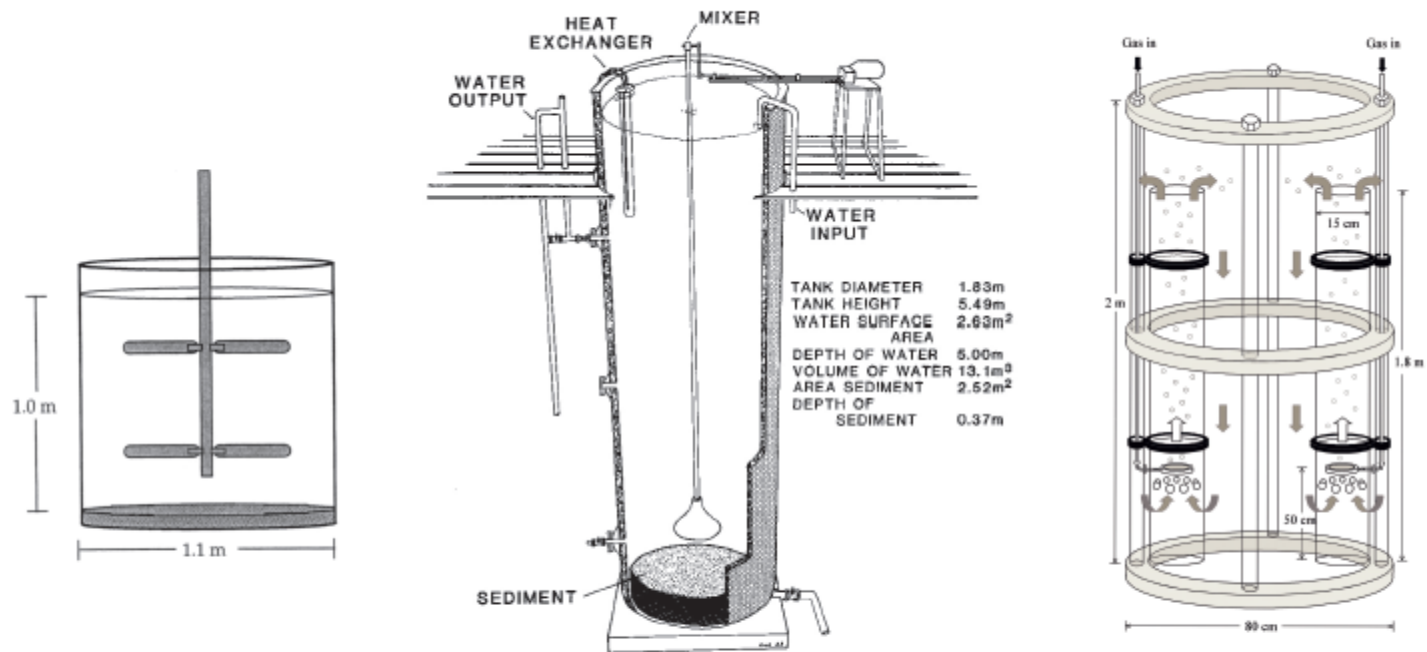


Figure 6.5 Examples for mixing approaches in experimental ecosystems: *left*: rotating impellers (Petersen *et al.*, 1998); *centre*: vertically oscillating plunger used in MERL mesocosms (Oviatt *et al.*, 1986); *right*: airlift – upward motion of water inside the tubes induced by rising gas bubbles (Kim *et al.*, 2008, p. 211. Copyright (2008) by the American Society of Limnology and Oceanography, Inc.).

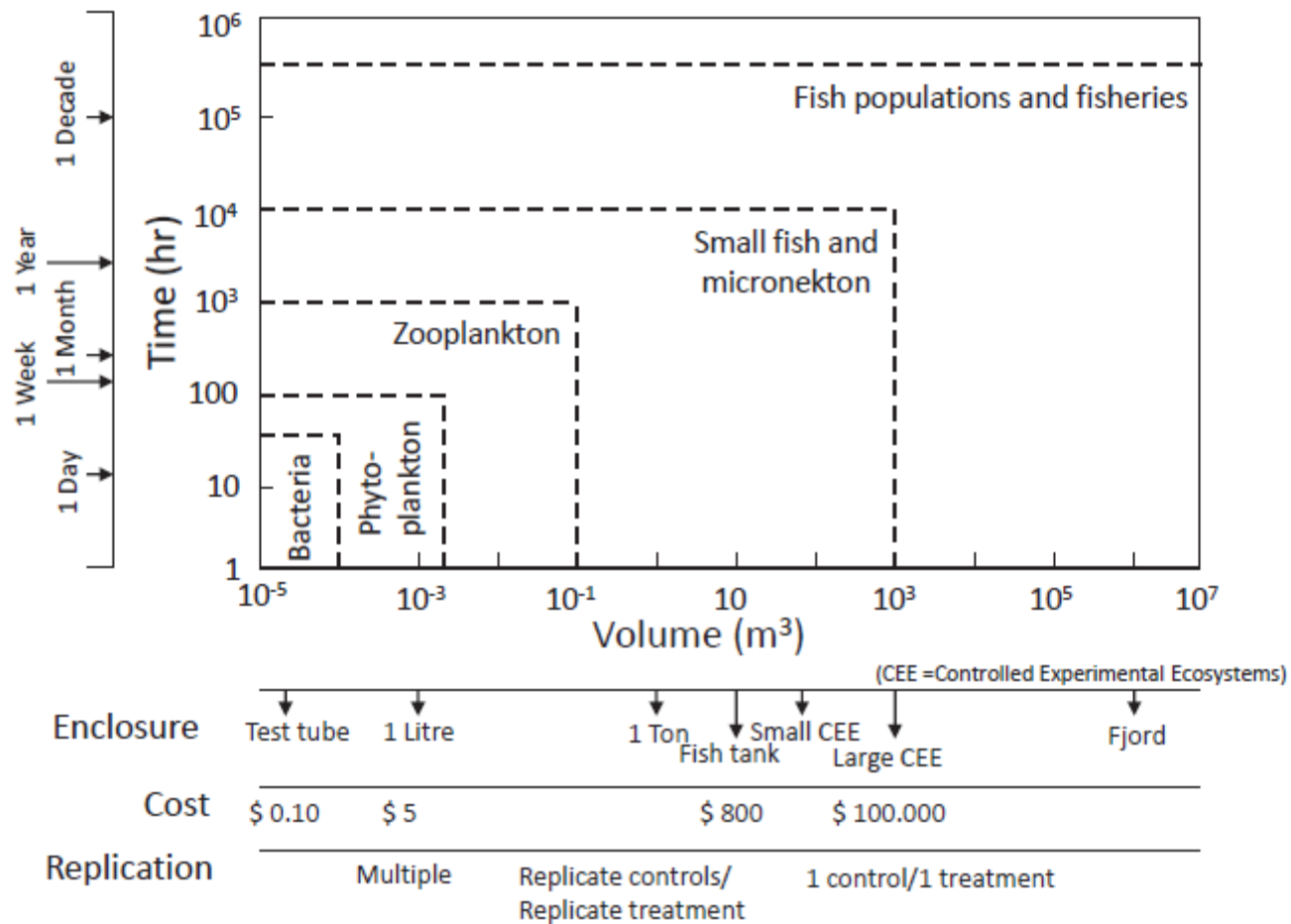
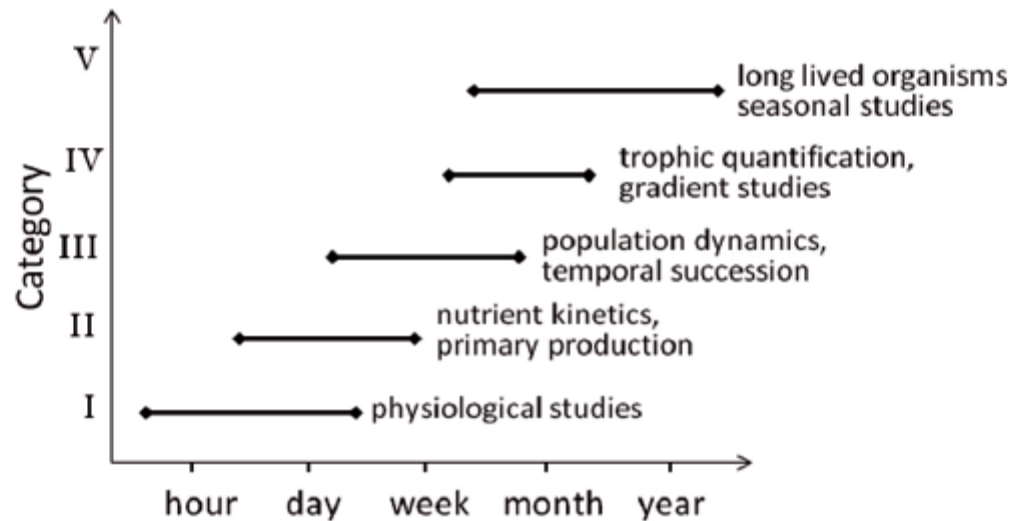


Figure 6.3 Relationship between trophic levels of enclosed community, enclosure size and duration of the experiment (redrawn after Parsons (1982)). Costs refer to prices in 1982.



	micro		meso		macro	
Category	I	II	III	IV	V	
Replication						Longevity
Controllability						Trophic complexity
Homogeneity						Reality
Unit cost						Dispersive capacity
						Biological buffering

Figure 6.4 Size categories of ecosystem enclosures and duration of experiments in relation to relevant biological processes (SCOR Working Group 85, 2nd Report, 1991).

Table 6.1 Scaling of ecosystem enclosures and suitable ranges of application.

	Volume (m ³)	Number of units	Duration	Range of application
I-II	1-10	Multiple	Days to weeks	Most suitable for rigorous quantitative hypothesis testing using parametric statistics, best operated for process studies on communities up to the level of heterotrophic protists.
II-III	10-100	<10	Weeks to months	Suitable for quantitative hypothesis testing and longer term, time-dependent observations; ideal for process studies on communities up to the level of micro- and mesozooplankton.
III-IV	100-1000	<5	Weeks to months	Ideal for studying multitrophic interactions including tertiary trophic level, difficult to carry out quantitative hypothesis testing; ideal for gradient studies and trophic quantification.
IV-V	>1000	1 or 2	Months to a year	Ideal for growth-mortality studies of larger, less abundant organisms; data evaluated through time-series analysis.

Βασικές αδυναμίες

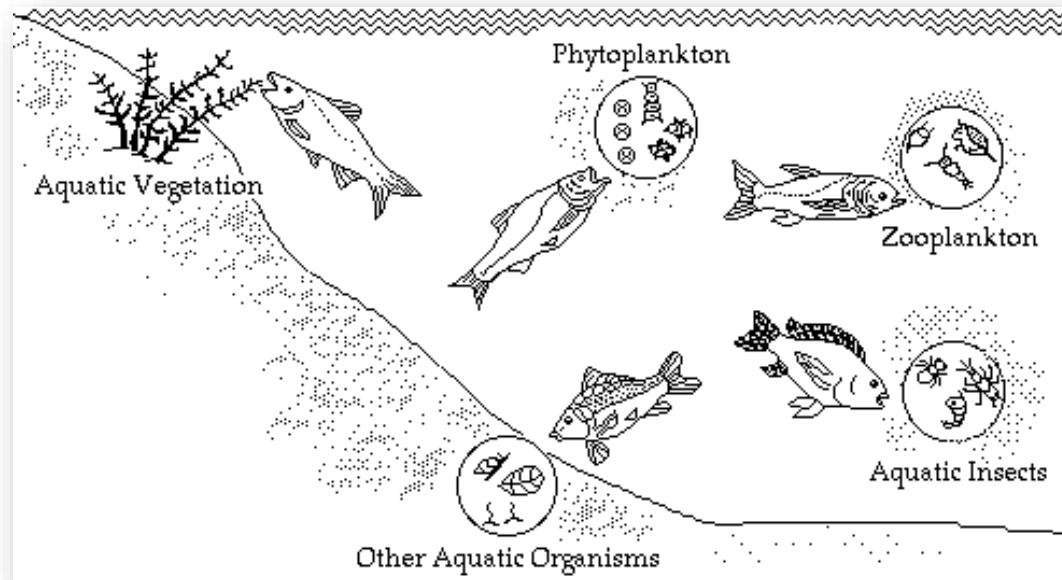
- Μη φυσικές συνθήκες ανάμειξης και στροβιλισμού
- Επιπτώσεις από την ανάπτυξη οργανισμών στα τοιχώματα τους
- Όσο μεγαλύτερα, τόσο πιο ακριβά και πιο λίγα αντίγραφα για πειραματικό σχεδιασμό

Χρήσεις Μεσοκόσμων

1. Μελέτη πλαγκτικών τροφικών αλυσίδων σε ερωτήματα σχετικά με:
 - Οικολογία
 - Μόλυνση
 - Κλιματική αλλαγή
 - κτλ
2. Εκτροφές ψαριών ειδών γλυκού νερού
3. Εκτροφές ιχθυονυμφών

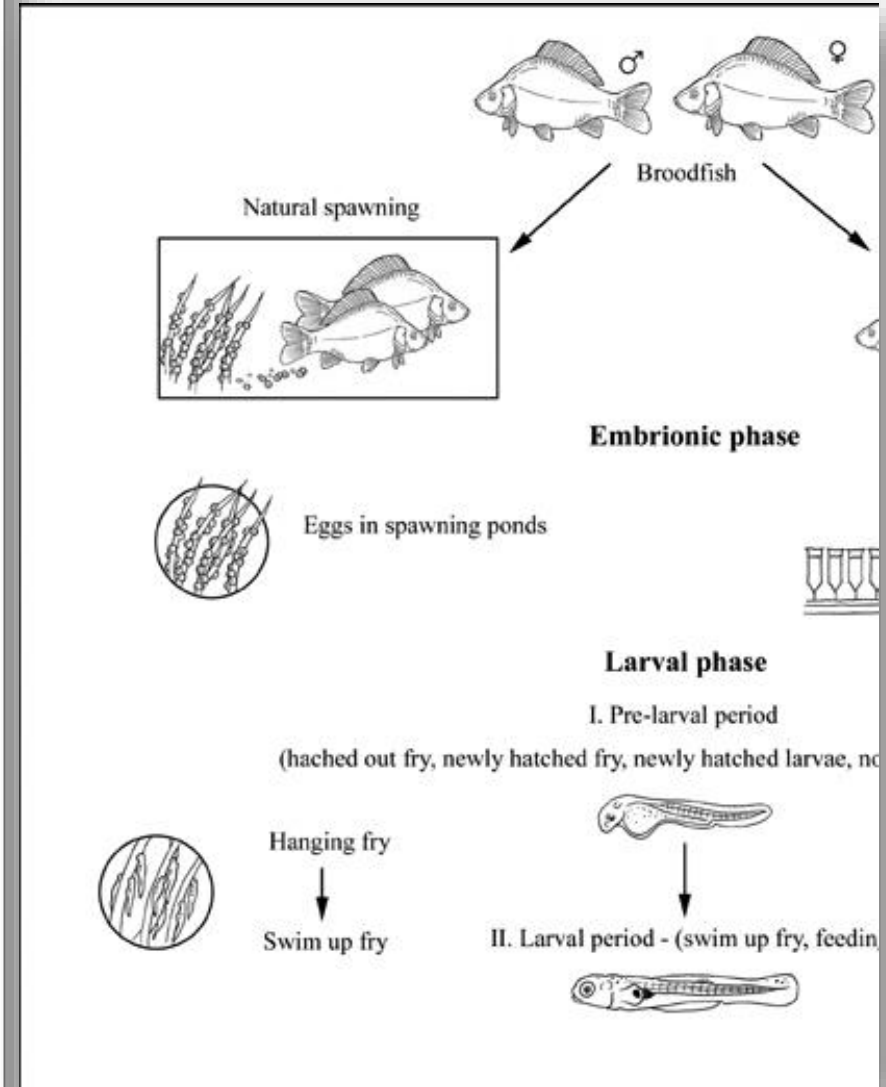
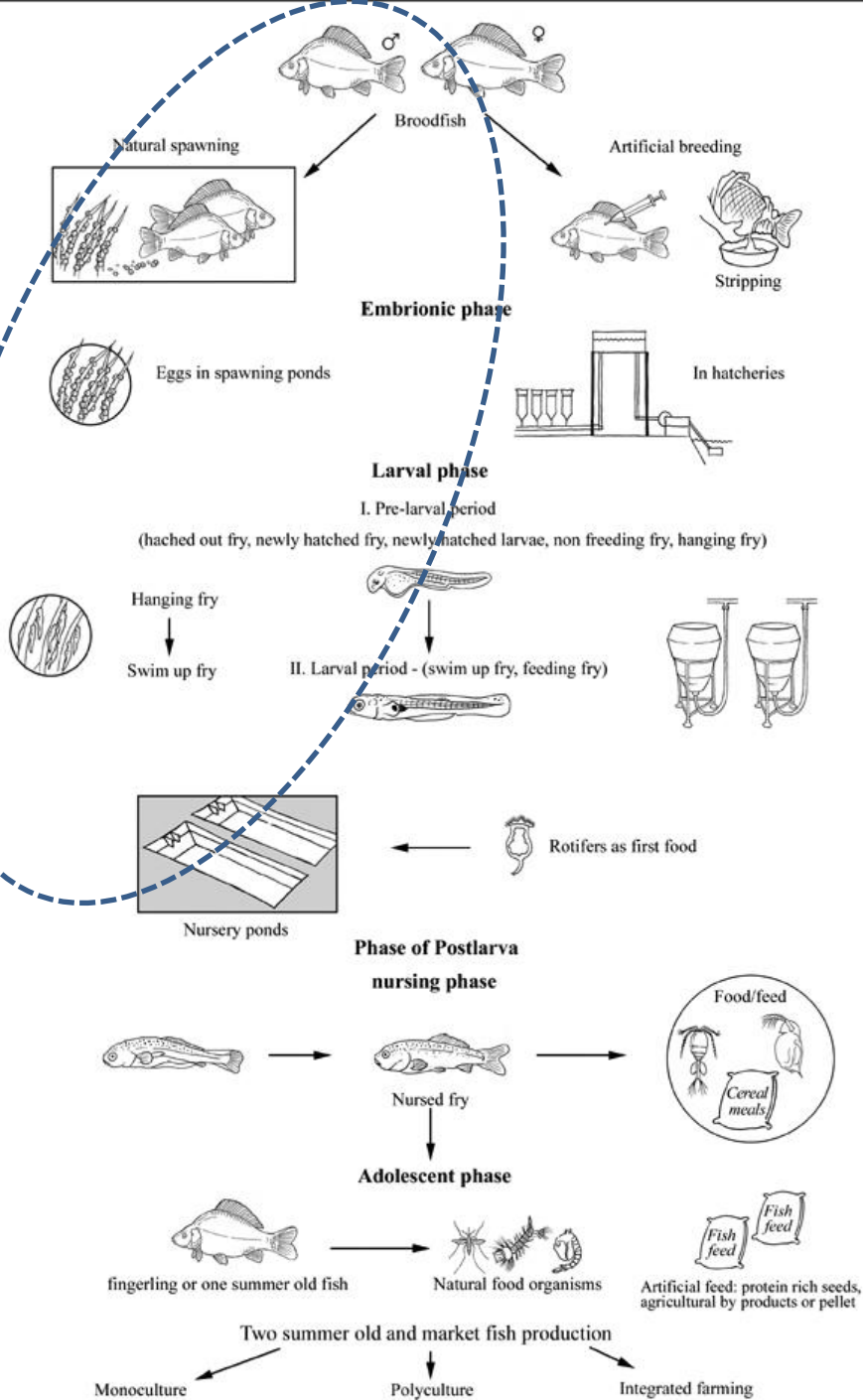
Ιστορικό

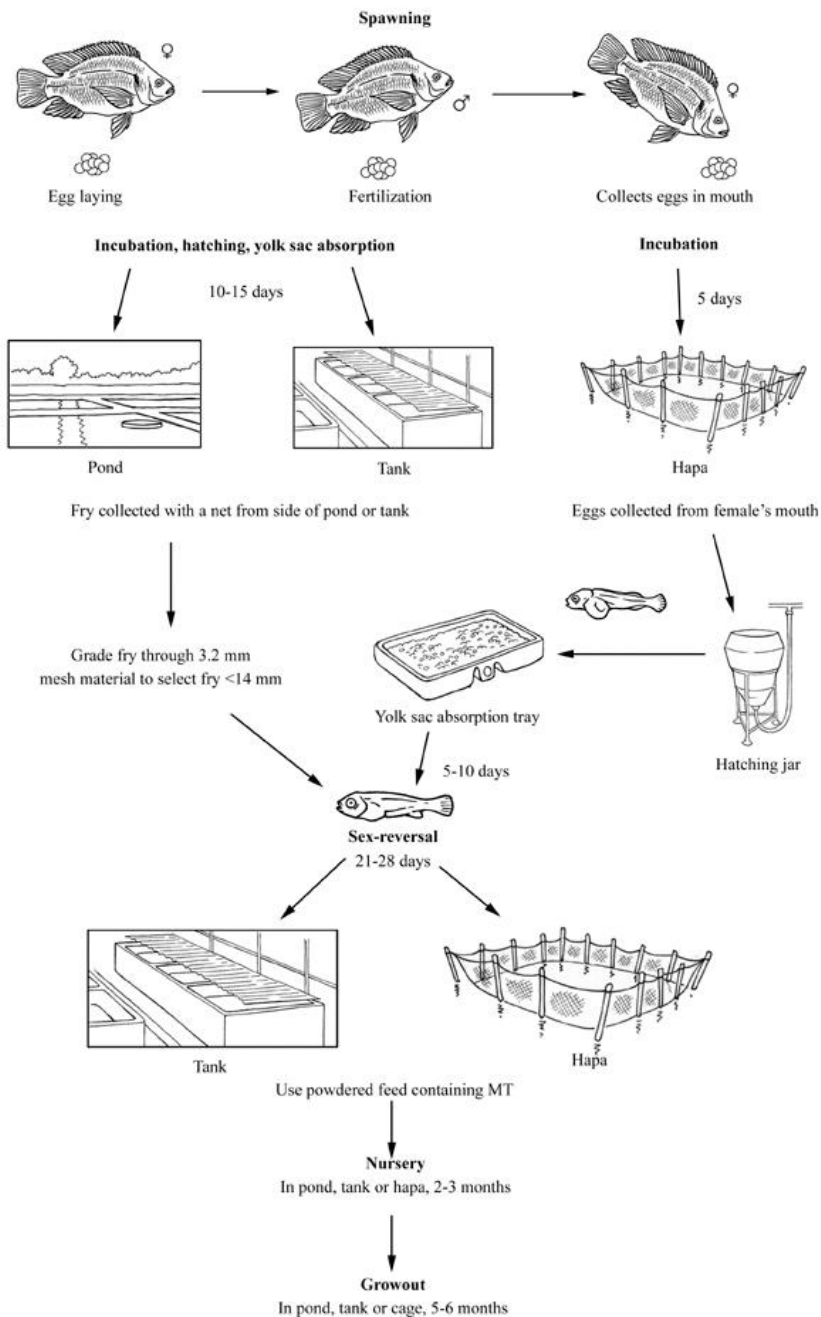
- Κίνα, 600-800 μ.Χ.
Ταυτόχρονη εκτροφή ψαριών γλυκού νερού διαφορετικών τροφικών επιπέδων:
Πολυκαλλιέργειες
- >1960 πειραματικές διατάξεις για έρευνα
- >1975 Εκτροφές ιχθυονυμφών θαλάσσιων ειδών



Κυπρίνος

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cyprinus_carpio/en





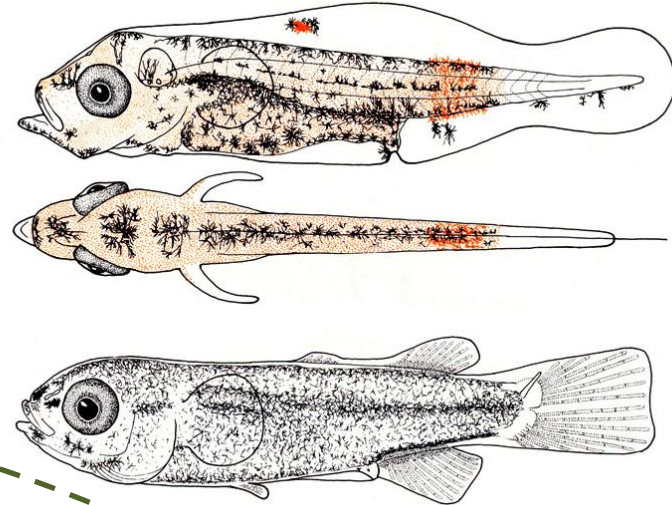
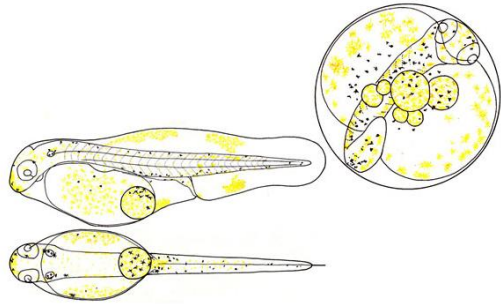
Τιλάπια

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en



Μικρό μέγεθος γεννητικής ωρίμανσης, πληθυσμιακές εκρήξεις

Μεσόκοσμοι & εκτροφές Ιχθυονυμφών θαλασσινών ειδών (νυμφικές καλλιέργειες, larval culture)



Εκτατικές, Extensive

Σε μεσόκοσμους, με φυσικό πλαγκτό

Ημiekτατικές, Semi-extensive

Σε μεσόκοσμους, με προσθήκη καλλιεργούμενου πλαγκτού (φυτο, Brachionus, Artemia, κωπήποδα)

Ημιεντατικές, Semi-intensive

Σε συμβατικές δομές με προσθήκη συλλεγμένου άγριου ζωπλαγκτού

Εντατικές, Intensive

Σε συμβατικές δομές με καλλιεργούμενο πλαγκτό (φυτο, Brachionus, Artemia)



Θρεπτική αξία

Table 2

Individual size (dry weight: DW), dry matter content (% of wet weight: WW), ash content, and lipid components from copepods, copepod nauplii, zooplankton (copepods and decapod zoeae), rotifers, and *Artemia* (1-day or 3-day after hatching)

	Abbreviations	Svartatjern			Hyltro	Intensive live feed			
		Copepods	Copepods	Copepod nauplii	Zooplankton	Rotifers	<i>Artemia</i>		
		2000	2001	2001	2001	IMR ^a	1-day ^b	1-day ^c	3-day ^c
Individual size, dry matter, and ash									
Number of samples	<i>N</i>	30	26	3	1	1	1	1	1
Dry weight (μg/individual)	DW	9.4 ^d ±2.5	8.1±2.7	0.63 ^c ±0.7	9.9	0.61	2.1	2.1	2.5
Dry matter (% of WW)	DM	14.9±1.1	15.3±1.5	15.2±1.9	17.7	13.2	10.2	10.8	8.9
Ash content (% of DW)	ASH	10.3±1.2	10.5±1.3	9.9±0.5	15.3	9.6	10.4	9.6	9.5
Total lipid (μg/mg DW)	TL	111±35	108±21	86 ^c ±12	143	154	254	243	249
Neutral lipids (μg/mg DW)	NL	49.4±23.4	45.4±13.3	32.6±13.5	91.5	92.5	215.0	193.4	206.0
Sterol esters+ Wax esters	SE+WE	1.5±1.5	1.1±1.2	1.3±0.5	22.6	11.6	n.d.	1.3	n.d.
Triacylglycerol	TAG	26.3±19.5	22.1±13.1	14.0±13.3	42.1	60.6	195.9	167.9	178.4
Free fatty acids	FFA	3.3±2.1	3.3±1.6	3.9±2.1	6.6	6.9	4.4	5.8	8.9
Cholesterol	C	14.5±6.3	13.3±3.5	9.5 ^c ±3.6	15.5	11.6	14.6	18.4	18.7
Monogalactosides+Cerebrocides	MGDG+CB	1.6 ^d ±1.0	2.7±2.6	2.1±1.3	1.3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Digalactosides+Sulfolipids	DGDG+SL	2.3±1.1	2.9±1.5	1.8±0.8	3.4	1.9	n.d.	n.d.	n.d.
Polar lipids (μg/mg DW)	PL	61.9±16.8	62.6±14.4	53.7±2.7	51.5	61.1	39.2	49.9	43.3
Phosphatidylethanolamine	PE	19.9±5.8	20.4±4.8	17.3±2.1	15.2	21.0	12.3	16.8	14.3
Cardiolipin	CL	5.7±2.0	5.8±1.6	5.2±0.3	2.5	3.1	2.2	3.0	2.5
Phosphatidylglycerol	PG	2.2±2.3	1.5±1.0	0.8±0.2	1.4	1.5	0.5	0.8	0.5
Phosphatidylinositol	PI	3.9±1.7	4.2±1.4	5.1±2.1	5.6	10.6	3.8	5.1	4.2
Phosphatidylserine	PS	5.5 ^d ±1.5	6.6±2.0	6.4±0.7	4.8	5.3	3.1	4.1	3.2
Phosphatidylcholine	PC	20.0±6.0	19.4±5.3	15.0±1.3	19.0	18.5	16.4	18.6	17.4
Lysophosphatidylcholine+Sphingomyelin	LPC+SM	4.7±1.6	4.8±1.6	3.9±0.2	2.9	1.1	0.9	1.4	1.1

Acartia grani, *Centropages hamatus* & *Eurytemora affinis*

(T. van der Meeren et al. / Aquaculture 274 (2008) 375–397)

Fatty acids (% of total lipid)

Myristic acid	14:0	3.4 ^d ±1.7	1.7±1.1	1.3±0.8	3.8	6.7	1.7	1.5	2.4
Palmitic acid	16:0	14.5±1.9	14.4±1.4	13.7±2.5	14.1	19.7	14.9	14.4	15.8
Palmitoleic acid	16:1(n-7)	3.4±1.8	4.4±4.7	1.8±1.4	7.6	9.2	4.8	1.0	3.0
Stearic acid	18:0	3.5±1.0	3.7±0.7	3.9±1.0	4.1	3.9	5.0	5.0	5.4
Oleic acid	18:1(n-9)	2.3±1.1	2.6±1.4	1.3 ^e ±0.7	7.3	7.8	23.3	22.8	17.8
Vaccenic (Asclepic) acid	18:1(n-7)	2.7±0.6	2.9±0.7	2.0 ^e ±0.5	3.1	4.9	5.5	6.3	5.4
Linoleic acid	18:2(n-6)	1.5 ^d ±0.5	2.3±0.7	1.5 ^e ±0.5	2.2	15.3	6.6	5.8	4.2
α-Linolenic acid	18:3(n-3)	1.9 ^d ±1.0	2.4±1.1	1.5 ^e ±0.9	1.4	1.2	12.2	16.2	10.2
Stearidonic acid	18:4(n-3)	2.3 ^d ±1.4	4.1±2.9	4.5±5.7	5.2	2.0	2.8	3.2	1.7
Arachidonic acid (ARA)	20:4(n-6)	0.8±0.5	0.9±0.7	0.6±0.3	1.6	1.9	2.0	2.0	3.2
Eicosapentaenoic acid (EPA)	20:5(n-3)	17.4±3.1	16.2±3.4	16.3±6.4	16.4	7.1	7.8	7.8	9.2
Docosahexaenoic acid (DHA)	22:6(n-3)	34.4±4.6	32.9±6.8	40.5 ^e ±2.4	17.3	12.4	10.6	11.1	20.0
Other saturated fatty acids		3.1±1.1	3.3±1.2	3.9±2.7	9.7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Other monounsaturated fatty acids		3.7 ^d ±1.0	2.8±0.9	2.7±1.2	2.0	4.2	1.2	1.5	1.7
Other polyunsaturated fatty acids		5.1±1.2	5.4±1.5	4.6±1.0	4.2	3.8	1.6	1.4	n.d.

Total amounts of fatty acid groups (%)

Saturated fatty acids	SFA	24.6 ^d ±2.9	23.1±2.2	22.7±2.9	31.7	30.3	21.6	20.9	23.7
Monounsaturated fatty acids	MUFA	12.1±2.1	12.7±6.1	7.8±3.2	20.1	26.1	34.8	31.6	27.8
Polyunsaturated fatty acids	PUFA	63.3±3.7	64.2±6.8	69.4±5.8	48.3	43.7	43.6	47.5	48.5
Highly unsaturated (n-3) fatty acids	DHA+EPA	51.8 ^d ±4.5	49.1±6.8	56.8 ^e ±6.8	33.6	19.4	18.4	19.0	29.2
Fatty acid ratios	(n-3)/(n-6)	11.3 ^d ±2.7	9.8±2.5	12.5 ^e ±3.0	7.0	1.5	3.9	4.2	5.5
	DHA/EPA	2.1±0.5	2.2±1.0	2.8±1.3	1.1	1.7	1.4	1.4	2.2
	EPA/ARA	24.7±9.2	23.2±10.1	27.7±4.0	10.3	3.7	4.0	4.0	2.9

Content of protein (P) and protein-bound amino acids (PAA) in copepods, zooplankton (copepods and decapod zoeae), rotifers, and *Artemia* (1-day or 3-day after hatching)

	Abbreviations	Svartatjern		Hyltro	Intensive live feed			
				Zooplankton	Rotifers	<i>Artemia</i>		
		Copepods	Copepods	2001	IMR ^a	1-day ^b	1-day ^c	3-day ^c
2000	2001	2001	IMR ^a	1-day ^b	1-day ^c	3-day ^c		
Number of samples	<i>N</i>	30	26	1	1	1	1	1
Protein ^d (µg/mg DW)	P	382.6 ^f ±25.5	565.4±40.0	366.3	243.4	287.9	309.2	326.2
PAA in weight^c (µg/mg DW)	PAA _w	443.6 ^f ±41.6	412.6±41.0	302.5	247.7	277.5	293.8	367.6
Indispensable amino acids (µg/mg DW)	IAA _w	201.3 ^f ±16.8	189.6±20.8	141.8	120.0	133.3	140.3	175.2
Indispensable amino acids (%)	IAA _w /PAA _w	45.4±1.5	45.9±0.9	46.9	48.4	48.0	47.8	47.7
Indispensable to dispensable ratio	IAA _w /DAA _w	0.83±0.05	0.85±0.03	0.88	0.94	0.92	0.91	0.91
PAA concentration (µmol/mg DW)	PAA _c	4.1 ^f ±0.4	3.8±0.4	2.8	2.3	2.5	2.7	3.4
Indispensable amino acids (µmol/mg DW)	IAA _c	1.7 ^f ±0.1	1.6±0.2	1.2	1.0	1.1	1.2	1.4
Indispensable amino acids (%)	IAA _c /PAA _c	40.4 ^f ±1.5	41.3±0.9	41.5	43.7	43.3	42.8	42.7
Indispensable to dispensable ratio	IAA _c /DAA _c	0.68 ^f ±0.04	0.70±0.03	0.71	0.78	0.76	0.75	0.75
Indispensable amino acids (nmol/mg DW)								
Leucine	LEU	349.0 ^f ±38.5	320.5±33.8	246.4	230.1	225.6	295.2	237.0
Valine	VAL	291.8 ^f ±36.4	253.0±24.9	200.7	160.1	175.1	233.6	183.9
Lysine	LYS	241.3±43.0	231.1±34.7	163.8	136.6	149.0	222.6	166.7
Isoleucine	ILE	209.6 ^f ±26.3	187.3±20.1	146.5	143.3	137.6	186.8	148.7
Arginine	ARG	121.7 ^f ±27.6	161.7±14.1	126.4	83.7	115.7	149.4	108.8
Phenylalanine	PHE	154.4 ^f ±18.7	143.4±15.7	112.1	114.9	105.7	138.8	111.8
Threonine	THR	128.7 ^f ±13.1	120.0±14.1	95.1	70.7	86.3	114.6	89.1
Methionine	MET	122.3 ^f ±13.4	77.7±38.1	69.4	47.6	56.8	40.5	63.2
Histidine	HIS	53.7 ^f ±26.2	63.7±10.1	10.5	6.9	43.2	60.1	45.9
Tryptophan	TRP	44.6 ^f ±84.1	0.7±2.7	n.d.	4.4	2.3	7.0	3.5
Dispensable amino acids (nmol/mg DW)								
Glutamic acid+Glutamine	GLU+GLN	577.8 ^f ±66.4	505.2±52.7	384.7	325.0	325.4	427.4	328.2
Aspartic acid+Asparagine	ASP+ASN	411.1±43.4	432.3±54.0	335.8	293.0	271.9	363.5	282.4
Alanine	ALA	463.4 ^f ±54.8	392.3±38.2	284.7	189.0	230.2	306.9	252.4
Glycine	GLY	441.2 ^f ±94.7	352.1±49.7	286.1	181.0	224.7	321.8	245.8
Serine	SER	204.9 ^f ±22.3	190.7±19.2	152.0	136.8	136.7	186.3	143.7
Proline	PRO	252.0 ^f ±59.9	186.8±24.8	164.4	134.4	157.4	217.4	200.8
Tyrosine	TYR	122.2 ^f ±36.1	154.5±16.9	40.5	19.9	88.7	109.5	89.5

Free amino acids (FAA) in copepods, zooplankton (copepods and decapod zoeae), rotifers, and *Artemia* (1-day or 3-day after hatching)

	Abbreviations	Svartatjern		Hyltro	Intensive live feed			
		Copepods	Copepods	Zooplankton	Rotifers	<i>Artemia</i>		
		2000	2001	2001	IMR ^a	1-day ^b	1-day ^c	3-day ^c
Number of samples	<i>N</i>	30	26	1	1	1	1	1
FAA in weight (µg/mg DW)	FAA _w	56.1 ^c ±9.7	64.7±9.8	86.0	16.6	33.7	32.1	27.5
Indispensable amino acids (µg/mg DW)	IAA _w	18.4±3.0	18.2±1.8	19.3	5.8	4.4	5.5	5.1
Indispensable amino acids (%)	IAA _w /FAA _w	32.9 ^c ±2.7	28.5±3.3	22.4	34.7	12.9	17.0	18.7
Indispensable to dispensable ratio	IAA _w /DAA _w	0.49 ^c ±0.06	0.40±0.07	0.29	0.53	0.15	0.20	0.23
FAA concentration (nmol/mg DW)	FAA _c	471.7 ^c ±89.8	580.1±95.1	766.6	124.5	277.6	254.0	219.0
Indispensable amino acids (nmol/mg DW)	IAA _c	113.6±18.2	109.0±10.7	119.2	38.0	27.7	36.4	34.3
Indispensable amino acids (%)	IAA _c /FAA _c	24.3 ^c ±2.0	19.1±2.2	15.5	30.6	10.0	14.3	15.6
Indispensable to dispensable ratio	IAA _c /DAA _c	0.32 ^c ±0.03	0.24±0.03	0.18	0.44	0.11	0.17	0.19
Indispensable amino acids (nmol/mg DW)								
Arginine	ARG	79.6±15.8	83.1±13.7	68.3	13.6	13.7	12.3	13.4
Threonine	THR	10.2±2.5	– ^d	– ^d	3.0	0.9	2.9	3.1
Valine	VAL	5.8 ^c ±1.9	4.6±1.5	7.5	4.0	1.9	5.0	4.6
Histidine	HIS	5.1 ^c ±1.7	9.3±5.7	21.3	4.9	2.9	6.2	3.2
Leucine	LEU	3.6 ^c ±1.4	3.0±1.0	5.0	2.0	1.9	2.9	2.9
Lysine	LYS	3.3±1.1	3.9±1.8	6.7	5.2	4.4	3.1	3.4
Isoleucine	ILE	2.5 ^c ±1.1	1.9±0.8	3.2	3.0	1.1	1.8	2.0
Phenylalanine	PHE	2.0 ^c ±0.9	1.5±0.5	2.6	1.6	0.8	1.1	1.0
Methionine	MET	1.3±0.5	1.4±0.9	4.4	0.6	0.1	0.9	0.5
Tryptophan	TRP	0.3±0.2	0.3±0.1	0.3	0.2	n.d.	0.2	0.1
Dispensable amino acids (nmol/mg DW)								
Glycine	GLY	126.5 ^c ±37.1	231.4 ^d ±58.2	235.3 ^d	8.8	5.4	8.2	9.7
Taurine	TAU	84.3 ^c ±16.7	101.1±23.3	136.0	2.9	65.5	57.8	58.2
Alanine	ALA	43.5±18.1	36.4±16.0	68.0	8.9	65.7	34.2	28.0
Glutamic acid	GLU	33.5 ^c ±7.1	24.5±7.0	45.0	14.6	27.0	35.2	31.2
Proline	PRO	24.3 ^c ±19.7	38.3±38.9	125.9	3.9	50.7	34.6	25.0
Aspartic acid+Phosphoserine	ASP+PHS	17.9 ^c ±3.1	13.7±3.7	9.3	4.6	6.2	6.9	5.3
Glutamine	GLN	10.3±1.7	10.4±3.0	7.6	6.2	11.7	17.0	9.4
Serine	SER	8.6 ^c ±2.3	7.0±2.0	9.3	16.4	2.1	5.0	6.3
Gamma-amino butyric acid	GABA	3.6±1.5	3.8±1.1	4.4	0.8	1.5	2.9	1.9
Tyrosine	TYR	3.1 ^c ±1.1	2.5±0.7	3.9	10.6	7.3	5.8	3.5
Asparagine	ASN	2.7 ^c ±0.8	2.0±0.6	2.9	8.7	6.8	10.0	6.2

Table 5

Pigments and vitamins in copepods, zooplankton (copepods and decapod zoeae), rotifers, and *Artemia* (1-day or 3-day after hatching)

Abbreviations		Svartatjern		Hyltro	Intensive live feed			
		Copepods	Copepods	Zooplanktn	Rotifers	<i>Artemia</i>		
		2000	2001	2001	IMR ^a	1-day ^b	1-day ^c	3-day ^c
Pigments ($\mu\text{g/g DW}$)								
Number of samples	<i>N</i>	30	26	1	1	1	1	1
Astaxanthin		626.9±139.1	747.7±296.8	197.9	24.0	n.d.	n.d.	n.d.
Canthaxanthin		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	752.4	744.7	654.0
β -Carotene		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Lipid-soluble vitamins ($\mu\text{g/g DW}$)								
Number of samples	<i>N</i>	16	19	1	1	1	1	1
Retinol	Vitamin A	tr.	n.d.	0.2	0.2	– ^d	– ^d	– ^d
Cholecalciferol	Vitamin D ₃	n.d.	n.d.	n.d.	0.9	0.7	1.8	1.0
Total Tocopherol	Vitamin E _{tot}	112.0±28.1	114.0±61.3	114.0	513.1	571.8	340.2	465.3
α -Tocopherol	Vitamin E _{α}	108.0±28.5	113.5±61.1	114.0	509.0	562.0	327.8	424.3
β -Tocopherol	Vitamin E _{β}	0.5±0.2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
γ -Tocopherol	Vitamin E _{γ}	3.5 ^e ±2.3	0.4±1.4	n.d.	4.1	7.4	9.4	32.9
δ -Tocopherol	Vitamin E _{δ}	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.4	3.0	8.1
Water-soluble vitamins ($\mu\text{g/g DW}$)								
Number of samples	<i>N</i>	16	19	1	1	1	1	1
Thiamine	Vitamin B ₁	23.1±4.7	22.7±11.7	9.2	48.6	18.2	13.0	20.9
Riboflavin	Vitamin B ₂	tr.	28.0±3.6	28.9	30.7	53.1	52.1	51.9
Ascorbic acid	Vitamin C	476.6±224.6	552.9±360.2	271.1	220.1	530.6	361.3	372.6

Συλλογή Άγριου Ζωοπλαγκτού

- Από ημίκλειστες θαλάσσιες περιοχές μεγάλης παραγωγικότητας.
- Εποχιακές διακυμάνσεις (ποσότητα, μεγέθη, είδη και στάδια).
- Χρήση σε ιχθυονύμφες απευθείας ή ως αδρανή τροφή.

70-100 μm	τροχόζωα
120-250 μm	Τροχόζωα, ναύπλιοι & κωπηποδήτες
>250 μm	Ενήλικα κωπήποδα

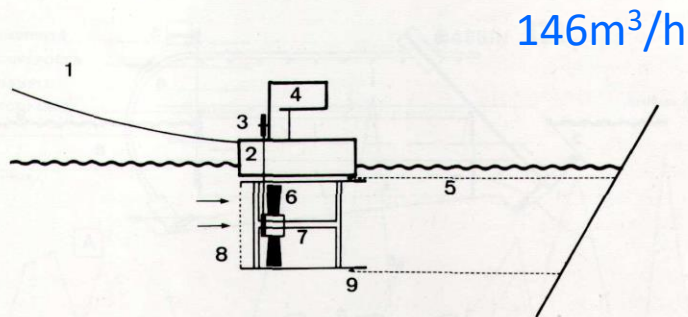
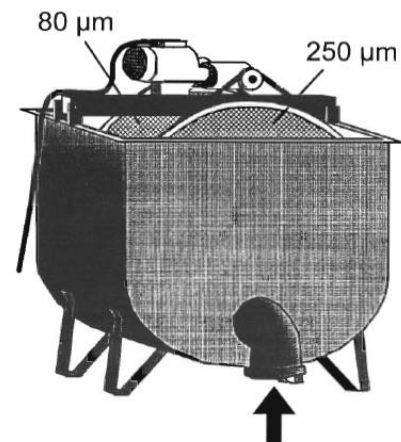
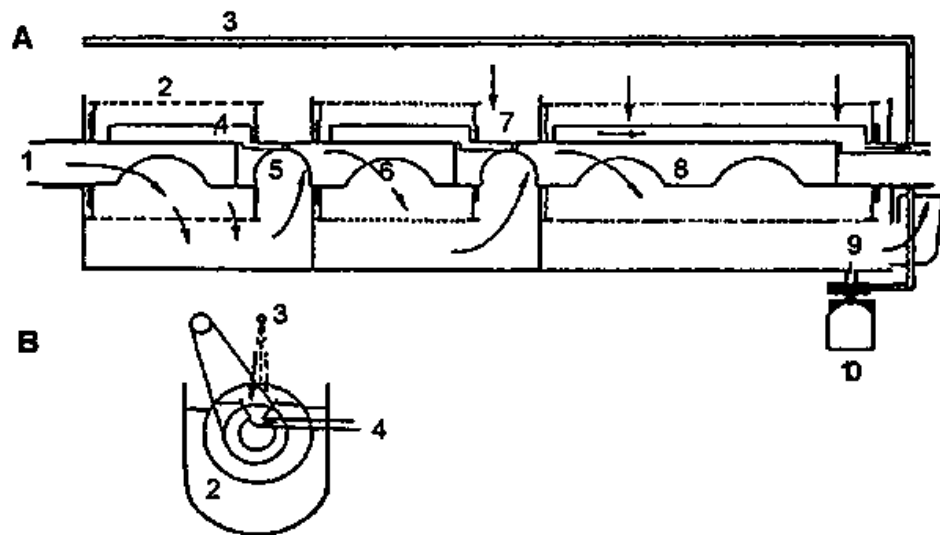
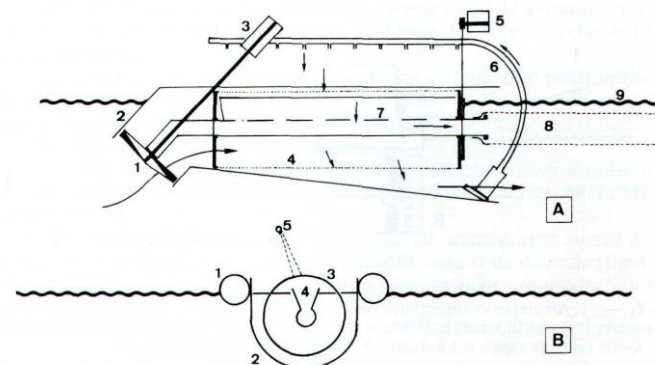


Figure 1. — 1. Amarrage et alimentation électrique; 2. Flotteur; 3. Poulie de l'axe moteur; 4. Moteur; 5. Poche filtrante; 6. Hélice et poulie d'entraînement; 7. Axe d'hélice et supports; 8. Grille (vide de maille 0,5 à 2 cm); 9. Collier de fixation de la poche.



- Συσκευή συλλογής (Unik Wheel Filtersystem), δυνατότητα φιλτραρίσματος 1-5 m³/min
- Αυτοκαθαριζόμενα περιστρεφόμενα πλαγκτικά φίλτρα με εκτόξευση νερού από μπέκ.

- Η μέθοδος έχει εφαρμοστεί στο παρελθόν στην Ιαπωνία και στην Γαλλία.
- Αλίευση ζωοπλαγκτού με άντληση, από ημίκλειστες θαλάσσιες περιοχές μεγάλης παραγωγικότητας.
- Μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις (ποσότητα βιομάζας, σύσταση σε είδη, μέγεθος, είδη και αναπτυξιακά στάδια).
- Το συλλεγόμενο πλαγκτόν, αφού συμπυκνωθεί με ειδικό φίλτρο, χρησιμοποιείται σε ιχθυονύμφες απευθείας ή κατεψυγμένο.



Χρησιμοποιούμενοι τύποι

- Υδάτινοι όγκοι $>1\text{m}^3$ που έχουν απομονωθεί από τη μητρική υδάτινη μάζα, οι οποίοι συνιστούν βιολογικά αυτόνομα συστήματα με οργανισμούς που ανήκουν σε διάφορα τροφικά επίπεδα.
- Τύποι μεσόκοσμων
 - Απλοί σάκοι από μουσαμά, ή πλαγκτικό δίχτυ
 - Τσιμεντένιες, ή πολυεστερικές δεξαμενές
 - Υδροστάσια (χωμάτινες δεξαμενές)



Η Μεσογειακή εμπειρία

Τύπος δεξαμενών	Πλεονεκτήματα	Αδυναμίες
Μεγάλοι όγκοι >100 m ³	<ul style="list-style-type: none">•Πιο αποτελεσματικοί,•μεγαλύτερη τροφική αυτονομία, 2-4 μήνες•Λιγότερες φροντίδες	<ul style="list-style-type: none">•Δύσκολο γέμισμα•Δύσκολο άδειασμα•Δύσκολη αλίευση
Μικροί όγκοι	<ul style="list-style-type: none">•Εύκολο άδειασμα•Εύκολη αλίευση•Εύκολος καθαρισμός	<ul style="list-style-type: none">•Περισσότερη φροντίδα•Συστηματικό τάισμα και αναπλήρωση πλαγκτού (ημι-εντατική μορφή)
Υδροστάσια	<ul style="list-style-type: none">•Εύκολη κατασκευή•Γρήγορη βιοαποδόμηση οργανικού υλικού	<ul style="list-style-type: none">•Δύσκολο το άδειασμα και η αποστράγγιση•Δύσκολη πρόσβαση (βούρκος)•Χέλια, καβούρια, αμφίποδα κτλ

- Βάθος 1,5 m. Μικρότερο, μακρόφυτα. Κάτω από 1 m, καιρικές συνθήκες(ακτινοβολία/θερμοκρασία εξάτμιση, βροχή)
- Πρανή κάθετα κατά το δυνατόν. Η μεγάλη κλίση είναι παγίδα για αβγά και νύμφες (μακρόφυτα, άνεμος κτλ). Στις χωμάτινες όμως πρέπει να υπάρχει για σταθερότητα των πρανών.

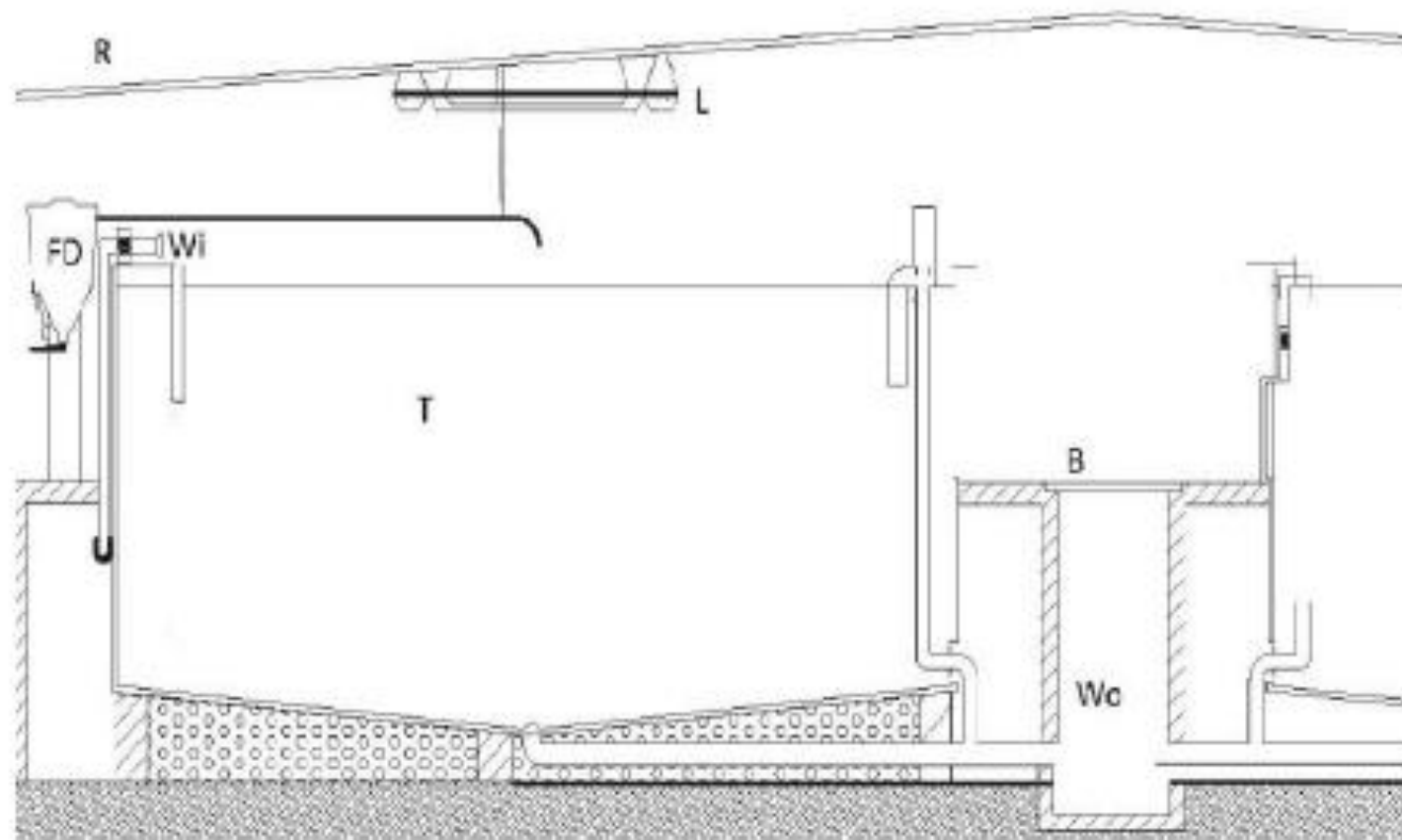
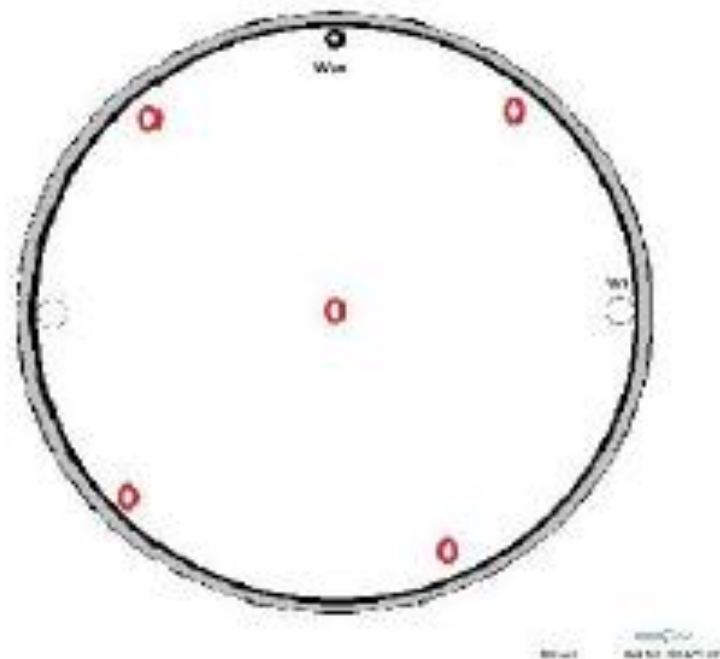


Figure 3 - Transversal view of mesocosm larval rearing facilities (adapted from (Interactt, 1997)). T - rearing tank; L- Light; FD - Automatic feeding dispenser; Wi - water inlet; Wo - Water outlet; R - Roof \ polycarbonate cover; B - Boardwalk.



A



B

Figure 4 - (A) Photograph of the larval rearing tank used in this work. **(B)** Position of the aerators red circles in the tank.

1 Ετοιμασία δεξαμενής

Χωμάτινη

- Αποστράγγιση και αποξήρανση 7-15 ημέρες
- Εάν αυτό είναι αδύνατον, εξολόθρευση οργανισμών με:
 - Ασβέστωση

– Παρασιτοκτόνα

• Διάλυμα χλωρίνης

• Rotenone (1 ppm)

• Dipterex (5 ppm)

Πελαγικοί
οργανισμοί
(αποδόμηση
σε μία ημέρα)

Καρκινοειδή,
ψάρια στη
λάσπη

(αποδόμηση σε 15 ημέρες)

Κλωβοί από μουσαμά, ή δίχτυ

- Βουρτσίζονται και στεγνώνουν πριν τη χρήση

Δεξαμενές από πολυεστέρα

- Καθάρισμα με υδροχλώριο (εδραίοι οργανισμοί με ασβεστολιθικά κελύφη)
- Στέγνωμα στον ήλιο για μερικές ημέρες

2 Γέμισμα

- Απλή αλλά σημαντική διαδικασία. Τα λάθη δύσκολα διορθώνονται (ξανά αποστράγγιση, στέγνωμα)
- Καλός προγραμματισμός
 - θερμοκρασία υποδοχής της νύμφης
 - φάση ωρίμανσης του μεσόκοσμου
- Προέλευση
 - Θαλασσινό
 - ή φιλτραρισμένο (πηγάδια σε αμμώδη παραλία), ανακατεμένο με θαλασσινό (50%)
 - Ή νερό λιμνοθάλασσας αραιωμένο με θαλασσινό (90%)
- Φιλτράρισμα νερού στα 360 μm για αποκλεισμό θηρευτών

3 Λίπανση

- Θετική επίδραση σε φυτοπλαγκτόν
- Δεν έχει αποδειχτεί η αναγκαιότητα στα επόμενα τροφικά επίπεδα
- 0,5-2 gN/m³
- N/P = 5-10:1

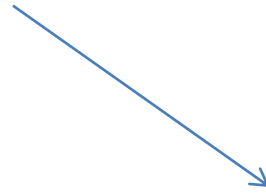
4 Στοκάρισμα

- εάν οι συνθήκες είναι κατάλληλες, κατ ευθείαν με αβγά
 - Για λαβράκι $S=35-38$ και θερμοκρασία $16-18$ °C
 - Για τσιπούρα $S=34-36$ και θερμοκρασία $18-22$ °C
- σε διαφορετική περίπτωση,
 - Επώαση σε εσωτερικό χώρο ($200-300$ αβγά/Lit)
 - Μεταφορά νυμφών στην έναρξη της εξωγενούς διατροφής
- Τσιπούρα, 0.5 νύμφη/Lit. Λαβράκι, 1 νύμφη/Lit
- Θερμοκρασιακή προσαρμογή (έως 3 °C), 1 °C/min

5 Διαδοχή πλαγκτικών θηραμάτων



Favella sp (Tintinnida)



Synchaeta sp (Rotifera)



Copepoda



Larval rearing in extensive conditions

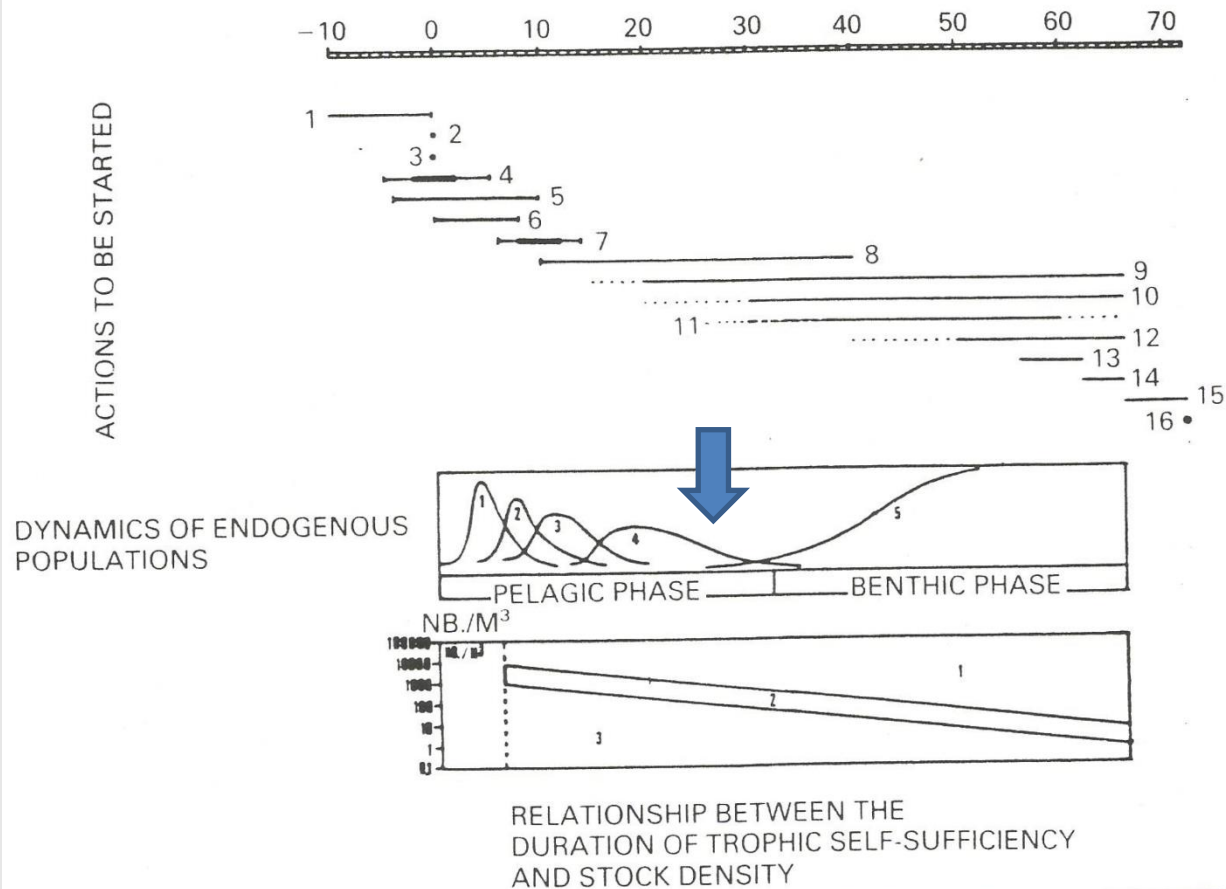


Fig. 3 — Dynamics of the systems, and their starting points. A: Actions to begin; 1: drying out and preparation of the pond; 2: filling pond with filtered water; 3: final enrichment; 4: obtaining eggs; 5: incubation and resorption of yolk (period of possible action on the time of start of first feeding); 6: latency of zooplankton development; 7: Optimal period for start of first feeding for fragile species (sea bream, striped bream, sheepshead bream) and more robust ones (bass, white bream); 8: True larval rearing. Start of exogenous feeding involves endogenous production of food organisms; 9: start of aeration; 10: start of water turnover; 11: start of weaning to fresh diet; 12: start of conditioning to dry diet; 13: preparation for harvesting; 14: emptying and harvest; 15: cleaning pond and eradication of predators; 16: preparation for a new cycle. B: Population dynamics; 1: diatoms; 2: small ciliates; 3: *Favella* and/or *Synchaeta*; 4: copepod nauplii; 5: benthos. C: Relationship between the duration of trophic self-sufficiency and population density; 1: requirements for exogenous food; 2: maximum productivity of food organisms in the pond; 3: natural productivity unlimited.

Boosting →
semi-extensive

6. Περιοριστικοί παράγοντες και ενέργειες

- Φωτισμός. Όχι πάνω από 20 κLux, σκίαση Ιουν-Σεπτ
- Θερμοκρασία. Βέλτιστο εύρος στις 20 πρώτες ημέρες 15-24 °C, μετά 12-27 °C
- DO. Όταν έχουν μπει νύμφες, 100-120%. Ποτέ πάνω από 160% (σκίαστρο)
- pH. 7.6-8.5

7 Επιστημονική παρακολούθηση

Αβιοτικές παράμετροι

- Τ °C
- Αλατότητα
- DO
- pH
- Θρεπτικά

Βιοτικές παράμετροι

- Σύνθεση και πυκνότητα πλαγκτικών πληθυσμών ανα δύο ημέρες
- Μήκος νυμφών ανά 7 ημέρες

Δυνατότητα επιλογής
θηράματος για
εμπλουτισμό ζωπλαγκτού

8 Φαγητό

- Ποτέ κάτω από 10 θηράματα/Lit. Διαφορετικά, αναπλήρωση με καλλιεργούμενο ζωοπλαγκτόν

Λαβράκι

- Από την αρχή μπορεί να δεχτεί Instar I Artemia
- Μετά τα 6 mm, Instar II (εμπλουτισμένη)

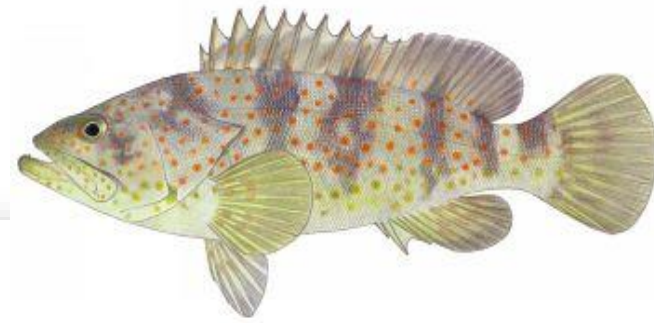
Τσιπούρα

Παροχή 0-1%/h

- Από 3,8-5,5 mm, Brachionus
- Από 5,5-8 mm, Instar I Artemia
- Από 8-12 mm, Instar I Artemia

Παροχή 10%/h

- Μετά τα 10-12 mm, αποκοπή



Use of Copepods in the Semi-intensive Seed Production of Grouper

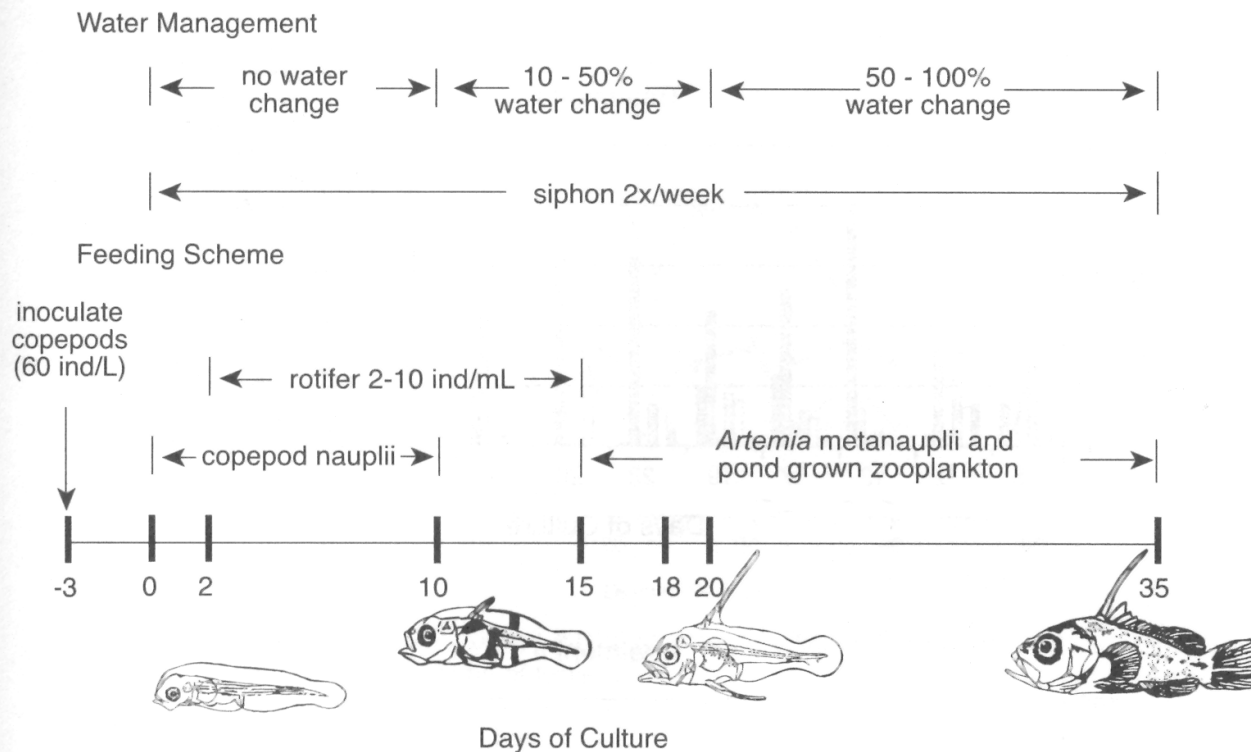
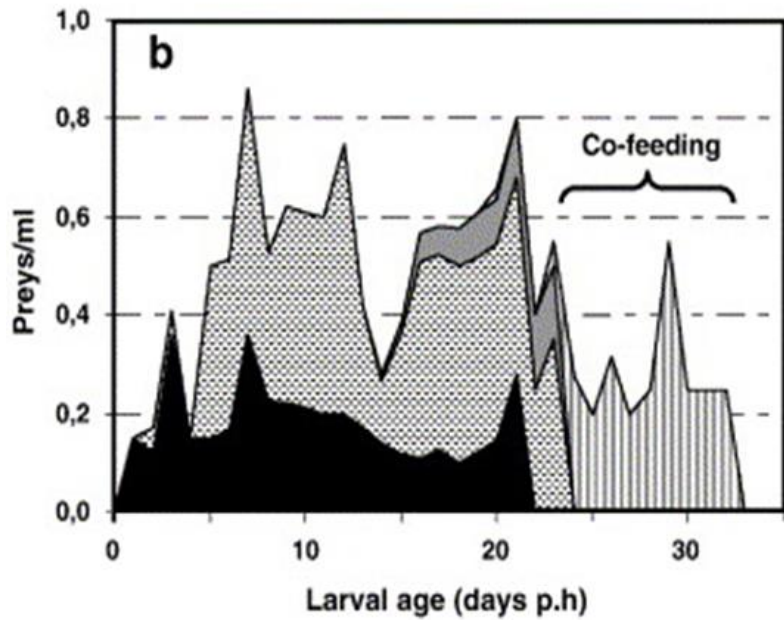
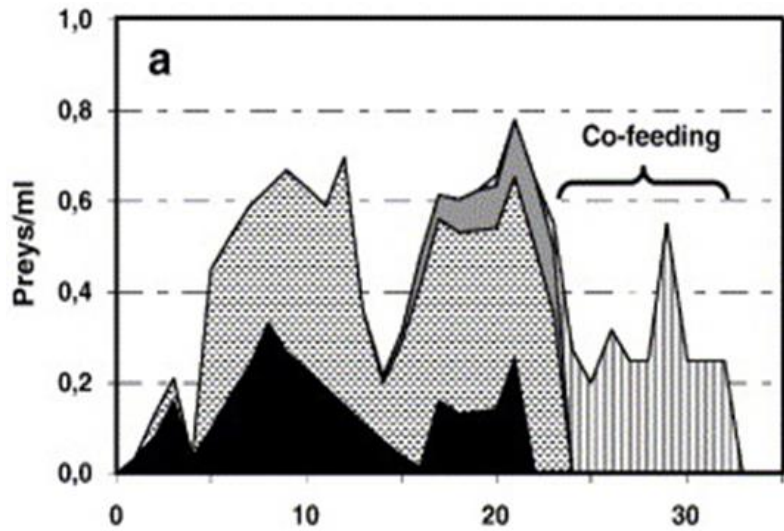


Figure 13.2. Water management and feeding schemes for semi-intensive rearing of grouper larvae.

Ασιατικός ροφός *Epinephelus coioides*

<http://www.fishbase.org/summary/Epinephelus-coioides.html>

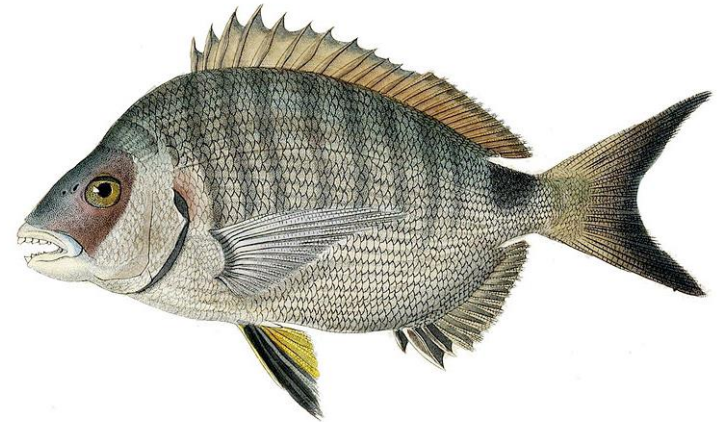
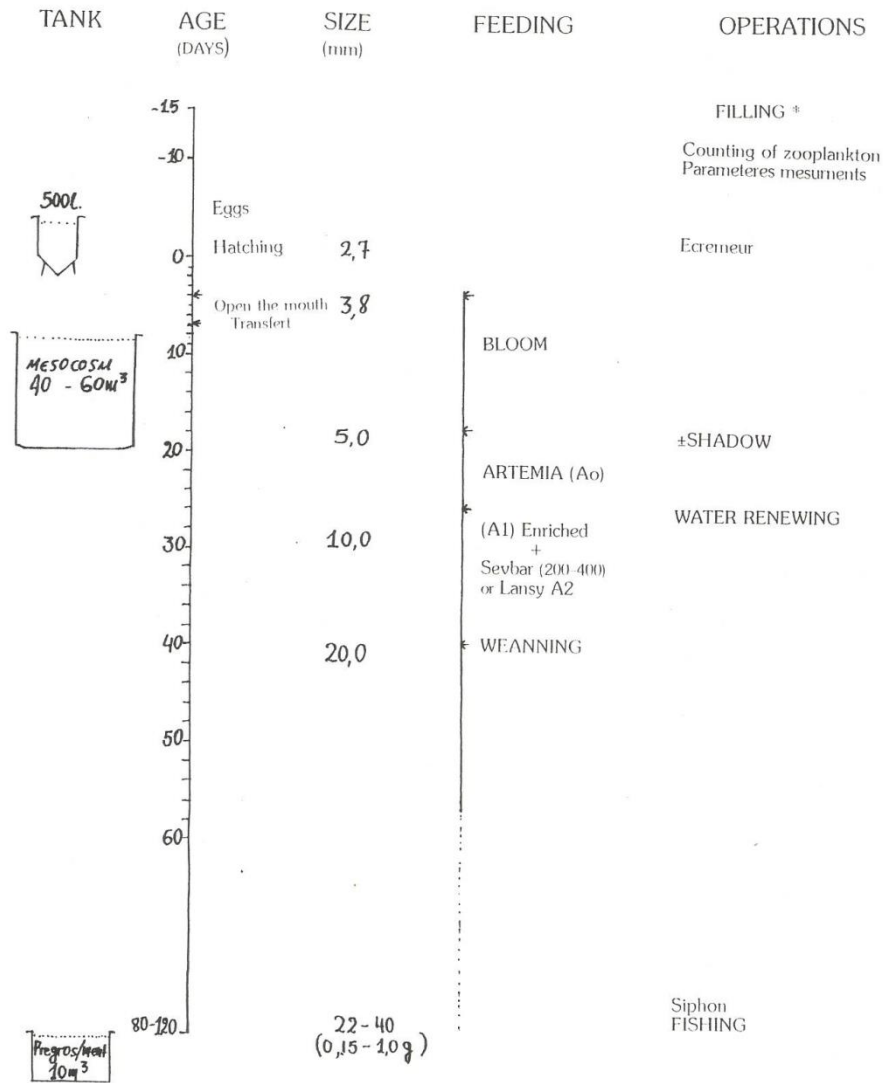


■ Wild zooplankton ▨ Enriched *Brachionus plicatilis*
 ■ Newly hatched *Artemia* ▨ Enriched *Artemia*

Chelon labrosus



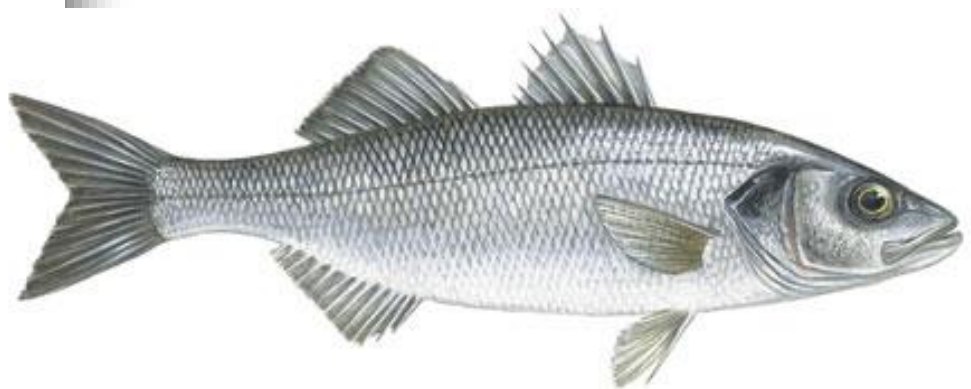
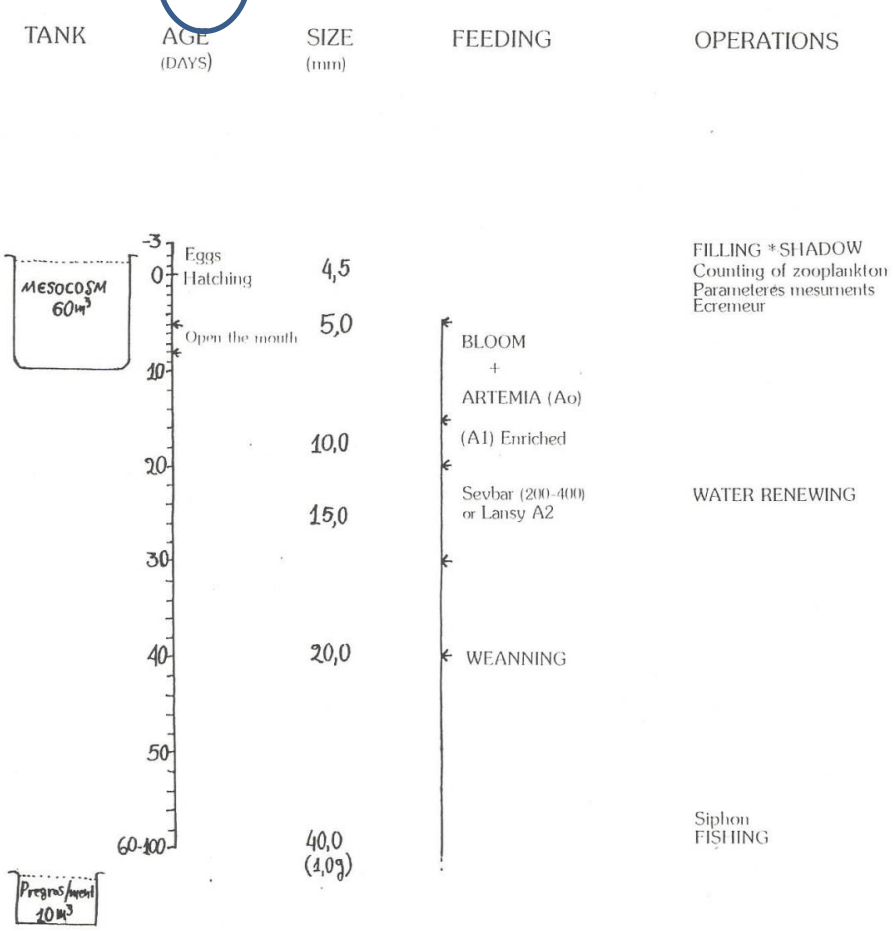
EXTENSIVE REARING OF SPARIDS LARVAE (*S.aurata*, *P.puntazzo*, *D.annularis*) EXCEPT *D. dentex* .



* Filling the tank 8(summer) - 15 days (winter) before larvae introduction with filtered (360 μ.m) sea water. Without fertilizations (ammonium + phosphate)

± Inoculated with natural zooplankton from the sea with pump
culture of *Synchaeta* sp.

SEMI-EXTENSIVE REARING OF *Dicentrarchus labrax* LARVAE



* Filling the tank with filtered (360 μm) sea water.
Fertilizations 0.5 g N/m³ + 0.1 g P/m³ (5:1)

9 Ρόλος άλλων παραγόντων

Θετικό

- Γέμισμα δεξαμενής σε νέο φεγγάρι
- Οι νύμφες αρχίζουν να τρώνε με πανσέληνο
- Γέμισμα δεξαμενής 2-3 ημέρες μετά από καταιγίδα
- Εμβολιασμός με συλλεγμένο πλαγκτόν
- Αύρα στην επιφάνεια
- Χαμηλός αερισμός

Αρνητικό

- Γέμισμα της δεξαμενής σε πανσέληνο
- Οι νύμφες αρχίζουν να τρώνε με νέο φεγγάρι
- Γέμισμα δεξαμενής μέρα καταιγίδας
- Χρήση χλωρίνης, ή φορμόλης
- Εντελώς στάσιμες υδρολογικές συνθήκες
- Να βλέπουμε τις νύμφες τις πρώτες 15 ημέρες, ειδικότερα τις πρώτες 7 (κακό σημάδι)
- Να μην τις δούμε για ένα μήνα

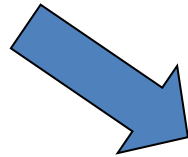
10 Συγκομιδή

- Σε κατάλληλο μέγεθος (π.χ. τσιπούρα >10 mm)
- Flushing
- Άδειασμα
- Περιορισμός με δίχτυ μικρού ματιού
- Ψάρεμα με κουβά
- Εναλλακτικά χρήση φωτοτακτισμού
- Μεταφορά σε δεξαμενές προπάχυνσης

Η συμβολή των κωπήποδων



- ✓ Πελαγικά
- ✓ Φυσική τροφή
- ✓ Κατάλληλο θήραμα
- ✓ Άριστη θρεπτική αξία
- ✓ Συνήθης χρήση στα εκτατικά συστήματα και στην εκτροφή νέων ειδών

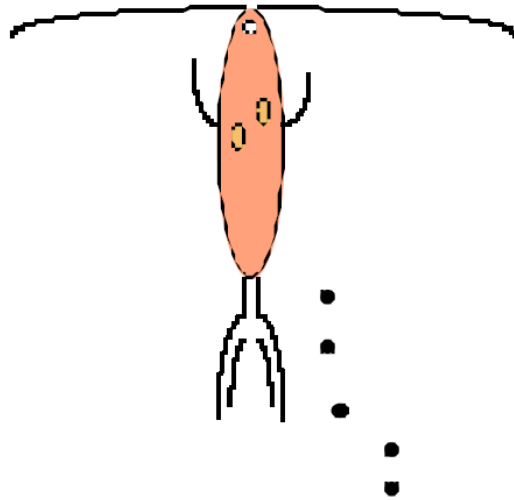


✗ Δυσκολία
καλλιέργειας σε μαζική
κλίμακα

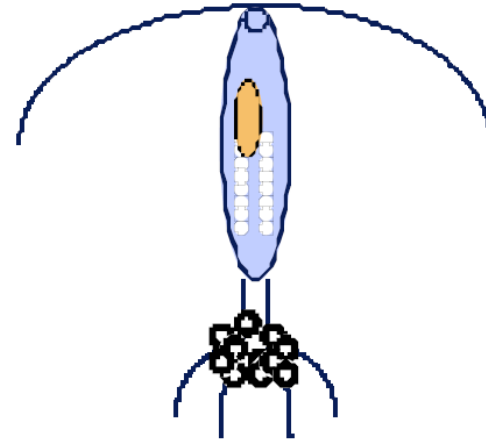
✗ Εποχικότητα



Αναπαραγωγικά πρότυπα



Embryo broadcasting



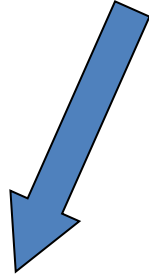
Embryo brooding

Παραγωγικότητα:

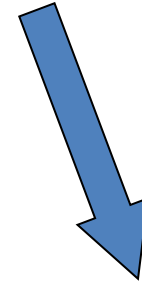
- Είδος,
- Τροφή (ποσότητα, ποιότητα)
- Φωτοπερίοδος

Αναστολές εμβρυακής ανάπτυξης

- Dormancy = όλες οι περιπτώσεις παύσης της ανάπτυξης, από την **επιβράδυνση (quiescence)** έως την **διάπαυση (diapause)**



- Άμεση αντίδραση σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες
- Η ανάπτυξη αποκαθίσταται όταν βελτιωθούν οι περιβαλλοντικές συνθήκες
- Εκδηλώνεται με επιβράδυνση του μεταβολισμού

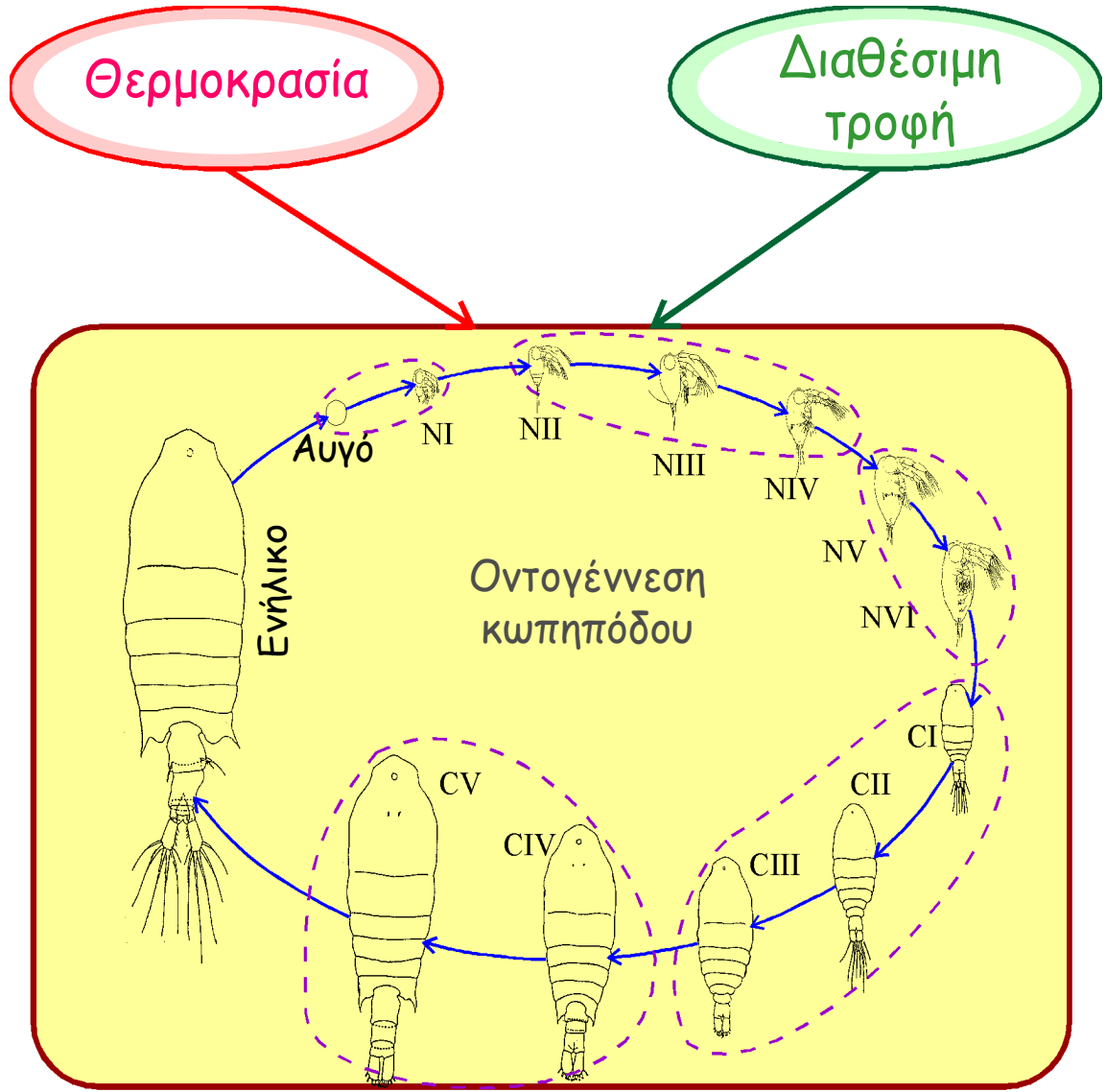


- Αντίδραση σε κυκλικά φαινόμενα (cue, λ.χ. φωτοπερίοδος) που συμβαίνουν πριν τη χειροτέρευση του περιβάλλοντος
- Εκδηλώνεται με βιοχημικές, φυσιολογικές και ενδοκρινολογικές αλλαγές
- Μπορεί να αφορά αβγό (παράκτια, υφάλμυρα είδη) ή κωπηποδητικό στάδιο (ανοικτή θάλασσα λ.χ. CV στάδιο *Calanus*)

Αυγά διάπαυσης

- Φαινόμενο καλά μελετημένο σε 44 είδη (εμφάνιση ναυπλίων μετά από επώαση δείγματος βυθού στο εργαστήριο). (Marcus, 1996)
- Η παραγωγή τους φαίνεται ότι προκύπτει από συνδυασμό ανοξίας και ψύχους.
- Μπορούν να επιβιώσουν ακόμη και σε έκθεση σε τοξικές συνθήκες (λ.χ. H_2S).
- Εκτατικές καλλιέργειες ιχθυονυμφών (Δανία), αυγά διάπαυσης σε όλα τα υποστρώματα (ανοξικά, rotenone): 10^4 - $10^6/m^2$.
- Δεν χάνουν την ικανότητα εκκόλαψης με την πάροδο του χρόνου αντίθετα με τα quiescence (λ.χ. *Acartia clausi* χάνει τη δυνατότητα εκκόλαψης σε 165 ημέρες όταν έχει συντηρηθεί στους $5^\circ C$, ή σε 70 ημέρες στους $20^\circ C$).
- Μπορούν να απολυμανθούν πριν την χρήση τους.
- Κλειδί για τη μαζική χρησιμοποίηση κωπηπόδων στην ιχθυοκαλλιέργεια.
- Για πολλά είδη, δεν είναι εύκολο να καθοριστεί ακόμη ο χρόνος επώασης.

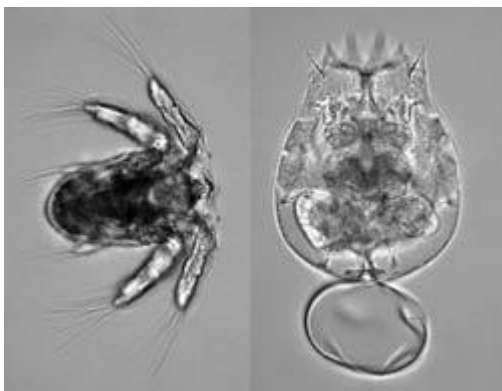
Στάδια ανάπτυξης



Διάρκεια γενιάς :

$$D = 128,8 e^{-0,120T}$$

D σε ημέρες, T σε °C
(HUNTLEY & LOPEZ, in
MAUCHLINE, 1998)



Τα αναπτυξιακά στάδια έχουν κατάλληλα μεγέθη, συμβατά με τις ικανότητες θήρευσης των ιχθυονυμφών.

	<i>Ναύπλιοι</i>	<i><u>κωπηποδίτες</u></i>	<i>Ενήλικα</i>
<i>Μήκος (μm)</i>	106-250	390-680	730-965
<i>Πλάτος (μm)</i>	65-120	175-265	240-355
<i>Ξ. Βάρος (μg)</i>	0,64	3	7,5 μg

Copepods

Acartia eggs

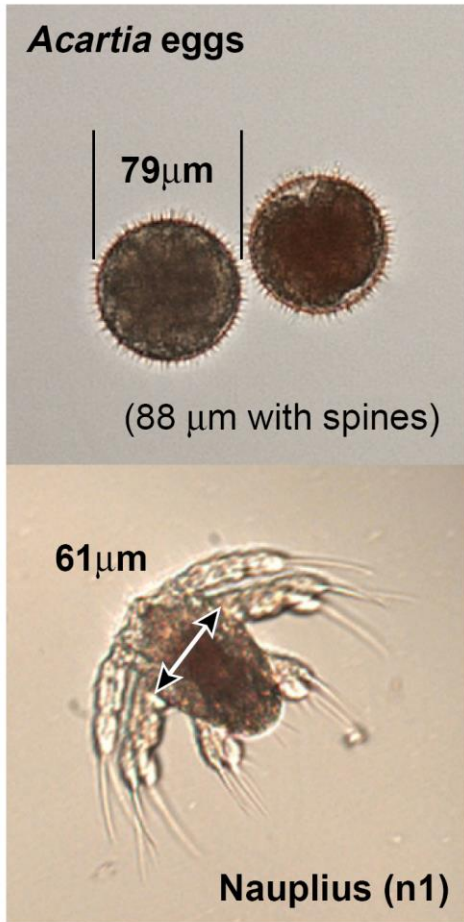


Figure 8.3. Eggs and nauplius of *Acartia* sp.

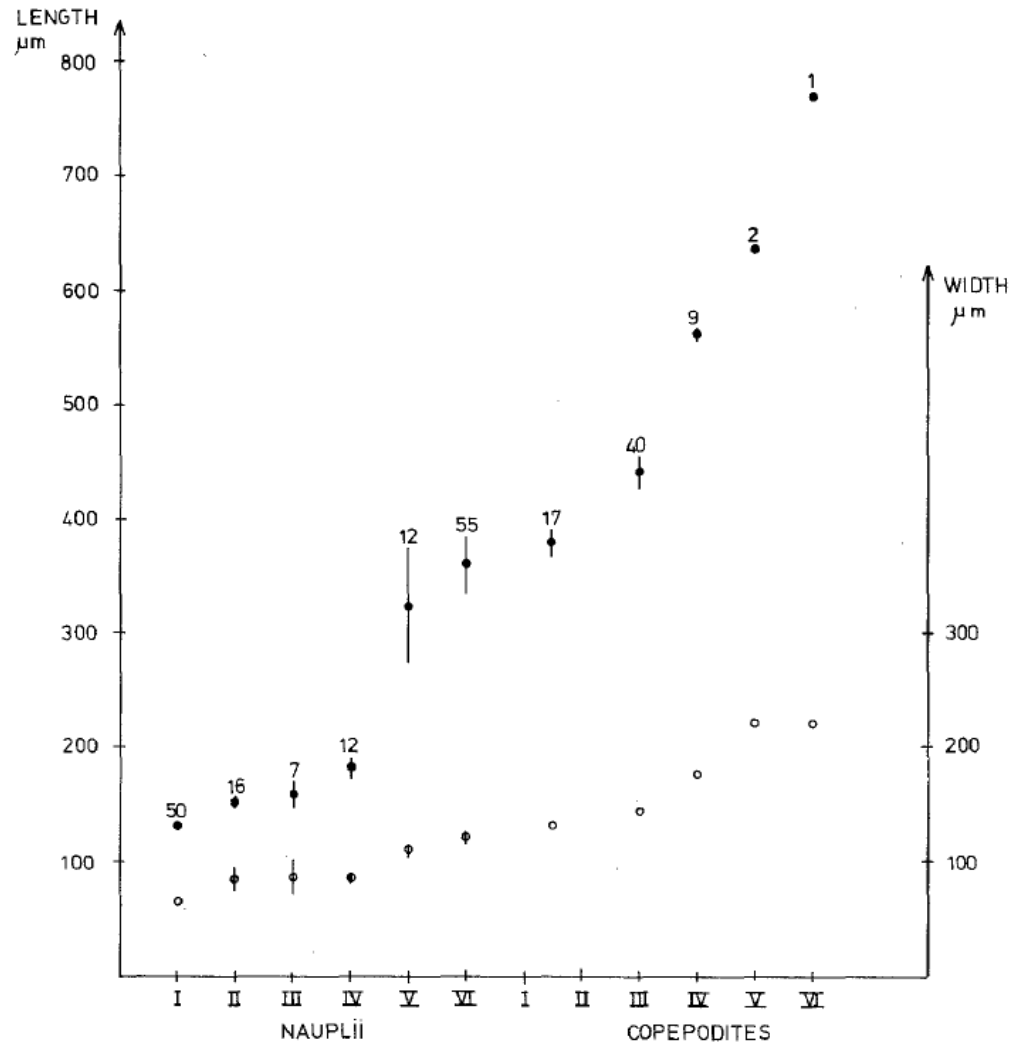


Fig. 3. Cephalothorax lengths and widths of *Acartia tonsa* DFH AT1, reared in the laboratory. The number of individuals measured is given at each data set. Bars indicate 95% CL. ○, Carapace width; ●, carapace length.

(Støttrup *et al.* 1986)

Ελεγχόμενη Παραγωγή Κωπηπόδων /Καλανοειδή/*Acartia tonsa*



- ✓ Κοσμοπολίτικο στις εύκρατες περιοχές.
- ✓ Ευρύθερμο, ευρύαλο από 0°C ως 30°C και από 1 ppt έως 38 ppt
- ✓ Υψηλή γονιμότητα. (18-50/♀/γέννα)
- ✓ Καλά μελετημένο στο εργαστήριο.
- ✓ Παράγει ελεύθερα βενθικά αβγά που μπορούν να αποθηκευτούν σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- ✗ Κανιβαλίζει (αβγά και ναύπλιους).

Γενικές συνθήκες καλλιέργειας

- Αλατότητα: 30 ppt
- Επεξεργασία θαλασσινού νερού: 50 μ m, 10 μ m, 1 μ m & UV
- Ήπιος αερισμός
- DO > 4mg/l
- Ήπιοι χειρισμοί γενικότερα
- Καθημερινός έλεγχος αλατότητας, pH, DO.
- Απολύμανση εξοπλισμού





Φορτίσεις

- Πυκνότητα γεννητόρων 1/ml
- Πυκνότητα αυγών προς εκκόλαψη 50/ml
- Αναμενόμενη παραγωγή βιώσιμων ναυπλίων 50%

Διατροφή

- *Rhodomonas salina* & *Isochrysis aff. galbana* (T-ISO) σε αναλογία κυττάρων 1:1
- Ανάλογα με το στάδιο, από 1×10^4 έως 2×10^5 κύτταρα /ml καλλιέργειας





Συλλογή Αβγών

Πλαγκτικά φίλτρα:

- 100-153 μm , συγκράτηση & απομάκρυνση "σκουπιδιών"
- 45-53 μm , συγκράτηση των αβγών,





- 70 μm, ξεπλυμα αβγών
- 90 μm, συγκράτηση & απομάκρυνση νηματωδών παρασίτων
- Στοκάρισμα στους 2 °C



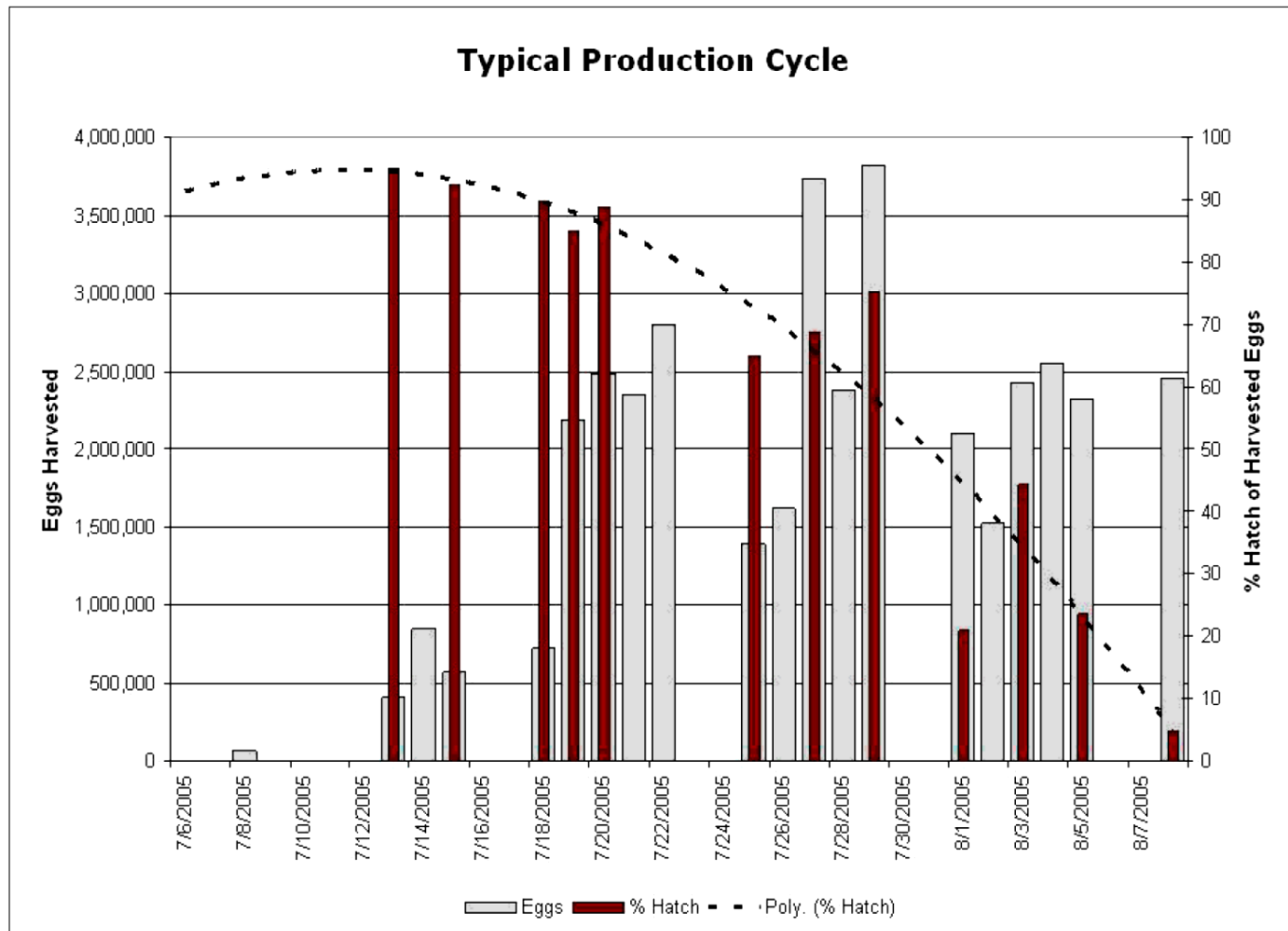


Figure 6. Typical Production Cycle. July 6 – August 8. Tank stocked with N3 – C1 A. tonsa at 1 per ml on July 6th. One week later egg production started. Two weeks later egg production began to peak. Three weeks later, egg production remained high, but the hatch % was declining. After four weeks of batch culture, hatch was below 25%.

Ελεγχόμενη Παραγωγή Κωπηπόδων /Καλανοειδή/*Cladioferens imparipes*



Ευρύαλο: από 1 ως >35ppt.

Ευρύθερμο: από 10 - 28°C (αντέχει σε λανθάνουσα κατάσταση στους 6°C).

Μή κανιβαλιστικό.

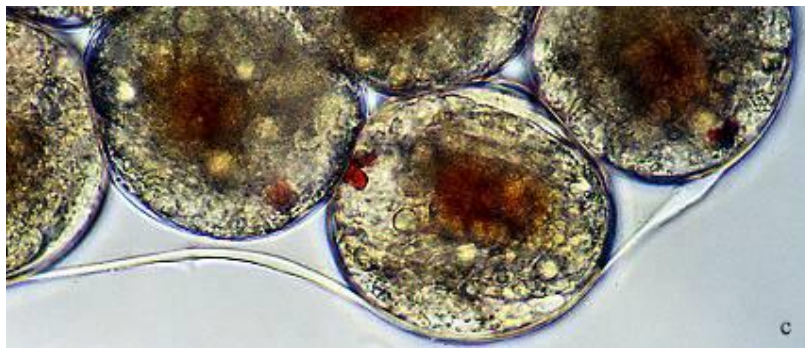
Έντονα φωτοτακτικοί ναύπλιοι.

Payne M.F. & R.J. Rippingale, 2001a. Intensive cultivation of the calanoid copepod *Cladioferens imparipes*. *Aquaculture* 201: 329–342.

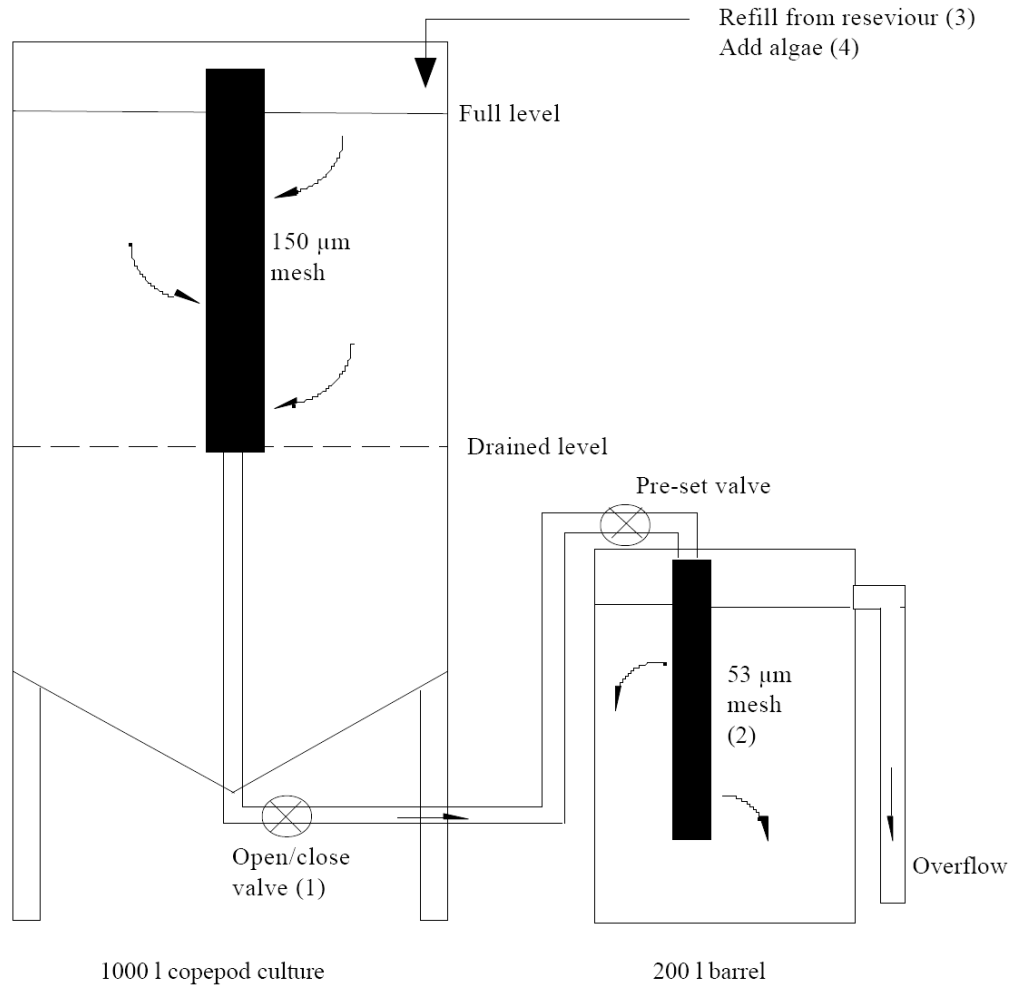
✓ Αποθέματα λίπους



Απότομη μεταφορά των ναυπλίων από τους 20° στους 8°C: επιβίωση 99%, διατήρηση της θρεπτικής του αξίας



Στατική καλλιέργεια



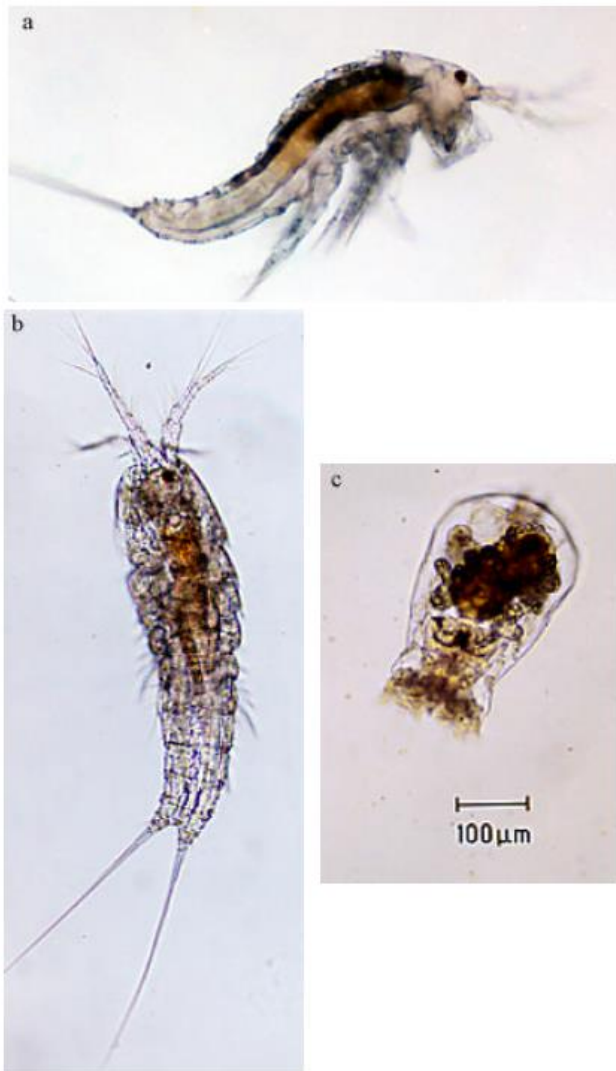


Figure 12. Photomicrographs showing, a & b) the harpacticoid copepod *Pseudosinocalanus* sp. and c) the rotifer, *Brachionus* sp., which may invade copepod cultures.

✘ Παράσιτα καλλιεργείων

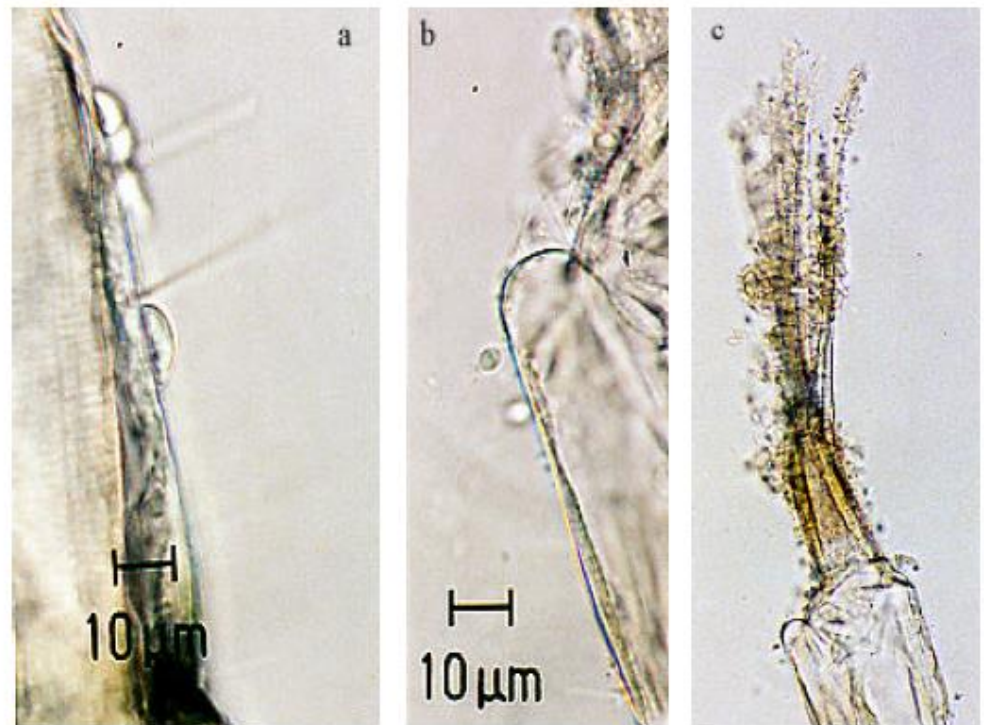
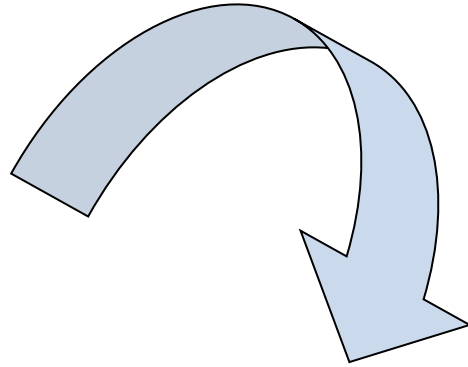


Figure 13. Photomicrographs showing the exoskeleton of adult copepods with infestations of ciliates; a) apostome ciliates, b) stalked peritrichous ciliates, c) severe infestation of stalked ciliates that have accumulated debris.

Καταμέτρηση



πιπέτα (Witeg)



Ελεγχόμενη Παραγωγή Κωπηπόδων /Αρπακτικοειδή

- Μεγέθη 90 - 200 μm .
- Tigriopus japonicus* το πλέον παραγωγικό (100,000 ναυπλίους/lit/ημέρα).
- Ιδιαίτερη φροντίδα στο σύστημα παραγωγής των ναυπλίων (αποκόλληση ωόσακκων).
- Tisbe holothuriae* το πλέον ανθεκτικό. Πλαγκτικοί ναύπλιοι αλλά έντονα φωτοφοβικοί
- Ενήλικα βενθικά, παμφάγα.
- Σημαντικός ο λόγος επιφάνειας/όγκου
- Καθαρίζουν τις δεξαμενές

