CIBA-TM Series 2018 No.11

NFDB sponsored training manual on…..

Seed Production and Farming Technology of Brackishwater Catfish, *Mystus gulio*

2-7 July, 2018

भाकृअनुप ICAR

CIBA
भाकृअनुप - केन्द्रीय खारा जलजीव पालन अनुसंधान संस्थान
ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture

NFDB

KAKDWIP RESEARCH CENTRE
ICAR - CENTRAL INSTITUTE OF BRACKISHWATER AQUACULTURE
Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal- 743347
Tel.: 03210-255072, Fax: 03210-257030
E-mail: krc@ciba.res.in / krckakdwip@yahoo.co.in

Dr. K.K. Vijayan
Director

Dr. T.K. Ghoshal

Dr. Sanjoy Das

Dr. Prem Kumar

Dr. G. Biswas

Ms. Christina L.

Ms. Leesa Priyadarsani

CIBA-TM Series 2018 No.11

NFDB sponsored training manual on…..

Seed Production and Farming Technology of Brackishwater Catfish, *Mystus gulio*

2 - 7 July, 2018

KAKDWIP RESEARCH CENTRE
ICAR - CENTRAL INSTITUTE OF BRACKISHWATER AQUACULTURE
Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal- 743347
Tel.: 03210-255072, Fax: 03210-257030
E-mail: krc@ciba.res.in / krckakdwip@yahoo.co.in

Seed production and farming technology of brackishwater catfish, *Mystus gulio*

Published By

Dr. K.K. Vijayan, *Director, ICAR-CIBA, Chennai*

Course Coordinator

Dr. Prem Kumar, *Scientist, KRC of ICAR-CIBA*

Course Co-coordinators

Dr. T.K. Ghoshal, *Principal Scientist and Officer-in-Charge, KRC of ICAR-CIBA*

Dr. Sanjoy Das, *Principal Scientist, KRC of ICAR-CIBA*

Dr. G. Biswas, *Scientist, KRC of ICAR-CIBA*

Ms. Christina L., *Scientist, KRC of ICAR-CIBA*

Ms. Leesa Priyadarsani, *Scientist, KRC of ICAR-CIBA*

Compiled and edited by

Prem Kumar, G. Biswas, T.K. Ghoshal, Sanjoy Das, L. Christina,
P. Leesa, M. Kailasam and K.K. Vijayan

Bengali translation: G. Biswas, Sanjoy Das and T.K. Ghoshal

Cover design and printing: Ramkrishna Patra

Cite as: Prem Kumar, G. Biswas, T.K. Ghoshal, Sanjoy Das, L. Christina, P. Leesa, M. Kailasam and K. K. Vijayan. 2018. Seed production and farming technology of brackishwater catfish, *Mystus gulio*. Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture. CIBA-TM Series 2018 No. 11, 1 – 168 pp.

Disclaimer

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, recording or otherwise, without the prior written permission of Director, ICAR-CIBA.

The authors and publisher are providing this book and its contents on an “as is” basis and make no representations or warranties of any kind with respect to this book or its contents. In addition, the authors and publisher do not represent or warrant that the information accessible via this book is accurate, complete or current.

Except as specifically stated in this book, neither the authors or publisher, nor any authors, contributors, or other representatives will be liable for damages arising out of or in connection with the use of this book.

CIBA
भाकृअनुप – केन्द्रीय खारा जलजीव पालन अनुसंधान संस्थान
ICAR - CENTRAL INSTITUTE OF BRACKISWATER AQUACULTURE ISO 9001:2008 CERTIFIED www.ciba.res.in
(Indian Council of Agricultural Research, Govt.of India)75, Santhome High Road, Raja Annamalai Puram, Chennai - 6000028, Tamil Nadu, India

डॉ. के.के. विजयन / **DR. K.K. Vijayan**
निर्देशक / **Director**

FORWARD

Aquaculture is one of the primary food sectors for food and socio economic securities of the rural folks and its growth is one of the fastest among food sectors. India, the seventh-largest economy in the world, is the second largest producer of fish and shellfishes from aquaculture. Since its establishment in 1987, ICAR-CIBA has been playing a highly constructive role in development of brackishwater aquaculture in India. It has developed viable technologies on seed production, farming, feeds, disease diagnosis and management of shrimp, fish, and crab. CIBA has developed and commercialized breeding and seed production technology of Asian seabass, *Lates calcarifer*. Thereafter, CIBA made breakthrough in breeding of cobia, *Rachycentrum canadum*, using pond reared broodstock. Breakthrough in captive breeding of marine herbivorous fish, milkfish, *Chanos chanos* in 2015 by CIBA added another feather to development of brackishwater aquaculture in our country. CIBA has also achieved significant breakthrough in captive breeding and seed production technology of spotted scat, pearlspot, orange chromide, crescent perch and brackishwater catfish, *Mystus gulio.* As means of diversification for sustainable aquaculture, Kakdwip Research Centre (KRC) of ICAR-CIBA, Kakdwip, West Bengal has developed a comprehensive technology package for the controlled breeding, larval rearing and farming of brackishwater catfish, *M. gulio.* These technologies developed by ICAR-CIBA will pave way forward for development of brackishwater finfish farming in our country, by addressing the issues of fish seed availability for farming.

ICAR- CIBA takes a lead in organising routine need-based training programmes to train personnel in all aspects of brackishwater aquaculture. During this year, with the funding support of the National Fisheries Development Board (NFDB), Hyderabad, a training on "Seed production and farming technology of brackishwater catfish, *Mystus gulio"* is being organized for 6 days from 2nd July to 7th July 2018. Aim of the current training programme is to train region specific brackishwater farmers, entrepreneurs and officials from state fisheries

CIBA
भाकृअनुप – केन्द्रीय खारा जलजीव पालन अनुसंधान संस्थान
ICAR - CENTRAL INSTITUTE OF BRACKISWATER AQUACULTURE ISO 9001:2008 CERTIFIED www.ciba.res.in
(Indian Council of Agricultural Research, Govt.of India)75, Santhome High Road, Raja Annamalai Puram, Chennai - 6000028, Tamil Nadu, India

department on captive breeding and farming of *M. gulio.* This special publication based on experience of the group involved in *M. gulio* seed production and culture is brought out for the use of trainees and other concerns.

I am extremely thankful to NFDB for the financial support, and congratulate entire team and wish the training programme a grand success

Chennai
28th June, 2018

(K.K. Vijayan)

केन्द्रीय खारा जलजीव पालन अनुसंधान संस्थान (भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद)
#75, संथोम हाई रोड़, राजा अण्णामलैपुरम, चेन्नई–600 028. तमलिनाडु,भारत.
Phone:+91 44 24617523(Direct) EPBX:+91 44 24618817, 24616948,24610565 Fax:+91 44 24610311, Email: director.ciba@icar.gov.in, director@ciba.res.in

काकद्वीप शोध केन्द्र
भाकृअनुप - केन्द्रीय खारा जलजीव पालन अनुसंधान संस्थान
KAKDWIP RESEARCH CENTRE
ICAR - CENTRAL INSTITUTE OF BRACKISHWATER AQUACULTURE ISO 9001:2008 CERTIFIED www.ciba.res.in
(Indian Council of Agricultural Research, Govt. of India), Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal - 743 347

डॉ. प्रेम कुमार / **DR. Prem Kumar**
बैज्ञानिक / **Scientist**

PREFACE

India is bestowed with vast resources of brackishwater along the coastline intercepted with innumerable estuaries and the large brackishwater delta of Sundarban. Diversification to other group of organisms for farming is considered as one of the practical solutions for the sustainability of aquaculture. In this context, Kakdwip Research Centre of ICAR- Central Institute of Brackishwater Aquaculture (CIBA) has developed a comprehensive technology comprising of captive breeding, larval rearing and grow-out culture of the estuarine catfish, *Mystus gulio* in brackishwater systems for region specific demand and market.

Mystus gulio (Ham.) is a commercially important brackishwater catfish locally known as "nuna tengra", which is an important small indigenous fish species (SIS) of the Sundarban delta. It inhabits in shoals in low saline water of estuarine and coastal areas. Availability of this fish from natural water bodies has been reduced due to overexploitation and environmental degradation. The current low availability results in high market demand and price. Moreover, it is an important candidate species for aquaculture diversification because of its hardy nature, delicious taste, excellent nutritional value and high market demand. To meet up this high demand and also to conserve this species, it is essential to develop production system under controlled condition. In this context, Kakdwip Research Centre of ICAR-CIBA is organizing the National Fisheries Development Board (NFDB), Hyderabad sponsored training programme on "Seed production and farming technology of brackishwater catfish, *Mystus gulio"* to popularize backyard hatchery technology of this species.

Place: Kakdwip
Date: 28.06.2018

Prem Kumar. 28.6.18.
(Prem Kumar)

Contents

Sl. No.	Chapter	Page No.
1.	Overview of aquaculture in India with special reference to brackishwater farming of fish and shrimp	1 - 9
2.	Captive Breeding and Seed production of commercially important brackishwater finfishes	10 - 15
3.	Site selection, design and construction of brackishwater aquafarms	16 - 24
4.	Low cost *Mystus gulio* backyard hatchery construction, operation and maintenance	25 - 28
5.	Broodstock development, maturity assessment, induced breeding and larval rearing of *Mystus gulio*	29 - 31
6.	Nursery Rearing, traditional and improved grow-out technology of *Mystus gulio*	32 - 34
7.	Low cost feed preparation and feed management in brackishwater aquaculture	34 - 46
8.	Stock and mass culture of live feed (*Chlorella*, copepods and rotifer) and *Artemia* hatching	47 - 52
9.	Disease Management in Brackishwater Aquaculture System	53 - 65
10.	New approach of *Mystus gulio* farming: polyculture and IMTA	66 - 71
11.	High density culture of catfish in Recirculatory Aquaculture System and cage	72 - 77
12.	Importance of high health feeds in promoting growth and disease resistance in fish culture	78 - 81
13.	Formulated feed for hilsa rearing in monoculture and polyculture system	82 - 87

সূচিপত্র

ক্রমিক সংখ্যা	বিষয়	পৃষ্ঠা নং
১.	ভারতীয় মাছ চাষের পরিপ্রেক্ষিতে নোনা জলের মাছ ও চিংড়ি চাষের গুরুত্ব	৮৮ - ৯৪
২.	বাণিজ্যিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ নোনাজলের মাছের প্রজনন ও চারা উৎপাদন	৯৫ - ৯৯
৩.	নোনাজলের মৎস্য খামার তৈরীর জন্য স্থান নির্বাচন, নক্শা পরিকল্পনা এবং খামার নির্মাণ	১০০ - ১০৫
৪.	কম খরচে নোনা ট্যাংরা হ্যাচারী নির্মাণ, পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণ	১০৬ - ১০৮
৫.	নোনা ট্যাংরার ব্রুডস্টক উৎপাদন, পরিপক্কতা মূল্যায়ণ, প্রণোদিত প্রজনন ও লার্ভা প্রতিপালন	১০৯ - ১১০
৬.	নোনা ট্যাংরা মাছের নার্সারী পালন, চিরাচরিত ও উন্নত চাষ প্রযুক্তি	১১১ - ১১২
৭.	নোনা জলের মাছ ও চিংড়ির স্বল্প মূল্যের খাদ্য প্রস্তুতি ও খাদ্য ব্যবস্থাপনা	১১৩ - ১১৯
৮.	মাছের লার্ভার খাদ্যহিসাবে লাইভ ফিড আর্টেমিয়া নপ্লি উৎপাদন	১২০ - ১২৩
৯.	নোজলের মাছচাষে রোগ প্রতিরোধের জন্য ব্যভস্থাপনা	১২৪ - ১৩৫
১০.	নোনা ট্যাংরা চাষের নতুন অভিমুখ ঃ মিশ্রচাষ ও ইন্টেগ্রেটেড মাল্টিট্রফিক অ্যাকোয়াকালচার	১৩৬ - ১৩৭
১১.	অধিক ঘনত্বে রিসার্কুলেটরি অ্যাকুয়াকালচার ও খাঁচায় ক্যাট ফিসের চাষ	১৩৮ - ১৪২
১২.	বৃদ্ধি ও রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য মাছ চাষে স্বাস্থ্যকর খাদ্যের ব্যবহার	১৪৩ - ১৪৫
১৩.	তৈরি করা খাবার দিয়ে ইলিশ মাছের একক এবং মিশ্র চাষ	১৪৬ - ১৫০
১৪.	নোনা ট্যাংরার প্রজনন ও পোনা উৎপাদন	১৫১ - ১৫৩
১৫.	দেশী মাগুর মাছের প্রজনন ও চাষ	১৫৪ - ১৬৮

Overview of aquaculture in India with special reference to brackishwater farming of fish and shrimp

K.K. Vijayan[1], C.P. Balasubramanian[1], M. Kailasam[1], T.K. Ghoshal[2], G. Biswas[2], L. Christina[2] and Prem Kumar[2]

[1]*ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, 75, Santhome High Road, R.A. Puram, Chennai 600028*

[2]*Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal*

1. Introduction

India is the second most populous country in the world with a total population of 1.21 billion and the overall annual population growth has been at the rate of about 1.41% per annum. The greatest challenge the country faces is to ensure food security of the largely undernourished protein starved population in rural as well as urban areas, especially in the context of declining land resources available for agriculture and animal husbandry. Hence fisheries, mainly aquaculture sector would have to emerge as the savior to meet increased food demand. Indian aquaculture has demonstrated a six and half fold growth over the last two decades. Carp in freshwater and shrimps in brackishwater form the major areas of activity. About 40% of the available 2.36 million hectares of freshwater resources and 13% of a total potential brackishwater resource of 1.24 million hectares is under use at present. In Indian, brackishwater aquaculture is regarded as the ‘sunrise sector’ that is yet to grow and cover the vast 1.2 million ha coastal and 8 million ha of inland salt affected areas, and has a potential to contribute significantly to aquaculture production. Brackishwater farming in India is an age-old traditional system confined mainly to the 'bheries' (manmade impoundments in coastal wetlands) of West Bengal, ‘gheris’ in Odisha,'pokkali' (salt resistant deep water paddy) fields in Kerala, ‘khar lands’ in Karnataka and ‘khazans’ in Goa coasts. These systems have been sustaining production of 500–750 kg/ha/year with shrimp contributing 20–25% with no additional input, except that of trapping the naturally bred juvenile fish and shrimp seed during tidal influx. Commercial shrimp farming in India started gaining roots only during the mid-eighties. The boom period of commercial-scale shrimp culture started in 1990 and the bust came in 1995-96, with the outbreak of viral disease. Later with the advent of bio-secured closed culture technology using better management practices, shrimp farming started to regain its lost glory during early years of this century. This system involves no water exchange; disinfection of pond by chlorination, use of PCR tested disease free hatchery produced seeds, strict feeding schedule, use of pre and probiotics and proper pond and shrimp health management. Following this method farmers are getting production at the range of 4-6 ton/ ha. However, the sustainability of shrimp farming has been threatened by uncontrollable viral diseases. Therefore, to ensure sustainability of brackishwater

aquaculture, diversification of culture systems involving various species could be a practical alternative. Since its establishment in 1987, ICAR-CIBA has developed several innovative technologies which have been adopted by farmers to attain sustainable brackishwater aquaculture development.

2. Development and contribution of brackishwater aquaculture to India's economy

As early as 1911 James Hornell suggested the development of salt water fish farming in Madras Presidency which led to establishment of marine fish farm near Tuticorin by utilising few lagoons in the area and stocking mullets and sand whiting (*Mugil spp.* and *Sillago sp.*). Establishment of Narrakal fish farm at Kochi during 1940-42 symbolised brackishwater fish farming (mullets and milk fish) on a larger scale. Similarly Ayiramthengu fish farm adjoining Kayalkulam lake in Kerala was a significant initial step in the development of the culture of brackishwater fish (pearlspot, mullets and milkfish). Another major milestone in the development of brackishwater aquaculture in our country was the initiation of All India Coordinated Project (AICRP) on brackishwater fish farming by ICAR in 1973 resulting in the development of many finfish and shrimp farming technologies. Despite all these efforts brackishwater aquaculture has been largely synonymous with shrimp aquaculture owing to the high export potential of peanaeid shrimps. The early 1990's was characterised by a boom in unregulated shrimp farming activities and this however faced a set-back due to the disease outbreak (white spot syndrome, WSS) which continues to pose a major challenge to the shrimp farming sector even today. India, the seventh-largest economy in the world, is the second largest producer of fish and shellfishes from aquaculture. There was an all-time high of seafood exports in quantity (10, 51, 243 ton), value (INR 33,442 crore) in 2014-15. Among the items, frozen shrimp continued to be the major commodity in term of value (INR 22,468 crore) accounting 67% of the total earnings. Contribution of shrimp produced mainly from brackishwater aquaculture was more than 70% by value. The increasing trend of production (53% in 2012-13, 64% in 2013-14 and 67% in 2014-15 by value) was primarily due to the contribution of *P. vannamei* farming in major shrimp farming states like Andhra Pradesh, Tamil Nadu, West Bengal and Gujarat.

Since its establishment in 1987, ICAR-CIBA has developed viable technologies on seed production, farming, nutrition, disease diagnosis and management of shrimp, fish, and crab. Efforts are being continued to bring the unutilized resources such as salt affected areas of Haryana, Punjab and Rajasthan under scientific farming to maintain growth of the sector and achieve sustainability.

3. Farming technology of crustaceans and fish in brackishwater

3.1 Seed production and farming of crustaceans

3.1.1 Penaeus indicus

Indian white shrimp, *Penaeus indicus* has been a high-valued commercial species in Indian waters. It has been widely fished throughout the Indo- Pacific, and aquaculture potential of this species has been well recognized as early as 1970s. In India, hatchery technology and initial trials on the domestication was carried out before 1980s. However, when shrimp farming has become popularized in 1990s, the priority of this species has been overlooked and attention has been shifted to giant tiger shrimp, *P. monodon,* possibly due to the farmers' preference on the success of south Asian model of shrimp farming development.

Life cycle and hatchery production: Life cycle of *P. indicus* is that of typical penaeid shrimp. The adults live and breed in the sea, larval development takes place in the sea and post larvae migrate to the estuaries and coastal lagoons. Eggs hatch into nauplii and it metamorphoses to post larvae through protozoea (zoea) and mysis. Estuarine habitats provide shelter and food, and animals migrate back to the sea once it reaches the sub adult stage. The maximum size recorded for females of this species in the sea is 230 mm (total length) and 100 g (body weight) and for males 189 mm (total length) and 55 g (body weight). Hatchery technology of this species is similar to that of *P. monodon* at the hatchery larval survival up to post larvae from nauplius is about 60%. ICAR-CMFRI has already developed a technology for small and medium scale development of hatchery technology for the *P. indicus.* Recently, CIBA has revisited the research and development activities carried out in *P. indicus,* and commercial level performance at hatchery level and farm level were evaluated.

Performance in grow-out production system: Growth and production performance are the important criteria for the candid ate species for aquaculture. The tiger shrimp, *P. monodon,* received huge popularity due to its higher growth performance; this species attains 25-30 g within 120 to 130 days. The growth and production performance of *P. indicus* is comparable or even slightly better to the pre-domesticated *P. vannamei*. For example, *P. indicus* attained 18.4 g within 114 days at a stocking density of 30 shrimps/m^2, whereas *P. vannamei* took 147 days to reach similar body weight even at low stocking density of 12 shrimps/m^2. Similarly the gross production was higher in the case of *P. indicus*. Moreover this species is highly amenable to culture under high stocking densities and high production of about 16-18 t/year has been reported in early 1990s. This species is an ideal species for growth improvement through selective breeding and could be an alternative for the exotic American shrimp, *P. vannamei.*

Potential advantages of developing selectively bred *P. indicus* are multifold:

- As *P. indicus* is native species, all the quarantine measures to import *P. vannamei* could be avoided or minimized.
- *P. indicus* is not a natural host of many emerging diseases, and it is comparatively easy to develop disease free stock.
- In India, four distinct genetic populations of *P. indicus* have been recognized, and it

indicates the potential for genetically distinct population and scope for genetic improvement.

- As *P. indicus* is native to India it may exhibit greater tolerance and better growth than *P. vannamei*
- This species is a strong osmoregulator and can be cultivated under wide range of salinity conditions.

3.1.2. Penaeus merguinesis

Banana shrimp, *P. merguinesis,* has attracted the attention of aquaculture community as a potential species for aquaculture in India and several Asian countries. Morphology of this species is similar to *P. indicus,* however, it grows larger than *P. indicus.* In wild, females grow up to 240 mm (total length) and 120 g (body weight), and males grow up to 195 mm (TL) and 60 g (BW). The commercial availability of this species is restricted to North West to the Karwar coast and to the Odisha coast north of Chilka lagoon. In Andaman & Nicobar Islands this species completely replaces the *P. indicus.*

Life cycle and hatchery production: Life cycle of *P. merguinesis* is similar to *P. indicus.* Hatchery technology of this species has been standardized by CIBA, and this species can reach full ovarian maturation under captivity. Further it can mature and spawn without eye stalk ablation. Thus, hatchery production could be independent from the wild stock, indicating the potential for the domestication and selective breeding program.

Production performance: On-station studies conducted by CIBA in low saline and zero-water exchange ponds indicated the potential for the development of aquaculture. The species attains commercial size within 130 days with an average production of ~1000 kg at a stocking density of 20 number/ m^2. On the contrary to the popular belief of *P. merguinesis* as 'disappearing species', the study showed a reasonably high survival of 50%. This specie s requires less protein diet and amenable for high density culture.

3.1.3. Penaeus japonicus

Kurum a shrimp, *Penaeus japonicus,* is the first penaeid species whose life cycle has successfully closed. It is one of the most costly and luxurious food item in most of the top Japanese restaurant s. This species is widely distributed in Indo-west Pacific from the coast of east Africa and red se to Fiji and japan. In India, it is found in stray catches except in Maharashtra where there is a minor ·seasonal fishery during June to September. Although the species has a typical life history of penaied, the migration of post larvae to less saline estuarine habitat is unlikely. The maximum size recorded in India is 235 mm (total length) and 100 g (body weight) for females and 200 mm (total length) and 70 g (body weight) for males.

Hatchery production: ICAR-CIBA has developed a successful hatchery technology for *P.*

japonicus, and the species was successfully domesticated. Successful genetic improvement program of this species has been achieved in Australia and Japan. Although growth of this species is found to be lower than species such as *P. monodon* and *P. vannamei,* the niche market in Japan provides ample opportunity for *P. japonicus.* Farming of this species for live export market in Australia has become one of the most successful aquaculture industries.

3.1.4. Mud crab *(Scylla serrata)*

Mud crab has emerged as a new species of aquaculture owing to their high market value. Although four mud crab species are so far recognized, only two species are reported from Indian waters: *Scylla serrata* and *S. olivacea*. The maximum size of *S. serrata* so far recorded in the wild is 240 mm (carapace width) and 2. 8 kg (body weight) and *S. olivacea* is 181 mm (carapace width) and 0.83 kg (body weight). Mud crab possesses almost all requirements for a viable aquaculture candidate species, like high market price, rapid growth, simple feed, and less stringent environmental requirements.

Life cycle and hatchery production: *Scylla serrata* is closely linked to the estuarine and mangrove habitats, and market size and reproductive females are frequently obtained from these habitats. However, the early larval phase has not been recorded from the estuarine mangrove habitats. Hatchery production of *Scylla* has been standardized recently although the survival at the hatchery phase is below 5%. Separate nursery phase is crucial for the mud crab aquaculture, and at nursery phase survival is above 50%.

Production performance: Aquaculture of this species needs long rearing period (10-12 month s; below 1 g to above 500 g). This long culture period hinders the production efficiency, survival rate, and moreover, farmers are reluctant to adopt this farming as it take long period for obtaining revenue. In order to circumvent these issues and optimize the economy, a three tire modular farming system (multi- phased culture system), comprising a three months nursery rearing, and four months of mid grow-out and three months of final grow-out system, has been developed by CIBA. Forty six percent of juveniles were survived after three month s of rearing with an average body weight of 84.8 g and 280 kg/ha production. In the mid grow-out phase, nursery reared juveniles are reared at a stocking density 0.1 crab per sq. m and reared for three months. The harvest weight was 270 g with a production of 1110 kg/ha. The final grow-out was for three months with a very low stocking density (0.01 crab/ m^2) with 80% survival and a production of 1168 kg/ha. Mud crab is also found to be better option for polyculture with finfishes, and productivity of the mud crab in polyculture pond is about 2500 kg/ha.

Some farmers are practicing crab fattening in the coastal districts of West Bengal with considerable success. Survival of 70-80% is generally achieved after 20-30 days of fattening operation. With the intervention of ICAR-CIBA, some progressive farmers in Kakdwip and Namkhana block, West Bengal have started crab monoculture with 1-2 ton/ha production

with wild seed of *Scylla olivacea* and hatchery produced seeds of *S. serratae*, in polyculture, some compatible fish like, *Mystus gulio*, *Liza parsia* and *Mugil cephalus* are also co-cultured with crab to earn additional profit. Recently, CIBA has developed the multi-tier farming technology of crab and brackishwater fish by adopting co-culture of crab in box and fish in net cage and open water.

3.2 Finfish aquaculture

3.2.1 *Seed production technology*

The important brackishwater finfish species of food value include Asian seabass *Lates calcarifer* (Bloch, 1790), grey mullet *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, milkfish *Chanos chanos* (Forsskal, 1775), pearlspot *Etroplus suratensis* (Bloch 1790) and *Mystus gulio* (Hamilton, 1822). In the year 1997, a significant milestone achieved with respect to brackishwater finfish aquaculture in our country was the successful breeding of Asian seabass in captivity at the Central Institute of Brackishwater Aquaculture which in the course of events led to the establishment of the first brackishwater/ marine finfish hatchery of our country located at CIBA, Chennai. The controlled breeding and seed production of cobia, (*Rachycentron canadum*) was developed by CMFRI and CIBA (2012-13). Recently CIBA has developed captive breeding technology of milkfish, *Chanos chanos*. In addition to this an avenue has come by successful captive breeding and seed production technology of spotted scat (*Scatophagus argus*), pearl spot (*Etroplus suratensis*) and brackishwater catfish, *Mystus gulio.*

3.2.2. *Farming technology of seabass*

Monoculture of Asian seabass is in practice in some pockets where cheap trash fish is available in plenty. Seabass seeds are stocked @ 10,000 – 15,000/ ha in well prepared culture ponds. In this system the stock is totally raised on supplementary feed. Stocked fishes are fed with minced flesh of cheaper trash fishes collected from landing centers. As seabass does not feed at the pond bottom the chopped trash fish is broadcasted slowly twice a day. Feed is provided ad libitum at not more than 100% of total biomass and gradually decreased to 10% at the last phase of culture. In this method, after a culture period of 8–10 months seabass attain average size of 800 g with a survival rate of 60–70% and a production of 2.5-4 ton/ ha is achieved. Polyculture of Asian seabass following 'predator-prey culture' system using tilapia as prey material has also been tried with considerable success. In this system fishes can grow similar to trash fish feeding system if sufficient prey fishes are available. The seed production technology developed by CIBA has already been commercialized and the feed technology (CIBA Bhetki AHAAR) is ready for commercialization. Cage culture of seabass has been carried out on an experimental basis by different research organisations in open seas or pond systems. Scientific farming of brackishwater finfishes is a new intervention for brackishwater aquaculture development with immense potentiality. CIBA has also developed

monoculture and poly-farming of milkfish which is being demonstrated in West Bengal, Andhra Pradesh and Kerala.

3.2.3 Polyculture and low cost polyculture feed

KRC of ICAR-CIBA standardize polyculture practices with indigenous brackishwater fish and shrimp, where use of low cost farm made feed with locally available feed ingredients, helped the polyculture a sustainable and economically rewarding activity. This successful model of polyculture has been disseminated among the farmers of the Sundarbans, West Bengal, India paving the way for its wide adoption in the region. In this technology, six species polyculture with different stocking densities, *Liza Parsia* (5000/ha), *Liza tade* (5000/ha), *Mugil cephalus* (2500/ha), *Scatophagus argus* (2500/ha), *Mystus gulio* (30000/ha) and *Penaeus monodon* (2500/ha), resulted 4764 kg/ha production using low cost farm made feed (Indian rupee, INR 25.32/ kg, USD-0.41/kg) having FCR of 1.36, in 325 days of culture period.

3.3 Diversified farming system

3.3.1 Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA)/ Brackishwater integrated farming systems (BIFS)

IMTA is a farming practice which combines cultivation of fed aquaculture species (e.g., finfish/shrimp) with organic extractive aquaculture species (e.g., shellfish/herbivorous fish) and inorganic extractive aquaculture species (e.g., seaweed/ seagrass) in the appropriate proportions to create balanced systems for environmental sustainability, economic stability and social acceptability. The IMTA concept is very flexible and can be land-based (pond/RAS) or open-water systems (cage/pen), brackishwater or marine system. IMTA is well recognized as a mitigation approach against the excess nutrients/ organic matter generated by intensive aquaculture activities especially in brackishwaters, since it incorporates species from different trophic positions or nutritional levels in the same systems. In addition, it is also relevant to implementation of the Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA) that is propagated and conceptualized by FAO. Sometimes the more general term ‘integrated aquaculture’ is used to describe IMTA. The terms ‘IMTA’ and ‘integrated aquaculture’ differ primarily in their degree of descriptiveness. The aim is to increase long term sustainability and profitability for the cultivation unit, as the waste of one crop is converted into fertilizer, food and energy for the other crops, which can in turn be sold in market. Understanding its potentiality and sustainable nature, all the stakeholders of coastal and marine aquaculture should be encouraged to promote it. Recently, ICAR-CIBA has conducted experiments and demonstration to popularize IMTA. When comparing with the monoculture system, the productivity of IMTA system was higher than control: 3250 kg/ha (IMTA) versus 2000 kg/ha (shrimp monoculture). Further, income and benefit-cost ratio was found to be higher in IMTA.

3.3.2 Low volume cage culture

The production of high value fishes such as seabass has been promising option for the diversification of aquaculture as well as the diversification of rural livelihood. This is particularly true for the development of cages in the brackishwater where investment for cages is lower when compared to marine. Recently CIBA has signed MoU with farmers and self-help group of Kerla for development of low volume cage culture in natural brackishwater ecosystems. This form of culture system provides an opportunity to land-less farmers to involve in the culture of high valued brackishwater fish, and it will optimize the use of public water bodies.

3.3.3 Organic aquaculture

Today, the demand in the importing countries for high quality safe shrimps/fish/crab and other food raised in an ecofriendly manner adopting good management practices has become an essential prerequisite for Indian seafood export. Brackishwater area available in India for shrimp farming offers good potential for organic farming. This includes the vast traditional prawn filtration fields located in West Bengal and Kerala. The traditional type of prawn filtration system is highly environment-friendly as they use no chemicals, drugs or antibiotics. Organic aquaculture ensures that the farming activity is in harmony with the nature, with due care for the good health and welfare of the cultured organisms. Organic products have become very popular of late due to the rising awareness in health and food safety. There is a growing demand for organic products in the global market, especially in Europe, USA, Japan, China etc. A trial towards organic farming of tiger shrimp was carried out by ICAR-CIBA at KRC, West Bengal and Kerala and it showed promising result with better profitability.

3.3.4. Biofloc-based farming system

The principle of biofloc technology is based on manipulation of carbon: nitrogen ratio (C:N ratio) and for brackishwater shrimp aquaculture C:N ratio of 10:1 is stated to be optimum. The biofloc is heterogenous mixture of bacteria, algae, protozoa, zooplankton, food particles and dead cells with bacteria being the dominated component. The cultured shrimp often use the floc particles as their feed. For management of C:N ratio, carbohydrate is applied externally by different source including molasses, rice flour, wheat flour, tapioca powder, rice bran, wheat bran, etc. In presence of higher carbohydrate, the heterotrophic bacteria utilizes ammonia to produce biofloc and thus reducing the level of free ammonia in the water. So, the chances of ammonia toxicity are reduced. This culture system improves the growth rate of cultured shrimp and fish. Apart from these, biofloc based system reduces the feed requirement leading to reduction of input cost and it also lowers the possibility of diseases. Research work carried out at CIBA showed that biofloc improved the growth rate of juvenile and adult *Penaeus monodon* by 29 and 12.6%, respectively over the control.

However, this type of production system produces high level of turbidity, which increases the need of aeration. The dissolved oxygen (DO) level should strictly be monitored regularly and the aeration should be done round the clock (24 hours a day) particularly at the end of the culture period.

3.3.5 Periphyton supported farming

Artificial substrates for periphyton development have been widely used in fresh water aquaculture, particularly in carps, tilapia and giant fresh water prawn to augment fish production. Similarly, promising result in terms of growth, survival and production was observed with periphyton in brackishwater penaeid shrimp, *Penaeus monodon* and *Litopenaeus vannamei*. Like biofloc, periphyton is also a heterogenous mixture of biota including bacteria, fungi, phytoplankton, zooplankton, benthic organisms, detritus, etc. But unlike biofloc-based system, here the mixture of biota is generally attached to any submerged surface such as bamboo stick, plastic sheet, polyvinyl chloride (PVC) pipe, ceramic tile, fibrous scrubber, etc. Periphyton-based system also increases the aquaculture production and develops the resistances to different diseases by augmentation of immune response. Work carried out at Kakdwip Research Centre of ICAR-CIBA reported 17.9% gain in production and 22.3% reduction in FCR compared to conventional culture in case of *P. monodon*. The submerged substrates added into the aquatic system improve the water quality and consumption of microbes and algal community present over submerged substrates enhances the growth of penaeid shrimp by providing natural food.

3.4 Brackishwater ornamental fish culture

Ornamental fishes have an excellent domestic as well as export markets. Brackishwater ornamental fishes, like spotted scat (*Scatophagus argus*), moony fish (*Monodactylus argenteus*), crescent perch (*Terapon jarbua*), green chromide (*Etroplus suratensis*), orange chromide, *E. maculatus*, Loaches (*Botia* spp), and Eels (*Anguilla* spp), which are available in maritime states have good acceptance in ornamental fish market. A new avenue has been made by the successful breeding and seed production of spotted scat, perch and pearl spot by ICAR-CIBA.

4. Way forward

Development of eco-friendly and cost-effective culture technologies targeting small-scale farmers is the need of the hour. Some steps towards brackishwater aquaculture development are extension of culture to inland saline areas, bringing more areas under culture, species diversification from existing shrimp to fishes etc. Adequate availability of quality fish seeds will also help in expansion of culture. Development and adoption of improved farming technologies like recirculatory aquaculture system (RAS), improved polyculture, integrated multi trophic aquaculture (IMTA) will contribute to acceptability of brackishwater aquaculture as environment-friendly venture.

Captive Breeding and Seed production of commercially important brackishwater finfishes

M. Kailasam[1], M. Makesh[1], S.N. Sethi[1], G. Biswas[2], Krishna Sukumaran[1], Prem Kumar[2], Aritra Bera[1], Babita Mandal[1]

[1]*ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, 75, Santhome High Road, R.A. Puram, Chennai 600028*

[2]*Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal*

Introduction

India is endowed with vast areas of brackishwater aquaculture resources amounting to 1.2 million ha, this is beside the 1.24 million ha salt affected soils in coastal areas and 1.71 million ha inland saline soils, only a fraction of which is currently utilised (over 1.15 lakh ha). These figures highlight the potential and scope for the development of brackishwater aquaculture in our country. In India, brackishwater aquaculture is mostly reliant on shrimp farming. This is not sustainable as there is a high risk for the sector when it relies on a single species. This highlights the necessity of diversification of species and culture systems for sustainable brackishwater aquaculture development with respect to the multiple indigenous brackishwater finfish, crustacean, mollusc and seaweed species of our country.

The single most critical factor for the success of the finfish aquaculture venture is the availability of sufficient quality seed for stocking in aquaculture systems. The current practice of dependence on natural sources for quality seed in case of some of the species is not sustainable. In the long run, collection of wild seed will deplete the natural fishery resources. Majority of the economically important brackishwater finfishes do not naturally breed in captivity even though these fish may attain gonadal maturity. Hence, it is imperative to go for induced breeding either by hormonal or environmental manipulation techniques. The first record of artificial spawning was first achieved in in striped mullet in Italy in 1930. Use of exogenous hormones to induce fish to spawn in captivity was started in Brazil in 1932. Compared to the advancement made in the breeding and seed production of freshwater fishes, the technology development in brackishwater fishes often lags far behind. The reasons for this may be attributed to the unavailability of good infrastructure for the development of captive broodstock and lack of technical expertise. This chapter is aimed at giving a holistic view on the captive breeding and seed production of commercially important brackishwater finfishes of our country.

Broodfish Selection

Broodstock of finfish can be obtained either from wild or from those raised in captivity. One of the problems faced in induced breeding is the variations may occur in the gonadal development among individual fish both in the wild and in the broodstock developed in captivity. Success of induced breeding depends upon the selection of the recipient fish at

the proper stage of the gonad development. Generally, a number of factors are considered for broodfish selection, these include fullness of belly, colour and state of swelling of genital opening such as protruding pinkish/reddish, genital papilla, softness and resilience of the belly (in females), roughness of pectoral fins, presence of hard tubercles (in males) etc. However, many of these parameters may not absolutely reliable. For example, enlargement of belly can be due to presence of food in the intestine and stomach. The more reliable method to ensure assess the maturity of females is through ovarian biopsy taking a sample of the ova using a catheter and to examine them under microscope. The mature ova will have round shape and non-adhesive. The average ova diameter has to be determined and this is used a critical parameter during the selection of females for induced spawning. In the case of males, maturity is ascertained by applying pressure on either side of the belly. In the case of fish in mature condition, milt will be flowing through the genital opening on application of gentle pressure.

Determination of sex for exogenous hormone administration

Seabass is protandrous in nature. Asian seabass in the size range of 1.5 to 3.0 kg are males and as they attain a size of 3.5 to 4.0 kg, majority of them undergo sex change and become females. So, the size of the fish is commonly used for the identification of the sexes. Otherwise sexual dimorphism is not well marked and sex can be determined accurately only when they are in the mature stage. In mature males, milt will be extruding on application of pressure on the abdomen. Females can be identified from the comparatively big soft round belly with pinkish genital papilla. In fully mature female, eggs will be even visible when the abdomen is pressed. There are some other minor identification marks. In males the snout is slightly curved while that of the female is straight. The scales near the cloaca of males are thicker than the scales in females during the spawning season. The body of males is comparatively slender compared to females. In the case of other fishes like cobia and mullet, females appear with bulged soft belly with genital papilla. Males will be oozing while pressing the abdomen in both the species and this is also the case with milkfish.

Methods used in Captive Breeding of Finfish

There are three methods by which fertilized eggs are obtained and seed production is done. They are i) artificial fertilization by striping of mature females and males, ii) induced breeding by reproductive hormone administration and iii) breeding by environmental manipulation.

i) Artificial fertilization by striping

In this method spawners are obtained from wild during the natural breeding season. In seabass breeding is related to lunar cycle. Breeding occurs before midnight during high tide. Even though the fish breeds both during the new moon and full moon phases, quality of eggs released during full moon phase is better and the number of eggs released also will be more. Fishes caught during full moon and new moon phases and during high tide are examined for maturity. Both males and females that are in oozing stage can be striped and fertilized artificially. In oozing females the diameter of the eggs will be around 0.7 to 0.8 mm with

large oil globule. The eggs will be almost transparent. The ripe eggs will scatter individually whereas unripe eggs tend to group together in water. In water having salinity 28–30 ppt the ripe eggs will float.

For easy handling the selected females and males are anaesthetized. Eggs and milt are stripped into a dry clean tray and mixed thoroughly with a feather. After 1–2 minutes, fresh clean seawater of salinity around 30 ppt is added to keep all eggs floating and mixed well for 2–3 minutes. Then the eggs are washed 3 to 4 times using a strain to remove all mucus and other tissues. Thereafter the fertilized eggs are distributed to incubation tanks.

ii) Environmental manipulation

This technique is usually followed in broodstock developed in captivity. About a month prior to the spawning season, the mature females and males are transferred to spawning tanks at a density of 1 kg/ m^3. The salinity of the broodstock tank and spawning tank should be same. After 2-3 days when the fish got acclimatized to the spawning tank conditions, the salinity of the water is reduced to around 24 ppt. The fishes are maintained in this condition for about a week and then the salinity is gradually increased to 30-32 ppt by daily water exchange over a period of 10 days. This increasing of salinity simulates the condition similar to that of the migration of the fish from low saline feeding ground in the brackishwater to the high saline spawning ground in the sea and stimulates breeding.

On the a full moon/new moon day, the water level is reduced to about 30 cm during noon time and the water temperature is allowed to go up to above 30^0C. By dusk fresh sea water is added to the spawning tank to simulate the rising tide conditions and simultaneously water temperature also declines to around 27^0C. The fish that is in right stage and good condition will spawn in the same night or during the subsequent night. The fish would continue to spawn for 3-5 days after the first spawning provided the environmental factors remain conducive. Seabass being an intermittent spawner releases eggs in batches; the same spawner will continue to spawn during full moon or new moon for the next 4-5 months. The fish that have not spawned can be subjected to induced spawning by hormone administration.

iii) Induced Spawning

Asian seabass, *Lates calcarifer*

Seabass does not spawn in the broodstock tanks normally. Administration of reproductive hormones becomes necessary for inducing them to spawn. Human Chorionic Gonadotropin (hCG), Puberogen, Pregnyl and Luteinizing Hormone–Releasing Hormone analogue (LHRH-a) are the main reliable synthetic hormones that are used for induced breeding.

The fishes that have to be induced are transferred from broodstock tanks to pre-spawning tank 2 months before the breeding season. These fishes are checked at fortnightly intervals to assess the maturity condition. The maturity of females is examined by taking out a sample of the eggs using a polyethylene cannula of 1.2 mm diameter. To avoid any handling stress, the fish is anaesthetized before the eggs sample is taken. Otherwise the head

of the fish is inserted in a loose perforated plastic hood. The hood will extend up to the middle of the body. The fish is kept upside down keeping the head in water and the cannula is inserted into the oviduct. Since seabass releases 3-4 batches of eggs during the spawning process at definite intervals, it is clear that all the eggs in the ovary will not be in the same stage of maturity. Since the eggs in the posterior end of the ovary will get released first they will be in a more advanced stage of maturity compared to the eggs in the anterior region. Hence it is essential that the eggs in the posterior end are sampled while examining the maturity condition by inserting the cannula for a distance of 3-4 cm from the cloaca. The other end of the cannula is held in the mouth of the operator and the eggs are aspirated into the tube by the operator. When the eggs enters the cannula, the cannula is slowly withdrawn and empty the eggs slowly by the operator to a clear petri dish containing clean seawater and the diameter of the eggs are measured under a microscope using an ocular micrometer. Mature eggs get scattered around once it is transferred to a petri dish having water. Females that are having eggs of 0.4-0.5 mm average diameter can be given hormone treatment for induced breeding. Males with oozing milt are taken for breeding.

At ICAR-CIBA, Chennai, des–Gly 10 (D-Ala 6) luteinizing hormone releasing hormone ethylamide acetate salt (LHRH-A) hormone is used for the induced breeding of seabass. Breeding is normally taken up on new moon or full moon nights. Female and male breeders are selected in the ratio 1:2 in the broodstock tanks and transferred to the hatchery. Their total length and weight are recorded and also ascertained that they are in good health condition. LHRH-A is administered to females and males @ 60–70 µg/kg body weight and 30–40 µg/kg body weight respectively and transferred to the spawning tank. Water salinity 30–32 ppt was found to be optimum for spawning. The breeders should be free from disturbances like excess noise and human movements. They spawn after 30–36 h of hormone administration. The spawning may continue for a week releasing 3–4 batches of eggs.

Grey mullet, *Mugil cephalus*

In the case of grey mullet *Mugil cephalus*, the first maturity can be observed in 2-3 years old fish. In natural condition, mullet maturation and spawning are noticed during October to January in the east coast of India and during June-July in the west coast. Longer darker period and low temperature are directly linked with the maturation of *M. cephalus*. Females with initial oocyte diameter of 600 µm and oozing males can be selected for induction of spawning through hormonal manipulation. Carp Pituitary Extracts and LHRHa @ 20mg/ kg and 200 µg/ kg body weight, respectively are used as priming and resolving doses for spawning. After ovulation, stripping of ovulated eggs is common practice followed. The stripped eggs are fertilized by mixing with milt obtained from males using bird feather by dry method. The floating fertilized eggs can be stocked in the incubation tanks for hatching. The newly hatched mullet larvae can be stocked in the larval rearing tanks to grow them to fry size in the hatchery

Milkfish, *Chanos chanos*

Milkfish mature in seawater at the age of 5-6 years. However, broodfishes with age of 6 plus years are usually selected for breeding purposes. Milkfish require higher temperature and longer day period for maturation, which is usually coincide with summer period. Milkfish can be bred through LHRHa hormone treatment @50 µg/ kg body weight either with pellet implantation and intramuscular injection. The hormone treated milkfish spawn spontaneously in the tanks and fertilized eggs are pelagic and float in the water. The fertilized eggs hatch out between 22-24 hours of incubation period and the newly hatched larvae can be stocked in the larval rearing tanks for fry rearing.

Cobia, *Rachcentron canadum*

Cobia is one of the most preferred marine fishes in the cages because of its rapid growth rate. The fish can grow 4-6 kg in one year under ideal condition in the cages. It can be cultured in deeper ponds with good water exchange. Cobia tolerates the salinity range from 15 to 35 ppt. It is widely farmed in Vietnam, Mexico, USA, Taiwan, China and other South East Asian countries.

CIBA has also successfully produced cobia seed using broodstock maintained in small ponds. Female fish with ova diameter above 650 µm and males with oozing milt were administered with HCG @ 300 IU/ kg for females and half the dose for males. After 30-36 h duration of the hormonal administration, spontaneous spawning of the fish was observed Fertilised eggs were transferred to incubation tanks and hatching was observed after 20-22 h. The larvae were then transferred to rearing tanks and fed with rotifers from day 3 onwards till 6^{th} day after which Artemia nauplii was introduced for a period of 13 days. The larvae weaned to inert formulated feed from 14^{th} day were totally conditioned to formulated feed by 18^{th} day. Over a period of 30 days, the fish attained 10-12 cm.

Pearlspot *Etroplus suratensis*

Pearlspot is an economically important food fish and ornamental fish fetching a market price of Rs. 250-500 per kg. Pearlspot aquaculture is constrained by inadequate availability of seeds for stocking in culture systems. Unlike most economically important brackishwater fish which rely on a hatchery based seed production, seed production for pearlspot can be carried out at farm sites also. Pearlspot seed production through MSPS and hapas and its nursery rearing are standardised by ICAR-CIBA.

Breeding trials of pearlspot breeding were conducted in one ton rectangular plastic tanks provided with a continuous water flow using a biofilter facility. Each tank was provided with a small plastic tub filled with clay soil to facilitate breeding. Each breeding tank was stocked with 4 mature brooders (total length>160 mm) and fed with pellet feed twice a day @ 2-3% body weight. Pairing in the tanks could be observed within 2-3 days of stocking and the paired fish were observed to occupy the soil filled plastic container provided. The aggressive behaviour was observed to centre on this container and the breeding pair was seen to actively chase other approaching fishes from it. The aggressive behaviour increased towards the

approach of breeding, even leading to the mortality of the remaining fish. Towards breeding the fish were observed to clean a small patch at the sides of the soil filled container. The first breeding was noticed after 24 days of stocking. The eggs were seen to be attached to the sides of the plastic container and the brood fish were observed to take turns in defending the eggs. The larval clutch observed at the bottom of the soil filled container was separated for larval rearing. Pearlspot larvae collected from the tanks have been reared using alternate live feeds, rotifer *Brachionus plicatilis*, *Artemia* nauplii and by co-feeding with commercial larval diets. On an average, by this method, an approximate seed production of up to 1000 fry (2.0 cm size) per tank and per month can be obtained in 30 days period and annual total production of up to 10000 seed may be expected from a breeding pair annually.

Seed production is also easily done through net cages. Brooders are maintained in small cages on commercial fish feed. Small net cages/ hapas are being used (dimensions, 1×0.75×1 m). These are fixed by casurina poles. Clay soil in small plastic tubs is suspended at 0.5 m depth from a cross-fixed casurina pole. Just above the soil surface 1-2 ceramic tiles are suspended to facilitate egg attachment. Each cage was stocked with 3-4 brooders (TL> 150 mm) and preferably with one fish having reddish and enlarged genital papillae (indicative of readiness for breeding). Efforts at pair formation are usually observed a few hours after release of fish within cages. Gradually the dominant pair occupies the soil container and territorial defence centred on the plastic tub is also observed. The aggressive behaviour of the fish increases towards breeding and thereafter continues as a defence for protecting eggs and larvae. Nest formation was observed in the course of the breeding behaviour by mouth siphoning of the soil which led to formation of small pits within the soil containers. Hatchlings can be collected from pit nets in cage and subsequent larval rearing was practiced, following this method a seed production of 1000-1500 seed per cage could be observed. If larval rearing facilities are unavailable; seed production trials can be conducted by allowing seed to be reared within cage system with parental care. An average production between 1500-3000 number of seed (avg. length: 28.11±1.49 mm; avg. wt: 0.66±0.04 g) can be observed per cage within 2-2.5 months.

Conclusion

Major constraint in mullet culture is inadequate availability of seeds. The natural seed availability has become uncertain and sporadic now-a-days. Breeding and seed production of mullets are yet to be achieved in India. Concerted effort on breeding and seed production has been made by ICAR-CIBA since almost two decades and the institute has attained success in breeding a few of the commercially important brackishwater finfishes, few other species are at different levels standardisation.

Site selection, design and construction of brackishwater aquafarms

Gouranga Biswas

Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal

1.1. Introduction

India is bestowed with 1.2 million ha potential area for development of brackishwater aquaculture and only 15–16% of the area has so far been brought under culture. With good number of candidate species like shrimps, crabs and finfishes available in the country, there is a vast scope for development of brackishwater aquaculture. However, level of intensification and lack of awareness about the management practices has attributed to the disease outbreak and severe economic losses to the brackishwater aquaculture industry. Moreover, improper site selection, lack of good layout plan and design and faulty construction of farm result in various environmental issues like salinization of agricultural lands and drinking water, destruction and conversion of ecologically sensitive mangrove areas etc. Therefore, besides technological aspects of the culture, the environmental and socio-economical aspects need to be considered before finalizing the site for brackishwater farms.

1.2. Site selection

Selection of a suitable site is the first and foremost step in the design and construction of an aquafarm. A mistake made during site selection may result in higher cost of construction and culture operation, and create environmental problems as well. A suitable site provides optimum conditions for the growth of species cultured at the targeted production level, given an effective pond design and support facilities. Proper guidelines are to be followed for integrating coastal aquaculture with the local environment and social settings. The following factors are to be considered in order to select a best possible site for brackishwater aquaculture.

1.2.1. Main factors

1.2.1.1. Topography and tidal amplitude

Topography refers to changes in the surface elevation of natural ground, i.e. whether the ground is flat, sloping, undulating or hilly. The best area for brackishwater ponds is where the ground is leveled (flat) or there is a slight slope between 0.5–1.0% and not > 2%. It should be rectangular/ square shaped flat areas near brackishwater sources like creek, rivers, canals etc. and there may be natural ground elevation of 1–3 m above MSL having no or minimum vegetation. Preference should be given for gravity flow of water to facilitate easy pond bottom drying and proper water exchange. Excessive undulating topography should be avoided as it increases cost of construction.

Average tidal amplitude of 1.5–2.0 m is ideal for brackishwater farms. Sites having tidal fluctuation > 4 m and < 1 m should be avoided as it can cause difficulty in water filling and drainage. The site should be minimum 50 m away from creek to avoid soil erosion.

1.2.1.2. Type of soil and its quality

Soil is one of the most important components of a brackishwater culture system. Soil quality should be analyzed for pH, permeability, bearing capacity, nutrient status and heavy metal content. Permeability or water retention capacity of soil depends on the soil texture. A soil permeability of $< 5 \times 10^{-6}$ m/sec is desirable. Clayey loam soil is ideal for brackishwater farms as it has low permeability and high fertility. Clayey loam contains textural components like sand: 20–45%, silt: 15–23% and clay: 27–40%. Area containing sandy soil should be avoided as it causes seepage and salinization problems. Soil with pH below 5 and high concentration of heavy metals should be avoided. Also, soil containing organic matter layer > 0.6 m is unsuitable. Again the area affected with acid sulphate soils (pH 2.5–5.0) should be rejected. The desirable soil parameters are as follows:

Sl. No.	Parameter	Optimum range
1.	pH	6.5–7.5
2.	Organic Carbon	1.5–2.5%
3.	Calcium Carbonate	> 5%
4.	Available Nitrogen	50–70 mg/ 100 g soil
5.	Available Phosphorus	4–6 mg/ 100 g soil
6.	Electrical Conductivity	> 4 µmhos/ cm

1.2.1.3. Water source and its quality

Good quality and adequate amount of brackishwater should be available throughout the culture period. The water source could be from brackishwater creeks/canal, lagoons or backwaters. The quality of the water available in the site has a strong influence on the success of the shrimp/ fish farm. Water quality parameters like pH, salinity, and dissolved oxygen and the presence of heavy metals should be ascertained. The water source should be free from any industrial or agricultural pollution. Wide fluctuation in salinity and pH is detrimental to the cultured animals.

Sl. No.	Water quality parameters	Ideal range
1.	Temperature(^{0}C)	28–33
2.	pH	7.5–8.5
3.	Salinity(ppt)	15–25
4.	Dissolved oxygen (ppm)	> 5
5.	Transparency (cm)	25–45
6.	Total alkalinity (ppm)	80–200
7.	Nitrite-N (ppm)	< 0.01
8.	Nitrate-N (ppm)	< 0.03
9.	Ammonia-N (ppm)	< 0.01
10.	Mercury (ppm)	< 0.001
11.	Cadmium (ppm)	< 0.01
12.	Chromium, Copper, Zinc (ppm)	< 0.1

1.2.2. Other miscellaneous factors

The following factors need to be considered before selecting a site:

i) Environmental (Meteorological) factors for climatic conditions, storms, etc.
ii) Accessibility of the site
iii) Socio-economic conditions of the locality
iv) Pollution problems
v) Availability of seed from vicinity
vi) Availability of freshwater and power supply
vii) Transportation and marketing facilities of the farm produce
viii) Social and political factors
ix) Technical guidance

1.3. Design of brackishwater aquafarms

To make functionally efficient and economically viable fish farm there should be sound design following scientific and engineering aspects. Brackishwater aquafarms are classified into 3 groups as follows:

1.3.1. Tide-fed farms

Tide-fed farms are best suited for traditional extensive systems. It is suitable at places where mean spring tide ranges in between 1.3–2.0 m. Invariably tide-fed aquafarms require only one water channel, i.e. feeder channel-cum-drainage channel. There should be a main sluice gate to control the flow of water in the farm. Every pond of the farm needs individual sluice for water exchange. This type of farm is expensive on investment but economical in operation.

1.3.2. Pump-fed farms

Pump-fed farms are best suited for semi-intensive and intensive systems. Pump-fed farms generally have separate water channel and drainage channel. It also requires a storage-cum-sedimentation tank (reservoir) and an efficient pumping unit. It does not require big main sluice gate. It is suitable at places where tidal amplitude is either very high (> 2 m) or low (< 0.8 m). This type of farm is economical on investment but expensive in operation.

1.3.3. Tide-cum-pump fed farms

The places where tidal water is available only during some months, tide-cum-pump fed farms are suitable. A site having mean spring tide range between 0.8 to 1.3 m with ground levels at about low spring tide levels is suitable for this farm. It requires main sluice gate and individual pond sluices like in the case of tide-fed farm. In addition pumping unit is required for supplying the water during the shortage of water. The tide-cum-pump fed farm is expensive on whole because of heavy investment and operation.

1.3.4. Orientation of the farm

Overall total shape of the farm area should be more squarish than oblong to minimize the cost on peripheral dyke. Cost of construction of squarish pond is cheaper than the rectangular pond.

1.3.5. Design and construction of dike

1.3.5.1. Types of dike

There are two types of dike-

i) Periphery dike: It is the protective cover to the whole farm. Pond size, high flood level, slope of pond bottom, vehicular load etc. are important factors to be considered in the design.

ii) Internal dike (Secondary dike): It is the partition between two ponds. Water depth for culture plays an important role in the design of an internal dike.

1.3.5.2. Cross sectional area and quantity of earth for a dike

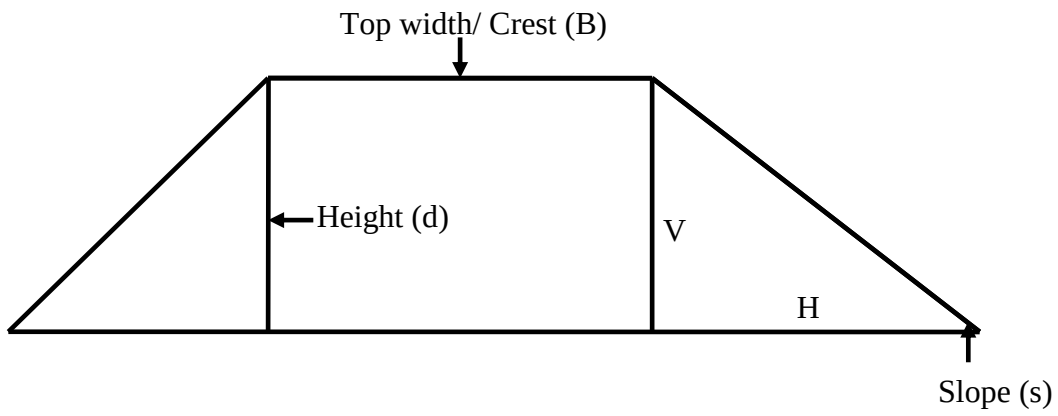
Cross sectional area (trapezoidal) of a dike is calculated by using following formula-

$A = Bd + Sd^2$

Where, B= Width of dike (Crest)

d= Depth

S= Slope (H:V)



C/S Area= $Bd+Sd^2$

Here, slope=1:1

Fig. - Cross section of a dike

Total quantity of earth (Q) for a dike can be calculated as-

$Q = L \times A$

Where, L = Length of a dike

A = Cross sectional area

1.3.5.3. Free board

Free board is provided as a safety factor to prevent overtopping of dike. Free board is defined as the vertical distance between crest after settlement and the surface of water level in the pond at its design depth. It is maintained as minimum of 0.6 m for periphery dike and 0.3 m for internal dike.

1.3.5.4. Side slope

Side slope of pond dike depends mainly on soil texture and prevailing site conditions. Flatter slope provides more stability. Ideal slope is 1.5:1 to 2:1 (H:V).

1.3.5.5. Top width

The top width or crest of dike depends on the height of dike and its purpose. It generally varies from 1.5 to 2.5 m. When the dike is used as a roadway, minimum 3.7 m top width is provided.

1.3.5.6. Dike protection

Dike is constructed by putting earth layers of not more than 30 cm soil with proper compaction and consolidation of each layer. Slopes of dike should be lined with suitable lining materials, like stone pitching, brick tiling, concrete slabs, lime concrete mixtures, polymer based chemicals, etc. to prevent soil erosion.

1.3.6. Layout and design of ponds

As per Coastal Aquaculture Authority (CAA) guidelines, 60% of total farm area should be water spread, rest 40% for other purposes. There are two types of ponds based on mode of construction-

i) Embankment pond: It is also called as watershed pond. It is constructed by erecting a dam/ levee/ dike around a small water course.

ii) Excavated pond: It is constructed by digging trenches in the ground and building dike around it.

1.3.6.1. Shape, size and depth of ponds

Pond shape may be rectangular/ square, but rectangular is preferred for fish culture. For rectangular pond the ratio of length and breadth should be 1.5:1 to 2:1 (L:B). Square shaped pond for shrimp culture provides better uniform aeration. Pond size may be 0.5–1.0 ha for better management point of view. Pond depth depends mainly on the species to be cultured, topography of the area and the climatic conditions.

Sl. No.	Species to be cultured	Pond depth (m)
1.	Shrimp	1.2–1.8
2.	Fish	1.5–2.0

1.3.6.2. Types of pond

Based on the culture operation there are three types of pond-

i) Nursery ponds: 10–15% of total water spread area is kept for nursery ponds with size 0.05–0.1 ha for fish and 0.5 ha for shrimp with 0.8–1.0 m depth.

ii) Stocking/ grow-out ponds: About 60–65% of total productive area is kept for grow-out ponds with 0.5–1.0 ha size. These ponds should have one inlet and one outlet placed diagonally. Corners of the ponds are made round and smooth for better circulation of water and to prevent soil erosion in the corners.

iii) Bio-ponds/ Effluent treatment ponds (ETP): As per CAA guidelines, 10% of the water area is to be converted into ETP when the farm area is > 5 ha and this pond can be used for secondary fish culture.

1.3.6.3. Berm

A berm is step like structure constructed between dike base and top. It mainly helps in preventing soil erosion from dike. It also helps in easy netting operation.

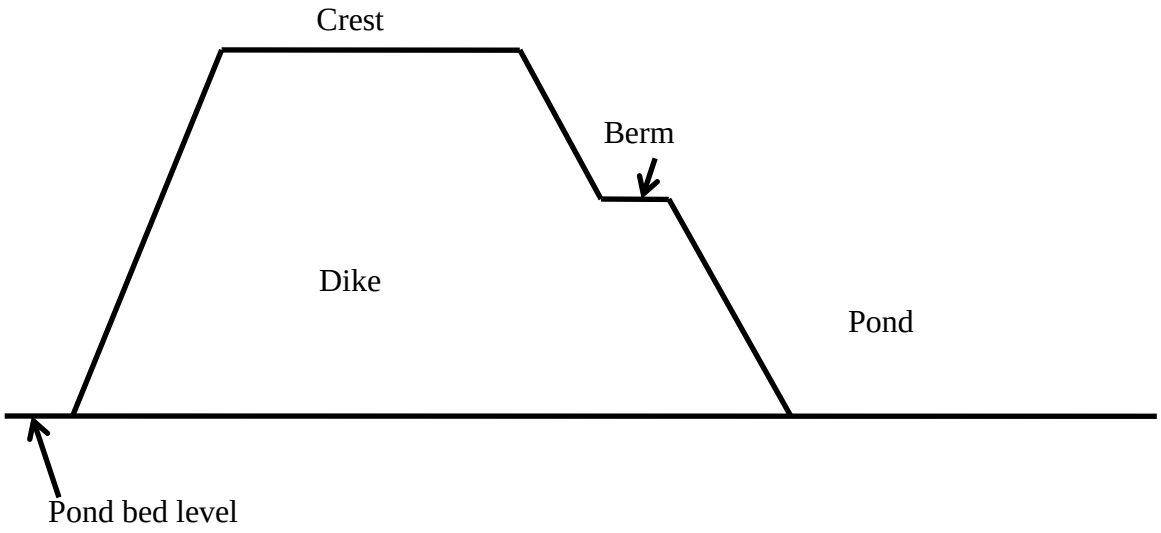


Fig. - Berm

1.3.7. Water intake and supply system

Design of water intake and supply canal depends on the daily water requirement. Depending on the soil quality, earthen/ stone pitched/ concrete canal can be designed. PVC pipes (10–12 inch dia) can be used for the water supply system. While designing sluice gate it is essential to consider tidal fluctuation in order to ensure effective control of water flow to fill the ponds within 4–6 hours. Sluice gates are classified in to main sluice gate and secondary gates. Main sluice gates are situated at the periphery dike and secondary gates are in the individual ponds. Wooden shutters are used to regulate the entry and exit of water flow into the ponds. The coarse and fine meshed screens are used in the outlet sluice gate to prevent the entry of unwanted organisms. Separate inlets and outlets should be constructed and must be diagonally placed for proper drainage.

Main sluice gate

Secondary sluice gates

1.3.8. Drainage systems

1.3.8.1. Outlets

Outlet sluice constructed on the dike opposite to inlet point is used for water drainage from pond. It may be rectangular masonry monk type with provisions of nylon screens and wooden plank shutters to drain water completely from pond to drainage canal. Slope from inlet to outlet is kept as 1:1000.

1.3.8.2. Drainage canal

Earthen or lined drainage canals with a minimum bed width of 0.3 m and bed slope of 1:1500 (V:H) should be 0.3 m below pond bottom level and 0.3 m above the lowest low tide level (LLTL) at the end of canal.

1.4. Construction of farm

Farm construction requires proper planning, careful supervision and skilled workmanship. The sequence of operations followed in farm construction is mentioned below.

i) Land clearing: There are three types of land clearing methods- manual, mechanical and chemical clearing
ii) Land marking: Dry white powder is used to mark the positions of dikes, channels, ponds etc. to be constructed.
iii) Excavation: Either manually or mechanically
iv) Construction of dikes and sluices
v) Construction of ponds
vi) Construction of water channels and drainage units
vii) Lining of dike slopes: With stone pitching/ brick pitching/ cement concrete lining/ stone slab lining/ polyethylene paper lining/ growing grass, etc.
viii) Office, lab, store room, etc.
ix) Construction of residence, watchman shed etc.

1.5. CAA guidelines for construction of brackishwater aquafarms

i) Mangroves, agri lands, saltpans, sanctuaries, etc. should not be converted into brackishwater farms.

ii) The farm should be 100 m away from a village with < 500 population, 300 m away from a village with > 500 people and 2 km from towns, heritage areas.
iii) It should be 100 m away from drinking water source.
iv) The farm should not be located across natural drainage canals/ flood drain.
v) Traditional activities like fishing should not be interfered while using creeks, canals, etc.
vi) Space between two adjacent farms: 20 m for small farms, 100–150 m for bigger farms.
vii) Farm should be minimum 50–100 m away from the nearest agri land.
viii) Water spread area of farm should not exceed 60%, rest 40% for other purposes.
ix) Areas with many farms should be avoided.

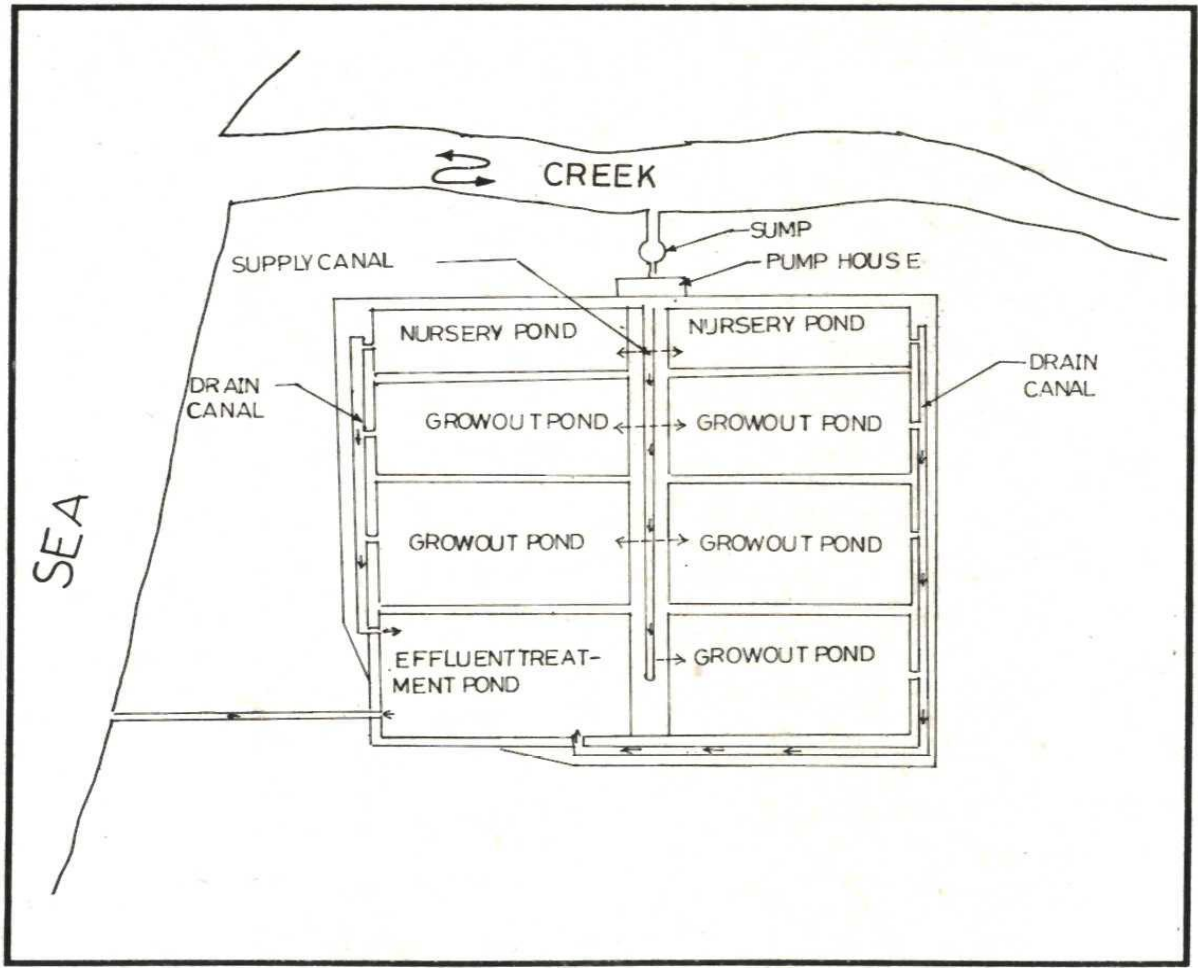


Fig. 1. Layout of a brackishwater farm
(Source: CIBA Extension Bulletin)

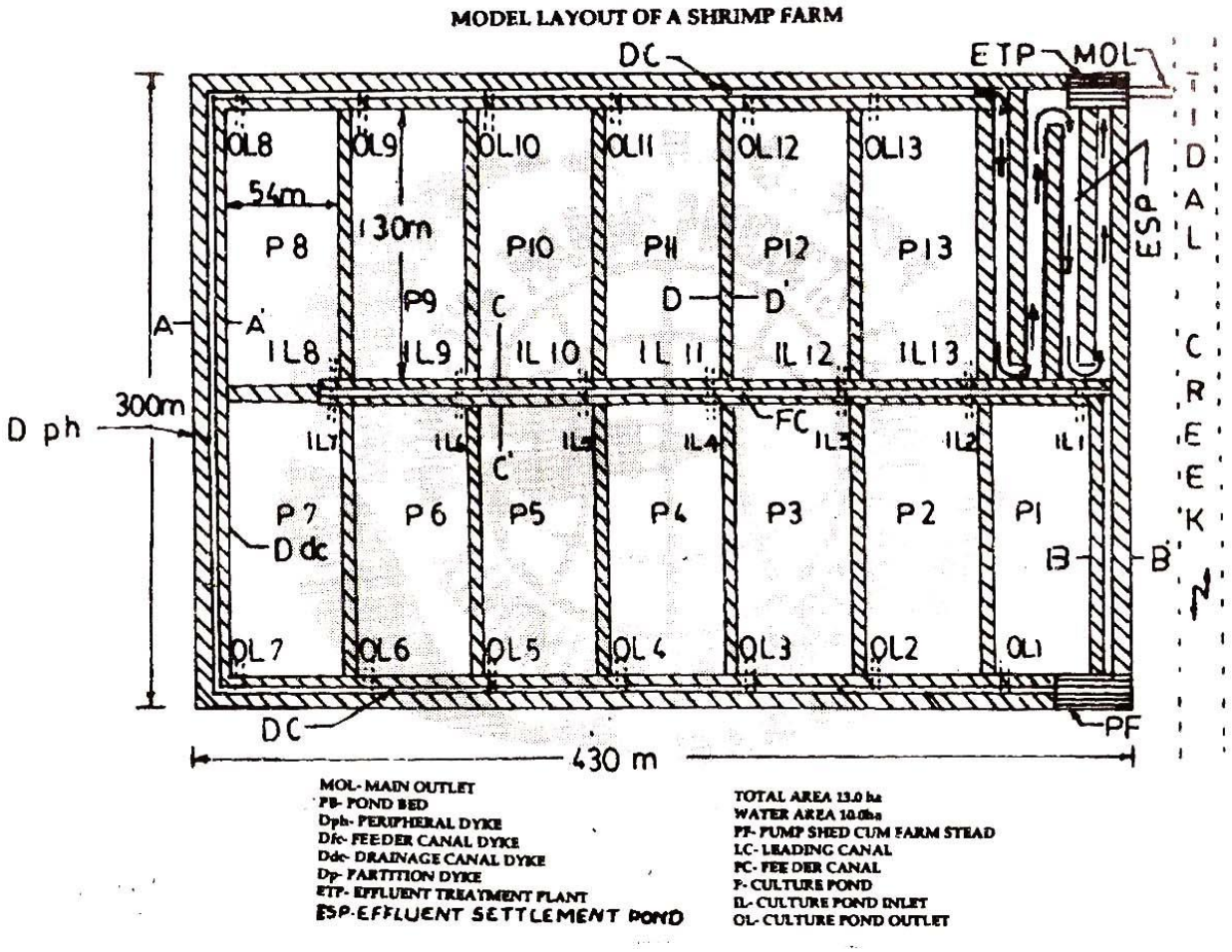


Fig. 2. Model layout of a shrimp farm (Source: MPDEA)

Low cost *Mystus gulio* backyard hatchery construction, operation and maintenance

Prem Kumar

Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal

Mystus gulio (Ham.) is a commercially important brackishwater catfish locally known as "nuna tengra", which is an important small indigenous fish species (SIS) of the Sundarban delta. Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture has developed a comprehensive technology comprising of breeding, larval rearing and grow-out culture of this fish in brackishwater system.

1. Backyard hatchery design and construction

Design and operation of nona tengra, *Mystus gulio* backyard hatchery to produce a total of 1.0 lakh 30-day old fry in 6 months of operation. This backyard hatchery will be very much useful for small and marginal farmers. Total land area required for backyard hatchery will be around 1000 m^2.

1.1. Water intake system:

Intertidal bore well or tidal water from canal will be ideal for hatchery operation. Water having salinity of 5-20 ppt is suitable for breeding of *M. gulio*. Other water quality such as temperature, dissolve oxygen, total hardness, alkalinity and ammonia should be in range of 22-26^{0}C, 5-8 ppm, 1000-2000 ppm, 150-200 ppm and less than 0.05 ppm respectively..

1.2. Reservoir tank:

Water must be pumped in reservoir tank having capacity of 10,000 L. Water must be chlorinated with bleaching powder to the strength of 50 ppm and de-chlorinated before use. Reservoir tank made of cement will be cost effective.

1.3. Electric water pumps:

A 0.5 HP electric water pump will be used to set Recirculatory Aquaculture System (RAS) in breeding tank. One more pump having capacity of 1 HP will be used for water pumping in reservoir tank and from reservoir tank to breeding tanks.

1.4. Over head tank /syntax tank (1000 L, 1 no.):

Required to store water to maintain flow through in larval rearing section.

1.5. Broodstock pond:

Earthen pond having area of 200-250 m^2 is ideal for maintenance of broodstock, which can hold 500 number of brooders (50- 250 g). Holding brooders in smaller pond will

facilitate easier handling of brooders. Two months prior to breeding season, brooders should be fed with liver or high protein diet (35%) two times a day @5% of biomass.

1.6. Breeding tanks:

A total of four FRP or cement tanks (200 to 500 L) will be connected to each other with PVC pipe at top and bottom. A central drainage in each tank will be arrange separately, which will help in tank cleaning.

1.7. Incubation cum larval rearing tanks:

A total of twelve FRP or cement tanks or glass aquarium (100 L) will be required to carry out the incubation cum larval rearing. Flow through will be arranged in all the tanks from overhead tank. Maintaining water flow will increase larval survival.

1.8. Advance larval rearing:

Further larval rearing may be done in cement tanks or FRP tanks (1000-1500 L, 6 no.) or small earthen ponds (50 m^2) or net cage hapa (2×1×1 m). Larval rearing in pond need pre-stocking management such as bleaching, liming, fertilization etc. to improve the productivity of nursery pond.

1.9. Live feed unit:

To improve the survival of larvae supplementary feeding is essential from 2^{nd} days after hatching. Combination of algae and *Artemia* nauplii feeding is essential. Four times feeding with the nauplii @ 3000 no./ L is essential. Optimum larval density during advance rearing should be 25 no./L. Therefore, algal mass culture unit and *Artemia* hatching unit are essential.

1.10. Aeration system:

Potable air blower (1 no.) is required for breeding and larval rearing tanks.

1.11. Power supply:

A minimum of 4 to 6 h electric power supply is required to pump water and run RAS system.

2. Hatchery operation and maintenance

2.1. Broodstock collection and rearing: 2 months prior to start of operation

2.2. Maturity assessment and prophylactic: Formaldehyde treatments @ 5 ppm to brooders to avoid ectoparasites.

2.3. Hormone injection:

Either pituitary gland extract, LHRHa, Ovaprim can be used. Dose of hormone depends on maturity stages and size of brooder. Generally LHRHa is given @ 60 µg/ 100 g to female and half the dose to male.

2.4. Latency period:

This is time gap between injection and spawning, which varied from 8-24 h. Gonad acting hormone latency period in less than brain acting hormone.

2.5. Egg collection and incubation:

Egg collector, made up of a bunch of nylon fibres (each bunch consists of 500 strips of 15 cm long nylon fibre) was kept submerged in the breeding tanks. This is to collect fertilized eggs which are sticky in nature.

2.6. Incubation period:

Egg collectors are treated with iodophore (5 ppm) and transferred to incubation tanks. Incubation period is time gape between fertilization and hatching of live embryo. In *M. gulio* it varied from 15-18 h, depends on water temperature. Here water flow is maintained to keep eggs healthy.

2.7. Egg hatching and larval rearing:

Fertilized eggs hatch out after an incubation period of 15-18 h. After hatching egg collector are removed and after 2^{nd} days of hatching larvae are fed with *Artemia* nauplii.

2.8. Nursery rearing:

Started from days 8 and end at 30^{th} days.

2.9. Packing and transportation of live larvae:

A total of 500 30 days old fry are transported in 10 L water oxygen packed system for 12-16 h.

3. Economics of *M. gulio* seed production

Economics of Nuna tengra, *Mystus gulio* backyard hatchery to produce 1.00 lakh, 30-day old fry in six months of breeding season

Cost			
1	**Fixed cost**	**Description and rate**	**Cost (in Rs.)**
	Pump	0.5 HP and 1.0 HP electric water pump	5000
	Overhead tank	1000 L	10000
	Mini Blower, aeration pipe etc.	Aeration system	4000
	Broodstock holding pond (250 m^2) on lease		1000
	Breeding unit	FRP or cement tanks (200 to 500 L; 4 nos.)	10000
	Live feed unit	FRP or cement tanks 500 L (2 nos.)	5000
	Incubation unit	FRP tanks/plastic tub/ glass aquarium, 100 L (12 nos.)	6000
	Larval rearing unit	FRP or cement tanks, 1000-1500 L (6-8 nos.)	20000
	Total fixed cost (A)		**61000**

2	**Operational cost**		
	Broodstock fish	Total broodstock required: 5 kg @ Rs. 350/-	1750
	Electricity/ diesel	Operation of pump and blower @ Rs.2000/- for 6 months	12000
	Inducing agents and chemicals		8000
	Artemia cyst	Each month ½ can, 3 can @ Rs. 6000/-	18000
	Larval feed	Starter crumble feed (35% protein) one bag (kg)	2400
3	**Total operational cost (B)**		**42150**
	Depreciation (C)	20% of fixed cost	11000
4	**Total cost of production= B+C; (D)**		**53150**
	Annual production (Six months production, total of 24 breeding cycles) At minimum of 40% survival, 5000 seeds/ pair (1 female and 2 males)/ breeding cycle Total seed produced in a month (four breeding trial) 20000.00		
	Total seed produced in a year (6-month breeding, total 24 breeding cycles, using 24 females and 48 males)	24 breeding cycles× 5000 nos.= 120000 no. (approx.: 100000)	
	Revenue / Return		
5	**Sale price @ Rs.1/ 30-day old fry**		100000
6	**Gross return (E)**		**100000**
7	**Net return** (E-D)		46850
8	Operating ratio or Benefit cost ratio (E/D)		1.88

Broodstock development, maturity assessment, induced breeding and larval rearing of *Mystus gulio*

Prem Kumar

Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal

Introduction

Mystus gulio (Ham.) is a commercially important brackishwater catfish locally known as "nona tengra", which is an important small indigenous fish species (SIS) of the Sundarban delta. It is distributed along the shores of Bangladesh, India, Sri Lanka, Indonesia, Vietnam, Myanmar, Pakistan, Java, Thailand, and Malay. In India, it is widely distributed in the coastal states of Andhra Pradesh, West Bengal, Gujarat, Karnataka, Kerala, Maharashtra, Orissa, and Tamil Nadu. They inhibit in shoals in low saline water of estuarine and coastal areas. In natural water bodies, they feed on organic matters and small crustaceans. The best salinity for its farming is 5-12 ppt, where it attains a maximum size of 30 cm (250 g) in a year; however, they can thrive also in 1-2 ppt of salinity. Availability of this fish from natural water bodies has been reduced due to overexploitation and environmental degradation. The current low availability results in high market demand and price. Moreover, it is an important candidate species for aquaculture diversification because of its hardy nature, delicious taste, excellent nutritional value and high market demand. To meet up this high demand and also to conserve this species, it is essential to develop production system under controlled condition. In this context, Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture has developed a comprehensive technology comprising of captive breeding, larval rearing and grow-out culture of this fish in brackishwater system.

Broodstock development and management

One month old fry (15-20 mm) collected from wild may be developed as brooder in 6-8 months with high quality diet (trash fish or liver). However brooder will be of smaller in size (50-70 g) and the fecundity will be low (5000-8000). To get potential sizable brooder fish has to reared for a year, in which it will attain the size of more than 100 g. It is also advisable to collect wild adult (>50 g) during month of February to March that is before the onset of peak spawning season (May-August) and reared in small earthen pond (1000 m^2) at the density of 2/ m^2. During broodstock development fish should be fed with high protein pellet diet (30% protein, 8% lipid) and/or liver @3% of biomass. Physico-chemical parameters of the pond water, such as salinity, temperature, pH, alkalinity and dissolved oxygen should be 5-20 ppt, 29 ± 1^0C, 7.5-8.0; 144 -150 ppm, 5-8 ppm, respectively.

During breeding season potential broodstock may be selected from broodstock pond and kept in net cage for easy availability. Mature brooders are stocked at a density of 10 number/m^2 in net cage (2×1×1 m) fixed in a brackishwater pond. Broodstock fish need to fed with fresh chopped chicken liver to the satiation once daily.

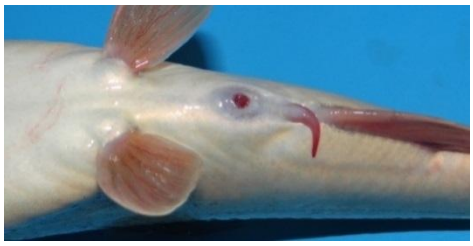
Induced breeding

Selection of mature broodstock

After 3-4 months of broodstock rearing, matured male and matured female fish in a sex ratio of 2:1 is selected during the first week of May. Maturities of the females are staged by obtaining *in vivo* biopsy of ovary using a polyethylene cannula (2 mm diameter). Female having oocytes with average diameter of more than 900 µm are selected for induced breeding trial. Other ways to assess the maturity of female is through swollen belly, reddish open vent and round bulge anal opening. Mature male having elongated papillae with pink or red tip are selected for induced breeding.

Sex differentiation

Male and female sex was distinguished based on the presence of pointed genital papilla, and soft swollen abdomen with round vent, respectively.



Male

Female

Prophylactic treatments

Selected breeders are treated with a 50-ppm formalin bath for 3 min to remove unidentified external parasites and then transferred to breeding tank fitted with water circulatory system.

Egg collection

As *M. gulio* fertilized eggs are adhesive in nature therefore it is essential to use egg collector. Egg collector, made up of a bunch of nylon fibers (each bunch consists of 500 strips of 15 cm long nylon fibre) was kept submerged in the breeding tanks. It is advisable to completely fill the breeding tank with submersible egg collector; this is to avoid the loss of fertilized eggs.

Sex ratio, hormone dose and injection

After selection, males and females in the sex ratio of 2:1 are acclimatised in breeding tank water for 2-3 h. In breeding tank, round the clock aeration and water flow are maintained. For induction of spawning any of the inducing agents such as human chorionic gonadotropin (HCG), LHRHa, pituitary gland extracts (PGE) or commercial inducing agents may be used. Dose of HCG, LHRHa and PGE are 10,000 IU, 35 µg and 10 mg per Kg of female. Half the dose of female is administered to male. Hormone dose depends on maturity

stages of *M. gulio*. Hormone is injected into the dorsal musculature of fish adjacent to the first dorsal spine. Injection is generally given after noon.

Hormone injection

Spawning, egg incubation and embryonic development

M. gulio spawned after the latency period of 10-12 h. The latency period is the time gap between hormone injection and the first appearance of spawned eggs. *M. gulio* fertilized eggs covered by a gelatinous material that gives adhesive properties to eggs. Fertilized eggs are transparent, adhesive, demersal, and spherical in shape, whereas unfertilized eggs are white in colour. The *M. gulio* egg yolk is devoid of structural lipids visible as droplets / oil globules. After spawning, flow through is switched off, and the egg collector containing the sticky eggs are transferred to incubation tank. It is a low fecund fish and total fecundity ranges from 25000 to 150000 eggs, which depends on the size of the female.

Incubation and hatching

Incubation tanks are arranged well in advance. After 3-4 h of spawning egg collectors are collected and transferred to incubation tanks (1000 L) fitted with aeration. Eggs started hatching after an incubation period of 17:30 h, at ambient temperature of 28^0C. Incubation period is temperature dependant, which may vary from 14-18 h. Newly hatched larvae measured 2.17±0.29 mm in total length, with large yolk sac without oil globule. The newly hatched larvae were inactive and remained attached to the side and bottom of tank. After 6-12 of hatching, egg collectors are removed.

Larval rearing

To avoid the handling stress and mortality, hatching tanks are used as larval rearing tank. Egg collectors are removed 6-12 h after hatching. After 24 h post hatching (hph), larval rearing tanks are inoculated with *Chlorella spp.* at a density of $1\text{-}5\times10^3$ cells/ mL. After two days post-hatching (dph), larvae were fed with freshly hatched *Artemia spp.* nauplii measuring 150- 175 µm in width and 500-580 µm in total length. Optimum larval stocking density is 25 no./ L. Larvae are fed with *Artemia* nauplii at the density of 3000 no./ L for four times in a day for initial 7 days. *Artemia* nauplii and crumbled feed from 8 dph and exclusively with crumbled feed from 15 dph. In 30-35 dph, fry attain 48-50 mm size and cost of production for one fry varied from 30-40 Paise only.

Nursery Rearing, traditional and improved grow-out technology of *Mystus gulio*

Gouranga Biswas

Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal

Mystus gulio is partly marine, euryhaline and suitable for culture in both fresh and brackishwater environments. After the hatchery phase, the yolk-absorbed larvae require to be reared in nursery ponds or cages before stocking to culture pond. This nursery phase is important to obtain better growth and survival in grow-out pond. However, naturally occurring *M. gulio* seeds are widely cultured in the paddy fields and brackishwater areas of West Bengal and Odisha, and in sewage-fed brackishwater system of West Bengal. Moreover, this is a suitable species for polyculture with other fishes.

Nursery Rearing

Nursery rearing of yolk-absorbed spawns of *M. gulio* seems to be a critical phase due to switching over from planktonic feeding habit to other feed. Various pond trials showed that 5-7 days old larvae reared at 200-250 no./m^2 can reach 0.5-1.0 g size with survival up to 90% in 30-45 days. Nursery ponds should be fertilized periodically and provided with supplementary feed prepared with finely powdered mustard cake, rice bran and fish meal. In our centre, a nursery rearing trial was recently conducted with 10-day old fry (0.01-0.02 g/ 8-11 mm) in net cages (hapa: 2×1×1 m) at three stocking densities, 500, 750 and 1000 no./ hapa. Fry were fed twice a day @ 10 to 4% of body weight with KRC formulated larval diet (CP 30%, CF 6%; Price: Rs. 30/ kg). After 60 days, fry attained significantly higher growth of 1.31±0.28 and 1.35±0.37 g at 500 and 750 no./hapa densities, respectively compared to that (1.26±0.36 g) of 1000 no./hapa group. However, survival was significantly higher (48.0±1.1%) at the lowest density with lowest number of shooter emergence (3.8%). Therefore, low density rearing (500 no./ hapa) of *M. gulio* fry is recommended in net cage system. However, further endeavour is needed to improve the survival.

Traditional culture

Traditional culture practices depend completely on the natural tidal entry of seed, food and water exchange. Furthermore, traditional systems are often characterized by polyculture with fish or by rotation with rice as practiced in *bheries* of West Bengal and *pokkalis* of Kerala. In this culture system, low lying areas near brackishwater rivers and creeks are encircled by peripheral dyke and tidal water is allowed to enter the impoundment along with natural seeds of various species of shrimps, crabs and fishes. Water is retained with periodical exchanges during lunar cycles and the animals are allowed to grow. After 3–4 months harvesting is initiated partially during lunar cycles. Productivity in this system ranges

between 500–750 kg/ ha of which about 30% is constituted by prawns/ shrimps and 70% by fishes including *M. gulio* as one of the species.

Monoculture

This species can be stocked for monoculture in ponds. In brackishwater *bhery*, it can grow up to 80 g when stocked at 1 no./m^2 in an year. However, high density rearing with a commercial pellet feed (30% crude protein) at the rate of 4 to 6% of estimated biomass daily at densities of 8, 12 and 16 no./ m^2 demonstrated highest productivity of 950 kg/ ha at the highest density. CIBA has developed a monoculture technology of *M. gulio* in brackishwater system. During seven months of farming period at the stocking density of 1 and 2 no./ m^2, it attained an average marketable size of 58.3 g with production of 1000 to 1200 kg/ha. Here, we have used a formulated feed (protein 30% and lipid 6%) as supplementary feed at the rate of 5% of estimated biomass daily. Cost of production came around Rs. 80/kg and the fish has a ready market of minimum Rs. 250-500/ kg, which is economically lucrative. High density farming (20-40 no./ m^2) in small backyard ponds (300 to 500 m^2) will be an ideal practice.

Polyculture

M. gulio is a good species compatible in polyculture with other freshwater and brackishwater fishes and shrimp. Polyculture of *M. gulio* at a stocking density of 40 no./m^2 with *Oreochromis niloticus* (60 no./m^2) and *Rhinomugil corsula* (40 no./m^2) gave total production of 3867 kg/ ha than monoculture total production of 1682 kg/ ha in 120 days. *M. gulio* attained an average body weight of 50 g in a culture period of four and half months at the stocking density of 0.1 no./m^2 in polyfarming with *Liza parsia* (stocking density, 0.1 no./m^2) and *Penaeus monodon* (stocking density, 15-17.5 no./m^2).

KRC of ICAR-CIBA took initiatives to standardize polyculture practices with indigenous brackishwater fish and shrimp species, where use of low cost farm made feed with locally available feed ingredients helped the polyculture to be a sustainable and economically rewarding activity. Several experiments using the low-cost feed were conducted in indoor system, on farm and in farmer's ponds to standardize polyculture using indigenous brackishwater fish and shrimp species. Six-species polyculture with different stocking densities, *L. parsia* (5000/ha), *Liza tade* (5000/ha), *Mugil cephalus* (2500/ha), *Scatophagus argus* (2500/ha), *M. gulio* (30000/ha) and *Penaeus monodon* (2500/ha), yielded 4764 kg/ha production using the low cost farm made feed (Rs.25/ kg) having FCR of 1.36, in three consecutive trials of 325 days in farmers pond.

Rice-fish culture

In monsoon months, along the coastline high rain-fed areas are used for freshwater rice cultivation, which are mono-cropped. After this crop, usually fields remain fallow due to high saline soil, and are used for farming of salt tolerant rice variety and brackishwater fish. Culture of brackishwater prawn and fishes in rice field of West Bengal is an age-old practice. Farming of *M. gulio* and other *Mystus* sp. in rice field is practiced in India and Bangladesh. Total production of fish from rice-fish culture is in range of 500-2000 and 116-605 kg/ha in

India and Bangladesh, respectively. Intensification of rice-fish farming was made from low input systems to high input systems. Farming with *Lates calcarifer, L. parsia, L. tade* and *M. gulio* at the rate of 10000-15000 number/ ha in rice field production of 1050 kg/ha could be achieved.

Water quality for farming

During pond nursery of *M. gulio*, physico-chemical parameters of water should be in the ranges of temperature (25-30^{0}C), salinity (3-5 ppt), transparency (27-40 cm), pH (7.90-8.80), total alkalinity (179-250 ppm), dissolved oxygen (5-8.5 ppm), NO_3-N (1.28-1.36 ppm) and PO_4-P (1.08-1.18 ppm). In *bhery*, physico-chemical parameters of water, such as temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, alkalinity, nitrite-nitrogen, total ammonia-nitrogen, nitrate-nitrogen and phosphate-phosphorous range as 14.7-33.6^{0}C, 4.2-19.8 ppt, 5.87-9.58 ppm, 7.85-8.50, 160-168.9 ppm, 0.009-0.024.47 ppm, 0.021-0.044 ppm, 0.069-0.111 ppm and 0.021-0.043 ppm, respectively for *M. gulio* farming. In rice-fish culture of *M. gulio* with other brackishwater fishes and shrimp, water temperature (22.2-32.7^{0}C), total dissolved solids (3.01-5.24 ppm), total ammonia (0.143-0.165 ppm), nitrate (0.091-0.117 ppm), hardness (1589-2500 ppm), transparency (15.2- 22.6 cm), pH (7.1-7.9) and salinity (2.4-15.2 ppt) are optimum.

Low cost feed preparation and feed management in brackishwater aquaculture

T.K. Ghoshal and Debasis De

Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal

Aquaculture is the fastest growing food producing sector with 8.4% compounded annual growth rate since 1989 and is producing 68.3 million tonnes (mt) (FAO-FISHSTAT 2010). Asia contributes about 91% of the worlds' total aquaculture production with China, India, Japan, the Republic of Korea, the Philippines, Indonesia and Thailand as top producers. Indian aquaculture has demonstrated a six and half fold growth over the last two decades.

The use of formulated feeds have become unavoidable especially under high stocking densities as observed in practices of intensive and semi-intensive rearing of fish and shrimp.

Brackishwater species like crustaceans (shrimp, crab) and fish (bhetki, mullets. milk fish, *Mystus gulio*) need food to get the energy that they requires for movement and all the other activities like growth, reproduction etc. However, they are 'cold-blooded' and they do not therefore have to consume energy to maintain a steady body temperature and they tend to be more efficient users of food than other farm animals. The food requirement of different species of crustaceans and finfish vary in quantity and quality according to the nature of the animal, its feeding habits, size, its environment and reproductive state.

Fish and shrimp diet should have adequate energy, not only to meet the needs of body maintenance called basal metabolism, but also for growth. In nature shrimp and fish feeds on a variety of food items and derive their balanced nutrition for healthy growth. When they are cultured in confined pond they should be provided with a balanced diet (complete food) as close to natural food as possible. This is the reason for understanding the nutritional requirement of candidate species.

Balance diet/Complete diet:

The food/diet which contains all the nutritional components (nutrients) and can fulfill all the nutritional needs of a particular species on 24 hours basis which in turn promotes best growth and reproduction of the species.

Nutritional requirement of different brackishwater species

Following nutrients (nutritional components) are essentially required in the diet of all fin fish and shell fish: Protein, Lipid/fat, carbohydrate/starch, vitamin and minerals.

Protein

Protein is the most important nutrient in the diet of shrimp and fish. Protein requirement of aquatic organism is higher than terrestrial animals. Fish and crustaceans require food protein in the form of essential amino acids for maintenance of life, growth and

reproduction and the requirement of protein depends on animal characteristics i.e., species, physiological stages, size as well as dietary characteristics, i.e., protein quality (digestibility and biological value), energy level etc. Scarcity of carbohydrate and abundance of protein and lipid in the natural aquatic food web is also probably responsible for the common trend of aquatic organisms to use protein as an energy source.

Protein requirement vary with the age of the fish and crustaceans. Younger animal generally require higher levels of protein (5-10% more protein) than older animals. Carnivores require high dietary protein (40-50%) than omnivores (25-35%). It has been demonstrated that postlarvae and juveniles require higher protein in diet and the requirement decreases, as the shrimp grows larger in size. Among the brackishwater finfishes, requirement of protein for Asian seabass (*Lates calcarifer*), mullet (*Mugil cephalus*) and nona tangra (*M.gulio*) is 40-45%, 27-35% and 25-30% respectively.

Lipid

Apart from its major role to supply energy lipid also act as precursors to many reactive substances. Phospholipids are responsible for the structure of cell membranes (lipid bi-layer). Fatty acids are the main active components of dietary lipids.The quantitative requirement of fat in the diet of shrimp is in the range of 5 to 10%. Fat levels of 6-8% are adequate in most of the fish diets. However, the quality of fat in terms of fatty acids is more important.Carnivorous fish such as seabass can utilize lipids more effectively and lipid level as high as 20 % can be used in their diet. However, lipid level should be adjusted in diet considering the technological problems in feed manufacture and storage. Fish oil and soya oil are generally used as lipid source during feed formulation.

Fatty acids

Fish and shrimps are unable to synthesize fatty acids of the n-3 and n-6 series and must be provided in their diets. Aquatic animals require higher n-3 fatty acids than terrestrial animals. Among aquatic animals, marine habitat requires more HUFA than freshwater counterparts. Among the long chain fatty acids polyunsaturated fatty acids (PUFA) such as linoleic acid (18:2n6), linolenic acid (18:3n3), eicosapentaenoic acid (20:5n3) (EPA) and docosahexaenoic acid (22:6n3) (DHA) are essential for growth, survival and good feed conversion ratio for *P.monodon* and other penaeid shrimps. The n3 fatty acids are more essential than the n6 acids. The fatty acids, EPA and DHA, which are known as highly unsaturated fatty acids (HUFA) of n3 series, are particularly important. Quantitatively EPA and DHA are needed at 0.5% and 1.0% in the diet of larvae and juvenile shrimp. Fresh water fish show requirement for n6 and n3 essential fatty acids (EFA), whereas marine fish show requirement of n3 and also HUFA. Studies in shrimp have shown that oils rich in PUFA such as fish (sardine) oil, squid oil and prawn head oil produce superior growth when incorporated in its diet. These oils are rich in HUFA. Marine fish oils are rich dietary source of n-3 series while plant oils are rich in n-6 fatty acids.

Phospholipids

Shrimp require phospholipids for growth, moulting, metamorphosis and maturation. Lipids of squid, clam, shrimp, fish and polychaetes are excellent natural source of phospholipids. The phospholipidphosphatidylcholine (lecithin) is essentially required in the diet of shrimp for fast growth and good survival. Soya lecithin is a good source of phospholipid for shrimps. It is required at 2% level in the diet. The development and survival of larvae is significantly improved when the diet contains lecithin. Phospholipids are found to be involved in the transport of lipid, especially steroids in the haemolymph.

Steroids

Shrimps grow through the process called moulting and steroid hormones calledecdysones, are responsible for moulting. To synthesize these hormones, the steroid cholesterol is required in the diet. Shrimps are not capable of synthesizing cholesterol in their body and hence must be supplied through diet. The requirement of cholesterol in shrimp diet was shown to vary from 0.5% to 1.0%. Cholesterol is not essential for finfish. Many natural feed ingredients, such as prawn head waste and squid are good sources of cholesterol, which can be included in the feed formulations.

Carbohydrate

Carbohydrate is an inexpensive source of energy in shrimp/fish diet. Among the different types of carbohydrates available, shrimps are found to utilize disaccharide and polysaccharide better than monosaccharide. Generally carbohydrate utilization by fish is found to be lower than that of terrestrial animals. Fish can utilize dietary carbohydrate up to 40%. For carnivorous fish carbohydrate level in the diet may be in the range of 10-20 %. Depending upon the total energy content required in the diet, carbohydrate can be used from 10-40% level. Using starch as source of carbohydrate in diet has dual advantage. Besides being energy source, it can act as binder if gelatinized by cooking with moisture and hence improve water stability of diet. Corn flour, wheat flour, tapioca flour and other grain flours are good source of starch in shrimp and fish diet. Another polysaccharide, cellulose is required in the diet as roughage for improving the feed efficiency in fish and shrimp. Cellulose level in the diet of shrimp should be between 1-3% and in fish it may be up to 10%.

Mineral requirement

Micronutrient such as vitamins and minerals significantly influence the growth and survival of fish and shrimp and these cannot be synthesized by these organisms.

Fish and shellfish can absorb minerals directly from aquatic environment through gills and body surfaces or by drinking. Hence, dietary requirement of minerals is largely dependent on the mineral concentration of the aquatic environment. In saline water, calcium (Ca) is abundant, which is absorbed by most aquatic animals. Since the availability of phosphorus (P) through water medium is poor, P should be made available through diet. Usually the preferred Ca:P ratio is 1:1 in feeds of aquatic species. Mono and dicalcium

phosphate contain more available P than tricalcium phosphate. Incorporation of P should be very discrete in fish and shellfish feeds, as most of it gets excreted leading to eutrophication.

The dietary requirement of P ranges from 0.5-0.9% in fishes and 1-2% in shellfishes. The requirement of magnesium (Mg) in shrimp and fish ranges between 0.04-0.3%.The requirement of zinc (Zn) ranges from 15-30 mg/kg diet for fishes and 80-120 mg/kg diet for shellfishes. The requirement of iron (Fe) ranges from 150-200 mg/kg diet for fishes and 60-100 mg/kg diet for shrimps.

Copper is needed by crustaceans because of hemocyanin. Optimum dietary level of Cu ranges from 40-60 ppm and it was also observed that omission of Cu from the diet was not detrimental as crustaceans are able to meet their demands from seawater.

Depending on their source, waters available for shrimp culture are of different salinities, and therefore possess different ionic composition. Such low saline waters may require supplementation of minerals to achieve desired productivity. Among major minerals, calcium (Ca) and magnesium (Mg) are considered to be very important for molting and new shell formation. The mineral profile of water is important in *L.vannamei* culture. Actual mineral requirement is difficult to quantify due to the variability in the ionic profiles of pond waters. The bioavailability of minerals will be a function of their concentration in water. In general, levels of minerals in pond water have to be more or less similar to the levels in seawater diluted to the same salinity.

The ratio of Na (Sodium) to K (Potassium) and Mg (Magnesium) to Ca (Calcium) in water appears to be more important than pond water salinity. Improper ratios of these minerals in water lead to osmotic stress which has a cascading effect on growth and survival of shrimp. The Na:K and Mg:Ca ratios should be preferably 28:1 and 3.4:1 respectively. It should be noted that although high levels of Ca also seem to be necessary, the ratio of Ca:K, which is about 1:1 in seawater, may also be important. In waters where the Ca:K and Na:K ratios are high, the addition of K to reduce these ratios in low saline waters increases the shrimp growth.

Vitamin requirement

Micronutrient such as vitamins and mineral significantly influence the growth and survival of fish and shrimp and this cannot be synthesized by these organisms. Even though, some vitamin such as niacin can be synthesized by number of animals but are typically insufficient to meet physiological demand. Hence, supplementation of vitamins in feed becomes necessary for most of the aquatic organisms. Usually, vitamins are used at higher doses as a safety margin in crustaceans compared to that of fish. Unlike domestic higher animals, the recommended doses of vitamin for aquatic animals are higher, as many vitamins are lost during the process of feed manufacture and also due to leaching. Destruction of vitamin-C due to oxidation is one of the biggest problem during feed manufacture. Many fishes cannot synthesize Vitamin- C from glucose due to absence of enzyme L-gulonolactone oxidase. Major role of vit C is in the formation and maintenance of intracellular material having collagen or related basal constituents in bones and in soft tissues. Among the 11 water

soluble vitamins, three (vit C, inositol and choline) are required in large quantities. Sources of choline include cottonseed meal, fish meal, shrimp meal, soyabean meal and yeast. Stable form of vitC is available commercially.

Table 1.Nutrient requirement of different brackishwater shrimp and fishes

Nutrient	*P. monodon*	*L. vannamei*	*Crab(Scylla species)*	*L. calcarifer*	*M.gulio*
Energy (Kcal/kg)	2800-4300	3000-3500	4000-4200	4000-4500	3000-3500
Protein %	35-45	30-35	30-35	45-55	20-25
Lipid %	5-15	5-15	5-10	6-18	6-8
Carbohydrate %	20-25	20-25	25-28	10-20	20-25
Phospholipid %	0.1-2.0	0.1-2.0	0.5-2.0	-	-
Cholesterol %	0.5	0.5	0.5	-	-

Different ingredients used for fish/shrimp feed formulation

Wheat flour, rice flour, maize flour, soybean cake, ground nut cake, cotton seed cake, sun flower cake, fish meal, prawn meal, prawn head meal, squilla, squid, clam meal, cuttle fish, meat meal, silk worm pupae meal, shark liver oil, cod liver oil, fish oil, soybean oil, soyalecithin, sunflower oil, safflower oil, brewer's yeast, spirulina, mineral mixture, vitamin supplement and binder (guar gum, cellulose, hemicellulose and synthetic binder) are the ingredients generally available for selection and use for formulation of fish/shrimp feed.

Types of Feed:

Aqua feeds in India evolved commercially in late 90's for shrimp culture and then for fishes.

In the brackishwater aquaculture sector majority of the feed used is scientifically formulated compounded feed produced by multinational / Indian company. In fresh water aquaculture, the traditional farm made feed consisting of rice bran with any of the oil cakes available in their locality is used by most of the farmers.The sinking feed for carps and the recent introduction of floating feeds for fish seems to make a steady and positive impact in changing traditional feeding system and increasing the productivity.

Mainly sinking pellet feed is fed to brackishwater shrimps like monodon, vannamei, indicus and crab whereas farm made feed, sinking pellet and floating feed is used in finfish farming.

Feed Formulation

Before proceeding with formulating a feed, the ingredients are to be selected from available sources. No single ingredient can be expected to provide all the nutrient requirement. Each ingredient in the diet should be included for a specific reason i.e., either to supply a specific nutrient or physical property to the diet. Formulation of a feed by the nutritionist is only the beginning of a process that ends when the feed is finally consumed. Feed formulation is essentially a recipe making process keeping in mind the nutritional

requirement of particular species, palatability and growth promoting ability of that feed. These objectives can be achieved by judicious selection of feed ingredients, mixing them in proper proportion and presenting them in a most acceptable form.

The basic technique used in ingredient selection is through "Least cost" or "Best buy" calculations

Least-cost or Best-buy technique

When several feedstuffs are available to supply a particular nutrient then it is useful to calculate the cost per unit of nutrient from each of the ingredients and compare.

Example: If soybean cake costs Rs.16/kg and contains 45 % protein-

Cost/ kg protein = 16/0.45 = Rs.35.56

Ground nut cake costs Rs. 13/kg and contains 40 % protein

Cost/kg protein = 13/0.40 = Rs.32.50

Thus, although soybean cake contains higher level of protein, the cost per kg protein from ground nut cake is less. Therefore ground nut cake is a better buy.

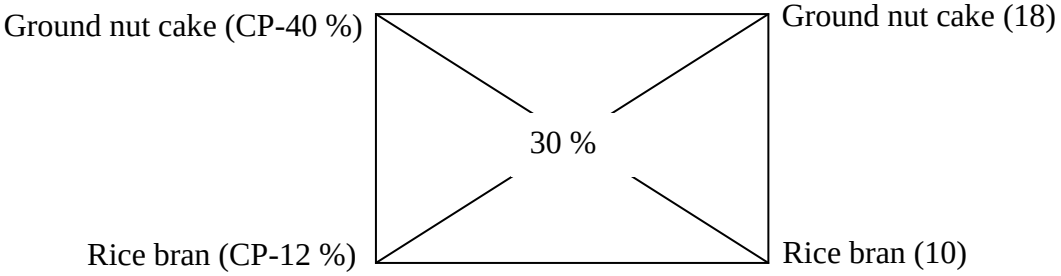
Balancing nutrient levels

Since protein is the most expensive component of the diet, generally it is first computed and balanced.

The protein in the diet can be adjusted by following Pearson's square method.

For example

1. To prepare a feed with 30% protein using ground nut cake (CP – 40 %) and rice bran (CP-12%), a square is constructed first and the names of the feed ingredients with protein percentage are written on the two left corners. The required protein level of feed is written in the middle of the square. Next, the protein level of the feed is subtracted from that of the ingredients in corner wise and answer is placed ignoring the positive or negative sign.



Add the figures on the right hand side of the square, i.e., 18+ 10 = 28

Now to make the feed with 30 % protein we should mix

Ground nut cake- 18/28 x 100 = 64.29 %

Rice bran - 10/28 x 100 = 35.71 %

Feed preparation procedure

To prepare a batch of shrimp feed using small scale feed mill equipment, the following procedure may be followed-

Grinding: Individual ingredients e.g. dry fish, prawn head waste, squid waste, soybean meal etc. should be ground in a hammer mill to reduce the particle size. Then all the ingredients should be powdered in a micro pulverizer (atta chakki) separately.

Mixing: As per the formula, feed ingredients to be weighed and mixed mechanically with the help of a mixer or manually by hand except vitamin and mineral mixture. Sufficient quantity (35-45 litres/ 100 Kg feed) of water should be added and mixed thoroughly.

Steam cooking: Feed mix has to be kept in steaming chamber. If steaming chamber is not available, the mixture is to be cooked in a big container at 100 ^{o}C temperature for 5-10 minutes.

Incorporation of Vitamin-Mineral mixture: Vitamin and mineral mixture to be added in the steamed and cooled feed mix and thoroughly homogenize in a dough mixer.

Pelletisation: The feed mixture has to be pelletised in a pelletiser using desired die size.

Drying: Moist pellet is to be collected in the aluminum trays and kept into an electrical dryer at 60-70 ^{o} C temperature and allow the feed to dry until the moisture content is less than 10%. Where the dryer facility is not available, pellet may be dried under the sunlight.

Checking quality of feed: Dried pellet feed should be physically examined for visual appearance such as uniformity, color and smell. The pellet should have surface without cracks. Feed may be sampled and analyzed for proximate composition. Water stability of the pellet may also be tested after 24 h of preparation.

Storing: Dried pellet feed should be packed properly in polythene bags and kept on raised wooden platform to avoid absorption of moisture.

Feed Management:

Good feed management can reduce the overall culture cost, improve fish farm environment and ensure healthy growth of fish stock. Fish feed management includes choosing the right feed, using a correct feeding method, calculating the feeding cost and ensuring the cost effectiveness of fish farm. Poor feed management not only reduces profit to farmers but also leads to serious environmental pollution. Fish faecal waste and uneaten food can cause water quality deterioration and the buildup of anoxic sediments leading to environmental pollution. Thus proper feed management helps in reducing the cost of culture operations since in farming operations cost of feed accounts to about 55-60% of the total operating costs.

Feed Management in shrimp farming

Phenomenal growth has been observed in shrimp farming during last two decade in India.Nowadays shrimp farming are producing protein rich health food and also avenue for

valuable foreign exchange. Feed is one of the major input in shrimp farming. Depending upon the type of farming, a wide range of feedstuffs is used for feeding stocked tiger shrimp(*Penaeusmonodon*). While no feed is used in traditional farming systems, supplementary and adequate feeds are used in improved extensive aquaculture.

The performance and success of a formulated diet for shrimp depends on many factors, the most important being

ii) Feed formulation and nutrient content of feed ingredients

iii) Feed manufacturing process and physical characters of the feed

iv) Feed handling and storage

v) On-farm feed management-feed application methods, feeding regime

vi) Aquatic environment and natural food availability

Feed Management in shrimp culture pond

Feed management include control and use of feed for aquaculture operation in a manner that utilization of feed is optimum with minimum wastage, negligible impact on environment, achieving best feed conversion ratio (FCR) and maximum growth of shrimp. While no or little feed is used in traditional farming systems, supplementary and adequate feeds are used in improved extensive shrimp farming.Proper feed management is essential for successful and profitable shrimp culture. As feed alone costs 50-55% of total culture expenditure, strict supervision on feeding of tiger shrimp is required. Following points should be strictly followed while feeding the shrimp for maintaining good pond hygiene and to reduce wastage of feed and to avoid accumulation in pond bottom.

1) Pond biomass should be assessed regularly and ration should be offered as per biomass of the pond.

2) Time and method of feeding should be proper. Stocking of tiger shrimp PL 20 is done during late night or early morning after proper acclimatization. Feeding with supplementary feed started from the next day. Fine crumble feed is generally used during this period. Blind feeding is done during first 30-40 days of culture (DOC) till the shrimps become habituated with tray feeding. The fine crumble feed is soaked in water for the ease of broadcasting. The feeding schedule generally followed by farmers during this initial 30-40 days of culture presented in table 1.

Table 1: Blind feeding followed by farmers in tiger shrimp farming.

Age (Days)	Feed increment /day (gm.)	Feed per day per 1 lakh shrimps (Kg.)
1	-	2.0
2-10	400	2.4-5.6
11-30	600	6.2-17.6
31-50	500	18.1-27.6

For initial 30-40 DOC the daily requirement of feed is divided in three meals and broadcasted in ponds. During this period feed is applied near the pond dykes as the juvenile

shrimps prefer to stay there. Later on, number of meals is increased depending upon the body weight of shrimps (Table-2).

Table 2. Feeding Schedule for shrimp

Feed type	Shrimp weight (g)	Time of feeding				
		6.00 AM	11.00 AM	6.00 PM	10.00 PM	2.00AM
Starter	Up to 4.0	30 %	-	35%	35 %	-
Grower	4 – 15	25 %	15 %	30 %	30 %	-
Finisher	> 15	25 %	15 %	20 %	25%	15%

During 15 DOC, check trays are deployed and a little feed is given in the trays to make the shrimps habituated with tray feeding. The feeding activity and quantity of feed consumed is checked by keeping feed in check trays (size: 80 cm x 80 cm) @ 6 nos./ha (roughly one check tray per 1600 sq m area) in different places in pond. In case of ponds smaller than 1600 sq m, at least one check tray is placed. Farmers use different size of feed pellets depending upon the body weight of shrimp (Table-3).

Cast net samplings generally started during 28 DOC. Shrimps are caught by casting net at various places of the pond. Number of shrimps per casting and their total weight is recorded to compute the average body weight (ABW) and survival. This two information is very important to assess biomass of shrimps in the pond and their feed requirement. Requirement of feed is calculated following the formula: Feed requirement = Stocking No. × % survival × ABW × rate of feeding (% of ABW)

After 28 DOC, shrimps generally become habituated with tray feeding. From then onwards feeding and feed requirement is controlled and managed properly from the check tray monitoring results. Certain percentage of feed for each ration is placed in check trays and checked after 2 hours. If the feed is not consumed totally, it is decreased by 10% for the next meal and if the feed is fully consumed within 2 hours it is increased by 10 %. The amount of feed placed in each check tray varied from 2.4 to 4.0 % of each meal depending upon the body weight of shrimp. Feed should be broadcasted evenly in a periphery of about six feet from dyke in all sides of the pond.

Table 2. Feeding Schedule for shrimp

Feed type	Shrimp weight (g)	Time of feeding				
		6.00 AM	11.00 AM	6.00 PM	10.00 PM	2.00AM
Starter	Up to 4.0	30 %	-	35%	35 %	-
Grower	4 – 15	25 %	15 %	30 %	30 %	-
Finisher	> 15	25 %	15 %	20 %	25%	15%

Table 3. Recommended shrimp pellet size

Feed type	Size of shrimp (g)	Pellet size
Starter	0-4.0	0.5-1.0 mm crumble
Grower	4.0-15.0	2 - 2.3 mm x 4 - 5 mm
Finisher	>15	2-2.5 mm x 6 – 8 mm

Shrimp appetite will vary due to the environmental conditions i.e., water quality, water temperature, sunny/overcast days and physiological conditions such as disease and moulting. Feed should never be given in excess as uneaten feed pollutes the water. As shrimps are the nocturnal feeder, larger doses may be offered in the evening and during night. Regular observations and experience helps in mastering the management of feeding in a culture farm. Generally during new moon and full moon moulting of shrimp takes place and they become sluggish and reduce the feed intake. So, quantity of feed offered should be reduced at the extent of 30-50 % during that period.

3) Quantity of feed**:** Generally the method of calculating the daily ration is based on the body weight of shrimp (Table 4).

Table 4. General guideline for calculating dose of feed

Days of culture	Expected survival (%)	Expected ABW (g)	% of ABW to be used as feed.	Feed Required (g) per 1000 post larvae/day	Total feed (g) required for the period
1-5	99	0.1	20.0	20	100
6-10	97	0.3	13.0	40	200
11-15	95	0.5	10.0	50	250
16-20	94	0.7	9.5	65	325
21-25	93	1.0	9.0	85	425
26-30	91	1.4	8.5	100	500
31-35	89	1.9	6.5	110	550
36-40	88	2.5	4.5	115	575
41-45	86	3.4	4.3	120	600
46-50	84	4.6	4.0	150	750
51-55	83	5.7	3.8	180	900
56-60	81	6.8	3.7	200	1000
61-65	79	7.9	3.6	225	1125
66-70	78	9.2	3.5	250	1250
71-75	76	10.5	3.4	280	1400
76-80	75	12.8	3.3	320	1600
81-85	73	14.9	3.2	350	1750
86-90	71	17.0	3.1	375	1875
91-95	69	19.2	3.0	425	2125
96-100	67	21.5	2.9	450	2250
101-110	65	24.6	2.8	425	4250
111-120	62	28.4	2.3	400	4000

Total feed required for initial stocking of 1000 PL for culture of 120 days is 28 kg approximately. Success of feed management depends on the farmer's experience and observation on the feeding behaviour and feed intake of shrimp. Following a strict feed management, survivability up to 80 % and average weight of 30 g can be achieved in culture duration of 120 days. Progressive farmers may have small scale feed mill to prepare shrimp feed using locally available feed ingredients for tiger shrimp culture and may get a good economic return. Central Institute of Brackishwater Aquaculture (CIBA), Chennai and its regional centre at Kakdwip extend technical guidance to set up feed mills in West Bengal and

other parts of the country for preparation of shrimp feed using ingredients available in the country.

Feed Management in fish culture systems

Following points should be strictly followed while feeding the fish for maintaining good pond hygiene and to reduce wastage of feed and to avoid accumulation in pond bottom.

1. Pond biomass should be assessed regularly and ration should be offered as per biomass of the pond.
2. Time and method of feeding should be proper.

Ration size

The size of daily food ration, the frequency and timing of meals are the key factors influencing the growth and feed conversion. Hence, the optimal feeding regimens must be determined as per the feeding behaviour, appetite and functioning of the digestive systems and the various specific chemical substances, which act as feeding stimulants for fishes. Fish lose weight when their food intake falls below that required for maintenance. When ration size increases, the growth rate increases. Generally the method of calculating the daily ration is based on the body weight of fish. The quantity of ration varies from 100% of body weight for larvae and fry and gradually reduced to 50 %, 20%, 10%, 5% and 2-3% as the fish grow marketable size. Ration size is also estimated by various methods using the feeding charts, feed equations, growth prediction and check try etc. Besides the food ration size, the optimal food particle size also affects the growth and feed conversion efficiency. Large fish can ingest small particles, but it requires more energy to capture the required equivalent weight or smaller food particles. This results in measurable reduction in food conversion efficiency. Attention should also be given to the influences of feed shapes, colors and textures of pellets on ingestion rates.

Feeding methods

Production of high quality fish at least-cost depends on an effective feeding method. Various techniques exist, from hand feeding to mechanized feeding. They depend on diverse range of factors such as labour costs, scale of farming, species under farming, the type of holding system and hatchery or grow out systems. Often farmers use a combination of feeding methods such as hand feeding to mechanized feeding. Feed bag suspended at different places in ponds is most common method of feeding to the fish. In mechanical feeding system, demand feeder is used in which fish approaches to the feeder for its feed requirements when they feel hungry. It was observed that fish quickly learn how to obtain feed. The growth of fish is good with best FCR and minimum wastage of feed in self-demand feeding system. This method works best with finfish farming. A reliable and least- cost feeding system should ensure the effective distribution and spread of adequate feeds in aquaculture ponds.

Schedule and frequency of feeding

The total feed required in a day should not be fed at a time. Scheduling and frequency of feeding greatly help in successful feed management. Time schedule for feeding the fish may be fixed in such a way that larger ration may be given when the fish is expected to be most hungry. If night feeding is limited the morning feeding should have larger ration. There should be a minimum of three time schedules of feeding in a day- morning, noon and evening. Species which are having nocturnal feeding habit should get comparatively larger portion of the ration in the evening/night. Frequent feeding of small portion of ration help in better utilization of the feed and thereby lead to efficient FCR. There must also be a mechanism in each case to monitor the feed consumption and offering of next dose of feed should be regulated on basis of consumption from the previous feed offered.

Feed management related to broodstock fish

In India, seabass broodstock is successfully grown in 100 ton tanks. The fishes are fed with frozen trash fishes mainly tilapia, sardines, anchovies etc. after removal of head and gut @ 5% of their body weight. As the seabass is adapted to feed on live fish in nature, gradual weaning to frozen fish from live fish is required. Initially, the live and frozen trash fish are to be given in the ratio of 2:1 and slowly within a period of 15-20 days, the live fish is replaced completely with frozen fish. Any leftover remnants must be removed carefully and the hygiene of the tank should be maintained properly.

The most sought after species of mullet is *Mugil cephalus*. The maturational diet should contain high protein and fat (crude protein : 30- 35% and ether extract: 7-8%) and fed @ 2-3 % of body weight twice in a day.

Breeding of *Etroplus suratensis* in small nursery brackishwater pond and FRP tanks made accomplished at CIBA. The fishes were left in pairs and the pond provided with egg attachment devices to induce the fishes to lay eggs. Semi-moist dough form of feed (crude protein : 25-30% and ether extract: 6-7%) consisting of powdered rice bran, mustard cake, groundnut cake and fish meal together with vitamins and minerals is fed @ 2% of body weight twice in a day.

Similarly, *M.gulio* also requires crude protein of 25-30% and fat- 6-8% in the diet of brood stock and fed @ 2-3% of body weight.

Stock and mass culture of live feed (*Chlorella,* copepods and rotifer) and *Artemia* hatching

Christina L.

Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal

Introduction

Live feed constitute an important component in any aquaculture breeding enterprises. The yolk sac of fish larvae provides food only for a couple of days which has to be substituted immediately by external food source. The digestive tract at this stage is still very inefficient and primitive in most larvae of fish and shellfish species, therefore requires provision of small size nutritionally balanced protein rich food for maximum growth and survival of the young ones. This has been largely accomplished by feeding live feeds which comprises phytoplankton, zooplanktons and animal lives grazed upon by fishes and crustaceans. Although, there have been substantial achievements in reducing the reliance on live feed and weaning the larvae earlier onto microdiets, it still cannot completely replace live feeds for most species. The success in hatchery production, therefore largely depend on the availability of suitable live food for feeding fish larvae, fry and fingerlings. Microalgae are photosynthetic organisms comprising the base of the food chain and provide key nutrients including protein and vitamins and are utilized as a means of enriching zooplankton or by directly feeding the larvae. On the other hand, zooplanktons are heterotrophic, usually microscopic organisms comprising important live food such as rotifer, copepod and artemia.

Culture of Chlorella

Chlorella is planktonic unicellular green micro alga containing an array of nutrients such as proteins, carotenoids, lipids, polysaccharides, vitamins, antioxidants and minerals. The growth of algae is a function of many factors, including nutrients, pH, salinity, temperature and light. Culture media such as f/2 Guillard medium, Walne's medium, BG11 medium, Chu 10 medium among others can be used for culturing chlorella.

Preparation of culture Media

Solution A

Name of the chemicals	Quantity (g)
Potassium Nitrate	100
Sodium Orthophosphate	20
EDTA	45
Boric Acid	33.4
Ferric chloride	1.3
Manganese chloride	0.36
Dissolve and make up to 1 litre with distilled water	

Solution B

Name of the chemicals	Quantity (g)
Zinc Chloride	4.2
Cobalt chloride	4
Copper sulphate	4
Ammonium molybdate	1.8
Dissolve and make up to 1 litre with distilled water	

Solution C

Name of the chemicals	Quantity (mg)
Vitamin B1 (Thiamine)	200
Vitamin B12 (Cyanocobalamin)	10
Dissolve and make up to 100 ml with distilled water	

Working Medium

Take 1 mL of solution A, 0.5 mL of solution B and 0.1 mL of solution C, and add to 1 litre of sterilized seawater and introduce inoculum of pure micro algal species for stock culture.

In the case of mass culture of algae, modified Yashima medium can be used. The details are presented below:

Ammonium sulphate	83g
Super phosphate	8.3g 10:1:1
Urea	8.3g

Make up to 100g above fertilizers and mix thoroughly with 1000 litre sand filtered seawater for mass culture.

Culture method

- Indoor/ Outdoor: Indoor culture allows control over illumination, temperature, nutrient level, contamination with predators and competing algae, whereas outdoor algal systems make it very difficult to grow specific algal cultures for extended periods.
- Open/Closed: Open cultures such as uncovered ponds and tanks (indoors or outdoors) are more readily contaminated than closed culture vessels such as tubes, flasks, carboys, bags, etc.
- Axenic (= sterile)/Xenic: Axenic cultures are free of any foreign organisms such as bacteria and require a strict sterilization of all glassware, culture media and vessels to avoid contamination. The latter makes it impractical for commercial operations.
- Batch culture: The batch culture consists of a single inoculation of cells into a container of fertilized seawater followed by a growing period of several days and

finally harvesting when the algal population reaches its maximum or near-maximum density. In practice, algae are transferred to larger culture volumes prior to reaching the stationary phase and the larger culture volumes are then brought to a maximum density and harvested. The following consecutive stages might be utilized: test tubes, 2 l flasks, 5 and 20 L carboys, 160 L cylinders, 500 L indoor tanks, 5,000 to 25,000 L outdoor tanks

- Semi-continuous culture

  The semi-continuous technique prolongs the use of large tank cultures by partial periodic harvesting followed immediately by topping up to the original volume and supplementing with nutrients to achieve the original level of enrichment. The culture is grown up again, partially harvested, etc. Semi-continuous cultures may be indoors or outdoors, but usually their duration is unpredictable

- Continuous culture: The continuous culture method, (i.e. a culture in which a supply of fertilized seawater is continuously pumped into a growth chamber and the excess culture is simultaneously washed out), permits the maintenance of cultures very close to the maximum growth rate. Two categories of continuous cultures can be distinguished:

- turbidostat culture, in which the algal concentration is kept at a preset level by diluting the culture with fresh medium by means of an automatic system.

- chemostat culture, in which a flow of fresh medium is introduced into the culture at a steady, predetermined rate. The latter adds a limiting vital nutrient (e.g. nitrate) at a fixed rate and in this way the growth rate and not the cell density is kept constant.

Rotifer

Rotifers are microscopic multicellular animals which are high in nutrients and indispensable for aquaculture and often regarded as living food capsules to marine fish larvae. The commonly used rotifer in marine and brackishwater hatchery system are *Branchionus plicatilis* (L-type) and *Branchionus rotundiformis* (S- type) with size ranging between 130-340 microns and 100- 210 microns respectively. They are filter feeder, feeding on small particles up to 30µm in size including bacteria, algae, yeast and protozoa. The high content of the essential fatty acids eicosapentanoic acid (EPA) and docosahexanoic acid (DHA) in some microalgae such as *Nanochloropsis*, *Isochrysis galbana* and *Chlorella* have made them excellent live food diets for boosting the fatty acid content of rotifers. Optimum conditions for growth of rotifer are high dissolve oxygen, temperature 25- 30ºC, pH 7-5- 8.5, Salinity 20-30 ppt and with ammonia less than 1ppm.

Culture of rotifers

- **Stock culture**

Filter of pond water is carried out using 50-100 micron mesh size plankton net. The water samples are then examined under microscope and the rotifers are collected using a dropper. The medium in which the rotifers are placed should mimic the water condition from

where sampling is carried out in order to assure better survival of the animal. The collected rotifers are disinfected with antibiotics before placing it in a chlorella medium and the medium is replaced with fresh chlorella @ 1 million cells/ mL at every 12 hour interval. The inoculation can be initiated in a test tube at a density of 2 rotifers/ mL, which is then subsequently scale up using a flask or jar until the rotifer density reaches 100-150 numbers/ mL at which stage the chlorella density may be increased to 4-5 million cells/ mL.

- **Mass culture**
- **Batch culture**

Batch culture due to its simplicity and lesser risk is the most common type of rotifer culture in aquaculture operation. In batch culture system, total harvest of rotifers culture is carried out and the culture operation is restarted at regular intervals. Tanks filled with water are fertilized and stocked with fresh chlorella culture at a density of 1million cells/ mL after which the rotifers are stocked @ 50 no./ mL once the chlorella reached a suitable density. The rotifers are then harvested after 5-10 days depending on the temperature when the rotifer density reached 150-200 no./ mL for feeding to fish larvae while a part of it may be kept as inoculum for the subsequent culture.

- **Semi-continuous culture**

The semi-continuous culture system is usually carried out in larger tanks compared to the batch culture system. In this system, the density of the rotifer is kept constant by periodic harvesting over a longer period of 10-20 days. The rotifers are inoculated at a density of 50 individuals/ mL

Copepods

Marine copepods provide highly unsaturated fatty acids (HUFA), carotenoids and other essential compounds to fish and generally contain high protein content (44-52%) and a good amino acid profile, with the exception of methionine and histidine. Copepods generally are accepted to be very good for marine fish larvae, and believed to be of a higher quality due to higher DHA content than the commonly used live food *Artemia*. Copepods have been cultured and adequately using as live feed as alternate to rotifers and Artemia nauplii and also offered simultaneously. Among copepods, species belonging to calanoid, harpacticoid and cyclopoid are usually culture under mass production for used in aquaculture hatchery.

Culture of copepods

The culture can be initiated by isolating them from wild environment by screening of water using 150 µm mesh plankton net or by collecting stock culture from renowned laboratory. Marine copepods can be culture in 25-30ppt salinity water maintained in a cyclindrical tank under room temperature. Male and female @ 1:1 if possible should be stocked and water should be siphoned from bottom and replenished daily. Eggs are collected from the effluent waters and transfer @ 5000 eggs per liter to separate growth tanks. The eggs under optimal condition will start hatching after 24 hours till about 48 hours. Microalgae such as Isochrysis, chlorella, Rhodomonus can be fed to the culture copepods. The generation

time is about 20 days and after which the adults are collected using 180 micron sieve and can be used for stock culture or harvested for feeding of fish larvae. For upscaling up the culture, semi-continuous culture maybe employed by harvesting using 45 micron sieve at intervals to be utilized as feed in hatchery operations.

Artemia

The brine shrimp Artemia (*Artemia salina*) is a small crustacean inhabiting salt pans where salinities ranged between 50-100 ppm. They are versatile and able to adapt in a wide change in temperature, pH, salinity, alkalinity and ionic composition of water. Artemia is the most widely used live feed in larviculture due to its nutritional quality and ease of use. Artemia nauplii contain 50-55% protein and 14- 18% lipid alongwith high content of EPA and DHA. Besides its nutritional value, the important characterisics of artemia that influence its suitability in aquaculture is the availability of dry and storable form of dormant cyst for nauplii production and the usability of all the life stages ie., cyst (after decapsulation), nauplii, juveniles and sub-adults as feed. Artemia under normal conditions are ovoviviparous wherein nauplii are released directly into the water, while in extreme adverse conditions, the embryo enters into a state of dormancy and the cysts are released by female which will hatch once a favourable condition is restored. These cyst are produced in commercial scale in different places and made available for aquaculturist to be utilized as and when required.

Hatching of cyst

To successfully hatch artemia cysts, the following water parameters is required: salinity, 20-30 ppt, Temperature, 25-32 º C, pH, 8- 8.5, illumination of not less than 1000 lux along with vigourous aeration maintaining oxygen level close to saturation.

The following steps are involved in artemia hatching:

- **Hydration of cyst**

Place 100 g cyst in 1 litre of 20 ppt water in a glass jar or beaker alongwith vigorous aeration for 1 hour allowing the cyst to assume a spherical shape.

- **Decpasulation of cyst**

Decapsulation is carried out to disinfect the cyst against bacteria, fungi and other microbes in order to insure better hatching and survival. Place the hydrated cyst in a decapsulation solution @ 200 ppm and stir for 10-15 minutes or after the cyst shell is completely dissolved and the cyst turn orange colour. Maintain the temperature below 40ºC during decapsulation by cooling with ice. The decapsulated cyst should be washed and to neutralize the residual chlorine, dip it in 0.1% Sodium thiosulphate solution for less than a minute and wash thoroughly.

- **Incubation and hatching**

Place the decapsulated eggs @ 2.5 gram per liter in filter seawater and provide illumination of 1000 lux alongwith strong aeration to keep the cysts in suspension. Hatching will take place after 20-24 h if incubated under optimal conditions.

- **Harvesting of nauplii**

Artemia should be harvested when at the energy-rich instar I larval stage, just after hatching. For harvesting, stop the aeration and switch off the light and cover the lid and provide light source at the bottom. The freshly hatched nauplii will concentrate at the bottom attracted by light because of their positive phototactism. Collect the hatched nauplii and rinse thoroughly before feeding to fish larvae.

Disease Management in Brackishwater Aquaculture System

Sanjoy Das

Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal

Brackishwater aquaculture is one of the fastest growing sectors of India with high growth rate and export potential. During 2016-17, India earned ₹ 37,871 crores through export of fish and fishery products, and the contribution of frozen shrimp alone was 65.2% (₹ 24,711 crores). Thus, brackishwater shrimp culture can be considered as a highly profitable enterprise. Despite the spectacular growth in brackishwater aquaculture, the economic viability of the sector had been threatened by frequent occurrence of various diseases, which are the major constraints in production. In India, brackishwater aquaculture is mostly dominated by shrimp. Presently, Indian shrimp industry is mostly dependent of an exotic species called *Penaeus vannamei*, for which we are dependent on import of brood stock from foreign country. Moreover, the introduction of vannamei has increased the possibility of introduction of many new diseases, which were hitherto not present in India. Majority of the diseases in brackishwater aquaculture are caused by infectious agents such as viruses, bacteria, fungi and parasites. During 2006-08, white spot disease (WSD) alone in penaeid shrimp was found to cause a gross national losses of 48,717 metric tons of shrimp, valued ₹1,022 crores and employment of 2.15 million man-days. Besides WSD, an emergent disease, acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND), which is also known as early mortality syndrome (EMS) has played havoc in different shrimp growing countries in early 2013. The disease has caused approximately 60% drop in shrimp production in the affected region (mostly South-east Asian countries) in 2013 compared with 2012. In India, since 1994, different diseases have emerged as the significant factor influencing production. In recent days, occurrence of different diseases has become the most limiting factor in production of *P. vannamei*. However, the occurrence of diseases can be controlled to some extent by proper management practices, which includes proper biosecurity measures, maintenance of good water quality, judicious use of aquaculture medicines, etc. Effective health management reduces the risk of occurrence of diseases leading to increased aquaculture production.

Diseases of shrimps

White spot disease (WSD)

White spot disease caused by white spot syndrome virus (WSSV) is the most devastating disease of shrimp. It is an enveloped double stranded DNA virus. This disease was first reported in Taiwan province of China and mainland China during 1991-92. Later on, it was reported from all brackishwater shrimp growing countries. WSSV can affect all species of penaeid shrimp including tiger shrimp and vannamei, crab and lobster. Recent study showed that WSSV even cause 100% mortality in freshwater crabs on experimental infection.

This virus can survive around 30 days in saline water at around 30ºC under laboratory condition and is viable in freshwater ponds for at least 3–4 days.

WSSV infected *P. monodon*

Carapace of WSSV infected shrimp

The virus can be transmitted through both vertically and horizontally. The stocking of infected post-larvae is the most common source of infection of WSSV. In hatchery, infected broodstock produces infected post-larvae. The disease is also transmitted from contaminated environment like water, mud etc. Different aquatic species including wild crabs, rotifers, crayfish, *Artemia*, birds, algae, polychaetes, etc. may act as carriers and from there the infection can be transmitted to the susceptible hosts. Stressful environments like sudden change of temperature, salinity and pH, low dissolved oxygen etc. are predisposing factors of this disease. The virus infects ectodermal and mesodermal tissues of the susceptible host. At initial stages, the disease is characterized by lethargy, inappetence, crowding into pond margin, loose cuticle, red to pink discolouration of the body and damage of antennae and appendages. The most characteristics feature of this disease is presence of white spots of different sizes on the inner side of the carapace and ultimately spread to all over the body in advanced cases. Histological examination shows pathognomonic intra-nuclear inclusion bodies in the affected tissues. Mortalities are generally very high and it may reach up to 100% within 3–7 days in case of heavy infection.

Diagnosis can be done by gross observation and different laboratory tests. Detection of viral DNA by PCR is considered as most suitable and confirmatory laboratory method for diagnosis of this disease. Several PCR-based kits are available for detection of WSSV. An OIE approved isothermal amplification kit (IQ Plus ^{TM} WSSV kit with POCKIT system) is available for detection of WSSV.

Infectious hypodermal and haematopoietic necrosis virus (IHHNV)

IHHNV does not cause much mortality in the cultured shrimp, but the retardation of growth is observed with size variation leading to economic loss. However, huge mortality due to this disease is observed in case of Pacific blue shrimp (*P. stylirostris*). Incidence of IHHNV is available in case of cultured penaeid shrimp from almost all countries culturing shrimp. This virus causes deformities of the rostrum and anterior appendages in a condition called “runt deformity syndrome”. In Asia, IHHNV is endemic and occurs commonly in *P. monodon*, which appears to be the natural host and in which it does not cause disease and has no impact on growth or fecundity.

Yellow head disease (YHD)

Yellow head disease is one of the devastating diseases of shrimps and is caused by a RNA virus, which has been classified as *Okavirus*. Transmission is mainly by horizontal route through contaminated water or direct contact. The main visible symptom of the disease is yellow discolouration of dorsal cephalothorax caused by yellow hepatopancreas visible through translucent carapace. At initial stage, the disease is characterized by exceptional high feeding followed by cessation of feeding. Moribund shrimps come near the edge of the pond. This disease generally results in mass mortality leading to massive crop loss. The disease can be detected by reverse transcriptase PCR (RT-PCR). In moribund shrimps, lymphoid organs and gill are the most suitable organs for detection of viruses.

Taura syndrome (TS)

This is also a viral disease of shrimp caused by Taura Syndrome Virus (TSV), which is RNA virus under genus *Aparavirus*. This is also a dreadful disease of shrimp causing almost 40-100 % mortality. The disease was first reported near river Taura in Ecuador. However later on, the disease has been reported in all American shrimp growing countries, Caribbean countries, middle-east and south-east Asian countries. Till date, the disease has not been reported in India. TSV mainly affects pacific white shrimp (*P. vannamei*) and pacific blue shrimp (*P. stylirostris*). The onset of disease generally occurs 15-40 days after stocking. The colour of the affected shrimps become pale reddish with pleopods being distinctly red. That's why, this disease is also known as 'Red tail disease'. The shells become very soft and weak, and shrimps cannot moult and shrimp mostly die during moulting. Transmission occurs both by horizontal and vertical routes. Different species of birds and aquatic insects act as reservoir of this virus with sub-lethal infection. Diagnosis of this disease can be done by RT-PCR and quantitative real time PCR.

Loose shell syndrome (LSS)

This disease also causes a heavy economic loss among the shrimp farmers and was first reported in India in 1998. The incidence is more in summer than in winter. In India, the disease is more prevalent in some districts of Andhra Pradesh (East Godavari, West Godavari and Nellore) and Tamil Nadu. The disease is characterized by flaccid sponge abdomen due to muscular dystrophy, shrunken hepatopancreas and poor meat quality, which generally fetch reduced market price. The affected shrimps cannot moult and the gap between muscle and shell is generally increased with accumulation of water. The etiology of this disease is still not confirmed. Different species of *Vibrio* has been isolated from affected shrimp. The involvement of a filterable infectious viral agent has also been suspected for the disease. Maintenance of good aquaculture practices including water quality parameters and adaption of strict biosecurity measures may be of help in controlling this disease. Recently, it is also observed that sometimes high nitrite content of pond water is associated with loose and weak shell.

Black gill disease

This disease generally occurs when plankton content of water is too high. Poor pond bottom quality, low dissolved oxygen content, poor water quality parameters and high stocking density are also the causal factors of this disease. This is also known fouling disease. Gill becomes black in colour and is generally colonized with different saprophytic bacteria (*Flavobacterium*, *Cytophaga*, etc.) and parasite (e.g., *Zoothamnium* spp.). Addition of lime (quantity depends on pH), water exchange and increase of duration of aeration may help in controlling this disease.

Black gill disease

Early mortality syndrome (EMS)

This is the most dangerous bacterial disease of *P. vannamei* and often causes 100% mortality. The disease also affects *P. monodon*. EMS is also called as acute hepatopancreatic necrotic disease (AHPND). The etiology of the disease has recently been confirmed as a particular strain of *Vibrio parahaemolyticus*, which bears a specific plasmid. This disease was first reported in Taiwan province of China and mainland China in 2009 and later on reported from all shrimp growing countries of South-east Asian region including Thailand, Vietnam, Malaysia etc. The early stages of culture period (20-30 days after culture period) are generally affected and cause upto 100% mortality. In many cases, farmers are unable to detect any shrimp in the pond after a month of stocking. In the infected shrimp, hepatopancreas becomes pale with significant atrophy. The moribund shrimps usually shrink to bottom and die. Temperature fluctuation, high salinity and high stocking density are the predisposing factors for AHPND. Diagnosis is generally done by PCR and histopathological examination of hepatopancreas. Histopathology of hepatopancreas is considered is the most reliable method of diagnosis of EMS / AHPND.

Vibriosis

Vibriosis is in shrimps caused by different species of *Vibrio* including *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. mimicus*, *V. harveyi*, *V. fischeri*, *V. litoralis*, *V. metschnikovii* etc. Water bodies of brackishwater aquaculture systems are generally normal habitats of different species of *Vibrio*. However they also acts as opportunistic pathogens of cultured shrimp and affect shrimps during different environmental stress factors including mechanical injury, higher salinity, increased level of ammonia, nitrite and nitrate, low dissolved oxygen, higher stocking density, sudden change of pH, etc. Vibriosis is considered as major problem in hatchery level. In grow-out culture, this disease is characterized by melanised nodules in the gills, opacity of muscle, red discolouration of the appendages etc. Gathering at edge of the ponds is also commonly observed. Haemolymph of the affected shrimp does not clot or clot at very slow rate. Different species of *Vibrio* can be isolated from haemolymph and hepatopancreas by plating on TCBS agar and Zobell marine agar. Some

species of *Vibrio* like *V. harveyi*, *V. fischeri* are considered as luminescent bacteria and they emit luminescence in dark. The luminescence can be demonstrated by preparing a smear from haemolymph and observation in dark. In case of heavy infection, the luminescence can be seen if the haemolymph is observed in dark. Some species of *Vibrio* also produces 'white fecal syndrome' leading to poor water quality and loss of production.

In grow-out pond, this disease can be controlled by application of different probiotics, application of neem leaves at 20 kg/ ha, fertilization of pond with sucrose (20 kg/ ha), etc. Addition of garlic paste (5–10 g of garlic/ kg of feed) and leaves of *Cantella asiatica* (Indian penny wort) (10 g/ kg of feed) in feed have recently been found to be very effective in controlling vibriosis in grow-out pond.

Enterocytozoon hepatopenaei (EHP)

EHP is a microsporidian parasite that has been widely found in Asia and other parts of the world, is impacting aquaculture production by severely retarding the growth of cultured shrimp. EHP infects tubules of the hepatopancreas. As a result, other organs of shrimp don't get proper nutrition leading to retardation of growth. Although this disease doesn't cause large scale mortality in shrimp, heavy economic loss occurs due to slow growth. This microsporidians are very often seen to be associated with White faecal disease. Diagnosis can be done by PCR or histopathology of hepatopancreas. Hepatopancreas exhibits detachment of tubular epithelium from the basement membrane and microsporidian spore.

Infectious myonecrosis virus (IMNV)

This is an emerging viral disease in farmed shrimp *and mostly prevalent in* Brazil, Indonesia, Thailand and Hainan Province in China. However, this disease has recently been reported in Chandipur area of Purbo Medinipur. This disease is caused by a RNA virus. Shrimp with the acute form of the disease display various degrees of skeletal muscle necrosis, visible as an opaque, whitish discolouration of the abdomen. Surviving shrimps progress to a chronic phase with persistent low-level mortalities. Till date, the disease has only been reported in vannamei.

White faeces syndrome (WFS)

White faeces syndrome reported since last decade, has recently been noted as serious problem for *P. vannamei* throughout the world. However, this disease has been reported from both cultured black tiger shrimp and pacific white shrimp. WFS usually occurs after 60 days of culture (DOC). Ponds affected with this show white faecal strings floating on the pond surface while the shrimps show white/golden brown intestine, reduced feed consumption, growth retardation and often associated with loose shell. The disease can cause moderate to severe economic loss by reducing the shrimp survival by 20–30 percent when compared to normal ponds. There is multiple causes for WFS, which may be associated with presence of vermiform like gregarine bodies, vibriosis, *Enterocytozoan hepatopenaei*, blue green algae and loose shell syndrome. On bacteriological examination of haemolymph, a very high load of *Vibrio* is generally observed in WFS infected shrimp. Six species of fungi (*Aspergillus*

flavus, A. ochraceus, A. japonicus, Penicillium spp., *Fusarium* spp., and *Cladosporium cladosporioides*) were isolated from shrimp naturally infected with WFS. Reduced stocking density, proper water exchange together with better management practices will be helpful in evading WFS. Application of gut probiotics at regular interval can also prevent the onset of this disease.

Brown spot disease of shrimp:

Brown spot occurs when the pond bottom condition deteriorates. This disease occurs due to action of chitinolytic bacteria on shrimp shell. The shell becomes weak with brown or black cololured spots over the shell.

Brown spot disease

Necrotizing hepatopancreatitis (NHP)

NHP is caused by a rickettsia like bacterium that infects the hepatopancreas of shrimp. The clinical signs of this disease include lethargy, emaciation, soft shells, heavy fouling from external parasites, black gills and reduced growth. The hepatopancreas appears pale to white. NHP requires lengthy periods of high air temperature (29°–31°C) and elevated salinity (20–40 ppt). Mortality can be 90–95% within 30 days of an outbreak. Mortalities usually occur midway through the grow-out phase. NHP appears to be transmitted by direct ingestion of an unidentified carrier (a reservoir host).

Diseases of brackishwater finfishes

Viral nervous necrosis (VNN)

Viral nervous necrosis (VNN) is a dangerous disease of both marine and brackishwater finfishes and it causes a very high mortality, especially in larval and juvenile stages. This disease is caused by a virus called betanodavirus. This disease is also known as Viral Encephalopathy and Retinopathy (VER). In India, the disease was first reported in Chennai in 2005 and later on, it was reported in other parts of country. VNN affects different cultured and wild species of brackishwater and marine fishes including *Lates calcarifer* (Bhetki), *Mugil cephalus*, *Chanos chanos* (milkfish), *Epinephelus tauvina*, *Sardinella longiceps*, *Amblygaster clupeoides*, *Mystus gulio*, *Leiognathus splendens*, etc. The disease also affects freshwater fish like Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and the ornamental fish guppy (*Poecilia reticulata*). VNN is generally transmitted through influent contaminated water, introduction of infected juvenile fish, implements and translocation of fish from one location to another etc. Sometimes, different species of fish acts as carriers of this virus. The vertical transmission from infected spawners to fry has also been reported. The affected fishes exhibit dark colouration of the body, loss of appetite and spiral swimming. The mortality rate is higher in juveniles. The diagnosis can be done either by histopathology or by

RT-PCR. Till date no effective treatment method or commercial vaccines are available for this disease.

Diseases caused by Iridoviruses

Among brackishwater fishes of India, Iridovirus infection mainly affects Asian seabass (Bhetki or *L. calcarifer*). This disease is caused mainly by two groups of DNA viruses, *Lymphocystivirus* and *Ranavirus*. Viruses under genus *Lymphocystivirus* causes localized infection, while systemic disease is caused by *Ranavirus* leading to heavy economic losses. The affected fish becomes lethargic and anaemic. The mortality rate depends upon different factors like age, water temperature, water quality and other culture conditions and it varies greatly from 0 to almost 100%. Diagnosis is mainly based on immunological detection of pathogen by IFAT (Indirect Fluorescent Antibody Test), and spleen and kidney tissue are the most suitable organ for this pathogen detection. On histopathology of liver and spleen with Giemsa staining, abnormally enlarged cells with very deep stain are observed. The detection of this virus can also be done by PCR. Stocking of pathogen free fish, maintenance of good water quality, avoidance of overcrowding and overfeeding etc can help in prevention of this disease. For red sea bream Iridovirus infection, a formalin-killed vaccine is commercially available.

Diseases caused by *Vibrio* spp.

Infection by different species of *Vibrio* including *V. harvei*, *V. anguillarum*, *V. salmonicida*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* and *V. vulnificus* is collectively known as vibriosis. The incidence is more in summer season, when the water temperature is high. Common symptoms of vibriosis include anorexia, lethargy, darkening of body, and reddened ulceration of body haemorrhage at mandible, isthmus, bases and rays of fins. Spleenomegaly (enlargement of spleen) is also observed in some cases. The reddened ulceration is often observed on the body surfaces. Due to presence of haemorrhage on different parts of body, vibriosis in Asian seabass is popularly known as 'Ulcerative Haemorrhagic Septicaemia'. The body is very often covered with thick layer of mucus. The disease is more severe at nursery stages. The diagnosis of the disease is generally done by isolation of particular *Vibrio* spp., slide agglutination test using specific antisera. Brain and kidney of suspected fishes are the suitable organs for diagnosis of vibriosis. Vaccination of seabass against *V. anguillarum* serotype O1 is reported to be effective. Aquavac *Vibrio* Oral®, which is meant for vaccination of trout against vibriosis, has also been successfully used for prevention of vibriosis in Asian seabass.

Infection by *Aeromonas* spp.

Although different species of *Aeromonas* are normal inhabitants of the aquaculture environment, very often they act as an opportunistic pathogens especially during environmental stresses. Then they cause haemorrhagic disease with high mortality. These stressed conditions include high temperature, sudden fluctuation of pH, high CO_2, depletion of dissolved oxygen and high level of free ammonia in water etc. *Aeromonas* infections in brackishwater fishes are mostly caused by *A. hydrophila*, *A. caviae* and *A. punctata*.

Haemorrhage is generally found in fin and tail of affected fishes and in severe cases, erosion of tail and fin can also be observed. *Aeromonas* spp. can be isolated from diseased fish by Starch-ampicillin agar or Rimler-Shotts agar containing novobiocin.

Columnaris disease

This is a bacterial disease and is caused by *Flexibacter columnaris*. Columnaris disease is important in different freshwater fishes. However among brackishwater fishes, Asian seabass especially at juvenile and nursery stages are susceptible. This disease is characterized by saddle-shaped lesion in the mid-body position near dorsal fin and is mostly associated with over-stocking, poor hygiene and skin trauma. Treatment can be done by dipping affected fish with copper sulfate (2 mg/ L) for 1–2 min or by application of potassium permanganate at the rate of 4–6 mg/ L to the affected pond.

Epizootic Ulcerative Syndrome (EUS)

The disease is caused by an oomyceteous fungus, *Aphanomyces invadans*. This disease, which is called as Red spot disease, is a very common disease of wide varieties of freshwater fishes causing significant economic losses to the fish farmers. Among brackishwater finfishes, the disease often affects *Mystus gulio* (Nuna tengra), different species of mullets (*Mugil* spp., *Liza* spp.) and Asian seabass. Milkfish are generally resistant to EUS. The disease is very often associated with secondary bacterial infections. The spread of diseases generally takes place through water-borne transmission of zoospores, contact between fishes and introduction of infected fish into non-infected ponds. Rate of mortality is generally more during long colder seasons. Heavy rainfall is also considered as a predisposing factor of this disease.

On the head of affected fishes, haemorrhagic ulcers are frequently observed and it very often extends to skull leading to exposure of brain. Diagnosis of the disease is generally done by observation of symptoms and lesions, and generally confirmed by detection of non-septate, branchial hyphae in the periphery of the lesion. No particular vaccine is commercially available for prophylaxis against this disease.

Diseases caused by Dinoflagelletes (e.g. Velvet disease in Asian seabass)

Dinoflagellates like *Amyloodinium ocellatum* adheres to gill filaments or body surfaces of the affected fish. This causes necrosis of gill and skin leading to dark discolouration of the body. High stocking density and high level of organic matter are predisposing factors of infection with dinoflagelletes. White spots are often seen on skin and gill. Very high mortality may be observed if not treated in time. Amyloodiniosis can be easily diagnosed by microscopic examination of gill and skin scrapings. The affected fish can be dipped in 200 ppm of formalin for 1 h or in 0.5 ppm copper sulfate for 5 days.

Diseases caused by ciliates group of protozoa

Cryptocaryon and *Trichodina* are the two most important ciliated protozoa of fish. *Cryptocaryon irritans* is generally found on gill and external surface of the fish. The *Cryptocaryon* infection is generally characterized by numerous white spots on the body

surface and increased mucus production in the affected part. Thus the disease is known as 'White spot disease' in fin fish. Over-crowding and low water temperature are generally considered as predisposing factors for infection with *Cryptocaryon*. *Trichodina* spp. is another important ciliated protozoa, which causes trichodiniasis in Asian seabass. It generally attaches to skin and gills. The affected fishes show heavy mucus production around the gills leading to respiratory distress by clogging of gills. The disease can be controlled by formalin or acriflavin bath.

Flukes infections in brackishwater finfishes

The common skin fluke of fishes are *Benedinea* spp. and *Dactylogyurs* spp. They generally affect body surface, eyes and occasionally gills. The commonly affecting gill flukes of fishes are *Gyrodactylus* spp. and *Diplectanum* spp. Poor water quality such as low pH, high stocking, high nitrates and nitrite levels are the predisposing factors. The most common symptom is respiratory distress. The fishes often come to surface and preferably near aeration equipment for getting more oxygen. Areas of haemorrhage with ulcers, which is very often circular in shape, are generally observed. In severe infection, the body of the fish is covered by a slime layer. The affected fishes become prone to secondary bacterial infections.

Infection by Crustacean parasite

Among different crustacean species infecting brackishwater fishes, *Caligus* spp. (sea lice), *Ergasilus* spp. (gill maggots) and *Lernaea* spp. (anchor worm) are important. All of them affect Asian seabass. These parasites are introduced into the culture system through water, live feed, wild fish and contaminated tools and equipment. Affected fishes show anorexia with sluggish behavior. Erosion is observed in gill and skin leading to secondary bacterial infection. High mortality generally takes place, if not treated in time. The introduction of wild fish in the pond may aid in spread of these infection in the culture system. Heavy infestation with copepods results in mechanical damage, impaired respiration, petecheal haemorrhage, anaemia and emaciation. These parasites also act as mechanical vectors for other bacterial and viral pathogens. The diagnosis can be done by microscopic examination of skin and gill.

Argulosis or Fish Louse

Argulosis is caused by a large ectoparasite, *Argulus*, commonly called as fish lice. These parasites are dorsoventrally flattened measuring up to 1 cm in length. They are commonly found in the skin and fins of freshwater fishes and to a lesser extent in brackish water fishes. The trauma induced by the parasite due to the attachment and feeding method causes haemorrhagic ulcers and leads to secondary bacterial infection. Affected fish show lethargy, irritation and loss of appetite. It is practically difficult to eradicate *Argulus* in culture waters as the adults and larval stages are active swimmers. Infested fish can be treated with formalin or organophosphorus insecticides. Drying the ponds and tanks between cycles will reduce *Argulus* infestation.

Some common treatment measures of Brackishwater fin shrimp and finfish diseases:

In case of treatment of any fish disease, it is better to apply any chemical or medicine only after consultation with aquaculture experts or fish heal professional. Indiscriminate use of any chemical or medicine may adversely affect the diseased condition. Moreover, accidental use of any banned chemical or substances may result in export rejection leading to heavy economic loss. However, the common treatment methods are depicted below:

In case of White spot diseases and other viral diseases of shrimp and fin fish, there are no effective treatment measures. However, the disease can be prevented by following good management practices and strict biosecurity protocol like installation of crab fencing, bird fencing, etc. Maintenance of optimum water quality can help in prevention of viral disease to some extent. Very often it is observed that, if WSSV is present in low copy numbers (as in case of 2^{nd} step positive in PCR), the maintenance of optimum water quality can prevent the crop loss.

The occurrence of disease can be prevented to some extent by following measures:

- Application of garlic paste at the rate of 5 g per Kg of feed with one meal
- Turmeric paste can be given in place of garlic paste
- Neem leave extract prepared from 20 kg of neem leave (per hectare) may be applied.
- Some commercial immunity boosting feed additives like Immuzone, Virzon aqua may be tried.

For bacterial infection in shrimp and finfish:

Application of potassium permanganate: Potassium permanganate may be applied at the rate of 20 kg per hectare in pond. In case of fin fish, the dip treatment of the affected fish in potassium permanganate solution can be done. The affected fish may be separated and dipped in potassium permanganate solution (20-50 mg/Liit) for 10-30 minutes. This dip treatment can be repeated for 3 days.

Application of lime: Quick lime may be applied at the rate of 5 kg per 1000 m^2. Lime application may be followed by application of potassium permanganate (1 kg per 1000 m^2). If pond bottom is adversely affected, then lime and potassium permanganate may be mixed with sand before application into pond.

Benzalkonium chloride: Benzalkonium chloride (50%) can be applied @ 3 Lit per hectare to prevent harmful bacterial load in the pond.

Application of suitable probiotics: Probiotics are the live beneficial bacteria, which can reduce the harmful and pathogenic bacterial load. For control of harmful bacteria in pond water, different water probiotics and soil probiotics may be applied. On the other hand, for controlling pathogenic bacterial infection in shrimp or finfish, gut probiotics can be given along with feed. Different commercial probiotics marketed by different aquaculture

companies are available. Manufacturer's instruction should be strictly followed before application.

Thankuni leaves: Application of Thankuni leave (Indian Penny wort) paste @ 5 g per Kg of feed is sometimes very effective in controlling bacterial infection.

Treatment for Epizootic ulcerative syndrome (EUS) in fin fish:

Quick lime can be applied @ 20 kg per 1000 m^2. After 1-2 days of application of lime, potassium permanganate can be applied @ 1 kg per 1000 m^2.

Copper sulfate: Copper sulfate can be applied in the pond. However, the dose is very crucial. The maximum dose depends upon the alkalinity of the pond water. The maximum dose of copper sulfate is X/10 kg per hectare, where X stands for alkalinity of pond water in ppm. Otherwise, the affected fish can be dipped in copper sulfate solution (4 mg/Litre) for 5 minutes for consecutive 3 days.

Application of CIFAX @ 1 Lit per hectare area. For heavy infection, the dose may be repeated after 7 days.

Treatment of parasitic disease of shrimp and finfish:

Application of formalin: Formalin can be applied in the pond @ 15-20 Lit per hectare. The affected fish may also be dipped in 250 ppm of formalin for 5 min.

Acetic acid treatment: The affected fish may be dipped in 1000 ppm glacial acetic acid for for 1-2 minutes.

Malachite green: Malachite green is often very effective in controlling protozoal infection. The dose of malachite green in pond application is 0.1 ppm.

Dichlorovos: This may be added to pond @ 20 kg per hectare area.

Treatment for EHP:

There is no effective treatment for EHP while shrimp culture is in progress. The microsporidian spore of EHP is very resistant to any disinfectants including chlorine. If any pond is infected with EHP, before start of next culture, during pond preparation the heavy dose of lime can be applied (6 Ton/Hectare). The caustic action of the lime will inactivate the EHP spore.

Measures to be followed at field level for control of shrimp diseases:

For shrimp aquaculture, two most important factors for disease management is strict adherence to Better Management Practices (BMPs) and guidelines of Coastal Aquaculture Authority (CAA). The guidelines of CAA is available to their website www.caa.gov.in

- Optimum pond preparation: An optimum pond preparation is the first step of good beginning of brackishwater shrimp culture. The pond should be dried for at least three weeks and the top black soil should be excavated. The pond bottom should be limed with proper dose, which depends upon pH of the soil. For the quantity of lime

required, please refer to the CIBA guidelines. However if the ph is not below 7.5, apply a basal dose of 300-500 K.g. / ha.

- Biosecurity measures: It is very important to follow strict biosecurity measures to prevent entry of harmful vectors and pathogens. The suitable crab fencing and bird fencing should be installed. The farmers should keep potassium permanganate dip at the entry at the entry of the farm.
- Disinfect the pond water with optimum dose of bleaching at least 14 days before stocking. There should be at least 20 ppm of effective chlorine.
- Source of post-larvae / shrimp: Always buy shrimp seed / post-larvae from reputed hatcheries. For *Penaeus vannamei*, the lists of approved hatcheries are available at the website of Coastal Aquaculture authority. The shrimp seed / post-larvae should be certified for WSSV free.
- Stocking density: The chances of spreading infectious diseases including WSD increases with increasing of stocking density. As per CAA guidelines, the maximum permissible stocking density are 30 and 60 per sq.m. in case of *P. monodon* and *P. vannamei*, respectively. This should be followed strictly.
- During stocking acclimatize of post-larvae (seed) to prevailing pH, temperature and salinity of the pond water by gradual mixing of pond water to the ball of post-larvae.
- Never discharge pond water immediately after harvesting. After harvesting, bleach the water properly, hold for at least 7 days before discharging.
- Monitor the cultured shrimp regularly for any abnormal symptoms or behavior. If observed, report immediately to any aquaculture health expert.
- Some diseases like Yellow Head Disease, Early Mortality Syndrome, etc. are not reported in India till date. However, they are prevalent in many other Asian countries. If any symptoms of such type of diseases are observed, then report immediately to aquaculture health experts.
- Monitor the water and soil-water-interface properly throughout the culture period. Test the water and soil-water-interface samples, periodically.
- Don't use antibiotics. Use of almost all antibiotics is banned.
- As much as possible avoid exchange of water. Exchange of water will increase the probability of introduction of pathogen in the cultured ponds. During water exchange special care should be taken to avoid high fluctuation of water quality.
- Use the feed in optimum level Overfeeding and underfeeding should be avoided. Store the feed / feed ingredients in dry place. Moist feed is very much prone to fungal contamination i.e. aflatoxin production. The shrimp feed manufacturing units needs to be registered by Marine Products Export Development Authority (MPEDA).
- Avoid using aquaculture medicines indiscriminately without expert consultation.
- Depth of water: The optimum depth of water for shrimp culture is 1.25 meter. For vannamei, it is 1.5 meter. Reduced depth of water causes stress in the cultured shrimp.

- Filter the intake water through net filter to prevent the entry of vectors of different pathogens.
- Monitor different water quality parameters through testing of water in any competent laboratory. Different crucial water quality parameters include pH, salinity, dissolved oxygen, total ammonia nitrogen, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, total alkalinity, dissolved inorganic phoshphate, etc. If really, necessary, perform partial water exchange (5-30 %).
- Dispose the diseased and dead shrimp in proper manner. Apply lime and bleaching to the diseased shrimps and bury those preferable away from the ponds.
- Separate the net and other equipments for the diseased ponds.
- Keep an effluent treatment system for management of waste of the farm. This is mandatory for the farm with the area more than 5 hectares.
- The workers of the farm are supposed to maintain a good health status and proper sanitary conditions.
- Always use one pond as reservoir pond, if possible. Reservoir ponds are mandatory for the farms having area beyond 2 ha. Farmers having small farms can adopt group farming with a common reservoir.

New approach of *Mystus gulio* farming: polyculture and IMTA

C.P. Balasubramanian[1], Prem Kumar[2] and K.K. Vijayan[1]

[1]*ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, 75, Santhome High Road, R.A. Puram, Chennai 600028*

[2]*Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal*

The world landing of edible fishes in mid 1980s was 85 million tonnes, and it is remained stagnated at that level since 1990s. However, global aquaculture production escalated to 160 million tonnes and it has become the fastest growing food producing sector globally. Brackishwater aquaculture, particularly shrimp farming, has been one of the most valuable aquaculture sectors. The growth of shrimp farming during the last three decades has been spectacular. In general, brackishwater aquaculture was considered to be targeted to relatively affluent urban consumers and international markets. Arguably this form of aquaculture does not full fill the very basic goal of the aquaculture, the nutritional security of the poor. There is an unarticulated and unmet demand for economically accessible and less expensive fish that can afford by the poor. While aquaculture is primarily meant for the food and nutritional security, it is a market oriented business as well. Brackishwater aquaculture will only be sustainable when it ensures the societal needs, economic feasibility and environmental health. Co-culturing of less expensive fishes, which provides nutritional security to the undernourished population, with high valued crustaceans is a viable option to full fill the goals of aquaculture. At this context diversification of production system is imperative for the sustainable aquaculture development. Polyculture and Integrated multi-trophic aquaculture are the two forms of production systems that have the potential for economic and environmental sustainability. Diversification of species has been the major thrust area for brackishwater aquaculture. A locally preferred species, which can easily be accessed by the low-income group of the society, would be beneficial for the livelihood and nutritional security.

Mystus gulio, locally known as 'Nona tengra', is a euryhaline estuarine small catfish commonly occurring in the coastal waters of west Bengal. This species supports a small coastal fisheries in West Bengal, however the catches of this fish is reduced significantly during the last four decades. Thus, the species become vulnerable and nearly threatened. Due to the high nutritional quality and delicious taste, this species has been a high valued fish locally, and identified as a potential candidate species for aquaculture. Crustaceans, shrimps and crabs, are high valued cash crops that can be co–cultured with *M. gulio*. In order to develop a viable aquaculture technology of this species, poly culture and multi-trophic aquaculture can be considered as an alternative strategy for the environmental and economic optimization. This article summarizes the various aspects of polyculture and IMTA of this species.

Polyculture:

Polyculture is the addition of subordinate species to main species in a culture system to optimize the ecology and economics of the culture system. It is an age old aquaculture widely practices in many south east Asian countries India. Traditional aquaculture practice in West Bengal, Kerala and Karnataka are essentially a polyculture system. However, the modern aquaculture, which is basically a monoculture system, replaced the traditional polyculture system. The modern aquaculture basically based on the cash crops, and farmers are ignorant about the advantages of polyculture or reluctant to shift from the monoculture to polyculture. Polyculture is aimed to increase the productivity by efficient use of natural food resources present in the aquaculture pond. However, addition of high valued crop provides a higher income to the farmers, although general productivity is not increased substantially. At this context addition of crustaceans, shrimps and crabs will increase the productivity of farmers.

Generally, two types of polyculture systems have been recognized: direct polyculture and cage-cum-pond polyculture. In direct polyculture system, the different species are cultured together without any physical partition between species culture. This is a simple type of culture practice without any extra economic and human effort. In any farming system this type of culture could be practiced, if the stocking density of the species is not exceeded beyond the carrying capacity of the pond ecosystem. It is found that *M. gulio* could be cultured at 8, 12 and 16 animals/m^2 without compromising production performance. It should be ensured that the total stocking density should not be exceeded beyond 16 animals/m^2. The stocking density of crabs should not increase 0.5 crab /m^2

Production technique

Farm design:

Rectangular ponds with a size ranging from 1000 to 10,000 m^2 (1 ha) area is suitable for pond construction. Essentially, any shrimp farm can be modified into polyculture farm. Although, mud crabs are found to be tolerate wide range of salinity from 0 to 40 ppt, salinity above 34 ppt and below 10 ppt are found to be less suitable for pond culture. Further, *M. gulio* also can only tolerate lower salinity. If there is a probability to enhance salinity above the optimum level in summer months, it is recommended to reduce the salinity by diluting with freshwater (Balalio, 2005). However according to regulations of Coastal Aquaculture Authority rules it is not acceptable.

The ponds should have a minimum water depth of 1 m and further, each pond should have ~12 earthen mounts (~ 5 m^3). The top surface of these mounts should be above the water surface. These mounts are breathing space for crabs when dissolved oxygen level of ponds drops below the optimum level. The ponds must be fenced with nylon netting to prevent the escape of crabs, and it should be extending minimum 50 cm above the water line. Further, a strip of plastic should be installed over the fence (about 30 cm width). The lower side of the netting is embedded 10 cm below the base of enclosure.

Pond preparation:

Pond preparation strategies generally employed in shrimp/ prawn aquaculture can also be adopted. However, it is generally believed that meticulous and stringent pond preparation is not required. The installations like net fencing, earthen mounts should be considered. Pond should be drained and keep it for 1 week. If it is not drainable pond, the pest should be eradicated by applying tea seed cake or powder (15 to 30 ppm).

The procedure adopted by farmers for pond preparation is not available as in the case of shrimp aquaculture. It can be modified according to the site and location of the farm. Liming and fertilization is the best way to increase the natural productivity of pond. Liming enhance the general health of the pond ecosystem. There are several types of liming material, and most common being agricultural lime stone, burnt lime and hydrated lime. Of these agricultural lime is found to be best, and it can be applied at the rate of 1 ton per ha. Inorganic fertilizers are applied to increase the phytoplankton productivity in shrimp aquaculture ponds. Fertilization with urea at the rate of 25 kg/ha and ammonium phosphate at the rate of 50 kg/ha is recommended.

Transportation and stocking:

One month old fish fry are transported to the pond sites and are stocked in to the prepared ponds. Small crabs or juveniles (25-50 g) can be sourced from inter tidal flats, estuaries and mangrove to stock grow-out ponds. Handling, packing and transport activities are stress to animals. Nevertheless, crab juveniles are relatively easy to transport by using cane basket, carton lined with moist sea weeds or mangrove leaves. Chelae are tied to prevent fighting among crabs. In air, mud crabs have a life span of 2-18 days when packed with moist marine algae, cotton or wood shavings. Stocking should be done with seeds having intact appendages, and without injury, and further seeds should be at uniform size. Differential size leads to cannibalism. Seeds should be stoked when water temperature is low; early morning or late evening preferably night.

Nutrition and feeding:

For *M. gulio,* polyculture feed developed by CIBA, can be given at the rate 5-6% of total body biomass. The crabs can be fed a mixed diet of 25% fish bycatch (trash fish) and 75% fresh flesh of mollusca or crustacea. Crab biomass can be estimated as the product of mean body weight of stocks in the enclosure and percentage survival. Linear decrease of 5% at every 15 days can be used as an assumed survival. An example for feed calculation is given in the Table (1). It is reported that better growth for mud crabs obtained when fed with molluscan meat than trash fish, although results are not significant. While comparing the production performance of mud crabs using three different feed treatments, crustaceans, trash fish and without feed.

Table 1. Example of feed calculation at two month old mud crab farm after stocking 1 ha pond with 5000 crabs.

Weight of the crab after two months (g)	:	50
Estimated survival (%)	:	80
Thus total number of crabs in the pond	:	5000 × 80%=4000
Total biomass	:	4000 × 50=200000g or 200 kg
Feeding rate (%)	:	90
Thus total quantity of feed to be given	:	200 × 90% = 180 kg

Water quality characteristics:

The water depth should be maintained at 80-100 cm level. The water should be replenished regularly, it is suggested that water should be exchanged three consecutive days during the spring tide. Generally water should be refreshed at the rate of 40% during the first month, 50% during the second month and 60% during the third month. Water quality characteristics should be monitored regularly. The acceptable optimum level of water quality characteristics are given in the Table 2. If water quality remains within the optimum level, the water exchange is not required.

Table 2. The acceptable optimum water quality levels in mud crab grow out ponds

Variables	Range
Temperature (^{o}C)	23 – 33
Transparency (cm)	25 – 45
pH	7.5 – 8.5
Dissolved oxygen (ppm)	>3
Salinity (ppt)	10 – 35
Total alkalinity (ppm)	200
Dissolved inorganic phosphate	0.1 – 0.2
Nitrate – N (ppm)	<0.03
Nitrite – N (ppm)	<0.01
Ammonia – N (ppm)	<0.01
Cadmium (ppm)	<0.01
Chromium (ppm)	<0.1
Copper (ppm)	<0.025
Lead (ppm)	<0.1
Mercury (ppm)	<0.0001
Zinc (ppm)	<0.1

Harvest and post harvest:

Culture period is generally 5- 6 months for fish and mud crab. In the case of mud crab it is determined mainly by the size at stocking and the preference and demand, existing in the

market. Culture period may be restricted to 60 days, if the crabs having a size of about 250 gm are preferred in the market. Harvest of crabs can be effectively done in a tide-fed pond by letting in water through the sluice gate into the pond during incoming tide. As the water flushes in, mud crabs tend to swim against the incoming water and congregate near the sluice gate from where they can be caught with the help of a scoop net. Partial harvest can be made with baited lift nets and bamboo cages/traps. To have a total and complete harvest, crabs are to be hand-picked after completely draining the culture pond. Crabs should be tied immediately after their capture in order to curb their movement and to avoid the fighting among themselves and thereby losing their legs. Tying is a process in which a nylon/jute thread is placed in between the frontal portion of the body and the chelipeds and is coiled around their fingers after keeping the chelipeds in folding posture and subsequently both ends of the thread is put into a double knot at the rear end of the crab. The "water crabs" encountered in the final harvest can be utilized for fattening purpose. The tied-up crabs are to be initially washed with fresh sea water and subsequently sent for local marketing after packing them in bamboo baskets, in which, they are kept in layers alternatively with materials such as wet seaweeds or moist wood shavings or cotton soaked with sea water to keep the crabs in cool and moist condition. Those crabs exported in live condition, are given a fresh sea water dip and packed in perforated thermocol boxes for air shipment. The expected survival rate during culture would be around 70 to 80 %. Mud crabs are generally sold in live condition for both local consumption and live crab export trade. For the purpose of marketing, the mud crabs are graded as "extra large" (1 kg and above), "large" (500 g to less than 1 kg), "medium" (300 g to less than 500 g) and "small" (200 g to less than 300 g). The female crabs with fully developed ovary are usually sold for a higher price. Live and meaty mud crabs weighing above 300 g are considered for export, while the undersized live crabs (less than 300 g) and those live crabs which have lost their legs are sold in local markets. While marketing, about 20 % mortality is observed when the transport is by sea whereas transport by air reduces the mortality to about 5 to 10 %. Packing in ventilated and insulated containers instead of cardboard boxes, with 95 % relative humidity and 16–20^0 C temperature, will reduce the mortality of the mud crabs during transit up to 7 days and thereby reduce the mortality during transport.

In the second type of polyculture, mud crabs are stocked in the individual cages, and there will not have any physical contact with fishes. Apart from this, this type of farming does not have any difference in operation and management. Advantages of this form of culture are: As mud crabs are stocked individually there will not be any mortality among them owing to the cannibalism. Further, there will not be any problem of harvesting, as mud crabs culture requires differential harvesting, it would be problematic as fishes are also there. Disadvantage of this form of culture is the availability of the seed crab.

Integrated multi-trophic aquaculture

Integrated multi-trophic aquaculture, IMTA is the farming of species from different trophic levels with complementary ecosystem function in proximity. In this farming practice, un- eaten feed, nutrients, wastes and energy of one species or crop are recaptured and utilized

as fertilizer, feed and energy for other co-cultured species or crops. When diet introduced to a fed species (for example: fish or shrimp), it will be partially egested as feces or fully excreted as soluble nutrient, and that could be captured by co-cultured species (organic extractive: bivalves; inorganic extractive: seaweed). Thus, the efficiency of whole system would be improved. A distant prototype of IMTA existed in many Asian countries as a polyculture of different species, often species from same trophic level. The importance of IMTA as a management option in keeping sustainable ecosystem functions along with economic benefits has been recognized recently. *M. gulio* can be cultured with mud crab and bivalve, and fish and mud crabs are fed species and bivalve is the organic extractive crop. For west Bengal, estuarine oyster, *Crassostrea cuttackensis* can be used at the rate of 1500 no./ha.

Polyculture and IMTA are the strategies for sustainable brackishwater aquaculture. In IMTA, there is complete recycling of nutrients, and it exactly mimics the natural ecosystem.

High density culture of catfish in Recirculatory Aquaculture System and cage

Prem Kumar

Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal

Recirculation aquaculture systems (RAS) is a new and unique way to farm fish, this system rears fish at high densities, in indoor tanks with a "controlled" environment. Recirculating systems filter and clean the water for recycling back through fish culture tanks. New water is added to the tanks only to make up for splash out and evaporation and for that used to flush out waste materials.

Benefits of RAS

1. *Intensive culture:*

Indoor fish farming in tanks may revolutionize fish production in the same way that confinement systems altered the pork and poultry farming industries. This is an excellent alternative to open pond culture where low densities (extensive culture) of fish are reared free in large ponds and are subject to losses from diseases, parasites, predation, pollutants, stress, and seasonally suboptimal growing conditions.

2. *Water and land conservation:*

RAS conserve both water and land. They maximize production in a relatively small area of land and use a relatively small volume of water. Similarly, since water is reused, the water volume requirements in RAS are only about 20% of what conventional open pond culture demands. They offer a promising solution to water use conflicts, water quality, and waste disposal. These concerns will continue to intensify in the future as water demand for a variety of uses escalates.

3. *Location flexibility*:

RAS are particularly useful in areas where land and water are expensive and not readily available. They require relatively small amounts of land and water. They are most suitable in northern areas where a cold or cool climate can slow fish growth in outdoor systems and prevent year-round production. RAS provide growers who are geographically disadvantaged because of a relatively short growing season (less than 200 days) or extremely dry (desert) conditions, a competitive, profitable, year-round fish production system

4. *Intensive farming:*

RAS are currently being used to grow catfish, striped bass, tilapia, crawfish, blue crabs, oysters, mussels, and aquarium pets. Indoor fish culture systems offer considerable flexibility to monoculture and polyculture. Recirculating systems generally are not suitable

for rearing coldwater species such as salmon and trout. Stocking density ranges from 20-50/ m^2.

5. *Easy harvesting:*

Harvesting need few manpower and less time compare to pond harvest. Simply draining the RAS tanks by opening outlet valve fitted with net will make harvest easy.

Disadvantages of RAS

1. Expensive systems to develop (building, tanks, plumbing, biofilters) and to operate (pumping, aerating, heating, lighting).
2. Complex systems which require skilled technical assistance to manage successfully.
3. Constant supervision and skilled technical support are required to operate and maintain.
4. High risk system as danger of mechanical or electrical power failure results in fish loss is always a major concern when rearing fish in high densities in small water volumes.

Design and construction of RAS:

Important components of RAS system are Main tank (holding/ growing tank), ante tank, filter (sand, biological and cartiradge), oxygen injection and aeration, pump, water heater and sterilization system (UV or ozone).

1. Tank:

Circular or oval tanks with central drains are somewhat easier to clean and circulate water through than rectangular ones. Rearing tank capacity varied from 10-100 ton. The size of the tank depends on a variety of factors including: stocking density, species selected, water supply, water quality, and economic considerations. Tanks can be constructed of plastic (FRP, Fibre Reinforced Plastic), concrete, and plastic sheeting, or any other materials that will hold water, not corrode, and are not toxic to fish. Light weight, durable, plastic tanks can be conveniently moved and readily cleaned when necessary, but they require special support to prevent stretching when filled with water. Concrete tanks may be the most economical to build, but they are relatively permanent and immovable structures once constructed. Non-toxic plastic or rubber liners can but used over frames made of wood, metal, concrete, or other materials.

2. Ante tank:

This is not essential in all RAS, to avoid the direct suction pressure on culture fish in main tank, ante tank is constructed where top and/or bottom water from main tank is collected. From ante tank water is pumped to filter system.

3. Filter system:

The two primary water pollutants that need to be removed are (1) fish waste (Toxic ammonia compounds) excreted into the water and (2) uneaten fish feed particles.

a) Pressure sand filter:

This is to remove all articulated and suspended materials such as uneaten feed and excreta. It is made up of multi-media, which is arranged vertically in plastic barrel (Fig) according to diameter of filter media. As this system is connected to pump and water get filtered due to pressure, it is called as pressure sand filter.

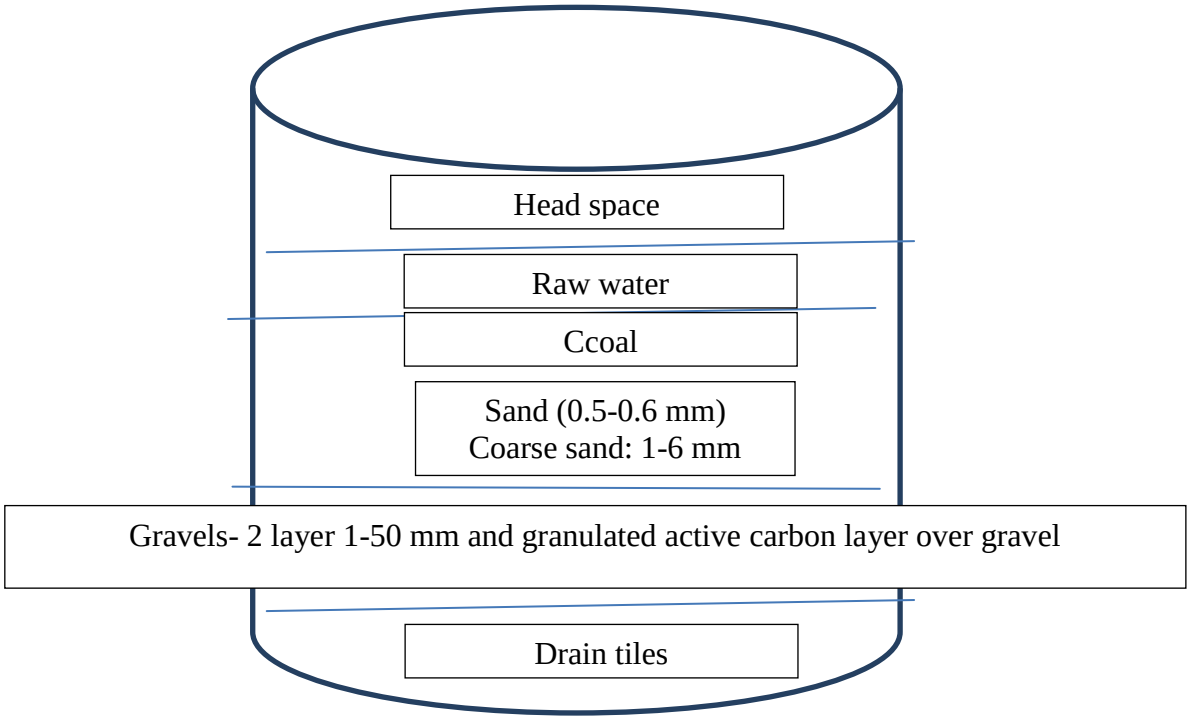


Fig. Multi media filter

b) Biological filter:

The biological filter (bio-filter) is the heart of the RAS. As the name implies, it is a living filter composed of a media (corrugated plastic sheets or beads or sand grains) upon which a film of bacteria grows, which detoxify the pollutants especially ammonia. Detoxification of ammonia occurs on the biofilter through the process of nitrification. Nitrification refers to the bacterial conversion of ammonia nitrogen (NH_3) to less toxic NO_2, and finally to non-toxic NO_3. The process requires a suitable surface on which the bacteria grow (bio-filter media), pumping a continuous flow of tank water through the bio-filter, and maintaining normal water temperatures and good water quality. Two groups of aerobic (oxygen requiring), nitrifying bacteria are needed for this job. Nitrosomonas bacteria convert NH_3 to NO_2 (they oxidize toxic ammonia excreted by fish to less toxic nitrite), the Nitrobacter bacteria convert NO_2 to NO_3 (they oxidize toxic nitrite to largely nontoxic

nitrate). Nitrification is an aerobic process and requires oxygen. For every 1 milligram of ammonia converted about 5 milligrams of oxygen is consumed, and additional 5 milligrams of oxygen is required to satisfy the oxygen demand of the bacteria involved with this conversion. Nitrification is an cidifying process, but is most efficient when the pH is maintained between 7 and 8 and the water temperature is about 27-28 C. Acid water (less than pH 6.5) inhibits nitrification and should be avoided.

c) Cartirdge filter:

Cartridge filters are simple, modular filters that are inserted into housing and can be used to remove particles, or sometime chemicals, from the water. Cartridge filters can be composed of a number for materials. Some may be made from wound strands of a material such as polypropylene. The filter will be rated to remove particles of a certain size – for many supplies, several filters in descending order of particle removal size will be needed. A typical choice would be a 20 micron filter followed by a 5 and / or 1 micron filter, but the exact choice depends on the quality of the supply and the substance(s) that need to be removed.

d) Disinfection system:

Installation of suitable UV sterilizers or ozonisers in the water flow would remove unwanted bacteria, algae and pathogens. The capacity and the flow rate of the UV sterilizer/ ozoniser should be calculated based the on quantity of water to be treated and effectiveness of treatment

Ideal important water quality in RAS

The critical water quality parameters that are taken care in RAS are dissolved oxygen, temperature, pH, alkalinity, suspended solids, ammonia, nitrite and carbon dioxide (CO2). These parameters are interrelated in a complex series of physical, biological and chemical reactions. Monitoring and making adjustments in the system to keep the levels of these parameters within acceptable ranges is very important to maintain the viability of the total system. The components that address these parameters can vary from system to system. A successful water reuse system should consist of tanks, filters, pumps and instrumentation.

Water quality	Ideal Range	Unsuitable
DO	5-8	<4
CO_2	10-15	>15
NH_3	0.01	>0.025
NO_2^-	0-0.5	>0.5
pH	6.5-7.7	<6.0, >8.5

Recirculation rate (turnover time)

The recirculation rate (turnover time) is the amount of water exchanged per unit of time. This can easily be determined by dividing the volume of water in the tank by the capacity of the pump. More turnovers mean more filtration. Generally one turnover per hour is recommended for RAS.

Backwashing:

Backwashing is the process of reversing the flow of water through the filter media to remove the entrapped solids.

Stocking density

In evaluating RAS production capabilities, the unit most often used is maximum tank or system stocking density (kg/ m^3 or lbs./ gallon). However, in terms of production potential, this unit of measure is meaningless. Fish can be held at very high stocking densities while feeding only enough to maintain their basic needs. Underfed fish consume less oxygen and produce less waste. Therefore, the stocking rate of a system (fish/ m^3) and ultimate maximum fish density (kg / m^3) achieved within a tank should be defined by the maximum feed rate (kg feed/ hr or day) that the system can accommodate without wasting feed and still maintain good water quality. This maximum feed rate capacity will be a function of the water treatment system's design, type of fish being grown, and type of feed.

Foam fractionation (protein skimmer)

Many of the fine suspended solids and dissolved organic solids that build up within intensive recirculation systems cannot be removed with traditional mechanisms. Foam fractionation is used to remove and control the build-up of these solids. This process, in which air introduced into the bottom of closed column of water creates foam at the surface of the column, removes dissolved organic compounds by physically adsorbing on the rising bubbles. Fine particulate solids are trapped within the foam at the top of the column, which can be collected and removed. The main factors affected by the operational design of the foam fractionator are bubble size and contact time between the air bubbles and dissolved organic compounds. Foam fractionation is a suitable process in sea water as well as fresh water and the efficiency is increasing with increasing salinities. That is related to the increasing surface tension allowing smaller air bubbles in sea water and there with a higher filter area. Foam fractionation is working very efficiently from salinity of 12 ppm and more. They are sometimes referred to as protein skimmers. Foam fractionators also add oxygen to the water as a secondary benefit. Unfortunately, foam fractionators do not always work well in fresh water.

Cage culture

Cage culture of fish utilizes existing water resources but encloses the fish in a cage or basket which allows water to pass freely between the fish and the pond. The first cages which were used for producing fish were developed in Southeast Asia around the end of the 19 thcentury. Wood or bamboos were used to construct these ancient cages and the fish were fed by trash fish and food scraps. High stocking density of 20-40 m^2 is used in grow out.

Advantages

1. Many types of water resources can be used, including lakes, reservoirs, ponds, strip pits, streams and rivers which could otherwise not be harvested.

2. A relatively low initial investment is required
3. Harvesting is simplified
4. Observation and sampling of fish is simplified.
5. Allows the use of the pond for sport fishing or the culture of other species.
6. Restrict fish movement which add to faster growth.

Disadvantages

1. Feed must be nutritionally complete and kept fresh.
2. Low Dissolved Oxygen Syndrome (LODOS) is an ever-present problem
3. The incidence of disease can be high and diseases may spread rapidly.
4. Vandalism or poaching is a potential problem.

Suitable species and stocking density

Cages are used to culture several types of shell fish and finfish species in fresh, brackish and marine waters. Cages in freshwaters are used for food fish culture and for fry to fingerling rearing. The most appropriate species or strains of tilapia for cage culture are Nile Tilapia, *Oreochromis aureus* (blue tilapia), Florida red tilapia, Taiwan red tilapia, and hybrids between these species and strains. The choice of a species for culture depends mainly on availability, legal status, growth rate and cold tolerance. Other suitable species for cage culture are Catfish and sea bass. Stocking rates or densities are dependent on species, cage volume and mesh size, pond surface area, availability of aeration, and desired market size. A pond without aeration can produce from 500 to 1000 kg of fish per ha. In a pond with aeration, 1,000 to 2,000 kg of fish per ha. Commonly, cage production will be between 20 and 40 kg per m^2. Pond cage size range from 20-30 m^3. The minimum size fingerling which can be stocked into a cage made of 1/2- inch mesh is approximately 5 inches. Generally 6- to 8-inch fingerlings are stocked into cages. Tilapia can be stocked in the same cage with channel catfish (called polyculture). Research has shown that tilapia polycultured with catfish will increase catfish growth because they stimulate the catfish to feed more aggressively, increasing feed consumption. In polyculture with catfish, tilapia should be stocked at rates between 1 and 3 tilapia per 10 catfish. Cage size and general stocking density of fish ias as followed: 1.2 × 1.2 × 1.2 m. (SD- 320 – 500); 2.4× 1.4 × 14 m (SD-640 - 1,000); 2.4 × 2.4 × 1.2 m (SD- 1,280 - 2,000).

Importance of high health feeds in promoting growth and disease resistance in fish culture

Leesa Priyadarsani

Kakdwip Research Centre of ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, Kakdwip, South 24 Parganas, West Bengal

The aquaculture industry as such has grown at a significant rate over the last few decades. During this period it has begun to be transformed from an art to a science, however even to this date this transition remains far from complete. As in other forms of animal husbandry, feeds and feeding are crucial elements in the culture of aquatic animals. Feed cost is considered to be the highest recurrent cost in aquaculture, often ranging from 30% to 60%, depending on the intensity of the operation (Baishya *et al*., 2018). Aquaculture requires optimisation of nutrition to efficiently raise fish for the purpose of food production. Fish nutrition is the study of nutrients and energy sources essential for fish health, growth and reproduction.

Nutrition in aquaculture

The essential nutrients for fish are amino acids, fatty acids, vitamins, minerals and energy yielding macronutrients (protein, lipid and carbohydrate). Diets for fish must supply all essential nutrients and energy required to meet the physiological needs of growing animals (Hixson, 2014).

Catfish nutrition: nutrient requirements

Proteins and amino acids

Protein and amino acids are essential regulators of several metabolic pathways in fishes and are required for larval metamorphosis, reproduction, immunity, and resistance to environmental stressors (Jha *et al*., 2007). Protein comprises about 70 percent of the dry weight of fish muscle. Commercial catfish feeds used for growing food fish typically contain either 28 or 32 percent protein. Diets containing lower levels of protein are adequate for maximum growth but may increase body fat. Catfish fry and small fingerlings require diets with more protein. Fry diets used in the hatchery should contain 45 to 50 percent protein, and fingerlings (less than 20 lbs/1,000) should be fed a 35 percent protein diet. Major protein sources used in catfish feeds include soybean meal, cottonseed meal, meat and bone/blood meal, and fish meal.

Lipids and Poly unsaturated fatty acids (PUFA)

Lipids (fats and oils) are an easily digested source of concentrated energy, having more than twice as much energy as an equal amount of carbohydrates. They play several important roles in an animals metabolism, including supplying essential fatty acids (EFA),

helping absorb fat-soluble vitamins, and other important functions. Also, including lipids in the diet may increase food intake. Lipids stored in body tissues affect the flavour of the flesh. A small amount of lipid should be included to supply EFA. Catfish apparently require 0.5 percent to 0.75 percent omega-3 fatty acids in the diet. Lipid levels in commercial feeds for food-sized catfish rarely exceed 5 to 6 percent. About 3 to 4 percent of the lipid is in the feed ingredients naturally, with the remaining 1 to 2 percent being sprayed onto the finished pellets. Spraying feed pellets with lipid increases dietary energy and helps reduce feed dust. Essential fatty acids can be supplied by marine fish oil such as menhaden oil. Natural food organisms, such as zooplankton, found in the pond are also a good source of EFA. High levels of fish oil may give "fishy" flavors to the catfish flesh.

Carbohydrates

Carbohydrate utilisation in fishes is dependent on species, type of carbohydrate source, molecular complexity, processing treatments and dietary inclusion level (Enes *et al*., 2009). Carnivorous fishes have the lowest preference for carbohydrate than herbivorous and omnivorous species. A typical catfish feed contains 25 percent or more soluble (digestible) carbohydrates plus 3 to 6 percent more carbohydrates that are generally present as crude fiber (mainly cellulose). Catfish cannot digest crude fiber well, so it should be kept at as low a level as possible. Commercial catfish feeds typically contain less than 5 percent crude fiber.

Vitamins

Vitamins vary greatly in structure and function. They are generally defined as organic compounds animals require in small amounts in their diets for normal growth, health, and reproduction. Some vitamins may be made in the body and thus are not required in the diet.

The deficiencies of vitamins are most common in the fish culture due to their unavailability in the feed or by the antagonistic interactions with other dietary components (Hardy *et al*., 1979). The information on role of vitamin in the immune response is less however certain vitamins (C and E) are strong antioxidants and enhance the immune response when supplemented above their normal dietary requirement.

Minerals

Apparently catfish need the same minerals for metabolism and bone development that other animals need. Catfish also require minerals for a balance between body fluids and their environment. They can absorb some of the minerals from the water. Fourteen minerals are considered to be essential to catfish (P, Ca, Mg, Na, Cl, K, Zn, Se, Mn, Fe, Cu, Co etc.). Selenium and vitamin E helps in high intracellular superoxide anion production by macrophages in channel catfish (Sealey *et al*., 1997). Se content in feed significantly affected growth and immune response of juveniles, increased antibody production in channel catfish (Wise *et al*., 1993). In many reports the mineral supplementation necessitated level considerably enhanced the immune response and disease resistance in fish (Gatlin, 2002; Lim *et al*., 2008).

Gaps in nutritional requirement of fish

- Lack of appropriate diets
- Nutrient concentration in live feed is difficult to control because the organism having its own metabolism (Rathore *et al*., 2016)
- Likewise, formulated feeds have technical limitations such as high leaching and low digestibility
- Complete replacement of rotifers and *Artemia*, as finfish larvae first food items, with micro diet has not been achieved commercially without reduced growth and survival performances (Rathore *et al*., 2016)

Measures to overcome the problem of availability of live feed

Live microalgae have higher nutritive values and better digestibility compared to other substitutes. The dried microalgae showed a low level or absence of n-3 HUFA (highly unsaturated fatty acids) and low ingestion or digestion by bivalve larvae (Muller-Feuga *et al*., 2003). Substitutes may be used as supplement when rations of live algae are insufficient. Spray-dried algae and algal paste were found to be useful to replace 50% of live algae (Hemaiswarya *et al*., 2011).

Enrichment of live feed

PUFAs derived from microalgae (e.g. docosahexaenoic acid (DHA), eicosapentaenoic acid (EPA), a-linoleic acid (ALA) and arachidonic acid (AA)) are known to be essential for various larvae (Sargent *et al*., 1997). Most of the zooplankton, Artemia nauplii and rotifers are naturally deficient in polyunsaturated fatty acids (Sargent *et al*., 1997). Most fish hatcheries follow a protocol of hatching in green water, followed by feeding with rotifers and *Artemia* nauplii. To meet the requirements of fish and shrimp larvae enrichment should have done. The ‘bioencapsulation’ or ‘enrichment’ is a now very common practice in fish and crustacean hatcheries for enhancing the nutritional value of this live feed or for delivering specific ingredients to cultured larvae.

Conclusion

Fish nutrition certainly has an impact on the aquaculture industry. Aquaculture has a huge role to play in the future where safe, nutritious, quality food is in demand and environmental sustainability is the key to life (Oliver, 2013). The future advancements in aquaculture to achieve this balance will inevitably require the use of biotechnology. Scientists should be able to develop and effectively use new technologies to benefit of our society. The balance between nutritious, safe food production and maintaining environmental sustainability will rely on our ability to use new technologies to improve farming practices, and our ability to use as few resources as possible to provide for our society. Feed preparation must be done on logical approach for simple formulations that should be location specific and resource oriented using a large proportion of alternative protein sources with due

consideration for less expensive feeds to support sustainable and economically sound aquaculture.

References:

Baishya, S., Phukan, B., Rajbongshi, A., Bordoloi, R., 2018. Fish Nutrition in Aquaculture, Aquafind, 1-3.

Enes, P., Panserat, S., Kaushik, S., Oliva-Teles, A., 2009. Nutritional regulation of hepatic glucose metabolism in fish. Fish Physiol. Biochem. 35, 519–539.

Gatlin, D.M., 2002. Nutrition and fish health. In: Fish Nutrition, 3rd edn (ed. by J.E. Halver & R.W. Hardy), pp. 671–702. Academic Press, San Diego, CA.

Hardy, R.W., Halver, J.E., Brannon, E.L., Tiews, K., 1979. Effect of dietary protein level on the pyridoxine requirement and disease resistance of Chinook salmon. In: Finfish Nutrition and Fish feed Technology (ed. by J.E. Halve r& K. Tiews), pp. 253–260. Heenemann Verlagsgesellschaft, Berlin,Germany.

Hemaiswarya, S., Raja, R., Ravi Kumar, R., Ganesan, V., Anbazhagan, C., 2011. Microalgae: a sustainable feed source for aquaculture. World J. Microbiol. Biotechnol. 27, 1737–1746.

Hixson, S. M., 2014. Fish Nutrition and Current Issues in Aquaculture: The Balance in Providing Safe and Nutritious Seafood, in an Environmentally Sustainable Manner. Journal of Aquaculture Research and Development 5(3), 1-10.

Jha, A.K., Pal, A., Sahu, N., Kumar, S., Mukherjee, S., 2007. Haemato-immunological responses to dietary yeast RNA, ω-3 fatty acid and β-carotene in *Catla catla* juveniles. Fish Shellfish Immunol. 23,917–927.

Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Klesius P.H., 2008. Nutrition and disease resistance in fish. In: Feeding and Digestive Functions in Fish (ed. by J.E.P. Cyrino, D.P. Bureau & R.G. Kapoor), pp. 479–545. Science Publishers, Plymouth, UK.

Oliver, J., 2013. Food, water, soil, oil: Peak everything- Almost. In: Abstracts from Aquaculture Canada Conference, Guelph, Canada, June 1-4 2013.

Rathore, S. S., Yusufzai, S. I., Katira, N. N., Jaiswal, K., 2016. Fish Larval Nutrition: A Review on New Developments. Int. J. Eng. Sci. 5(9), 40-47.

Sargent, J.R., McEvoy, L.A., Bell, J.G., 1997. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. Aquaculture 155, 117–128.

Sealey, W.M., Lim C., Klesius, P.H., 1997. Influence of the dietary level of iron from iron methionine and iron sulfate on immune response and resistance of channel catfish to *Edwardsiella ictaluri*. J. World Aquacult. Soc. 28, 142–149.

Wise, D.J., Tomasso, J.R., Gatlin, D.M., Bai, S.C., Blazer, V.S., 1993. Effects of dietary selenium and vitamin E on red blood cell peroxidation, glutathione peroxidase activity, and macrophage superoxide anion production in channel catfish. J. Aquat. Anim. Health 5, 177–182.

Formulated feed for hilsa rearing in monoculture and polyculture system

Debasis De, T. Sivaramakrishnan, K.P. Sandeep, K.P. Kumaraguruvasagam, J. Syamadayal and K. Ambasankar

ICAR-Central Institute of Brackishwater Aquaculture, 75, Santhome High Road, R.A. Puram, Chennai - 600028

Introduction

Feed is a major input in fish farming. The development of nutritionally balanced feed involves understanding the dietary requirements of candidate species, selection of feed ingredients, formulation of feeds and appropriate processing technology for producing water stable pellet feeds. Depending upon the type of farming, a wide range of feeds is used for feeding stocked fish. While no feed is used in traditional farming systems, supplementary and balanced feeds are used in extensive and semi-intensive aquaculture.

All animals including fish require food to supply the energy that they need for movement and all the other activities that they engage in for growth. However, they are 'cold-blooded' and as their body temperature is the same as the water they live in, they do not therefore need to consume energy to maintain a steady body temperature and they tend to be more efficient users of food than other farm animals. The nutrient requirement of different species of finfish vary in quantity and quality according to the nature of the animal, its feeding habits, size, its environment and reproductive state.

Fish diet should have adequate energy, not only to meet the needs of body maintenance called basal metabolism, but also for growth. In nature fish feeds on a variety of food items and derive their balanced nutrition for healthy growth. When they are cultured in confined pond they should be provided with a balanced diet as close to natural food as possible. This is the reason for understanding the nutritional requirement of candidate species which assumes paramount importance in developing the feeds for the candidate species.

Nutritional requirement of Hilsa

Fish need energy and essential nutrients for maintenance, movement, normal metabolic functions and growth. Fish can obtain their energy and nutrients from natural food in ponds, from feed supplied by the farmer or from a combination of both sources. The feed requirements of fish vary in quantity and quality according to their feeding habits and digestive anatomy as well as their size and reproductive state. Feed requirements are also affected by environmental variations such as temperature and the amount and type of natural food available. The major components of feeds are water, protein, lipid, carbohydrate, minerals and vitamins. Among these, protein, lipid and carbohydrate are called as macronutrients and minerals and vitamins are called micronutrients.

Protein is composed of amino acids. There are 10 different amino acids that cannot be synthesized in fish at rates sufficient for maximum growth and development and have to be supplied in the diet. These are the "essential amino acids". There are many others that can be

synthesized from the essential amino acids by fish. The exact requirements for essential amino acids vary between species and life stages.

Lipids are composed of fatty acids and some of these are essential for some species of fish. Lipids are important in the diet as a source of energy, essential fatty acids, sterol, phospholipids, a carrier of fat soluble vitamins. Fish oil and soya oil are generally used as lipid source during feed formulation.

Carbohydrates include fibre, starches and sugars and while not usually considered essential, they can be an effective source of energy and improve food conversion efficiency when included at moderate amounts. Carbohydrates are usually the cheapest sources of energy although different species of fish differ in their ability to use carbohydrates. Carbohydrates can also help to bind a diet together.

Table 1. Nutrient requirements of Hilsa

Nutrient	*Tenualosa ilisha*
Energy (Kcal/kg)	4000-4500
Protein %	35-40%
Lipid %	12%

Minerals are important for normal skeletal development of fish but some also have a vital role in the functioning of enzymes and other metabolic functions. The ash content of an ingredient is the total amount of minerals (or inorganic matter) present within a food.

Vitamins are complex organic compounds required in small amounts for normal growth, reproduction, health and general metabolism. Diets lacking adequate levels of vitamins and minerals can result in growth and development disorders and death in severe cases of deficiency. Many vitamins and especially Vitamin C (ascorbic acid) are easily damaged by heat, light and humidity and this reduces their usefulness to fish.

Hilsa eats primarily to satisfy energy requirements. If there is too much energy compared with protein, animals will stop eating before they consume enough protein for maximum growth. Too much energy from dietary fat or carbohydrate can also lead to high body fat, low dress out yield and poor shelf life in market size animals. If there is too little energy compared with protein, part of the dietary protein will be used for energy. It is therefore important to determine the optimum ratio of energy to protein for hilsa. This ratio can also be affected by the size of the animal. Generally the ratio of energy to protein increases as the animal gets bigger.

Fig. Nutrient requirement study of Hilsa fry using RAS

For nutrient requirement study, formulated floating feed with different levels of protein and fat were prepared by locally available ingredients by twin screw extruder. And it was found that 35% protein and 12% lipid was optimum for growth of hilsa fry. After optimizing protein and lipid requirement, experiments were designed to determine the optimal level of methionine and lysine in diets of hilsa fry.

Preferred feed for Hilsa in different stages of growth

Index of preponderance (%) and frequency of occurrence (%) of gut contents indicated that diatoms were the major items in the gut of fishes below 5 g size and *Coscinodiscus* sp. was the most prevalent diatom. In 5-100g size copepod, diatom and filamentous algae were the major food item and *Coscinodiscus* sp. *Biddulphia* sp. and *Nitzschia* sp. were dominant among diatom. In 101-200 g group, *Coscinodiscus sp.* and *Biddulphia sp.* followed by *Pleurosigma* sp., *Diatoma* sp. and *Nitzschia* sp., were dominant among the diatoms, and among filamentous algae *Ulothrix* sp. was dominant. In 201-400 g group *Coscinodiscus* sp. followed by *Nitzschia* sp., *Asterionella* sp., *Pleurosigma* sp., *Diploneis robustus, Biddulphia* sp., *Rizosolenia setigera* were dominant among diatom and among filamentous algae *Spyrogyra* sp. followed by *Ulothrix* sp. were dominant. In 401-600 g group diatom and copepod were the major food. *Coscinodiscus sp*. followed by *Diatoma* sp., *Nitzschia* sp., *Pleurosigma* sp. and *Asterionella* sp. were dominant among diatom, *Ulothrix* sp. was dominant among filamentous algae and *Coccolithophore sp*. was dominant among unicellular algae. In 601-800 g group also diatom and copepod were major food. Among diatom *Coscinodiscus sp., Nitzschia sp., Pleurosigma normanii, Rhizosolenia crassipina, Thalassiothrix sp.* were predominant items. In above 800 g size group, diatom was major food item and *Coscinodiscus* sp., *Diatoma* sp. *Nitzschia* sp., were dominant among diatom. The study indicated that hilsa (*Tenualosa ilisha*) prefer diatom and copepod in all stages of growth. Form gut content analysis it was found that that in their early stages they mostly prefer copepod and other zooplankton and shift their preference towards diatom and filamentous algae when they grew beyond 50 g size. Indoor experiment on preferred live food for hilsa indicated that hilsa fry preferred mixed zoo plankton consisting of copepod, mysids and rotifer and gained maximum weight in tank.

Body composition analysis of hilsa from different sources

Nutritional composition of hilsa, *Tenualosa ilisha* of different size groups were analyzed in an effort to develop artificial feed for hilsa. Proximate composition revealed significant ($P<0.01$) reduction in crude protein and carbohydrate content and increase ($P<0.01$) in total lipid as the fish grew. Arginine, methionine and glycine contents were significantly ($P<0.05$) higher in fish below 5 g whereas fish of higher size groups (> 800 g) had higher ($P<0.01$) leucine and isoleucine contents. Saturated fatty acids and mono-unsaturated fatty acids were lower ($P<0.05$) in fish below 5 g size as compared to bigger ones, whereas docosahexaenoic acid was higher ($P<0.01$) in fish below 5 g size.

Total carbohydrate was significantly ($P<0.01$) higher in smaller size groups as compared to larger size groups. Nitrogen free extract (carbohydrate) content (%) was

maximum in <5g size groups and decreased as the weight of fish increased. Among the minerals, calcium, phosphorus, magnesium, zinc, manganese, chromium and iron content were significantly ($P<0.01$) higher in smaller size groups compared to other groups. Calcium and phosphorous contents (%) varied between 0.37 to 0.99 and 0.32 to 0.65, respectively. In the present study, crude protein, carbohydrate and fatty acids mainly DHA content in fish muscle of small size groups of hilsa indicated higher nutrient requirement due to higher metabolic activity of small fish. When dietary energy exceeds the energy requirement as normally happens in adult fishes when metabolic activity comes down, energy is stored as lipid in body as was observed in large size groups of fish, where lipid content increased.

Feed Formulation

After optimizing the protein, lipid and amino acid requirement, feed (floating and slow sinking) for hilsa were formulated using locally available ingredients. The main objective or aim of feed formulation is development of a nutritionally balanced mixture of feed stuffs which will be eaten in adequate amounts to provide optimum growth of the cultured hilsa at an acceptable cost by utilizing knowledge of nutrient requirements, locally available feed ingredients and digestive capacity of the fish. Before proceeding with formulating a feed, the ingredients are to be selected from available sources. No single ingredient can be expected to provide all the nutrient requirement. Each ingredient in the diet should be included for a specific reason i.e., either to supply a specific nutrient or physical property to the diet. Seasonal availability of ingredients, proximate composition, digestibility and nutrient availability should be taken into account during selection of ingredients. Constraints of using some feed ingredients having antinutritional factors must also be kept in mind. Additional cost for ingredient handling, processing prior to mixing or pelletizing and transportation cost is also to be considered.

Formulation of a feed by the nutritionist is only the beginning of a process that ends when the feed is finally consumed. Feed formulation is essentially a recipe making process keeping in mind the nutritional requirement of particular species, palatability and growth promoting ability of that feed. These objectives can be achieved by judicious selection of feed ingredients, mixing them in proper proportion and presenting them in a most acceptable form.

Acceptance of Formulated feed

Acclimatization and weaning:

Hilsa fry were acclimatized with live feed in fibre reinforced plastic (FRP) tank for 1 month. Fishes were weaned with dried copepod powder replacing live feed for one week. Dried copepod powder was gradually replaced by formulated micro particulate feed by one week. After 45 days fishes were completely weaned and there was 55.86% increment in growth during weaning.

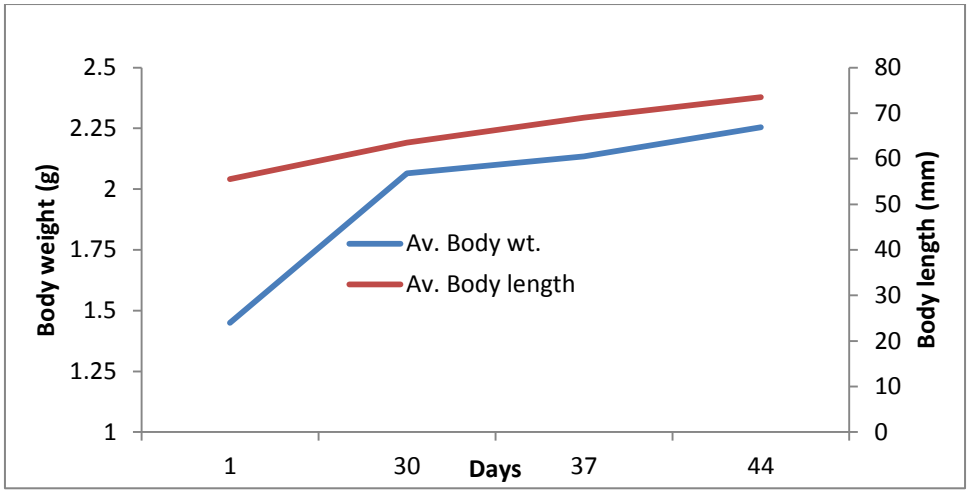


Fig. Growth curve of hilsa during weaning

Larval feed for Hilsa

Larval feed are micro-particulate feeds of different particle sizes (300 to 800 micron) which were prepared to contain 50-55% crude protein and 12% lipid, using premium ingredients enriched with EPA and DHA. The larval feeds were tested in institute's own research facility. The results revealed that the feed has better attractability and palatability for hilsa larvae of different stages with respective particle sizes.

Microparticulate larval feed

Grow-out feed for Hilsa: Hilsa*Plus*

CIBA has developed the cost effective balanced feed **Hilsa*Plus*** using indigenous ingredients. After optimizing the protein, lipid and amino acid (lysine and methionine) requirement of hilsa fry, formulated feed (floating and slow sinking) with 35% protein and 12% lipid for hilsa were prepared using locally available ingredients. The feed is being used for culture of hilsa in brackishwater as well as fresh water ponds.

This feed has been tested in brackishwater and freshwater ponds and was found to have good attractability, palatability. Using this growout feed Hilsa seeds (52.97±5.50 mm/1.37±0.18 g) stocked @ 8800 nos./ha in brackish water ponds grew to 360g/ 330 mm in 21 months with 30% overall survival.

Broodstock feed for Hilsa: Hilsa Brood*plus*

Institute has developed a unique formulation for Hilsa Broodstock using novel and speciality ingredients and the feed has been found to be effective for getting reproductive maturity of hilsa in captivity. Proteins, energy, lipids and fatty acids, minerals and vitamins have been incorporated according to the specific need of the maturing hilsa. The formulation ensures complete utilisation of all nutrients by the fish for maintaining all round health and rapid gonadal growth. High quality raw ingredients such as high quality fish meal, fish oils, phospholipids, combination of high quality vegetable proteins were incorporated to provide balanced amino acids, Fatty acids (EPA, DHA), minerals and vitamins. Using this feed males reached milting stage in 1.5 years and females developed mature oocytes (Stage V+) in 2 years (October-November and January- February) in brackish water ponds. While in freshwater ponds the ovary grew up to stage IV, males started milting within the same period. However, the oocyte stages did not reach beyond this stage, which needs further trials for achieving.

Fig. Maturation of female and male hilsa reared in brackishwater pond

Feed for Hilsa in Polyculture system

Hilsa is a slow growing fish. The stock reread at the bracksihwater ponds at KRC of CIBA attained more than 400 g in two and half years' time. Though it is highly priced fish but due to its slow growing nature it may not be economic as a species for monoculture system. To make it viable, hilsa may be co-cultured with different selected fish/shrimp taking into consideration of their feeding behaviour. In the polyculture system feed has to be slow sinking in nature, so that sinked pellet can be consumed by bottom feeder and feed, while in surface or column can be taken by hilsa. Research is on progress to develop suitable feed for hilsa in polyculture system.

Feeding behaviour of hilsa:

Feeding behavior of pond reared hilsa was studied by observing the fullness of gut at 4 hrs interval and through gut content analysis. Fishes were collected from pond at 7.00 AM, 11.00 AM, 3.00 PM and 7.00 PM and fullness of gut was examined. It was found that at 7.00 AM gut was empty, at 11.00 AM 50% of gut was filled, at 3.00 PM 75% of gut was filled and at 7.00 PM 100% of gut volume was filled with planktons available in the ponds. Result indicated Hilsa fingerlings feed during day time and they are nonselective feeder.

ভারতীয় মাছ চাষের পরিপ্রেক্ষিতে নোনা জলের মাছ ও চিংড়ি চাষের গুরুত্ব

কে.কে. বিজয়ন, সি.পি. বালাসুব্রামানিয়ান, এম. কৈলাসম, তাপাস কুমার ঘোষাল, গৌরাঙ্গ বিশ্বাস,
এল. ক্রিস্টিনা এবং প্রেম কুমার

১. ভূমিকা

বিশ্বের দ্বিতীয় জনবহুল রাষ্ট্র হল ভারত যেখানে জনসংখ্যা ১.২১ কোটি এবং বার্ষিক জনসংখ্যা বৃদ্ধির হার ১.৪১ শতাংশ (২০১১ সালের জনগণনা অনুযায়ী)। কৃষি ও পশুপালন এর জন্য জমি ক্রমশ কমতে থাকার পরিপ্রেক্ষিতে ভারতের সর্ববৃহৎ সমস্যা হল গ্রামাঞ্চল ও শহরতলিতে বসবাসকারী অপুষ্টির শিকার হওয়া অসংখ্য মানুষকে খাদ্য ও পুষ্টি র নিশ্চয়তা প্রদান করা। সুতরাং, ক্রমবর্ধমান খাদ্য চাহিদার সমাধানে মাছ চাষ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা নিতে পারে। ভারতীয় মাছ উৎপাদনে গত দুই দশকে সাড়ে ছয় গুণ বৃদ্ধি হয়েছে। মিঠা জলে প্রধাণত পোনা জাতীয় মাছ এবং নোনা জলে প্রধাণত চিংড়ি পালন করা হয়। ভারতের মিঠা জলের এলাকা ২৩.৬ লাখ হেক্টর এবং এর মধ্যে প্রায় ৪০ শতাংশ ব্যবহার হয়। ভারতের মোট ১২.৪ লাখ হেক্টর নোনা জলের এলাকার মাত্র ১৩ শতাংশ ব্যবহার হয়। ভারতের নোনা জলের মাছ চাষকে একটি উদীয়মান ক্ষেত্র হিসেবে গণ্য করা হয় যা মোট ১২.৪ লাখ হেক্টর নোনা জলের এলাকা এবং ৮০ লাখ হেক্টর নোনা মাটির এলাকায় বিস্তার লাভ করতে পারে এবং দেশের মৎস্য উৎপাদনে গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখতে পারে। ভারতের নোনা জলের মাছ চাষ একটি সুপ্রাচীন প্রথাগত পদ্ধতি যা প্রধানত পশ্চিমবঙ্গের ভেড়ি , কেরালার পোককা্লি, কর্নাটকের খার জমি এবং গোয়া উপকূলের খাজান-এ সীমাবদ্ধ। এই প্রক্রিয়ায় মাছ উৎপাদন প্রায় ৫০০-৭৫০ কেজি/হেক্টর/বছর যার মধ্যে ২০-২৫ শতাংশ চিংড়ি উৎপাদিত হয় কোন অতিরিক্ত উপাদান ব্যবহার না করে। এই প্রক্রিয়ায় প্রাকৃতিক প্রজননে উৎপন্ন মাছ ও চিংড়ির মীন জোয়ারের জলের সঙ্গে জলাশয়ে প্রবেশ করে এবং প্রাকৃতিক খাদ্য খেয়ে বড় হয় । ভারতে বাণিজ্যিক চিংড়ি চাষ শুরু হয় ১৯৮০ দশকের মধ্যবর্তী সময়ে, সর্বোচ্চ শিখরে পৌঁছায় ১৯৯৫-৯৬ সালে এবং তারপরই ধ্বংসপ্রাপ্ত হয় ভাইরাসঘটিত রোগের কারণে। পরবর্তীকালে জৈব সুরক্ষা সম্পন্ন উন্নত চাষ ব্যবস্থাপনা অনুসরণ করে চিংড়ি চাষ ক্রমশ তার হৃতগৌরব ফিরে পেতে শুরু করে বর্তমান শতকের গোড়ার দিকে। এই প্রক্রিয়ায় জল পরিবর্তন করা হয় না, পুকুরগুলো ক্লোরিন ব্যবহার করে শোধন করা হয়, পি.সি.আর. পরীক্ষিত রোগমুক্ত মীন মজুত করা হয়, অত্যন্ত সতর্ক খাদ্য ব্যবস্থাপনা অনুসরণ করা হয়, প্রিবায়োটিক ও প্রোবায়োটিক ব্যবহার করা হয় এবং চিংড়ির সতর্ক স্বাস্থ্য ব্যবস্থাপনা করা হয়। এই প্রক্রিয়া অনুসরণ করে চিংড়ি চাষীরা ৪-৬ টন/হেক্টর উৎপাদন পেয়েছেন। যদিও চিংড়ি চাষের ধারাবাহিক সাফল্য বারবার বিঘ্নিত হয়েছে ভাইরাস ঘটিত রোগের কারণে। সেইজন্য, নোনা জলের মাছ চাষের ধারাবাহিক সাফল্য বজায় রাখতে বিভিন্ন প্রজাতির মাছ ও চিংড়ি চাষের উপর গুরুত্ব আরোপ করা একটি যুক্তি সংগত বিকল্প হতে পারে। আই.সি.এ.আর - সি.আই.বি.এ, ১৯৮৭ সালে প্রতিষ্ঠিত হওয়ার পর থেকে অনেকগুলি নতুন প্রযুক্তি উদ্ভাবন করেছে যা অগ্রণী চাষীদের দ্বারা গৃহীত হয়েছে নোনা জলের মাছ চাষের ধারাবাহিক সাফল্যের লক্ষ্যে।

২. নোনা জলের মাছ চাষের উন্নয়ন ও ভারতীয় অর্থনীতিতে এর অবদান

জেমস হর্নেল ১৯১১ সালে মাদ্রাজ প্রেসিডেন্সিতে নোনা জলের মাছ চাষ শুরু করার পরামর্শ দেন এবং তুতিকোরিন এর কাছে কয়েকটি উপহ্রদ কে নিয়ে একটি নোনা জলের মাছ চাষের খামার প্রতিষ্ঠা হয় যেখানে ভাঙন জাতীয় মাছ ও স্যান্ড হোয়াইটিং মজুত করা হয়। কেরালার কাছে নাররাকাল ফিস ফার্ম প্রতিষ্ঠিত হয় ১৯৪০-৪২ সালে যা বড় আকারে নোনা জলের মাছ চাষের (ভাঙন ও মিল্কফিস) ভিত্তিপ্রস্তর স্থাপন করে। একইভাবে কেরালার কায়ালকুলাম লেক সংলগ্ন আইরামাথেনগু ফিস ফার্ম এর প্রতিষ্ঠা হয় যা নোনা জলের মাছ চাষের (মুক্তোগাছা, ভাঙন ও মিল্কফিস) প্রসারে একটি গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ। আই.সি.এ.আর. দ্বারা ১৯৭৩ সালে অল ইন্ডিয়া কো-অর্ডিনেটেড রিসার্চ প্রোজেক্ট-এর সূচনা আমাদের দেশে নোনা জলের মাছ চাষের প্রসারের ক্ষেত্রে একটি গুরুত্বপূর্ণ মাইলফলক যা মাছ ও চিংড়ি চাষের অনেকগুলি নতুন পদ্ধতি উদ্ভাবন করে। এত কিছু প্রচেষ্টা সত্ত্বেও নোনা জলের মাছ চাষ এখনো চিংড়ি চাষের সমার্থক কারণ চিংড়ির রপ্তানি মূল্য তুলনামূলকভাবে অনেক বেশি। ১৯৯০ দশকের শুরুর দিকে অনিয়ন্ত্রিত চিংড়ি চাষ ব্যাপক প্রসার লাভ করে যদিও তা পরবর্তীকালে ভাইরাস ঘটিত রোগের কারণে ব্যাপকভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হয় যা এখনও পর্যন্ত চিংড়ি চাষের ক্ষেত্রে একটি জ্বলন্ত

সমস্যা। ভারত বিশ্বের মধ্যে সপ্তম বৃহত্তম অর্থনীতি এবং চাষ করা মাছ ও খোলসযুক্ত প্রাণী উৎপাদনে দ্বিতীয় স্থানে রয়েছে। ভারত সাম্প্রতিক কালের মধ্যে সর্বাধিক ১০.৫ লাখ টন মাছ রপ্তানি করেছে ২০১৪-১৫ সালে যার অর্থমূল্য ৩৩৪৪২ কোটি টাকা। রপ্তানিকৃত পণ্যগুলির মধ্যে আগের মতোই হিমায়িত চিংড়ির সর্বাধিক মূল্য ২২৪৬৮ কোটি টাকা ছিল যা মোট রপ্তানির ৬৭ শতাংশ। রপ্তানিকৃত চিংড়ির মধ্যে চাষের মাধ্যমে উৎপাদিত চিংড়ির পরিমাণ ৭০ শতাংশের বেশি। অন্ধ্রপ্রদেশ, তামিলনাড়ু, পশ্চিমবঙ্গ এবং গুজরাটের চিংড়ি চাষ এলাকাগুলিতে *পিনিয়াস ভেনামি* চাষের ব্যাপক প্রসার চিংড়ির এই ক্রমবর্ধমান (২০১২-১৩ সালে ৫৩ শতাংশ, ২০১৩-১৪ সালে ৬৪ শতাংশ এবং ২০১৪-১৫ সালে ৬৭ শতাংশ) উৎপাদনের প্রধান কারণ।

আই.সি.এ.আর.-সি.আই.বি.এ. ১৯৮৭ সালে প্রতিষ্ঠিত হওয়ার পর থেকে চারা উৎপাদন, পালন, পুষ্টি, রোগ নির্ণয় এবং মাছ, চিংড়ি, কাঁকড়া ইত্যাদি চাষ ব্যবস্থাপনায় অনেকগুলি প্রযুক্তি উদ্ভাবন করেছে। অব্যবহৃত জায়গাগুলি যেমন হরিয়ানা, পাঞ্জাব এবং রাজস্থানের নোনা মাটির এলাকাগুলিকে বৈজ্ঞানিক চাষের আওতায় আনার প্রচেষ্টা চলছে নোনা জলের মাছ চাষের সুসংহত বৃদ্ধি বজায় রাখতে।

৩. নোনা জলের খোলস যুক্ত প্রাণী এবং মাছের চাষ প্রযুক্তি

৩.১. খোলস যুক্ত প্রাণীর চারা উৎপাদ ও চাষ

৩.১.১. *পিনিয়াস্ ইনডিকাস্*

ভারতীয় সাদা চিংড়ি বা চাপড়া চিংড়ি বৈজ্ঞানিকভাবে *পিনিয়াস্ ইনডিকাস্* নামে পরিচিত। এটি অত্যন্ত মূল্যবান বাণিজ্যিকভাবে চাষযোগ্য প্রজাতি। প্রাকৃতিক পরিবেশ থেকে এটি ব্যাপকভাবে ধরা হয়ে থাকে এবং এই প্রজাতির বাণিজ্যিক উৎপাদন ক্ষমতা যথেষ্ট। যদিও ১৯৯০ এর দশকে যখন চিংড়ি চাষ অত্যন্ত জনপ্রিয় হয় তখন এই প্রজাতিটি ততটা গুরুত্ব পায়নি পরিবর্তে বাগদা চিংড়ি প্রচুর জনপ্রিয়তা পায় কারণ দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ায় বাগদা চিংড়ি চাষ তখন যথেষ্ট সফল।

জীবন চক্র এবং হ্যাচারিতে মীন উৎপাদনঃ *পিনিয়াস্ ইনডিকাস্* এর জীবনচক্র অন্যান্য পিনিড চিংড়ির মত। প্রাপ্তবয়স্ক চিংড়ি সমুদ্রে বসবাস করে এবং সেখানেই প্রজনন ক্রিয়া সম্পন্ন করে। ডিম ফুটে নপ্লি বের হয় এবং সেগুলি পরিবর্তিত হয়ে পোস্ট-লার্ভায় পরিণত হয় এবং এর মধ্যবর্তী ধাপগুলো হলো প্রোটোজোইয়া, জোইয়া এবং মাইসিস্। কম বয়সী চিংড়িদের জন্য খাঁড়ি অঞ্চল আশ্রয়স্থল এবং খাদ্য সরবরাহের ভাণ্ডার হিসেবে কাজ করে। কম বয়সি চিংড়ি সেখানে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয় এবং আবার সমুদ্রে ফিরে গিয়ে প্রাপ্তবয়স্ক হয়। এই প্রজাতির স্ত্রী চিংড়ির সর্বাধিক দৈর্ঘ্য ২৩০ মিলিমিটার এবং দেহের ওজন ১০০ গ্রাম পর্যন্ত রেকর্ড করা হয়েছে। পুরুষদের ক্ষেত্রে সর্বাধিক ১৮৯ মিলিমিটার দৈর্ঘ্য এবং ৫৫ গ্রাম দেহের ওজন পাওয়া গেছে। এই প্রজাতির হ্যাচারিতে মীন উৎপাদন প্রযুক্তি বাগদা চিংড়ির মতোই এবং লার্ভার বাঁচার হার নপ্লি থেকে পোস্ট-লার্ভায় পরিণত হওয়া পর্যন্ত ৬০ শতাংশ। ইতিমধ্যেই ছোট ও মাঝারি মাপের হ্যাচারি তৈরির প্রযুক্তি উদ্ভাবন করেছে আই.সি.এ.আর-সি.এম.এফ.আর.আই। সাম্প্রতিককালে সি.আই.বি.এ. *পিনিয়াস্ ইনডিকাস্* প্রজাতির উপর করা সমস্ত গবেষণা পর্যালোচনা করে বাণিজ্যিকভাবে সফল লার্ভা উৎপাদনের বিভিন্ন প্রক্রিয়া উদ্ভাবন করেছে।

চাষের ক্ষেত্রে বৃদ্ধি ও উৎপাদনশীলতাঃ যেকোনো নির্বাচিত প্রজাতির চাষে বৃদ্ধি এবং উৎপাদনশীলতা হল সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। বাগদা চিংড়ি বিপুল জনপ্রিয়তা পাওয়ার প্রধান কারণ হলো এর দ্রুত বৃদ্ধি ক্ষমতা এবং এই চিংড়ি ১২০-১৩০ দিনের মধ্যে ২৫-৩০ গ্রাম দেহভর অর্জন করতে পারে। চাপড়া চিংড়ির বৃদ্ধি এবং উৎপাদন ক্ষমতা প্রায় বাগদা চিংড়ির সমতুল্য এবং কিছু ক্ষেত্রে ভেনামি চিংড়ির তুলনায় খানিকটা বেশি। উদাহরণস্বরূপ চাপড়া চিংড়ি ৩০ টি প্রতি বর্গমিটার চাষ ঘনত্বে ১১৪ দিনের চাষে ১৮ গ্রাম পর্যন্ত বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়েছে, বিপরীতপক্ষে ১২ টি প্রতি বর্গমিটার চাষ ঘনত্বে ভেনামি চিংড়ি ১৪৭ দিনে একই দেহভর অর্জন করেছে। একইভাবে চাপড়া চিংড়ি-র মোট উৎপাদনও তুলনামূলকভাবে বেশি হয়েছে। এছাড়াও চাপড়া চিংড়ি উচ্চ ঘনত্বের চাষের জন্য খুবই উপযুক্ত এবং ১৯৯০ সালের শুরুর দিকে উচ্চ উৎপাদন যেমন ১৬-১৮ টন/ বছর হয়েছে। এই প্রজাতি অধিক বৃদ্ধিহারের লক্ষ্যে নির্বাচিত প্রজননের জন্য অত্যন্ত উপযুক্ত এবং বৈদেশিক ভেনামি চিংড়ির একটি সফল বিকল্প হতে পারে।

চাপড়া চিংড়ির নির্বাচিত প্রজননের সুবিধাগুলি হলঃ

- চাপড়া চিংড়ি দেশীয় প্রজাতির হওয়ায় ভেনামি চিংড়ির ক্ষেত্রে যে সতর্কতামূলক ব্যবস্থা নেওয়া প্রয়োজন সেগুলি এক্ষেত্রে না নিলেও চলে।
- চাপড়া চিংড়ি অনেকগুলি নতুন উদীয়মাণ রোগের বাহক নয় এবং এক্ষেত্রে রোগমুক্ত স্টক সৃষ্টি করা তুলনামূলক ভাবে সহজ।
- ভারতীয় উপকূলে চাপড়া চিংড়ির ৪ টি নির্দিষ্ট জেনেটিক পপুলেশন পাওয়া গেছে এবং এটি নির্দেশ করে যে এর জিনগত উন্নতি করা সম্ভব।
- দেশীয় প্রজাতি হওয়ায় চাপড়া চিংড়ির ভারতীয় পরিবেশে সহ্য ক্ষমতা এবং বৃদ্ধি ভেনামি চিংড়ি তুলনায় বেশি আশা করা যায়।
- চাপড়া চিংড়ির উচ্চ অসমোরেগুলেশন ক্ষমতা আছে ফলে এটি বিভিন্ন লবণাক্ততায় চাষ করা সম্ভব।

৩.১.২. *পিনিয়াস্ মারগুয়েনসিস্*

পিনিয়াস্ মারগুয়েনসিস্ সাধারণভাবে ব্যানানা শ্রিম্প নামে পরিচিত যা একটি বাণিজ্যিকভাবে চাষযোগ্য প্রজাতি রূপে ভারতসহ এশিয়ার বিভিন্ন দেশের চিংড়ি চাষীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করেছে। এই চিংড়ির দেহের গঠণ অনেকটা চাপড়া চিংড়ির মত। প্রকৃতিতে স্ত্রী চিংড়ি ২৪০ মিলিমিটার পর্যন্ত লম্বা ও ১২০ গ্রাম দেহভরের হতে দেখা গেছে। পুরুষ চিংড়ি সর্বাধিক ১৯৫ মিলিমিটার দৈর্ঘ্য এবং ৬০ গ্রাম দেহভর পর্যন্ত হয়। বাণিজ্যিকভাবে আহরণযোগ্য চিংড়ি ভারতের উত্তর-পশ্চিম উপকূল থেকে কারোয়ার উপকূল এবং উড়িষ্যা উপকূলের উত্তরাংশ থেকে চিল্কা হ্রদ পর্যন্ত পাওয়া যায়। আন্দামান-নিকোবর দ্বীপপুঞ্জে চাপড়া চিংড়ির পরিবর্তে শুধুমাত্র এই প্রজাতি পাওয়া যায়।

জীবন চক্র এবং হ্যাচারি উৎপাদনঃ এই চিংড়ির জীবনচক্র চাপড়া চিংড়ির মত। সি.আই.বি.এ. এই চিংড়ির উৎপাদন প্রযুক্তি নির্ধারণ করেছে এবং এই প্রজাতির স্ত্রী ও পুরুষ সম্পূর্ণ বদ্ধ অবস্থায় পূর্ণ প্রজনন ক্ষমতা অর্জন করতে পারে। এছাড়াও এই প্রজাতির চিংড়ি আইষ্টক অ্যাবলেশন প্রক্রিয়া ছাড়াই ডিম পাড়তে পারে। সুতরাং হ্যাচারিতে এর মীন উৎপাদন প্রাকৃতিক পরিবেশ থেকে সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন অবস্থায় করা যেতে পারে ফলে এটিকে ডোমেষ্টিকেশন করা সম্ভব।

উৎপাদনশীলতাঃ কম লবণাক্ততার বদ্ধ জলে সি.আই.বি.এ.-র করা পরীক্ষামূলক চাষ থেকে বোঝা গেছে যে, এই প্রজাতির চাষ বাণিজ্যিকভাবে সফল হওয়া সম্ভব। এই প্রজাতির চিংড়ি ১৩০ দিনে বিক্রয়যোগ্য ওজনের হয় এবং প্রায় ২০ টি প্রতি বর্গমিটার চাষ ঘনত্বে ১০০০ কেজি/হেক্টর উৎপাদন হয় এবং চিংড়ির অন্তত ৫০ শতাংশ বাঁচার হার পাওয়া যায়। এই প্রজাতির চিংড়ি কম প্রোটিনযুক্ত খাদ্য বাবহার করে উচ্চ ঘনত্বে চাষ করা সম্ভব।

৩.১.৩. *পিনিয়াস্ জ্যাপোনিকাস্*

পিনিয়াস্ জ্যাপোনিকাস্ জনপ্রিয়ভাবে কুরুমা শ্রিম্প নামে অধিক পরিচিত। এটিই প্রথম প্রজাতি যার জীবনচক্র কৃত্রিম পরিবেশে সম্পূর্ণ করা গেছে। বিভিন্ন উচ্চমানের জাপানি রেস্টুরেন্টে এই চিংড়ি অত্যন্ত দামী এবং শৌখিনতার পরিচয় বহন করে। এই প্রজাতির অবস্থান পশ্চিম প্রশান্ত মহাসাগরীয় উপকূল থেকে পূর্ব আফ্রিকার উপকূল এবং লোহিত সাগার থেকে ফিজি ও জাপানের উপকূল। এই চিংড়ি ভারতে অন্যান্য চিংড়ি ও মাছ আহরণের সময় অল্প পরিমাণে পাওয়া যায়। মহারাষ্ট্র উপকূলে এটি জুন থেকে সেপ্টেম্বর মাসে অল্প পরিমাণে পাওয়া যায়। যদিও এর জীবনচক্র পিনিড চিংড়ির মতই তথাপি এই চিংড়ির পোস্ট লার্ভা সাধারণত কম লবণাক্ততার দিকে যায় না। এই প্রজাতির স্ত্রী চিংড়ির সর্বোচ্চ দৈর্ঘ্য ২৩৫ মিলিমিটার এবং ওজন ১০০ গ্রাম পাওয়া গেছে এবং পুরুষদের ক্ষেত্রে সর্বাধিক দৈর্ঘ্য ২০০ মিলিমিটার এবং ওজন ৭০ গ্রাম।

হ্যাচারীতে মীন উৎপাদনঃ আই.সি.এ.আর.-সি.আই.বি.এ. হ্যাচারিতে *পিনিয়াস্ জ্যাপোনিকাস্* মীন উৎপাদন প্রক্রিয়া উদ্ভাবন করেছে এবং এই চিংড়ি সফলভাবে বদ্ধ পরিবেশে চাষ করা গেছে। অস্ট্রেলিয়া এবং জাপানে এই চিংড়ির জিনগত উন্নয়ন সফলভাবে করা গেছে যদিও এই চিংড়ির বৃদ্ধি সাধারণত: বাগদা ও ভেনামি চিংড়ির তুলনায় কম তথাপি জাপানে এই

চিংড়ির প্রচুর বাজারদর হওয়ায় এর চাষ বাণিজ্যিকভাবে করা সম্ভব। অস্ট্রেলিয়ায় এই চিংড়ি চাষ করে জীবন্ত অবস্থায় রপ্তানি করা একটি সফল শিল্পে পরিণত হয়েছে।

৩.১.৪. নোনা কাঁকড়া (*স্কাইলা সেরাটা*)

নোনা কাঁকড়া চাষযোগ্য নতুন প্রজাতিরুপে ক্রমশ জনপ্রিয় হচ্ছে ভালো বাজারদর হওয়ার কারণে। যদিও নোনা কাঁকড়ার ৪ টি প্রজাতি আছে তথাপি মাত্র দুটি প্রজাতি যেমন *স্কাইলা সেরাটা* এবং *স্কাইলা অলিভেশিয়া* ভারতে পাওয়া যায়। *স্কাইলা সেরাটা*-র সর্বাধিক ক্যারাপেসের প্রস্থ ২৪০ মিলিমিটার এবং দেহের ওজন ২.৮ কেজি এবং *স্কাইলা অলিভেশিয়া*-র সর্বাধিক ক্যারাপেসের প্রস্থ ১৮১ মিলিমিটার এবং ০.৮৩ কেজি দেহের ওজন হতে দেখা গেছে। একটি নির্বাচিত চাষযোগ্য প্রজাতি হওয়ার সমস্ত গুণাগুণ যেমন ভালো বাজারদর, দ্রুত বৃদ্ধি, সাধারণ খাদ্য এবং চাষপরিবেশের তারতম্য সহ্য করার ক্ষমতা এই প্রজাতিগুলিতে আছে।

জীবন চক্র এবং চারা উৎপাদনঃ নোনা কাঁকড়া খাঁড়ি অঞ্চল এবং বাদাবনের সঙ্গে সম্পর্কিত। বাজারে বিক্রয়যোগ্য এবং প্রজননযোগ্য কাঁকড়া ওই অঞ্চল থেকে পাওয়া যায় তবে জীবনচক্রের প্রাথমিক পর্যায়ের চারা ওই অঞ্চলে সাধারণত দেখা যায় না। এই প্রজাতির চারা উৎপাদন করা সম্ভব হলেও এদের বাঁচার হার ৫ শতাংশের কম হয়। চারা তৈরিতে নার্সারি পর্যায় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং নার্সারিতে বাঁচার হার ৫০ শতাংশের বেশি হয়।

উৎপাদনশীলতাঃ কাঁকড়ার চাষ সাধারণত দীর্ঘমেয়াদি হয় (১০-১২ মাসে ১ গ্রাম থেকে ৫০০ গ্রাম পর্যন্ত)। এই দীর্ঘ সময় কাঁকড়ার বাণিজ্যিক উৎপাদনে একটি বড় বাঁধা এবং এর ফলে উৎপাদনশীলতা ও বাঁচার হার কম হওয়ায় চাষীরা সাধারণত এর চাষ করতে চান না। এই সমস্যা সমাধানের জন্য সি.আই.বি.এ. তিন ধাপের মডিউলার চাষব্যবস্থা উদ্ভাবন করেছে। এই প্রক্রিয়ায় ৩ মাস নার্সারি, ৪ মাস বৃদ্ধি এবং পরবর্তী ৩ মাস আরও বৃদ্ধির পর্যায় অতিক্রম করা হয়। তিন মাস নার্সারি প্রতিপালন করে ৪৬ শতাংশ বাঁচার হার পাওয়া গেছে গড়ে ৮৪ গ্রাম দেহের ওজন এবং ২৮০ কেজি/হেক্টর উৎপাদনশীলতা সহ। মধ্যবর্তী বৃদ্ধির পর্যায়ে ০.১ টি/বর্গমিটার চাষ ঘনত্বে ২৭০ গ্রাম ওজনের কাঁকড়া এবং ১১১০ কেজি/হেক্টর উৎপাদন পাওয়া গেছে। বৃদ্ধির শেষ পর্যায়ে ০.০১ টি/বর্গমিটার চাষ ঘনত্বে ৪০ শতাংশ বাঁচার হার সহ ১১৬৮ কেজি/হেক্টর উৎপাদনশীলতা পাওয়া গেছে। মিশ্র চাষে কাঁকড়াকে খুব সুন্দরভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে অন্যান্য মাছের সঙ্গে এবং এক্ষেত্রে উৎপাদনশীলতা ২৫০০ কেজি/হেক্টর পর্যন্ত পাওয়া যায়।

পশ্চিমবঙ্গের কিছু অগ্রণী চাষী সফলভাবে কাঁকড়ার ফ্যাটেনিং করছেন। এই প্রক্রিয়ায় ২০-৩০ দিনের চাষে ৭০ শতাংশ বাঁচার হার পাওয়া যায়। আই.সি.এ.আর.-সি.আই.বি.এ.-র উদ্যোগে অনুপ্রাণিত হয়ে পশ্চিমবঙ্গের কাকদ্বীপ ও নামখানা ব্লকের কিছু অগ্রণী চাষী কাঁকড়ার একক্চাষ শুরু করেছেন প্রকৃতি থেকে সংগ্রহ করা *স্কাইলা অলিভেশিয়া* এবং হ্যাচারি উৎপাদিত *স্কাইলা সেরাটা*-র চারা ব্যবহার করে। মিশ্র চাষে বিভিন্ন মাছ যেমন নোনা ট্যাংরা, পার্শে ও আঁশ ভাঙনের সঙ্গে কাঁকড়া চাষ করে অতিরিক্ত লাভ পাওয়া যাচ্ছে। সাম্প্রতিককালে, সি.আই.বি.এ. উদ্ভাবিত বহুস্তরীয় চাষ ব্যবস্থায় কাঁকড়া ও মাছের মিশ্র চাষে বাক্সয় কাঁকড়া ও খাঁচায় অথবা খোলা জলে মাছ চাষ করা হচ্ছে।

৩.২. নোনা জলের মাছ চাষ

৩.২.১. চারা উৎপাদন প্রযুক্তি

বাণিজ্যিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ নোনা জলের মাছগুলি হল ভেটকি, আঁশভাঙ্গন, মিল্কফিস, মুক্তগাছা এবং নোনা ট্যাংরা। নোনা জলের মাছ চাষে ১৯৯৭ সালে একটি গুরুত্বপূর্ণ মাইলফলক স্পর্শ করা সম্ভব হয়, আই.সি.এ.আর.-স.আই.বি.এ. ভেটকি মাছের প্রণোদিত প্রজননে সাফল্য পাওয়ায়। এই সাফল্যই ভারতের প্রথম নোনা জলের মাছের হ্যাচারি সি.আই.বি.এ.-তে প্রতিষ্ঠার ভিত্তি স্থাপন করে। কোবিয়া (*র‍্যাচিসেনট্রন্ কানাডাম্*) মাছের নিয়ন্ত্রিত প্রজনন ২০১২-১৩ সালে সি.এম.এফ.আর.আই. এবং সি.আই.বি.এ. উদ্ভাবন করে। এছাড়াও একটি নতুন দিগন্ত খুলেছে পায়রা চাঁদা মাছের সফল প্রণোদিত প্রজনন ও পার্লস্পট মাছের বাণিজ্যিক উৎপাদনে সাফল্য আসায়।

৩.২.২. ভেটকি, মুক্তগাছা ও নোনা ট্যাংরা চাষ প্রযুক্তি

ভারতের কিছু কিছু স্থানে ভেটকি মাছের একক চাষ করা হয়ে থাকে যেখানে সস্তায় কম দামি মাছ পাওয়া যায়। প্রস্তুত করা পুকুরে ভেটকি চারা ১০০০০ থেকে ১৫০০০ টি/হেক্টরে ছাড়া হয়। এই প্রক্রিয়ায় ভেটকি মাছকে কম দামি মাছ খাওয়ানো হয়। যেহেতু ভেটকি মাছ পুকুরের নিচ থেকে খাদ্য খায় না সেহেতু দিনে দুবার ছোট করে টুকরো করা কম দামি মাছ ধীরে ধীরে খাওয়ানো হয়। ছোট চারা মাছকে তাদের দেহের ওজনের ১০০ শতাংশ হারে খাওয়ানো হয় এবং ক্রমশ তা কমতে থাকে দেহের ওজনের ১০ শতাংশ পর্যন্ত। এই পদ্ধতিতে ৮-১০ মাসে ভেটকি মাছ ৮০০ গ্রাম ওজনের হয় ৬০-৭০ শতাংশ বাঁচার হার এবং ২.৫ থেকে ৪ টন/হেক্টর উৎপাদনসহ। খাদ্য-খাদক সম্পর্কের ভিত্তিতে ভেটকি মাছের মিশ্রচাষ তেলাপিয়ার সঙ্গে করার চেষ্টা করা হয়েছে এবং সফল হয়েছে। এই পদ্ধতিতে ভেটকির বৃদ্ধি প্রায় একইরকম যদি যথেষ্ট পরিমাণে খাদ্য মাছ সরবরাহ থাকে। সি.আই.বি.এ. উদ্ভাবিত ভেটকি চারা উৎপাদন প্রযুক্তি ইতিমধ্যেই বাণিজ্যিকিকরণ করা হয়েছে এবং উদ্ভাবিত খাদ্য ভেটকি আহার নামে বাণিজ্যিকীকরণের জন্য প্রস্তুত। পরীক্ষামূলকভাবে সমুদ্রে বা পুকুরের মধ্যে খাঁচায় ভেটকি চাষ অনেকগুলি স্থানে করা হয়েছে। নোনা জলের মাছের বিজ্ঞানভিত্তিক চাষের প্রচুর সম্ভাবনা দেখা যাচ্ছে। এছাড়াও সি.আই.বি.এ. মিল্কফিসের একক ও মিশ্র চাষ পদ্ধতি উদ্ভাবন করেছে এবং পশ্চিমবঙ্গ, অন্ধ্রপ্রদেশ ও কেরালার বিভিন্ন স্থানে তা প্রদর্শন করা হয়েছে।

৩.২.৩. মিশ্র চাষ এবং এর জন্য সস্তায় মিশ্রচাষের খাদ্য

আই.সি.এ.আর.- সি.আই.বি.এ. অধীনস্ত কাকদ্বীপ গবেষণা কেন্দ্র চিংড়ি ও বিভিন্ন মাছের মিশ্র চাষের প্রক্রিয়া উদ্ভাবণ করেছে। সি.আই.বি.এ. উদ্ভাবিত কম দামি খাদ্য ব্যবহার করে যা যথেষ্ট লাভজনক এবং ঝুঁকিবিহীন। এই সফল মিশ্রচাষের মডেলটি সুন্দরবনের চাষীদের কাছে প্রদর্শণ করা হয়েছে এবং ব্যাপকভাবে তা গৃহীত হয়েছে। এই প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন চাষ ঘনত্বে ৬ টি প্রজাতি যেমন পারশে (৫০০০/হেক্টর), ভাঙ্গন (৫০০০/হেক্টর), আঁশভাঙ্গন (২৫০০/হেক্টর), পায়রাচাঁদা (২৫০০/হেক্টর), নোনা ট্যাংরা (৩০০০০/হেক্টর) এবং বাগদা চিংড়ি (২৫০০/হেক্টর) মজুত করে সি.আই.বি.এ. উদ্ভাবিত কম দামি খাদ্য ব্যবহার করে ৩২৫ দিনে ৪৭৬৪ কেজি/হেক্টর উৎপাদন পাওয়া গেছে এবং খাদ্য রূপান্তর হার ছিল ১.৩৬ ।

৩.৩. চাষ পদ্ধতির বৈচিত্র্য

৩.১.১. ইন্টিগ্রেটেড মাল্টি ট্রফিক অ্যাকোয়াকালচার (আই.এম.টি.এ.)/নোনা জলের সমন্বয় চাষ ব্যবস্থা

আই.এম.টি.এ. এমন একটি চাষ পদ্ধতি যেখানে মূল খাদ্য খাওয়া প্রজাতি (খোলস যুক্ত মাছ অথবা নিরামিষাশী মাছ)-র সঙ্গে জৈব বস্তু এবং অজৈব বস্তু শোষণকারী প্রজাতি নির্দিষ্ট অনুপাতে একসাথে চাষ করা হয় প্রক্রিয়াটিকে পরিবেশ বান্ধব, আর্থিকভাবে লাভজনক এবং সামাজিকভাবে গ্রহণযোগ্য করার জন্য। আই.এম.টি.এ. বিভিন্নভাবে করা যেতে পারে। এটি বদ্ধ জমিতে, উন্মুক্ত জলে, আধা লবণাক্ত বা সামুদ্রিক পরিবেশে করা যেতে পারে। এই প্রক্রিয়ায় উচ্চ ঘনত্বের মাছ চাষে উৎপন্ন অতিরিক্ত জৈব এবং অজৈব বস্তুকে অন্যান্য বিক্রয়যোগ্য প্রজাতির দ্বারা ব্যবহার করা হয় এবং এক্ষেত্রে খাদ্য স্তরের বিভিন্ন অবস্থানের প্রজাতিগুলিকে ব্যবহার করা হয়। এছাড়াও এটি মাছ চাষে 'ইকোসিস্টেম অ্যাপ্রোচ' ব্যবহারকে সুনিশ্চিত করে যা সর্বপ্রথম এফ.এ.ও. দ্বারা প্রস্তাবিত হয়। কিছু ক্ষেত্রে আই.এম.টি.এ. বোঝাতে অতি সরলীকৃতভাবে ইন্টিগ্রেটেড আকোয়াকালচার বলা হয়, যদিও এটি সম্পূর্ণভাবে আলাদা। এর প্রধান উদ্দেশ্য হলো দীর্ঘমেয়াদী এবং নিরবচ্ছিন্নভাবে চাষ করার প্রক্রিয়া প্রতিষ্ঠা করা যেখানে একটি প্রজাতির বর্জ্য পদার্থকে ব্যবহার করে অন্য বিক্রয়যোগ্য প্রজাতির খাদ্য এবং শক্তির উৎস্যরূপে ব্যবহার করে আর্থিক লাভ আহরণ করা হয় । এই প্রক্রিয়ার আর্থিক লাভ এবং পরিবেশের বিষয়টি অনুধাবণ করে একথা বলা যায় যে, উপকূলবর্তী এবং সামুদ্রিক মাছ চাষের সকল অংশীদারগণকে এটি গ্রহণ করতে উৎসাহ প্রদান করা উচিত। সাম্প্রতিককালে আই.সি.এ.আর.-সি.আই.বি.এ. অনেকগুলি জায়গায় এই প্রক্রিয়ায় চাষ করেছে গবেষণা ও প্রদর্শণের মাধ্যমে বিষয়টিকে জনপ্রিয় করার জন্য। চিংড়ি চাষের ক্ষেত্রে দেখা গেছে যে আই.এম.টি.এ. প্রক্রিয়ায় উৎপাদন ২০০০ কেজি থেকে বেড়ে ৩২৫০ কেজি/হেক্টর হয়েছে, এছাড়াও এই প্রক্রিয়ায় চাষীদের আয় এবং লাভ অনেক বেশি হয়েছে।

৩.৩.২. কম খরচের ছোট মাপের খাঁচায় চাষ

গ্রামীণ জীবন-জীবিকার মান উন্নয়নে বেশি বাজারমূল্যের মাছ যেমন ভেটকি চাষের প্রচুর সম্ভাবণা রয়েছে। এই বিষয়টি বিশেষ করে লবণাক্ত জলাশয়ে খাঁচায় চাষের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য যেখানে সামুদ্রিক খাঁচায় চাষের তুলনায় খরচ অনেক কম। সম্প্রতি সি.আই.বি.এ. ছোট এবং স্বল্প মূল্যের খাঁচায় দামী মাছ চাষ করাকে জনপ্রিয় করতে কেরালায় অসংখ্য মাছচাষী এবং স্বনির্ভর গোষ্ঠীর সঙ্গে চুক্তি সম্পাদন করেছে। খাঁচায় মাছ চাষ ভূমিহীন কৃষকদের দামী মাছ চাষ করে স্বনির্ভর হওয়ার একটি সুযোগ করে দেয় এবং অব্যবহৃত নোনা জলের এলাকাগুলি সঠিক ব্যবহার করার সুযোগ দেয়।

৩.৩.৩. জৈব পদ্ধতিতে মাছ চাষ

বর্তমানে আমদানিকারক দেশগুলিতে পরিবেশবান্ধব প্রক্রিয়ায় এবং উন্নত চাষ ব্যবস্থাপনায় প্রস্তুত উচ্চমানের চিংড়ি, মাছ, কাঁকড়া ইত্যাদির চাহিদা ক্রমশ বাড়ছে এবং ভারতীয় মাছ চাষে উৎপাদিত পণ্যের মান উন্নয়ণে বিশেষ নজর দেওয়া অত্যন্ত প্রয়োজনীয় হয়ে পড়েছে। ভারতের চিংড়ি চাষের এলাকাগুলিতে এই জৈব চাষ করার যথেষ্ট সুযোগ রয়েছে। এই এলাকাগুলি প্রধানত পশ্চিমবঙ্গের ভেড়ি এবং কেরালার পোক্কালি অঞ্চল। চিরাচরিত পদ্ধতিতে চিংড়ি চাষ একটি অত্যন্ত পরিবেশ বান্ধব প্রক্রিয়া যেখানে কোন রাসায়নিক বা অ্যান্টিবায়োটিক ব্যবহার হয় না। জৈব মাছ চাষ প্রকৃতির সঙ্গে সামঞ্জস্য রেখে করা হয় যেখানে চাষ করা চিংড়ি ও মাছের স্বাস্থ্য খুব ভালো থাকে। জৈব প্রক্রিয়ায় প্রস্তুত খাদ্যবস্তু বর্তমানে খুবই জনপ্রিয় হয়েছে, বিশেষত স্বাস্থ্যের বিষয়ে সচেতনতা বাড়ায় জৈব প্রক্রিয়ায় খাদ্য চাহিদা বিশ্বের বাজারে ক্রমাগত বাড়ছে ইউরোপ, আমেরিকা, জাপান, চীন ইত্যাদি দেশে। আই.সি.এ.আর.-সি.আই.বি.এ.-র কাকদ্বীপ গবেষণা কেন্দ্রে পরীক্ষামূলক জৈব চিংড়ি চাষ করা হয়েছে এবং এতে অত্যন্ত আশাব্যঞ্জক ফলাফল পাওয়া গেছে।

৩.৩.৪. বায়োফ্লক নির্ভর চাষ ব্যবস্থা

বায়োফ্লক প্রযুক্তি কার্বন ও নাইট্রোজেনের অনুপাত-এর উপর নির্ভর করে কাজ করে। নোনা জলের চিংড়ি চাষে কার্বন ও নাইট্রোজেনের অনুপাত ১০:১ কে সর্বোত্তম ধরা হয়। বায়োফ্লক হলো ব্যাকটেরিয়া, শৈবাল, প্রোটোজোয়া, জুপ্লাংকটন, খাদ্যের দানা এবং মৃত কোষ এর একটি মিশ্রণ যেখানে ব্যাকটেরিয়া মূল ভূমিকা পালন করে। চাষ করা চিংড়ি এই গুলিকে খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। কার্বন ও নাইট্রোজেনের অনুপাতকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য শর্করা জাতীয় বস্তু প্রয়োগ করা হয়। কার্বনের বিভিন্ন উৎস্য যেমন ধানের গুঁড়ো, গমের গুঁড়ো, ট্যাপিওকা গুঁড়ো, ধানের কুঁড়া, গমের কুঁড়া ইত্যাদি। অতিরিক্ত বেশি শর্করা জাতীয় বস্তুর উপস্থিতিতে হেটারোট্রফিক ব্যাকটেরিয়াগুলি অ্যামোনিয়ার সংমিশ্রণে এই বায়োফ্লক গুলির সৃষ্টি করে যা জলে অ্যামোনিয়ার মাত্রাকে কমিয়ে দেয়, ফলে অ্যামোনিয়াজনিত বিষক্রিয়ার সম্ভাবনা কমে এবং চাষ করা চিংড়ির বা মাছের বৃদ্ধি হার বাড়ে। এছাড়াও বায়োফ্লক প্রযুক্তিতে খাদ্যের প্রয়োজনীয়তা কমে যায়, ফলে চাষ খরচ অনেকটাই কমে যায় এবং রোগের প্রাদুর্ভাব কম হয়। সি.আই.বি.এ.-র গবেষণায় বায়োফ্লক প্রযুক্তিতে ছোট ও বড় বাগদা চিংড়ির বৃদ্ধির হার ২৯ এবং ১২.৬ শতাংশ বেড়েছে। এই প্রযুক্তিতে জলের স্বচ্ছতা কমে যায় ফলে বায়ু সঞ্চালনের প্রয়োজন হয়। এক্ষেত্রে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা নিয়ন্ত্রণে রাখা প্রয়োজন হয় এবং সারা দিন ও রাত বায়ু সঞ্চালনের প্রয়োজন হয়।

৩.৩.৫. পেরিফাইটন সহযোগে চাষ

মিঠা জলের মাছ চাষে বিশেষত পোনা, তেলাপিয়া এবং গলদা চিংড়ি চাষের ক্ষেত্রে পেরিফাইটন উৎপাদনের জন্য সাবস্ট্রেট ব্যবহার দীর্ঘদিন ধরে হয়ে আসছে। একই রকমভাবে নোনা জলের ক্ষেত্রেও পেরিফাইটন সহযোগে বাগদা চিংড়ি, ভেনামি চিংড়ি ইত্যাদির চাষের ক্ষেত্রে বৃদ্ধি হার এবং উৎপাদন যথেষ্ট বাড়তে দেখা গেছে। বায়োফ্লক-এর মতই পেরিফাইটনও বিভিন্ন প্রজাতির ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক, ফাইটোপ্লাংটন, জুপ্লাংটন এবং মাটিতে বসবাসকারী প্রাণীসহ কিছু বর্জ্য পদার্থের মিশ্রণ। কিন্তু এক্ষেত্রে এই বিভিন্ন প্রজাতির মিশ্রণ বায়োফ্লকের মতো জলে ভেসে বেড়ায় না, পক্ষান্তরে এগুলি জলের মধ্যে একটি সাবস্ট্রেট যেমন বাঁশের কঞ্চি, পলিথিন শিট, পি.ভি.সি. পাইপ, ফাইবার স্ক্রাবার ইত্যাদির গায়ে জন্মায়। পেরিফাইটন সহযোগে মাছ ও চিংড়ি চাষে উৎপাদন বাড়ে এবং বিভিন্ন রোগের জন্য রোগ প্রতিরোধ শক্তি বাড়তে দেখা গেছে। আই.সি.এ.আর.-সি.আই.বি.এ.-র কাকদ্বীপ গবেষণা কেন্দ্রে পরীক্ষামূলক চাষে দেখা গেছে যে, এই প্রক্রিয়ায় উৎপাদনের

ক্ষেত্রে ১৭.৯ শতাংশ বাড়তে এবং খাদ্য রূপান্তর হারের ক্ষেত্রে ২২.৩ শতাংশ কমতে দেখা গেছে। বাগদা চিংড়ি চাষের ক্ষেত্রে দেখা গেছে যে, জলের নিচে পেরিফাইটন সাবস্ট্রেট ব্যবহার করলে জলের গুণমানের উন্নতি হয় এবং ওই সাবস্ট্রেটের ওপর অবস্থানকারী বিভিন্ন ব্যাকটেরিয়া, শ্যাওলা ইত্যাদি খেয়ে চিংড়ির দ্রুত বৃদ্ধি হয়।

৩.৪. নোনা জলের রঙিন মাছের চাষ

ভারতে ও বিদেশে রঙিন মাছের প্রচুর চাহিদা আছে। নোনা জলের রঙিন মাছ যেমন পায়রাচাঁদা বা স্পটেড স্ক্যাট (*স্ক্যাটোফেগাস আর্গাস*), মুনি ফিস (*মোনোড্যাকটাইলাস আরজেনটিয়াস*), কাঠকই বা ক্রিসেন্ট পার্চ (*টেরাপন জারবোয়া*), গ্রিন ক্রোমিড (*এট্রোপ্লাস সুরাটেনসিস*), অরেঞ্জ ক্রোমিড (*এট্রোপ্লাস ম্যাকুলেটাস*), লোচ (*বোটিয়া* প্রজাতি), ঈল (*অ্যাঙ্গুইলা* প্রজাতি) ইত্যাদি ভারতের উপকূলে প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায় যেগুলির রঙ্গীন মাছের বাজারে যথেষ্ট চাহিদা আছে। পায়রাচাঁদা, কাথকই এবং মুক্তোগাছা মাছের কৃত্রিম প্রজননে আই.সি.এ.আর.-সি.আই.বি.এ.-র সাফল্য নোনা জলের মাছ চাষের এক নতুন দিগন্ত খুলে দিয়েছে।

৪. নোনা জলের মাছ চাষের ভবিষ্যত

ছোট চাষীদের চাহিদা অনুযায়ী পরিবেশবান্ধব এবং কম খরচে চাষের প্রযুক্তি উদ্ভাবন করা এখন অত্যন্ত প্রয়োজন। নোনা জলের মাছ চাষের উন্নয়ণের জন্য কয়েকটি পদক্ষেপ, যেমন অন্তর্দেশীয় নোনা এলাকায় চাষের প্রসার, নোনা জলের মাছ চাষের উপযুক্ত অব্যবহৃত জমিকে ব্যবহার এবং চিংড়ি ছাড়াও অন্যান্য মাছ চাষের উপর গুরুত্ব আরোপ করা অত্যন্ত প্রয়োজন। মজুত করার জন্য প্রয়োজনীয় মীন-এর প্রাপ্যতা নোনা জলের মাছ চাষের উন্নয়ণে যথেষ্ট সাহায্য করতে পারে। উন্নত চাষ প্রযুক্তি যেমন রিসার্কুলেটরি অ্যাকুয়াকালচার সিস্টেম (আর.এ.এস), উন্নত মিশ্র চাষ, ইন্টিগ্রেটেড মাল্টি ট্রফিক অ্যাকোয়াকালচার (আই.এম.টি.এ.), পেরিফাইটন সহযোগে মাছ চাষ ইত্যাদির মাধ্যমে নোনা জলের মাছ চাষের ব্যাপক উন্নতি করা সম্ভব।

বাণিজ্যিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ নোনাজলের মাছের প্রজনন ও চারা উৎপাদন

এম. কৈলাসম, এম. মাকেশ, এস. এন. সেঠি, গৌরাঙ্গ বিশ্বাস, কৃষ্ণ সুকুমারান, প্রেম কুমার, অরিত্র বেরা, ববিতা মন্ডল

ভূমিকা ঃ

ভারতবর্ষে ১২ লাখ হেক্টর জমি নোনা জলে মাছ চাষের উপযুক্ত, যদিও ১২.৪ লাখ হেক্টর উপকূল অঞ্চলের লবণাক্ত জমি ও ১৭ লাখ হেক্টর অন্তরদেশীয় নোনা জমি এর খুবই সামান্য অংশ ব্যবহার করা হচ্ছে (১.১৫ লাখ হেক্টর)। এই তথ্যগুলি সমগ্র ভারতবর্ষের নোনাজলের মাছ চাষের সম্ভাবনা নির্দেশ করে। ভারতবর্ষে নোনাজলে মাছ চাষ বর্তমানে চিংড়িচাষের উপর নির্ভরশীল। যেহেতু এটি একটি প্রজাতির উপর নির্ভরশীল অত্যন্ত ঝুঁকিপূর্ণ চাষ তাই এটি দীর্ঘস্থায়ী পদ্ধতি নয়। তাই আমাদের দেশে ঝুকিবিহীন চাষের জন্য নোনাজলে বিভিন্ন প্রজাতির মাছ, কাঁকড়াজাতীয়, শামুকজাতীয় অথবা সামুদ্রিক ঘাস (সীউইড) এর চাষ প্রয়োজন।

নোনজলে মাছের চাষের ক্ষেত্রে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ হল মাছের চারার প্রাপ্যতা। নোনাজলের মাছ সাধরানভাবে বদ্ধজলে ডিম পাড়ে না, যদিও ঐ জলে তাদের ডিম্বাশয়ের পূর্ণতা প্রাপ্তি হয়। তাই ঐ সমস্ত ক্ষেত্রে কৃত্রিম হরমোন প্রয়োগ করে অথবা কৃত্রিম প্রজনন এর পরিবেশ সৃষ্টি করে প্রণোদিত প্রজনন করা হয়। ১৯৩০ সালে প্রথম ইতালিতে স্ট্রিপিং পদ্ধতিতে আঁশ ভাঙন জাতীয় মাছের কৃত্রিম প্রজনন ঘটানো হয়। হরমোন ব্যবহার করে বদ্ধ জায়গায় মাছে প্রজনন ব্রাজিলে প্রথম শুরু হয় ১৯৩২ সাল থেকে। নোনাজলের মাছের প্রজনন এবং মিষ্টি জলের মাছের প্রজননের মধ্যে তুলনা করলে দেখা যায় নোনাজলে মাছের প্রজনন অনেক পিছিয়ে। এর মূখ্য কারণ হল ভালো বদ্ধজলে ব্রুড মাছের উৎপাদনের পরিকাঠামো ও উন্নত প্রযুক্তিবিদ্যার অভাব। এই অধ্যায়ে আমাদের দেশে নোনাজলের মাছের কৃত্রিম প্রজনন ও চারা উৎপাদন এর উপর আলোকপাত করা হয়েছে।

প্রজননকারী মাছ নির্বাচন ঃ

ব্রুড মাছগুলি প্রাকৃতিক থেকে ধরা হয় অথবা বদ্ধজলে উৎপাদন করা হয়। প্রণোদিত প্রজনন এর ক্ষেত্রে যে বড় সমস্যা হয় তা হল প্রত্যেকটি মাছের ডিম্বাশয়ের আলাদা আলাদা রকমের পরিপূর্ণতা প্রকৃতিতে ও বদ্ধজলে লক্ষ করা যায়। কৃত্রিম প্রজননের জন্য ডিম্বাশয়ের ডিম্বকোষগুলির সঠিক পরিপূর্ণতার উপর সাফল্য নির্ভর করে। সাধারণত ব্রুডার মাছের নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিভিন্ন লক্ষণগুলি হল- পেটের পরিপূর্ণতা, রঙ, লাল অথবা গোলাপী রঙের জননছিদ্র, নরম ফোলা পেট (স্ত্রী মাছের ক্ষেত্রে), অমসৃন বক্ষ পাখনা ও শক্ত ক্ষুদ্র গুটিকা (পুরুষ মাছের ক্ষেত্রে)। যদিও এই বৈশিষ্ট্যগুলি সর্বদা সঠিক হয় না। উদাহারণ স্বরূপ ফোলা পেট পাকস্থলী ও ক্ষুদ্রান্ত্রে অতিরিক্ত খাদ্য থাকার ফলেও হতে পারে। তাই স্ত্রী মাছের পরিপূর্ণতা নির্ণয়ের সবচেয়ে সহজ পদ্ধতি হল তাদের ডিম্বাণুগুলির গড় ব্যাস নির্ণয় করে প্রণোদিত প্রজননের জন্য নির্বাচন করা হয়। পুরুষ মাছটির পরিপূর্ণতা নির্ণয়ের জন্য পেটের পাশে চাপ প্রয়োগ করা হয়। যদি মাছটি পরিপূর্ণ হয় তার জননাঙ্গ থেকে শুক্রাণু নি সরন হতে দেখা যাবে।

হরমোন প্রয়োগের জন্য মাছের লিঙ্গ নির্ধারণ ঃ

জীবনের প্রথমে ভেটকি পুরুষ থাকে, পরে স্ত্রী মাছে রূপান্তরিত হয়। ভেটকি ১.৫ থেকে ৩.০ কেজি ওজন পর্যন্ত পুরুষ থাকে এবং ৩.৫ থেকে ৪.০ কেজি হওয়ার পর তারা স্ত্রী মাছে রূপান্তরিত হয়। তাই তাদের আকারই লিঙ্গ নির্ধারণের ক্ষেত্রে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। অন্যথায় লিঙ্গ দ্বিরুপকতা সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় না যতক্ষন না তারা পরিপূর্ণতা লাভ করছে। পরিণত পুরুষ মাছের পেটে চাপ দেওয়ার সঙ্গে সঙ্গে সাদা শুক্ররস নি:সরণ হয়। বড় গোল পেট এবং গোলাপী বর্ণের জননঅঙ্গ দ্বারা স্ত্রী মাছটি নির্বাচিত হয়। একদম পূর্ণ স্ত্রী মাছের পেটে চাপ দেওয়ার সাথে সাথে ডিমগুলি দেখতে পাওয়া যায়। এছাড়াও আরও ছোট বৈশিষ্ট্য আছে যা দ্বারা পুরুষ ও স্ত্রী মাছ নির্বাচন সম্ভব। পুরুষ মাছটির মাথার সামনের অংশ

সামান্য বাঁকা যেখানে স্ত্রী মাছটির সোজা হয়। এছাড়া প্রজনন কালে পুরুষ মাছের পায়ুর কাছের আঁশ স্ত্রী মাছের পায়ুর কাছের তুলনায় মোটা হয়। অন্যান্য প্রজাতির মাছ, যেমন- কোবিয়া, ভাঙ্গন জাতীয় মাছেদের স্ত্রী মাছগুলির পেট ফোলা ও জননঅঙ্গ দেখে, পুরুষ মাছগুলির ক্ষেত্রে পেটে চাপ দেওয়ার সাথে সাথে শুক্ররস দেখা যায়। এই একই ঘটনা মিল্কফিসের ক্ষেত্রেও দেখা যায়।

বদ্ধস্থানে প্রজননের পদ্ধতি ঃ

তিন রকমের পদ্ধতিতে নিষিক্ত ডিম সংগ্রহ ও বাচ্চা উৎপাদন করা হয়। তা হল -

১। স্ত্রী ও পুরুষ মাছের কৃত্রিম স্ট্রিপিং পদ্ধতি।

২। কৃত্রিম হরমোনের দ্বারা প্রজনন।

৩। কৃত্রিম পরিবেশ সৃষ্টি করে বাচ্চা উৎপাদন।

১। স্ট্রিপিং পদ্ধতি দ্বারা প্রজনন ঃ

এই পদ্ধতিতে প্রজনণ ঋতুতে প্রকৃতি থেকে ব্রুডার মাছ সংগ্রহ করা হয়। ভেটকির প্রজনন, তিথির সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত। ভরা কোটালে মধ্যরাতের পূর্বে ভেটকির প্রজনন হয়। যদিও, এই প্রজনন অমাবস্যা ও পূর্ণিমার সঙ্গে সম্পর্কিত, পূর্ণিমাতে পাওয়া ডিমগুলি খুব ভালো এবং ডিমের সংখ্যা বেশী হয়। মাছগুলিকে পূর্ণিমা এবং অমাবস্যার কোটালের সময় ধরা হয় ও তাদের পরিপক্কতা যাচাই করা হয়। স্ত্রী ও পুরুষ মাছগুলি পূর্ণতা প্রাপ্তির পর সঙ্গে বড় অয়েল গ্লোরুল থাকে। তাদের স্ট্রিপিং পদ্ধতিতে প্রজনন করা হয়। পরিপূর্ণ স্ত্রী মাছের ডিমের ব্যাসার্ধ ০.৭ থেকে ০.৮ মিমি হয়। ডিমগুলি খুবই স্বচ্ছ হয়। অপরিণত ডিমগুলি জলের মধ্যে গুচ্ছাকারে একজায়গায় অবস্থান করে। জলের লবনাক্ততার পরিমাণ ২৮-৩০ পিপিটি হলে পরিণত ডিমগুলি ভাসতে থাকে।

স্ট্রিপিং পদ্ধতিতে ব্যবহার করার জন্য নির্বাচিত পুরুষ ও স্ত্রী মাছগুলিকে অজ্ঞান করানো হয়। তারপর একটি শুকনো পরিষ্কার ট্রেতে স্ট্রিপিং করে ডিম ও শুক্রানু পালকের সাহায্যে মেশানো হয়। ১-২ মিনিট পরে পরিষ্কার লবনাক্ত জল মোটামুটি যার লবনতা ৩০ পিপিটি তা যোগ করে ভালোভাবে ২-৩ মিনিট মেশানো হয়। তারপর সমস্ত অন্যান্য কোষ ও মিউকাস দূর করার জন্য ৩-৪ বার ধোয়া হয়। তারপর নিষিক্ত ডিমগুলিকে ইনকিউবেশান ট্যাংকে ভাগ করে দেওয়া হয়।

২। কৃত্রিম পরিবেশ সৃষ্টি করে চারা উৎপাদন ঃ

বদ্ধ অবস্থায় তৈরী ব্রুডার মাছের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়। প্রজনন সময়ের এক মাস পূর্বে পূর্ণতা প্রাপ্ত স্ত্রী ও পুরুষ মাছগুলিকে ব্রিডিং ট্যাংকে ১ কেজি/ঘনমিটার হিসাবে ছাড়া হয়। ব্রুডস্টক ট্যাংকে ও ব্রিডিং ট্যাংকে লবণাক্ততা অবশ্যই এক হওয়া প্রয়োজন। ২-৩ দিন পর ব্রিডিং ট্যাংকের সঙ্গে মাছগুলি যখন মানিয়ে নেয় তখন জলের লবনাক্ততা ২৪ পিপিটি তে নামিয়ে আনা হয়। এই রকম অবস্থায় এক সপ্তাহ রাখা হয়। তারপর প্রতিনিয়ত জল পরিবর্তনের মাধ্যমে ১০ দিনে জলের লবণাক্ত বাড়িয়ে ৩০-৩২ পিপিটি করা হয়। এই ধরণের মাছেরা যেহেতু ডিম পাড়ার জন্য কম নোনাজল থেকে সমুদ্রের বেশি নোনা লবণাক্ত জলের দিকে চলে যায় তাই এরূপ লবণাক্ততা বাড়ানো হয়। এই সময় ব্রিডিং ট্যাংকে স্রোত প্রদান করা হয় এবং জলের তাপমাত্রা ২৭° সেন্টিগ্রেড রাখা হয়। ভালো অবস্থায় থাকা যে মাছগুলি ডিম পাড়ার উপযুক্ত তারা সেই রাতে অথবা তার পরের রাতে প্রজনন করে। পরিবেশের সঙ্গে নির্ভর করে প্রথম প্রজননের ৩-৫ দিন পর্যন্ত তারা প্রজনন করে। ভেটকি যেহেতু সবিরাম প্রজনন করে তাই ডিমগুলি ও দলগতভাবে নির্গত হয়। ৪-৫ মাস পরে অমাবস্যা অথবা পূর্ণিমা তিথিতে ঐ মাছ গুলি আবার প্রজনন করে। যে মাছগুলি প্রজনন করে না তাদের হরমোন প্রয়োগ করে প্রজনন ঘটানো হয়।

৩। **প্রনোদিন প্রজনন ঃ**

ভেটকি

ব্রুডস্টক ট্যাংকে ভেটকি সাধারণত ডিম পাড়ে না। সে কারণে তাদের হরমোন প্রয়োগ করে প্রজনন ঘটানো হয়। হিউম্যান কোরিয়নিক গোনাডট্রপিন, পিউবারজেন, প্রেগনিল লিউটিনাইজিং হরমোন- রিলিজিং হরমোন অ্যানালগ (LHRA-a)। এই হরমোন গুলি প্রণোদিত প্রজননের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

প্রজনন ঋতুর অন্তত ২ মাস আগে তারে ব্রুডস্টক ট্যাংকে থেকে প্রিস্পনিং ট্যাংকে স্থানান্তরিত করা হয়। তাদের পূর্ণতা যাচাই প্রতি ১৫ দিন অন্তর করা হয়। স্ত্রী মাছের পূর্ণতা যাচাই করা হয় তাদের ডিমের পূর্ণতা দেখে যা ১.২ মিমি ব্যাস বিশিষাট পলিইথিলিন ক্যানুলা নামক জিনিসের সাহায্যে তাদের ডিম পরীক্ষা করে। ডিম নেওয়ার সময় মাছগুলিকে অস্থিরতা দূর করার জন্য অজ্ঞান করানো হয়। অন্যথায় তাদের মাথা একটি প্লাস্টিক ঢাকনার ভেতরে ঢুকিয়ে দেওয়া হয়। দেহের অর্ধেকাংশ সেই ঢাকনার ভেতরে ঢুকে থাকে।

মাছের মাথাটি জলের মধ্যে রেখে ক্যানুলাটি গর্ভাশয়ে প্রবেশ করানো হয়। যেহেতু ভেটকি ৩-৪ বার বিভিন্ন খেপে খেপে ব্যাকে ডিম নি:সরন করে তাই এটা ঠিক যে সমস্ত ডিমগুলি পরিপূর্ণতার একই দশায় থাকে না। ডিম্বাশয়ের সামনের দিকের ডিমগুলির পূর্ণতা ভালো থাকে তুলনামূলক পিছনের দিকে ডিম্বাশয়ের ডিমগুলির থেকে। এক্ষেত্রে পায়ূ থেকে ৩-৪ সেমি ভেতরে দূরত্বে নমুনা পরীক্ষা করার জন্য ক্যানুলাটি প্রবেশ করানো হয়। ক্যানুলার অপর প্রান্তটি পরীক্ষাকারীর মুখে রেখে টেনে ডিমগুলি যখন ক্যানুলাটিউবের ভেতরে চলে আসে তখন ক্যানুলাটি ধীরে বের করে নেওয়া হয়। ডিমগুলির ব্যাস পরীক্ষা করা হয়। ০.৪-০.৫ সেমি গড় ব্যাস ডিমওয়ালা স্ত্রী মাছগুলিকে হরমোন প্রয়োগ করে প্রণোদিত প্রজনন করা হয়। এবং পুরুষ মাছের শুক্ররস নি সরন দেখে প্রজনন এর জন্য নির্বাচন করা হয়।

আই.সি.এ.আর.-সি.আই.বি.এ., চেন্নাই ভেটকির প্রজননের জন্য লিউটিনাইজি হরমোন, রিলিজিং হরমোন ইথিলাস্যাইড অ্যাসিটেউ সল্ট (LHRA-a) হরমোন ভেটকি প্রজনন এর ক্ষেত্রে ব্যবহার করেছে। প্রজনন সাধারণত অমাবস্যা বা পূর্ণিমা তিথিতে করা হয়। স্ত্রী ও পুরুষ মাছ যথাক্রমে ১ ২ অনুপাতে ব্রুডস্টক ট্যাংক থেকে হ্যাচারীতে আনা হয়। তাদের দৈর্ঘ্য ওজন লিপিবদ্ধ করা হয় এবং দেখা হয় তাদের ভালো স্বাস্থ্য আছে কিনা। LHRA-a হরমোন স্ত্রী মাছের ক্ষেত্রে ৬০-৭০ মাইক্রোগ্রাম/কেজি দেহ ওজনের এবং ৩০-৪০ মাইক্রোগ্রাম/কেজি পুরুষ মাছের প্রয়োগ করে ব্রিডিং চ্যাংকে রাখা হয়। প্রজনন এর জন্য ব্রিডিং ট্যাংকের লবণাক্ততা ৩০-৩২ পিপিটি করা হয়। ব্রুডার মাছেদের উচ্চ আওয়াজ ও মানুষের যাতায়তের মত বিশৃঙ্খলা থেকে দূরে রাখা হয়। তারা হরমোন প্রয়োগের ৩০-৩৬ ঘন্টা পরে ডিম পাড়ে। ডিম ছাড়া ক্রমাগত সপ্তাহে ৩-৪ টি ব্যাচে সম্পূর্ণ হয়।

আঁশ ভাঙন, মুগিল সেফালাস্ ঃ

আঁশ ভাঙন ২-৩ বছর বয়সে প্রথম পরিপক্কতা অর্জন করে। ভারতের পূর্বাঞ্চলে অক্টোবর থেকে জানুয়ারী এবং পশ্চিমাঞ্চলে জুন - জুলাই মাসে সাধারণভাবে পরিপূর্ণতা ও ডিম ছাড়া লক্ষ্য করা যায়। দীর্ঘক্ষণ অন্ধকার ও কম উষ্ণতা আঁশ ভাঙনের পরিপূর্ণতার সঙ্গে সম্পর্ক যুক্ত। স্ত্রী মাছ যাদের ডিমের ব্যাস ৬০০ মাইকোমিটার সেই সমস্ত মাছগুলিকে হরমোন প্রয়োগের জন্য নির্বাচন করা হয়। পিটুইটারী নির্যাস এবং ২০ মিলিগ্রাঃ/কেজি ২০০ মাইক্রেগাম/কেজি দেহ ওজনের হারে ডিম উৎপাদনেব জন্য ব্যবহার করা হয়। ডিম্বাশয় থেকে ডিম উৎপাদনে সাধারণত স্ট্রিপিং ও LHRA-a পদ্ধতি অনুসরন করা হয়। স্ট্রিপিং পদ্ধতিতে পাখির পালকের দ্বারা শুক্ররস মেশানোর পর নিষেক সম্পূর্ণ হয়। নিষিক্ত ডিমগুলিকে ইনকিউবেশন ট্যাংকে ফোটানোর জন্য রাখা হয়। সদ্য বের হওয়া লার্ভাগুলিকে হ্যাচারীতে লার্ভাপালন ট্যাঙ্কে রাখা হয় ফ্রাই সাইজ হওয়া পর্যন্ত।

মিল্কফিস, *চানস্ চানস্* ঃ

৫ -৬ বছর বয়সে মিল্কফিস পূর্ণতা লাভ করে। ৬ বছরের অধিক বয়সযুক্ত মিল্কফিস বাচ্চা প্রদানের জন্য নির্বাচন করা হয়। মিল্কফিসের পূর্ণতাপ্রাপ্তির জন্য উচ্চ উষ্ণতা ও দীর্ঘ দিবালোক প্রয়োজন যা গরমকালে উপযুক্ত সময়। LHRA-a হরমোন ৫০ মাইক্রোগ্রাম/কেজি দেহের ওজনে বড়ি আকারে দেওয়া হয় এবং মাংস পেশিতে ইনজেকশান করা হয়। এই হরমোনের প্রভাবে স্বত স্ফুর্তভাবে ট্যাংকে ডিম পাড়ে এবং নিষিক্ত ডিমগুলি ২২-২৪ ঘন্টা পরে হ্যাচিং হয়। সদ্য লার্ভাগুলিকে লার্ভা পালন ট্যাংকে ফ্রাই সাইজ হওয়া পর্যন্ত রাখা হয়।

কোবিয়া, (*র‍্যাচিসেন্ট্রন কানাডাম*) ঃ

কোবিয়া হল একটি সামুদ্রিক খাঁচায় চাষের উপযুক্ত, কারণ ইহার বৃদ্ধি অত্যন্ত দ্রুত হারে ঘটে। সাধারণত খাঁচায় বছরে ৪-৬ কেজি ওজন লক্ষ্য করা যায়। এই মাছ গভীর পুকুর যেখানে জল পরিবর্তন ব্যবস্থা আছে সেখানে চাষ করা হয়। কোবিয়া ১৫ থেকে ৩৫ পিপিটি পর্যন্ত লবণাক্ততা সহ্য করতে পারে। ইহা ব্যাপকভাবে ভিয়েতনাম, মেক্সিকো, আমেরিকা, তাইওয়ান, চীন ও অন্যান্য দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার দেশগুলিতে চাষ করা হয়।

সি.আই.বি.এ. সাফল্যের সঙ্গে কোরিয়ার বাচ্চা উৎপাদন করেছে বড় মাছগুলিকে একটি ছোট পুকুরে পরিচর্যার মাধ্যমে। ৬৫০ মাইক্রোমিটার ডিম্বানুর ব্যাসবিশিষ্ট স্ত্রী মাছ ও শুক্ররস নি:সরণকারী পুরুষ মাছকে যথাক্রমে ৩০০ IU/প্রতি কেজি স্ত্রী ও তার অর্ধেক পরিমাণ পুরুষকে হরমোন প্রয়োগ করে স্বতঃস্ফুর্তভাবে বাচ্চা উৎপাদন করা হয়। নিষিক্ত ডিমগুলি ইনকিউবেশন ট্যাংকে ২০-২২ ঘন্টা পরে ফুটে বাচ্চা বের হয়। তারপর লার্ভাগুলিকে ট্যাংকে পাঠানো হয়। তৃতীয় থেকে ষষ্ঠতম দিন পর্যন্ত রটিফার। তারপর ১৩ দিন পর্যন্ত আর্টেমিয়া খাদ্য হিসাবে দেওয়া হয়। ১৪ তম দিন থেকে তৈরী খাবার দেওয়া শুরু করা হয় এবং ১৮ তম দিনে তাদের খাদ্য হয় একমাত্র তৈরী করা খাবার। এইভাবে ৩০ দিনে মাছেরা ১০-১২ সেমি হয়ে ওঠে।

মুক্তোগাছা ঃ

মুক্তোগাছা একটি অর্থনৈতিক গুরুত্বপূর্ণ খাবার মাছ যার রঙিন মাছ হিসাবে বাজারগত মূল্য আছে। ইহার বাজারগত মূল্য ২৫০-৫০০ টাকা প্রতি কেজি। মুক্তোগাছার চারা উৎপাদন এক হাজার লিটার জল ধরে এরূপ ট্যাংকে করা যায়। প্রতি ট্যাংকে ছোট ছোট প্লাস্টিক টাবে রাখা হয় যার মধ্যে কাদা রাখা। প্রতিটি ব্রিডিং ট্যাংকে ৪ টি পরিপক্ক ব্রুডার রাখা হয় ডাদের আকার ১৬ সেমির বড়। এদেরকে পেলেট খাদ্য দ্বারা দেহের ওজনের ২-৩% হারে দিনে দুবার খাওয়ানো হয়। ব্রুডার মাছ ছাড়ার ২-৩ দিনের মধ্যে জোড় বাঁধতে দেখা যায় ও কাদা মাটি পূর্ণ টাবের কাছে ঘুরতে থাকে। প্রথম প্রজনন সম্পূর্ণ হয় মজুত করার ২৪ দিনের পরে। মাটি ভর্তি প্লাষ্টিকের টবের গায়ে ডিমগুলি লেগে থাকে এবং ব্রুডার মাছগুলি ডিমগুলিকে রক্ষা করে। মাটিপূর্ণ টবের গায়ে লেগে থাকা ডিম সহ টবগুলিকে আলাদা স্থানে রাখা হয় লার্ভা প্রতিপালনের জন্য। চৌবাচ্চায় লার্ভাগুলিকে লাইভ ফিড, যেমন- রটিফার, *ব্র্যাকিওন্যাস প্লিকাটিলিস্*, আর্টেমিয়া নপ্লি এর সঙ্গে বানিজ্যিকভাবে উৎপাদিত লার্ভার খাদ্যও খাওয়ানো হয়। এই পদ্ধতিতে গড়ে প্রায় ১০০০টি ধানী প্রতি ট্যাঙ্ক থেকে প্রতিমাসে পাওয়া যায়। এবং বছরে একটি চৌবাচ্চা থেকে গড়ে এক জোড়া ব্রুডার থেকে ১০,০০০ টি ধানী পাওয়া যায়। চারা উৎপাদন অবশ্য খুব সহজে নেটের তৈরি খাঁচায় করা যায়। বড় ব্রুডার মাছকে খাঁচায় রাখা হয় এবং বাণিজ্যিক ভাবে ব্যবহৃত খাবার খাওয়ানো হয়। ছোট নেটের খাঁচা অথবা হাপা ব্যবহার করা হয় যাদের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা যথাক্রমে ১ মি., ০.৭৫ মি ও ১ মি। হাপাগুলিকে খুঁটি দ্বারা ঝুলানো হয়। ডিমগুলি আটকানোর জন্য ১-২ টি মাটির টালি হাপায় ঝুলিয়ে রাখা হয়। ছোট প্লাস্টিক টবে কাদা মাটি রেখে হাপার উপরে আড়াআড়ি ভাবে রাখা লাঠি থেকে ০.৫ মিটার গভীরতায় ঝুলিয়ে দেওয়া হয়। প্রতেক্য খাঁচায় ৩-৪ টি ব্রুডার মাছ রাখা হয়। এর মধ্যে অন্তত একটি মাছের লালচে এবং বর্ধিত জেনিটাল প্যাপিলা থাকলে ভালো। খাঁচায় রাখার কয়েক ঘন্টা পরে তাদের খাঁচার ভেতর দলগতভাবে জোড়ায় জোড়ায় ঘুরতে দেখা যায়। সাধারণত জোড়ায় থাকা মাছগুলিকে প্লাষ্টিকের গামলায় মধ্যে গর্ত করতে দেখা যায়। ডিম পাড়ার পর ডিম ও লার্ভাগুলিকে রক্ষণাবেক্ষন করতে ও দেখা যায়। প্রজনন এর

সময় ব্রুডারদের বাসা তৈরির প্রবণতা লক্ষ্য করা গেছে। মুখের মাধ্যমে মাটি রাখার পাত্রের মাটি খুঁড়ে ছোটো ছোটো গর্ত সৃষ্টির মাধ্যমে। হ্যাচিং এর পর খাঁচার নেটগুলি থেকে সংগ্রহ করে লার্ভা পালন করা হয়। এই পদ্ধতিতে প্রতিটি খাঁচা থেকে ১০০০-১৫০০ টি বাচ্চা পাওয়া যায়। যদি লার্ভা পালনের আলাদা ব্যবস্থা না থাকে তবে খাঁচাগুলিতেই যত্নসহকারে লার্ভা পালন করা হয়। এইভাবে ২-২.৫ মাসে ১৫০০-৩০০০ টি বাচ্চা উৎপন্ন হয় যাদের গড় দৈর্ঘ্য ২৮ মিমি ও ওজন ০.৬৬ গ্রাম।

উপসংহার ঃ

ভাঙ্গন জাতীয় মাছের চাষের প্রধান বাঁধা হল অপ্রতুল চারা। প্রকৃতি থেকে বাচ্চা সংগ্রহের কোন নিশ্চয়তা নেই ও বর্তমানে কঠিনও বটে। ভারতবর্ষে ভাঙ্গন জাতীয় মাছের - প্রজনন ও বাচ্চা উৎপাদনে সাফল্য লাভ হয়নি। সি.আই.বি.এ. সমন্বিত প্রচেষ্টায় দু-দশক ধরে বিভিন্ন অর্থনৈতিক গুরুত্ব সম্পন্ন মাছের প্রজনন করে চলেছে এবং কিছু মাছের প্রজনন প্রযুক্তি উদ্ভাবণে সফল হয়েছে।

নোনাজলের মৎস্য খামার তৈরীর জন্য স্থান নির্বাচন, নক্শা পরিকল্পনা এবং খামার নির্মাণ

গৌরাঙ্গ বিশ্বাস

ভূমিকা ঃ

ভারতে যে ১২ লাখ হেক্টর নোনাজলের এলাকা আছে তার মধ্যে মাত্র ১৫-১৬ শতাংশ এলাকায় মাছ চাষ হয়। চিংড়ি, কাঁকড়া ও মাছের চাষযোগ্য অনেক প্রজাতি ব্যবহার করে নোনাজলের চাষ বাড়িয়ে নেওয়ার যথেষ্ট সম্ভাবনা আছে। চাষের নিবিড়তা বাড়ানো ও ব্যবস্থাপনা পদ্ধতির সঠিক জ্ঞান না থাকার জন্য নোনাজলের চাষে রোগের প্রাদুর্ভাব ঘটে ব্যাপক পরিমানে আর্থিক ক্ষতি হয়। তদুপরি, অনুপযুক্ত স্থান নির্বাচন, ভুল নক্শা পরিকল্পনা ও ত্রুটিপূর্ণ খামার নির্মাণ বিভিন্ন রকমের পরিবেশগত সমস্যা, যেমন - কৃষিজমি ও পানীয় জলের লবনাক্ততা বৃদ্ধি, সংবেদনশীল ম্যানগ্রোভ এলাকার ধ্বংসসাধন বা পরিবর্তন ইত্যাদি ঘটাতে পারে। অতএব, মাছ চাষের প্রযুক্তিগত ব্যাপার ছাড়াও নোনাজলের খামার তৈরীর স্থান নির্বাচনের জন্য পরিবেশগত ও আর্থসামাজিক বিষয়গুলির উপর নজর দেওয়া প্রয়োজন।

স্থান নির্বাচন ঃ

মাছ চাষের খামার নির্মাণের প্রথম ও প্রধান পদক্ষেপ হল উপযুক্ত স্থান নির্বাচন। স্থান নির্বাচনের সময় একটি ভুল পদক্ষেপ নির্মাণ ও চাষের খরচ বাড়িয়ে দেয় ও পরিবেশগত সমস্যা সৃষ্টি করতে পারে। কোন মাছের চাষে একটি নির্দিষ্ট উৎপাদন লক্ষ্যমাত্রা অর্জনের জন্য উপযুক্ত স্থান সঠিক পরিবেশ প্রদান করে। স্থানীয় পরিবেশ ও সমাজের সঙ্গে সমুদ্র উপকুলীয় মাছ চাষের সমন্বয়ের জন্য সঠিক নির্দেশাবলী অনুসরণ করা প্রয়োজন। নোনাজলের মাছ চাষের জন্য সম্ভাব্য স্থান নির্বাচনের জন্য নিম্নবর্ণিত বিষয়গুলি বিবেচনা করা উচিত।

প্রধান বিবেচ্য বিষয় সমূহ ঃ

- **ভূমির প্রকৃতির ও জোয়ারের বিস্তার**

ভূমির প্রকৃতি জমির উপরিতলের অবস্থাকে বোঝায়, যেমন - জমিটা সমতল, ঢালু, ঢেউ খেলানো না পাহাড়ী ইত্যাদি। নোনজলের পুকুর খননের জন্য সর্বোত্তম স্থান হল যেখানে জমিটা সমতল বা অল্প ঢালযুক্ত, যেমন - ঢাল ০.৫ - ১% এবং ২% - এর বেশী নয়। নোনাজলের উৎস্য, যেমন - খাঁড়ি, নদী বা খালের নিকটাবর্তী বর্গাকার অথবা আয়তাকার সমতল জায়গা যেটি সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে ১-৩ মিটার উপরে এবং কোন গাছপালাবিহীন এমন স্থানই উপযুক্ত। অগ্রাধিকার দিতে হবে এমন জায়গাকে যেখানে পুকুর শুকানো বা জল পরিবর্তন মাধ্যাকর্ষণ প্রবাহের মাধ্যমেই করা যায়। নির্মাণ খরচ কমানোর জন্য অতিরিক্ত উঁচু নীচু জাযগা বর্জন করা উচিত। নোনাজলের খামারের জন্য গড় জোয়ার ভাটা ওঠানামা ১.৫ - ২ মিটার হওয়া বাঞ্ছনীয়। ৪ মিটারের বেশী বা ১ মিটারের কম জোয়ার-ভাটা ওঠানামা করে এমন জায়গা বর্জন করা উচিত নাহলে জল ঢোকানো বা বের করা খুব কঠিন হবে। ভূমিক্ষয় রোধ করার জন্য স্থানটি খাঁড়ি থেকে ৫০ মিটার দুরে হতে হবে।

- **মাটির প্রকার এবং গুণমান**

নোনাজলের চাষের জন্য মাটি খুব গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। মাটির গুণাবলী যেমন - পি.এইচ., ভেদ্যতা, ভারবহন ক্ষমতা, পুষ্টি ও ভারী ধাতুর উপস্থিতি পরীক্ষা করতে হবে। মাটির গঠণ বিন্যাসের উপর ভেদ্যতা বা জলধারণক্ষমতা নির্ভর করে। মাটির উপযুক্ত ভেদ্যতা হল ৫×১০^{-৬} মিটার / সেকেন্ড এর কম। কাঁদাযুক্ত দোঁয়াশ মাটি যার ভেদ্যতা কম ও উর্বরতা বেশী এমন মাটি নোনাজলের খামারের জন্য আদর্শ। কাঁদাযুক্ত দোঁয়াশ মাটিতে এই উপাদানগুলি থাকে বালি ২০-৪৫%, পলি ১৫-২৩% ও কাঁদা ২৭-৪০%। বালিমাটির এলাকা বর্জনীয় কারণ জল বেরিয়ে যাওয়া ও লবণাক্ততার সমস্যা তৈরী হতে পারে। যে মাটির পি.এইচ. ৫ এর কম ও উচ্চমাত্রায় ভারী ধাতু থাকে সেই মাটি উপযুক্ত নয়। যে মাটিতে জৈব পদার্থের স্তর ০.৬ মিটারের বেশী সেটি অনুপযুক্ত। যে এলাকায়

অ্যাসিড সালফেট মৃত্তিকা (পি.এইচ. ২.৫ - ৫.০) আছে সেই এলাকা বর্জন করতে হবে। উপযুক্ত মাটির গুণাবলী হলঃ-

ক্রমিক সংখ্যা	গুণাগুন	সর্বোত্তম মাত্রা
১.	পি.এইচ.	৬.৫ - ৭.৫
২.	জৈব কার্বন	১.৫ - ২.৫%
৩.	ক্যালসিয়াম কার্বোনেট	>৫%
৪.	সহজ লভ্য নাইট্রোজেন	৫০-৭০ মিগ্রা / ১০০ গ্রাম
৫.	সহজ লভ্য ফসফরাস	৪-৬ মিগ্রা / ১০০ গ্রাম
৬.	ইলেট্রিক্যাল কন্ডাক্টিভিটি	>৪ মাইক্রোমহস্ / সেমি

- **জলের উৎস্য ও এর গুণমান**

চাষ চলাকালীন ভালো মানের পর্যাপ্ত পরিমাণ নোনাজল সহজলভ্য হতে হবে। খাঁড়ি / খাল, হ্রদ বা ব্যাকওয়াটার যে কোন একটি নোনা জলের উৎস্য হতে পারে। চিংড়ি বা মাছের খামারের সফলতা ঐ স্থানে পাওয়া যায় যে জল তার গুণমানের উপর নির্ভর করে। জলের গুণাবলী, যেমন- পি.এইচ., লবণাক্ততা, দ্রবীভূত অক্সিজেন এবং ভারী ধাতুর উপস্থিতি নির্ণয় করা প্রয়োজন। জলের উৎস্য শিল্প বা কৃষিজাত দূষণমুক্ত হতে হবে। লবণাক্ততা ও পি.এইচ. এর ব্যাপকহারে হ্রাস বৃদ্ধি চাষের মাছের জন্য ক্ষতিকারক।

ক্রমিক সংখ্যা	জলের গুণাগুন	সর্বোত্তম মাত্রা
১.	তাপামাত্রা (ডিগ্রি সেলসিয়াস)	২৮-৩৩
২.	পি.এইচ.	৭.৫-৮.৫
৩.	লবণাক্ততা (পিপিটি)	১৫-২৫
৪.	দ্রবীভূত অক্সিজেন (পিপিএম)	৫
৫.	স্বচ্ছতা (সেমি)	২৫ - ৪৫
৬.	মোট অ্যালকালিনিটি (পিপিএম)	৮০ - ২০০
৭.	নাইট্রাইট - নাইট্রোজেন (পিপিএম)	<০.০১
৮.	নাইট্রেট-নাইট্রোজেন (পিপিএম)	<০.০৩
৯.	অ্যামোনিয়া-নাইট্রোজেন (পিপিএম)	<০.০১
১০.	পারদ ধাতু (পিপিএম)	<০.০০১
১১.	ক্যাডমিয়াম ধাতু (পিপিএম)	<০.০১
১২.	ক্রোমিয়াম তামা, জিংক (পিপিএম)	<০.১

- **অন্যান্য বিবিধ বিষয়সমূহ**

নিম্নলিখিত বিষয়গুলি কোন স্থান নির্বাচনের পূর্বে বিবেচনা করতে হবে ঃ

ক) পরিবেশ সংক্রান্ত (আবহাওয়া) বিষয়, যেমন জলবায়ু, বিপর্যয় ইত্যাদি।

খ) স্থানটিতে প্রবেশ ব্যবস্থা

গ) এলাকার আর্থ সামাজিক অবস্থা

ঘ) দূষণজনিত সমস্যা

ঙ) পাশ্ববর্তী এলাকা থেকে চারার সহজলভ্যতা

চ) মিঠাজল ও বিদ্যুতের প্রাপ্যতা

ছ) খামারে উৎপন্ন ফসলের পরিবহণ ও বাজারজাতকরণের সুবিধা

জ) সামাজিক ও রাজনৈতিক বিষয়

ঝ) প্রযুক্তিগত পরামর্শ / সহায়তা

নোনাজলের খামারের নক্শা পরিকল্পনা ঃ

কার্যকারীতায় দক্ষ ও আর্থিকভাবে লাভজনক মৎস্য খামার স্থাপনের জন্য বিজ্ঞানসম্মত ও ইঞ্জিনিয়ারিং বিষয়গুলি বিবেচনা করে সঠিক নক্শা পরিকল্পনা বানানো প্রয়োজনন। নোনাজলের তিন ধরনের খামার হতে পারে।

ক) জোয়ার দ্বারা চালিত খামার

এই ধরণের খামার চিরচরিত ব্যাপকচাষের জন্য উপযুক্ত। যে সমস্ত জায়গায় ভরা জোয়ার ১.৩ - ২মিটার উচ্চতার হয় সেখানে এই খামার করা যায়। এই খামারে জল ঢোকানো ও বের করার একটি মাত্র বড় নালা থাকে। জলের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য একটি মুখ্য স্লুইস গেট রাখা হয়। খামারের প্রতি পুকুরে জল পরিবর্তনের জন্য একটি করে স্লুইস থাকা প্রয়োজন। এই ধরনের খামার তৈরীতে খরচ বেশী হলেও চালানো ততটা ব্যয়বহুল নয়।

খ) পাম্পচালিত খামার

আধা নিবিড় ও নিবিড় পদ্ধতিতে চাষের জন্য এই খামার উপযুক্ত। পাম্পচালিত খামারে জল ঢোকানো ও বের করার আলাদা নালা থাকে। এই ধরনের খামারে জল সঞ্চয়ক ট্যাংক ও কার্যকরী পাম্পিং ইউনিট থাকা অবশ্য প্রয়োজন। এই খামারে বড় মুখ্য স্লুইসের প্রয়োজন নেই। যে সব জায়গায় জোয়ারের বিস্তার খুব বেশী (>২ মিটার) বা কম (<০.৮ মিটার) হয় সেখানে এই খামার তৈরী করা হয়। এই ধরনের খামার তৈরীতে খরচ কম হলেও চালানো ব্যয়বহুল হয়।

গ) জোয়ারে ও পাম্প উভয়চালিত খামার

যেসব স্থানে বছরের মাত্র কয়েক মাস জোয়ারের জল পাওয়া যায়, সেখানে এই খামার উপযুক্ত। যে জায়গার ভরা জোয়ারের মাত্রা ০.৮-১.৩ মিটার হয় ও তলদেশ মরা জোয়ারের জলের স্তরের উপর থাকে সেই জায়গা এই খামারের জন্য উপযুক্ত। জোয়ার দ্বারা চালিত খামারের মত এখানে মুখ্য স্লুইস গেট ও পাম্পচালিত খামারের মত প্রতি পুকুরে স্লুইস গেট থাকে। তদুপরি, যখন জলের অভাব হয় তখন জল জোগান দেওয়ার জন্য একটি পাম্পিং ইউনিট রাখা হয়। জোয়ার - পাম্প উভয় চালিত খামার তৈরী করা ও চালানো দুটিই ব্যয়বহুল।

- খামারের স্থাপনা বিন্যাস

খামারের সামগ্রিক আকার আয়তাকারের থেকে বর্গাকার হলে সীমানার বাঁধের জন্য খরচ কম হয়। বর্গাকার পুকুর তৈরীতে আয়তাকার পুকুরের থেকে খরচ কম হয়।

- বাঁধ / পাড়ের নক্শা ও নির্মাণ

  - পাড়ের প্রকারভেদ

    দু ধরনের হয় -

    ক) সীমানার পাড় ঃ এটি সমগ্র খামারের প্রতিরক্ষামূলক আচ্ছাদন। এই পাড়ের নক্সা তৈরীর সময় পুকুরের আয়তন, বন্যার জলের সর্বোচ্চ স্তর, পুকুরের তলদেশের ঢাল, গাড়ি চলাচল ইত্যাদি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়।

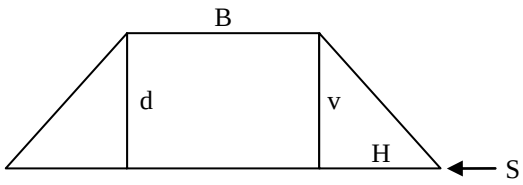
    খ) মধ্যবর্তী বা অভ্যন্তরীন পাড় ঃ এটি হল দুটি পুকুরের বিভাজক। এই ধরণের পাড়ের নক্সা চাষের জন্য জলের গভীরতা কতটা দরকার তার উপর ভিত্তি করে করা হয়।

  - প্রস্থচ্ছেদ আয়তন এবং পাড়ের জন্য মাটির পরিমাণ নির্ণয়

    নীচের এই ফর্মুলা দ্বারা পাড়ের ট্রাপিজিয়ম আকারের প্রস্থচ্ছেদ নির্ণয় করা হয়-

    $A = Bd + Sd^2$

    যেখানে, B হল পাড়ের শীর্ষস্থানের প্রস্থ, d হল বাঁধের উচ্চতা, S হল বাঁধের ঢাল (H:V)



সর্বমোট মাটির পরিমাণ নির্ণয়করা হয়-

$Q = L \times A$

যেখানে, L হল পাড়ের দৈর্ঘ্য ও A হল পাড়ের প্রস্থচ্ছেদ।

- ফ্রি বোর্ড

বাঁধের উপর দিয়ে জল উপচে না যাওয়ার জন্য নিরাপত্তা সূচক হিসাবে ফ্রি বোর্ড রাখা হয়। ফ্রি বোর্ড হল বাঁধের শীর্ষস্থান থেকে পুকুরের জলস্তরের খাড়া দৈর্ঘ্য। সীমানা বাঁধের জন্য কমপক্ষে ০.৬ মিটার ও পুকুরের পাড়ের জন্য ০.৩ মিটার ফ্রি বোর্ড রাখা হয়।

- পার্শ্ব ঢাল

পুকুরের পাড়ের ঢাল নির্ভর করে মাটির গঠণবিন্যাস ও স্থানটির অবস্থার উপর। অনুভূমিক ঢাল বাঁধের স্থায়ীত্ব বাড়ায়। উপযুক্ত পার্শ্ব ঢাল হল ১.৫ ঃ ১ থেকে ২.৫ (H ঃ V)।

- শীর্ষস্থানের প্রস্থ

বাঁধের শীর্ষ, বাঁধের উচ্চতা ও ব্যবহারেরর উপর নির্ভর করে। এটি সাধারণত ঃ ১.৫ থেকে ২.৫ মিটার হয়। যখন বাঁধটি রাস্তা হিসাবে ব্যবহৃত হবে, তখন কমপক্ষে ৩.৭ মিটার প্রস্থ রাখা হয়।

- বাঁধের সুরক্ষা

বাঁধ নির্মান করা হয় প্রতিটি ৩০ সেমি মাটির স্তর করে করে এবং একটি স্তর সঠিকভাবে বসানোর পর পরের স্তর দেওয়া হয়। বাঁধের ঢালের ভুমিক্ষয় রোধ করার জন্য উপযুক্ত আস্তরণ, যেমন - পাথরের বা ইটের ঢালাই, কংক্রিট স্ল্যাব, চুন কংক্রিটের মিশ্রণ, পলিমারযুক্ত কেমিক্যাল ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

➢ পুকুরের নক্শা ও বিন্যাস

কোষ্টাল এ্যাকোয়াকালচার অথরিটির নির্দেশিকা অনুসারে খামারের মোট জায়গায় ৬০% হবে জলকর ও অবশিষ্ট ৪০% হবে অন্যান্য কাজের জায়গা। নির্মাণ পদ্ধতি অনুসারে দুই ধরণের পুকুর হয় -

ক) বাঁধ পুকুর ঃ এটাকে ওয়াটারশেড পুকুরও বলে। ছোট জলাশয়ের চারিদিকে পাড় দিয়ে এই ধরণের পুকুর তৈরী করা হয়।

খ) খনন করা পুকুর ঃ জমিতে গর্ত খুঁড়ে সেই মাটি দিয়ে পাড় তৈরী করে এই পুকুর তৈরী করা হয়।

- পুকুরের আকার, আয়তন ও গভীরতা

আয়তাকার বা বর্গাকার পুকুর হতে পারে কিন্তু মাছ চাষের জন্য আয়তাকার পুকুর উপযুক্ত। আয়তাকার পুকুরের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের অনুপাত ১.৫ঃ১ থেকে ২ঃ১। চিংড়ির চাষের ক্ষেত্রে বর্গাকার পুকুর অভিন্ন বায়ুসঞ্চলন প্রদান করে। উত্তম ব্যবস্থাপনার জন্য ০.৫ - ১ হেক্টরের পুকুর উপযুক্ত। কি প্রজাতি চাষ করা হবে, ভুমির প্রকৃতি ও জলবায়ুর উপর পুকুরের গভীরতা নির্ভর করে।

ক্রমিক সংখ্যা	**চাষের প্রজাতি**	**পুকুরের গভীরতা (মিটার)**
১.	চিংড়ি	১.২ - ১.৮
২.	মাছ	১.৫ - ২.০

- পুকুরের প্রকারভেদ

চাষ প্রণালী অনুসারে তিন ধরণের পুকুর হয় ঃ

ক) আঁতুড় পুকুর ঃ আঁতুড় বা নার্সারী পুকুরের জন্য মোট জলকরের ১০-১৫% এলাকা রাখা হয় এবং পুকুরগুলির আয়তন মাছের জন্য ০.০৫ - ০.১ হেক্টর ও চিংড়ির জন্য ০.৫ হেক্টর হয়। আর গভীরতা ০.৮ - ১ মিটার হয়।

খ) মজুত বা চাষের পুকুর ঃ মোট জলকরের ৬০-৬৫% মজুত পুকুরের জন্য রাখা হয় এবং আয়তন ০.৫ - ১ হেক্টর হয়। এই পুকুরে একটি ইনলেট ও একটি আউটলেট কোনাকুনিভাবে রাখা হয়। জলের সঠিক সঞ্চালন ও ভূমিক্ষয় রোধ করার জন্য পুকুরের কোণগুলি গোলাকার ও মসৃণ করা হয়।

গ) বায়োপুকুর বা বর্জ্য জলশোধক পুকুর ঃ কোষ্টাল অ্যাকোয়াকালচার অথরিটির নির্দেশিকা অনুসারে ৫ হেক্টরের বড় খামারের জন্য ১০% জলকর বায়োপুকুর হিসাবে রাখতে হবে। এই পুকুর মাছ চাষের গৌণ পুকুর হিসাবে ব্যবহার করা যায়।

- বার্ম

পুকুরের পাড়ের তলদেশ ও শীর্ষের মধ্যবর্তী একটি ধাপ মত রাখা হয় যেটি বার্ম নামে পরিচিত। এটি পাড়ের ভূমিক্ষয় রোধ করে ও পুকুরে জাল টানার সময় সাহায্য করে।

➢ জল ঢোকানো ও সরবরাহ ব্যবস্থা ঃ

জল নেওয়া ও সরবরাহ করার নালার নক্সা কতটা জল প্রয়োজন তার উপর নির্ভর করে। মাটির প্রকৃতি অনুসারে মাটির তৈরী পাথর কিংবা কংক্রিটের ঢালাইযুক্ত নালা তৈরী করা হয়। ১০-১২ ইঞ্চির পি ভি সি পাইপ জল সরবরাহের জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে। স্লুইস গেটের নক্সা তৈরীর সময় এটা খেয়াল রাখতে হবে যে, জোয়ারের জলে যেন পুকুর ৪-৬ ঘন্টার মধ্যে ভরে যায়। দু ধরণের স্লুইস গেট করা হয় - প্রধান স্লুইস ও পুকুরের স্লুইস। প্রধান স্লুইস গেট সীমানার বাঁধের উপর ও প্রত্যেক পুকুরে স্লুইস গেট থাকে। স্লুইস গেটে কাঠের পাটা ব্যবহার করে পুকুরে জল ঢোকানো ও বের করা হয়। জলের সঙ্গে অবাঞ্ছিত প্রাণী যাতে না ঢোকে তার জন্য বড় ও ক্ষুদ্র ফাঁসের জাল ব্যবহার করা হয়। জল ঢোকানো ও বের করার আলাদা আলাদা ইনলেট ও আউটলেট পুকুরে কোণাকুণিভাবে নির্মাণ করা হয় যাতে করে জলনিকাশ ঠিকমত হয়।

প্রধান স্লইস গেট

পুকুরের স্লুইস গেট

➢ জল নিষ্কাশন ব্যবস্থা

- আউলেট (নির্গমনপথ)

পুকুরে জল বের করার উদ্দেশ্যে ইন্লেটের উল্টো দিকে আউটলেট তৈরী করা হয়। এটি আয়তাকার কংক্রিটের তৈরী যার মধ্যে নাইলনের স্ক্রিণ ও কাঠের শাটার ব্যবহার করে পুকুরের জল সম্পর্ণরূপে বের করা যায়। পুকুরের তলদেশে ইন্লেট থেকে আউটলেটের দিকে ঢাল ১ঃ ১০০০ রাখা হয়।

- জল নিষ্কাশন নালা

কমপক্ষে ০.৩ মিটার মাটির তৈরী বা কংক্রিটের ঢালাই করা জল নিষ্কাশন নালা তলদেশের ১ঃ১৫০০ ঢালযুক্ত পুকুরের তলদেশ থেকে ০.৩ মিটার নীচে ও সর্বনিম্ন ভাটার জলস্তর থেকে ০.৩ মিটার উপরে নালার শেষ প্রান্ত থাকে এইভাবে তৈরী করা হয়।

খামার নির্মান পদ্ধতি ঃ

খামার তৈরীতে সঠিক পরিকল্পনা, সার্বিক তত্ত্বাবধান ও নিপূণ কারিগরী দক্ষতা প্রয়োজন। খামার নির্মাণের ক্রমপর্যায় ধাপগুলি নিচে উল্লেখ করা হল।

ক) জমি সাফাই করা ঃ তিন ধরনের পদ্ধতি অনুসরণ করা হয় - কায়িক, যান্ত্রিক ও রাসায়নিক পদ্ধতি।

খ) জমিতে চিহ্নিতকরণ ঃ শুকনো সাদা পাউডার ব্যবহার করে বাঁধ, নালা ও পুকুরের জায়গাগুলি চিহ্নিত করা হয়।

গ) খননকার্য ঃ কায়িক বা যান্ত্রিক পদ্ধতি অনুসরণ করে।

ঘ) বাঁধ / পাড় ও স্লুইস নির্মাণ

ঙ) পুকুর তৈরী

চ) জলের নালা ও নিষ্কাশন ব্যবস্থা নির্মাণ।

ছ) বাঁধের ঢালের আস্তরণ প্রদান ঃ পাথর বা ইটের ঢালাই, কংক্রিটের স্ল্যাব, পলিথিন পেপার, ঘাস জন্মানো ইত্যাদি।

জ) অফিস, ল্যাবরেটারী, স্টোর রুম নির্মাণ।

ঝ) থাকার ঘর, প্রহরীর ঘর ইত্যাদি নির্মাণ।

নোনাজলের খামার তৈরীর জন্য কোষ্টাল অ্যাকোয়াকালচার অথরিটির নির্দেশাবলী ঃ

ক) ম্যানগ্রোভ, চাষজমি, লবন উৎপাদনের জায়গা (সল্ট প্যান), অভয়ারণ্য, ইত্যাদিকে নোনাজলের খামারে রূপান্তর করা যাবে না।

খ) খামারের অবস্থান ঃ যে গ্রামের জনসংখ্যা ৫০০ - এর কম সেখান থেকে ১০০মিটার দূরে, যে গ্রামের জনসংখ্যা ৫০০ এর বেশী সেখান থেকে ৩০০ মিটার দূরে ও শহর, ঐতিহ্যমূলক জায়গা থেকে ২ কিমি দূরে।

গ) পানীয় জলের উৎস্য থেকে ১০০ মিটার দূরে।

ঘ) প্রাকৃতিক জল ও বন্যার জল নিষ্কাশনের নালার উপর খামার তৈরী করা যাবে না।

ঙ) যখন খাঁড়ি বা জলের নালা ব্যবহার করা হচ্ছে তখন পুরানো ক্রিয়াকলাপ, যেমন - মাছ ধরাতে ব্যাঘাত ঘটানো যাবে না।

চ) দুটি পাশাপাশি খামারের মধ্যে দূরত্ব ঃ ছোট খামারের জন্য ২০ মিটার, বড় খামারের জন্য ১০০ -১৫০ মিটার।

ছ) নিকবর্তী চাষ জমি থেকে ৫০ - ১০০ মিটার দূরে খামারের অবস্থান হবে।

জ) খামারের জলকর এলাকা ৬০ শতাংশ এর বেশী হবে না, বাকি ৪০ শতাংশ জায়গা অন্যান্য উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হবে।

ঝ) বহু খামারযুক্ত এলাকা বর্জন করা উচিত।

কম খরচে নোনা ট্যাংরা হ্যাচারী নির্মাণ, পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণ

প্রেম কুমার

মিস্টাস গুলিও একটি বাণিজ্যিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ নোনাজলের মাছ যা স্থানীয়ভাবে নোনা ট্যাংরা নামে পরিচিত ও এটি একটি সুন্দরবনের ছোট দেশীয় প্রজাতির মাছ। কেন্দ্রীয় নোনাজল জীব পালন অনুসন্ধান সংস্থার কাকদ্বীপ গবেষণা কেন্দ্র নোনা জলে এই মাছের প্রজনন, লার্ভা প্রতিপালন ও বড় মাছ উৎপাদনের এক সম্পূর্ণ প্রযুক্তি উদ্ভাবন করেছে।

ব্যাকইয়ার্ড হ্যাচারীর নক্সা ও নির্মাণ

ছয় মাসে ১ লাখ ছোট নোনা ট্যাংরা উৎপাদন করার ব্যাকইয়ার্ড হ্যাচারীর নক্সা ও কার্যপ্রণালী বিবরন চিত্রে দেওয়া হল। এই ধরণের ব্যাকইয়ার্ড হ্যাচারী ছোট ও মাঝারী ধরনের চাষীর কাছে অতি প্রয়োজনীয় হয়ে উঠবে। একটি ব্যাকইয়ার্ড হ্যাচারী তৈরীতে প্রায় ১০০০ বর্গমিটার জায়গা প্রয়োজন।

জল নেওয়ার ব্যবস্থা

ট্যাংরা হ্যাচারী পরিচালনার জন্য আন্ত:ভূমি অঞ্চলের কূপ বা খালের জোয়ারের জল খুবই আদর্শ। ট্যাংরা মাছের প্রজননে ৫-২০ পিপিটি লবণাক্ত জল উপযুক্ত। তাছাড়া জলের অন্যান্য গুণগতমানের মধ্যে তাপমাত্রা ২২-২৬ ডিগ্রি সেলসিয়াস, দ্রবীভূত অক্সিজেন ৫-৮ পিপিএম, হার্ডনেস ১০০০-২০০০ পিপিএম, ক্ষারত্ব ১৫০-২০০ পিপিএম এবং অ্যামোনিয়া ০.০৫ পিপিএম এর কম হওয়া দরকার।

রিসার্ভার বা চৌবাচ্চা

১০০০০ হাজার লিটার জল ধারণ ক্ষমতাযুক্ত একটি চৌবাচ্চা প্রয়োজন। ৫০ পিপিএম ক্লোরিনযুক্ত ব্লিচিং পাউডার দিয়ে জল শোধন করা হয়। ব্যবহারের আগে জল ক্লোরিন মুক্ত করা দরকার। কংক্রিটের তৈরী চৌবাচ্চা খরচে সাশ্রয়ী।

বৈদ্যুতিক জলের পাম্প

প্রজনন ট্যাংকে একটি ০.৫ ঘোড়া ক্ষমতাসম্পন্ন বৈদ্যুতিক জলের পাম্প RAS চালাতে ব্যবহৃত হয়। আর একটি ১ ঘোড়া পাম্প চৌবাচ্চাতে জল নিতে ও চৌবাচ্চা থেকে ব্রিডিং ট্যাংকে জল নিতে প্রয়োজন।

উচুজায়গায় স্থাপিত ট্যাংক (১০০০ লিটার -এর একটি)

লার্ভা প্রতিপালনের সময় জলের প্রবাহ করার জন্য একটি সঞ্চিত জলের চৌবাচ্চা দরকার।

ব্রুডস্টক পুকুর

২০০-২৫০ বর্গমিটারের পুকুর ব্রুডস্টক প্রতিপালনের জন্য আদর্শ। সেখানে ৫০-২৫০ গ্রাম ওজনের ব্রুডার ৫০০ টি রাখা যায়। ছোট পুকুরে ব্রুডার রাখলে সহজেই ধরা যায়। প্রজননের দু মাস আগে ব্রুডারগুলিকে যকৃৎ বা উচ্চ প্রোটিনযুক্ত (৩৫%) খাবার দিনে দুবার সমগ্র মাছের দেহের ওজনের শতকরা ৫% হারে খাওয়াতে হয়।

প্রজনন ট্যাংক

চারটে এফ.আর.পি. অথবা সিমেন্ট ট্যাংককে (২০০- ৫০০ লিটার) একে অপরের সঙ্গে পিভিসি পাইপ দ্বারা উপরে ও নিচে যুক্ত করানো হয়। ট্যাংক পরিষ্কার করার জন্য প্রত্যেক ট্যাঙ্কের কেন্দ্রে কেন্দ্রিয় নিষ্কাশন থাকে।

ডিম ফোটানো ও লার্ভা প্রতিপালন ট্যাংক

মোট ১২ টি এফ আর পি বা সিমেন্ট ট্যাঙ্ক বা গ্লাস অ্যাকোরিয়াম (১০০ লিটার) ডিমফোটানো ও লার্ভা প্রতিপালন করার জন্য দরকার। অভারহেড ট্যাংকের থেকে জলের প্রবাহ সমস্ত ট্যাংকে দেওয়া হয়। জলের প্রবাহ লার্ভার বাঁচার হার বৃদ্ধিতে সাহায্য করে।

বড় লার্ভা প্রতিপালন

বড় লার্ভার প্রতিপালন সিমেন্ট ট্যাংক, এফ.আর.পি. ট্যাংক (১০০০-১৫০০ লিটার, ৬টি), ছোট পুকুর (৫০ বর্গমিটার) অথবা হাপায় (২×১×১ মিটার) করা হয়। করার আগে পোনা মজুতের পূর্বের ব্যবস্থাপনা, যেমন- ব্লিচিং, চুন প্রয়োগ, সার প্রয়োগ ইত্যাদি করে নার্সারী পুকুরে উৎপাদনশীলতা বাড়ানো হয়।

লাইভ ফিড ইউনিট

লার্ভার বেঁচে থাকার হার বাড়ানোর জন্য ডিম ফুটে বেরোনোর ২ দিন পর থেকে সম্পুরক খাদ্য লার্ভার জন্য অপরিহার্য। শ্যাওলা ও আর্টেমিয়া নপ্লি খাওয়ানো খুবই অপরিহার্য। দিনে চার বার ৩০০০/লিটার হারে নপ্লি খাওয়ানো অত্যাবশ্যক। বড় লার্ভার প্রতিপালনের সময় সর্বোত্তম লার্ভার ঘনত্ব প্রতি লিটারে ২৫ টি রাখা উচিত। অতএব, অ্যালগি কালচার ইউনিট ও আর্টেমিয়া হ্যাচিং ইউনিট রাখা দরকার।

বায়ুসঞ্চালন ব্যবস্থা

পোর্টেবল এয়ার ব্লোয়ার (১টি) প্রজননে ও লার্ভার প্রতিপালন ট্যাংকে রাখা দরকার।

বিদ্যুৎ সরবরাহ

কমপক্ষে চার থেকে ছয় ঘন্টা বিদ্যুৎ সরবরাহ দরকার পাম্পের জল ও RAS চালু রাখার জন্য।

হ্যাচারী অপারেশন (চালু করা) ও রক্ষণাবেক্ষণ ঃ

ব্রুডস্টক সংগ্রহ ও প্রতিপালন

দুই মাস আগে এই কার্যকলাপ আরম্ভ করা হয়।

পরিপক্কতা মূল্যায়ণ এবং রোগ প্রতিরোধক ব্যবস্থা

৫ পিপিএম ফর্ম্যালডিহাইড ব্যবহার করে ব্রুডার থেকে বাহি: পরজীবি এড়ানো সম্ভব।

হরমোন ইনজেকশান (প্রয়োগ)

হয় পিটুইটারী গ্রন্থি নির্যাস অথবা এল এইচ আর এইচ এ, ওভাপ্রিম ব্যবহার করা হয়। ব্রুডারের আকার ও পরিপক্কতার উপর হরমোনের মাত্রা নির্ভর করে। সাধারণত স্ত্রী মাছকে এল.এইচ.আর.এইচ. ৬০ মাইক্রো গ্রাম/১০০ গ্রাম মাত্রায় এবং অর্ধেক মাত্রা হারে পুরুষ মাছের ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা হয়।

ডিম পরিস্ফুটনের মেয়াদ

ইনজেকশান ও ডিম ছাড়ার মধ্যবর্তী সময় যা ৮-২৪ ঘন্টা পর্যন্ত হতে পারে। ডিম পরিস্ফুটনের সময় মস্তিষ্কের উপর কার্যকরী হরমোনের প্রভাব ডিম্বাশয়-শুক্রাশয়ের উপর কার্যকরী হরমোনের ক্ষেত্রে কম হয়।

ডিম সংগ্রহ ও ইনকিউবেশন

একগুচ্ছ নাইলন সুতো সমন্বিত (প্রত্যেকগুচ্ছ ৫০০ টি সরু ১৫ সেমি লম্বা - সুতো দিয়ে তৈরী) ডিম সংগ্রাহক প্রজনন ট্যাংকের জলে নিমজ্জিত করা থাকে। আঠালো নিষিক্ত ডিমগুলিকে ডিম সংগ্রাহক সুতোর ঝাঁটিতে সংগ্রহ করা হয়।

ইনকিউবেশনের মেয়াদ

ডিম সংগ্রাহক সুতোর ঝাঁটিকে ৫ পিপিএম আয়োডোফোর দিয়ে পরিশুদ্ধ করে ইনকিউবেশন ট্যাংকে সরিয়ে দেওয়া হয়। নিষেক ও ডিম ফুটে বেরোনোর মধ্যেকার সময়কে ইনকিউবেশন মেয়াদ বলে। ট্যাংরার ক্ষেত্রে এই মেয়াদ ১৫-১৮ ঘন্টা। এটি নির্ভর করে তাপমাত্রার উপর। তারসঙ্গে জলের প্রবাহ ডিমকে সুস্থ রাখতে সাহায্য করে।

ডিম ফুটে বাচ্চা বেরোনো ও লার্ভার প্রতিপালন

নিষিক্ত ডিমগুলি ১৫-১৮ ঘন্টা পর ফুটে বাচ্চা বের হয়। হ্যাচিং এর পর ডিম সংগ্রাহকগুলি সরিয়ে ফেলা হয় এবং ২ দিনের পর থেকে বাচ্চাগুলিকে আর্টেমিয়া নপ্লি খাওয়ানো হয়।

নার্সারী প্রতিপালন

শুরু হয় ৮ দিন থেকে এবং চলে ৩০ দিন পর্যন্ত।

জ্যান্তলার্ভার প্যাকিং এবং পরিবহণ

মোট ৫০০ টি ৩০ দিন বয়সের ফ্রাই ১০ লিটার অক্সিজেন যুক্ত জলের প্যাকেটে ১২-১৬ ঘন্টার জন্য পরিবহণ করা যায়।

ট্যাংরা চারা উৎপাদনের আয়-ব্যয় ঃ

১ লাখ ৩০ দিন বয়সের নোনা ট্যাংরার চারা ৬ মাস প্রজনন ঋতুর মধ্যে হ্যাচারীতে তৈরী করার হিসাব।

মূল্য (খরচ)

১. স্থায়ী খরচ

	বিবরন ও দামের হার	**মূল্য (টাকা)**
পাম্প	০.৫ এইচ পি এবং ১ এইচ.পি বৈদ্যুতিক জলের পাম্প	৫,০০০
অভারহেড ট্যাংক	১০০০ লিটার	১০,০০০
ছোট ব্লোয়ার ও অ্যারেশান পাইপ ইত্যাদি	অ্যারেশান ব্যবস্থা	৪,০০০
ব্রুডস্টক পুকুর (২৫০ বর্গমিটার)	লিজ খরচ	১,০০০
প্রজনন ইউনিট	এফ.আর.পি. অথবা সিমেন্ট ট্যাংক (২০০-৫০০ লিটার, ৪ টি)	১০,০০০
লাইভ ফিড ইউনিট	এফ.আর.পি. অথবা সিমেন্ট ট্যাংক, ৫০০ লিটারের (২ টি)	৫,০০০
ইনকিউবেশন ইউনিট	এফ.আর.পি. ট্যাংক/প্লাস্টিক টাব/কাঁচের অ্যাকোয়ারিয়াম, ১০০ লিটার (১২ টি)	৬,০০০
লার্ভা পালানোর ইউনিট	এফ.আর.পি. অথবা সিমেন্ট ট্যাংক, ১০০০-১৫০০ লিটার, (৬-৮ টি)	২০,০০০
মোট স্থায়ী খরচ		**৬১,০০০**
২. হ্যাচারি চালানোর খরচ		
ব্রুডস্টক মাছ	৫ কেজি, ৩৫০ টাকা/কেজি	১,৭৩০
ডিজেল/ইলেকট্রিক	পাম্প ও ব্লোয়ার চালানোর জন্য, ২,০০০ টাকা/মাস, ৬ মাসের জন্য	১২,০০০
প্রনোদিত প্রজননের জন্য হরমোন/ কেমিক্যাল		৮,০০০
আর্টিমিয়া সিস্ট	৩ টি কৌটা, ৬,০০০ টাকা করে	১৮,০০০
লার্ভার খাদ্য	স্টার্টার ফিড (৩৫% প্রোটিন)	২,৪০০
৩. মোট হ্যাচারি চালানোর খরচ		৪২,১৩০
৪. ডেপ্রিসিয়েশান	২০% (স্থায়ী খরচের)	১২,২০০
মোট উৎপাদন খরচ (৩+৪)		**৫৪৩৩০**
আয়		
৫. ট্যাংরা চারা (৩০ দিনের বয়স্ক)		
বিক্রি ১ টাকা প্রতি চারাতে		১,০০,০০০
৬. মোট আয়		১,০০,০০০
৭. নিট আয়		৪৫৬৭০
৮. মোট আয় - নিট আয়ের অনুপাত		২.১৯

নোনা ট্যাংরার ব্রুডস্টক উৎপাদন, পরিপক্কতা মূল্যায়ণ, প্রণোদিত প্রজনন ও লার্ভা প্রতিপালন

প্রেম কুমার

ভূমিকা

মিস্টাস গুলিও স্থানীয়ভাবে নোনা ট্যাংরা নামে পরিচিত এবং এটি একটি সুন্দরবনের ছোটো দেশীয় মাছ। বাংলাদেশ, ভারত, শ্রীলঙ্কা, ইন্দোনেশিয়া, ভিয়েতনাম, মায়ানমার, পাকিস্তান, জাভা, থাইল্যান্ড ও মালয়ের উপকূলবর্তী স্থানে এটি পাওয়া যায়। এটি ভারতবর্ষের উপকূলবর্তী রাজ্য, যেমন- অন্ধ্রপ্রদেশ, পশ্চিমবঙ্গ, গুজরাট, কর্নাটক, কেরলা, মহারাষ্ট্র, উড়িষ্যা এবং তামিলনাড়ুতে ব্যাপক হারে পাওয়া যায়। স্বল্প নোনাজলের মোহনা ও উপকূলবর্তী এলাকায় এরা দলবদ্ধভাবে থাকতে পছন্দ করে। এরা সাধারণত জৈবপদার্থ, ছোট কবচী প্রাণী খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে। নোনা ট্যাংরা চাষের জন্য সবচেয়ে ভাল লবনাক্ততা হল ৫-১২ পিপিটি এক বছরে প্রাকৃতিক জলাশয়ে এরা সর্বাধিক ৩০ সেমি (ওজনে ২৫০ গ্রাম) হয়ে থাকে। তা ছাড়া এরা ১-২ পিপিটি লবণাক্ততায়ও থাকতে পারে। প্রাকৃতিক জলাশয় থেকে অতিরিক্ত আহরণ ও পরিবেশ দূষণের জন্য এদের উপস্থিতি কমে গেছে। বর্তমানে এদের বাজারে উপস্থিতির হার কমে যাওয়ায় চাহিদা ও দাম অনেক বেড়ছে। এটি একটি মৎস্যচাষে গুরুত্বপূর্ণ মাছ কারণ এটি শক্তপোক্ত প্রকৃতির সুস্বাদু, অতিমাত্রায় পুষ্টিগুণসম্পন্ন এবং বাজারে প্রচুর চাহিদা রয়েছে। চাহিদাপূরণ ও সংরক্ষণ করার লক্ষ্যে এই মাছের নিয়ন্ত্রিত পদ্ধতিতে উৎপাদন করা প্রয়োজন। এই প্রেক্ষাপটে কেন্দ্রীয় নোনা জলজীব পালন অনুসন্ধান সংস্থার কাকদ্বীপ গবেষণা কেন্দ্রের উদ্দ্যোগে এই মাছের নোনা জলে বদ্ধ অবস্থায় প্রজনন, লার্ভার প্রতিপালন ও মাছের উৎপাদনের এক সম্পূর্ণ প্রযুক্তির উদ্ভাবণ হয়েছে।

ব্রুডস্টক উৎপাদন ও তার ব্যবস্থাপনা

একমাসের ধানীপোনা (১৫-২০ মিমি) প্রাকৃতিক উপায়ে সংগ্রহ করা হয়। ৬-৮ মাসে এই ধানীপোনাগুলিকে মরামাছ বা মুরগীর যকৃত খাইয়ে ব্রুডার হিসাবে তৈরী করা হয়। যাইহোক, ব্রুডারগুলি ছোটো আকারের হয় (৫০-৭০ গ্রাম) এবং ফেকানডিটি কম হয় (৫০০০-৮০০০)। একটি সম্ভাব্য বড় আকারের ব্রুডার মাছ পেতে গেলে তাকে এক বছর পতিপালন করতে হয় তবেই ঐসময়ে ১০০ গ্রাম এর বেশী হয়। ফেব্রুয়ারী থেকে মার্চের মধ্যে ব্রিডিং সিজিনের আগে প্রকৃতি থেকে ৫০ গ্রামের বেশী ওজনের মাছ সংগ্রহ করতে হয় ও ২ টি প্রতি বর্গমিটারে মাটির পুকুরে পালন করা হয়। ব্রুডস্টক পালনের সময় উচ্চ প্রোটিন সমৃদ্ধ দানা খাদ্য (৩০% প্রোটিন, ৮% ফ্যাট) অথবা মুরগীর যকৃত জীব ভরের ৩% হারে খাওয়ানো হয়। জলের ভৌতরাসায়নিক গুণাবলী যেমন- লবনাক্ততা, তাপমাত্রা, পি.এইচ., অ্যালকালিনিটি এবং দ্রবীভূত অক্সিজেন এর মান যথাক্রমে ৫-২০ পিপিটি, ২৯° সেন্টিগ্রেট, ৭.৫-৮, ১৪৪-১৫০ পিপিএম ও ৫-৮ পিপিএম হলে ভালো। প্রজনন ঋতুতে সম্ভাব্য ব্রুডস্টকগুলিকে ব্রুডস্টক পুকুর থেকে বাছাই করে এবং সহজভাবে ধরা যায় এমন নেটের খাঁচাতে রাখা হয়। পুর্ণাঙ্গ ব্রুডার গুলিকে ১০ টি প্রতি বর্গমিটার এই হারে নেটের খাঁচাতে ছাড়া হয় নোনা জলের পুকুরে এই খাঁচা প্রতিস্থাপন করে। ব্রুডস্টক মাছকে পরিষ্কার করা মুরগীর যকৃৎ দিনে একবার করে খাওয়ানো হয়।

প্রণোদিত প্রজনন

পরিণত ব্রুডষ্টক মাছের নির্বাচন

তিন থেকে চার মাস ব্রুডষ্টক প্রতিপালনের পর মে মাসের প্রথম সপ্তাহে পুরুষমাছ ও স্ত্রীমাছ ২:১ অনুপাতিক হারে বাছাই করা হয়। পলিথিন ক্যানুলা ২ মিমি ব্যাসের ব্যবহার করে ডিম্বাশয় থেকে ডিমের নমুনা নিয়ে স্ত্রী মাছের পরিপক্কতা যাচাই করা হয়। যে স্ত্রী মাছের ডিম্বাণুগুলির গড় ব্যাস ৯০০ মাইক্রো মিটার এর বেশী সেগুলি প্রনোজিত প্রজননে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া পরিণত স্ত্রী মাছের পরিপক্কতা যাচাইয়ের অন্যান্য পদ্ধতি হল- ফুলে যাওয়া পেট, লালচে খোলা এবং গোলাকার পায়ুছিদ্র। পরিণত পুরুষমাছ যার লম্বা প্যাপিলার উপরের অংশ গোলাপী বা লাল রঙের প্রণোদিত প্রজননের জন্য নির্বাচন করা হয়।

মাছের লিঙ্গ নির্ণয়

পুরুষ ও স্ত্রী জাতির মাছ আলাদা করা যায় তাদের জেনিটাল পেপিলার উপস্থিতির দ্বারা এবং নরম ফোলা পেট ও গোলাকার পায়ু দ্বারা।

রোগ প্রতিরোধক ব্যবস্থা

বহি:পরজীবী দূর করার জন্য ৫০০ পিপিএম ফর্মালিনে ব্রুডারগুলিকে ৩ মিনিট ডুবিয়ে রাখা হয় ও তারপর সার্কুলেটরি ব্যবস্থাযুক্ত ব্রিডিং ট্যাংকে স্থানান্তর করা হয়। যেহেতু নোনা ট্যাংরার ডিমগুলি আঁঠালো প্রকৃতির তাই ডিম সংগ্রাহক ব্যবহার করা প্রয়োজন। ডিম সংগ্রাহক হল নাইলন সুতোর গুচ্ছ যা জলের মধ্যে অর্ধ নিমজ্জিত অবস্থায় প্রজনন ট্যাংকে থাকে। নিষিক্ত ডিমগুলি যেন নষ্ট না হয় তার জন্য ব্রিডিং ট্যাংক ভর্তি করে ডিম সংগ্রাহক দেওয়া হয়।

পুরুষ ও স্ত্রী মাছের অনুপাত, হরমোন মাত্রা এবং ইনজেকশান

বাছাইয়ের পর পুরুষ ও স্ত্রী মাছের অনুপাত ২ ১ রেখে প্রজনন ট্যাংকে ২-৩ ঘন্টা খাপ খাইয়ে নেওয়া হয় প্রজনন ট্যাংকের মধ্যে অ্যারেশান দেওয়া হয় ও জলের স্রোত তৈরী করা হয়। প্রণোদিত প্রজননের জন্য হিউম্যান কোরিওনিক গোনাডোট্রপিন (HCG), এল.এইচ.আর.এইচ.এ., পিটুইটারি গ্রন্থির নির্যাস (PGE) অথবা বাজারে পাওয়া যায় হরমোন ব্যবহার করা হয়। HCG মাত্রা ১০০০০ আইইউ, এল.এইচ.আর.এইচ.এ. ৩৫ মাইক্রোগ্রাম, PGE ১০ মিগ্রা প্রতি কেজি স্ত্রী মাছের ওজন হারে দেওয়া হয়। স্ত্রী মাছের অর্ধেক মাত্রা পুরুষ মাছকে দেওয়া হয়। হরমোনের মাত্রা পরিপক্কতার অবস্থার উপর নির্ভরশীল। হরমোন মাছের পিঠের পৃষ্ঠ পাখনার তলার দিকে পেশীবহুল অংশে ইন্‌জেকশান করা হয়। হরমোন প্রয়োগ সাধারণত বিকেলের দিকে করা হয়।

স্পনিং, ডিমের পরিস্ফুটন এবং ভ্রুনের বিকাশ

ট্যাংরা মাছ ডিম ছাড়ে ইনজেকশানের ১০-১২ ঘন্টা পর। ট্যাংরার নিষিক্ত ডিমের উপর জেলি সদৃশ আঁঠালো পদার্থ থাকে যা ডিমকে আঠালো বৈশিষ্ট্য দেয়। নিষিক্ত ডিমগুলো স্বচ্ছ, আঠালো, গোলাকার ও ডুবন্ত প্রকৃতির হয়। আর অনিষিক্ত ডিমগুলি সাদা রঙের অস্বচ্ছ হয়। ট্যাংরার ডিমের কুসুমগুলিতে অয়েল গ্লোবুল থাকে না। ডিমছাড়ার পর জলের স্রোত বন্ধ করে দেওয়া হয়। ডিম সংগ্রাহকের গায়ে লেগে থাকা ডিমগুলি ইনকিউবেশান ট্যাংকে স্থানান্তরিত করা হয়। নোনা ট্যাংরা একটি স্বল্প ডিমযুক্ত মাছ যার দেহের আকারের উপর নির্ভর করে ২৫০০০ থেকে ১৫০০০০ টি ডিম ছাড়ে।

ইনকিউবেশন ও হ্যাচিং

ইনকিউবেশন ট্যাংক আগে থেকে প্রস্তুত রাখতে হয়। ডিম ছাড়ার ৩-৪ ঘন্টা পর ডিম সংগ্রাহকগুলি ইনকিউবেশন ট্যাংকে স্থানান্তরিত করা হয়। ইনকিউবেশন ট্যাংকগুলি ১০০০ লিটারের অ্যারেশানযুক্ত হয়। ২৮° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ১৭:৩০ ঘন্টায় ডিম ফুটে বাচ্চা বের হয়। ইনকিউবেশনের সময় কিন্তু তাপমাত্রা নির্ভর এবং এর তারতম্য হয় ১৪-১৮ ঘন্টা। হ্যাচিং হওয়া লার্ভা ২.১৭ ± ০.২৯ মিমি লম্বা ও কুসুমযুক্ত হয়। নতুন লার্ভা নিষ্ক্রিয় থাকে ও ট্যাংকের পাশে ও তলায় আটকে থাকে। হ্যাচিং হওয়ার ৬-১২ ঘন্টা পর ডিম সংগ্রাহকগুলো সরিয়ে ফেলা হয়।

লার্ভা প্রতিপালন

স্থানান্তরের স্ট্রেস ও মৃত্যুর হার কমানোর জন্য হ্যাচিং ট্যাংককেই লার্ভা প্রতিপালন ট্যাংক হিসাবে ব্যবহার করা হয়। ডিম সংগ্রাহকগুলি হ্যাচিং হওয়ার ৬-১২ ঘন্টা পর সরিয়ে ফেলা হয়। হ্যাচিং হওয়ার ২৪ ঘন্টা পর লার্ভার পালন ট্যাংকে ক্লোরেল্লা ১-৫×১০^{৩} কোষ/মিলি হারে দেওয়া হয়। হ্যাচিং হওয়ার ২ দিন পর লার্ভাগুলোকে আর্টেমিয়া নপ্লি যার আকার ১৫০-১৭০ মাইক্রো মিটার চওড়া ও ৫০০-৫৮০ মাই মিঃ লম্বা খাওয়ানো হয়। সর্বোত্তম লার্ভার ঘনত্ব ২৫ টি/লিটার। লার্ভাগুলোকে আর্টেমিয়া নপ্লি ৩০০০ টি/লিটার হারে দিনে ৪ বার ৭ দিন ধরে খাওয়ানো হয়। ৮ দিন থেকে আর্টেমিয়ার সঙ্গে ছোট দানা খাদ্য ও ১৫ দিন থেকে সম্পূর্ণভাবে ছোট ছোট দানা খাদ্য খাওয়ানো হয়। ৩০-৩৫ দিনে ধানীপোনা ৪৮-৫০ মিমি আকারের হয় এবং একটি ধানীপোনার উৎপাদন খরচ ৩০-৪০ পয়সা মাত্র।

নোনা ট্যাংরা মাছের নার্সারী পালন, চিরাচরিত ও উন্নত চাষ প্রযুক্তি

গৌরাঙ্গ বিশ্বাস

মিষ্টি ও নোনা উভয় জলে নোনা ট্যাংরা চাষ করা যায়। পালন পুকুরে চারামাছ ছাড়ার পূর্বে ডিমপোনাগুলিকে আঁতুড় পুকুরে উপযুক্ত পরিচর্যা করতে হয়। পালন পুকুরে মাছের ভালো বৃদ্ধি ও বেশি সংখ্যক মাছ পেতে গেলে আঁতুড় পুকুরে ডিমপোনার উপযুক্ত পরিচর্যার গুরুত্ব অপরিহার্য্য। পশ্চিমবঙ্গ ও উড়িষ্যার ধানজমি ও নোনা জলাশয়গুলিতে এই মাছের ধানীপোনা পাওয়া যায়। মিশ্র মাছচাষ পদ্ধতিতে এই নোনা ট্যাংরা চাষ করা যায়।

নার্সারী পালন ঃ

ডিমের কুসুম নি:শেষ হওয়া ডিমপোনার নার্সারী পালন একটি জটিল ধাপ কারণ এই সময়ে ডিম পোনার প্ল্যাংকটণভোজী খাদ্যভ্যাস থেকে কৃত্রিম খাদ্য গ্রহণে অভ্যাস করানো হয়। পুকুরে বিভিন্ন পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, প্রতি বর্গ মিটারে ২০০-২৫০ সংখ্যক ডিমপোনা কে পরিচর্যা করে ৩০-৪৫ দিনে ০.৫-১.০ গ্রামের ধানীপোনাতে পরিণত করা যায়। নার্সারী পুকুরে ১৫ দিন অন্তর সার প্রয়োগ করা হয় ও সরষে খোল, কুঁড়া ও ফিস-মিল মিশ্রিত গুঁড়ো খাদ্য প্রদান করা হয়। কাকদ্বীপ গবেষণা কেন্দ্রে সম্প্রতি ১০ দিন বয়সের চারা (০.০১-০.০২ গ্রাম) নিয়ে হাপাতে (২×১×১ মিটার) তিনটি মজুত হারে, ৫০০, ৭৫০ ও ১০০০/হাপা নার্সারী পালন করা হয়। এই গবেষণা কেন্দ্র দ্বারা তৈরী করা ৩০% প্রোটিনযুক্ত, ৩০ টাকা/কেজি দরের খাদ্য দেহের ওজনের ১০-৪% হারে দিনে দুইবার দেওয়া হয়। ৬০ দিন পরে ১০০০ টি/হাপা ঘনত্ব থেকে ৫০০ ও ৭৫০ টি /হাপা ঘনত্ব চারার বেশী বৃদ্ধি যথাক্রমে ১:৩১ ও ১:৩৫ গ্রাম পাওয়া যায়। যদিও চারার বাঁচন হার সবচেয়ে কম ঘনত্বের হাপায় অধিক পরিমাণে পাওয়া গেছে (৪৮%)। ফলে হাপাতে ৫০০ টি /হাপা ঘনত্ব নার্সারী পালনের জন্য উপযুক্ত। যাইহোক, নার্সারীতে চারার বাঁচন হার বাড়ানোর আরো প্রচেষ্টা চলছে।

চিরাচরিত পদ্ধতিতে চাষ ঃ

এই পদ্ধতিতে মাছ চাষ নির্ভর করে নদীর জোয়ারের জলে মাছের চারা, খাদ্যের উপস্থিতি ও জল পরিবর্তনের উপর। এই পদ্ধতিতে কেবলমাত্র মিশ্র চাষ করা সম্ভব। এই চাষ পশ্চিমবঙ্গের ভেড়ি ও কেরালার পক্কালিতে দেখা যায়। এই প্রকারের এই সব জলাশয়ে চিংড়ি, কাঁকড়া ও বিভিন্ন ধরনের মাছ জোয়ারের জল আদান প্রদানের মাধ্যমে চাষ হয়। মাছ বেড়ে ওঠে এই প্রকার জলে আপনা থেকেই মাছের প্রাকৃতিক খাদ্য কণা খেয়ে, তাই মাছের পরিপূরক খাদ্য সরবরাহ করার প্রয়োজন হয় না। ৩ থেকে ৪ মাস পরে জল শুকিয়ে মাছ ধরা শুরু হয়। এই পদ্ধতিতে প্রতি হেক্টরে ৫০০-৭০০ কেজি উৎপাদন হয়। এই উৎপাদনের মধ্যে ৩০% চিংড়ি থাকে এবং ৭০% মাছ থেকে যার মধ্যে ট্যাংরাও থাকে।

একক প্রজাতি চাষ ঃ

নোনা ট্যাংরাকে এককভাবে পুকুরে বা নোনা জলাশয়ে চাষ করা যায়। নোনা ভেড়িতে, প্রতি বর্গমিটারে একটি করে ধানীপোনা চাষ করলে বছরে ৮০ গ্রাম ওজন হয়। ৩০% প্রোটিনযুক্ত বাজারের খাদ্য দেহের ওজনের ৪-৬% হারে ব্যবহার করে ৮, ১২ ও ১৬ টি/বর্গমিটার ঘনত্বে চাষ করে বেশী ঘনত্বের চাষে ৯৫০ কেজি/হেক্টর উৎপাদন পাওয়া যায়। সি.আই.বি.এ. ট্যাংরা মাছের একক চাষের আধুনিক প্রযুক্তি উদ্ভাবন করেছে। প্রতি বর্গমিটারে ১-২ টি মাছ ছেড়ে ৭ মাসে বাজারের উপযুক্ত মাপের ৫৮ গ্রাম ওজনের মাছ পাওয়া যায়। প্রতি হেক্টরে ১০০০-১২০০ কেজি ফলন হয়েছে। এখানে ৩০% প্রোটিন ও ৬% ফ্যাটযুক্ত খাদ্য পরিপূরক খাবার হিসাবে দেহের ওজনের ৫% হারে দেওয়া হয়। হিসেব করে দেখা গেছে ১ কেজি মাছ তৈরি করতে ৮০ টাকা খরচ হয়। বাজারে এই মাছ বিক্রি হয় ২৫০-৩০০ টাকা প্রতি কেজি। এই মাছ ছোট ছোট পুকুরে (৩০০-৫০০ বর্গমিটার) প্রতি বর্গ মিটারে ২০-৪০ টি চাষ করলে সেটি একটি উত্তম পদ্ধতি হবে।

মিশ্রচাষ ঃ

নোনা ট্যাংরা মিঠা ও নোনা জলের মাছ এবং চিংড়ির সঙ্গে মিশ্র চাষের উপযুক্ত প্রজাতি। ১২০ দিনের মিশ্রচাষে ট্যাংরা (৪০ টি/বর্গমিটার), নাইলোনটিকা (৬০ টি/বর্গমিটার) এবং খরসুলা (৪০টি/বর্গমিটার) মজুত ঘনত্বে হেক্টর প্রতি ৩৮৬৭ কেজি উৎপাদন হয়, যেখানে একক চাষে মাত্র ১৬৪২ কেজি/হেক্টর উৎপাদন পাওয়া যায়। সাড়ে ৪ মাসের মিশ্রচাষে, নোনা ট্যাংরা ০.১ টি/বর্গমিটারে মজুত করে ৫০ গ্রাম ওজনের হয়, যেখানে পার্শে ০.১ টি/বর্গমিটার ও বাগদা চিংড়ি ১৫-১৮ টি/বর্গমিটার হারে ছাড়া হয়।

স্থানীয়ভাবে পাওয়া যায় এমনসব উপাদান দিয়ে স্বল্প মূল্যের খাদ্য তৈরী করে নোনাজলের মাছ ও চিংড়ির মিশ্রচাষকে একটি লাভজনক চাষ হিসাবে উদ্ভাবন করার অনেক প্রচেষ্টা নেওয়া হয়েছে। স্বল্পমূল্যের খাবার দিয়ে মিশ্রচাষ পদ্ধতি আমাদের খামারে ও চাষীর পুকুরে করা হয়েছে। ছয় প্রজাতির মিশ্রচাষে বিভিন্ন হারে মজুত করে, যেমন- পার্শে (৫০০০ টি/হেক্টর), ভাঙন (৫০০০ টি/হেক্টর), পায়রা চাঁদা (২৫০০ টি/হেক্টর), নোনা ট্যাংরা (৩০০০০ টি/হেক্টর) ও বাগদা চিংড়ি (২৫০০ টি/হেক্টর) ২৫ টাকা কেজি দরের খাদ্য ব্যবহার করে ৪৭৬৪ কেজি/হেক্টর উৎপাদন পাওয়া গেছে, যেখানে ৩২৫ দিনে খাদ্যের FCR ছিল ১.৩৬।

ধানের সঙ্গে নোনা ট্যাংরা চাষ ঃ

সমুদ্র উপকূলবর্তী এলাকায় বর্ষাকালে প্রচুর বৃষ্টি হলে ধান চাষ করা হয়। এই ধানচাষের পর মাটির লবণাক্ততা বৃদ্ধির জন্য জমি পতিত অবস্থায় পড়ে থাকে। এই জায়গাগুলিকে লবণাক্ততা সহনশীল ধান ও নোনাজলের মাছ চাষ করে ব্যবহার করা যায়। পশ্চিমবঙ্গে ধানের সঙ্গে মাছ চাষ বহু প্রাচীন একটি পদ্ধতি। নোনা ট্যাংরা ও অন্যান্য ট্যাংরার প্রজাতি ভারত ও বাংলাদেশের ধানক্ষেতে চাষ করা হয়। ভারত ও বাংলাদেশে ধানক্ষেতে চাষে যথাক্রমে ৫০০-২০০০ এবং ১১৬-৬০০ কেজি/হেক্টর মাছের উৎপাদন হয়। ভেটকি, পার্শে, ভাঙন ও নোনা ট্যাংরা ১০০০০-১৫০০০ টি/হেক্টর মজুত করে ১০৫০ কেজি/হেক্টর উৎপাদন পাওয়া যায়।

নোনা ট্যাংরা চাষে জলের গুণাবলী ঃ

নার্সারী পুকুরে জলের গুণাবলী-তাপমাত্রা (২৫-৩০ ডিগ্রী সেলসিয়াস), লবণাক্ততা (৩-৪ পিপিটি), জলের স্বচ্ছতা (২৭-৪০ সেমি), পি.এইচ. (৭.৯০-৮.৮০), অ্যালকালিনিটি (১৮০-২৫০ পিপিএম), দ্রবীভূত অক্সিজেন (৫-৮.৫ পিপিএম), নাইট্রেট-নাইট্রোজেন (১.২৮-১.৩৬ পিপিএম) ও ফসফেট-ফসফরাস (১.০৮-১.১৮ পিপিএম)।

ভেড়িতে নোনা ট্যাংরার চাষে জলের গুণাবলী হবে: তাপমাত্রা (১৫-৩৩ ডিগ্রী সেলসিয়াস), লবণাক্ততা (৪.২-১৭.৪ পিপিটি), দ্রবীভূত অক্সিজেন (৫.৮৭-৯.৫৮ পিপিএম), পি.এইচ. (৭.৮৫-৮.৫০)।

ধানের সঙ্গে নোনা ট্যাংরা ও অন্যান্য নোনা জলের মাছ ও চিংড়ি চাষে তাপমাত্রা (২২.২-৩২.৭ ডিগ্রী সেলসিয়াস), দ্রবীভূত কঠিণ প্রদার্থ (৩.০১-৫.২৮ পিপিএম), মোট অ্যামোনিয়া (০.১৪৩-০.১৬৫ পিপিএম), নাইট্রেট (০.০৯১-০.১১৭ পিপিএম), হার্ডনেস (১৫০০-২৫০০ পিপিএম), স্বচ্ছতা (১৫-২৩ সেমি), পি.এইচ. (৭.১-৭.৯) ও লবণাক্ততা (২.৪-১৫.২ পিপিটি) উপযুক্ত।

নোনা জলের মাছ ও চিংড়ির স্বল্প মূল্যের খাদ্য প্রস্তুতি ও খাদ্য ব্যবস্থাপনা

তাপস কুমার ঘোষাল এবং দেবাশীষ দে

নোনা জলের বিভিন্ন মাছ ও চিংড়ির চাষ ভারত, বাংলাদেশ ও দক্ষিণ- পূর্ব এশিয়ার বিভিন্ন দেশে বহু প্রাচীন কাল থেকে চলে আসছে। বর্তমানে উন্নত দেশসমূহের বাজারে চিংড়ির চাহিদা ও দাম বৃদ্ধি পাওয়ায় এবং আমাদের দেশেও নোনাজলের মাছ যেমন- ভেটকি, পার্শে, ভাঙ্গন ইত্যাদির যথেষ্ট চাহিদা ও বাজার দর থাকায় নোনা জলের মাছ চাষে ব্যাপক পদ্ধতিগত পরির্বতন এসেছে। মাছ চাষের সঙ্গে জড়িত বিভিন্ন আলোচনায় না গিয়ে বর্তমান প্রবন্ধে বাগ্‌দা চিংড়ি ও অন্যান্য মাছের বিজ্ঞানভিত্তিক খাদ্যের প্রয়োজনীয়তা ও প্রস্তুতি সম্বন্ধে আলোচনা সীমাবদ্ধ রাখা হল।

সুষম খাদ্যের প্রয়োজনীয়তা

মুক্ত জলাশয়ে স্বাভাবিক উৎস্য থেকে প্রাপ্ত প্রাকৃতিক খাদ্য মোটামুটিভাবে সকল জলজ প্রাণীর যোগান দেয়। কিন্তু বদ্ধ জলাশয়ে প্রাকৃতিক উৎস্য থেকে প্রাপ্ত খাদ্য চিংড়ি ও অন্যান্য মাছের চাহিদা মেটাতে সক্ষম নাও হতে পারে। বিশেষ করে মজুত সংখ্যা বেশী হলে এবং ভালো উৎপাদন পেতে হলে চিংড়ি ও অন্যান্য মাছের প্রয়োজনানুযায়ী সুষম খাদ্য প্রয়োগ বাঞ্ছনীয়।

সুষমা খাদ্য কি?

যে খাদ্যে পুষ্টির প্রতিটি উপাদান উপস্থিত এবং যেটি নির্দিষ্ট প্রজাতির দৈনন্দিন পুষ্টির চাহিদা মেটাতে সক্ষম হয় এবং দ্রুত বৃদ্ধি ও বংশবিস্তারে সাহায্য করে তাকে ঐ প্রজাতির সুষম খাদ্য বলা হয়।

পুষ্টির প্রয়োজনীয় উপাদান

সমস্ত মাছ ও চিংড়ির পৌষ্টিক চাহিদা প্রধানত পাঁচটি উপাদানে বিভক্ত, যথা- প্রোটিন বা আমিষ, লিপিড বা স্নেহ/চর্বি, কার্বোহাইড্রেট বা শর্করা, ভিটামিন এবং খনিজলবণ।

প্রোটিন বা আমিষ উপাদান

প্রোটিন প্রাণীর শরীরের কলায় উপস্থিত মুখ্য জৈব রাসায়নিক বস্তু। শুষ্ক ওজন ভিত্তিতে শরীরে প্রোটিনের পরিমান ৬৫-৭৫ শতাংশ। এই উপাদানকে শরীর তৈরীর নিমিত্ত খাবার বলা হয়। যেহেতু মাছ ও চিংড়ির স্বাভাবিক বৃদ্ধি ও বিপাক ক্রিয়ায় প্রোটিন আবশ্যক তাই খাদ্যে প্রোটিনের সরবরাহ অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। প্রোটিনের জৈবিক মূল্যায়ণ নির্ভর করে তার মধ্যে উপস্থিত অ্যামাইনো অ্যাসিডের পরিমাণের উপর। যে কোনো খাদ্য গুণগতভাবে কতটা ভালো তা নির্ধারিত হয় ঐ খাদ্যে উপস্থিত প্রোটিনের পরিমাণের উপর এবং প্রোটিনের গুণের উপর। প্রোটিনের সরবরাহ যথেষ্ট না হলে মাছ বা চিংড়ির বৃদ্ধি এবং বিপাক ক্রিয়া ব্যাহত হয়। বিভিন্ন প্রজাতির প্রোটিনের প্রয়োজনীয়তা ঐ প্রজাতির বৃদ্ধির স্তর, ওজন এবং খাদ্যে উপস্থিত শক্তির মাত্রার উপর নির্ভর করে।

লিপিড/স্নেহ জাতীয় উপাদান

ফ্যাট, ফসফোলিপিড্, কোলেস্টরল ও ফ্যাটি এ্যাসিডের সৃষ্ট একটি যৌগ। লিপিড দেহে শক্তি সঞ্চিত রাখে। বিয়োজনে এই শক্তির প্রকাশ ঘটে। এক অনু লিপিড, এক অনু শর্করা বা এক অনু প্রোটিনের দ্বিগুন শক্তি হতে পারে। কোনো লিপিড গুণগতভাবে কতটা ভালো তা নির্ভর করে লিপিডে উপস্থিত অপরিহার্য (এসেনশিয়াল) ফ্যাটি অ্যাসিডের পরিমানের উপর। মাছ যা চিংড়ির খাদ্যে পলি-আনস্যাচুরেটেড ফ্যাটি অ্যাসিড (যেমন ওলেয়িক অ্যাসিড, লিনোলেয়িক অ্যাসিড, লিনোলেনিক অ্যাসিড, অ্যারাকিডনিক অ্যাসিড, ই.পি.এ. এবং ডি.এইচ.এ.) অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। শরীরে বিভিন্ন স্টেরয়েড হরমোন তৈরীতে পলি আনস্যাচুরেটেড ফ্যাটি অ্যাসিডের প্রয়োজন। এই স্টেরয়েড হরমোন গুলি মাছ বা চিংড়ির বৃদ্ধি, খোলস ত্যাগ এবং পূর্ণতা প্রাপ্তিতে সাহায্য করা। চিংড়ি নিজের দেহে কোলেস্টেরল তৈরি করতে পারেনা। তাই চিংড়ি খাদ্যে

কোলেস্টেরল সরবরাহ অত্যন্ত জরুরী। চিংড়ির মাথা এবং স্কুইড চূর্ণ কোলেস্টেরলের খুব ভালো প্রাকৃতিক উৎস্য। সাধারণত মাছ ও চিংড়ির খাদ্যে মাছের তেল এবং সয়াবীন তেল লিপিডের উৎস্য হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

শর্করা

শর্করা শক্তির সহজ উৎস্য। স্টার্চ, সুক্রোজ, সেলুলোজ ও কাইটিন রুপে শর্করা খাদ্যে উপস্থিত থাকে। মাছ ও চিংড়ি খাদ্যে শর্করা পরিমান ১০-৪০ শতাংশ পর্যন্ত দেওয়া যায়। চালের গুড়ো, গমের আটা, ভুট্টার গুঁড়ো, ট্যাপিকওকার গুঁড়ো খাদ্যে শর্করার উৎস্য হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

নোনা জলের চিংড়ি ও মাছের পুষ্টির চাহিদা

পুষ্টির উপাদান	বাগদা চিংড়ি	ভেনামী চিংড়ি	কাঁকড়া	ভেটকি	নোনা ট্যাংড়া
এ্যানার্জি (শক্তি) (Kcal/kg)	২৮০০-৪৩০০	৩০০০-৩৫০০	৪০০০-৪২০০	৪০০০-৪৫০০	৩০০০-৩৫০০
প্রোটিন (%)	৩৫-৪৫	৩০-৩৫	৩০-৩৫	৪৫-৫৫	২০-২৫
লিপিড বা ফ্যাট (%)	৫-১৫	৫-১৫	৫-১০	৬-১৮	৬-৮
শর্করা (%)	২০-২৫	২০-২৫	২৫-২৮	১০-২০	২০-২৫
ফসফোলিপিড (%)	০.১-২.০	০.১-২.০	০.৫-২.০	-	-
কোলেস্টেরল (%)	০.৫	০.৫	০.৫	-	-

খনিজ লবণ

জলজ প্রাণীর বহিঃকঙ্কাল গঠন ও বিপাকক্রিয়ায় ২০টি অজৈব রাসায়নিক খনিজের প্রয়োজন। এদের মধ্যে সাতটি যথা ক্যালসিয়াম, ফসফরাস, পটাশিয়াম, সোডিয়াম, ক্লোরিন, ম্যাগনেসিয়াম ও সালফার এর প্রয়োজন হয় ০.১ শতাংশের বেশী হারে মাছ ও চিংড়ির দেহে ক্যালসিয়াম ও ফসফরাস বহিকঙ্কাল গঠনে সাহায্য করে। পটাশিয়াম, সোডিয়াম ও ক্লোরিন অসমোরেগুলেশন সাহায্য করে। আর অবশিষ্ট খনিজগুলি রক্তরঞ্জক, উৎসেচক ও জৈব অনুর অংশ বিশেষ। চিংড়ির ক্ষেত্রে ম্যাঙ্গানিজ খোলস ত্যাগে সাহায্য করে। জলজপ্রাণী তাদের খনিজের চাহিদা মেটায় খাদ্য ও জলে উপস্থিত খনিজ থেকে। যেহেতু ফসফরাসের পরিমান নোনাজলে কম সেজন্য ফসফরাসের চাহিদা মেটাতে জলজপ্রাণীরা কৃত্রিম খাদ্যের উপর নির্ভর করে। সাধারণত জলজপ্রাণীর ক্ষেত্রে খাদ্যের উপর ক্যালসিয়াম ও ফসফরাসের অনুপাত ১ ১ থাকা উচিত। নোনাজলে পর্যাপ্ত পরিমাণে উপস্থিত কপারের চাহিদা মেটায়। মাছ চিংড়ির খনিজ চাহিদা নিচের সারণীতে সেওয়া হল-

খনিজ	মাছ	চিংড়ি
ক্যালসিয়াম (শতকরা)	০.২-০.৪	১-২
ফসফরাস (শতকরা)	০.৬-০৮	১-২
ম্যাগনেশিয়াম (শতকরা)	০.০৪-০.০৭	০.২-০.৩
লৌহ (আয়রন) (পি.পি.এম.)	১৫০-২০০	৬০-১০০
তামা (কপার) (পি.পি.এম.)	৩-৪	৮-১২
দস্তা (জিঙ্ক) (পি.পি.এম.)	১৫-৩০	৮০-১২০
ম্যাঙ্গানিজ (পি.পি.এম.)	১১-১৩	৪০-৬০
আয়োডিন (পি.পি.এম.)	০.৬-১.১	০.৪-০.৬
সেলেনিয়াম (পি.পি.এম.)	০.০৩-০.০৪	১.১৭-০.২৫

ভিটামিন

স্বল্প মাত্রায় প্রয়োজনীয় এই জৈব রাসায়নিক মাছ ও চিংড়ির স্বাভাবিক বৃদ্ধি ও বিপাকে তাৎপর্যপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। যেহেতু মাছ বা চিংড়ি এই জৈব রাসায়নিকগুলি নিজেদের দেহে তৈরী করতে পারে না বা পারলেও পরিমাণে তা যথেষ্ট নয়, সেজন্য কৃত্রিম খাদ্যের মাধ্যমে ভিটামিনের সরবরাহ অত্যন্ত জরুরী। খাদ্য প্রস্তুতির সময় এবং জলে দ্রবীভূত হয়ে কিছু পরমাণে নষ্ট হয়ে যায়, সেজন্য কৃত্রিম খাদ্যে ভিটামিনের মাত্রা বেশী দেওয়া প্রয়োজন। ভিটামিন দুই প্রকার— জলে দ্রাব্য (ভিটামিন বি কমপ্লেক্স, সি, পি ইত্যাদি) এবং স্নেহে দ্রাব্য (ভিটামিন এ,ডি, ই, কে)। জলে দ্রাব্য ১১ টি ভিটামিনের মধ্যে মাছ ও

চিংড়ির ক্ষেত্রে তিনটি ভিটামিন (ভিটামিন সি, ইবনোসিটল এবং কোলিন) বেশী পরিমাণে দরকার। কোলিনের উৎস হিসেবে মাছ বা চিংড়ির খাদ্যে মাছ গুঁড়ো, চিংড়ি গুঁড়ো, তুলো বীজ খোল, সয়াবীন খোল এবং ইষ্ট ব্যবহার করা হয়। মাছ র চিংড়ির প্রয়োজনীয় বিভিন্ন ভিটামিনের পরিমাণ নিম্নরূপ-

ভিটামিন (পি.পি.এম.)	মাছ	চিংড়ি
থায়ামিন	১০	১২০
রাইবোফ্ল্যাভিন	২০	৪০
পাইরিডক্সি	১০	১২০
প্যান্টোথেনিক অ্যাসিড	৪০	১০০
নিয়াসিন	১৫০	১৫০
ফোলিক অ্যাসিড	৫	৫
ভিটামিন বি-১২	০.১	০.১
কোলিন	৩০০০	৬০০
ইনোসিটল	৪০০	২০০০
ভিটামিন সি	১০০	১০০০
ভিটামিন ই	৩০	২০০
ভিটামিন কে	১০	৪০
ভিটামিন এ (আই.ইউ.)	২৫০০	৫০০০
ভিটামিন ডি (আই.ইউ.)	২৪০০	১০০০

খাদ্যের উপাদান

চালের গুঁড়ো, গমের আটা, ভূট্টার গুঁড়ো, ধানের কুঁড়ো, গমের কুঁড়ো, অর্থনৈতিকভাবে কমগুরুত্বপূর্ণ ছোটো মাছ, চিংড়ির মাথার গুঁড়ো, সয়াবীন খোল, বাদাম খোল, সরষে খোল, সার্ক লিভার তেল, কড্ লিভার, সয়াবীন তেল, খনিজ মিশ্রন, ভিটামিন মিশ্রন এবং বন্ধনকারী (বাইণ্ডার) হিসাবে গুয়ার গাম, সেলুলোজ পাউডার, হেমিসেলুলোজ, ইউরিয়া সিন্থেটিক পলিমার ইত্যাদি উপাদানগুলি মাছ ও চিংড়ির খাদ্য তৈরী করতে ব্যবহৃত হয়।

খাদ্য প্রস্তুতি

কোন প্রজাতির খাদ্য প্রস্তুত করার পূর্বে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি মাথায় রাখা দরকার-

(ক) নির্দিষ্ট প্রজাতির বাজারদর — সাধারণত নিয়মানুযায়ী ব্যবহৃত শুষ্ক খাদ্যের দাম নির্দিষ্ট প্রজাতির দামের ২৫ শতাংশের বেশী হওয়া উচিত নয়।

খ) প্রজাতির পুষ্টির চাহিদা— বিভিন্ন প্রজাতির পুষ্টির চাহিদা, বৃদ্ধির বিভিন্ন স্তরে বিভিন্ন।

গ) প্রজাতির খাদ্যাভ্যাস — প্রজাতিটি শাকাহারী, মাংসাশী বা সর্বভূক।

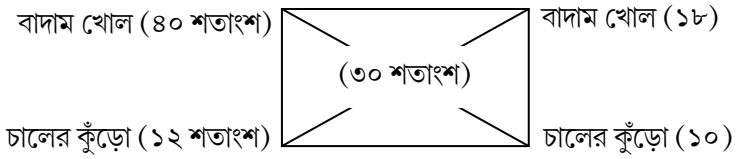
ঘ) সারা চাষের মরশুমে খাদ্য উপাদানগুলি কাছাকাছি জায়গায় সহজলভ্য কিনা? উপাদানগুলির পুষ্টিগুণ কেমন? উপাদানগুলিতে কোন ক্ষতিকর পদার্থ আছে কিনা ?

ঙ) মজুত সংখ্যা বা চাষ পদ্ধতি- খাদ্য কোন চাষ পদ্ধতির জন্য ব্যবহৃত হবে- ব্যাপক, প্রাক্‌নিবিড় বা নিবিড়?

এছাড়াও খাদ্য যাতে অর্থনৈতিক দিক থেকে লাভজনক, সুস্বাদু ও গ্রহনীয় হয় সেদিকে নজর দেওয়া অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। খাদ্য পুষ্টিকর দিক থেকে গুণগত, অর্থনৈতিক দিক থেকে লাভজনক ও গ্রহণীয় তখনই হবে যখন খাদ্যের উপাদান নির্বাচন সঠিক হবে। উপাদান নির্বাচনের জন্য অনেক পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়, তার একটি হল নূন্যতম দাম শ্রেষ্ঠ ক্রয় পদ্ধতি।

পুষ্টির উপাদানের ভারসাম্য

যেহেতু মাছ ও চিংড়ির খাদ্যে ব্যবহৃত পুষ্টি উপাদানগুলির মধ্যে প্রোটিনের দাম সব থেকে বেশী সেজন্য খাদ্যে সর্বপ্রথম প্রোটিনের ভারসাম্য হিসাব করা দরকার। পিয়ারসন স্কোয়ার পদ্ধতিতে এই ভারসাম্য হিসাব করা যায় যা নিচে দেওয়া হল। উদাহরণ স্বরুপ, বাদাম খোল (৪০ শতাংশ প্রোটিন) ও চালের কুঁড়ো (১২ শতাংশ প্রোটিন) দিয়ে ৩০ শতাংশ প্রোটিনযুক্ত মাছের খাদ্য তৈরীর জন্য প্রথমে একটি বর্গক্ষেত্র গঠন করতে হবে। খাদ্য উপাদানগুলির প্রোটিনের মাত্রাসহ নাম বাঁদিকের দুই কোনে লিখতে হবে। বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে তৈরী খাদ্যের প্রোটিনের মাত্রা লিখতে হবে। এর পরে কোনাকুনি ভাবে তৈরী খাদ্যের প্রোটিন থেকে খাদ্য উপাদানগুলির প্রোটিন বিয়োগ করে বিয়োগফল ডানদিকের দুই কোণে খাদ্য উপাদানের পাশে লিখতে হবে (চিহ্নের কোন প্রয়োজন নেই)।



ডানদিকে উপাদানগুলির যোগফল (১৮ + ১০) = ২৮

৩০ শতাংশ প্রোটিন যুক্ত খাদ্য তৈরী করতে উপাদনগুলির পরিমাণের হিসাবে নিম্নরূপ—

বাদাম খোল - ১৮/২৮ × ১০০ = ৬৪.২৯ শতাংশ

চালের কুঁড়ো - ১০/২৮ × ১০০ = ৩৫.৭১ শতাংশ

সুষম খাদ্য তৈরীর পদ্ধতি

প্রথমে খাদ্যের প্রতিটি উপাদনকে আলাদা আলাদাভাবে গুঁড়ো (পাউডারের মতো) করে নিতে হবে। এরপর ফর্মূলা অনুযায়ী গুঁড়ো খাদ্য উপাদানগুলিকে (ভিটামিন, খনিজ মিশ্রণ ও তেল ছাড়া) ওজন করে ভালোভাবে মেশাতে হবে। প্রতি কেজি এই মিশ্রণের সঙ্গে ৪০০-৬০০ মিলি (প্রয়োজন মতো) জল মেশাতে হবে এবং একটি বড় পাত্রে মিশ্রণটিকে ৫-১০ মিনিট গরম করতে হবে যাতে করে একটু চিটচিটে ভাব আসে। ঠাণ্ডা হয়ে গেলে মিশ্রণটি পলিথিনের উপর বিছিয়ে ছোটোছোটো ভাগ করে সেই প্রতিটি ভাগে ভিটামিন, খনিজ মিশ্রণ এবং তেল সমানভাবে এবং প্রতিটি ভাগকে খুব ভালোভাবে মেশাতে হবে। তারপর সমগ্র মিশ্রণটিকে আবার একসাথে ভালোভাবে মেশাতে হবে। এরফলে মিশ্রণের প্রতিটি এককে সব উপাদান সমপরিমাণে থাকবে। এই মিশ্রনকে পেলেট তৈরীর মেশিনে দিলে পেলেট তৈরী হবে। বাড়িতে সিমাই তৈরীর মেশিনেও এধরণের পেলেট তৈরী সম্ভব। পেলেট তৈরীর পরে পেলেটগুলিকে রৌদ্রে বা ওভেনে ৪০-৫০ ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় শুকোতে হবে। পেলেট শুকিয়ে গেলে প্রয়োজন অনুযায়ী সেগুলিকে ছোটো ছোটো দৈর্ঘ্যে ভেঙে নিতে হবে এবং পলিথিন বস্তায় ভালোভাবে মুখ বেঁধে রাখতে হবে। যথাসম্ভব খাদ্য ভর্তি বস্তাগুলিকে কাঠের পাটাতনের উপরে রাখতে হবে।

জলে খাদ্যের স্থায়ীত্ব

খাদ্য তৈরী করলেই শুধু চলবে না সেই খাদ্য যাতে জলে তাড়াতাড়ি গুলে না যায়। সেদিকে বিশেষ লক্ষ্য দেওয়া প্রয়োজন। সেইজন্য খাদ্যে বন্ধনকারী (যথা গুয়ারগাম, এলজিন পাউডার, ইউরিয়ার সিন্থেটিক পলিমার) ব্যবহার বাঞ্ছনীয়। খাদ্য তৈরীর পর পুরোপুরি শুকিয়ে গেলে একটি পাত্রে জল নিয়ে খাদ্যের কয়েকটি দানা ফেলে দেখতে হবে খাদ্যদানাগুলি ২ ঘন্টার মধ্যে যেন জলে গুলে না যায়।

নীচের সারণীগুলিতে কাকদ্বীপ গবেষণা কেন্দ্রে ব্যবহৃত নোনাজলের বিভিন্ন মাছ ও চিংড়ি খাদ্য প্রস্তুতির উপাদান ও ফর্মূলা নমুনা স্বরূপ দেওয়া হল-

পার্শে মাছের পরিপূরক খাদ্য (প্রতি ১০০ কেজি)

খাদ্য উপাদান	কেজি
মাছের গুঁড়ো	৪০.০০
সয়াবীন খোল	৭.০০
সরষে খোল	১০.০০
গমের আটা	২০.০০
চালের কুঁড়ো	২০.০০
খনিজ মিশ্রন	১.০০
ভিটামিন মিশ্রন	০.৫০
গুয়ারগাম	১.৫০

নোনা ট্যাংড়ার পরিপূরক খাদ্য (প্রতি ১০০ কেজি)

খাদ্য উপাদান	কেজি
ভূট্টা গুঁড়ো	১৮.০০
গমের গুঁড়ো	১১.০০
সয়াবীন খোল	১৫.০০
সরষে খোল	২০.০০
মাছের গুঁড়ো	২৫.০০
চিংড়ি গুঁড়ো	৭.০০
খনিজ মিশ্রন	১.৫০
সয়াবীন তেল	২.০০
গুয়ারগাম	০.৫০

এই সমস্ত খাদ্যের গুণাগুণ নির্ভর করে খাদ্যে উপস্থিত উপাদানগুলির গুণগত মানের উপর। খাদ্যের উপাদান নির্বাচনের সময় মনে রাখতে হবে ঐ উপাদানগুলিতে কোন ক্ষতিকারক পদার্থ আছে কিনা যেগুলি মাছ বা চিংড়ির পুষ্টিতে ব্যাঘাত ঘটায়। কোন কোন পুষ্টিকর খাদ্য উপাদানে কিছুকিছু ক্ষতিকারক পদার্থ থাকে যেগুলিকে খাদ্য তৈরীর পূর্বে দূরীকরণের ব্যবস্থা করতে হবে। উদাহরণস্বরূপ, সয়াবীন মিলে ট্রিপসিন ইনহিবিটার থাকে সেজন্য সয়াবীন মিলকে খাদ্যে মিশ্রনের পূর্বে সামান্য শুষ্ক তাপে ভেজে নেওয়া প্রয়োজন। চিংড়ির মাথা খাদ্যে ব্যবহারের পূর্বে স্টীমের সাহায্যে এটিকে জীবাণুমুক্ত করা প্রয়োজন।

বাগদা চিংড়ির পরিপূরক খাদ্য (প্রতি ১০০ কেজি)

খাদ্য উপাদান	কেজি
মাছ গুঁড়ো	৩৮.০০
চিংড়ি গুঁড়ো	৮.০০
চিংড়ি মাথার গুঁড়ো	২.০০
সয়াবীন খোল	২৫.০০
গমের আটা	১৭.০০
ব্রেওয়ার ইষ্ট	০.৯৫
খনিজ মিশ্রন	২.০০
ভিটামিন মিশ্রন	১.০০
ভিটামিন সি	০.০৫
সার্ক লিভার তেল	৩.০০
সয়াবীন তেল	১.০০
গুয়ারগাম	২.০০

নিম্নলিখিত শর্তাবলীর উপর খাদ্য প্রয়োগের ফলাফল নির্ভর করে—

ক) খাদ্যের পুষ্টিগুণ।

খ) জলে খাদ্যের স্থায়ীত্ব।

গ) খাদ্য পরিচালন পদ্ধতি।

খাদ্যের পুষ্টিগুণ এবং জলে খাদ্যের স্থায়ীত্ব সম্বন্ধে পূর্বে উল্লেখ করা হয়েছে।

খাদ্য পরিচালন পদ্ধতি

যথাযথ খাদ্য পরিচালনের অর্থ হল খাদ্যের প্রয়োগ ও নিয়ন্ত্রণ এমন হওয়া উচিত যাতে মাছ বা চিংড়ি খাদ্য ভালোভাবে খায়, খাদ্য নষ্ট কম হয়, পরিবেশ কম দূষিত হয় এবং মাছের বৃদ্ধি ও ফলন সর্বোচ্চ হয়।
যথাযথ খাদ্য পরিচালনের জন্য নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করা উচিত-

(ক) নিয়মিতভাবে পুকুরের জীবভর (বায়োমাস) নির্ণয় করতে হবে।

(খ) বায়োমাস অনুযায়ী পর্যাপ্ত খাবার মাছ বা চিংড়িকে দিতে হবে।

(গ) খাদ্য প্রয়োগের সময় ও পদ্ধতি সঠিক হওয়া বাঞ্ছনীয়।

বিভিন্ন প্রজাতির মাছ ও চিংড়ির খাদ্য গ্রহণের সময় বিভিন্ন। চিংড়ি সাধারণত রাত্রিতে বেশী খায় সেজন্য চিংড়ির দৈনিক খাদ্যের সিংহভাগ রাত্রিতে দেওয়া উচিত। কিন্তু যে কোনো মাছ বা চিংড়ির ক্ষেত্রেই দৈনিক খাদ্যের যে পরিমাণ সেটাকে যদি তিন চারবারে ভাগ করে দেওয়া যায় তাহলে খাদ্য নষ্ট কম হয় ও মাছের দ্রুত বৃদ্ধি ঘটে। নিম্নে চিংড়ির খাদ্য প্রয়োগের সময় সারণী দেওয়া হল-

খাদ্যের ধরন	চিংড়ির ওজন (গ্রাম)	খাদ্য প্রয়োগের সময়					পেলেট খাদ্যের পরিমাণ
		সকাল ৬টা	সকাল ১০টা	দুপুর ২টা	সন্ধ্যা ৬টা	রাত্রি ১০টা	
স্টার্টার	<৪	৩৫%	-	৩০%	-	৩৫%	১-২ মিমি
গ্রোয়ার	৪-১৫	২০%	১৫%	১৫%	৩০%	২০%	২-২.৫ মিমি ×৪-৫ মিমি
ফিনিশার	>১৫	২০%	১৫%	১৫%	৩০%	২০%	২-২.৫ মিমি ×৬-৮ মিমি

খাদ্যকে পুকুরের চারিদিকে পাড় থেকে জলে ৬ ফুট দূরত্বের মধ্যে সমানভাবে ছড়িয়ে দেওয়া উচিত। সাধারণত অমাবস্যা বা পূর্ণিমাতে চিংড়ি খোলস ত্যাগ করে ও
খাবার কম খায়। সেজন্য খোলস ত্যাগের সময় খাদ্যের পরিমাণ ৩০-৫০ শতাংশ কমিয়ে দেওয়া বাঞ্ছনীয়।

(ঘ) খাদ্য প্রয়োগের হার সঠিক হওয়া বাঞ্ছনীয়

খাদ্য প্রয়োগের হার নির্ণয় করতে হবে মাছ বা চিংড়ির ওজনের সঙ্গে সঙ্গতি রেখে। নিম্নে সারণীতে চিংড়ির ওজন এবং খাদ্য প্রয়োগের হার দেওয়া হল যা কাকদ্বীপ গবেষণা কেন্দ্রে গবেষণার মাধ্যমে প্রস্তুত করা হয়েছে।
চিংড়ির ক্ষেত্রে খাদ্য প্রয়োগের হার নিম্নরুপ-

চাষের দিন	দেহের গড় জেন (গ্রাম)	খাদ্য প্রয়োগের হার (শতকরা)
১-৫	০.১	২০
৬-১০	০.৩	১৩
১১-১৫	০.৫	১০
১৬-২০	০.৭	৯.৫
২১-২৫	১.০	৯.০
২৬-৩০	১.৪	৮.৫
৩১-৩৫	১.৯	৬.৫
৩৬-৪০	২.৫	৪.৫
৪১-৪৫	৩.৪	৪.৩
৪৬-৫০	৪.৬	৪.০
৫১-৫৫	৫.৭	৩.৮
৫৬-৬০	৬.৮	৩.৭
৬১-৬৫	৭.৯	৩.৬
৬৬-৭০	৯.২	৩.৫
৭১-৭৫	১০.৫	৩.৪
৭৬-৮০	১২.৮	৩.৩
৮১-৮৫	১৪.৯	৩.২
৮৬-৯০	১৭.০	৩.১
৯১-৯৫	১৯.২	৩.০
৯৬-১০০	২১.৫	২.৯
১০১-১১০	২৪.৬	২.৮
১১১-১২০	২৮.৪	২.৩

মাছের ক্ষেত্রে খাদ্য প্রয়োগ প্রাথমিক অবস্থায় বায়োমাসের ১০ শতাংশ ও পরে ধীরে ধীরে তা কমিয়ে ৫-৩ শতাংশ হারে দেওয়া উচিত।

মাছের লার্ভার খাদ্য হিসাবে লাইভ ফিড ও আর্টেমিয়া নপ্লি উৎপাদন

ক্রিষ্টিনা লালরামছানি

ভূমিকা

মাছের চারা উৎপাদনে লার্ভা অবস্থার খাদ্য রূপে লাইভ ফীড অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ডিম থেকে বের হওয়ার পরে মাছের লার্ভা যে কুসুম থলি বহন করে তা মাত্র কয়েক দিনের জন্য খাদ্য ও শক্তি সরবরাহ করতে পারে । এই অবস্থায় মাছের খাদ্যনালী সম্পূর্ণভাবে গঠিত হয় না এবং হজম শক্তি খুব দুর্বল থাকে। এই কারণে লার্ভা অবস্থায় মাছের খাদ্য হিসেবে অতিক্ষুদ্র সুষম আহার প্রয়োজন হয় সর্বাধিক বৃদ্ধি এবং বাঁচার হারের জন্য। হ্যাচারীতে এই প্রয়োজন মেটানোর জন্য লাইভ ফীড ব্যবহার করা হয় যা প্রধানত ফাইটোপ্লাংকটন, জুপ্লাংকটন এবং অন্যান্য ক্ষুদ্র কণা যা খেয়ে মাছ ও খোলসযুক্ত প্রাণীর লার্ভা জীবিত থাকে। যদিও খুব দ্রুত মাছের লার্ভা কে প্রস্তুত করা খাদ্যে অভ্যস্ত করার বিভিন্ন প্রক্রিয়া সফল হয়েছে, তথাপি জীবন্ত খাদ্যের প্রয়োজনীয়তাকে সম্পূর্ণভাবে বাদ দেওয়া যায়নি। হ্যাচারিতে মাছ এবং খোলসযুক্ত প্রাণীর চারা তৈরীর সাফল্য লাইভ ফীড এর প্রাপ্যতার ওপর নির্ভরশীল। অতিক্ষুদ্র শৈবাল এবং অন্যান্য সালোকসংশ্লেষকারী জীব কণাগুলি হল খাদ্যশৃঙ্খলের ভিত্তি এবং এগুলি প্রয়োজনীয় পুষ্টি যেমন ভিটামিন, প্রোটিন ইত্যাদি প্রদান করে জুপ্লাংকটন সৃষ্টিতে সাহায্য করে অথবা মাছের লার্ভা দ্বারা সরাসরি খাদ্যরূপে গৃহীত হয়। জুপ্লাংকটন হলো অতি ক্ষুদ্র প্রাণী কণা যার মধ্যে বিশেষত রটিফার, কোপিপোডা এবং আর্টেমিয়া মাছের লার্ভার ক্ষেত্রে লাইভ ফীড হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

ক্লোরেল্লা উৎপাদন

ক্লোরেল্লা একটি এককোষী সবুজ ক্ষুদ্র শৈবাল যাতে প্রচুর পরিমাণে পুষ্টিকর পদার্থ যেমন প্রোটিন, ক্যারোটিনয়েড, লিপিড, পলিস্যাকারাইড, ভিটামিন, অ্যান্টিঅক্সিডেন্ট এবং খনিজ লবন আছে। এই শৈবালের বৃদ্ধি বিভিন্ন বিষয়ের উপর নির্ভর করে যেমন পুষ্টির প্রাপ্যতা, পি.এইচ., লবণাক্ততা, তাপমাত্রা এবং আলো। বিভিন্ন মিডিয়া যেমন গিলার্ড মিডিয়াম, ওয়ালনেস মিডিয়াম, বি.জি. ১১ মিডিয়াম, চু ১০ মিডিয়াম ইত্যাদি ক্লোরেল্লা উৎপাদনে ব্যবহার করা যায়।

উৎপাদনের জন্য মিডিয়াম প্রস্তুতি

দ্রবণ ক

রাসায়নিকের নাম	পরিমাণ (গ্রাম)
পটাসিয়াম নাইট্রেট	১০০
সোডিয়াম অর্থো ফসফেট	২০
ইডিটিএ	৪৫
বোরিক অ্যাসিড	৩৩.৪
ফেরিক ক্লোরাইড	১.৩
ম্যাঙ্গানিজ ক্লোরাইড	০.৩৬
লবণ গুলি ১ লিটার জলে মেশাতে হবে	

দ্রবণ খ

রাসায়নিকের নাম	পরিমাণ (গ্রাম)
জিঙ্ক ক্লোরাইড	৪.২
কোবাল্ট ক্লোরাইড	৪
কপার সালফেট	৪
অ্যামোনিয়াম মলিবডেট	১.৮
লবণ গুলি ১ লিটার জলে মেশাতে হবে	

দ্রবণ গ

রাসায়নিকের নাম	পরিমাণ (গ্রাম)
ভিটামিন বি ১	২০০
ভিটামিন বি ১২	১০
উপাদান গুলি ১ লিটার জলে মেশাতে হবে	

কার্যকরী মিডিয়াম

১ মিলিলিটার ক দ্রবণ, ০.৫ মিলিলিটার খ দ্রবণ এবং ০.১ মিলিলিটার গ দ্রবণ ১ লিটার লবণাক্ত জলের সঙ্গে মেশাতে হবে এবং শৈবালের কালচার এতে মেশাতে হবে। বড় আকারের উৎপাদনের ক্ষেত্রে উন্নত ইয়াসীমা মিডিয়াম ব্যবহার করা যেতে পারে। এই মিডিয়াম নিম্নলিখিতভাবে প্রস্তুত করা হয়।

দ্রবণ ঘ

রাসায়নিকের নাম	পরিমাণ (গ্রাম)
অ্যামোনিয়াম সালফেট	৮৩
সুপার ফসফেট	৮.৩ (১০:১:১)
ইউরিয়া	৮.৩

উপরের টেবিলে দেওয়া অনুপাতে লবণগুলির মিশ্রণ ১০০ গ্রাম নিয়ে ১০০০ লিটার পরিশুদ্ধ সামুদ্রিক জলে মেশানো হয়।

উৎপাদন পদ্ধতি

ঘরের ভেতর/বাইরেঃ ঘরের ভেতর উৎপাদন প্রক্রিয়ায় আলো, তাপমাত্রা ও সারের পরিমাণ ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করা যায় এবং অপ্রয়োজনীয় কিছু মিশে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে না। পক্ষান্তরে ঘরের বাইরে উৎপাদনের ক্ষেত্রে একটি নির্দিষ্ট প্রজাতির লাইভ ফীড উৎপাদন করা খুবই কঠিন।

উন্মুক্ত এবং বদ্ধঃ উন্মুক্ত উৎপাদন ব্যবস্থা, যেমন খোলা পুকুর এবং চৌবাচ্চায় খুব সহজেই অপ্রয়োজনীয় বিভিন্ন বস্তু মিশে যায়। বদ্ধ উৎপাদন ব্যবস্থায় টেস্টটিউব, ফ্লাস্ক, জার ইত্যাদিতে মেশে না।

অ্যাক্সেনিক/জেনিকঃ অ্যাক্সেনিক উৎপাদন ব্যবস্থায় কোন অপ্রয়োজনীয় জীব কণার উপস্থিতি থাকে না। অত্যন্ত সতর্কতার সঙ্গে প্রতিটা ব্যবহার করা কাঁচের জিনিস, উৎপাদনের মিডিয়া এবং পাত্রগুলি জীবাণুমুক্ত করা হয়। তবে এই ব্যবস্থাটি বাস্তবে করা খুবই কঠিন।

ব্যাচ কালচারঃ ব্যাচ কালচারে সাধারণত একবারই নমুনা মেশানো হয় একটি পাত্রে রাখা সারযুক্ত লবণাক্ত জলের সঙ্গে। এরপর এটি বৃদ্ধির পর্যায়ে থাকে বেশ কয়েক দিনের জন্য এবং তারপর এই লাইভ ফিডকে আহরণ করে ব্যবহার করা হয় যখন এই জীবকণাগুলি সর্বাধিক ঘনত্বে পৌঁছায়। বাস্তবে এই শৈবালগুলিকে আরো বড় পাত্রে আরও বৃদ্ধির জন্য রাখা হয় এবং সর্বাধিক ঘনত্বে পৌঁছালে আহরণ করে ব্যবহার করা হয়। এই প্রক্রিয়ার ধাপগুলি হল টেস্টটিউব, ২ লিটার ফ্লাস্ক, ২০ লিটার কার্বোস, ১৬০ লিটার জার, ৫০০ লিটার এর ঘরের ভিতরের চৌবাচ্চা, ৫০০০-২৫০০০ লিটারের ঘরের বাইরের চৌবাচ্চা।

সেমি কনটিনিউয়াস পদ্ধতিঃ এই পদ্ধতিতে বড় চৌবাচ্চায় রাখার বর্ধিত সময় পাওয়া যায় এবং সেখান থেকে প্রয়োজনের সময় জীব কলা আহরণ করা হয় এবং পুনরায় মিডিয়া সংযোগ করে চৌবাচ্চায় মিডিয়ার আয়তন পূর্বাবস্থায় ফিরিয়ে আনা হয়। চৌবাচ্চায় আবার নতুন করে জীবনের সৃষ্টি হয় এবং আবার আহরণ করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় উৎপাদন ঘরের ভেতর বা ঘরের বাইরে করা যেতে পারে এবং দীর্ঘ সময়ের জন্য এই ব্যবস্থা চালানো যেতে পারে।

কনটিনিউয়াস পদ্ধতিঃ এই পদ্ধতিতে ক্রমাগত সারযুক্ত লবণাক্ত জল উৎপাদন ব্যবস্থার মধ্যে প্রবেশ করানো হয় এবং অতিরিক্ত উৎপাদিত জীব কণা ক্রমশ বেরিয়ে যেতে থাকে ফলে এই প্রক্রিয়ায় বৃদ্ধি সর্বাধিক এর খুব কাছাকাছি বজায় রাখা সম্ভব হয়। এই কনটিনিউয়াস কালচার পদ্ধতি দুই ধরণের হতে পারে ।

রটিফার উৎপাদনঃ রটিফার হলো আণুবীক্ষণিক বহুকোষী প্রাণী যা পুষ্টিগুণে সমৃদ্ধ এবং মাছ চাষে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে এবং এদেরকে লিভিং পুষ্টিকর ক্যাপসুল বলা হয় সামুদ্রিক মাছের লার্ভার জন্য। সামুদ্রিক এবং আধা লবণাক্ত হ্যাচারি ব্যবস্থায় মূলত *ব্রাকিওনাস প্লিকাটিলিস* ও এবং *ব্রাকিওনাস রোটান্ডিফরমিস* ব্যবহার করা হয় যাদের আকার যথাক্রমে ১৩০-৩৪০ মাইক্রন। এরা জল থেকে ৩০ মাইক্রন এর কম আকারের খাদ্যকণা যেমন ব্যাকটেরিয়া, শৈবাল, ঈস্ট এবং প্রোটোজোয়া ফিল্টার করে খায়। সঠিক বৃদ্ধির জন্য উচ্চ হারে দ্রবীভূত অক্সিজেন, তাপমাত্রা ২৫-৩০ ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড, পি.এইচ. ৭.৫- ৮.৫, লবণাক্ততা ২০-৩০ পি.পি.টি. এবং অ্যামোনিয়া ১ পিপিএমের নিচে থাকা প্রয়োজন।

উৎপাদন পদ্ধতি

স্টক কালচার

পুকুরের জল ৫০-১০০ মাইক্রন ফাঁসের জাল দিয়ে ছেঁকে নেওয়া হয়। ছেঁকে নেওয়া অংশ মাইক্রোস্কোপের নিচে পরীক্ষা করা হয় এবং রটিফার গুলি ড্রপার দিয়ে বেছে নেওয়া হয়। রটিফার যেখানে রাখা হয় সেখানে জলের গুণমান পুকুরের জলের সমতুল্য হওয়া উচিত। সংগৃহীত রটিফারগুলি অ্যান্টিবায়োটিক ব্যবহার করে শোধণ করা হয় এবং ক্লোরেল্লা মিডিয়ামে রাখা হয় এবং এই মিডিয়াম প্রতি ১২ ঘন্টা অন্তর ১০ লাখ/মিলিলিটার ক্লোরেল্লা সম্পন্ন মিডিয়াম দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়। উৎপাদনের প্রথম পর্যায়ে ২ টি রটিফার/মিলিলিটার ঘনত্বের টেস্টটিউবে শুরু করা যায় যা পরবর্তীকালে বেড়ে গিয়ে ১০০-১৫০ টি/মিলিলিটার ঘনত্বে উপনীত হয় এবং এই সময়ে ক্লোরেল্লার ঘনত্ব বাড়িয়ে ৪০-৫০ লাখ/মিলিলিটার রাখা হয়।

মাস কালচার

ব্যাচ কালচারঃ সরল এবং কম ঝুঁকিপূর্ণ হওয়ায় বেশিরভাগ রটিফার উৎপাদন এই ব্যাচ কালচার পদ্ধতিতেই করা হয়ে থাকে। এই পদ্ধতিতে উৎপাদিত সমস্ত রটিফার আহরণ করে নেওয়া হয় এবং নতুন করে উৎপাদন প্রক্রিয়া শুরু করা হয়। চৌবাচ্চার জল শোধণ করার পরে নতুন ক্লোরেল্লা ছাড়া হয় ১০ লাখ/মিলিলিটার হারে। এরপর এখানে ৫০ টি/মিলিলিটার হারে রটিফার ছাড়া হয় ও সর্বোচ্চ ঘনত্বে পৌঁছানোর পর আহরণ করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় ৫-১০ দিন সময় লাগে ১৫০-২০০ টি/মিলিলিটার পৌঁছাতে। এর থেকেই কিছুটা অংশ নমুনা রূপে পরবর্তী কালচারের জন্য রেখে দেওয়া যেতে পারে।

সেমি কনটিনিউয়াস পদ্ধতিঃ এই পদ্ধতিতে সাধারণত অনেক বড় আকারের ট্যাংকে উৎপাদন করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় রটিফারের ঘনত্ব একটি নির্দিষ্ট মাত্রায় বজায় রাখা হয়। ১৫-২০ দিন পর আহরণ করে উৎপাদন প্রক্রিয়ার শুরুতে ৫০ টি/মিলিলিটার ঘনত্বের নমুনা দেওয়া হয়।

কোপিপড উৎপাদন

নোনা জলের কোপিপোড মাছের থেকে হাইলি আনস্যাচুরেটেড ফ্যাটি এসিড (হুফা), ক্যারোটিনয়েড এবং অন্যান্য প্রয়োজনীয় উপাদান যায়। এতে প্রচুর পরিমাণে প্রোটিন থাকে এবং এটি মিথিওনিন এবং হিস্টিডিন ছাড়া অন্যান্য অ্যামাইনো অ্যাসিড সম্পন্ন। নোনা জলের মাছের চারা উৎপাদনে কোপিপডের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এতে ডি.এইচ.এ. এর মাত্রা প্রায় আর্টিমিয়ার সমতুল্য। কোপিপোড প্রচুর পরিমাণে উৎপাদন করা হয়ে থাকে রটিফার এবং আর্টিমিয়ার বিকল্প হিসাবে।

উৎপাদন পদ্ধতি

প্রকৃতি থেকে ১৫০ মাইক্রন ফাঁসের জাল দিয়ে কোপিপোড সংগ্রহ করে উৎপাদন প্রক্রিয়া শুরু করা যেতে পারে। নোনা জলের ২৫-৩০ পি.পি.টি. লবণাক্ততায় উৎপাদন করা যেতে পারে এবং এগুলিকে একটি চোঙাকার চৌবাচ্চায় পালন করা হয়। সাধারণ তাপমাত্রায় স্ত্রী ও পুরুষ ১:১ অনুপাতে থাকলে ভালো। জল থেকে ডিম সংগ্রহ করে উৎপাদনের জন্য ৫০০০ টি/লিটার ঘনত্বে পালন করা হয়। স্বাভাবিক তাপমাত্রায় ২৪ ঘণ্টাতেই ডিম ফুটে কোপিপোড নির্গত হয়। সম্পূর্ণ বৃদ্ধি

হতে মোটামুটি ২০ দিন সময় লাগে এবং এখান থেকেই পরিণত কোপিপোড ১৮০ ফাঁসের জাল দিয়ে সংগ্রহ করা হয়। এই সংগ্রহ করা কোপিপোডগুলি দিয়ে আবার স্টক কালচার করা সম্ভব। আরো উন্নত উৎপাদন ব্যবস্থাপনার জন্য সেমি কনটিনিউয়াস কালচার থেকে ৪৫ মাইক্রোনের নেটের মাধ্যমে নিরবিচ্ছিন্নভাবে সংগ্রহ করা যেতে পারে।

আর্টেমিয়া উৎপাদন

ব্রাইন শ্রিম্প বা *আর্টেমিয়া স্যালিনা* একটি ক্ষুদ্র প্রাণী যা অতি লবণাক্তায় বসবাস করে। এরা যেকোনো পরিবেশে মানিয়ে নিতে পারে এবং তাপমাত্রা, পি.এইচ., লবণাক্ততা, অ্যালকালিনিটি এবং আয়ন এর বিভিন্ন মাত্রা সহ্য করতে পারে। জীবিত খাদ্যরূপে আর্টেমিয়া সর্বাধিক ব্যবহৃত হয় কারণ এর পুষ্টিগুণ অত্যন্ত ভালো। আর্টেমিয়া নপ্লিতে ৫০-৫৫ শতাংশ প্রোটিন, ১৪-১৮ শতাংশ লিপিড সহ অতি উচ্চ পরিমাণে ই.পি.এ. এবং ডি.এইচ.এ. থাকে। অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কয়েকটি বৈশিষ্ট্য আছে যার ফলে এটি মাছের চারা উৎপাদনে খুবই উপযোগী। আর্টেমিয়ার সিস্ট গুলি শুকনো অবস্থায় দীর্ঘদিন বেঁচে থাকতে পারে এবং সিস্ট থেকে উৎপন্ন নাউপ্লি মাছের লার্ভার সব অবস্থাতে খাদ্য হিসাবে খুবই উপযোগী। আর্টেমিয়া সাধারণ পরিবেশে ডিমের পরিবর্তে সরাসরি নপ্লি সৃষ্টি করে, আবার অস্বাভাবিক এবং অসুবিধাজনক পরিস্থিতিতে আর্টেমিয়ার ভ্রূণ একটি খোসার মধ্যে আবদ্ধ হয়ে নিষ্ক্রিয় অবস্থায় দীর্ঘদিন থাকতে পারে যা সিস্টরূপে নির্গত হয়। বাণিজ্যিকভাবে আর্টেমিয়া সিস্ট উৎপাদন করা হয় বিভিন্ন স্থানে এবং মাছের চারা উৎপাদনকারীদের কাছে বিপণন করা হয়।

আর্টেমিয়া সিস্টের হ্যাচিং

সফলভাবে আর্টেমিয়া সিস্ট এর হ্যাচিং করতে হলে ২০-৩০ পি.পি.টি. লবণাক্ততা, ২৫-৩০ ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা, পি.এইচ. ৮-৮.৫ এবং ১০০ লাক্স এর বেশি আলো এবং প্রচুর বায়ু সঞ্চালন এর প্রয়োজন হয়।

সিস্ট এর হাইড্রেশান

একটি গ্লাস জারে ২০ পি.পি.টি. লবণাক্ততার ১ লিটার জলে ১০০ গ্রাম সিস্ট নিয়ে প্রচুর বায়ু সঞ্চালন করলে সঠিক হাইড্রেশান হয়।

সিস্ট এর ডিক্যাপসুলেশান

সিস্টগুলিকে শোধন এবং ব্যাকটেরিয়া এবং অন্যান্য জীবাণু থেকে মুক্ত করার জন্যই ডিক্যাপসুলেশান করা হয়। এর ফলে ভালো হ্যাচিং ও বাঁচার হার পাওয় যায়। ভেজা সিস্ট গুলিকে ২০০ পি.পি.এম. ডিক্যাপসুলেশান জলে রাখা হয় ১০-১৫ মিনিটের জন্য এবং এর ফলে সিস্টের খোসা সম্পূর্ণ দূরীভূত হয়ে যায় এবং সিস্টগুলি কমলা রঙের দেখায়। এই সময় তাপমাত্রা ৪০ ডিগ্রি সেন্টিগ্রেডের নিচে থাকলে ভালো। ডিক্যাপসুলেশান হওয়ার পর সিস্টগুলি ভালোভাবে ধুয়ে নেওয়া হয় এবং অবশিষ্ট ক্লোরিন ০.১ শতাংশ সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণে ১ মিনিট রেখে দূর করা হয়।

ইনকিউবেশন এবং হ্যাচিং

ডিক্যাপসুলেশান হওয়া সিস্টগুলিকে ২.৫ গ্রাম প্রতি লিটার হিসাবে শোধণ করা নোনা জলে রাখা হয় এবং ১০০০ লাক্সের বেশি আলো জ্বালানো হয়। সেই সঙ্গে অত্যন্ত জোরালো বায়ু সঞ্চালন করা হয় যাতে সিস্টগুলি ভাসমান অবস্থায় থাকে। এই প্রক্রিয়ায় সিস্ট থেকে হ্যাচিং এর মাধ্যমে নপ্লি নির্গত হয়।

নপ্লি আহরণ

আর্টেমিয়া ইনস্টার ১ অবস্থায় যখন সর্বাধিক পুষ্টিগুণ সমৃদ্ধ থাকে তখনই আহরণ করা উচিত অর্থাৎ হ্যাচিং হওয়ার পরেই আহরণ করার জন্য বায়ু সঞ্চালন বন্ধ করে আলো নিভিয়ে পাত্রটিকে ঢেকে দেওয়া হয় এবং নিচের একটি জায়গায় আলো দেওয়া হয়। সদ্য হ্যাচিং হওয়া নপ্লিগুলি ওই আলোতে আকর্ষিত হয়ে এক জায়গায় জড়ো হয়। সেখান থেকে নপ্লি সংগ্রহ করে ভাল করে ধুয়ে লাইভ ফীড রূপে ব্যবহার করতে হয়।

নোনাজলের মাছচাষে রোগ প্রতিরোধের জন্য ব্যাবস্থাপনা

সঞ্জয় দাস

নোনাজলের মাছচাষ ভারতের দ্রুততম বর্ধনশীল ক্ষেত্রগুলির অন্যতম। ২০১৬-১৭ আর্থিক বছরে আমাদের দেশ মাছ এবং মৎস্য পণ্য রফতানি করে প্রায় ৩৭,৮৭১ কোটি টাকা বৈদেশিক মুদ্রা আয় করেছে। এই আয়ের প্রায় ৬৫.২ শতাংশই (২৪,৭১১ কোটি টাকা) শুধুমাত্র হিমায়িত চিংড়ির রফতানির মাধ্যমে এসেছে। এইজন্য নোনাজলের মাছচাষ একটি অত্যন্ত লাভজনক উদ্যোগ। কিন্তু এত দ্রুত বর্ধনশীল এবং লাভজনক ক্ষেত্র হওয়া সত্ত্বেও বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন রোগ নোনাজলের মাছচাষকে ব্যাপকভাবে ক্ষতিগ্রস্থ করেছে। ভারতবর্ষে নোনাজলের মাছচাষ মূলত চিংড়ি চাষের ওপর নির্ভরশীল এবং দেশের চিংড়ি চাষীরা বর্তমানে প্রধানত *পিনিয়াস ভেনামি* নামক একটি বিদেশী প্রজাতির ওপর নির্ভর করে থাকেন। এই প্রজাতির চিংড়ি চাষের জন্য আমাদের বিদেশ থেকে ব্রুডস্টক আমদানি করতে হয়। এ ছাড়াও এই প্রজাতির চিংড়ির চাষের জন্য কিছু বহিরাগত রোগের ভারতে আবির্ভাব হওয়ার সম্ভাবনা থেকে যায়। নোনাজলের মাছচাষের বেশীরভাগ রোগই বিভিন্ন সংক্রামক জীবাণু, যেমন- ভাইরাস, ব্যাক্টিরিয়া, ছত্রাক অথবা পরজীবি দ্বারা হয়ে থাকে। ২০০৬-০৮ সময়কালে কেবলমাত্র হোয়াইট স্পট রোগের জন্য ৪৮,৭১৭ মেট্রিক টন চিংড়ি নষ্ট হয়েছে এবং যার জন্য আমাদের দেশের প্রায় ১,০২২ কোটি টাকা আর্থিক ক্ষতি হয়েছে। এ ছাড়া বর্তমানে আর্লি মর্টালিটি সিন্ড্রোম অথবা অ্যাকিউট হেপাটোপ্যানক্রিয়াটিক নেক্রোটিক সিন্ড্রোম নামক একটি রোগ দক্ষিন-পূর্ব এশিয়ার বিভিন্ন দেশ এবং মেক্সিকোতে চিংড়ি চাষের ব্যাপক ক্ষতি করেছে। এই রোগের কারণে ২০১৩ সালে ২০১২ সালের তুলনায় ওই সব দেশে চিংড়ির উৎপাদন প্রায় ৬০ শতাংশ কমে গেছে। ১৯৯৪ সাল থেকে বিভিন্ন রোগ আমাদের দেশে চিংড়ির উৎপাদনের মূল বাধা হিসাবে পরিগণিত হয়েছে। বর্তমানে ভেনামি চাষের মূল সমস্যাগুলির একটি হল বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন রোগের প্রাদুর্ভাব। তথাপি সঠিক ব্যবস্থাপনা, উপযুক্ত জৈবসুরক্ষা বিধি এবং পুকুরের জলের সার্বিক গুনাগুণ বজায় রেখে এই সকল রোগসমূহকে কিছুটা হলেও প্র শমিত করা যায় এবং এর ফলে মাছের উৎপাদনও বৃদ্ধি পায়।

চিংড়ির বিভিন্ন রোগসমূহ

হোয়াইট স্পট্ রোগ

হোয়াইট স্পট্ রোগ হল চিংড়ির একটি মারাত্মক মারণ রোগ যা হোয়াইট স্পট সিন্ড্রোম ভাইরাস নামক এক ডি.এন.এ. ভাইরাস দ্বারা হয়ে থাকে। ১৯৯১-৯২ সালে চিন এবং চিনের অধীনস্থ তাইওয়ান প্রদেশে এই রোগের প্রথম অস্তিত্ব ধরা পড়ে। পরবর্তীকালে এই হোয়াইট স্পট্ রোগ বিশ্বের প্রায় সমস্ত চিংড়ি উৎপাদনকারী দেশে ছড়িয়ে পড়ে। এই মারণ রোগ বাগদা ও ভেনামি সহ পিনিড গ্রুপের সমস্ত প্রজাতির চিংড়ি, কাঁকড়া এবং লোব্সটারে সংক্রমণ করতে পারে। সাম্প্রতিক গবেষণাতে দেখা গেছে যে এই ভাইরাস দ্বারা পরীক্ষামূলক সংক্রমণে মিষ্টিজলের কাঁকড়ার প্রায় ১০০ শতাংশ পর্যন্ত মৃত্যু হতে পারে। এই ভাইরাস ৩০ ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় নোনাজলে ৩০ দিন এবং মিষ্টিজলে ৩ থেকে ৪ দিন বেঁচে থাকতে পারে। এই রোগ চিংড়ির সীড থেকে অথবা পরিবেশ থেকেও ছড়াতে পারে। পুকুরে হোয়াইট স্পট সিন্ড্রোম ভাইরাস দ্বারা সংক্রমিত সীড বা পোস্ট-লার্ভা মজুত এই রোগের অন্যতম মূল কারণ। চিংড়ির হ্যাচারিতে সংক্রমিত ব্রুডস্টক থেকে সংক্রমিত মীন উৎপন্ন হয়। পরিবেশের ভাইরাস দ্বারা সংক্রমিত জল ও মাটি থেকেও এই রোগ ছড়ায়। বিভিন্ন জলজ জীব, যেমন- দেশী কাঁকড়া, রোটিফার, আর্টেমিয়া, শ্যাওলা, পলিকিট পোকা, ইত্যাদি এই রোগের ভাইরাস বহন করে। এমনকি পাখি দ্বারাও এই রোগ সংক্রমিত হয়। বিভিন্ন পরিবেশজনিত চাপ, যেমন- তাপমাত্রা, লবনাক্ততা ও পি.এইচ্. এর আকস্মিক পরিবর্তন এবং জলে কম মাত্রার দ্রবীভূত অক্সিজেনের উপস্থিতি এই রোগের তীব্রতা আরো বাড়িয়ে দেয়। প্রাথমিক

অবস্থায় এই রোগে আক্রান্ত চিংড়ির মধ্যে অলস ভাব, খাবারের প্রতি অনীহা, দুর্বল খোলশ এবং কিছু ক্ষেত্রে দেহে লালচে ভাব লক্ষ্য করা যায়। আক্রান্ত মাছগুলি পুকুরের ধারে চলে আসে। সবথেকে গুরুত্বপূর্ণ উপসর্গ হল চিংড়ির বহিঃকঙ্কালে বিষেশত উপরীভাগের খোলশে (ক্যারাপেজ) সাদা সাদা ফুটকি দাগের উপস্থিতি। তীব্র সংক্রমণের ক্ষেত্রে চিংড়ির মৃত্যু হার ১০০ শতাংশ পর্যন্ত হয় এবং পুরো ফসলটাই নষ্ট হয়ে যায়। এই রোগ নির্ণয় লক্ষণ দেখে অথবা গবেষণাগারে বিভিন্ন পরীক্ষা দ্বারা করা যায়। পি.সি.আর্. দ্বারা ভাইরাসের ডি.এন.এ.-এর উপস্থিতি সনাক্তকরণ এই রোগ নির্ণয়ের সবচেয়ে উপযুক্ত এবং নিশ্চিতকরণ পরীক্ষার পদ্ধতি হিসাবে বিবেচিত হয়েছে। হোয়াইট স্পট্ রোগের সনাক্তকরণের জন্য বিভিন্ন পি.সি.আর্. কিট বাণিজ্যিকভাবে পাওয়া যায়। ও.আই.ই. দ্বারা অনুমোদিত একটি আইসোথার্মাল অ্যাম্প্লিফিকেসন কিট (POCKIT system এর সহিত IQ Plus ™ WSSV kit) বাণিজ্যিকভাবে পাওয়া যায়।

বাগদায় হোয়াইট স্পট্ রোগ

হোয়াইট স্পট্ রোগ দ্বারা আক্রান্ত চিংড়ির খোলশ

ইনফেক্সাস হাইপোডার্মাল এবং হিমাটোপোইটিক নেক্রোসিস্ ভাইরাস

যদিও এই রোগে চিংড়ির মৃত্যু বেশী হয় না, কিন্তু মাছের বৃদ্ধির হার কমে যায় এবং একই পুকুরের চিংড়িগুলির মধ্যে ওজন ও আকৃতির তারতম্য লক্ষ করা যায়। এর ফলে চাষীরা আর্থিক ক্ষতির সম্মুখীন হয়। আবার এই রোগে প্যাসিফিক ব্লু শ্রিম্প *(পিনিয়াস স্টাইলিরস্ট্রিস)* নামক একটি প্রজাতির চিংড়িতে ব্যাপকহারে মৃত্যু হয়। এই রোগ সমস্ত চিংড়ি উৎপাদনকারী দেশেই হয়। এই সংক্রমণে আক্রান্ত চিংড়ির রোস্ট্রাম এবং সম্মুখের অ্যাপেনডেজগুলির বিকৃতি লক্ষ্য করা যায়। এর জন্য এই রোগ 'রান্ট ডিফর্মিটি সিন্ড্রোম' নামেও পরিচিত। বাগদা প্রজাতির চিংড়ির মধ্যে স্বাভাবিকভাবে এই ভাইরাসের উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়। বেশীর ভাগ ক্ষেত্রে এই ভাইরাস থাকা সত্ত্বেও রোগের কোন লক্ষণ প্রকাশ পায় না।

ইয়োলো হেড রোগ

ইয়োলো হেড রোগ চিংড়ির বিশেষত বাগদার একটি মারাত্মক রোগ। এই রোগ *ওকাভাইরাস* প্রজাতির এক আর.এন.এ. ভাইরাস দ্বারা হয়। সাধারণত পরিবেশের সংক্রমিত জল ও আক্রান্ত চিংড়ি থেকে এই রোগ ছড়ায়। আক্রান্ত চিংড়ির সেফালোথোরাক্সের ওপরের ভাগ হলুদাভ হয়ে যায়। এর জন্য এই রোগকে ইয়োলো হেড রোগ বলে। ক্যারাপেজ স্বচ্ছ হয়ে যায় এবং যার জন্য ভেতরের অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ পরিষ্কার ভাবে দেখা যায়। এই রোগ হলে চিংড়িগুলি প্রচুর পরিমাণে খাবার খেতে শুরু করে এবং এর পরেই খাবার খাওয়া সম্পূর্ণরূপে বন্ধ করে দেয়। মৃতপ্রায় চিংড়িগুলিকে পুকুরের ধারে আসতে লক্ষ্য করা যায়। আক্রান্ত পুকুরে মাছের ব্যাপক হারে মৃত্যু হয় এবং ফসল নষ্ট হয়ে যায়। রিভার্স-ট্রান্সক্রিপ্টেজ পি.সি.আর্. দ্বারা এই রোগ নির্ণয় করা যায়। চিংড়ির লিম্ফয়েড অঙ্গ এবং গিল এই রোগ নির্ণয়ের জন্য সবথেকে উপযুক্ত অঙ্গ।

ট্যরা সিন্ড্রোম

এই রোগ *অ্যাপারাভাইরাস* প্রজাতির এক আর্.এন্.এ. ভাইরাস দ্বারা হয়। এই ভাইরাস ট্যরা সিন্ড্রোম ভাইরাস (টি.এস্.ভি.) নামে পরিচিত। ইকুয়েডর দেশের ট্যরা নদী থেকে এই রোগের নামকরন হয়েছে। ১৯৯১ সালে এই নদীর তীরবর্তী চিংড়ির ফার্মগুলিতে এই রোগের প্রথম মড়ক লাগে। কিন্তু পরবর্তীকালে এই রোগটি আমেরিকা মহাদেশ, ক্যারিবিয়ান দ্বীপপুঞ্জ, মধ্যপ্রাচ্য এবং দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার চিংড়ি উৎপাদনকারী দেশগুলিতে ছড়িয়ে পড়ে। সৌভাগ্যক্রমে এখনো পর্যন্ত এই রোগ ভারতে হয়নি। মূলত ভেনামি এবং প্যাসিফিক ব্লু শ্রিম্প এই ভাইরাস দ্বারা আক্রান্ত হয়। পুকুরে মাছ ছাড়ার ১৫ থেকে ৪০ দিনের মধ্যে এই রোগ শুরু হয়। আক্রান্ত চিংড়ির দেহ ফ্যাকাসে লাল বর্ণের হয় এবং প্লিওপোডগুলি গাঢ় লাল রঙের হয়ে যায়। এই কারণে এই রোগকে 'রেড টেল ডিজিজ্' বলা হয়। আক্রান্ত চিংড়িগুলির খোলশ খুব দুর্বল প্রকৃতির হয় এবং তারা খোলশ ত্যাগ করতে পারে না। খোলশ ত্যাগ বা মোল্টিং এর সময় বেশীর ভাগ চিংড়ি মারা যায়। আক্রান্ত ব্রুডস্টক / সিড এবং পরিবেশ থেকেও এই রোগ ছড়াতে পারে। বিভিন্ন জলজ প্রাণী এবং পাখি এই রোগের ভাইরাস বহন করে। রিভার্স-ট্রান্সক্রিপ্টেজ পি.সি.আর. এবং পরিমাণাত্মক রিয়েল টাইম পি.সি.আর. দ্বারা এই রোগ নির্ণয় করা যায়।

লুজ সেল সিন্ড্রোম

ভারতে ১৯৯৮ সালে এই রোগ প্রথম দেখা যায়। আক্রান্ত চিংড়ির মৃত্যু বেশী না হলেও বৃদ্ধি কমে যাওয়ার জন্য প্রচুর আর্থিক ক্ষতি হয়। শীতকালের তুলনায় গরমকালে এই রোগ অনেক বেশী হয়। লুজ সেল সিন্ড্রোমের অধিক প্রাদুর্ভাব অন্ধ্রপ্রদেশের কিছু জেলা (পূর্ব গোদাবরী, পশ্চিম গোদাবরী ও নেলোর) এবং তামিলনাড়ু রাজ্যে দেখা গেছে। এই রোগে চিংড়ির দেহ স্পঞ্জ এর মতো হয়ে য়ায় এবং হেপাটোপ্যানক্রিয়াস ছোটো হয়ে যায় এবং যার ফলে বাজারদর কমে যায়। আক্রান্ত চিংড়ি খোলশ ত্যাগ করতে পারে না। খোলশ ও মাংসপেশীর মধ্যে ফাঁক দেখা যায় এবং পরে এখানে জল জমে যায়। কোনো নির্দিষ্ট একটি কারণের জন্য এই রোগ হয় না। আক্রান্ত চিংড়ি থেকে বিভিন্ন প্রজাতির *ভিব্রিও* ব্যাক্টিরিয়া পাওয়া গেছে। কিছু কিছু গবেষণায় এই রোগে ভাইরাসের উপস্থিতিও লক্ষ্য করা গেছে। উত্তম ব্যাবস্থাপনা পদক্ষেপ পালন করে এবং সঠিক জৈবসুরক্ষা বিধি অবলম্বন করে এই রোগ প্রতিহত করা যায়। ইদানীংকালে এটা দেখা গেছে যে পুকুরের জলে নাইট্রাইটের মাত্রা বেশী থাকলেও চিংড়ির খোলশ দুর্বল প্রকৃতির হয়।

ব্ল্যাক গিল রোগ

পুকুরে প্ল্যাঙ্কটনের পরিমাণ অত্যধিক বৃদ্ধি পেলে এই রোগ হয়। পুকুরের তলার মাটি পচে যাওয়া, কম মাত্রার দ্রবীভূত অক্সিজেন, পুকুরের জলের খারাপ গুণমান এবং অত্যধিক মাত্রায় চিংড়ির মজুত হার এই রোগের অন্যান্য কারণ। এর রোগকে অনেক সময় ফুলকা পচা রোগ বলা হয়ে থাকে। ফুলকা কালো রঙের হয়ে যায়। এই রোগে বিভিন্ন পচন সৃষ্টিকারী ব্যাক্টিরিয়া (*ফ্ল্যাভোব্যাক্টিরিয়াম, সাইটোফাগা* ইত্যাদি) এবং পরজীবি (*য়ুথামনিয়াম* ইত্যাদি) চিংড়ির ফুলকা আক্রমণ করে। চুন প্রয়োগ (পরিমাণ পি.এইচ্. দেখে), স্যানিটাইজার প্রয়োগ, জল বিনিময় এবং অ্যারেশনের সময় বাড়িয়ে এই রোগ কিছুটা নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

ব্ল্যাক গিল রোগ

আর্লি মর্টালিটি সিন্ড্রোম

এই রোগ ব্যাক্টিরিয়া দ্বারা সৃষ্ট রোগগুলির মধ্যে চিংড়ির সব থেকে মারাত্মক রোগ এবং চিংড়ির মৃত্যু হার ১০০ শতাংশ পর্যন্ত হতে পারে। মূলত ভেনামি চিংড়িতে এই রোগ সবচেয়ে বেশী দেখা য়ায়। তবে বাগদাতেও এই রোগ হতে দেখা গেছে। এই রোগের মূল সংক্রমিত অঙ্গ হলো হেপাটোপ্যানক্রিয়াস। আর্লি মর্টালিটি সিন্ড্রোম এর অন্য নাম হলো অ্যাকিউট হেপাটোপ্যানক্রিয়াটিক নেক্রোসিস সিন্ড্রোম্। *ভিব্রিও প্যারাহিমোলাইটিকাস্* এর কিছু নির্দিষ্ট প্লাসমিড বহনকারী স্ট্রেইন এই রোগের জন্য দায়ী। সর্বপ্রথম ২০০৯ সালে চিনে এবং চিনের অন্তর্গত তাইওয়ান প্রদেশে প্রথম এই রোগ হয়। পরবর্তীকালে এই রোগ দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার বিভিন্ন দেশ (থাইল্যান্ড, ভিয়েতনাম ও মালয়েশিয়া), বাংলাদেশ এবং মেক্সিকো তে চিংড়ির খামারে ছড়িয়ে পড়ে। মাছ ছাড়ার ২০ থেকে ৩০ দিনের মধ্যে সাধারণত এই রোগ হয। অনেক সময় এমন দেখা যায় যে মজুতের এক মাস পর জাল টানার পর কোনো চিংড়ি পাওয়া যায় না। চিংড়ির হেপাটোপ্যানক্রি য়াস ফ্যাকাসে এবং ছোটো হয়ে যায়। মৃতপ্রায় চিংড়িগুলি পুকুরের নিচে চলে যায় এবং মারা যায়। তাপমাত্রার আকস্মিক পরিবর্তন, খুব বেশী লবনাক্ততা এবং মজুতহার বেশি থাকলে এই রোগ তীব্র হয়। পি.সি.আর. এবং হিস্টোপ্যাথলজিক্যাল পরীক্ষা দ্বারা এই রোগ নির্ণয় করা যায়। হেপাটোপ্যানক্রিয়াসের হিস্টোপ্যাথলজিক্যাল পরীক্ষা এই রোগ নির্ণয়ের সবথেকে উপযুক্ত পদ্ধতি।

ভিব্রিওসিস্

ভিব্রিও ব্যাক্টিরিয়ার বিভিন্ন প্রজাতি যেমন *ভি. প্যারাহিমোলাইটিকাস্, ভি. অ্যালগিনোলাইটিকাস্, ভি. মিমিকাস্, ভি. হার্ভেই, ভি. ফিশ্চেরি, ভি. লিটোরালিস্, ভি. মেচনিকফি* ইত্যাদি দ্বারা এই রোগ হয়। নোনাজলের পুকুরে বিভিন্ন প্রজাতির *ভিব্রিও* স্বাভাবিকভাবেই উপস্থিত থাকে। কিন্তু বিভিন্ন কারণের জন্য পুকুরের চিংড়ির মধ্যে স্ট্রেস হলে এই রোগ হয়। ভিব্রিওসিস্ চিংড়ির হ্যাচারিতে অন্যতম প্রধান সমস্যা। পুকুরে এই রোগ হলে গিলে কালো দাগ দেখা যায় , মাংসপেশী সাদা ও অস্বচ্ছ হয়, প্লিওপোড লাল বর্ণের হয়ে যায় এবং শুঁড় ভেঙে যায়। আক্রান্ত মাছগুলির মধ্যে পুকুরের ধারে চলে আসার প্রবণতা লক্ষ্য করা যায়। আক্রান্ত চিংড়ির হিমোলিম্ফ সহজে জমাট বাঁধে না। হিমোলিম্ফ এবং হেপাটোপ্যানক্রিয়াস্ থেকে টি.সি.বি.এস. অথবা জোবেইল মেরাইন আগারে *ভিব্রিও* আইসোলেট করা যায়। কিছু *ভিব্রিও* এর প্রজাতি লুমিনিসেন্ট *ভিব্রিও* নামে পরিচিত, যেমন- *ভি. হার্ভেই, ভি. ফিশ্চেরি,* ইত্যাদি) এবং এই প্রজাতিগুলির ব্যাক্টিরিয়া অন্ধকারে আলো বিকিরন করে। হিমোলিম্ফের স্মিয়ার তৈরী করে অন্ধকারে পর্যবেক্ষণ করলে আলোর বিচ্ছুরণ দেখা যায়। লুমিনিসেন্ট *ভিব্রিও* দ্বারা খুব বেশী পরিমাণে সংক্রমণ হলে হিমোলিম্ফ থেকে সরা সরি এই আলোর বিকিরণ লক্ষ করা যায়। ভিব্রিও এর কিছু প্রজাতি হোয়াইট ফিকাল সিন্ড্রোম নামক একটি রোগ করে এবং এতে চিংড়ির ফলন ব্যাপক ভাবে হ্রাস পায়। পুকুরে *ভিব্রিও* জনিত রোগ বিভিন্ন উপায়ে প্রতিহত করা যায়, যেমন- প্রোবায়োটিক প্রয়োগ, নিম পাতার নির্যাস প্রয়োগ (২০ কেজি প্রতি হেক্টর), ইত্যাদি। সম্প্রতি এটি দেখা গেছে যে ফিডের সাথে রসুনের পেস্ট (৫ থেকে ১০ গ্রাম প্রতি কেজি ফিড), থানকুনি পাতার পেস্ট (১০ গ্রাম প্রতি কেজি ফিড) অথবা পেয়ারা পাতার পেস্ট (১০ গ্রাম প্রতি কেজি ফিড) মিশিয়ে চিংড়িকে খাওয়ালে এই রোগ থেকে কিছুটা নিরাময় হয়।

এন্টারোসাইটোজুন হেপাটোপেনাই

এন্টারোসাইটোজুন হেপাটোপেনাই (ই.এইচ্.পি.) একটি মাইক্রোস্পোরিডিয়া গ্রুপের পরজীবি যা পুকুরে চিংড়ির বৃদ্ধিকে ব্যাহত করে এবং এর ফলে চাষীদের প্রচুর অর্থনৈতিক ক্ষতি হয়। এই পরজীবি চিংড়ির হেপাটোপ্যানক্রিয়াসকে সংক্রমিত করে। এর ফলে চিংড়ির অন্যান্য অঙ্গ সঠিক মাত্রায় পুষ্টি পায় না এবং চিংড়ির বৃদ্ধি ভীষনভাবে ব্যাহত হয়। চিংড়ির মৃত্যু খুব একটা বেশী না হলেও বৃদ্ধির হার কমে যাওয়ার জন্য চাষীদের প্রচুর আর্থিক ক্ষতির সম্মুখীন হতে হয়। এই রোগে অনেক সময় হোয়াইট ফিকাল সিন্ড্রোম দেখা যায়। পি.সি.আর. এবং হিস্টোপ্যাথলজিক্যাল পরীক্ষা দ্বারা এই রোগ

নির্ণয় করা সম্ভব। হেপাটোপ্যানক্রিয়াসের টিবিউলার এপিথেলিয়াম বেসমেন্ট মেমব্রেন থেকে পৃথক হয়ে যায় এ বং ই.এইচ্.পি. এর স্পোর দেখা যায়।

ইনফেক্সাস মায়োনেক্রোসিস্ ভাইরাস

এটি চাষের চিংড়ির একটি উঠতি রোগ এবং প্রধানত ব্রাজিল, ইন্দোনেশিয়া, থাইল্যান্ড এবং চিনে দেখা যায়। সাম্প্রতিককালে এই রোগ পশ্চিমবঙ্গের পূর্ব মেদিনিপুর জেলার চন্ডীপুর এলাকায় একটি ফার্মে দেখা গেছে। ইনফেক্সাস মায়োনেক্রোসিস্ ভাইরাস এক প্রকার আর.এন.এ. ভাইরাস। এই রোগে মাংসপেশীতে বিভিন্ন মাত্রায় নেক্রোসিস্ হয় এবং আক্রান্ত চিংড়ির পেটের দিকটা অস্বচ্ছ সাদা হয়ে যায়। প্রথমে কিছুদিন ব্যাপক হারে চিংড়ির মৃত্যু হয় এবং পরের দিকে ক্রমাগতভাবে প্রতিদিন কম হারে মাছ মরতে দেখা যায়। এখোনো পর্যন্ত এই রোগ শুধুমাত্র ভেনামিতেই দেখা গেছে।

হোয়াইট ফিসিস সিন্ড্রোম

গত এক দশক ধরে এই রোগ চিংড়ির ফার্মে দেখা যাচ্ছে। এই রোগ সমস্ত চিংড়ি উৎপাদনকারী দেশেরই একটি বড় সমস্যা। যদিও এই রোগ বাগদা এবং ভেনামি উভয় প্রজাতির চিংড়িতেই হয়, কিন্তু ভেনামিতে এই রোগ বেশী হয়। সাধারণত মাছ ছাড়ার ৬০ দিনের মাথায় এই রোগের প্রকোপ শুরু হয়। আক্রান্ত পুকুরে সাদা সুতোর মতো চিংড়ির মল ভাসতে দেখা যায়। আক্রান্ত চিংড়ির অন্ত্রের রঙ বাদামি বা হলুদাভ হয়,খাবার প্রতি অনীহা দেখা যায়, বৃদ্ধি কমে যায় এবং চিংড়ির খোলশ দুর্বল হয়ে যায়। চিংড়ির বেঁচে থাকার হার প্রায় ২০ থেকে ৩০ শতাংশ কমে যায়। এই রোগের অনেকগুলি কারণ হতে পারে, যেমন- পরজীবিজনিত কারণ, ভিব্রিওসিস্, *এন্টারোসাইটোজুন হেপাটোপেনাই*, বেশী নীলাভ-সবুজ শ্যাওলা, লুজ সেল সিন্ড্রোম, ইত্যাদি। আক্রান্ত চিংড়ির হিমোলিম্ফে অনেক বেশী পরিমাণে *ভিব্রিও* প্রজাতির ব্যাক্টিরিয়া পাওয়া যায়। ছয়টি প্রজাতির ছত্রাক (*অ্যাসপারজিলাস ফ্লেভাস্, অ্যাসপারজিলাস অরক্রাসিয়াস, অ্যাসপারজিলাস জ্যাপোনিকাস্, পেনিসিলিয়াম্, ফিউসেরিয়াম্* এবং *ক্ল্যাডোস্পোরিয়াম ক্ল্যাডোস্পোরয়ডিস্*) হোয়াইট ফিসিস সিন্ড্রোম দ্বারা আক্রান্ত চিংড়িতে পাওয়া গেছে। মাছের কম মজুত হার, উপযুক্ত জল বিনিময় এবং ভালো চাষের ব্যাবস্থাপনার মাধ্যমে এই রোগ নিয়ন্ত্রন করা যায়। নিয়মিত প্রোবায়োটিক ব্যাবহার করলে এই রোগকে প্রতিহত করা যায়।

ব্রাউন স্পট রোগ

সাধারণত পুকুরের তলদেশ খারাপ হয়ে গেলে এই রোগ হয়। এই রোগে চিংড়ির খোলশ কাইটিনোলাইটিক ব্যাক্টিরিয়া দ্বারা আক্রান্ত হয়। খোলশ দুর্বল হয়ে যায় এবং খোলশের ওপর বাদামি রঙের দাগ দেখা যায়।

ব্রাউন স্পট রোগ

নেক্রোটাইজিং হেপাটোপ্যানক্রিয়াটাইটিস

এই রোগের কারণ হলো রিকেটসিয়া গ্রুপের এক ধরনের ব্যাক্টিরিয়া যা চিংড়ির হেপাটোপ্যানক্রিয়াস কে সংক্রমিত করে। এই রোগের প্রাথমিক লক্ষণ চিংড়ির মধ্যে অলস ভাব। কালো ফুলকা, কম হারে বৃদ্ধি, ফুলকায় পরজীবি ও পচন সৃষ্টিকারী দ্বারা সংক্রমণ এবং নরম ও দুর্বল খোলশ এই রোগের অন্যান্য লক্ষণ। আক্রান্ত চিংড়ির হেপাটোপ্যানক্রিয়াস ফ্যাকাসে সাদা হয়ে যায়। সাধারনত জলের তাপমাত্রা এবং লবণক্ততা দীর্ঘসময় ধরে বেশী থাকলে এই রোগের প্রকোপ বেশী হয়। এই রোগের সংক্রমণ হলে ৩০ দিনের মধ্যে মৃত্যুহার ৯০ থেকে ৯৫ শতাংশ হয়ে যায়। নেক্রোটাইজিং হেপাটোপ্যানক্রিয়াটাইটিস রোগের জীবাণু বহনকারী কোনো বাহক জীবকে খাদ্য হিসাবে গ্রহন করলে হয়।

নোনাজলের মাছের কিছু গুরুত্বপূর্ণ রোগ

ভাইরাল নার্ভাল নেক্রোসিস্

এটি সামুদ্রিক এবং নোনাজলের মাছের ভয়ঙ্কর একটি রোগ। এটি বিটানোডাভাইরাস নামক এক আর.এন.এ. ভাইরাস দ্বারা হয়ে থাকে। এই রোগে মাছে বিশেষত লার্ভা এবং জুভেনাইল দশায় ব্যাপক হারে মৃত্যু হয়। এই রোগের অন্য নাম হলো ভাইরাল এনসেফালোপ্যাথি অ্যান্ড রেটিনোপ্যাথি। ভারতে ২০০৫ সালে চেন্নাই তে ভেটকি মাছে এই রোগ প্রথম দেখা যায়। পরে দেশের অন্যান্য জায়গা থেকেও এই রোগের প্রতিবেদন পাওয়া যায়। চাষের এবং প্রকৃতির বিভিন্ন প্রজাতির নোনাজলের মাছ, যেমন- ভেটকি, ভাঙন্, আঁশ ভাঙন, মিল্কফিস, কইভোল, ওয়েল সার্ডাইন্, ট্যাংরা, *অ্যাম্বাইগ্যাস্টার ক্লুপয়ডিস্* ইত্যাদি এই রোগে আক্রান্ত হয়ে থাকে। বিভিন্ন মিষ্টিজলের মাছ, যেমন- নাইলোটিকা (*ওরিওক্রোমিস নাইলোটিকাস্*) এবং রঙিন মাছ গাপ্পি তেও এই রোগ হতে দেখা গেছে। প্রধানত ভাইরাস দ্বারা দূষিত জল এবং সংক্রমিত জুভেনাইল মাছ দ্বারা এই রোগ ছড়ায়। অনেক সময় দেখা গেছে যে চাষের মাছগুলিকে এক পুকুর থেকে অন্য পুকুরে স্থানান্তরিত করলে এই রোগ ছড়িয়ে পড়ে। কিছু প্রজাতির মাছ এই রোগের বাহক হিসাবে কাজ করে। আক্রান্ত ব্রুডস্টক থেকেও এই রোগ পরবর্তী প্রজন্মতে ছড়িয়ে পড়ে। আক্রান্ত মাছগুলির প্রাথমিক লক্ষণ হলো আঁকাবাঁকাভাবে সাঁতার কাটা। দেহের রঙ লাল হয়ে যায় এবং খাবারের প্রতি অনীহা দেখা যায়। জুভেনাইল মাছে মৃত্যুহার খুব বেশী হয় (প্রায় ১০০ শতাংশের কাছাকাছি)। প্রধানত রিভার্স-ট্রান্সক্রিপ্টেজ পি.সি.আর্. এবং হিস্টোপ্যাথোলজি দ্বারা এই রোগ নির্ণয় করা যায়।

ইরিডোভাইরাস দ্বারা সৃষ্ট রোগসমূহ

নোনাজলের মাছের মধ্যে ইরিডোভাইরাসের সংক্রমণ মূলত ভেটকি মাছে (*ল্যাটেস্ ক্যালকেরিফার্*) হয়। প্রধানত ইরিডোভাইরাসের দুটি প্রজাতি ভেটকি মাছকে সংক্রমিত করে - *লিম্ফোসিস্টিভাইরাস* এবং *রানাভাইরাস্*)। এর মধ্য লিম্ফোসিস্টিভাইরাসের সংক্রমণ কয়েকটি নির্দিষ্ট জায়গার মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে এবং এতে মাছের মৃত্যু খুব একটা হয় না। অপরপক্ষে রানাভাইরাস্ মাছের সারা দেহে সংক্রমণ করে এবং প্রচুর মাছের মৃত্যু হয়। আক্রান্ত মাছগুলির মধ্যে অলস ভাব লক্ষ্য করা যায় এবং রক্তাল্পতা দেখা য়ায়। মাছের মৃত্যুহার বিভিন্ন বিষয় যেমন বয়স, জলের তাপমাত্রা, জলের গুণমান এবং অন্যান্য চাষের অবস্থার ওপর নির্ভর করে এবং এই মৃত্যুহার ০ থেকে ১০০ শতাংশ পর্যন্ত হতে পারে। রোগ নির্ণয় বিভিন্ন ইমিউনোলজিক্যাল পদ্ধতি যেমন পরোক্ষ ফ্লুরোসেন্ট অ্যান্টিবডি টেস্ট দ্বারা করা হয়। এই পরীক্ষার জন্য স্প্লীন এবং কিডনি হলো সবথেকে গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গ। যকৃত এবং কিডনির পাতলা সেকসন কে জিমসা দ্বারা স্টেইন করলে আক্রান্ত অংশগুলি খুব গাঢ় ভাবে স্টেইন নেয়। পি.সি.আর্. দ্বারাও এই ভাইরাস সনাক্তকরণ করা সম্ভব। এই ভাইরাস থেকে মুক্ত মাছ মজুত করলে ও পুকুরের জলের গুণমান সঠিক ভাবে বজায় রাখলে এই রোগকে আটকানো যায়। অতিরিক্ত হারে মাছ মজুত করলে অথবা পুকুরে প্রয়োজনের অতিরিক্ত খাবার দিলে এই রোগ হবার সম্ভাবনা বেড়ে যায়। ইরিডোভাইরাস সংক্রমণ প্রতিহত করার জন্য কিছু দেশে টীকা উপলব্ধ আছে। কিন্তু আমাদের দেশে এই টীকা এখোনো পাওয়া যায় না।

***ভিব্রিও* প্রজাতি দ্বারা সৃষ্ট রোগসমূহ**

চিংড়ির মতো নোনাজলের মাছেও ভিব্রিওসিস্ হয়। ভিব্রিওর বিভিন্ন প্রজাতি যেমন *ভি. হার্ভেই, ভি. অ্যাঙ্গুইলেরাম্, ভি. সালমনিসিডা, ভি. প্যারাহিমোলাইটিকাস্, ভি. অ্যালগিনোলাইটিকাস্* এবং *ভি. ভালনিফিকাস* এই রোগ করে। গরমকালে যখন জলের তাপমাত্রা বেশী থাকে তখন এই রোগ বেশী হয়। রোগের প্রাথমিক লক্ষণ হলো অলস ভাব এবং খাবারের প্রতি অনীহা। মাছের দেহ লালচে হয়ে যায় এবং দেহের বিভিন্ন অংশে বিশেষত চোয়াল এবং পাখনার নিচের অংশে লাল লাল ঘা দেখা যায়। কিছু কিছু ক্ষেত্র মাছের প্লীহা বড় হয়ে যায়। আক্রান্ত মাছের দেহের বিভিন্ন অংশে রক্তপাত হয়। এই সমস্ত লক্ষণগুলির জন্য ভেটকিতে ভিব্রিওসিস্ কে 'আলসারেটিভ হিমোরেজিক সেপ্টিসেমিয়া' বলা হয়। অনেক সময় এই রোগে মাছের দেহে মিউকাসের একটি পুরু আস্তরন পড়ে। নার্সারি পালনে এই রোগ খুব ভয়ংকর আকার ধারণ করে। এই

রোগের নির্ণয় সাধারণত নির্দিষ্ট প্রজাতির *ভিব্রিও* আইসোলেট করে অথবা নির্দিষ্ট সিরামের সাহায্যে স্লাইড অ্যাগ্লুটিনেসন বিক্রিয়া দ্বারা করা যায়। এই রোগ নির্ণয়ের জন্য সবথেকে উপযুক্ত অঙ্গ হলো মস্তিষ্ক ও কিডনি। পরীক্ষামূলক ভাবে ভেটকি মাছে *ভি. অ্যাঙ্গুইলেরাম*-র জন্য টীকা সফলভাবে ব্যাবহার করা হয়েছে। এ ছাড়াও ভেটকি মাছে ভিব্রিওসিস্ কে প্রতিহত করার জন্য অ্যাকোয়াভ্যাক ভিব্রিও ওরাল নামক একটি টীকা পাওয়া যায়।

_অ্যারোমোনাস_ প্রজাতি দ্বারা সংক্রমণ

যদিও বিভিন্ন প্রজাতির *অ্যারোমোনাস* মাছের পুকুরে স্বাভাবিকভাবে উপস্থিত থাকে, কিন্তু কোনো কোনো সময় পরিবেশগত স্ট্রেইস এর কারণে এই জীবাণু মাছে রোগ সৃষ্টি করে। অ্যারোমোনাসের বিভিন্ন প্রজাতি মাছের দেহে হিমোরেজিক রোগ করে এবং এতে দেহের বিভিন্ন অংশে রক্তপাত হয়। এই পরিবেশগত স্ট্রেইস এর কারণগুলি হলো জলের উচ্চ তাপমাত্রা, পি.এইচ্. এর আকস্মিক পরিবর্তণ, বেশী পরিমাণে কার্বন ডাই অক্সাইডের উপস্থিতি, জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা কমে যাওয়া, বেশী পরিমাণে অ্যামোনিয়া ও অন্যান্য ক্ষতিকারক গ্যাসের উপস্থিতি, ইত্যাদি। নোনাজলের পুকুরে অ্যারোমোনাসের সংক্রমণ প্রধানত *অ্যা. হাইড্রোফিলা, অ্যা. সেভিই* এবং *অ্যা. পাঙ্কটাটা* প্রজাতি দ্বারা হয়। রক্তপাত মূলত পাখনা এবং পুচ্ছের কাছাকাছি অংশে হয়। খুব অ্যাকিউট সংক্রমণে লেজ ক্ষয়ে যায়। অ্যারোমোনাস প্রজাতি গবেষণাগারে স্টার্চ অ্যাম্পিসিলিন আগার অথবা রিমলার শটস আগারে আইসোলেট করা যায়।

কলামনারিস রোগ

এই রোগ *ফ্লেক্সিব্যাক্টর কলামনারিস* এক ব্যাক্টিরিয়া দ্বারা হয়। এই রোগ মূলত মিষ্টিজলের পুকুরে হয়। নোনাজলের মাছের মধ্যে এই সংক্রমণ প্রধানত ভেটকি এর জুভেনাইল দশায় হতে দেখা যায়। এই রোগে মাছের দেহ একটি তুলোর মতো আস্তরনে ঢাকা পড়ে যায়। খুব বেশী হারে মাছ মজুত করলে এবং পুকুরের জলের গুণমাণ ভালো না হলে মূলত এই রোগ হয়। আক্রান্ত মাছগুলিকে কপার সালফেট দ্রবণে (৪ মিলিগ্রাম প্রতি লিটার) ১ থেকে ২ মিনিট ডুবিয়ে রাখতে হবে।

এপিজুটিক আলসারেটিভ সিন্ড্রোম

এই রোগ *অ্যাফানোমাইসিস ইনভেডেন্স* নামক এক প্রকার ছত্রাক দ্বারা হয়ে থাকে। এটি মিষ্টিজলের মাছের সবথেকে গুরুত্বপূর্ণ রোগ এবং এই রোগে প্রচুর অর্থনৈতিক ক্ষতি হয়। নোনাজলের মাছের মধ্যে ভেটকি, নোনা ট্যাংরা, পার্শে, ভাঙন্, ইত্যাদি মাছে এই রোগ হয়। মিল্কফিসে এই রোগ সাধারনত হয় না। এই ছত্রাকের জুস্পোর জলের মধ্যে বেঁচে থাকতে পারে এবং অন্য মাছে রোগ ছড়ায়। রোগগ্রস্থ মাছের সংস্পর্শেও এই রোগ ছড়ায়। ঠান্ডা পড়লে অথবা বৃষ্টি হলে এই রোগের প্রাদুর্ভাব বেশী হয়। শীতকালে এই রোগের মৃত্যুহার বেশী হয়। এই রোগে মাছের সারা দেহে রক্তপাত সহ ঘা এর উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়। এগুলিকে হিমোরেজিক আলসার বলে। এই আলসার মাথার কাছে বেশী হলে মস্তিষ্ক উন্মুক্ত হয়ে যায়। সাধারণ ক্ষেত্রে লক্ষণ সহজেই এই রোগ নির্ণয় করা যায়। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে আক্রান্ত টিসুর অংশ দেখলে ছত্রাকের হাইফি দেখা যায়।

ডাইনোফ্লেজেলেট দ্বারা সৃষ্ট রোগ

অ্যামাইলুডিনিয়াম অসিলেটাম নামক ডাইনোফ্লেজেলেট মাছের ফুলকাকে আক্রান্ত করে এবং ফুলকা ও ত্বকে নেক্রোসিস তৈরী করে। মাছের বেশী মজুত হার এবং পুকুরে অত্যধিক জৈবপদার্থের উপস্থি তি এই রোগের একটি অন্যতম কারণ। কখনো কখনো মাছের ফুলকায় এবং ত্বকে সাদা দাগ দেখা যায়। ট্রিটমেন্ট না করলে ব্যাপক হারে মাছের মৃত্যু হতে পারে। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে গিল এবং ত্বক দেখে রোগ নির্ণয় করা যায়। আক্রান্ত মাছগুলিকে ২০০ পিপিএম ফরম্যালিনে ১ ঘন্টা অথবা ০.৫ পিপিএম কপার সালফেটে ৫ দিন ডুবিয়ে রাখলে কিছুটা উপকার পাওয়া যায়।

সিলিয়েটেড প্রোটোজোয়া দ্বারা সৃষ্ট রোগসমূহ

ক্রিপ্টোক্যারিয়ন এবং *ট্রাইকোডিনা* হলো মাছের দুটি সবথেকে গুরুত্বপূর্ণ সিলিয়েটেড প্রোটোজোয়া। *ক্রিপ্টোক্যারিয়ন ইরিট্যান্স* সংক্রমণে আক্রান্ত মাছে খুব বেশী পরিমাণে মিউকাস উৎপন্ন হয় এবং মাছের দেহে সাদা ফুটকি দাগ দেখা যায়। এই রোগকে মাছের হোয়াইট স্পট রোগ বলে। সাধারণত জলের তাপমাত্রা কম থাকলে এবং মজুত হার খুব বেশী হলে এই রোগ হয়। *ট্রাইকোডিনা* প্রজাতির প্রোটোজোয়া ভেটকি মাছে ট্রাইকোডিনিয়াসিস রোগ করে। এতে মাছের ত্বক এবং ফুলকা আক্রান্ত হয়। আক্রান্ত মাছের ফুলকা রুদ্ধ হয়ে যায় এবং শ্বাস প্রশ্বাস ব্যাহত হয়। এই রোগেও প্রচুর পরিমাণে শ্লেষ্না উৎপন্ন হয়। ফরম্যালিন বাথ দ্বারা এই রোগকেও নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

নোনাজলের মাছের ফ্লুক

মাছের ফ্লুক সাধারনত গিল এবং ত্বককে আক্রান্ত করে। মাছের ত্বকের ফ্লুকের মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ হলো *বেনেডিনিয়া* ও *ড্যাক্টাইলোগাইরাস* প্রজাতির ফ্লুক্। ফুলকার ফ্লুকের মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ হলো *গাইরোড্যাক্টাইলাস* ও *ডিপ্লেকটেনাম* প্রজাতির ফ্লুক্। পুকুরের জলের কম পি.এইচ্. এবং বেশী নাইট্রাইট ও নাইট্রেট থাকলে এই রোগ বেশী হয়। এই রোগের মূল লক্ষণহলো শ্বাস প্রশ্বাস জনিত সমস্যা। আক্রান্ত মাছগুলিকে পুকুরের জলের ওপরের দিকে ভাসতে দেখা যায় এবং বেশী অক্সিজেন পাওয়ার জন্য এরেটরের নিকট ভিড় করে। মাছের বিভিন্ন অংশে রক্তপাত হয়। খুব বেশী মাত্রার সংক্রমণ মাছের সারা দেহ মিউকাসের পাতলা আবরনে ঢাকা পড়ে। আক্রান্ত মাছগুলিতে ব্যাক্টিরিয়াল সংক্রমণ হতে পারে।

ক্রাস্টেসিয়ান পরজীবি দ্বারা সংক্রমণ

নোনাজলের মাছে রোগ সৃষ্টিকারী গুরুত্বপূর্ণ ক্রাস্টেসিয়ান পরজীবি হলো কোপিপোড্, ক্যালিগাস (সি লাইস), আর্গাসিলাস (গিল ম্যাগট্) এবং লার্নিয়া (অ্যাঙ্কর ওয়ার্ম্)। এর সবগুলি ভেটকি মাছকে আক্রান্ত করে। দূষিত জল, লাইভ ফিড্, প্রকৃতির আক্রান্ত মাছ থেকে এই রোগ পুকুরে ছড়ায়। ফুলকা এবং ত্বকে সেকেন্ডারি ব্যাক্টিরিয়াল সংক্রমণ হয়। সঠিক সময়ে ট্রিটমেন্ট না করা হলে প্রচুর মাছের মৃত্যু হয়। এই সব পরজীবিরা বিভিন্ন রোগ সৃষ্টিকারী ব্যাক্টিরিয়া এবং ভাইরাসের বাহক হিসাবেও কাজ করে।

আর্গুলোসিস (মাছের উকুন্)

এই রোগ *আর্গুলাস* প্রজাতির মাছের উকুন দ্বারা হয়ে থাকে। যদিও মাছের উকুন প্রধানত মিষ্টিজলের মাছে হয়, নোনাজলের মাছেও এর সংক্রমণের খবর আছে। উকুনের সংক্রমণ খুব বেশী হলে হিমোরেজিক আলসার সৃষ্টি হয় এবং এর পরবর্তীকালে ব্যাক্টিরিয়া দ্বারা সংক্রমণ হয়। মাছ ছাড়ার পূর্বে পুকুরের প্রস্তুতিকরণের সময় পুকুর সঠিকভফবে শুকানো হলে এই রোগের প্রাদুর্ভাব কমে। আক্রান্ত মাছগুলিকে ফরম্যালিন অথবা অগ্র্যানোফসফরাস জাতীয় পদার্থ দ্বারা চিকিৎসা করা যায়।

নোনাজলের চিংড়ি এবং সাদা মাছের কিছু সাধারণ চিকিৎসা ব্যাবস্থা

মাছের পুকুরে রোগ হলে কোনো অ্যাকোয়াকালচার বিশেষজ্ঞ অথবা মৎস্য স্বাস্থ্য বিশেষজ্ঞের পরামর্শ নিয়েই পুকুরে ওষুধ প্রয়োগ করা উচিত। মাত্রাতিরিক্ত ওষুধ ব্যবহার করলে পুকুরের মাছের অবস্থা আরো খারাপ হতে পারে। আবার ঘটনাক্রমে চাষীরা যদি কোনো নিষিদ্ধ রাসায়নিক বা ওষুধ নিজের অজান্তেই পুকুরে ব্যাবহার করে ফেলেন, তাহলে রপ্তানি করার সময় মাছ প্রত্যাখ্যান হতে পারে। এতে চাষীর তো বটেই, দেশেরও সামগ্রিকভাবে প্রচুর অর্থনৈতিক ক্ষতি হয়। তথাপি মাছের কিছু সাধারণ চিকিৎসা ব্যাবস্থার সংক্ষিপ্ত বিবরণ নিচে দেওয়া হলো।

চিংড়ির হোয়াইট স্পট রোগ এবং চিংড়ি ও মাছের অন্যান্য ভাইরাসঘটিত রোগসমূহের কোনো কার্যকর চিকিৎসা ব্যাবস্থা নেই। তথাপি ভালো ও উন্নত জলজ পালন ব্যবস্থা অবলম্বন করলে এবং জৈবসুরক্ষা বিধি (যেমন- কাঁকড়া বেড়া,

পাখির বেড়া, পুকুরের জলের ভালো গুণগত মান বজায় রাখা, ইত্যাদি) যথাযথভাবে পালন করলে ভাইরাস জনিত রোগের প্রকোপ কম হয়। পুকুরের জলের গুণমান বজায় রাখা এই সব রোগ প্রতি হত করার জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ। অনেক সময় এটা দেখা গেছে যে হোয়াইট স্পষ্ট রোগের ভাইরাস যদি খুব কম পরিমাণে থাকে (যেমন- দ্বিতীয় স্টেপ পজিটিভ্) এবং পুকুরের জলের গুণমান যদি ঠিক থাকে তাহলে রোগ প্রকাশ পায় না। ভাইরাসজনিত রোগ প্রতিহত করার জন্য নিম্নলিখিত ব্যাবস্থা নেওয়া যেতে পারে:

- ফিডের সহিত রসুনের পেস্ট মিশিয়ে খাওয়ানো (প্রতি কেজি ফিডের সহিত ৫ গ্রাম্)
- রসুনের পেস্টের পরিবর্তে হলুদের পেস্ট দেওয়া যেতে পারে
- পুকুরে নিমপাতার নির্যাস প্রয়োগ (হেক্টর প্রতি প্রায় ২০ কেজি নিমপাতা লাগবে)
- বানিজ্যিকভাবে পাওয়া কিছু জলজ ওষুধ ব্যাবহার করা যেতে পারে যা চাষের মাছে রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধিতে সাহায্য করে (যেমন- ইমিউজোন্, ভিরজন অ্যাকোয়া, ইত্যাদি)

ব্যাক্টিরিয়াজনিত রোগের প্রতিকার

পটাশিয়াম পার্ম্যাঙ্গানেটের প্রয়োগ: পটাশিয়াম পার্ম্যাঙ্গানেট হেক্টর প্রতি ২০ কেজি হারে দিতে হবে। সাদা মাছের ক্ষেত্রে পটাশিয়াম পার্ম্যাঙ্গানেট দ্রবণে ডিপ ট্রিটমেন্ট করা যেতে পারে। আক্রান্ত মাছগুলিকে আলাদা করে পটাশিয়াম পার্ম্যাঙ্গানেট দ্রবণে (২০ থেকে ৩০ মিলিগ্রাম প্রতি লিটার) ১০ থেকে ৩০ মিনিট ডুবিয়ে রাখতে হবে। এই ট্রিটমেন্ট ৩ দিন করতে হবে।

চুন প্রয়োগ: প্রতি ১০০০ বর্গমিটারে ৫ কেজি কলিচুন দিতে হবে। চুন দেওয়ার ২ দিন পর পটাশিয়াম পার্ম্যাঙ্গানেট (প্রতি ১০০০ বর্গমিটারে ১ কেজি) দিলে ভালো ফল পাওয়া যায়। যদি পুকুরের তলা নষ্ট হয়ে যায় তা হলে পটাশিয়াম পার্ম্যাঙ্গানেট এবং চুন বালির সাথে মিশিয়ে দিতে হবে।

বেনজালকোনিয়াম ক্লোরাইড্: বেনজালকোনিয়াম ক্লোরাইড্ (৫০ শতাংশ) হেক্টর প্রতি ৩ লিটার হারে প্রয়োগ করলে ক্ষতিকারক ব্যাক্টিরিয়ার প্রকোপ কিছুটা কমে।

প্রোবায়োটিকের ব্যাবহার: প্রোবায়োটিক হলো উপকারী ব্যাক্টিরিয়া যা কিনা ক্ষতিকারক ব্যাক্টিরিয়াকে প্রতিহত করতে সাহায্য করে। পুকুরের জলে ক্ষতিকারক ব্যাক্টিরিয়ার মাত্রা কম করার জন্য জলের প্রোবায়োটিক ব্যাবহার করতে হবে। চিংড়ি এবং সাদামাছের দেহে ক্ষতিকারক ব্যাক্টিরিয়ার মাত্রা কমানোর জন্য ফিডের সাথে মিশিয়ে গাট প্রোবায়োটিক ব্যাবহার করা যেতে পারে। বাণিজ্যিকভাবে পাওয়া প্রোবায়োটিকের ব্যাবহারের জন্য প্রস্তুতকারকের নির্দেশ যথাযথভাবে পালন করা উচিত।

থানকুনি পাতা: থানকুনি পাতার পেস্ট (প্রতি কেজি ফিডের সাথে ৫ গ্রাম) বিভিন্ন ব্যাক্টিরিয়াজনিত সংক্রমণ প্রতিহত করার জন্য খুবই উপযোগী।

নোনাজলের মাছে এপিজুটিক আলসারেটিভ সিন্ড্রোমের চিকিৎসা

প্রতি ১০০০ বর্গমিটারে ২০ কেজি হারে চুন প্রয়োগ করতে হবে। চুন দেওয়ার ১ থেকে ২ দিন পর পটাশিয়াম পার্ম্যাঙ্গানেট (প্রতি ১০০০ বর্গমিটারে ১ কেজি) দেওয়া যেতে পারে।

কপার সালফেট প্রয়োগ: কপার সালফেট নোনাজলের পুকুরে দেওয়া যেতে পারে। তবে ডোজ সম্বন্ধে খুব সচেতন থাকতে হবে। পুকুরে কপার সালফেটের সর্বোচ্চ ডোজ হবে X/১০ কেজি প্রতি হেক্টরে, যেখানে X হলো পুকুরের জলের অ্যালকালিনিটি। উদাহরণ- যদি পুকুরের জলের অ্যালকালিনিটি ১৫০ পিপিএম হয়, তা হলে কপার সালফেটের সর্বোচ্চ ডোজ হবে ১৫ কেজি প্রতি হেক্টরে। অন্যথায় আক্রান্ত মাছগুলিকে কপার সালফেটের দ্রবণে (লিটার প্রতি ৪ মিলিগ্রাম্) ৫ মিনিট ডুবিয়ে রাখা যেতে পারে। এই ডিপ ট্রিটমেন্ট ৩ দিন করতে হবে।

CIFAX: এই ওষুধ এপিজুটিক আলসারেটিভ সিন্ড্রোমের ক্ষেত্রে খুব ভালো কাজ করে। ডোজ্: হেক্টর প্রতি ১ লিটার্। খুব বেশী সংক্রমণ হলে ৭দিন পর আরো এক বার প্রয়োগ করতে হবে।

চিংড়ি এবং মাছে পরজীবি দ্বারা সংক্রমণের চিকিৎসা

ফরম্যালিন প্রয়োগ: পুকুরের ক্ষেত্রে হেক্টর প্রতি ১৫ থেকে ২০ লিটার ফরম্যালিন দেওয়া যেতে পারে। অন্যথায় আক্রান্ত মাছগুলিকে ২৫০ পিপিএম ফরম্যালিন দ্রবণে ৫ মিনিট ডুবিয়ে রাখা যেতে পারে।

আক্রান্ত মাছগুলিকে ১০০০ পিপিএম অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্রবণে ১ থেকে২ মিনিট ডুবিয়ে রাখলে কিছুটা সুফল পাওয়া যায়।

ম্যালাকাইট গ্রিন: ম্যালাকাইট গ্রিন এককোষী পরজীবির ক্ষেত্রে কিছুটা উপযোগী। সাদামাছের পুকুরে ১ পিপিএম হারে দেওয়া যেতে পারে (হেক্টর প্রতি ১ কেজি)। চিংড়ির পুকুরে এর প্রয়োগ না করাই ভালো।

ডাইক্লোরোভস্: হেক্টর প্রতি ২০ কেজি।

চিংড়ির *এন্টারোসাইটোজুন হেপাটোপেনাই* রোগের জন্য ব্যাবস্থাপনা

চাষ চলাকালীন এই রোগের কোনো কার্যকর চিকিৎসা ব্যবস্থা নেই। এর কারণ হলো মাইক্রোস্পোরিডিয়ান স্পোর ব্লিচিং (ক্লোরিন্) সহ সবরকম জীবাণুনাশকের প্রতি রেজিস্ট্যান্ট। যদি পুকুরে *এন্টারোসাইটোজুন হেপাটোপেনাই* সমস্যা দেখা যায়, তাহলে পরবর্তী চাষের পুকুর প্রস্তুতিকরণের পূর্বে পুকুরের মাটিতে খুব বেশী ডোজে কলিচুন (হেক্টর প্র তি প্রায় ৬ টন্) প্রয়োগ করতে হবে। চুনের ক্ষয়জারক গুণের জন্য এই রোগের স্পোর মারা যায়।

চিংড়ি চাষের পুকুরে রোগ নিয়ন্ত্রণের জন্য নিম্নলিখিত ব্যাবস্থাগুলি অবলম্বন করা জরুরী:

চিংড়িমাছের খামারে রোগ প্রতিরোধের জন্য দুটো সবথেকে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো 'Better Management Practice (BMP)' এবং তটীয় জলকৃষি কর্তৃপক্ষ (Coastal Aquaculture Authority)-এর নির্দেশিকাগুলি যথাযথভাবে পালন করা। তটীয় জলকৃষি কর্তৃপক্ষ (Coastal Aquaculture Authority)-এর বিস্তারিত নির্দেশিকাগুলি www.caa.gov.in ওয়েবসাইটে পাওয়া যায়। এই রোগ প্রতিরোধ সম্পর্কিত কিছু গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ নিচে দেওয়া হল:

- পুকুরের সঠিক প্রস্তুতি: নোনাজলের চিংড়িমাছ চাষের প্রথম পদক্ষেপ হল উপযুক্ত পুকুরের প্রস্তুতি। অন্তত তিন সপ্তাহ ধরে পুকুর শুকানো প্রয়োজন এবং কালো মাটি তুলে ফেলা উচিত। খনন করা মাটি খামারের ভিতরে ফেলে রাখা উচিত নয়। পুকুরে সঠিক পরিমানণে চুন দেওয়া উচিত। চুনের পরিমাণ নির্ভর করে মাটির অম্লতার (pH) ওপর। কতটা চুন দরকার জানার জন্য CIBA-এর নির্দেশিকা দেখুন (http://www.ciba.res.in/Books/ciba0295.pdf)। অবশ্য, মটির অম্লতা (pH) ৭.৫ থেকে কম হলে মোটামুটিভাবে হেক্টর প্রতি ৩০০ থেকে ৫০০ কেজি হারে চুন দেওয়া যেতে পারে।
- জৈবসূরক্ষাবিধি: চাষের খামারে ক্ষতিকারক জীবাণু, ভাইরাস ও পরজীবি এবং তাদের বাহকের অনুপ্রবেশ আটকানোর জন্য জৈবসুরক্ষা বিধি সঠিকভাবে মেনে চলা খুবই দরকার। খামারে উপযুক্ত কাঁকড়া এবং পাখির বেড়া (Crab fencing and Bird fencing) দেওয়া উচিত। খামারের প্রবেশ দ্বারে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ফুট বাথ (প্রতি লিটারে ৩ মিলিগ্রাম) থাকা উচিত।
- চিংড়িমাছ ছাড়ার অন্তত ১৪ দিন আগে উপযুক্ত পরিমানে ব্লিচিং দিয়ে পুকুরের জল জীবাণুমুক্ত করা উচিত। জলের গভীরতা যদি 1 মিটার হয়, তাহলে প্রতি বিঘা এলাকার জন্য ৬০ থেকে ৮০ কে.জি. ব্লিচিং প্রয়োজন (হেক্টর প্রতি প্রায় ৪৫০ থেকে ৫৯০ কে.জি.)।
- চিংড়িমাছের মীন বা পোস্ট-লার্ভার (post-larvae) উতস: সর্বদা সুখ্যাত হ্যাচারি থেকেই চিংড়ির মীন কিনুন। ভেনামি প্রজাতির চিংড়ির জন্য তটীয় জলকৃষি কর্তৃপক্ষ দ্বারা অনুমোদিত হ্যাচারির তালিকা www.caa.gov.in ওয়েবসাইটে পাওয়া যায়। চিংড়ির মীন পি.সি.আর. দ্বারা হোআইট স্পট রোগ এবং ইনফেকসাস হাইপোডার্মাল

এবং হিমাটোপয়টিক নেক্রোসিস রোগ মুক্ত প্রত্যয়িত হওয়া উচিত। বর্তমান কালে *এন্টারোসাইটোজুন হেপাটোপেনাই* রোগের প্রাদুর্ভাব বাড়ার কারনে এই রোগের জন্যও চিংড়ির মীন পরীক্ষা করা উচিত।

- মজুত ঘনত্ব: মজুত ঘনত্ব বাড়ার সাথে সাথে হোআইট স্পট রোগ এবং অন্যান্য রোগের সম্ভাবনা বেড়ে যায়। তটীয় জলকৃষি কর্তৃপক্ষের নির্দেশিকা অনুযায়ী বাগদা এবং ভেনামি প্রজাতির চিংড়িমাছের ক্ষেত্রে মজুত এর সর্বোচ্চ অনুমোদিত সীমা যথাক্রমে প্রতি বর্গমিটারে ৩০ এবং ৬০। এর থেকে বেশী মজুত কখোনোই করা উচিত নয়।
- মজুত করার সময়, চিংড়িমাছের মীনগুলিকে পুকুরের ততকালীন পরিবেশ যেমন- তাপমাত্রা, অম্লতা (pH),লবনাক্ততা ইত্যাদির সহিত সহনশীল করা প্রয়োজন। মীনের প্যাকেটে ধীরে ধীরে পুকুরের জল মিশিয়ে এটা করা হয়।
- চিংড়িমাছের খামারে মানুষের প্রবেশ নিয়ন্ত্রণ করা উচিত। কোনো অননুমোদিত ব্যক্তিকে প্রবেশ করতে দেওয়া উচিত নয়।
- মাছ তোলার পর তৎক্ষণাৎ পুকুরের জল ছাড়বেন না। পুকুরের জল ব্লিচিং করুন (বিঘা প্রতি ৬০ থেকে ৮০ কেজি অথবা হেক্টর প্রতি ৪৫০ থেকে ৫৯০ কে.জি.) এবং তারপর ৭ দিন ধরে রাখার পর জল ছাড়ুন।
- পুকুরের চিংড়িগুলিকে নিয়মিত নজরে রাখুন। কোন অস্বাভাবিক উপসর্গ বা আচরণ দেখা দিলে অবিলম্বে কোনো জলজ প্রাণী স্বাস্থ্য বিশেষজ্ঞের সাথে যোগাযোগ করুন। রোগগ্রস্থ চিংড়িমাছের নমুনা পি.সি.আর. এবং অন্যান্য স্ক্রীনিং পদ্ধতির জন্য কোনো যোগ্যতাসম্পন্ন পরীক্ষাগারে নিয়ে আসুন। চিংড়ির কিছু রোগ ভারতে এখনো পর্যন্ত হতে দেখা যায়নি, যেমন হলুদ মাথা রোগ, ট্যরা সিন্ড্রোম, আর্লি মর্টালিটি সিন্ড্রোম, ইনফেকসাস মায়োনেক্রোসিস, ইত্যাদি। কিন্তু এশিয়ার অন্যান্য দেশে এই রোগগুলির প্রাদুর্ভাব আছে। এই কারণে চিংড়িচাষের পুকুরে যদি কোনো নতুন ধরণের রোগের লক্ষণ দেখা যায়, সেই ক্ষেত্রে অবিলম্বে কোনো জলকৃষি স্বাস্থ্য বিশেষজ্ঞ অথবা যোগ্য কর্তৃপক্ষকে সেই ব্যাপারে অবহিত করুন।
- চাষের সময় পুকুরের জল এবং জল-মাটি-সংযোগসস্থলের নমুনা পরীক্ষা করুন। নির্দিষ্ট সময় অন্তর জল এবং জল-মাটি-ইন্টারফেজ নমুনার অম্লতা (pH), অস্বচ্ছতা, লবনাক্ততা (salinity), দ্রবীভূত অক্সিজেন. ক্ষারত্ব, মোট হার্ডনেস, ম্যাগনেসিয়াম হার্ডনেস, ক্যালসিয়াম হার্ডনেস, হাইড্রোজেন সালফাইড, মোট এমোনিয়া-নাইট্রোজেন, নাইট্রাইট-নাইট্রোজেন, নাইট্রেট-নাইট্রোজেন, মোট ফসফরাস ইত্যাদির জন্য পরীক্ষা করা উচিত।
- বিশেষজ্ঞ পরামর্শ ছাড়া মাত্রাতিরিক্ত ওষুধ ব্যবহার করবেন না।
- এন্টিবায়োটিক ব্যবহার করবেন না। জলজ পালনে প্রায় সব অ্যান্টিবায়োটিকের ব্যবহার নিষিদ্ধ।
- যতটা সম্ভব জল বিনিময় না করাই ভালো। জল বিনিময় চিংড়ির পুকুরে বিভিন্ন রোগজনক জীবাণুর প্রবেশের সম্ভাবনা বাড়িযে দেয়। খুব প্রয়োজনে জল বিনিময় যদি করতেই হয়, তাহলে জলের বিভিন্ন গুণমানের (যেমন অম্লতা, তাপমাত্রা, লবনাক্ততা, ইত্যাদি) যেন বেশী তারতম্য না হয় সেদিকে বিশেষ নজর দেওয়া উচিত। জল বিনিময় পরিশ্রুত জল দ্বারাই করা উচিত।
- প্রয়োজন মতো খাবার (ফিড) দিন। চেক ট্রে দ্বারা নিয়মিত ফিডের ব্যবহার নিরীক্ষণ করুন। প্রয়োজনের চেয়ে কম অথবা প্রয়োজনের অতিরিক্ত খাবার দেবেন না। শুকনো জায়গায় ফিড এবং ফিডের উপাদান সংরক্ষণ করুন। ভিজা স্যাঁতসেঁতে জায়গায় খাবার সংরক্ষণ করলে সেই খাবার ছত্রাক দ্বারা সংক্রমিত হতে পারে এবং তার জন্য আফলাটক্সিকোসিসের মতো ভয়ংকর রোগ হতে পারে।
- পুকুরের জলের গভীরতা: জলের গভীরতা অন্তত ১২৫ সেন্টিমিটার হওয়া দরকার (ভেনামির জন্য ১৫০ সেন্টিমিটার)। জলের গভীরতা কম হলে চিংড়ির স্ট্রেস হয় এবং এর ফলে রোগের সম্ভাবনাও বেড়ে যায়।
- পুকুরে জল ঢোকানোর এবং বার করার আলাদা যায়গা থাকা উচিত।
- যদি সম্ভব হয়, একটা পুকুরকে রিজর্ভার হিসাবে রাখুন। খামারের আয়তন যদি ২ হেক্টরের বেশী হয়, তাহলে রিজর্ভার পুকুর রাখা বাধ্যতামূলক। ছোটো আকারের খামারের চাষীরা অনেকজন মিলে একটি অভিন্ন রিজর্ভার বানাতে পারেন।

- রোগ জীবাণুর বাহকের প্রবেশ আটকানোর জন্য, পুকুরে জল ঢোকানোর সময় জাল দ্বারা ফিল্টার করে ঢোকানো উচিত। আদর্শভাবে, খামারে রিজর্ভার পুকুরে পরিশ্রুত জল সঞ্চয় করে রাখা উচিত যাতে জরুরি অবস্থায় ব্যবহার করা যায়।
- সঠিক পদ্ধতিতে অসুস্থ ও মৃত চিংড়ি গুলিকে পরিত্যাগ (dispose) করা উচিত। মৃত চিংড়িগুলির ওপর চুন ও ব্লিচিং প্রয়োগ করুন এবং পুকুর থেকে বেশ কিছুটা দুরে মাটির নীচে পুঁতে দিন।
- প্রতিটি পুকুরের জন্য আলাদা জাল এবং অন্যান্য সরঞ্জামাদি ব্যবহার করুন।
- খামারে উৎপন্ন বর্জ্য পদার্থের সঠিক ব্যবস্থাপনার জন্য একটি ট্রিটমেন্ট প্ল্যান্ট থাকা দরকার। পাঁচ হেক্টরের বেশী আয়তনের খামারের জন্য এই ট্রিটমেন্ট প্ল্যান্ট থাকা বাধ্যতামূলক।
- খামারের কর্মীরা যাতে ভালো স্বাস্থ্যবিধি এবং স্যানিটারি পদ্ধতি মেনে চলে সেদিকে বিশেষ নজর দেওয়া উচিত।

নোনা ট্যাংরা চাষের নতুন অভিমুখ ঃ মিশ্রচাষ ও ইন্টেগ্রেটেড মাল্টিট্রফিক অ্যাকোয়াকালচার (IMTA)

সি. পি. বালাসুব্রামানিয়ান, প্রেম কুমার ও কে. কে. বিজয়ন

১৯৮০ এর মাঝামাঝিতে পৃথিবীতে ৮.৫ কোটি টন খাবার মাছ উৎপাদন হয়েছিল ও এই উৎপাদন ১৯৯০-এর মাঝামাঝি পর্যন্ত একই রকম ছিল। সারা পৃথিবীর মাছ চাষে উৎপাদন ১৬ কোটি টন হয়ে গেছে। এ্যাকোয়াকালচার সবথেকে দ্রুত বৃদ্ধিপ্রাপ্ত একটি বিভাগ। নোনা জলের চাষের মধ্যে চিংড়ি চাষ সবথেকে উল্লেখযোগ্য। গত ৩০ বছর চিংড়ি চাষ খুব বেড়ে গেছে। আগে নোনা জলের মাছ ও চিংড়ি দেশী ও বিদেশী উচ্চশ্রেণীর মানুষের কদরের জন্য ভাবা হতো এবং গরীব শ্রেণীর আওতার বাইরে ছিল। গরীবদের জন্য সস্তাতে পুষ্টিকর মাছ উৎপাদন করা খুব জরুরী। যদিও মাছ চাষ পুষ্টিকর খাবার জন্য যোগান দেওয়ার একটা খাদ্যকেন্দ্রিক ব্যবসা। নোনাজলের চাষকে ঠিকভাবে করতে হলে এই তিনটে জিনিসের কথা মাথায় রাখতে হবে (১) সমাজের প্রয়োজনীয়তা, (২) লাভজনক পদ্ধতি, (৩) পরিবেশ বান্ধব। এই লক্ষ্যগুলো অর্জন করতে হলে সস্তায় পুষ্টিকর মাছ উৎপাদন প্রয়োজন। চিংড়ি, কাঁকড়া, ঝিনুক জাতীয় প্রাণী ও অন্যান্য মাছের বিভিন্ন চাষ পদ্ধতি অনুসরণ করা প্রয়োজন। আর্থিক ও পরিবেশের চিরস্থায়ী পদ্ধতি হিসাবে মিশ্রচাষ ও ইন্টেগ্রেটেড মাল্টি-ট্রফিক অ্যাকোয়াকালচার (IMTA) খুব উপযোগী। নোনা জলের চাষে মাছের প্রজাতির বৈচিত্র্য খুব প্রয়োজন। আঞ্চলিকভাবে প্রাপ্য প্রজাতি যেটি নিম্ন আয়ের মানুষ সহজেই কিনতে পারবে এমন প্রজাতির মাছ চাষ করে জীবিকা ও পুষ্টির চাহিদা মেটানো সম্ভব। সমুদ্র উপকূলবর্তী অঞ্চলে নোনা ট্যাংরা পাওয়া যায়। এটা পশ্চিমবঙ্গের উপকূল অঞ্চলের মাছ চাষের একটা গুরুত্বপূর্ণ উৎপাদন। এর উৎপাদন গত ৪০ বছরের অনেকটা কমে গেছে। তাই এই মাছের উৎপাদন বন্ধ হয়ে যাওয়ার আশঙ্কা আছে। এটা সুস্বাদু আর পুষ্টিকর, তাই এর উৎপাদন বৃদ্ধি করা জরুরী। এই মাছের সাথে চিংড়ি, কাঁকড়া একত্রিতভাবে চাষ করা যায়।

মিশ্রচাষ

দু ধরনের মিশ্রচাষ করা সম্ভব- পুকুরে মিশ্রচাষ এবং পুকুরে খাঁচাসহ মিশ্রচাষ। পুকুরে মিশ্রচাষে বিভিন্ন প্রজাতির মাছ ও চিংড়ি ছেড়ে করা হয়। নোনা ট্যাংরা ৮, ১৯ ও ১৬/বর্গ.মি. হারে পুকুরে ছেড়ে অন্যান্য মাছের সঙ্গে মিশ্রচাষ করা যায়। পুকুরে খাঁচাসহ চাষে অতিরিক্ত ব্যবস্থা হিসাবে খাঁচায় ০.৫ টি কাঁকড়া/বর্গ মিটারে ছেড়ে চাষ করা হয়।

চাষ পদ্ধতি

খামারের নক্সা পরিকল্পনা ঃ আয়তাকার পুকুর ০.১-১ হেক্টর, চিংড়ি পুকুরকে সহজেই মিশ্রচাষের পুকুরে পরিণত করা যায়। কাঁকড়ার জন্য জলের লবণাক্ততা ১০-৩৪ পিপিটি উপযুক্ত। পুকুরের জলের গভীরতা কমপক্ষে ১ মিটার, সঙ্গে চারদিক কমপক্ষে ৫০ সেমি উচু নেটের বেড়া দিয়ে ঘিরে দিতে হবে। নেটটির নিচের দিক কমপক্ষে ১০ সেমি মাটিতে পুতে দিতে হবে।

পুকুর প্রস্তুতি ঃ চিংড়ি চাষের মত করে সঠিক পদক্ষেপ নিয়ে পুকুর প্রস্তুত করতে হবে। পুকুর শুকিয়ে ১ সপ্তাহ ফেলে রাখতে হবে অথবা জলনিকাশী ব্যবস্থা নেই এমন পুকুরে জৈব কীটনাশক ব্যবহার করে জলশোধন করে নিতে হবে। চুন ও সার প্রয়োগ করে পুকুর তৈরী করে নিতে হবে।

চারা স্থানান্তরণ ও মজুতকরণ ঃ একমাস বয়সী চারা তৈরী পুকুরে ছাড়া হয়। ছোট কাঁকড়া (২৫-৫০ গ্রাম) সংগ্রহ করে খাঁচায় ছাড়া হয়।

মাছের পুষ্টি ও খাদ্য প্রদান ঃ CIBA দ্বারা তৈরী নোনা ট্যাংরার খাদ্য দেহের ওজনের ৫-৬% হারে দেওয়া হয়। কাঁকড়ার খাবার হিসাবে মরা মাছ (২৫%) ও টাটকা ঝিনুক বা চিংড়ির মাংস (৭৫%) মিশিয়ে দেওয়া হয়। প্রতি ১৫ দিন অন্তর ৫% হারে খাবার কমাতে হবে।

১ হেক্টর পুকুরে দুমাস বয়সী ৫০০০ কাঁকড়ার জন্য খাদ্যের হিসাব করার উদাহরণ

কাঁকড়ার ওজন (গ্রাম)	৫০
বাঁচন হার (%)	৮০
মোট কাঁকড়ার সংখ্যা	৫০০০ × ৮০% = ৪০০০০
মোট দেহের ওজন	৪০০০০ × ৫০ = ২০০০০ গ্রা বা ২০০ কেজি
খাদ্যের হার (%)	৯০
মোট খাদ্যের পরিমাণ	২০০ × ৯০% = ১৮০ কেজি

জলের গুণাবলী ঃ জলের গভীরতা কমপক্ষে ৮০-১০০ সেমি। নিয়মিত জল পরিবর্তন করতে হবে জোয়ারের সময়, প্রথম মাসে ৪০%, দ্বিতীয় মাসে ৫০% ও তৃতীয় মাস থেকে ৬০% হারে। জলের গুণমান হবে নোনাজলের চাষের উপযোগী।

আহরণ ও আহরণের পর ব্যবস্থাপণা ঃ মাছ ও কাঁকড়া চাষের সময়কাল ৫-৬ মাস। কাঁকড়ার আকার ২৫০ গ্রামের হলেই বিক্রি করা যায় যেটা হতে ২-৩ মাস সময় লাগতে পারে। জোয়ারের জল বের করার সময় কাঁকড়া স্লুইস গেটে এসে জড়ো হলে হাতজাল দিয়ে ধরে নেওয়া হয়। সম্পূর্ণ কাঁকড়া ধরতে হলে পুকুর শুকিয়ে হাত দিয়ে ধরতে হয়। পায়ের বড় দাঁড়াগুলো সুতো দিয়ে বেঁধে জীবন্ত অবস্থায় বাজারজাত করা হয়।

ইন্টেগ্রেটেড মাল্টিট্রফিক অ্যাকোয়াকালচার (IMTA)

আই.এম.টি.এ. এমন একটি চাষ পদ্ধতি যেখানে মূল খাদ্য খাওয়া প্রজাতি (খোলস যুক্ত মাছ অথবা নিরামিষাশী মাছ)-র সঙ্গে জৈব বস্তু এবং অজৈব বস্তু শোষণকারী প্রজাতি নির্দিষ্ট অনুপাতে একসাথে চাষ করা হয় প্রক্রিয়াটিকে পরিবেশ বান্ধব, আর্থিকভাবে লাভজনক এবং সামাজিকভাবে গ্রহণযোগ্য করার জন্য। আই.এম.টি.এ. বিভিন্নভাবে করা যেতে পারে। এটি বদ্ধ জমিতে, উন্মুক্ত জলে, আধা লবণাক্ত বা সামুদ্রিক পরিবেশে করা যেতে পারে। এই প্রক্রিয়ায় উচ্চ ঘনত্বের মাছ চাষে উৎপন্ন অতিরিক্ত জৈব এবং অজৈব বস্তুকে অন্যান্য বিক্রয়যোগ্য প্রজাতির দ্বারা ব্যবহার করা হয় এবং এক্ষেত্রে খাদ্য স্তরের বিভিন্ন অবস্থানের প্রজাতিগুলিকে ব্যবহার করা হয়। এছাড়াও এটি মাছ চাষে 'ইকোসিস্টেম অ্যাপ্রোচ' ব্যবহারকে সুনিশ্চিত করে যা সর্বপ্রথম এফ.এ.ও. দ্বারা প্রস্তাবিত হয়। কিছু ক্ষেত্রে আই.এম.টি.এ. বোঝাতে অতি সরলীকৃত ভাবে ইন্টিগ্রেটেড আকোয়াকালচার বলা হয়, যদিও এটি সম্পূর্ণভাবে আলাদা। এর প্রধান উদ্দেশ্য হলো দীর্ঘমেয়াদী এবং নিরবচ্ছিন্নভাবে চাষ করার প্রক্রিয়া প্রতিষ্ঠা করা যেখানে একটি প্রজাতির বর্জ্য পদার্থকে ব্যবহার করে অন্য বিক্রয়যোগ্য প্রজাতির খাদ্য এবং শক্তির উৎসরূপে ব্যবহার করে আর্থিক লাভ আহরণ করা হয় । এই প্রক্রিয়ার আর্থিক লাভ এবং পরিবেশের বিষয়টি অনুধাবণ করে একথা বলা যায় যে, উপকূলবর্তী এবং সামুদ্রিক মাছ চাষের সকল অংশীদারগণকে এটি গ্রহণ করতে উৎসাহ প্রদান করা উচিত।

নোনা ট্যাংরা, কাঁকড়া, ঝিনুক ও মাছের সঙ্গে চাষ করা যায়। পশ্চিমবঙ্গে খাঁড়ি অঞ্চলের ঝিনুক, *ক্রাসোস্ট্রিয়া কুটোকেনসিস্* ১৫০০/হেক্টর হারে জল পরিশ্রুত করার জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে। মিশ্রচাষ ও IMTA হল নোনাজলের চিরস্থায়ী চাষের কৌশল। IMTA পদ্ধতিতে পুষ্টির সম্পূর্ণ পূণর্ব্যবহার হয় এবং এটি ঠিক প্রাকৃতিক বাস্তুতন্ত্রের অনুকরণ।

অধিক ঘনত্বে রিসার্কুলেটরি অ্যাকুয়াকালচার ও খাঁচায় ক্যাট ফিসের চাষ

প্রেম কুমার

রিসার্কুলেটরি অ্যাকুয়াকালচার সিস্টেম (RAS) মাছ চাষের একটি অভিনব ব্যবস্থা। এই সিস্টেমে মাছ উচ্চ ঘনত্বে ইন্ডোর ট্যাংকের নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে প্রতিপালন করা যায়। এই রিসার্কুলেটরি সিস্টেমে ব্যবহৃত জল পরিশ্রুত করে পুণরায় ব্যবহার করা হয়। উপচে পড়া এবং বাষ্পিভবনের ফলে ট্যাংকের জলের পরিমাণ কমে যায় তাই নতুন করে ট্যাংকে জল দেওয়া হয়।

RAS-র সুবিধা ঃ

১। নিবিড় চাষ ঃ

ট্যাংকে ইন্ডোর সিস্টেম মাছ উৎপাদনে বিপ্লব আনতে পারে, যেভাবে শুয়োর ও মুরগী পালন শিল্পে প্রভূত উন্নতি হয়েছে। কম ঘনত্বে উন্মুক্ত বড় পুকুরে মাছ চাষ বিভিন্ন রোগ, পরজীবী, ছোট মাছকে বড় মাছ খেয়ে ফেলা, দূষণ এবং ঋতুভিত্তিক স্বল্প বৃদ্ধির সমস্যা থেকে মুক্তি পেতে এটি একটি চমৎকার বিকল্প ব্যবস্থা।

২। জল ও জমি সংরক্ষণ ঃ

RAS জল ও জমি উভয়কেই সংরক্ষিত করে। ছোট জায়গায় এই ব্যবস্থায় মাছের সর্বাধিক উৎপাদন করা যায়। RAS-এ জল পূনর্ব্যবহার হওয়ার ফলে পুকুরে মাছ চাষের যে জল লাগে তার ২০% হলেই চলে। এই ব্যবস্থায় জলের ব্যবহার, জলের গুণাগুন এবং বর্জ্য নিষ্কাশন সংক্রান্ত সমস্যাগুলি থেকে মুক্তি পাওয়া যায়। জলের ক্রমবর্ধমান চাহিদার প্ররিপ্রেক্ষিতে এই সুবিধাগুলির জন্য এই ব্যবস্থায় মাছ চাষ ক্রমশ জনপ্রিয় হচ্ছে।

৩। স্থান নির্বাচনের সুবিধা ঃ

যেসব এলাকায় স্থানাভাব রয়েছে এবং জল সহজে পাওয়া যায় না, সেই সব এলাকার জন্য এই ব্যবস্থা খুবই কার্যকরী, কারণ এই সিস্টেমে অল্প জল ও জায়গার দরকার হয়। যেখানে শীতল জলবায়ু এবং মাছের বার্ষিক বৃদ্ধি ও উৎপাদনের পরিমাণ কম সেই সব জায়গায় মূলত ভারতের উত্তরভাগে এই ইন্ডোর কালচার সিস্টেম (RAS) খুব কার্যকরী। ভৌগলিকভাবে অসুবিধাজনক স্থান যেখানে মাছের বৃদ্ধির উপযুক্ত সময় কম অথবা অতিরিক্ত শুষ্ক (মরুভূমি) অঞ্চল যেখানে মাছ চাষ স্বল্প লাভজনক এবং কম বার্ষিক উৎপাদন সেখানে RAS-এর ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৪। চাষের বিভিন্নতা ঃ

RAS-এ বর্তমানে ক্যাটফিস, ভেটকি, তেলাপিয়া, ক্রে ফিস, নীল কাঁকড়া, সামুদ্রিক ঝিনুক ও অ্যাকুরিয়ামে রাখা মাছেরা বৃদ্ধি পাচ্ছে। ইন্ডোর ফিস কালচার সিস্টেমে মনোকালচার ও পলিকালচার হয়। সাধারণত রিসার্কুলেটরি সিস্টেমে ঠান্ডা জলের প্রজাতি যেমন স্যালমন ও ট্রাউট প্রতিপালন করা উপযুক্ত নয়। চাষ ঘনত্ব ২০-৫০ টি/বর্গমিটার রাখা দরকার।

৫। সহজ আহরণ ঃ

আহরণের জন্য তুলনামূলকভাবে কম সংখ্যক লোক লাগে। RAS ট্যাংকের বাইরে আউটলেট ভাল্ব খুলে দিলে জল বেরিয়ে যায় তখন মাছ ধরে নেওয়া হয়।

RAS-র অসুবিধা ঃ

ক. একটি ব্যয় সাপেক্ষ ব্যবস্থা যেখানে ঘর, চৌবাচ্চা, জল সরবরাহ ব্যবস্থা, পাম্পিং, বায়ূসঞ্চালন, আলো, ইত্যাদি ব্যবস্থা করতে হয়।

খ. সফলভাবে এই জটিল ব্যবস্থা পরিচালনার জন্য দক্ষ পরিচালক এবং কর্মী দরকার।

গ. লাগাতার দেখাশোনা এবং দক্ষ প্রযুক্তিগত সহযোগিতার দরকার এটি পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষনের জন্য।

ঘ. এটি একটি অতি ঝুঁকিপূর্ণ ব্যবস্থা যেখানে যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা ব্যর্থ হলে মাছ মরে যাওয়ার সম্ভবনা থাকে।

RAS এর ডিজাইন এবং নির্মাণ ঃ

RAS-এর গুরুত্বপূর্ণ উপাদানগুলি হল প্রধান ট্যাংক, অ্যান্টি ট্যাংক, ফিল্টার, অক্সিজেন ইনজেকশন এবং বায়ুসঞ্চালন, পাম্প, জল গরম করার ব্যবস্থা এবং জীবাণুমুক্ত করার ব্যবস্থা।

১. ট্যাঙ্ক ঃ

গোলাকার বা ডিম্বাকার ট্যাংকের সাথে সেন্ট্রাল ড্রেন থাকলে জল পরিস্কার করতে বা ঘোরাতে সহজ হয়। রিয়ারিং ট্যাংকের আয়তন ১০-১০০ টন। ট্যাংকের আয়তন বিভিন্ন বিষয়ের উপর নির্ভর করে যেমন চাষ ঘনত্ব, মাছের প্রজাতি, জল সরবরাহ, জলের গুণগতমান এবং আর্থিক অবস্থা। ট্যাংক ফাইবার রি-ইনফোর্সড প্লাস্টিক (FRP), কংক্রিট, প্লাস্টিক সিট ইত্যাদি অথবা অন্য কোন উপাদান দ্বারা তৈরী হতে পারে যা জল ধরে রাখা এবং মাছের পক্ষে ব্যবহার উপযোগী। হালকা ওজনযুক্ত টেকসই প্লাস্টিক ট্যাংক সবচেয়ে সুবিধাজনক যা সহজে সরানো এবং পরিষ্কার করা যায় তবে জলপূর্ণ অবস্থায় সরাতে গেলে বিশেষ সতর্কতা প্রয়োজন হয়। কংক্রিট ট্যাংক আর্থিকভাবে লাভজনক কিন্তু এটি একটি স্থির ও স্থায়ী নির্মাণ যা প্রয়োজনে সরানো যায় না। অবিষাক্ত প্লাস্টিক অথবা রাবারের তৈরী ট্যাংকও ব্যবহার করা হয়। অনেক চাষী কাঠের, কংক্রিটের, ধাতুর অথবা অন্য পদার্থে তৈরী ট্যাংক ব্যবহার করেন।

২. অ্যান্টি ট্যাঙ্ক ঃ

এই ট্যাংক RAS -র জন্য অত্যাবশ্যকীয় নয়, এটি প্রধান ট্যাংকের সরাসরি শাকশান প্রেসার থেকে এড়িয়ে চলার জন্য ব্যবহৃত হয়। অ্যান্টি ট্যাংক মেন ট্যাংকের উপর এবং নীচের সাথে সংযুক্ত। এই ট্যাংক থেকে জল পাম্প করে ফিল্টার সিস্টেমে দেওয়া হয়।

৩. ফিল্টার ব্যবস্থা ঃ

দুটি প্রধান জল দূষক যা জল থেকে বার করা দরকার সেগুলি হল মাছের বর্জ্য (বিষাক্ত অ্যামোনিয়াজাত পদার্থ) এবং মাছের অগৃহিত খাদ্যের কণা।

ক. প্রেসার স্যান্ড ফিলটার ঃ

এই সিস্টেমে কঠিন ও ভাসমান পদার্থসমূহ, যেমন অগৃহিত খাদ্যকণা ও মল জল থেকে সরিয়ে ফেলা হয়। এটি মাল্টিমিডিয়া দ্বারা তৈরী যা উলম্বভাবে, প্লাস্টিক বেরেলের ভিতর থাকে ফিল্টার মিডিয়ার প্রস্থ অনুযায়ী। এই ব্যবস্থার সাথে পাম্প ও ওয়াটার ফিল্টার যুক্ত থাকায় একে বলা হয় প্রেসার স্যান্ড ফিলটার।

খ. বায়োলজিক্যাল ফিল্টার ঃ

বায়োফিল্টার হল RAS -র মূল্য অঙ্গ। এটি একটি লাইভ মিডিয়া দ্বারা প্রস্তুত যেখানে ব্যাকটেরিয়ার বৃদ্ধি হয় যা অ্যামোনিয়াকে নির্বিষ করে দেয়। অ্যামোনিয়ার নির্বিষকরণ বায়োফিল্টারে নাইট্রিফিকেশন প্রক্রিয়ায় হয়। নাইট্রিফিকেশন প্রক্রিয়ায় ব্যাকটিরিয়ার দ্বারা অ্যামোনিয়া নাইট্রোজেন কম বিষাক্ত নাইট্রাস অক্সাইড এবং শেষে নাইট্রেট-এ পরিণত হয়। এই পদ্ধতির জন্য ব্যাকটিরিয়া যাতে সহজে বেড়ে উঠতে পারে তার জন্য ব্যাকটিরিয়া মাধ্যমের মধ্য দিয়ে প্রতিনিয়ত জলের প্রবাহ চালানো হয় এবং জলের তাপমাত্রা ও গুণাগুন বজায় রাখা হয়। দুই ধরণের বায়বীয় ব্যাকটিরিয়ার দরকার এই কার্যকলাপে। নাইট্রোসোমনাস ব্যাকটিরিয়া যা অ্যামোনিয়াকে নাইট্রাস অক্সাইডে পরিনত করে এবং নাইট্রোব্যাকটর যা নাইট্রাস অক্সাইডকে নাইট্রেটে পরিণত করে। নাইট্রিফিকেশন হল একটি বায়বীয় পদ্ধতি যেখানে অক্সিজেনের খুব দরকার। প্রত্যেক ১ মিলিগ্রাম অ্যামোনিয়া পরিবর্তীত হওয়ার জন্য ৫ মিলিগ্রাম অক্সিজেনকে গ্রহণ করে ফলে ৫ মিলিগ্রাম অক্সিজেনের যোগান থাকা দরকার এই পরিবর্তনে। নাইট্রিফিকেশন একটি অ্যাসিডিফাইং পদ্ধতি কিন্তু খুবই কার্যকর যখন জলের পি.এইচ. ৭-৮ ও তাপমাত্রা ২৭-২৮° সেন্টিগ্রেড থাকে। আল্লিক জল (পি.এইচ. ৬.৫ থেকে কম) নাইট্রিফিকেশানে বাধা সৃষ্টি করে এবং এই জল ব্যবহার না করাই ভালো।

গ. কার্টিজ ফিল্টার ঃ

কার্টিজ ফিল্টার একটি খুব সরল ও মডিউলার ফিল্টার যেটি একটি পাত্রের মধ্যে ঢোকানো থাকে এবং দানাদার কণাগুলিকে অপসারণ করতে ব্যবহার করা হয়। এই কার্টিজ ফিল্টার বিভিন্ন ধরণের উপাদানের দ্বারা গঠিত হতে পারে এবং কিছু ক্ষেত্রে পলিপ্রোপাইলিন দ্বারা নির্মিত। ফিল্টারগুলি বিভিন্ন মাপের কণা অপসারণের জন্য বিভিন্ন এবং ব্যবহারের ক্ষেত্রে ক্রমশ ছোট দানা অপসারণের জন্য বিভিন্ন ফিল্টার ব্যবহার করা হয়। একটি আদর্শ ফিল্টার ২০ মাইক্রন, ৫ মাইক্রন, ১ মাইক্রন কণা অপসারণের জন্য ক্রমপর্যায়ে ব্যবহার করা হয়। তবে বিশেষ ক্ষেত্রে অন্য প্রয়োজনীয়তা থাকতে পারে।

ঘ. ডিসইনফেকশান সিস্টেম ঃ

ইউ.ভি স্টেরিলাইজার অথবা যা ওজনাইজার স্থাপন করা হয় যাতে জলের মধ্য থেকে অবাঞ্ছিত ব্যাকটিরিয়া, অ্যালগি এবং জীবাণু গুলিকে দূর করা যায়। প্রয়োজনীয় ইউ.ভি স্টেরিলাইজার বা ওজনাইজার এর ক্ষমতা জলের পরিমাণ, প্রবাহমাত্রা ও গুণমানের উপর নির্ভর করে।

RAS -র মধ্যে আদর্শ জলের গুণমান ঃ

RAS -র মধ্যে দ্রবীভূত অক্সিজেন, তাপমাত্রা, পি.এইচ., অ্যালকালিনিটি, ভাসমান কঠিনকণা, অ্যামোনিয়া, নাইট্রাইট এবং কার্বন-ডাই অক্সাইডের মাত্রা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এই গুণাগুন একে অপরের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত এবং ভৌত, জৈবিক ও রাসায়নিক প্রভাব ফেলে। সঠিক ব্যবস্থাপনায় জলের গুণমান বজায় রাখলে সফলভাবে RAS পরিচালিত হয়।

RAS-এর জলের গুণমান

বৈশিষ্ট্য	আদর্শ মাত্রা	অনপোযুক্ত
DO	২-৮	<৪
CO_2	১০-১৫	>১৫
NH_3	০.০১	>০.০২৫
NO_2	০-০.৫	>০.৫
pH	৬.৫-৭.৭	<৬.০, >৮.৫

রিসার্কুলেশান রেট ঃ

একক সময়ে যে পরিমাণ জল পুনর্ব্যবহার হয় তাকে বলা হয় রিসার্কুলেশান রেট। এটি খুব সহজে অনুমান করা যায় ট্যাংকের জলের পরিমাণকে পাম্পের ক্ষমতা দিয়ে ভাগ করলে। বেশী পরিমাণ টার্নওভার মানে বেশী ফিলট্রেশান। সাধারণত, ১ ঘন্টায় ১ টা টার্নওভার RAS এর জন্য আদর্শ।

ব্যাকওয়াসিং ঃ

ফিল্টারের মধ্যে আটকে থাকা শক্ত কণাগুলিকে বিপরীতমুখী জলের স্রোত দ্বারা বার করে দেওয়ার পদ্ধতি কে বলে ব্যাকওয়াসিং ।

চাষ ঘনত্ব ঃ

RAS -র উৎপাদন ক্ষমতার মূল্যায়ণের ক্ষেত্রে, সর্বাধিক ধারণযোগ্য চাষ ঘনত্বে পরিচালনা করা হয়, যদিও এই সিস্টেমে সম্ভাব্য উৎপাদন ক্ষমতার পরিমাণ পরিমাপ করা মূল্যহীন। মাছের অতিরিক্ত ঘনত্বে খাদ্য বাড়িয়ে দিলেই যথেষ্ট। খেতে না পাওয়া মাছ কম পরিমাণ অক্সিজেন গ্রহন করে এবং কম বর্জ্য সৃষ্টি করে। অতএব, এই ব্যবস্থায় স্টকিং রেট (ফিস/ঘন মিটার) এমনভাবে নির্ধারণ করা হয় যাতে ব্যবস্থাটি ব্যবহৃত খাদ্যের বর্জ্য অপসারণ করে জলের উৎকর্ষতা বজায় রাখতে পারে। RAS -র সর্বাধিক ফিড রেট কেপাসিটি ব্যবস্থাটির জল পরিশোধণের ক্ষমতা, ডিজাইন, কোন ধরণের মাছ চাষ হচ্ছে এবং কোন ধরণের মাছের খাবার খাওয়ানো হচ্ছে তার উপর নির্ভরশীল।

ফেনার ভগ্নাংশকরণ (প্রোটিন স্কিমার) ঃ

অনেক সুক্ষ্ম ভাসমান শক্ত কণা এবং দ্রবীভূত জৈবকণা যেগুলি অতিনিবিড় রিসার্কুলেটরি সিস্টেমে উৎপন্ন হয় সেগুলোকে সাধারণ পদ্ধতিতে অপসারণ করা যায় না। এই কণাগুলিকে ফোম ফ্র্যাকসানেশন দ্বারা সরানো ও নিয়ন্ত্রিত করা যায়। এই পদ্ধতির মাধ্যমে বায়ু নল দিয়ে বদ্ধ জলের নীচে পাঠানো হয়, ফলে জলের মধ্যে ফেনা তৈরী হয় যা উপরিভাগে উঠে আসতে থাকে তৎসঙ্গে দ্রবীভূত জৈব কণাগুলি জলের ফেনার সঙ্গে ভাসতে থাকে, তখন ওইগুলিকে সরানো হয়। এই প্রক্রিয়ায় গুরুত্বপূর্ণ বিষয় গুলি হলো ফেনার আকার এবং ফেনার সঙ্গে দ্রবীভূত জৈব পদার্থের সংযোগের সময়। ফেনার ভগ্নাংশকরণ নোনা জল ও মিঠা জলের পরিবেশে একটি কার্যকরী প্রক্রিয়া। নোনা জলে লবণাক্ততা বাড়ার সঙ্গে এর দক্ষতা বৃদ্ধি হয়। ফেনা ভগ্নাংশকরণ খুব সুদক্ষভাবে করা যায় যখন জলের লবনাক্ততা ১২ পিপিটি এবং তার বেশী হয়। কোন কোন সময় এটিকে বলা হয় প্রোটিন স্কিমার। ফেনা ভগ্মাংশকরনের একটি অতিরিক্ত সুবিধা হল জলের মধ্যে অক্সিজেন সংযোগ ঘটানো। দুর্ভাগ্যবশত এটি মিষ্টি জলে সবসময় ভালো কাজ নাও করতে পারে।

খাঁচায় চাষ ঃ

খাঁচায় চাষের ক্ষেত্রে জলাশয়ের সম্পূর্ন জল ব্যবহার হলেও মাছগুলি খাঁচায় আবদ্ধ থাকে ও ভিতর দিয়ে সহজে জল অবাধে চলাফেরা করতে পারে। উনবিংশ শতাব্দীর শেষের দিকে দক্ষিণ পূর্ব এশিয়ায় খাঁচায় মাছের চাষ শুরু হয় এবং ওই সময় খাঁচা তৈরীতে কাঠ বা বাঁশ ব্যবহার হতো এবং চাষ করা মাছকে ছোট কমদামী মাছ খাওয়ানো হতো।

সুবিধা ঃ

১. অনেক ধরণের জলাশয় যেমন হ্রদ, রিজার্ভার, পুকুর, ছোট জলাশয়, নদী ইত্যাদি ব্যবহার করা হয় যেখানে সহজে মাছ ধরা যায় না।
২. চাষের প্রাথমিক খরচ (পুঁজি) অনেক কম লাগে।
৩. মাছ আহরণ করা খুবই সহজ।
৪. দেখাশোনা, মাছের স্যাম্পেলিং করা খুবই সহজ।
৫. একই পুকুরে নির্দিষ্ট অংশ ব্যবহার করে খাঁচায় মাছ চাষ এবং পুকুরে অ্যনান্য মাছের চাষ করা যায়।
৬. মাছের দ্রুত গতির চলাফেরা কমে ফলে দ্রুত বৃদ্ধি করানো সম্ভব।

অসুবিধা ঃ

১. খাদ্য পুষ্টিগতভাবে সম্পূর্ণ হওয়া চাই এবং সঠিক সংরক্ষণ প্রয়োজন।
২. কম দ্রবীভূত অক্সিজেন সিন্ড্রোম বেশী দেখা যায়।
৩. রোগ হওয়ার প্রবণতা বেশী এবং রোগ তাড়াতাড়ি ছড়িয়ে পড়তে পারে।
৪. বর্বরতা বা চুরি বেশী হয়।

উপযুক্ত প্রজাতি এবং চাষ ঘনত্ব ঃ

মিঠা জল, আধানোনা জল, সামুদ্রিক জল ইত্যাদিতে খাঁচা ব্যবহার করে বিভিন্ন ধরণের খোলসযুক্ত প্রাণী ও মাছের চাষ করা হয়। খাদ্য হিসাবে ব্যবহৃত মাছের চাষ এবং ধানীপোনা থেকে চারাপোনা প্রতিপালন স্বাদু জলে খাঁচাতে করা হয়। খাঁচায় চাষযোগ্য তেলাপিয়া ভালো প্রজাতিগুলি হল- নাইলোটিকা, নীল তেলাপিয়া, ফ্লোরিডা লাল তেলাপিয়া, তাইওয়ান লাল তেলাপিয়া এবং এই প্রজাতিগুলির হাইব্রিড বা সংকর। মাছের প্রজাতি নির্বাচনের ক্ষেত্রে সহজলভ্যতা, বৃদ্ধি হার এবং কম তাপমাত্রা সহ্যের ক্ষমতা বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। খাঁচায় চাষের অন্য উপযুক্ত প্রজাতি হল ক্যাটফিস ও ভেটকি মাছ। চাষ ঘনত্ব নির্ভর করে মাছের প্রজাতি, খাঁচার আয়তন, জালের ছিদ্রের আকার, পুকুরের উপরিতলের আয়তন, এরেশানের প্রাপ্যতা এবং বিক্রয়যোগ্য ওজন। একটি পুকুরে এরেশন না দিলে উৎপাদন হয় ৫০০-১০০০ কেজি/হেক্টর, এরেশান দিলে মাছ উৎপাদন হয়

১০০০-২০০০ কেজি/হেক্টর। সাধারণত খাঁচায় মাছ উৎপাদন ২০-৪০ কেজি/ঘন মিটার। খাঁচার আয়তন সাধারণত ২০-৩০ ঘনমিটার হয়। খাঁচায় নেটের ছিদ্রের মাপ ১/২ ইঞ্চি হলে ৫ ইঞ্চ দৈর্ঘের চারা ছাড়া হয়। তেলাপিয়ার সঙ্গে চ্যানেল ক্যাটফিস চাষ করলে ক্যাটফিসের বৃদ্ধি ভালো হয় কারণ তারা ক্যাটফিসকে আরো বেশী খাদ্য খাওয়ার জন্য উদ্বুদ্ধ করে এবং খাওয়ার প্রবণতা বাড়ায়। মিশ্রচাষে তেলাপিয়া ১-৩ টি/ঘনমিটার এবং সঙ্গে ক্যাটফিস ১০ টি ছাড়া হয়। খাঁচার মাপ অনুযায়ী মাছের চাষ ঘনত্ব নিচে দেওয়া হল।

১.২×১.২×১.২ মি (চাষ ঘনত্ব ৩২০-৫০০); ২.৪×১.৪×১৪ মি (চাষ ঘনত্ব ৬৪০-১০০০); ২.৪×২.৪×১.২ মি (চাষ ঘনত্ব ১২৮০-২১০০০)

বৃদ্ধি ও রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য মাছ চাষে স্বাস্থ্যকর খাদ্যের ব্যবহার

লিজা প্রিয়দর্শনী

বিগত কয়েক দশক ধরে মৎস্য চাষ শিল্প দ্রুত বেড়ে চলেছে। এখনো পর্যন্ত মাছ চাষকে বিজ্ঞান থেকে শিল্পে সম্পূর্ণ পরিবর্তন অনেকটাই বাকি আছে। অন্যদিকে জলজ প্রাণী চাষের ক্ষেত্রে খাদ্য ও খাদ্য পরিচালনা একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। খাবারের দাম মাছ চাষের ক্ষেত্রে একটি গুরুত্বপূর্ণ খরচ যা মোট খরচের ৩০-৬০%। মৎস্য চাষে কমখরচে ও পরিবেশের ক্ষতি না ব্যাপকভাবে মাছ উৎপাদনের জন্য সঠিক পুষ্টি ও চাহিদা পূরণ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। মৎস্যপুষ্টি বিদ্যা হল মৎস্য বিজ্ঞানের একটি বিভাগ যেখানে মাছের সঠিক স্বাস্থ্য, বৃদ্ধি এবং উৎপাদনের জন্য সঠিক পুষ্টি চাহিদা ও শক্তির উৎস্য সম্পর্কে অধ্যয়ন করা হয়।

মাছচাষে পুষ্টির প্রয়োজনীয়তা ঃ

মাছের পুষ্টির জন্য অ্যামাইনো অ্যাসিড, ফ্যাটি অ্যাসিড, ভিটামিন, খনিজ লবন এবং শক্তি প্রদানকারী মাইক্রোনিউট্রিয়েন্ট (প্রোটিন, লিপিড ও কাবোহাইড্রেট) খুব দরকারী। মাছের খাদ্যই সবরকমের পুষ্টি প্রদান করে এবং প্রয়োজনীয় শক্তি এবং দৈহিক চাহিদা পূরণ করে বৃদ্ধি পেতে সাহায্য করে।

শুড়যুক্ত (ক্যাটফিশ) মাছের পুষ্টি: প্রয়োজনীয় পুষ্টি উপাদান ঃ

প্রোটিন ও অ্যামাইনো অ্যাসিড ঃ

প্রোটিন ও অ্যামাইনো অ্যাসিড কিছু মাছের বিপাক ক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে এবং তার বৃদ্ধি, প্রজনন, রোগ প্রতিরোধ ও পরিবেশে অস্তিত্ব রক্ষায় সাহায্য করে। মাছের দেহের শুষ্ক ওজনের ৭০ ভাগ প্রোটিন থাকে। বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহৃত শুড়যুক্ত মাছের খাদ্যে ২৮-৩২% প্রোটিন থাকে। খাদ্যে কম পরিমানে প্রোটিন থাকলে বৃদ্ধি হলেও দেহে চর্বির পরিমাণ বৃদ্ধি করে। শুড়যুক্ত মাছের ছোট ধানী ও চারা পোনার খাদ্যে প্রচুর পরিমাণে প্রোটিন প্রয়োজন। ধানীপোনার জন্য হ্যাচারীতে ব্যবহৃত খাদ্যে ৪৫-৫০% প্রোটিন থাকে এবং চারা পোনার খাদ্যে ৩৫% প্রোটিন এর প্রয়োজন হয়। শুড়যুক্ত মাছের খাদ্যে প্রোটিন এর উৎস্যগুলি হল সোয়াবিন গুঁড়ো, মাংস ও হাড়/রক্ত গুঁড়ো এবং মাছের গুঁড়ো।

লিপিড এবং পলি অ্যানস্যাচুরেটেড ফ্যাটি অ্যাসিড ঃ

লিপিড (চর্বি ও তেল) সহজ পাচ্য এবং কার্বোহাইড্রেট-এর প্রায় দ্বিগুন শক্তি উৎপন্ন করে। ইহা বিপাকে সাহায্য করে এবং প্রয়োজনীয় ফ্যাটি অ্যাসিড যোগান দেয়, ফ্যাটে দ্রবীভুত ভিটামিন শোষণের মত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। খাদ্যে লিপিড-এর পরিমাণ বাড়ালে তা খাদ্যগ্রহণের চাহিদা বৃদ্ধি করে। লিপিড দেহকোশে সঞ্চয়ের ফলে মাংসে সুগন্ধ সৃষ্টি হয়। লিপিড খুব কম পরিমাণে প্রয়োজনীয় ফ্যাটি অ্যাসিড সরবরাহ করে। শুঁড়যুক্ত মাছের খাদ্যে ০.৫-০.৭% ওমেগা-৩ ফ্যাটি অ্যাসিডের প্রয়োজন। শুঁড়যুক্ত মাছের খাদ্যে লিপিডের পরিমাণ থাকে শতকরা ৫-৬ ভাগ। শতকরা ৩-৪ ভাগ লিপিড সাধরণভাবে খাদ্য উপাদানে থাকে, বাকি শতকরা ১-২ ভাগ দানা খাদ্যের উপর ছড়িয়ে দেওয়া হয়। খাদ্যে লিপিড ব্যবহার করার ফলে তা শক্তি প্রদান করে এবং খাদ্য গুঁড়ো হয়ে নষ্ট হয়ে যাওয়ার হাত থেকে রক্ষা করে। প্রয়োজনীয় ফ্যাটি অ্যাসিডের সরবরাহ করা হয়ে থাকে সামুদ্রিক মাছের তেল থেকে। প্রাকৃতিক খাদ্য কণা, যেমন জুপ্লাংকটন প্রয়োজনীয় ফ্যাটি অ্যাসিডের উত্তম উৎস্য। বেশি পরিমাণে মাছের তেলের ব্যবহার আঁশটে গন্ধ সৃষ্টি করে।

কার্বোহাইড্রেট ঃ

কার্বোহাইড্রেট-এর ব্যবহার নির্ভর করে মাছের প্রজাতি, কি ধরণের কার্বোহাইড্রেট, তার আনবিক জটিলতা, তার প্রক্রিয়াকরণ এবং খাদ্যে অর্ন্তভূক্তির পরিমাণের উপর। তৃণভোজী এবং সর্বভূক মাছেদের তুলনায় মাংসাশী মাছেদের কম কার্বোহাইড্রেট প্রয়োজন। শুঁড়যুক্ত মাছেদের খাদ্যে শতকরা ২৫ ভাগ অথবা দ্রবীভূত কার্বোহাইড্রেট প্রয়োজন এবং শতকরা ৩-৬ শতাংশের বেশি অপরিপাকযোগ্য ফাইবার (প্রধান সেলুলোজ) থাকে। শুঁড়যুক্ত প্রজাতি ভালোভাবে এই ফাইবার যুক্ত খাদ্য

হজম করতে পারেনা, তাই যত সম্ভব তার পরিমাণ খাদ্যে কম রাখা উচিত। বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহৃত শুঁড়যুক্ত মাছের খাদ্যে শতকরা ৫ ভাগের কম অপরিপাকযোগ্য ফাইবার থাকে।

ভিটামিন ঃ

ভিটামিন দেহ গঠণ ও বিপাক ক্রিয়ায় একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। খুব কম পরিমাণে ভিটামিনের খাদ্যে উপস্থিতিতে বৃদ্ধি, স্বাস্থ্য ও প্রজননে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করে। কিছু ভিটামিন দেহে তৈরী হয় যা খাদ্যের সাথে যোগান দেওয়ার প্রয়োজন হয় না। মাছ চাষের ক্ষেত্রে ভিটামিনের অভাব একটি সাধারণ ঘটনা কারণ তাদের সঠিক পরিমাণে খাদ্যে পাওয়া যায় না অথবা তাদের অন্যান্য পদার্থের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটে ব্যবহারযোগ্য অবস্থায় থাকে না। কিছু কিছু ভিটামিন, যেমন C ও E অ্যান্টিঅক্সিডেন্ট হিসাবে কাজ করে ও রোগ প্রতিরোধক ক্ষমতা বাড়ায়।

খনিজ লবন ঃ

অন্যান্য প্রাণীদের মত বিপাক ক্রিয়া ও হাড়ের পরিপূর্ণতা লাভের জন্য শুঁড়যুক্ত মাছের ক্ষেত্রেও খনিজ লবন প্রয়োজন। দেহরস এবং পরিবেশের সঙ্গে সামঞ্জস্য রক্ষায় খনিজ লবন বিশেষ ভূমিকা গ্রহণ করে। ক্যাটফিশ খনিজ লবন জল থেকে সংগ্রহ করে। শুঁড়যুক্ত মাছের প্রজাতির ক্ষেত্রে ১৪ টি খনিজ লবন গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করে (ফসফরাস, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম, সোডিয়াম, ক্লোরিন, পটাশিয়াম, জিঙ্ক, সেলিনিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ, লোহা, তামা, কোবাল্ট ইত্যাদি)। সেলিনিয়াম ও ভিটামিন E উচ্চশক্তিসম্পন্ন সুপার অক্সাইড আয়ন তৈরী করে মাইক্রোফেজের দ্বারা। খাদ্যে সেলিনিয়াম বৃদ্ধি ও ছোট মাছের প্রতিরোধক্ষমতা বৃদ্ধি করে, অ্যান্টিবডি তৈরী করে। অনেক তথ্য থেকে জানা যায় যে, খনিজ লবন মাছের রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

মাছের পুষ্টির প্রাপ্যতার অসুবিধা ঃ

- যথাযথ খাদ্যের অভাব।
- লাইভ ফিডের মধ্যে পুষ্টি পরিমাণ নিয়ন্ত্রন করা কঠিন, কারণ ঐ প্রাণীর নিজস্ব বিপাক ক্রিয়ায় পুষ্টির মাত্রা পরিবর্তিত হয়।
- বাণিজ্যিকভাবে প্রস্তুত করা খাদ্যে প্রযুক্তিগত কারণে পুষ্টি উৎপাদনের বেরিয়ে যাওয়া ও মাছের কম হজম করার ক্ষমতা।
- উত্তম বৃদ্ধি ও বাঁচার জন্য লার্ভার খাদ্য হিসাবে রটিফার ও আর্টেমিয়াকে মাইক্রো ডায়েট দিয়ে সম্পূর্ণভাবে প্রতিস্থাপন করা যায়নি।

অন্যান্য জিনিসের তুলনায় লাইভ ফিডের পুষ্টিমূল্য ও হজম হওয়ার ক্ষমতা অনেক বেশি। হাইলি আন্‌স্যাচুরেটেড ফ্যাটি অ্যাসিড খাদ্যকণায় খুব কম পরিমাণে থাকে বা একদম থাকে না বললেই চলে। বিকল্প খাদ্য ব্যবহার করা হয় যখন জীবন্ত সবুজ খাদ্যকনার মজুত যথেষ্ট পরিমানে থাকে না। মৃত শুকানো শ্যাওলা ও শ্যাওলার পেস্ট ৫০% জীবন্ত শ্যাওলার পরিমাণের বদলি হিসাবে ব্যবহৃত হতে পারে।

লাইভ ফিডের পুষ্টির মানোন্নয়ণ ঃ

বিভিন্ন লার্ভার ক্ষেত্রে মাইক্রোঅ্যালগি থেকে পাওয়া পলিআনসাচুরেটেড ফ্যাটি অ্যাসিড (PUFA) গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। বেশিরভাগ জুপ্লাংকটন, আর্টেমিয়া ও রটিফার এর মধ্যে PUFA-র অভাব থাকে। তাই মাছের হ্যাচারিতে গ্রীণ ওয়াটারের সঙ্গে রটিফার ও আর্টেমিয়াকে খাদ্য হিসাবে ব্যবহার করা হয়। তাই মাছ ও চিংড়ির লার্ভার জন্য লাইভ ফিডের পুষ্টিকর মন্নোনয়ণ করা হয়। বর্তমানে ‘‘বায়োএনক্যাপসুলেশান’’ ও ‘‘এনরিচমেন্ট’’ খুব সাধারণ পদ্ধতি যার মাধ্যমে মাছের হ্যাচারিতে লার্ভার জন্য লাইভ ফিডের পুষ্টির মান বাড়ানো হয়।

উপসংহার ঃ

মাছচাষ শিল্পে মাছের পুষ্টিবিদ্যার এক গুরুত্বপূর্ণ অবদান আছে। ভবিষ্যতে নিরাপদ পুষ্টিকর খাবার সরবরাহ যা পরিবেশ সহায়ক জীবনের চাবিকাঠি হবে তার জন্য মাছচাষ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে। ভবিষ্যতে জৈব প্রযুক্তির ব্যবহার ছাড়া সাফল্যলাভ অসম্ভব হয়ে উঠবে। বিজ্ঞানীগণ নতুন নতুন প্রযুক্তির দ্বারা আমাদের সমাজের উন্নতি সাধনের প্রয়াস চালিয়ে যাচ্ছে। পুষ্টিকর নিরাপদ খাদ্য প্রস্তুতির সঙ্গে সামঞ্জস্য রেখে পরিবেশ সহনশীল এরূপ উন্নত খাদ্য উৎপাদন করবে এবং তারা চেষ্টা করেন যত কম প্রাকৃতিক উৎস্য ব্যবহার করে সমাজের বেশি বেশি উন্নতি যায়। খাদ্য তৈরিতে অবশ্যই একটি যুক্তিসংগত সহজ নিয়ম থাকবে এবং যতবেশি সম্ভব বিকল্প খাদ্য উপাদান যা কমদামে পাওয়া যায় তা ব্যবহার করে বাণিজ্যিকভাবে সফল মাছ চাষ সম্ভব হবে।

তৈরি করা খাবার দিয়ে ইলিশ মাছের একক এবং মিশ্র চাষ

দেবাশিষ দে, টি. শিবরামাকৃষ্ণন, কে.পি. সন্দিপ, কে.পি. কুমারাগুরুভাসাগাম,
জে. শ্যামদয়াল, কে. আম্বাসঙ্কর

ভুমিকা

মাছ চাষে খাবার হল একটি প্রধান উপাদান। পুষ্টিগতভাবে পরিপূরক খাদ্য তৈরির জন্য নির্দিষ্ট প্রজাতির পৌষ্টিক চাহিদা, উপযুক্ত খাদ্য উপাদান নির্বাচন, খাদ্যের ফর্মুলা ও খাদ্য তৈরীর পদ্ধতির সঠিক জ্ঞান থাকা প্রয়োজন যাতে পুষ্টিগুণসম্পন্ন এবং জলে স্থায়ী হয় এমন খাবার তৈরি করা যায়। মাছ চাষের প্রকারভেদ অনুসারে বিভিন্ন রকমের খাদ্য ব্যবহার করা হয়। যেখানে চিরাচরিত মাছ চাষে কোন খাদ্য ব্যবহার করা হয় না অথচ আধানিবিড় বা নিবিড় পদ্ধতির মাছ চাষে পরিপূরক এবং পুষ্টিগুণসম্পন্ন খাবার প্রয়োজন হয়।

মাছসহ অন্যান্য সমস্ত প্রাণীদের প্রয়োজনীয় শক্তি (এনার্জি) চাহিদা পূরণের জন্য খাদ্যের প্রয়োজন এবং এই শক্তি ব্যবহার করে তারা তাদের প্রয়োজনীয় চলাফেলা ও অন্যান্য কার্যকলাপ, যেমন বৃদ্ধি ও বংশবিস্তার করতে পারে। যেহেতু মাছ শীতল রক্ত (কোল্ড ব্লাডেড) যুক্ত প্রাণী, তাই তাদের শরীরের তাপমাত্রা জলের তাপমাত্রার সঙ্গে ওঠানামা করে এবং শরীরের তাপমাত্রা বজায় রাখার জন্য কোন রকম শক্তি খরচ করতে হয় না এবং সেই জন্য অন্য প্রাণীর চেয়ে মাছ তাদের খাবার বেশি ভালোভাবে ব্যবহার করতে পারে। বিভিন্ন মাছের পুষ্টি চাহিদার পরিমাণ ও গুনাগুন আলাদা হয় এবং ওই মাছের প্রকৃতি, খাদ্যাভাস, মাছের আকার, পরিবেশ এবং প্রজনন অবস্থার উপর নির্ভরশীল।

মাছের খাবারে পর্যাপ্ত শক্তি কেবলমাত্র শরীর রক্ষণাবেক্ষণের জন্য নয় যা বেসাল মেটাবলিক ক্রিয়া বলা হয়, কিন্তু ইহা মাছের সামগ্রিক বৃদ্ধিতে সাহায্য করে। প্রাকৃতিক পরিবেশে মাছ অনেক ধরণের খাদ্য পেতে পারে যা তাদের সুস্বাস্থ্য ও বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় উপাদান যোগান দেয়। যখন তাদের পুকুরে চাষ করা হয় অবশ্যই সঠিক পুষ্টিকর খাবার খাওয়াতে হবে এই কারণে প্রত্যেক প্রজাতির পুষ্টির চাহিদা জানা খুব প্রয়োজন।

ইলিশ মাছের পুষ্টির চাহিদা

মাছের শক্তি এবং অত্যাবশ্যকীয় পুষ্টির দরকার তার শরীরের রক্ষণাবেক্ষণ সাধারণ বিপাকীয় কার্যকলাপ এবং বৃদ্ধি ঘটানোর জন্য। মাছ পুকুরে প্রাকৃতিক খাদ্য গ্রহণ করে তার শক্তি ও পুষ্টির অভাব মেটায়। চাষীর দেওয়া খাদ্য থেকেও অথবা উভয় প্রকার খাদ্য থেকে চাহিদা পূরণ করে থাকে। মাছের খাদ্য চাহিদা মাছের পরিমাণ এবং গুণগত মান যেমন খাদ্যাভাস, পরিপাকতন্ত্রের গঠণের, আকার ও অবস্থার উপর নির্ভরশীল। খাদ্যের প্রয়োজনীতা পরিবেশগত কারণ যেমন তাপমাত্রা এবং কি পরিমাণ কি ধরনের খাদ্য প্রকৃতিতে মুজুতের উপর নির্ভরশীল।

খাদ্যর মূল উপাদান গুলি হল জল, প্রোটিন, লিপিড, শর্করা, মিনারেল এবং ভিটামিন। এগুলোর মধ্যে প্রোটিন, লিপিড ও শর্করা হল ম্যাক্রোনিউট্রিয়েন্ট এবং মিনারেল ও ভিটামিন কে বলে মাইক্রোনিউট্রিয়েন্ট। প্রোটিন অ্যামাইনো অ্যাসিড দ্বারা গঠিত। ১০ প্রকার অ্যামাইনো অ্যাসিড মাছের শরীরে পর্যাপ্তভাবে উৎপাদিত হয় না কিন্তু এগুলির খাদ্যের সরবরাহ সর্বাধিক বৃদ্ধি ও বিকাশের জন্য বিশেষ ভাবে প্রয়োজন, এগুলিকে অত্যাবশ্যকীয় (এসেনসিয়াল) অ্যামাইনো অ্যাসিড বলে। অন্যান্য প্রয়োজনীয় অ্যামাইনো অ্যাসিড এই অত্যাবশ্যকীয় অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে তৈরি হতে পারে। প্রত্যেক মাছের অ্যামাইনো অ্যাসিডের চাহিদা তাদের প্রজাতি এবং জীবদ্দশার উপর নির্ভরশীল। লিপিড মাছের আহারে খুব গুরুত্বপূর্ণ এবং শক্তি সরবরাহের জন্য প্রয়োজন। শক্তির উৎস্য হিসাবে অত্যাবশ্যকীয় হল ফ্যাটি অ্যাসিড, স্টেরল, ফসফোলিপিড, মাছের তেল ও সয়াবিন তেল মাছের খাদ্য তৈরিতে লিপিডের উৎস্য হিসাবে গণ্য হয়।

লিপিড যা ফ্যাটি অ্যাসিড দ্বারা গঠিত এবং এটি খাদ্যের জন্য অপরিহার্য্য। কার্বোহাইড্রেট বা শর্করা হল ফাইবার তন্তু, স্টার্চ এবং সুগার। এগুলি শক্তির অত্যাবশ্যক উৎস্য হিসাবে বিবেচনা করা হয় না ঠিক, কিন্তু এগুলো শক্তির উৎস্য হিসাবে বিবেচনা করা হয় যা খাদ্যের গুনাগুন কে অতি মাত্রায় প্রভাবিত করে। সাধারণত, শর্করা শক্তি যোগানোর সস্তার উৎস্য যদিও বিভিন্ন মাছের শর্করা ব্যবহার ক্ষমতা বিভিন্ন হয়। শর্করা খাদ্যকণাকে বাঁ তে সাহায্য করে।

ইলিশ মাছের পুষ্টি চাহিদা

শক্তি (কিলোক্যালরি/কেজি)	৪০০০-৪৫০০
প্রোটিন (%)	৩৫-৪০
লিপিড (%)	১২

মিনারেল বা খনিজ লবণ মাছের হাড়ের গঠণের জন্য খুব গুরুত্বপূর্ণ তাছাড়া অন্যান্য বিপাকীয় কার্যে খুব গুরুত্বপূর্ণ। খনিজ লবণের মধ্যে অ্যাস (ছাই) অংশটি খাদ্যের মধ্যে অজৈব উপাদান হিসাবে কাজ করে।

ভিটামিন হলো একটি জটিল জৈব যৌগ, যা খুব অল্প পরিমাণে প্রয়োজন এবং মাছের বৃদ্ধি জনন, স্বভাবিক বিপাকীয় ক্রিয়াকলাপে সাহায্য করে। খাদ্যে সঠিক পরিমাণ ভিটামিন না থাকলে মাছ বিভিন্ন ধরণের রোগে আক্রান্ত হয়। অনেক ভিটামিন এবং বিশেষ করে ভিটামিন সি তাপে, আলো ও জলীয়বাষ্প দ্বারা খুব সহজে নষ্ট হয়ে যায় যা মাছের ব্যবহারের অনুপযোগী হয়ে পড়ে।

ইলিশ মাছ প্রাথমিকভাবে শক্তির চাহিদা পূরণের জন্য খাবার খায়। প্রোটিনের তুলনায় যদি খাদ্যে খুব বেশি শক্তি থাকে তাহলে শক্তির চাহিদা পূরণ হয়ে গেলে মাছ আর খাবার খাবে না ও প্রোটিনের অভাব দেখা দেবে। খাদ্যে শক্তি ও প্রোটিনের অনুপাত বোঝা খুব গুরুত্বপূর্ণ। এই অনুপাত মাছের আকারের উপর প্রভাব বিস্তার করে। সাধারণত শক্তির থেকে প্রোটিনের অনুপাত বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে মাছের ওজন বাড়তে থাকে। পৌষ্টিক চাহিদা নির্ধারণ স্থানীয়ভাবে প্রাপ্ত উপাদানের সাহায্যে বিভিন্ন মাপের প্রোটিন ও ফ্যাটযুক্ত খাদ্য, ভাসা খাদ্য তৈরীর মেশিনের সাহায্যে তৈরি করা হয়। দেখা গেছে যে ইলিশ মাছের খাদ্যে ৩৫ শতাংশ প্রোটিন এবং ১২ শতাংশ লিপিড সর্বোত্তম।

জীবদ্দশার স্তর অনুযায়ী ইলিশের পছন্দের খাবার

ইনডেক্স অফ প্রিপনডারেন্স (%) এবং ফ্রিকুয়েন্সি অকারেন্স (%) অনুযায়ী, ৫ গ্রামের কম মাছের ক্ষেত্রে ইলিশের পাকস্থলীতে ডায়াটম বেশি পরিমাণে পাওয়া গেছে এবং ডায়াটমের (Diatom) মধ্যে কসিনোডিস্কাস (*Coscinodiscus* sp.) প্রজাতি সবচেয়ে বেশি। ৫-১০০ গ্রাম ওজনের মাছের ক্ষেত্রে কপিপোড (copepod), ডায়াটম (diatom) এবং ফিলামেন্টাস এলগি (filamentous algae) সব চেয়ে বেশী। ডায়াটম গ্রুপের মধ্যে কসিনোডিস্কাস এবং নিটজিয়া (*Nitzschia* sp.) হল মূল প্রজাতির ডায়াটম। ১০১ থেকে ২০০ গ্রাম মাছের ক্ষেত্রে, কসিনোডিস্কাস, বিধুলফিয়া (*Biddulphia* sp.), প্লিওরসিগমা (*Pleurosigma* sp.), ডায়াটমা (*Diatoma* sp.) এবং নিটজিয়া হল প্রধান ডায়াটম, ফিলামেন্ট এলগির মধ্যে ইউলোথ্রিক্স (*Ulothrix* sp.) হল মূল প্রজাতি। ২০১ থেকে ৪০০ গ্রাম মাছের ক্ষেত্রে, ডায়াটমের মধ্যে কসিনোডিস্কাস, নিটজিয়া, প্লিওরসিগমা, ডিপ্লোনেইজ রোবাসটাস (*Diploneis robustus*), বিধুলফিয়া প্রজাতি সবচেয়ে বেশি এবং ফিলামেন্ট এলগির মধ্যে স্পাইরোগাইরা (*Spyrogyra* sp.) ও ইউলোথ্রিক্স হল মূল প্রজাতি। ৪০১ থেকে ৬০০ গ্রাম মাছের ক্ষেত্রে, ডায়াটম ও কপিপোড হোল মূল খাবার। ডায়াটমের মধ্যে কসিনোডিস্কাস, ডায়াটমা, নিটজিয়া, প্লিওরসিগমা এবং অ্যাস্টেরিওনেলা (*Asterionella* sp.) হল মুখ্য এবং ফিলামেন্ট এলগির মধ্যে ইউলোথ্রিক্স এবং কসিনোডিস্কাস হল মূল ইউনিসেলুলার এলগি (unicellular algae)। ৬০১ থেকে ৮০০ গ্রাম মাছের ক্ষেত্রে, ডায়াটম ও কপিপোড হোল মূল খাদ্য। ডায়াটমের মধ্যে

কসিনোডিস্কাস, নিটজিয়া, প্লিওরসিগমা এবং রাইজোসলেনিয়া ক্রসিপিনা (*Rhizosolenia crassipina*), থেলাসিউথ্রিক্স (*Thalassiothrix sp.*) মুখ্য প্রাজতি। ৮০০ গ্রাম -এর বেশী ওজনের মাছের ডায়াটম হোল মূল খাদ্য উপদান। কসিনোডিস্কাস, ডায়াটমা, নিটজিয়া হল আন্যতম। এই অধ্যয়ন নির্দেশ করে যে ইলিশ মাছ ডায়াটম ও কপিপোড খেতে পছন্দ করে। অন্ত্রের উপাদান (gut content) বিশ্লেষণ করে দেখা গেছে যে ছোট মাছ কপিপোড ও প্রাণীকণা, তারপর থেকে ধীরে ধীরে বড় হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে ডায়াটম ও ফিলামেন্ট এলগি খেতে পছন্দ করে। ইন্ডোর পরীক্ষাতে (Indoor experiment), ইলিশ মাছ লাইভ ফিড খেতে পছন্দ করে এবং ইলিশ ফ্রাই মিশ্র প্রাণীকণা ও কপিপোড, মাইসিড এবং রটিফার খেয়ে ট্যাংকে সর্বাধিক ওজন বৃদ্ধি পেয়েছে।

বিভিন্ন উৎস্য থেকে সংগৃহীত ইলিশ মাছের দেহের উপাদান বিশ্লেষণ

ইলিশ মাছের দানা খাদ্য তৈরীর জন্য বিভিন্ন আকারের ইলিশ মাছের দেহের উপাদান বিশ্লেষণ করা হয়েছে। মাছ বড় হওয়ার সাথে সাথে যথেষ্টভাবে প্রোটিন ও শর্করার মাত্রা মাছের শরীরে কমে যায় এবং ফ্যাট বাড়তে থাকে। ৫ গ্রামের নিচে ওজনের ইলিশ চারার আর্জিনিন, মিথায়োনিন ও গ্লাইসিন অ্যামাইনো অ্যাসিডের মাত্রা বাড়ে অথচ ৮০০ গ্রামের বড় মাছের শরীরে লিউসিন ও আইসো-লিউসিনের মাত্রা বেশি থাকে। বড় মাছের থেকে ৫ গ্রামের নিচের মাছের শরীরে সম্পৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিডের ও একক অসম্পৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিডের পরিমাণ কম থাকে অথচ ৫ গ্রামের নিচের মাছের শরীরে ডি.এইচ.এ. (DHA) বেশি থাকে।

বড় মাছের তুলনায় ছোট মাছের শরীরে মোট শর্করার পরিমাণ বেশ বেশি থাকে। ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম, ফসফরাস, জিঙ্ক, ম্যাঙ্গানীজ, ক্রোমিয়াম এবং লৌহের মাত্রা ছোট মাছে বেশি থাকে। ক্যালসিয়াম এবং ফসফরাসের মাত্রা যথাক্রমে ০.৩৭-০.৯৯ শতাংশ এবং ০.৩২-০.৬৫ শতাংশ থাকে। ছোট মাছের শারীরবৃত্তীয় কার্যকলাপ বেশি থাকার কারণে বেশি মাত্রায় প্রোটিন, শর্করা ও ফ্যাটি অ্যাসিডের (DHA) প্রয়োজন হয়। বড় মাছের শারীরবৃত্তীয় কার্যকলাপ কম হওয়ার কারণে অতিরিক্ত ফ্যাট শরীরে জমা হয়।

খাদ্য প্রস্তুতি

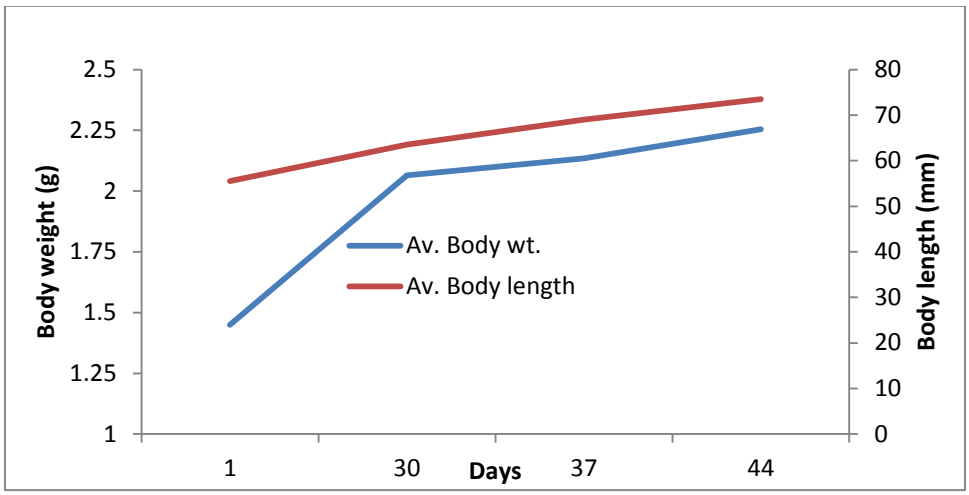
সবকিছু ঠিকঠাক নির্ধারণ করার পরে স্থানীয়ভাবে প্রাপ্ত খাদ্য উৎপাদানের মাধ্যমে ইলিশ মাছের ভাসমান ও ধীরে ধীরে ডুবন্ত খাবার তৈরি করা সম্ভব হয়েছে। খাদ্য প্রস্তুতির মূল লক্ষ্য হলো পুষ্টিগতভাবে সম্পূর্ণ খাবার তৈরি করা যা কম খরচে মাছের দ্রুত বৃদ্ধি করতে সক্ষম হয়। এই জন্য সর্বপ্রথম স্থানীয়ভাবে প্রাপ্ত খাদ্য উপাদানগুলি যেগুলি সহজলভ্য তা জোগাড় করতে হবে, সঠিক পুষ্টির চাহিদা জানতে হবে এবং মাছের হজম করার ক্ষমতা জানতে হবে। কোন একটিমাত্র উপাদান দিয়ে খাদ্য তৈরি করা চলবে না। যেসব খাদ্য উপাদানে অপুষ্টিকর উপাদান আছে সেগুলি ব্যবহার করা চলবে না। সবকিছু খরচ খরচা বিচার করে তবেই উপযুক্ত খাবার তৈরি করতে হবে।

পুষ্টিবিশারদদিগকে খাদ্য তৈরীর পদ্ধতি থেকে শুরু করে মাছের খাদ্য গ্রহণ পর্যন্ত সবকিছু বিবেচনা করতে হবে। ভালো মাছের খাবার তৈরির জন্য ঠিকঠাক খাদ্য উপাদান নির্বাচন, ঠিক পরিমাণে সবকিছুর মিশ্রণ এবং ঠিকমতো গ্রহণযোগ্য উপায়ে প্রস্তুতকরণ বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ।

তৈরী দানা খাদ্যের গ্রহণযোগ্যতা

ফাইবারের তৈরি ট্যাংকে ১ মাস সময় ধরে ইলিশের ছোট চারাকে জীবন্ত খাবারে (লাইভ ফিড) অভ্যস্ত করানো হয়। তারপর ধীরে ধীরে শুষ্ক কপিপড পাউডার জীবন্ত খাবারের মধ্যে মেশানো হয় এবং ধীরে ধীরে এক সপ্তাহের মধ্যে মাছগুলি কেবলমাত্র শুষ্ক কপিপড পাউডার খেতে অভ্যস্ত হয়। পরের ১ সপ্তাহে ইলিশ চারাকে খুব ছোট মাপের তৈরী দানা

খাবারে অভ্যস্ত করানো হয়। এইভাবে দানা খাদ্যে অভ্যস্ত করালে ৪৫ দিন পরে ইলিশ চারাগুলি সম্পূর্ণভাবে তৈরি দানা খাদ্য খেতে সক্ষম ও ৫৫.৮৬ শতাংশ বৃদ্ধি হয়।



দানা খাদ্যে অভ্যস্ত করার সময় ইলিশের বৃদ্ধির হার

ইলিশের লার্ভার খাদ্য

লার্ভা দশার জন্য ৩০০-৮০০ মাইক্রোন সাইজের অতি ক্ষুদ্র দানার প্রয়োজন যাতে ৫০-৫৫ শতাংশ প্রোটিন এবং ১২ শতাংশ ফ্যাট থাকা প্রয়োজন। এই খাদ্য প্রস্তুতিতে খুব ভালো গুণমানের ই.পি.এ. (EPA) এবং ডি.এইচ.এ .(DHA) সংযোজিত খাদ্য উপাদান ব্যবহার করা জরুরী। এই লার্ভার খাবার প্রতিষ্ঠানের নিজস্ব গবেষণাগারে পরীক্ষা করা হয়। এই খাদ্যের গ্রহণযোগ্যতা এবং স্বাদ বিভিন্ন দশার ইলিশ লার্ভার ক্ষেত্রে অতি উত্তম।

লার্ভার খাদ্য

ইলিশের গ্রো-আউট ফিড (হিলশা$^{প্লাস}$)

সি.আই.বি.এ. দেশীয় খাদ্য উৎপাদানের মাধ্যমে ইলিশ চাষের লাভজনক সুষম খাদ্য হিলশা$^{প্লাস}$ তৈরিতে সক্ষম হয়েছে। সবকিছু নির্ধারণ করার পরে যেমন ইলিশ মাছের প্রয়োজনীয় প্রোটিন, ফ্যাট ও অ্যামাইনো অ্যাসিড (লাইসিন ও মিথিওনিন) প্রয়োজনীয় পরিমাণ নির্ধারণ করে ৩৫ শতাংশ প্রোটিন ও ১২ শতাংশ ফ্যাট যুক্ত ভাসমান ও ধীরে ডুবন্ত খাদ্য তৈরি সম্ভব হয়েছে। এই খাদ্য দিয়ে নোনা পুকুরে ও মিষ্টি জলের পুকুরে ইলিশ মাছের চাষ করা হচ্ছে।

এই খাবার নোনা জলের পুকুরে ও মিষ্টি জলের ইলিশ চাষের পুকুরে ব্যবহার করে দেখা গেছে যে , এই খাবার মাছের ক্ষেত্রে খুব গ্রহণযোগ্য ও সুস্বাদু। এই খাবার দিয়ে ইলিশ চারা (৫২.৯৭ ± ৫.৫০ মিমি/১.৩৭ ± ০.১৮ গ্রাম) প্রতি হেক্টরে ৮৮০০ সংখ্যার নোনা পুকুরে চাষ করে ২১ মাসে ৩৬০ গ্রাম/৩৩০ মিমি পর্যন্ত বৃদ্ধি হয়েছে সঙ্গে ৩০ শতাংশ বাঁচার হার সহ।

মিশ্র চাষে ব্যবহৃত ইলিশ মাছের খাদ্য

ইলিশ মাছের বৃদ্ধির হার খুব কম। কাকদ্বীপ গবেষণা কেন্দ্রের পুকুরে আড়াই বছরে চাষে ৪০০ গ্রাম পর্যন্ত বৃদ্ধি সম্ভব হয়েছে। যদিও ইলিশ খুবই দামী মাছ কিন্তু এই মাছের একক চাষ লাভজনক নয় এর স্বল্প বৃদ্ধির হারের জন্য। এটাকে লাভজনক করার জন্য ইলিশ ও অন্যান্য মাছের খাদ্যভ্যাস বিচার করে অন্য মাছের সাথে চাষ করা যেতে পারে। এরকম মিশ্রচাষে ধীরে ধীরে ডুবন্ত খাবার ব্যবহার করতে হবে যাতে নিচে ডুবে যাওয়া খাবার জলের নীচের তলায় বসবাসকারী মাছ

খেতে পারে এবং জলে ভেসে থাকা খাবারগুলি ইলিশ মাছ খেতে পারে। মিশ্র চাষের জন্য উপযুক্ত খাবার উদ্ভাবন প্রক্রিয়া এখনও এই গবেষণা কেন্দ্রের গবেষণা গবেষণা স্তরে রয়েছে।

ইলিশ মাছের খাদ্যাভাস

প্রতি ৪ ঘণ্টা অন্তর ইলিশের খাদ্যনালীতে উপস্থিত খাদ্যকণার উপস্থিতি বিশ্লেষণ করে ইলিশের খাদ্যভাস নির্ণয় করা হয়েছে। সকাল ৭ টায় দেখা গেছে যে, ইলিশের খাদ্যনালী খালি, সকাল ১১ টায় ৫০ শতাংশ ভর্তি, বেলা ৩ টে ৭৫ শতাংশ ভর্তি এবং সন্ধ্যা ৭ টায় ১০০ শতাংশ অর্থাৎ পুরোটাই ভর্তি এবং পুকুরে উপস্থিত উদ্ভিদ ও প্রাণী কণাই খাদ্যনালীতে পাওয়া গেছে। এর থেকে বোঝা গেছে যে ইলিশ মূলত দিনের বেলায় খাবার খায় এবং যা কিছু পুকুরে পাওয়া যায় সেই সব কিছুই খেতে অভ্যস্ত।

নোনা ট্যাংরার প্রজনন ও পোনা উৎপাদন

স্বাগত ঘোষ
বিষয়বস্তু বিশেষজ্ঞ (মৎস্যবিজ্ঞান)
শস্য শ্যামলা কৃষি বিজ্ঞান কেন্দ্র, রামকৃষ্ণ মিশন বিবেকানন্দ বিশ্ববিদ্যালয়
সোনারপুর, কোলকাতা - ৭০০০১৫০
ই-মেল: swagotor@gmail.com

উপকূলীয় ঈষৎ নোনা জলে বা নদী মোহনার নোনা জলে মাছ বা চিংড়ি চাষ অথবা মাছ ও চিংড়ির সমন্বয় চাষ উপকূলীয় জনগোষ্ঠীর জীবনধারণ ও দেশের অর্থনীতিতে বিশেষ ভূমিকা পালন করে। চিরাচরিত ব্রাকিশওয়াটার মাছ বলতে ভেটকি, পার্শে, ভাঙন, পায়রাচাঁদা বোঝালেও বর্তমানে নোনা ট্যাংরার চাহিদা দিন দিন বেড়েই চলেছে। সাধারণত একটি পরিণত নোনা ট্যাংরার গড় ওজন ১০০-১৫০ গ্রাম হয় যা কখনও ২৫০ গ্রাম পর্যন্ত হতে পারে। মাছের স্বাদ ও পুষ্টির গুণগত মান খুব ভালো হওয়ায় আভ্যন্তরীন ও বৈদেশিক চাহিদা বর্তমান। বছর দশেক আগেও এই সমস্ত উপকূলীয় নদী নালায় এই ট্যাংরা প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যেত কিন্তু নির্বিচারে আহরন ও পরিবেশগত পরিবর্তনের কারণে দিন দিন এই মাছের প্রাকৃতিক প্রাপ্যতা ক্রমশ হ্রাস পাচ্ছে। এই কারণে নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে নোনা ট্যাংরা মাছের ব্রুড প্রতিপালন, কৃত্রিম প্রজনন ও পোনা উৎপাদন কৌশল নিয়ে নিচে বিস্তৃত বর্ণনা করা হলো।

নোন ট্যাংরা মাছের ব্রুডস্টক পরিচর্যা:

- এই মাছের প্রজনন কাল মে মাস থেকে সেপ্টেম্বর মাস পর্যন্ত হয়।
- তবে জানুয়ারী - ফেব্রুয়ারী মাস থেকেই ৫০ - ৬০ গ্রাম ওজনের পুরুষ ও স্ত্রী নোনা ট্যাংরা ২:১ অনুপাতে কাঠা প্রতি ৫০০-৬০০ টি মাছ পুকুরে বা FRP ট্যাঙ্কে মজুত রাখতে হয়।
- লক্ষ্য রাখতে হয় যে, পুকুরের আয়তন ৩-৫ কাঠা ও গভীরতা ১.৫-২.০ মিটার হলে ভালো। জলের লবণাক্ততা ৫-১০ পিপিটি রাখা হয়।
- সঠিক পরিমাপের ব্রুড মাছের সুষম খাদ্য প্রয়োজন যেমন চালের কুঁড়া (১৫ শতাংশ), সরিষার খৈল (১৫ শতাংশ), ফিসমিল (৪০-৫০ শতাংশ), স্কুইড মিল (২০ শতাংশ) মিশ্রন প্রতিদিন মাছের গড় দেহের ওজনের ৭-১০ শতাংশ হারে ব্যবহার করলে ভালো ফল পাওয়া যায়।
- এছাড়াও ব্রুডস্টক পুকুরে প্রাকৃতিক খাদ্য উপাদানের জন্য কাঠা প্রতি ৫০-৬০ কেজি গোবর, ১ কেজি ইউরিয়া ও ২ কেজি এস.এস.পি. মাসে ১ বার ব্যবহার করা যেতে পারে।

কৃত্রিম প্রজনন:

- পরিণত স্ত্রী ও পুরুষ ট্যাংরা মাছ চিহ্নিতকরণ
  - পরিণত স্ত্রী মাছের পেট ফোলা থাকে, ও জননেন্দ্রিয় স্ফীত, গোলাকার লালচে বর্ণের হয়।
  - পরিণত পুরুষ মাছের জননেন্দ্রিয় মোচাকৃতির পেশীযুক্ত ও বাহিরের দিকে বেরিয়ে থাকে। পূর্ণ পরিণত পুরুষ মাছের পেটের নীচে হালকা চাপ দিলে শুক্রানু বেরিয়ে আসে।
  - মাছ চিহ্নিত করার পর এই গুলিকে হ্যাচারিতে খুব সাবধানে নিয়ে এসে ৫-১২ পিপিটি লবণাক্তায় রেখে ব্রিডিং এর জন্য সংগ্রহ করা হয়।
- প্রজনন ট্যাঙ্ক:
  - নোনা ট্যাংরা মাছের প্রজননের জন্য ১২০ সেমি × ৯০ সেমি × ৯০ সেমি (দৈর্ঘ্য × প্রস্থ × উচ্চতা) আকারে নাইলনের হাপা তৈরী করে সিমেন্ট ট্যাঙ্কের উপরে স্থাপন করতে হয়।

- চাষযোগ্য নোনা পুকুরের জল (৫-১২ পিপিটি) পাম্পের সাহায্যে ওভারহেড ট্যাঙ্কে উত্তোলন করতে হবে। ও সেই ট্যাঙ্ক থেকে সিমেন্টের ব্রিডিং ট্যাঙ্কে সরবরাহ করতে হবে।
- ব্রিডিং হাপায় মৃদু এরেশন রাখতে হবে ও কৃত্রিম ঝর্নার ব্যবস্থা রাখতে হবে।

➢ হরমোন ইনজেকশান পদ্ধতি ও প্রজনন:

- নোনা ট্যাংরা মাছের কৃত্রিম প্রজননের জন্য কৃত্রিম হরমোন ব্যবহারে ভালো ফল পাওয়া যাচ্ছে।
- কৃত্রিম প্রজননের জন্য স্ত্রী ও পুরুষ উভয় মাছকে একক মাত্রায় ১.৫-২.০ মিলি/কেজি দেহ ওজন হিসাবে হরমোন মাছের পৃষ্ঠ পাখনার গোড়ায় গভীর মাংসল অংশে প্রয়োগ করতে হবে।
- এর পর প্রতি হাপায় ১:২ (স্ত্রী:পুরুষ) মাছ রাখতে হবে।
- দেখে নিতে হবে জলের পি.এইচ. এর মাত্রা ৭.৫-৮.০ মধ্যে থাকে।
- ইনজেকশানের ৬-৭ ঘন্টা পরে বহি:নিষেক এর মাধ্যমে ব্রিডিং সম্পন্ন হয়। আঠালো ডিম নেটের গায়ে লেগে যায় ও পরে মাছগুলি সরিয়ে ফেলতে হয়।

➢ নোনা ট্যাংরার ডিমপোনা উৎপাদন:

- সাধারনত ডিম ছাড়ার ১৮-২২ ঘন্টার মধ্যে ডিম ফুটে ডিমপোনা বের হতে থাকে।
- ডিমপোনার জন্য ব্যবহৃত সমস্ত সরঞ্জাম পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণে ধুয়ে নিয়ে কাজ করতে হবে।
- ডিম পোনা গুলিকে রোটিফার ৫-৬ টি প্রতি মিলি দিতে হবে। যদি রোটিফার না পাওয়া যায় তবে ডিমের কুসুম দিতে হবে। ডিমের কুসুম দিলে লক্ষ্য রাখতে হবে যে জল দূষিত না হয়।
- এই ভাবে ৪-৫ দিন খাওয়ানোর পর ব্রাইন শ্রিম্প বা আর্টেমিয়া দেওয়া ভালো। যদি আর্টেমিয়া খুব খরচ সাপেক্ষ হয় তবে এদের ছোট নার্শারি পুকুরে ছেড়ে দিতে হবে। সেখানে প্রচুর পরিমাণে প্রাকৃতিক খাদ্য মজুত থাকতে হবে।
- যথাযত ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে ১০০-১৫০ গ্রাম সুস্থ ও পরিণত নোনা ট্যাংরা থেকে প্রায় ৩০০০০-৫০০০০ ডিমপোনা উৎপাদন করা সম্ভব।

নার্শারি পুকুরে পোনা প্রতি পালন:

➢ নার্শারি পুকুর প্রস্তুতি:

- পুকুরের আয়তন ২-৫ কাঠার মধ্যে হলে ভালো।
- পুকুরের লবাক্ততা ৫-১২ পিপিটি বা তার বেশী হওয়া প্রয়োজন, গভীরতা ১.০-১.৫ মিটার, তাপমাত্রা ২৫-৩২ ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড ও পি.এইচ. ৭.৫-৮.০ এর মধ্যে হলেই ভালো।
- জলের দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা ৫-৬.৫ পি.পি.এম. বজায় রাখতে হবে।
- সেচে নেওয়া পুকুরই ডিমপোনা চাষের জন্য আদর্শ। পুকুরের চারিদিকে নাইলন নেটের বেড়া দেওয়া প্রয়োজন। পুকুর প্রস্তুতির সময় পি.এইচ. দেখে নিয়ে সঠিক পরিমাণ চুন ও কাঠা প্রতি ২০ কেজি গোবর প্রয়োগ করতে হবে।

➢ নার্শারি পুকুরে ডিমপোনা মজুতকরণ:

- নার্শারি পুকুরে ৫-৭ দিন বয়সের ৫-৬ মিমি আকারের ডিমপোনা কাঠাপ্রতি ৩০০০-৫০০০ টি মজুত করা যাবে।

➢ নার্শারি পুকুরে খাদ্য ব্যবস্থাপনা:

- পোনা ছাড়ার দিন কোন খাদ্য পরিবেশন করা হয় না।
- পরদিন হতে চালের কুঁড়া (২৫ শতাংশ), গমের ভুঁষি (২৫ শতাংশ), সরিষা খৈল ও মাছর গুঁড়া (৩৫ শতাংশ) মিশিয়ে ব্যবহার করা হয়।
- প্রথম, দ্বিতীয়, তৃতীয় ও চতুর্থ সপ্তাহে যথাক্রমে মাছের দেহের মোট ওজনের শতকরা ৫০-৬০, ৩০-৫০, ২০-৩০ এবং ১০-১৫ ভাগ হারে খাদ্য প্রয়োগ করতে হবে। খাদ্য দিনে তিনবার ব্যবহার করতে হবে।
- পুকুরে প্রাকৃতিক খাদ্য বৃদ্ধির জন্য ১০ দিন অন্তর ৫-৬ কেজি গোবর ১০০-১৫০ গ্রাম ইউরিয়া ও ১৫০-২০০ গ্রাম এস.এস.পি. জলে গুলে সমস্ত পুকুরে ছিটিয়ে দিতে হবে।
- এই পদ্ধতি অনুসরণ করলে ৩০-৪৫ দিনে ৪-৫ সেমি আকারের ৭০-৮০ শতাংশ নোনা ট্যাংরা পাওয়া যায়।

➢ বিশেষ পরামর্শ:

- নোনা ট্যাংরার ব্রুড মাছের প্রতি বিশেষ যত্ন নিতে হবে।
- ব্রিডিং হাপার ডিমপোনাকে খাদ্য প্রয়োগের ৪-৫ দিন পরেই নার্শারি পুকুরে ছাড়তে হবে। কারণ এদের মধ্যে বড় মাছ ছোটকে খেয়ে ফেলার প্রবণতা থাকে।
- নিয়মিত জলের বিভিন্ন রাসায়নিক ও ভৌত উপাদানের গুণাগুন পরীক্ষা করতে হবে ও জলকে সহনশীল পর্যায়ে রাখতে হবে।
- ব্রুড মাছ ও পোনা মাছ পালনে প্রাণীজ সম্পূরক খাদ্য সরবরাহের উপর নজর রাখতে হবে।
- মাছের স্বাস্থ্য ও বৃদ্ধি ৭-১৫ দিন অন্তর জল টেনে পর্যবেক্ষণ করতে হবে। নোনা ট্যাংরার প্রজনন ডিমপোনা উৎপাদনে বা চাষবাস বিষয়ক যে কোন তথ্য ও জলের বিভিন্ন রাসায়নিক ও ভৌত উপাদানের গুণাগুন পর্যবেক্ষণ ও উহার সঠিক সুপরামর্শের জন্য শস্য শ্যামলা কৃষি বিজ্ঞান কেন্দ্র, আড়াপাঁচ সোনারপুরে যোগাযোগ করুন।

দেশী মাগুর মাছের প্রজনন ও চাষ

প্রশান্ত চ্যাটার্জী

রামকৃষ্ণ আশ্রম কৃষি বিজ্ঞান কেন্দ্র, নিমপিঠ, দক্ষিণ ২৪ পরগণা

মানব সভ্যতার ইতিহাসে প্রাচীনকাল থেকেই মাছ একটা গুরুত্বপূর্ণ স্থান দখল করে আছে। মাছকে ছিপ - বড়সি দিয়ে, খেপলা জাল ফেলে, বড় জাল টেনে ইত্যাদি নানা উপায়ে মানুষ শিকার করেছে আনন্দ পাবার জন্য এবং সেই সঙ্গে সুস্বাদু ও পুষ্টিকর খাদ্য হিসাবে নিজেদের খাদ্য তালিকায়ও তাদের অন্তর্ভুক্ত করেছে। বিশেষ করে বাঙালীর দৈনন্দিন খাদ্য তালিকায় মাছ অপরিহার্য। মানুষের ক্রমবর্ধমান চাহিদার যোগান দিতে গিয়ে এবং নানান বিপর্যয়ের সম্মুখীন হয়ে প্রকৃতি যখন তার মুক্ত হস্ত সংকোচন করতে শুরু করেছে তখন থেকে মানুষ তার ক্রমবিকাশ, বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির সাহায্যে, পরম বিক্রমের সঙ্গে মাছের প্রতিপালন, সংরক্ষণ ও সংগ্রহ ব্যবস্থাকে সুদৃঢ় করেছে ও করছে। আমাদের দেশের বাজারে খাদ্য উপযোগী বিভিন্ন প্রজাতির মাছ পাওয়া যায়, তার মধ্যে কিছু দেশী প্রজাতির মাছ আজও মানুষ শুধুই সংগ্রহ করে কিন্তু তাদের সংরক্ষণ ও প্রতিপালনের বিশেষ উদ্যোগ নেয় না, যদিও প্রকৃতি মাছকে খাদ্য, বাসস্থান ও মুক্ত জলাভূমিতে বেড়ে ওঠার অনুকূল পরিবেশ দিয়েছে। এই রকম অনেক প্রজাতির মধ্যে একটি প্রজাতি হল দেশী মাগুর মাছ যা আজ প্রায় অবলুপ্তির পথে।

ভারতবর্ষে মাগুর মাছের চাহিদা যথেষ্ট হলেও এই মাছের ব্যবসাভিত্তিক চাষ এখনও পর্য্যন্ত প্রসার লাভ করেনি। পশ্চিমবঙ্গ ছাড়া দেশের বিভিন্ন রাজ্যে ব্যক্তিগত প্রচেষ্টায় এর চাষ শুরু হলেও, মাগুরের চারার অপ্রতুলতার জন্য চাষ ব্যবস্থাকে সার্বজনীন করা সম্ভব হচ্ছে না। বিভিন্ন প্রজাতির মাছের মতো এই মাছও অর্থকরী দিক থেকে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্রমবর্ধমান মানব সভ্যতার বিকাশ, নগরায়ণ, শিল্পায়ন অনেক মুক্ত জলাভূমিকে গ্রাস করেছে। নিচু জমি চাষযোগ্য উঁচু জমিতে রূপান্তরিত হচ্ছে। ধান চাষে এবং অন্যান্য চাষে বিভিন্নরকম রাসায়নিক সার, কীটনাশকের ব্যবহার বহুল পরিমাণে বাড়ছে। যার ফলস্বরূপ মাছেরা হারিয়ে ফেলছে প্রজনন ক্ষমতা। হারাচ্ছে প্রজনন করার উপযুক্ত স্থান। সেই জন্য প্রয়োজন হয়েছে তাদের কৃত্রিম প্রজনন, উপযুক্ত সংরক্ষণ ও প্রতিপালন।

প্রাপ্তিস্থান

দেশী মাগুর মাছ মিষ্টি ও অল্প নোনা জলে ভারতবর্ষ, শ্রীলঙ্কা, পাকিস্থান, বাংলাদেশ, বার্মা, মালয়দ্বীপ সমূহ, থাইল্যান্ড, চীন ও ফিলিপাইনসে পাওয়া যায়।

মাগুর মাছের প্রকারভেদ

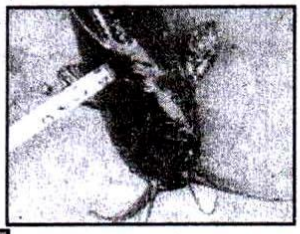
আমাদের দেশে বর্তমানে তিনটি প্রজাতির মাগুর মাছ পাওয়া যায়।

- দেশী মাগুর বা Asian Catfish (*Clarias batrachus*)
- আফ্রিকান মাগুর বা African Catfish (*C. gariepinus*)
- থাই মাগুর বা Thai Catfish (*C. macrocephalus*)

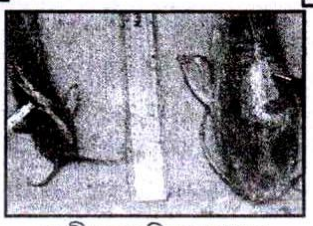
এদের মধ্যে থাই মাগুর অল্প সংখ্যায় পাওয়া যায়। প্রধানত দুইটি বাহ্যিক লক্ষণ দেখে দেশী ও বিদেশী মাগুরকে চেনা যায়।

ক) গায়ের রং - বিদেশী মাগুর মাছের গায়ের রং হালকা ছাই রঙের এবং পেটের দিক সাদা। দেশী মাগুর মাছের গায়ের রং কালচে বা হলুদাভ হয়। এছাড়া শরীরের সর্বত্র গায়ের রঙের কোন পার্থক্য থাকে না।

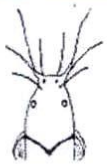
খ) মাথার খুলির খাঁজের প্রকারভেদ ছবির সাহায্যে দেখানো হল -



আফ্রিকান মাগুর



দেশী ও আফ্রিকান মাগুর



দেশী মাগুর

খাদ্য ও বাসস্থান

দেশী মাগুর মাংসাশী। প্রধানত: কীটপতঙ্গ খেতে ভালোবাসে। এছাড়া এরা গেঁড়ি, গুগলি, শামুক ও ঝিনুকের মাংস, প্রাণীর পচাগলা অংশ, কেঁচো, পোকামাকড়ের লার্ভা খেতে অভ্যস্থ। এই মাছ চাষের জন্য সরষের খোল, শুকনো চিংড়ি বা মাছের গুঁড়ো এবং চালের কুঁড়ো একসঙ্গে মিশিয়ে পরিপূরক খাদ্য হিসাবে দেওয়া হয়।

সাধারণত: মিষ্টি জলাশয়ই এদের বাসস্থান। নদী, নালা, খাল, বিল, ধানক্ষেত এবং পুকুরে এরা থাকে। পোনা মাছের পুকুর ছাড়াও এদের নিকাশী নালা, ছোট আবর্জনাপূর্ণ ডোবাতেও চাষ করা যায়। এমনকি অক্সিজেনশূন্য জলাশয়েও এরা বেঁচে থাকতে পারে।

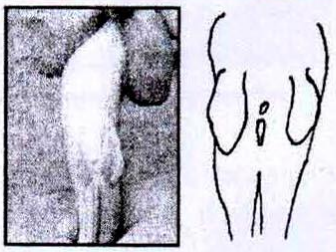
প্রজনন কাল

জৈষ্ঠ্য মাসের শেষ থেকে ভাদ্র মাসের দ্বিতীয় সপ্তাহ পর্য্যন্ত স্ত্রী মাগুর মাছের ডিম পাওয়া যায়। সাধারণত: বর্ষাঋতুই এদের প্রজনন কাল। বর্তমানে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতে বিভিন্ন প্রকার হরমোন শরীরের মধ্যে প্রবেশ করিয়ে, জলের নির্দিষ্ট তাপমাত্রা বজায় রেখে প্রজননকাল বাড়ানো এবং সারা বছর ব্যাপী প্রজনন ঘটানো হয়। পুরুষ মাগুর মাছের ক্ষেত্রেও একই পদ্ধতি অবলম্বন করে ভালো ফল পাওয়া যায়।

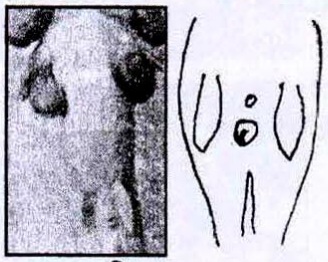
প্রজনন ঋতুতে পুরুষ ও স্ত্রী মাগুর মাছ চেনার উপায়

প্রজনন কালে কতকগুলি বাহ্যিক লক্ষণ দেখে পুরুষ ও স্ত্রী মাছকে সহজে চেনা যায়।

পুরুষ	স্ত্রী
● পেট স্বাভাবিক	● পেট স্ফীত
● জনন অঙ্গ অল্প লম্বাটেএবং অগ্রপ্রান্তে সূক্ষ্ম পুং জনন ছিদ্র থাকে	● জনন অঙ্গ ডিম্বাকৃতি, ফোলা ও মাঝখানে স্পষ্ট কাটা দাগ থাকে
● পেটে হালকা চাপ দিলে জননঅঙ্গ দিয়ে কোন তরল পদার্থ বা শুক্রানু বের হয় না	● প্রজনন ঋতুতে ফোলা পেটে হালকা চাপ দিলে জনন অঙ্গ দিয়ে ডিম বের হয়
● প্রজনন ঋতুতে জননঅঙ্গের অগ্রপ্রান্ত লাল রঙের হয়	● জনন অঙ্গ হালকা বাদামী রঙের হয়



পুরুষ মাগুর



স্ত্রী মাগুর

এছাড়া বর্ষা ঋতুতে পরিযায়ী স্বভাবের ফলে যে সমস্ত পরিপক্ক পুরুষ ও স্ত্রী মাছ পুকুর, খাল বা নালা থেকে উঠে আসে এবং যৌন মিলনের জন্য নতুন জলজ পরিবেশের খোঁজ করে, সেই সমস্ত পরিপক্ক মাগুর মাছই প্রজননক্ষম। পরবর্তী পর্যায়ে এই পরিপক্ক স্ত্রী ও পুরুষকেই কৃত্রিম উপায়ে প্রজননের জন্য নির্বাচন করা হয়।

কৃত্রিম উপায়ে নিষিক্ত করণ

সাধারণত: প্রজনন ঋতুতে মাগুর মাছ স্বাভাবিকভাবে ডিম পাড়লেও প্রাপ্ত চারাপোনার সংখ্যা খুব কম হয়। মাগুর মাছের প্রনোদিত প্রজনন ও পোনা মাছের প্রনোদিত প্রজননের মধ্যে মূল পার্থক্য হল পোনা মাছকে হরমোন ইনজেক্সানের দ্বারা উদ্দীপিত করে স্রোতযুক্ত জলাধারে ছাড়া হয়। কিন্তু মাগুর মাছের ক্ষেত্রে পুরুষ মাছের শুক্র ও স্ত্রী মাছের ডিম সংগ্রহ করে কৃত্রিম উপায়ে নিষেক ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। এই পদ্ধতিকে **স্ট্রিপিং** (Stripping) পদ্ধতি বলে। উপযুক্ত পরিপক্ক পুরুষ ও স্ত্রী মাছকে প্রথমে নির্বাচন করা হয়। দুটি মাছই সম ওজনের হলে ভাল। স্বাভাবিক অবস্থায় পুরুষ মাছের শুক্রাশয় সংখ্যায় দুটি থাকলেও অনেক সময় শুক্রের পরিমাণ কম থাকে। এছাড়া কোনো কোনো ক্ষেত্রে দুটি শুক্রাশয়ের মধ্যে একটি শুক্রাশয় অপরিণত হতে দেখা যায়। প্রয়োজনবোধে একটি পুরুষ মাছ থেকে সংগৃহীত শুক্রের পরিমাণ কম হলে দুটি পুরুষ মাছের থেকে শুক্রাশয় সংগ্রহের প্রয়োজন হয়। সেজন্য ডিমের নিষিক্তকরণের পূর্বে একটি স্ত্রী মাছের

জন্য দুটি পুরুষ মাছ প্রস্তুত রাখা উচিৎ। কৃত্রিম প্রজননের সময় পুরুষ মাছের পেট কেটে শুক্রাশয় বের করতে হয়। এই শুক্রাশয় থেকে দলন প্রক্রিয়ায় শুক্রানু বের করে ঐ শুক্রানু দিয়ে ডিম্বানুকে নিষিক্তকরণ করানো হয়। এই প্রক্রিয়ার সময় জল ব্যবহার না করে নরম্যাল স্যালাইন (Normal saline) ব্যবহার করা হয়। এই দ্রবণে রাখার ফলে শুক্রানু অনেকক্ষন বেঁচে থাকে। এই ধরণের প্রজনন পদ্ধতিকে **"শুষ্ক প্রজনন"** পদ্ধতি বলা হয়। এই প্রজননের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ সমুহ হলো : কাঁচি, সারজিক্যাল ব্লেড, চিমটে, তুলো, পরিষ্কার কাপড়ের টুকরো, ঘন ফাঁসের নেট, কাঁচের বাটি, ড্রপার, নরম তুলি, এনামেল বা স্টীলের গামলা, ০.৯% নরম্যাল স্যালাইন, অ্যাবসোলিউট অ্যালকোহল, ব্যালান্স বা দাঁড়িপাল্লা, পিটুইটারী গ্রন্থি, ফিল্টার পেপার, সিরিঞ্জ ও লবঙ্গ তেল।

প্রজনন পদ্ধতি

বাহ্যিক লক্ষণ দেখে পরিণত প্রজননক্ষম পুরুষ ও স্ত্রী মাছকে কৃত্রিম প্রজননের জন্য নির্বাচন করার পর পিটুইটারী গ্রন্থির নির্যাস প্রতি কিলোগ্রাম দৈহিক ওজন অনুপাতে ৩০-৪০ মিলিগ্রাম হিসাবে প্রয়োগ করা হয়। এছাড়াও বর্তমানে পিটুইটারী গ্রন্থির বিকল্প হিসাবে বাজারে লভ্য ওভাপ্রিম বা ওভাটাইড নামক হরমোন মাগুর মাছকে ২মি:লি: প্রতি কেজি হারে প্রয়োগ করেও প্রজানন করানো হয়। মাছের শরীরের নিম্নলিখিত তিনটি অংশের যে কোন একটি অংশে এই ইনজেক্সান দেওয়া হয়ে থাকে।

ক) শরীরের মাঝ বরাবর পৃষ্ঠ পাখনা ও পার্শ্বরেখার মাঝামাঝি অথবা

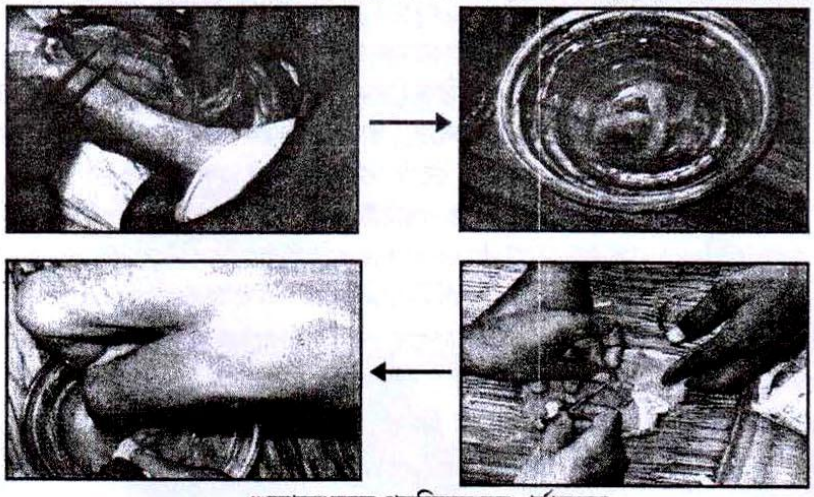
খ) পায়ু পাখনাদ্বয়ের ঠিক নীচে জনন অঙ্গের দুধারে অথবা

গ) বক্ষ পাখনাদ্বয়ের ঠিক নীচে মাংসল অংশে।

ইনজেক্সান দেওয়ার প্রথম পদ্ধতিটির নাম **ইন্ট্রা-মাসকুলার** (Intra-mascular) যা মাংসপেশীর মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। দ্বিতীয় পদ্ধতিটি ঝুঁকিবহুল, চামড়া ও মাংসপেশীর মধ্যবর্তী অঞ্চলে ইনজেক্সান দেওয়া। একে বলে **সাব কিউটেনিয়াস** (Sub-cutaneous) ইনজেক্সান। জনন অঙ্গের নিকটবর্তী অঞ্চলে দেওয়া হয়। তৃতীয় পদ্ধতিটির নাম **ইনট্রা - পেরিটোনিয়াল** (Intra-peritonial)। মস্তিস্কের কাছাকাছি এই ইনজেক্সান দেওয়া হয়। ইনজেক্সান দেওয়ার পর মাছকে জলভর্তি হাঁড়ি বা চৌবাচ্চায় রাখা হয়। ১৫-১৮ ঘন্টা পর স্ত্রী মাছের পেটে হালকা চাপ দিলে বা মাথা ধরে ঝুলিয়ে রাখলে স্বাভাবিকভাবে ডিম বেরিয়ে আসে। এই অবস্থাকে বলে ডিমের **"ফ্রি ফ্লোয়িং কন্ডিসান"** (Free flowing condition)। স্ট্রিপিং এর সময় মাগুর মাছকে নানানভাবে নাড়াচাড়া করতে হয়। এর কাঁটা থাকাতে এই অবস্থায় ধরা এবং কাজের অসুবিধার সৃষ্টি হয় তাই একে অচেতন করার পদ্ধতিও বিজ্ঞানীরা বের করেছেন। পুরুষ ও স্ত্রী মাছকে লবঙ্গ তেল ও অ্যাবসোলিউট অ্যালকোহলের দ্রবন মিশ্রিত জলে ছাড়া হয়। লবঙ্গ তেল ও অ্যাবসোলিউট অ্যালকোহল মিশ্রনের অনুপাত ১ : ৪। ৫০ লিটার জলে ৫ মিলিলিটার দ্রবণ ভালোভাবে মিশিয়ে দিতে হয়। এই মিশ্রণটি চেতনানাশকের কাজ করে। পাত্রে অবশ্যই বায়ু সঞ্চালনের ব্যবস্থা রাখা উচিৎ। ২০ - ২৫ মিনিটের মধ্যে মাছ চেতনা হারায়। অচেতন মাছকে প্রয়োজনমত নাড়াচাড়া করা যায়। আবার কাজ হয়ে গেলে এই মাছকে পরিষ্কার জলের স্রোতে রাখলে পুনরায় চেতনা ফিরে আসে।

শুক্রাশয় থেকে শুক্রানু সংগ্রহ

পুরুষ মাছটির পেট উপরদিক করে, সারজিক্যাল ব্লেড দিয়ে পেট চিরে ক্ষুদ্রান্ত্রের নীচ থেকে শুক্রাশয়দুটি বের করা হয়। তুলো দিয়ে ভালোভাবে শুক্রাশয় দুটিকেপরিষ্কার করা প্রয়োজন যেন রক্ত, মাংসপিন্ড বা জলীয় পদার্থ এর গায়ে না লেগে থাকে। ছোট একটি কাঁচের বাটিতে প্রায় ২ মিলিলিটার নরম্যাল স্যালাইন রাখা হয়। শুক্রাশয় দুটিকে কাঁচি দিয়ে ভালোভাবে টুকরো টুকরো করে কেটে একটি ঘন ফাঁসের জালের মধ্যে রেখে চাপ দিয়ে নির্গত শুক্রানুকে স্যালাইন ভর্তি কাঁচের বাটিতে সংগ্রহ করা হয়। দেখা গেছে নরম্যাল স্যালাইনের মধ্যে শুক্রানু ৩ মিনিট পর্য্যন্ত সক্রিয় অবস্থায় বেঁচে থাকতে পারে। সুতরাং নিষেকের জন্য এই শুক্রানু ৩ মিনিটের মধ্যে ব্যবহার করে ফেলতে হবে - নয়তো নিষেকের মাত্রা অত্যধিক কম হবে বা একেবারেই হবে না।



শুক্রানুর দ্রবন প্রস্তুতিকরনের পর্যায়ক্রম

স্ট্রিপিং পদ্ধতিতে ডিম সংগ্রহ

শুক্রাশয় থেকে শুক্রানু সংগ্রহের সঙ্গে সঙ্গে স্ত্রী মাছটির পেটে হালকা চাপ দিয়ে নির্গত ডিমগুলোকে একটি পরিষ্কার বড় গোল এনামেলের গামলাতে সংগ্রহ করতে হয়। পেটে জোরে চাপ দিলে দেহের অভ্যন্তরে সম্পূর্ণ অন্ত্র যন্ত্র নষ্ট হওয়ার সম্ভবনা থাকে এবং জনন ছিদ্র দিয়ে রক্ত বেরিয়ে আসে। ডিম নির্গমণ শেষ হলে স্ত্রী মাছটিকে একটি পরিষ্কার জলের পাত্রে ছেড়ে দিলে তা পুনরায় সতেজ হয়ে যায়। মাছটিকে ২ - ৩ ঘন্টা রেখে সম্পূর্ণ উজ্জীবিত হলে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবনে ৫-১০ মিনিট ডুবিয়ে রেখে পুকুরে বা বড় জলাশয়ে পুনরায় ছেড়ে দেওয়া যেতে পারে।

স্ট্রিপিং পদ্ধতিতে ডিম সংগ্রহ

ডিমের নিষিক্তকরণ

ডিম সংগ্রহ শুরু হলেই শুক্রানু মিশ্রিত স্যালাইন দ্রবণ ড্রপার দিয়ে ফোঁটা ফোঁটা করে ডিমের উপর ফেলে নরম তুলি দিয়ে ভালোভাবে মেশাতে হবে। এরপর গামলাটি নাড়িয়ে নাড়িয়ে তাতে পরিষ্কার জল দিতে হবে। এর ফলে শুক্রানু সমস্ত ডিমের উপর সমানভাবে ছড়িয়ে গিয়ে নিষিক্তকরণ সম্ভব হয়। দেখা গেছে পরিষ্কার জলে শুক্রানু কয়েক মুহূর্ত বেঁচে থাকতে পারে এবং অধিক মাত্রায়

সক্রিয় হয়ে ওঠে এবং এরফলে কিছু পরিমাণ অনিষিক্ত ডিমের নিষেকও ঘটে যায়। এতে নিষেকের হার বৃদ্ধি পায়। এরপরে আবার কিছুটা পরিষ্কার জল দিয়ে নিষিক্ত ডিমগুলোকে ভালভাবে ধুয়ে ফেলা হয়। এর ফলে অতিরিক্ত সিমেন ধুয়ে যায় এবং ডিমের চটচটে ভাব প্রায় থাকেই না। শুক্রাশয় থেকে শুক্রানু সংগ্রহ, স্ত্রী মাছের পেট থেকে ডিম বের করা এবং ডিমের নিষিক্তকরণ - সমস্ত পদ্ধতিটি ২ - ৩ মিনিটের মধ্যে হওয়া বাঞ্ছনীয়। এর বেশী সময় অতিবাহিত হলে নিষেকের মাত্রা কমতে থাকবে। সমস্ত যন্ত্রপাতি ও ব্যবহৃত সরঞ্জাম জলে ফুটিয়ে ও অ্যাবসোলিউট অ্যালকোহল দিয়ে জীবানুমুক্ত করা প্রয়োজন।

নিষিক্তকরণের ক্ষেত্রে কিছু লক্ষণীয় বিষয়

ক) পুরুষ ও স্ত্রী মাছেদের ওজন কমপক্ষে ১৫০ গ্রামের বেশী হওয়া বাঞ্ছনীয়।

খ) মাছগুলি পরিণত ও প্রজননের উপযুক্ত কিনা তা পরীক্ষা করে নেওয়া দরকার।

গ) প্রজননের সময় সমস্ত ব্যবহৃত সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি পরিষ্কার ও জীবানুমুক্ত করে নিতে হবে।

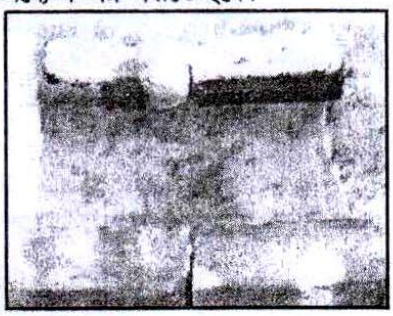
ঘ) স্ত্রী মাছের ডিম সংগ্রহ করার সময় 'ফ্রি ফ্লোয়িং কন্ডিসান' না আসা পর্য্যন্ত পেটে জোর করে চাপ দিয়ে ডিম বের করা উচিৎ নয়।

ঙ) প্রথমে পুরুষ মাছের পেট কেটে শুক্রাশয় দেখে নিয়ে স্ত্রী মাছের ডিম সংগ্রহ করা উচিৎ।

চ) নিষিক্তকরণের সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটি ২ - ৩ মিনিটের মধ্যে সম্পন্ন করতে হবে।

নিষিক্ত ডিম থেকে হ্যাচলিং দশা

নিষিক্ত ডিমগুলি মশারির নেটের উপর এমনভাবে ছড়িয়ে দিতে হবে যেন ডিমগুলি একটির সঙ্গে আর একটি লেগে না থাকে। এই নেটটি লোহার ফ্রেমের সঙ্গে বা যে কোনো উপায়ে টান টান করে রাখতে হবে। নেটটি জলের উপরিতল থেকে ২ ইঞ্চি নীচে থাকে। জলের গভীরতা ৪ - ৫ ইঞ্চি হওয়া বাঞ্ছনীয়। ছোট সিমেন্টের চৌবাচ্চা, বড় প্লাস্টিক ট্যাঙ্ক বা ফাইবারের ট্যাঙ্কে এই ব্যবস্থা করা যায়।

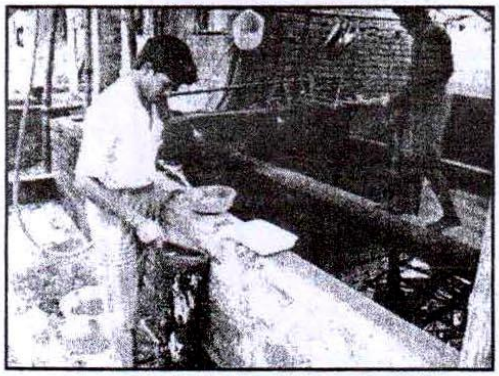


নিষিক্ত ডিম-এর জন্য নেট ফ্রেম

এই ট্যাঙ্কে সর্বক্ষণ জল পরিবর্তনের ব্যবস্থা রাখা প্রয়োজন। যদি জল পরিবর্তন না করা হয় তাহলে অনিষিক্ত ডিম ও ডিমের খোসা পচে জলকে দূষিত করে দেয়। ফলে ডিম থেকে বের হয়ে আসা হ্যাচলিং মারা যায়। জল দূষিত হলে এবং জলে অক্সিজেনের মাত্রার ঘাটতি হলে হ্যাচলিং বের হওয়ার আগেই মারা যায় বা শারীরিক পরিস্ফূরণ পরিপূর্ণ হয় না। ১৮-২২ ঘন্টার মধ্যে ডিম থেকে বাচ্চা বের হয়। এদেরকে বলে **হ্যাচলিং** (Hatchling)। হ্যাচলিং-এর পেটের কাছে একটি কুসুমথলি থাকে। প্রায় ৪ দিন পর্য্যন্ত হ্যাচলিং এই কুসুমথলি থেকে খাদ্য গ্রহণ করে। এই সময় এরা বাইরের খাবার খেতে পারে না। জলের পি. এইচ ৭.০ - ৭.৫ এবং তাপমাত্রা ২৮-৩১° সেলসিয়াস এর মধ্যে থাকা উচিৎ। তাপমাত্রার পরিবর্তনের উপর হ্যাচিং এর সময় কাল বাড়ে বা কমে।

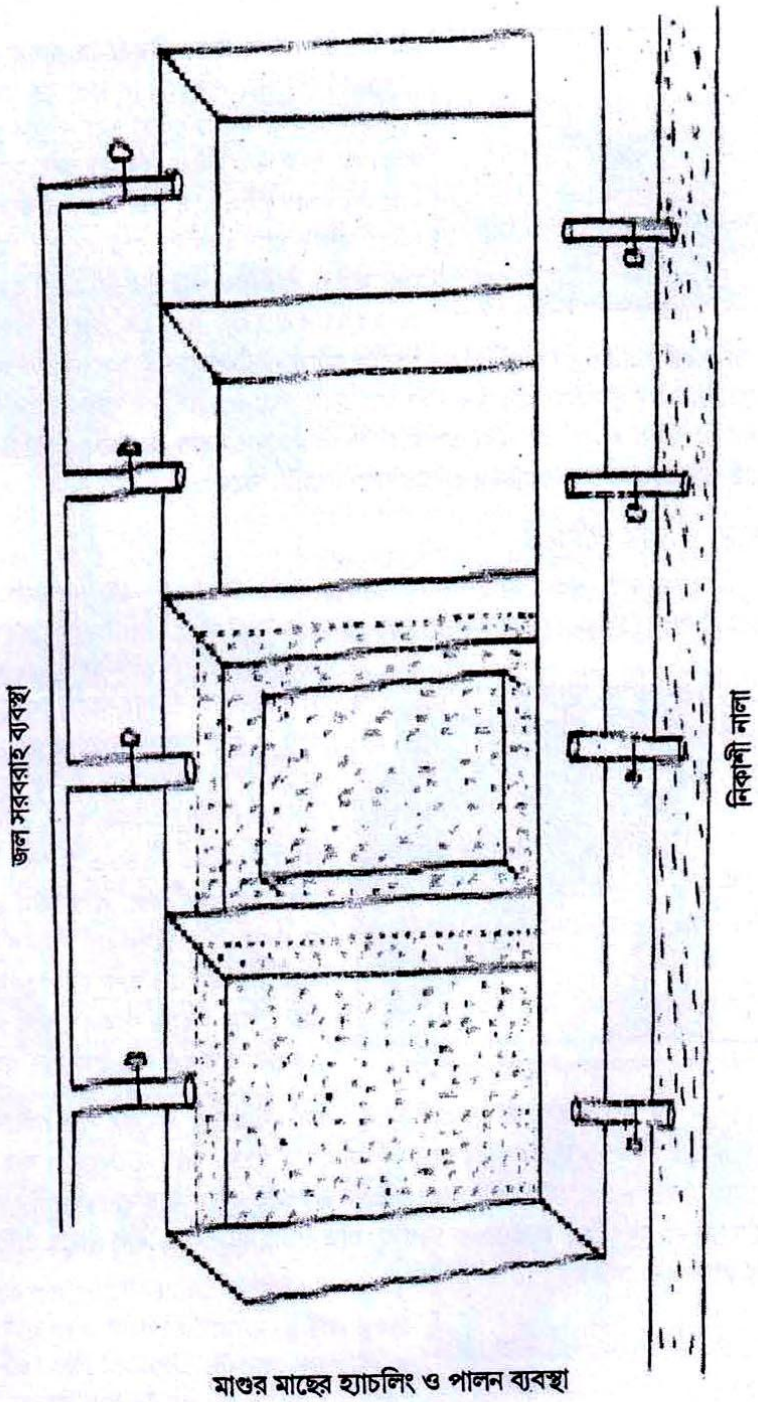
ডিমপোনা ও তার পরিচর্যা

হ্যাচলিং দশা শেষ হওয়ার পর এরা খাবার খেতে শুরু করে। এই অবস্থাকে বলে ডিমপোনা বা স্পন (Spawn)। হ্যাচিং পুল থেকে স্পনকে "সাইফনিং" পদ্ধতিতে সংগ্রহ করে লালন ট্যাঙ্কে রাখা হয়। এই প্রক্রিয়া অতি সাবধানে করা দরকার কারণ স্পন অতি ক্ষুদ্র ও অল্প বয়সের হওয়ার জন্য মারা যেতে পারে বা আঘাত জনিত সমস্যা দেখা দিতে পারে। লালন ট্যাঙ্কে প্রতি বর্গ মিটারে ১০০০ - ২০০০ টি স্পন রাখা যায়। সর্বক্ষণ জল পরিবর্তন করা প্রয়োজন। খাবার দেওয়ার পর এক ঘন্টা জল পরিবর্তন বন্ধ রাখা দরকার। ফলে এরা যেমন সহজে খাবার খেতে পারে তেমনি খাবারও নষ্ট হয় না। খাবার



মাগুরের ডিম পোনাকে সরু কেঁচো দেওয়ার পদ্ধতি

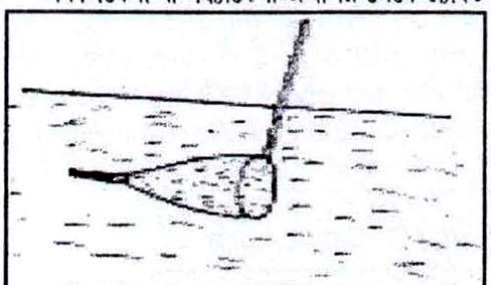
হিসাবে ১০ - ১৫ দিন পর্য্যন্ত জীবন্ত প্রাণীকনাই ভালো। এছাড়াও পাঁকের সরু কেঁচো বা tubifexও কুঁচিয়ে ডিমপোনাকে খাদ্য হিসাবে দেওয়া যেতে পারে। দিনে ২ থেকে ৩ বার এই খাবার প্রয়োগ করলে ভালো ফল পাওয়া যায়। প্রতিদিন কমপক্ষে ২ বার মরে যাওয়া প্রাণীকনাকে ট্যাঙ্ক থেকে সাইফন করে বের করে দেওয়া দরকার। প্রতি লিটার জলে ২-৩ মিলি লিটার প্রাণীকনা স্পনের খাওয়ার জন্য যথেষ্ট।



মাগুর মাছের হ্যাচলিং ও পালন ব্যবস্থা

প্রাণীকনা সংগ্রহ

সকালবেলা বা সন্ধ্যাবেলা জলাশয় থেকে প্ল্যাঙ্কটন নেট (Plankton net) বা মার্কিন কাপড় দিয়ে প্রাণীকনা সংগ্রহ করতে হয় কারণ এই সময় জলের তাপমাত্রা কম থাকে, পরবর্তী সময়ে সূর্যের আলোয় তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে এরা জলাশয়ের নীচের স্তরে চলে যায়। তখন বেশী পরিমাণে প্রাণীকনা পাওয়া যায় না।

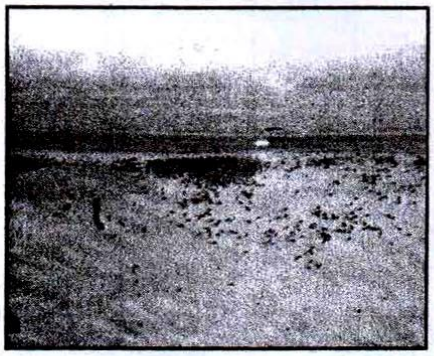


প্ল্যাঙ্কটন নেট-এর সাহায্যে প্রাণীকনা সংগ্রহের পদ্ধতি

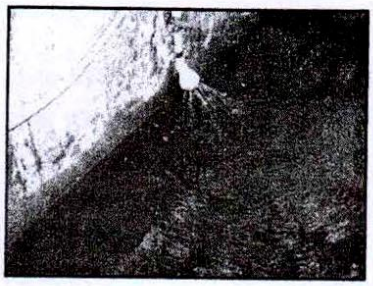
কৃত্রিম উপায়ে প্রাণীকনা উৎপাদন

ছোট ডোবা, চৌবাচ্চা বা ট্যাঙ্কে কৃত্রিম উপায়ে প্রাণীকনা উৎপাদন করা সম্ভব। ডোবা বা পুকুরে প্রাণীকনার আধিক্য ঘটানোর জন্য প্রতিমাসে নিয়মমাফিক জৈব ও অজৈব সার ব্যবহার করা প্রয়োজন। ট্যাঙ্ক বা চৌবাচ্চায় প্রাণীকনা উৎপাদনের জন্য প্রথমে এটিকে জলপূর্ণ করা হয়। প্রতি হাজার লিটার জলের জন্য ২৫০ - ৩০০ গ্রাম মুরগীর বিষ্ঠা (পোলট্রি লিটার) বস্তা বা নেটের মধ্যে দিয়ে ৭ - ১০ দিন জলে ডুবিয়ে রাখলে জলের রং হালকা সবুজাভ হয়। অর্থাৎ উদ্ভিদকনা জন্মায়। এরপর পুকুর থেকে প্রাণীকনা সংগ্রহ করে এর মধ্যে ছাড়তে হয়। বিভিন্ন প্রাণীকনার মধ্যে ডাফনিয়া (Daphnia) বা ময়না (Moina) আলাদা ভাবে চাষ করলে ভালো কারণ মাগুর মাছের বাচ্চার যে পরিমাণ পুষ্টিগুন সম্পন্ন খাবার দরকার তার মধ্যে ময়না বা ডাফনিয়া অন্যতম। প্রতি হাজার লিটার জলে ২০ মিলিলিটার প্রাণীকনা প্রাথমিকভাবে ছেড়ে দিলে প্রায় ১৫ - ২২ দিন পর এরা বংশ বৃদ্ধি করে এবং সেখান থেকে সংগ্রহ করে মাগুরের বাচ্চাদের খাওয়ানো যায়। প্রতি ১৫ দিন অন্তর মুরগীর বিষ্ঠা পরিবর্তন করা প্রয়োজন। বাষ্পীভবনের জন্য যে পরিমাণ জল কমবে তা প্রতি ৫ দিন অন্তর দেখে নিয়ে জলের পরিমাণ ঠিক রাখা দরকার। বর্ষা বা রোদের দিনে খোলা আকাশের নীচে চৌবাচ্চা বা ট্যাঙ্কে প্রাণীকনার উৎপাদন ব্যহত হতে পারে তাই ট্যাঙ্কের কিছুটা উপরে ঢাকা দিয়ে রাখা জরুরী যাতে বৃষ্টির জল বা অত্যধিক আলো প্রবেশ না করতে পারে।

ধানীপোনা ও তার পরিচর্যা



মাগুরের চারার বয়স ১৫ দিন হলে এদেরকে তৈরী খাবার দেওয়া হয়। ওই সময় বৃদ্ধির হার দ্রুত হয়। ঝিনুক, ডিম ও সোয়াবিন বড়ি ভালোভাবে সিদ্ধ করে "মিক্সার মেশিনে" দিয়ে লেই বানানোর পর তার সঙ্গে ভিটামিন বি কমপ্লেক্স ও ভিটামিন সি মেশানো হয়। দিনে কমপক্ষে চারবার খাবার দেওয়া প্রয়োজন। অতিরিক্ত খাবার যেন পড়ে না থাকে সেদিকে লক্ষ্য রাখা উচিৎ। বাড়তি খাবার সাইফন পদ্ধতিতে পরিষ্কার করা হয়। তা না হলে জল



যেমন দূষিত হবে সেই সঙ্গে ক্ষতিকর ব্যাক্টেরিয়ার আক্রমণ দেখা দেবে। অক্সিজেনের ঘাটতি মেটাতে এবং জল পরিবর্তনের জন্য, ফোয়ারার সাহায্যে জল ফেলা দরকার এবং সেই সঙ্গে নিকাশী ব্যবস্থার দ্বারা তা বের করা প্রয়োজন। এই বয়সের মাছকে প্রতি বর্গমিটারে ১০০০ - ১৫০০ টির বেশী না রাখা ভালো।

শতকরা হিসাবে খাদ্য উপাদানের হিসাব

খাদ্য উপাদান	শতাংশ
ঝিনুকের মাংস	৭০
ডিমসিদ্ধ	২০
সোয়াবিন বড়ি	১০
ভিটামিন বি ও সি	প্রতি কেজি খাবারের সঙ্গে ৫০০ মিলিগ্রাম

খাবার দেওয়ার তালিকা

দশা	দিন	প্রতিদিন প্রদত্ত খাবার (বার)	খাবার দেওয়ার মধ্যবর্তী সময় (ঘন্টা)	খাবার	পরিমাণ	মন্তব্য
হ্যাচলিং	১-৪	-	-	-	-	কুসুমথলি বর্তমান
ডিমপোনা	৫-২০	২-৩	৮-১২	প্রাণী কনা	২-৩ মিলি লিটার প্রতি লিটার জলে	-
ধানীপোনা	২১-৩৫	৪	৬	তৈরী খাবার	চাহিদা মত	-
চারাপোনা	৩৬-৬০	৪	৬	তৈরী খাবার	চাহিদা মত	-

কিছু সতর্কতা অবলম্বণ

- দিনে কমপক্ষে চারবার খাবার দেওয়া প্রয়োজন।
- খাবার দেওয়ার এক ঘন্টা পর উদ্বৃত্ত খাবার পরিষ্কার করা দরকার।
- জল পরিবর্তন বজায় রাখতে হবে।
- অস্বাভাবিক কোন লক্ষণ দেখা দিচ্ছে কিনা তা লক্ষ্য রাখতে হবে।

☛ ১২ - ১৪ দিন পর্যন্ত জলের উচ্চতা ৬ - ৮ ইঞ্চি র বেশী না হওয়া বাঞ্ছনীয়।

☛ ২ - ২.৫ সে.মি. দৈর্ঘ্য হলে প্রতি বর্গমিটারে ১০০০ টির বেশী সংখ্যায় মজুত না করাই উচিৎ।

বয়স, দৈর্ঘ্য ও দৈহিক ওজনের সম্পর্ক

বিভিন্ন মাছের বয়সের সঙ্গে দৈর্ঘ্য ও দৈহিক ওজনের সম্পর্ক ভিন্ন হয়। আফ্রিকান মাগুর ও দেশী মাগুর একই গণভুক্ত হলেও বয়সের সঙ্গে ওজন ও দৈর্ঘ্যের পার্থক্য দেখা যায়। প্রদত্ত ছকে দেশী মাগুরের বয়স, ওজন ও দৈর্ঘ্যের সম্পর্ক দেওয়া হলো :-

বয়স (দিন)	ওজন	দৈর্ঘ্য (মিলিমিটার)
১	১০.০ মি.গ্রা	১০
৫	১৫.৮২ "	১৪
৯	২৯.৯৫ "	১৬
১৩	৫৯.৮৭ "	১৯
১৫	৮১.৯৪ "	২১
১৭	১০৭.৭৮ "	২৩
১৯	১৩২.৫৯ "	২৬
২৩	১৯৭.৬৭ "	২৯
২৭	২৪০.৯৬ "	৩৪
৩১	৩৩৩.৩২ "	৩৫
৩৫	৫০৫.৭০ "	৩৮
৩৯	৬৩৮.৪৬ "	৩৯
৪২	৭২৯.৩০ "	৪০
৪৫	৯১৩.৬০ "	৪৩
৪৮	১.৩০৭ গ্রাম	৪৬
৫১	১.৬০১ "	৪৭
৫৪	১.৮৯০ "	৫০
৫৭	২.১৯১ "	৫৫
৬০	২.৩৭০ "	৫৭

বি. দ্র. : ৫ টি ব্যাচের ১০০ টি করে মাছের নমুনার গড় দেওয়া হলো

বিভিন্ন সমস্যা, সমস্যাঘটিত রোগ ও লক্ষণ এবং তার সম্ভাব্য প্রতিকার

মাগুর মাছের প্রজনন ও প্রতিপালনের সময় বিভিন্ন অসুবিধা দেখা দেয়। উদাহরণ স্বরূপ কম শুক্রানু, অপরিণত ডিম্বানু, ঠিকমতো নিষেকক্রিয়া সম্পন্ন না হওয়া, উপযুক্ত পরিচর্যা ও পর্যবেক্ষণের অভাব, জলের গুণগত মান ঠিক না থাকা, উদ্বৃত্ত খাবার সময় মতো পরিষ্কার না করা, মাছ মাথা উঁচু করে ভাসতে থাকা, গায়ে ঘা হওয়া ইত্যাদি বিভিন্ন সমস্যা, সমস্যাঘটিত লক্ষণ ও তার সম্ভাব্য প্রতিকার ছকের সাহায্যে আলোচনা করা হলো।

সমস্যা	কারণ ও লক্ষণ	সম্ভাব্য প্রতিকার
⇨স্ত্রী মাছের ডিম হালকা চাপে বের না হওয়া	➢ডিমের সঙ্গে রক্ত বের হয় ➢অনেকগুলো ডিম জড়ো হয়ে একসঙ্গে বের হয়	✍ইনজেকসানের ডোজ (মাত্রা) ঠিক করা ✍পরিপক্কতা নির্ধারণ করা ✍ফ্রি ফ্লোয়িং কন্ডিসানে আসতে দেওয়া
⇨কম পরিমাণ শুক্রানু	➢শুক্রাশয় থেকে প্রাপ্ত মিল্টের পরিমাণ কম হয় ➢মিল্টের রঙ ফ্যাকাসে হয়	✍পরি পক্ক পুরুষ মাছ নির্বাচন করা ✍একটি স্ত্রী মাছের জন্য দুটি পুরুষ মাছ মজুত রাখা
⇨ নিষেকের হার কম হওয়া	➢নিষেকের ৩-৪ ঘন্টা পর অনিষিক্ত ডিম বিবর্ণ হয়ে যায়	✍শুক্রানুর পরিমাণ ঠিক রাখা ✍ শুক্রানু ও ডিম্বানুর সংযোগ ভালোভাবে ঘটানো ✍নিষেক ক্রিয়ায় ব্যবহৃত জিনিসপত্র জীবানুমুক্ত রাখা
⇨নিষিক্ত ডিম থেকে কম হ্যাচলিং উৎপন্ন হওয়া	➢হ্যাচলিং -এ রূপান্তর হওয়ার পূর্বে ভ্রুনের মৃত্যু	✍জলে অক্সিজেনের ঘাটতি হতে না দেওয়া ✍প্রতিনিয়ত হ্যাচিং পুলের জল পরিবর্তন করা ✍অনিষিক্ত ডিম আলাদা করা
⇨হ্যাচলিং এর মৃত্যুর হার বৃদ্ধি		✍জলের গুণগত মান ঠিক রাখা ✍অনুকুল পরিবেশ বজায় রাখা

⇨ চারাপোনার মৃত্যু	➢শরীরে সাদা দাগ ➢ফুলকার নীচের অংশ ফুলে যায়	✍ ২-৫ পি. পি. এম. ক্লোরামফেনিকল দিনে ৪ বার করে ৭ দিন ব্যবহার করা বা ✍ ৫০ মিলিগ্রাম ক্লোরাম ফেনিকল প্রতি কেজি খাবারের সঙ্গে মিশিয়ে ৭ দিন ব্যবহার করা
⇨ পেট ফুলে যাওয়া ⇨ মাথা উঁচু করে ঝুলতে থাকা		✍জলে ১০- ১৫ পি. পি. এম ফুরাজলিডন দিনে ২ বার করে ৭ দিন ব্যবহার করা
⇨ গায়ে ঘা হওয়া	➢সাদা বা লাল দাগ ➢শরীরের কোন অংশে পচন	✍সঠিক খাবার প্রয়োগ ✍ব্যাকট্রিম জাতীয় ওষুধের প্রয়োগ ✍এ্যাক্রিফ্লাভিন দ্রবনে (৫ পি পি এম) পরপর ৭ দিন ডুবিয়ে ছাড়া
⇨ চারার ক্রমশ সংখ্যা হ্রাস	➢বড় মাছ ছোট মাছেদের খেয়ে ফেলে	✍বড় ও ছোট মাছ আলাদা করে দেওয়া ✍ পরিমাণ মত খাবার দেওয়া
⇨ মাথার খুলি ফাটা রোগ	➢মাথা ফুলে যায় ➢খুলি ফেটে যায় ➢অস্বাভাবিক চলাফেরা	✍জল পরিবর্তন করা ✍খাবারের সঙ্গে ভিটামিন-সি প্রয়োগ

একটি সফল দেশী মাগুর মাছের হ্যাচারী নির্মান, উৎপাদন ও বিক্রয়ের আয়-ব্যয়ের হিসাব বর্তমান বাজার দর অনুযায়ী দেওয়া হল।

বিঃ দ্রঃ- ২০টি কাঁচের ট্রে - ১৮০ বর্গফুট এলাকা - ৩ মাসে ৩ বার উৎপাদন এর হিসাব

(ক) স্থায়ী মূলধন		টাকা
১। কাচের চৌবাচ্চা ৩' × ৩' × ১' (৬ মিমি) ২০ টি × ২০০০/-	=	৪০,০০০ টাকা
২। ওভার হেড ট্যাঙ্ক (২০০০ লিটার ক্ষমতা) - ১টি	=	১২,০০০ টাকা
৩। জলের পাম্প ১/২ এইচ. পি. -১টি	=	৪,০০০ টাকা
৪। পাইপ ও অন্যান্য	=	২,০০০ টাকা
৫। এয়ার পাম্প ও পাইপ, এয়ার স্টোন ইত্যাদি	=	১,০০০ টাকা
৬। ডিম রাখার ফ্রেম ৩ টি	=	৬০০ টাকা
৭। বালতি, গামলা, মগ, হাতজাল, সাইফন পাইপ	=	৯০০ টাকা
৮। অন্যান্য খরচ	=	৯,৫০০ টাকা
		৭০,০০০ টাকা

(খ) কার্যকরী মূলধন (৩ মাস)		
১। ব্রুড ফিস ১৫ কিলো × ৬০০/-	=	৯,০০০ টাকা
২। খাদ্য ঃ আর্টেমিয়া ৩ কৌটা × ৫,৫০০/-	=	১৬,৫০০ টাকা
৩। কেঁচো / দানা খাদ্য	=	৪,৫০০ টাকা
৪। বিদ্যুৎ ৩ মাস × ১০০০/-	=	৩,০০০ টাকা
৫। শ্রমিক ২ জন × ৪০০০/- × ৩ মাস	=	২৪,০০০ টাকা
৬। হরমোন, তুলো, স্যালাইন ওয়াটার, সিরিঞ্জ ইত্যাদি	=	১,৫০০ টাকা
৭। ওষুধ	=	১,৫০০ টাকা
৮। অন্যান্য	=	১০,০০০ টাকা
		৭০,০০০ টাকা

(গ)মোট মূলধন ঃ ক + খ (৭০,০০০ + ৭০,০০০) = ১,৪০,০০০ টাকা

(ঘ) উৎপাদন ও আয়ঃ

৩ বারে মোট উৎপাদন (৩০,০০০ × ৩) = ৯০,০০০টি × ৩ /- = ২,৭০,০০০ টাকা

Less, কার্যকরী মূলধন — ৭০,০০০ টাকা

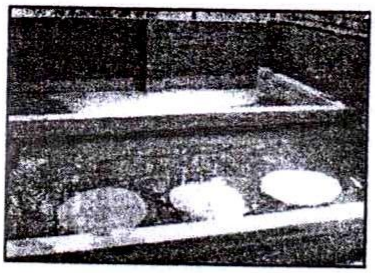
লাভ = ২,০০,০০০ টাকা

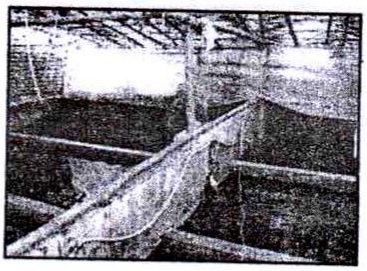
Less, স্থায়ী মূলধনের উপর ১০% Depriciation (৭০,০০০/- উপর) — ৭,০০০ টাকা

১,৯৩,০০০ টাকা

Less, মোট মূলধনের উপর সুদ (১৮%) — ২৫,২০০ টাকা

মোট লাভ - ১,৬৭,৮০০ টাকা





Contributors

Sl. No.	Chapter	Authors
1.	Overview of aquaculture in India with special reference to brackishwater farming of fish and shrimp	K.K. Vijayan, C.P. Balasubramanian, M. Kailasam, T.K. Ghoshal, G. Biswas, L. Christina and Prem Kumar
2.	Captive Breeding and Seed production of commercially important brackishwater finfishes	M. Kailasam, M. Makesh, S.N. Sethi, G. Biswas, Krishna Sukumaran, Prem Kumar, Aritra Bera, Babita Mandal
3.	Site selection, design and construction of brackishwater aquafarms	Gouranga Biswas
4.	Low cost *Mystus gulio* backyard hatchery construction, operation and maintenance	Prem Kumar
5.	Broodstock development, maturity assessment, induced breeding and larval rearing of *Mystus gulio*	Prem Kumar
6.	Nursery Rearing, traditional and improved grow-out technology of *Mystus gulio*	Gouranga Biswas
7.	Low cost feed preparation and feed management in brackishwater aquaculture	T.K. Ghoshal and Debasis De
8.	Stock and mass culture of live feed (*Chlorella*, copepods and rotifer) and *Artemia* hatching	Christina L.
9.	Disease Management in Brackishwater Aquaculture System	Sanjoy Das

10.	New approach of *Mystus gulio* farming: polyculture and IMTA	C.P. Balasubramanian, Prem Kumar and K.K. Vijayan
11.	High density culture of catfish in Recirculatory Aquaculture System and cage	Prem Kumar
12.	Importance of high health feeds in promoting growth and disease resistance in fish culture	Leesa Priyadarsani
13.	Formulated feed for hilsa rearing in monoculture and polyculture system	Debasis De, T. Sivaramakrishnan, K.P. Sandeep, K.P. Kumaraguruvasagam, J. Syamadayal and K. Ambasankar
14.	Breeding and seed production of Nona Tengra (in Bengali)	Swagat Ghosh
15.	Breeding and culture of Magur (in Bengali)	Prasanta Chatterjee

Invitation

BRAQCON 2019

BRAQCON-2019

ICAR CIBA Scafi

World Brackishwater Aquaculture Conference

23-25 January 2019, Chennai, India