CMFRI Training Manual Series No. 6/2015
GOI-UNDP-GEF Sponsored Training Programme

Manual on Edible Oyster and Green Mussel Farming

कालवं आणि काकई संवर्धन तंत्र प्रशिक्षण पुस्तिका

CENTRAL MARINE FISHERIES RESEARCH INSTITUTE
POST BOX NO. 1603, ERNAKULAM NORTH P.O.,
KOCHI-682 018, KERALA, INDIA
www.cmfri.org.in

CMFRI Training Manual Series No. 6/2015
GOI-UNDP-GEF Sponsored Training Programme

Manual on Edible Oyster and Green Mussel Farming

कालवं आणि काकई संवर्धन तंत्र प्रशिक्षण पुस्तिका

सी एम एफ आर आइ
CMFRI

CENTRAL MARINE FISHERIES RESEARCH INSTITUTE
POST BOX NO. 1603, ERNAKULAM NORTH P.O.,
KOCHI-682 018, KERALA, INDIA
www.cmfri.org.in

GOI-UNDP-GEF PROJECT
SINDHUDURG

Manual on

Edible Oyster and Green Mussel Farming

कालवं आणि काकई संवर्धन तंत्र प्रशिक्षण पुस्तिका

Authors:
K.S.Mohamed, P.K.Asokan, V.Kripa, Geetha Sasikumar, P. Kaladharan,
V.P.Vipinkumar, R.Vidya, M.K.Anil, P.S.Alloycious, K.M.Jestin Joy,
D.M.Vaibhav, V.G.Surendranathan, S. Rohith, J. Suhail, F. Mevin, P. Daya, T. Durga,
P.B.Digamber and T.D. Nandkishor

CMFRI, Kochi - 682 018

Marathi translation by:
Dr. V.D. Deshmukh (Retd.), Mumbai R.C. of CMFRI.

Published by:
Dr.A.Gopalakrishnan
The Director
Central Marine Fisheries Research Institute
Post Box No. 1603, Ernakulam North P.O.,
Kochi-682 018.
Phone: +91 484 2394357 /12, 2391407, 2394867, 2397569, 2394268, 2394750
Fax : +91 484 2394909
E-mail : contact@cmfri.org.in

CMFRI Training Manual
Series No: 6/2015

© 2015. Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi-682 018.

Front cover : Mussel and oyster culture activities at Kerala, Karnataka and Maharashtra.
Back cover : Oyster training activities at Wadatar, Sindhudurg district, Maharashtra

Foreword

Bivalve mariculture were initiated by ICAR-CMFRI during 1970's but became popular in the 1990's as large-scale adoption was done in the backwaters of Kerala. The success stories in Kerala were followed in Karnataka and Goa too. The availability of large brakishwater areas in Maharashtra is conducive for bivalve mariculture and this project envisages large-scale adoption in this important region. The initial trials conducted by the Institute has given encouraging results.

Oysters and mussels being filter feeding bivalves, their farming would have the advantage of being an eco-friendly aquaculture practice, as there is no addition of feed to the system. As compared to other aquaculture technologies, mussel and oyster culture does not need very sophisticated practices and hence the outlay in capital is also less. The success in bivalve farming depends on fulfilling the basic requirement of good supply of phytoplankton with unpolluted sheltered waters and this makes the selection of sites a very crucial part of bivalve farming.

Mussel and oyster farming has brought socio-economic benefits to many farmers of Kerala as the availability of mussel seeds, the help from the local bodies, besides there also exists good demand for the mussels and oysters in the local markets. There were various schemes under which mussel farming was given encouragement. The women Self Help Groups (SHGs) of the region were also very active in the farming of mussels.

I am confident that the present manual would help in popularising maricuture of bivalves in the state of Maharashtra.

Kochi
November, 2015

Dr. A. Gopalakrishnan
Director, ICAR-CMFRI, Kochi

Foreword

The Government of India (GoI) in collaboration with United Nation Development Program (UNDP), Global Environment Facility (GEF), and the Government of Maharashtra (GoM) is implementing a project "Mainstreaming coastal and marine biodiversity conservation into production sectors in the coastal and marine environment of Sindhudurg District, Maharashtra". The primary objective of the project is to conserve the coastal and marine biodiversity of the region while promoting livelihood based on natural resources in a sustainable manner. Taking into account the decline in fish catch owing to unsustainable practices, it is necessary to adopt sustainable fishing practices as defined in the Code of Conduct of Responsible fishing of the FAO and Ecosystem Approach to Fisheries.

One of the enduring livelihood practices along the Konkan coast involves the collection of oysters and mussels by fisherwomen from the wild. The women work for hours in the creek during low tide, clean the collected bivalves and sell them in the local market, making the job difficult and time consuming.

Under the UNDP Sindhudurg Project, 20 women from the local communities of Devgad, Malvan and Vengurla were trained in rearing mussels and oyster species. The training was organised at Ratnagiri in January 2014 with the help of Central Maine Fisheries Research Institute (CMFRI). Post training, Prasiddhi Women Self Help Group from Wadatar, Devgad taluka, decided to carry out oyster culture in the Wadatar creek adjoining their village. Under technical guidance from CMFRI, these women set up a bamboo rack with 450 rens of 1 meter each bearing five oyster shells as cultch material. Oysters being filter feeders, help in cleaning the environment where they grow. After 15 months of grow-out period, when the oysters were harvested in June 2015, the production from the single rack of 150 Sq.M was 187 Kg. The women involved in this project have benefitted immensely from the project in terms of additional income for their families.

Considering the success of the pilot project in oyster culture at Wadatar, efforts are being made to scale up the activity by putting up 20 more racks in the creek for which a new proposal has been sanctioned under the UNDP Sindhudurg Project to CMFRI. In this phase, more women SHGs will be trained from the three coastal talukas of Sindhudurg. We are delighted to work with institutes like CMFRI who have shown how technologies can be effectively transferred from laboratories to the field, for the benefit and development of local communities. The Institute is also working on transfer of technology for farming of green mussel.

I sincerely hope that this manual prepared by CMFRI under the UNDP Sindhudurg Project will help spread the oyster and mussel farming techniques to all the potential sites in Sindhudurg and beyond. The manual is very informative with coverage on oyster & mussel farming resources, their biology, farming technology, post harvest processing and economics. I congratulate CMFRI for successfully demonstrating the technology with respect to oyster culture and taking us closer to attaining our project goals.

November, 2015

N.Vasudevan
Chief Conservator of Forest, Mangrove Cell, Mumbai
Chief Executive Officer, Sindhudurg Project

Preface

The Konkan coastal stretch of Maharashtra is endowed with large number of west flowing rivers forming productive estuaries and creeks fringed by mangrove vegetation. The indented coastline stretching across the districts of Raigad, Ratnagiri and Sindhudurg are marked by the presence of narrow creeks offering sheltered areas for aquaculture activities. These estuaries abound in bivalve wealth. As filter feeding bivalves feed on the natural food from the marine environment, the bivalve farming is 'organic' in nature.

Under the project, such eco-friendly farming practices were initiated in the sites demarcated in estuarine areas on a pilot scale with the participation of the local fishermen groups. Fixed bivalve farming systems suitable for shallow and sheltered areas are recommended. Rack systems supporting mussel ropes or stacks of trays with individual oysters or strings of cultch are ideal for this purpose.

The Sindhudurg coast has estuarine areas with pollution free sheltered areas, with moderate water current with sufficient depth and good phytoplankton production.

This training process is usually hands on. The manual gives essential details of mussel and edible oyster farming. These training in bivalve farming would go a long way for the large scale adoption of bivalve farming in the state of Maharashtra.

Kochin
November 2015

Authors

EDIBLE OYSTER FARMING

Introduction

The oysters are highly esteemed sea food and considered a delicacy in USA, Europe, Japan etc. In India there is a growing demand for oyster meat in some parts of the country. It is one of the most widely cultivated species. As early as the first century BC the Romans were the first to develop simple methods of collecting oyster seeds and growing them for food. the Japanese developed 'Habitat culture technique' i.e., culture in nets fixed to bamboo poles during the seventeenth century and at the turn of the 20 th century they evolved off bottom culture, especially hanging methods. The awareness about the vast potentialities for development of oyster farming in tropics is recent. Serious efforts are now being directed in its development under tropical conditions.

Scope for oyster farming in India

Oyster market at Ratnagiri

In India pioneering attempts were made by James Hornell in 1910 in developing Oyster Culture in erstwhile Madras state. Central Marine Fisheries Research Institute undertook scientific investigations at Tuticorin from early 70's and as a result, complete package of the technology is now available in the country. Vast stretches of backwaters, estuaries and bays spread over several lakh ha. are present along Indian coast harbouring natural population of the oyster suggesting suitability of the habitat for oyster culture. Being filter feeders, the oyster converts primary production in the water into nutritious sea food.

Oyster Resources of India

The various genera and species are identified based on the shape , size, colour and other characteristics of the shell, anatomical features and the breeding habits. Confusion still exists in the identification of oysters at species level. *C. madrasensis* is the main species in India. It tolerates wide variations in salinity and inhabits backwaters, creeks, bays and lagoons and occurs, from the intertidal region to 17 m depth.

Identification characters of commercially important oysters

Species name	Shape	Valves	Adductor muscle scar	Hinge
Crassostrea madrasensis	irregular in shape usually elongate	Left valve deep and the right one slightly concave	kidney-shaped and dark purple	narrow and elongated
Crassostrea gryphoides	elongate and thick	Left valve cup-like	broad, more or less oblong and striations on the scar are absent or obscure	well developed and has a deep median groove with lateral elevations
Crassostrea rivularis	large, roughly round, flat, thick and with a shallow shell cavity	Left valve is thick and slightly concave and the right one is about the same size or slightly larger	oblong and white or smoky white in colour	
Saccostrea cucullata	hard, strong, trigonal and pear-shaped	The margins of both the valves have well developed denticles	Cream coloured	Hinge straight, devoid of teeth and umbonal cavity well developed

Oysters & their Biology

The **shape of the oyster** is extremely variable depending on the environment in which it is grown. This fact of having the shape determined by the contours of substratum is called xenomorphism. It has been observed that the oysters assume the following shapes.

- Smooth and elongated when grown individually on soft substrata.
- Corrugated and circular shell with lower valve deep when grown individually on hard substratum.
- Irregular shape when grown with other oysters.
- Circular / elongated with reduced cupped nature when grown fixed to a firm substratum

Shucked backwater oyster, C.madrasensis

Food and Feeding Habits

The food consists of organic detritus and phytoplankters such as diatoms and nanoplankters. The food particles are entrapped in the mucus of the gills and are passed in the water currents towards the mouth by the rapidly beating gill cilia (fine hairs). The four labial palps, sort the food before it enters the mouth. The unwanted food particles are rejected as psuedofaeces. Close to the entrance to intestine is located the 2-3 cm long crystalline style made of mucoprotein. This contains digestive enzymes which convert starch into sugars. The crystalline style may be mistaken by layman as a worm that infests the oysters.

Reproduction

In the genus *Crassostrea* sexes are separate but occasionally hermaphrodites occur. During spawning, ripe eggs and sperms are discharged into the exterior where fertilization takes place. Temperature, food availability and salinity are considered as important exogenous factors, in influencing the maturation of gonads. A single female measuring 80-90 mm spawns 10 to 15 million eggs at a time.

Spawning period (This information is necessary for seed collection)

C. madrasensis

Kakkinada Bay	January June
Madras Harbour	Year round spawning
Adayar estuary	October-December and March-April.
Tuticorin	July- September and February-April,
Mulki estuary	April-June (major), November (minor).
Ashtamudi	November to December

C. gryphoides

Kelwa backwaters (Bombay)	July and September
Bhatia creek (Ratnagiri)	September and November

S. cucullata

Ratnagiri	October-January

Growth

C. madrasessis

Bhiminipatnam backwaters	12 mm length to 77-81.8 mm in one year
Kakinada Bay	27 mm to 72 mm in about 8 - 12 months.
Adayar estuary	50.6 mm length in 13 months.
Vellar estuary	85mm in first year and 111.7 mm in third year
Athakarai	72 mm in 7 months.
Ashtamudi Lake	70 mm in 7 months

C. gryphoides

Kelwa backwater	37.2 and 47.9 mm at the end of 6 months and one year respectively.

Condition Index

The condition index of the oysters denotes the quality of the meat and it is useful to determine the best period for harvest. It is also helpful to assess the suitability of a locality for culture. High condition indicates greater proportion of meat in the whole weight of the oyster; those in prime condition are tasty when compared to the flaccid and watery meats of oysters in poor condition. The soft body of the oyster undergoes changes, which are usually related to the reproductive cycle. During the maturation process the gonad increases in weight resulting in increase in the weight of soft body. Before the commencement of spawning the condition index reaches high value and with the release of gametes, the soft body of the oyster looses weight. The condition factor is studied based on weight, volume of both.

Condition Index = Weight of dry meat weight x 1000 / Volume of shell cavity

In C. madrasensis the condition is considered as high if it is above 140 and poor if it is below 70.

Edible Oyster Farming in India

Oyster farming technology developed by Central Marine Fisheries Research Institute is a simple and easily adaptable technique. Since 1993 concerted effort has been put in by CMFRI to popularize this technology. Kerala, is the first state to commercialize this technology and many coastal villagers have benefited from this. These farming activities have increased national production of farmed oyster from nil to 140 tonnes in 2000. One of the significant factors is that more than 80% of the oyster farmers in Kerala are women and they have emerged as productive, self reliant participants for improving the families' nutritional and living standards.

Culture Technology

Edible oyster culture is a very simple technology, which can be easily practiced. There are a few critical factors (such as seed collection and harvesting period) which are governed by the biology of the species which affect the profit of the farming operations. The farmer can easily understand these aspects by observation and practice. The oyster culture protocol practiced in India is given.

Oyster farm at Sattar island near Ernakulam

Seed Collection

Oyster seed are collected from estuaries by placing suitable collectors called cultch in the water column at appropriate period. During spawning seasons the spat collectors are suspended from racks.

How to prepare a cultch?

Ren making at Wadatar, Sindhudurg District

Cultch is the term used for spat / seed collector. For suspended method of oyster culture cutch made of oyster shells have been found to be ideal. Empty oyster shells are cleaned manually to remove the foulers and then washed to remove silt. A small hole is made on the shell and these are strung on 3mm dia nylon rope with a spacing of 15 to 20 cm between each shell (5 shells per meter rope). Such strings are called ren. The spaced rens can be used as such for grow out system. For seed collection purposes the shells are strung continuously without spacers (10 to 15 shells per meter) and after the attachment of seed they shells can be removed and restrung at the rate of 5 shells per meter which is the ideal density for grow out. If the oysters are to be grown by the tray method then empty shells or lime coated tiles can be placed in the trays for seed collection. Lime coated tiles gave encouraging results and on a single tile, as many as 120 larvae are known to settle.

When to place the cultch for seed collection?

One of the main factors that determine the success of the farming operation is the period when the clutches are placed for seed collection. If they are laid in advance of spatfall, they may be covered with silt or settlement of foulers , making them unsuitable for the oyster larvae to settle. The larval period in C. madrasensis is 15-20 days. The ideal time for laying the spat collectors in the water is about 7 -10 days after peak spawning (as determined by gonad examination and abundance of early larval stages in the plankton). Strong currents interfere with larval settlement and may result in poor spat collection.

Selection of farm site

For site selection several factors are to be considered

Sl.	*Parameter*	*Range*	*Methodology for determination of theparameter*
1	Salinity (ppt)	10 to 38	By titration or refractometer
2	Depth (m)	1.5 – 4	By sounding or manual
3	Temperature 0 C	23- 34	Using thermometer
4	Dissolved oxygen mg/l	3 – 5	Winkler method or by using probe
5	pH	6.5 – 8.5	pH meter or pH paper
6	Turbulence due to wave (m)	< 0.5 to 1	By observation and local enquiry
7	Water current m / Second	1 – 5	Current meter or from Literature
8	Clarity (m)	0.5 –1.5	By Sechii disc
9	Availability of seed	Within 100 m	By enquiry / observation
10	Local market	Average to good	By enquiry / observation
11	If free from various pollution like	Faecal Industrial Agriculture Sewage Retting Oil	By enquiry / observation

Sheltered areas offering protection from strong wave action are preferred.From intertidal region to areas extending upto about 5 m depth can be considered for adopting suitable culture method. Similarly the culture technique is adopted depending upon the type of substratum. On-bottom culture method is substrate specific while off-bottom method has little to do with the nature of substratum. Large scale moralities have been reported in salinities below 10 and above 40 ppt when the natural oyster populations of C madrasensis were exposed for prolonged periods. The natural populations occur at a temperature range of 21 to 31 0C.

Ren prepared at Wadatar, Sindhudurg district

Farming methods

They are broadly grouped as bottom (on bottom) culture and off-bottom culture. Raft, rack, long-line and stake are used in the various off-bottom culture practices.
The off bottom culture methods are advantageous over the bottom culture in the following respects.

1. Relatively rapid growth and good meat yield.
2. Facilities three-dimensional utilization of the culture area.
3. The biological functions of the oyster such as filtration feeding etc. are carried out independent of the tidal flow,
4. Silting and predatory problems are negligible.

On bottom culture

The oysters are grown either in the intertidal or subtidal area directly on hard substratum. For intertidal culture a minimum of 16 hours submergence is suggested to ensure adequate food supply. Oyster seed attached to the collectors are planted on the bottom and allowed to grow for the market. The disadvantages of this method are increased exposure to benthic predation, siltation and low production.

Rack and Ren Method

It is also called ren method. The racks are constructed in 1 to 2.5 , depth There are several variations in the types of racks. The single beam rack consists of a beam placed and secured to the top of posts driven into the bottom. A series of single beams are placed in a row. The crossbeam rack is constructed by placing cross bar on top of single posts and two long beams are secured on the end of cross beams.

Oyster farm at Padanna, Kasaragod District

Rack and Tray Method

The nursery-reared single spat (cultch-free) measuring about 25 mm are transferred to trays of size 40 x 40 x 10 cm at a density of 150 to 200 oysterlings/ tray. The tray is knitted with 2 mm synthetic twine of appropriate mesh and is suspended from rack. Once the oysters reach 50 mm length they are segregated and transferred to rectangular tray of size 90 x 60 x 15 cm these trays are placed on the racks. Each tray holds 150 to 200 oysters. The average growth rate of the oyster is 7 mm/month and at the end of 12 months the oysters attain an average length of 85 mm in Tuticorin. The production is estimated at 120 t/ha/year. Compared to the string method, this method gives production but the production cost is high.

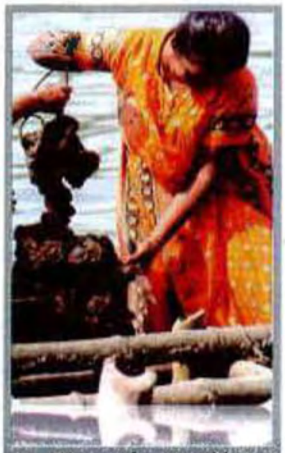
Rack construction at Wadatar, Sindhudurg district

Stake culture

A stake is driven into the substratum and on the top end one nail and on the sides two nails are fixed. The nail holds in position a shell with spat attached. The stakes are placed 60 cm apart. In this method, the nursery rearing of spat is carried on the same stake . For about two months the spat on the top end of the stake are covered by a piece of velon screen. Once the oysters attain 25-30 mm the velon screen is removed and in another 10 months they reach the marketable size. The growth rate of the oysters in this method is the same as that of the oysters raised by the string method. The production is estimated at 20 t/ha/year.

Farm management

Periodic checking of the farms is essential. The main points to be checked are replacement of broken farm structure and resuspending loosened rens which touch the estuarine bottom. High mortality rates have been observed when the rens fall on the ground. To tide over these problems periodic checking is essential Predaters and foulers are also a menace to oyster farmers. Crabs, fishes, starfishes, polychaetes and gastropods are the predators of oysters. At Tuticorin predation of the oysters by the crabs Scylla serrata and Pagurus sp. has been observed on a small scale. Barnacles are fouler that settles on the wooden structures, trays and oysters. It competes for food with the oysters. It also increases the weight of the ren causing damage to the farm structure. Large scale moralities of oysters due to the diseases caused by the fungus Perkinsus marinus, and the protozoan parasite Minchinia nelsoni, have been reported from temperate countries.


Women farmer with Oyster ready for harvest

Harvest of oysters

The oysters are harvested when the condition is high. At Tuticorin good meat yield is obtained during March-April and August-September and along Kerala harvest is ideal during May in Vembanad and Chettuva estuasry and during August October in Ashtamudi Lake. Generally high condition index is obtained when the gonad is ripe prior to spawning. Harvesting is done manually.

Post Harvest Processes

Depuration

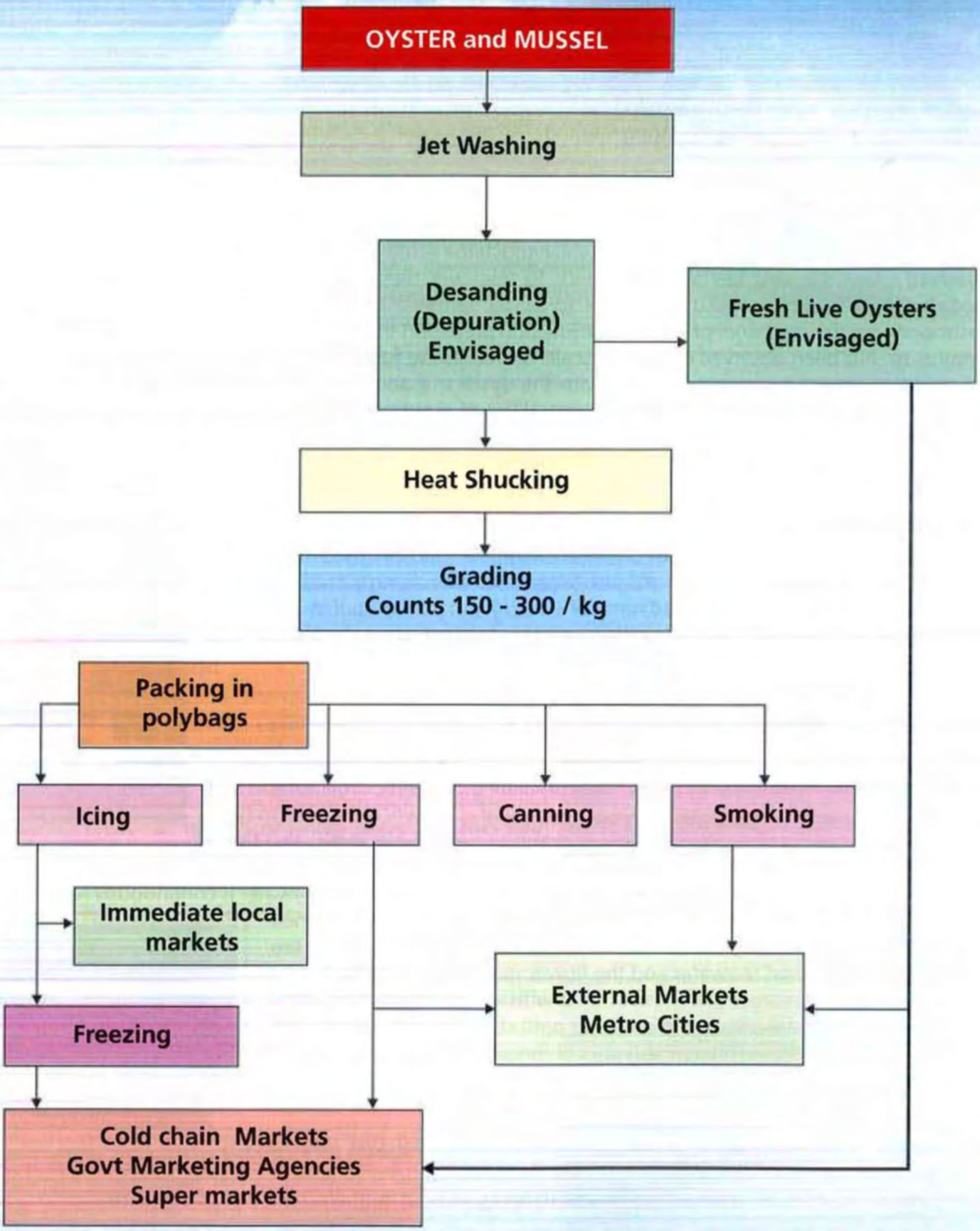
Oysters, like other filter-feeding bivalves, accumulate pathogenic organisms in their body. The bacteria of concern are Vibrio, Salmonella and Escherichia (Coliform type). By depuration the bacterial load is brought down to permissible levels, also faeces, sand particles and silt are removed from the alimentary canal of oysters. The oysters are placed for 24 hours in cleaning tanks under a flow of filtered seawater. About 10-20% of the seawater is continuously replaced. At the end of 12 hours the water in the tank is drained and oysters are cleaned by a strong jet of water to remove the accumulated faeces. The tanks are again filled with filtered seawater and the flow is maintained for another 12 hours. Then the tanks are drained and flushed with a jet of filtered sea water. The oysters are held for about one hour in 3 ppm chlorinated seawater, and then washed once again in filtered seawater before marketing.

Oyster Depuration

Transport and storage

Oysters kept under moist and cool conditions survive for several days. However it is desirable that they reach the consumer within three days of harvest. Studies indicate that oysters packed in wet gunny bags are safely transported for 25- 30 hours without mortality and in good condition.

POST-HARVEST FLOWCHART



Economics for a model oyster farm

Rack and ren method in estuary **Oyster farm 5m x 5m**
Ren 300nos

I. Fixed cost (Material cost)			
Item	**Quantity**	**Rate**	**Amount**
Bamboo poles (16 poles + 14 horizontal poles)	30nos	150	4500
Rope (farm construction) 3mm	2kg	150	300
Rope (ren making) 3mm	6kg	150	900
Total			**5700**

II.Recurring cost			
Shell	1500 nos	25 paise	375
Ren making	300 nos	1	300
Farm construction	2 men	800	800
Harvesting	4 men	1600	1600
Canoe hire charge	5 trip	500	500
Marketing (shell-on)	4500	1	4500
Total			**8075**

I.Fixed cost (Material cost)			
III. Labour charge (Meat shucking)			
Shucking charge	120kg	20	2400
Fuel charge		400	400
Marketing	Rs.5/kg	120	600
Total			**3400**

Total financial outlay
Shell on (I + II) = 5700 + 8075 = 13775
Shucked meat (I + II* + III) = 5700 + 3575 + 3400 = Rs. = 12675

Total yield			
Shell on	5kg/ren	300	1500
Single oyster	15/ren	300	4500
Heat shucked meat	8%		120

Gross Revenue			
Shell- on	4500	10	45000
Heat shucked meat	120	325	39000

NET PROFIT
Shell - on = Rs.31225
Shucked meat = 26325

MUSSEL FARMING

Introduction

Mariculture of bivalves assumes greater importance in meeting the increasing protein demands of the human population. Bivalve groups such as oyster, mussel and clams are the most important cultivable organisms all over the world. Mussel farming has a long history that dates back to the thirteenth century. Mussels are farmed in many areas of the world with the most common species cultured being the blue mussel, Mytilus edulis. The main producers of mussels are countries such as China, Korea, Spain, The Netherlands, Denmark, France and New Zealand. In 1997, 1.1 million tonnes of mussels were produced worldwide, with most production occurring in China (nearly 400,000 tonnes). The Indian mussel industry is modest and the maximum production attained is about 20,000 t. Of these, P.viridis and P.indica forms the most dominant cultivable species. The Central Marine Fisheries Research Institute (CMFRI) has developed eco-friendly techniques for mussel culture. Recently, CMFRI has taken up efforts to popularize mussel culture in all coastal districts of Kerala.

Scope for mussel farming

Kerala state is endowed with rich mussel resources and survey reveal that two species viz., Perna viridis (green mussel) and Perna indica (brown mussel) are present along the rocky shores. The latter is mostly restricted up to the south of Kollam from Cape Comorin in west coast and the former is distributed throughout. Annually about cape Comorian is west coast and the former is distributed throughout. Annually about 15000 t of mussels are exploited from these regions. During post monsoon period there is heavy settlement of mussel spat along the entire Kerala coast. This seed can be used for farming (See Annexure for a recent estimate of mussel seed resources in central kerala). Mussels reach harvestable size (55-70 mm) within 4-5 months when cultured.

Experiments indicate if farming activities confined to November to May, mussels can be successfully cultured in most estuaries of Kerala since ecological conditions will be congenial for good growth and survival. Similarly the Arabian Sea bounding the shores of Kerala can also be used to culture of mussels during the fair season (Oct to May).

The CMFRI has developed technologies for farming of mussels in early seventies and since then it have been upgraded and refined for commercial production. The Institute has conducted a series of experiments on location testing in various estuaries and sea along the west coast of India. In Kerala, location testing in various estuaries and sea along the west coast of India. In Kerala, location testing for mussel culture has been done in estuarine areas using rack and rope method.

The Calicut Research Centre of CMFRI, Calicut took steps to expand mussel culture practices in the north Kerala region in small-scale with the involvement of fishermen. The Research Centre successfully demonstrated mussel culture in the Dharmadam Estuary during 1995-96. This created some awareness among the local fishermen. During 1996-97, mussel culture was done on a large scale at Padanna with the involvement of a group of twenty five fisherwomen. Financial support was extended by the DWCRA. These programme proved that mussel culture can be profitably undertaken utilizing the available water spread area in the estuaries of North Kerala. In Central Kerala it was demonstrated in the Chettuva estuary in Trichur district during 1997 and now it is extended upto Munambam estuary and nearby areas of Sathar Island.

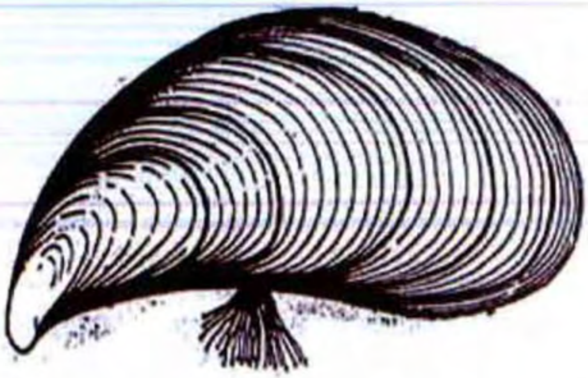
Open sea culture of mussels was initiated by the CMFRI off Vizhinjam and off Calicut during the 1970's. Recently, a pilot scale demonstration of long line culture was also carried out off Andhakaranazhi near Alleppey. During 1998-99, a group of fishermen from Vypin Island took the initiative to launch raft culture of

mussels in the sea off Narakkal with technical collaboration from CMFRI. Currently farmed mussel production from Kerala state is estimated to be nearly 20,000 t

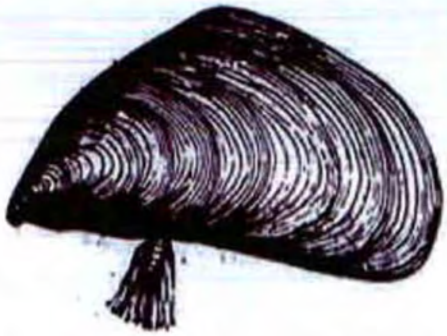
Distinguishing Features

The external shell colour of young green mussel is beautiful jade green and in older specimens it is bluish-green at the anterior half. The shell colour of brown mussel is dark brown. Interior of the shell is margaritaceous and shining in both the species. Two equal sized shells protect the internal organs. The shells are thick, equivalve, equilateral, elongate, triangularly ovate in outline and hinged at the anterior end. The posterior end of the shell is almost round.

Diagnostic characters	***Perna viridis* (Linnaeus, 1758)**	***Perna indica* (Kuriakose & Nair, 1976)**
Common name	Green mussel	Brown mussel
External shell colour	Green / Bluish green	Deep brown
Dorsal ligamental margin	Curved Straight	
Mid dorsal margin	Arcuate Highly angular	
Posterior margin	Rounded Rounded	
Ventral margin	Highly concave	Straight
Mantle margin colour	Yellowish green	Brown
Excurrent aperture opening	Mouth oval and wide; passage into the mantle cavity small; restricted by septum, rectum and posterior adductor not visible through the opening.	Mouth and passage into the cavity are of same width; rectum and posterior adductor prominently visible through the opening.
Ventral mantle margin	Inner fold of the posterior ventral margin thin, extensible, smooth, tentacles or papillae absent.	Inner fold of the posterior margin very thick not extensible; provided with 18-22 thick branching tentacle.
Posterior byssal retractors	Two, short, thick bundles; anterior bundle arises from the posterior and diverges in the form of a 'V'	Two, short, thick bundles; anterior bundle arises from the posterior and diverges in the form of a 'W'



P.viridis (Linnaeus,1758)



P.indica (Kuriakose & Nair,1976)

Distribution of Mussels

The P. canaliculus or the green-lipped mussel is restricted to New Zealand while the green mussel P.viridis is widely distributed throughout the Indo Pacific area. It has been reported to occur in China, Japan, Persian Gulf, Indonesia, Hong Kong and in the Pacific Islands. Perna indica is found only along the Indian coast. Perna perna is found along the coasts of the African continent, South America and Sri Lanka.

Mussel is popularly known as " Kallumekai / Kadukka/ Chippi" in Malayalam. Green mussel Perna viridis and brown mussel Perna indica are available along the Indian coast. The green mussel, P.viridis is extensively distributed as subtidal and intertidal beds along both the coasts. Along the Kerala Coast, the major locations are Koduvally,Mahe,Chombala, Moodadi,Thikkodi, Elathur, Chaliyam and South Beach, Anchangadi, Ethai, Narakkal, Chellanam, Andakaranazhi, Azhikkal, Parimanam, Port Kollam and Neendakara.

Along the Karnataka coasts the mussel beds are mostly seen in subtidal beds and major resources are located in Uchila, Someswara, Suratkal, Matukopal, Malpe, Coondapur, Byndur, Bhatkal, Basaldurga, Dhareshwar, Gokarn, Ramakkal, Kodar, Karungadi, Karwar, Angola, and Gangoli.

In Goa, mussels beds have been observed at Mapusa, Panjim, Margoa and Canacona. Along the Maharastra coast, mussels beds are seen in rocky coastal regions as well as in the small creeks. Extensive mussel resources are available along Dahoi, Jaigad, Kalbadevi, Bhatye, Purnagad Taramumbri, Devgad, Chowl, Alibag and Urar Along the Gujarat coast, mussel population is sparse, observed only in Jamnagar region at Sikka, Baid, Same, Sachana and near Dwaraka.

In Tamil Nadu, Pondicherry and Andhra Pradesh extensive beds have not been reported. However, mussel resources have been observed at Chunambaru estuary, Ennore, Kandaleru, Visakhapatnam, Kakinada, Nellore, Vudukunnappalli, Pathapalam and Ponnapudi. In Chilka Lake meager occurrence of mussel has been reported. Sparse mussel beds have been observed at some locations in the Andaman and Nicobar Islands and it is absent in Lakshadweep Islands.

Mussel seed availability along Indian coast / area suitable for farming

State	Location
Kerala	Ashtamudi Lake, Thangaserry Bay, Azheekode,Maliankara, Sathar Island, Chettuva,. Ponnani, Kadalundi,Dharmadam, Valapattanam, Padanna,Neelaswaram etc.
Karanataka	Mulky, Suratkal, Traisi, Baindur, Gokarn, Belikeri, Arga, Amdalli, Harwada, Karwar Bay,Manjali etc.
Tamil Nadu	Coleroon estuary, Gadilam estuary, Kovalam, Kadiyapatnam, Coachel, Kodimuna, Vaniakudikurumpana, Melemidalam,Aazhimala,Pulinkidi, Mullor etc.
Pondichery	Kadaloor
Andra Pradesh	Bhimunipatanam, Kakkinada, Dommulpeta,Chinamylavarilanka etc.
Maharashtra & Goa	Bhatye creek, Kalbadevi creek, Jaigad creek,Dabhal creek, Purnagad creek, Budhal coast, Tulsunde creek etc.
Andaman & Nicobar Islands	Sippighar, Bimbleton, Kalpather, Garacharma, Mittagari, Haathitope, North Bay, Minnie Bay etc.
Gujarat	Navabander
Orissa	Gopalpur port (Badrajpally), Gopalpur Rocky shore,Gopalpur backwater, Bahuda estuary etc...

Some common species of mussel in the world

Scientific name	Common name	Country
Perna viridis	Green mussel	India, China, Indonesia, Malaysia, Philipines, Singapore, Thailand
Perna indica	Brown mussel	India, South Africa
Perna canaliculus	Green lipped mussel	New Zealand
Mytilus edulis	Blue mussel	China, Korea(Rep.)

Fishery

In India annual mussel production which was less than 10,000 tonnes in the beginning of this decade, has been doubled by 2002 through increased exploitation and farming in coastal waters. In Kerala, traditional mussel fishery exists along the coast and mussel farming is now a flourishing activity in the state. Among the maritime states, Kerala stands first contributing 95% of the total mussel production. In the year 2005-06 farmed mussel production was 10060 tonnes.

Mussel fisher of Chombala, Calicut district

Food and feeding

Perna viridis is a suspension feeder. This species is an efficient ciliary-mucoid filter feeder, feeding on small zooplankton, phytoplankton and other suspended fine organic material.

Growth

Green mussel shows a rapid growth rate by length of 8mm-13.5mm per month. Under average culture conditions, green mussel and brown mussel attain a length of 80-88mm with 36.4 - 40g weight and 65 mm with 25-40 g in 5 months respectively. The farmed mussels give a better meat yield compared to mussels from the natural bed. The average edible portion of the meat in cultured mussels' ranges from 34.5% - 40.5% where as in the natural bed the meat yield is 27.2%-33.3% of the total weight. Growth by length and weight are probably the most important criteria for assessing the success of the culture system.

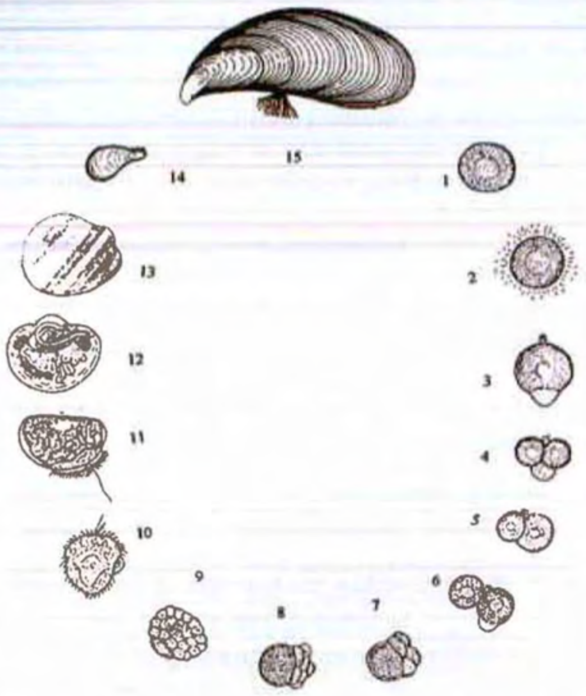
The growth of mussel is influenced by a number of environmental factors such as water quality, food availability, settling density, water current and tidal exposure.

Reproduction

Sexes in this species are separate and the fertilization is external. The gonad of mature female can easily be distinguished by its bright orange- red colour from that of the male, which is creamy yellow.

Stage	Male	Female
I (Immature)	Sperm nonmotile	Ova without any shape
II (Maturing)	Sperm non motile	Granulation in the ovary
III (Mature)	Sperm motile	Spherical ova
IV (Partially spent)	Motile sperm and tissues	Spherical ova and ruptured ova
V (Spent)	Ruptured tissues	Ruptured tissues
(Indeterminate)	Differentiation impossible	

Mussels attain sexual maturity in two months (15-28 mm). Spawning period is prolonged extending from January September with peak spawning during June-September in Kerala. The four main stages in the reproductive cycle are spent/resting, developing, ripe and spawning. Fertilization is external. After fertilization, it attains pediveliger within 15-35 days. Pediveliger attaches to the settlers with the help of byssus threads and metamorphose to spat. Spat settlement takes place from July to September and attains seeding size in September.



Life cycle of green mussel (*Perna viridis*)
1. Egg 2. Egg with sperm 3. 3 9 Early developmental stages 10. Trochophore 11. Veliger 12. Eyed/ Umbo stage 13. Plantigrade 14. Spat 15. Adult.

Condition index

$$\text{* Condition index} = \frac{\text{(dry meat weight X 1000)}}{\text{Volume of shell cavity}}$$

$$\text{** Percentage edibility} = \frac{\text{Meat weight x 100}}{\text{Whole mussel weight}}$$

* Condition index is generally related to the reproductive cycle. Condition of mussel indicates the degree of fatness of a mussel or the extent to which the meat fills the cavity. The ideal condition index of mussel is 70 - 140. This will be high during non-spawning period.

**Percentage edibility, the percentage edibility is high the mussels can be harvested. Percentage edibility varies from 20 45%.

Farming Techniques

Site selection

Open sea and estuarine areas free from strong wave action are suitable for farming. Clear seawater with rich plankton production (17-40g chlorophyll /l,) is ideal for mussel culture. Moderate water current (0.17-0.25m/s at flood tide and 0.25-0.35m/s at ebb tide) will bring the required planktonic food and will carry away the excessive build-up of pseudofaeces and silt in the culture area. The water should have a salinity of 27-35 ppt. and temperature of 26 C- 32 C. Site should be free from domestic, industrial and sewage pollution.

Open sea farming

In open sea farming, the depth at the site should be above 5m without strong wave action, less turbulent and with high primary productivity. Long line and raft culture techniques are ideal for open sea farming. Mussels grown on long lines become smothered by naturally settling juvenile mussels and other fouling organisms. Effective utilization of easily available material for fabrication of long line and rafts can be done. Disadvantages of this farming are the poaching and unpredicted climate changes. Protected bays are ideal for mussel farming.

Estuarine farming

Compared to open sea, estuarine ecosystems with less turbulent and shallow depth (<4m) are suitable for mussel farming. Culture of mussels on horizontal ropes results in high productivity due to the effective utilization of the primary productivity. Rack culture is ideal for estuarine conditions. Fluctuation in salinity during monsoon season and pollution through domestic and industrial waste are the main constraints in estuarine mussel farming.

Farming methods

The farming practice of bivalve molluscs is either on bottom or off bottom culture methods. The bottom culture system is also called the broadcast technique. For the off-bottom culture system, this includes the stake or pole method, rack, raft and long-line method. The rack, raft and long-line method are also called the hanging or suspended culture technique. The stake and rack method are mainly used in shallow, intertidal waters while the raft and long-line methods are generally utilized in deeper, open waters. Many culture techniques are used for growing mussels worldwide. Some of these are described below:

1. Bouchot or Intertidal Pole Culture

In France, mussel culture is believed to have started in 1235, when an Irish sailor Patrick Walton survived a shipwreck on the Bay of Aiguillon. He found that the wooden poles and nets that he had kept for trapping birds attracted mussel spat settlement. This became the basis for Bouchot method which is the oldest and the main method utilised in France on the Atlantic and English Channel coasts. This method, well suited to the large intertidal mud flats facilitated the development of the blue mussel (Mytilus edulis) industry in France. The Bouchot method extended to other suitable intertidal areas along the Brittany and Normandy coast. The spats are collected on spat collecting ropes made of coir. These spat bouchots are situated offshore and consists of parallel rows of poles with horizontal coir ropes for collecting seeds. When the seed are a few months old, they are removed from the ropes, placed in mesh tubes and transferred to bouchots for growth. In this method, ropes with spat attached are wound around large vertical poles (bouchots) in the intertidal zone. The line of poles mainly oak tree trunks 4-7 m long, 12-25 cm diameter at the wider end and about 7cm at the opposite end. The lower 3 meter of the pole is inserted in the seabed. A barrier is placed at the bottom of the pole to prevent predators such as crabs from reaching the mussels. Bouchot are placed perpendicular to the shoreline This method of culture requires large tidal ranges, in order to supply the densely packed mussels with plankton.

This method is suitable for estuaries and shallow bays. The racks are fabricated placing bamboo / casurina poles vertically and horizontally tying and lashing with nylon/ coir ropes. Bamboo or Casurina poles are driven into the bottom and spaced at a distance of 1-2m. These stakes are connected horizontally with poles. The horizontal poles should be above the level of water at high tide and seeded ropes are suspended from the same.

2. Stake culture

In Thailand and Philippines, mussels are grown on bamboo poles (6-8m long) staked at half meter depth and one meter apart or in circle and tied at the top to form a wigwam structure in soft, muddy bottoms. Mussels (Perna viridis) settle on the submerged bamboo stakes. Bamboo poles are often observed to monitor growth as to eliminate predators like starfish and crabs. Bamboo stakes are placed in areas where natural spatfall is expected. Mussels are harvested after a growing period of 610 months after stocking or when the animals reach 56 cm in length. Each pole yields 8-12 kg of mussel. Harvesting is done by hauling up the bamboo poles and loading them into a raft. This culture system also facilitates siltation which makes bays and estuaries too shallow for mussel farming. In Philippines a rope strung in a zigzag fashion or rope web method is used. Each unit consists of two bamboo poles 5 meters apart are driven into the substratum. Two polypropylene rope, 2 meter apart are tied to the bamboo poles.40 m rope of 10-12 mm diameter is used to connect in a zigzag manner. Pegs are inserted at 40 cm intervals.

3. On-Bottom Culture

This method is widely used in Netherlands, Denmark and Germany. The culture is based on the principle of transferring seeds from areas of great abundance where growth is poor to culture plots in lower density to obtain better growth and fattening of the mussel. The culture plots must have a firm substratum and less of drifting sand and silt particles. In Netherlands, the seeds are dredged from Waddenzee. The seeds are laid in intertidal areas to produce mussels with thick shells and strong adductor muscle. In the subtidal areas higher meat yield and thinner shells are produced fit for processing industry. The whole process is highly mechanized from collection of seeds to harvesting and marketing. Waddenzee and Zeeland are the important areas for mussel (M.edulis) farming. The mussels are distributed evenly by the farmers if the stocking is found crowded. The starfish problem is managed by salt treatment or removal using starfish nets. The filtering activity of the mussels produces silt which gets deposited under the mussel carpet. This hinders the growth of mussels. Chain harrow are used to level the ground. The production by on bottom culture is about 8Kg per m2 of mussel plot or 80 tonnes per hectare. An essential part of the on bottom Dutch mussel farming is the 'rewatering' process. Here before marketing the mussels, they are kept in special lots for 10-14 days for the process of eliminating the weak and damaged mussel.

On bottom cultured mussels being harvested at Kadalundi, Calicut District

4. Long line culture

This method is becoming very successful in open sea mussel farming. A rope is stretched horizontally near the water surface and maintained 1-2 m from the surface with buoys. Mussels are grown on vertical ropes known as 'droppers' which hang from the horizontal rope for a length of 4m. Mussel seeds are collected from natural beds and transplanted onto the ropes into a continuous sock-like cotton tube, which is approximately 17.5 cm in width. Small mussels stripped from the collection ropes are inserted. This cotton sock is then wound around the dropper. The mussels grow and attach to the ropes using their byssal threads and the cotton sock slowly disintegrates and falls away. The droppers are placed a minimum of 0.5 m apart and have at least 4 m of free space from the bottom. In deeper waters the gap between the bottom of the line and the sea floor is greater. Anchor ropes extend from each end of the horizontal rope to anchors buried in the mud of the bottom. As the ropes are kept taut, there is no movement around the anchor to disturb the bottom as occurs when boats are anchored.

The density at which mussels can be cultured on long lines could be about 300 per meter, but depends on the food availability, which varies from site to site. Mussels grown on longlines can become smothered by naturally settling juvenile mussels and other fouling organisms. For this reason, most farmers prefer to position their farms away from heavy spat settlement areas to avoid layers of spat attaching to larger mussels.

5. Raft Culture

The basic principle of raft culture is similar to long line culture in that the mussels are suspended on droppers but these are suspended from the raft instead of the long lines. The raft itself is anchored to the seabed removing the need for several anchoring systems. Long line culture however, creates less of a visual impact, and the droppers can be spaced farther apart to maximize the use of the available phytoplankton. Raft culture is more suited to areas of dense phytoplankton and to smaller operations, as there is less scope for mechanical harvesting. This method of culture is used in the Galician Bays in Spain, Saldahna Bay in South Africa but has been abandoned by the New Zealand industry in favour of long lines. This method has its origin in Spain in the Galician Bay. Mussel seeds (Mytilus golloprovincialis) settle profusely in the inter-tidal zone in the coastal waters of Galicia. These rias are sheltered, nutrient rich with 3-4 m of tidal range provide ideal environment for suspended mussel culture. The rafts are constructed using a wooden framework of timber and floats of concrete, steel, styrofoam or fiberglass material. These seeds are collected by scrapping the rocks with spade-like steel blades. Seeds can be collected by suspending ropes vertically from the rafts. The length of the mussel ropes varies from 6-9 meters according to the depth of the culture site. As the production is about 10 Kg of mussel per meter of rope, a raft having 600 to 1000 ropes of 6-9 meter may produce 30000 to 90000 Kg of mussel per year.

6. Rack culture.

This is the simplest of the rope method used for green mussel cultivation in India and Philippines. The main purpose of the pole is to support the structure. In between these poles, ropes are suspended either vertically or kept horizontally where the depth is a limitation. The construction is labour intensive but the simplicity in harvesting and accessibility of local materials for farming purposes makes it very adaptable under local conditions. Mussel culture is fast becoming popular in the Malabar area since 1997 following the success achieved by CMFRI in rearing green mussel by rack culture in the backwaters. The simple methods employed for mussel farming was transferred to progressive farmers who took up mussel culture in the backwaters. Soon they found the venture profitable. Demands came from new entrepreneurs for training and mussel farming spread from Kasaragod to Ponnani. Mussel culture in the backwaters of Kerala was first started in Padanna and Cheruvattur Panchayats in Hosdurg Taluk of Kasaragod district. Later it was taken to Elathur in Calicut district and Vallikunnu and Ponnani in Malappuram district. The total production in 2008 was 16,500 tonnes. Some of the constraints are regarding the availability of seed. Mussel farming is a decade and half old farming practice in India. This is a low investment activity with very good returns. If promoted properly, mussel farming can be used as a tool for women empowerment in the coastal areas and can stimulate a healthy socio-economic development in the area. Better post harvest technologies can develop attractive value added products. Since very good export markets are available for mussels there is further scope of extending the farming practice to suitable areas.

Rack culture at Pdanna, Kasargod district, Kerala

Seed collection and seeding on ropes

The site selected for collection of seed should be free from pollutants. Seeds collected from the submerged (sub tidal) areas will be healthier. After removing other organisms and weeds, the seeds were washed thoroughly in seawater. About 500-750g of seed is required for seeding on one-meter length of rope. The ideal size of the seed is 15-25mm with 1-2g weight. The length of the rope is decided by considering the depth where the raft/ rack is positioned. While suspending the seeded rope on rack it must be tied in such a way that the upper seeded portion of the rope should not get exposed during low tide.

Rack culture at Ori, Kasargode district

Nylon rope of 12-14mm or 15-20mm coir rope can be used for seeding .Old cotton net, cotton mosquito net or cheap cotton cloth are used for covering the seeds around the rope. Cotton netting of required width and length is placed on the floor and required quantity of seed is spread over the net from one end to another. The rope is kept above the net and is tightly stitched in such a way that the seeds spread uniformly around the rope. The cloth will regenerate within 2-3 days. By this time the seeds will secrete byssus thread and will get attached itself to the rope.

Seeding of ropes at calicut

To avoid slipping of the mussels, knots are made on seeded rope at a distance of 25cm. Placing split bamboo pegs in the rope (12-14mm) at regular intervals will also serve the purpose.

Grow-out-phase

The seed, which get attached to ropes, show faster growth in the suspended column water. If the seed is not uniformly attached, crowded portion always show slipping. To avoid slipping, periodical examination of seeded rope and thinning of the same is essential. The ropes also should be suspended in such a way that it will not touch the bottom as well as the seeded portion is not exposed for longer period during low tide. Seeded mussel on the upper portion of the rope shows faster growth due to the abundance of phytoplankton. For better growth the seeded ropes should be spaced at a distance of 25 cm.

Seeded ropes of mussel being taken to the rack

In open sea -farming, growth of mussel is very rapid. They attain 80 - 110mm in 56 months with an average growth of 13.5mm/month and an average weight of 35-45g. This growth is observed in farms at various locations. In estuarine farming, mussels attain 75-90mm in 5months with an average weight of 35-40g and an average production of 10 - 12 kg/m rope

Management

Constant vigil is required to see that the raft/rack is in position. Thinning may be done if necessary to avoid loss of mussel and to provide enough growing space. Periodic removal of fouling organisms like barnacles, tubiculous polychaetes and ascidians is to be done for improved growth.

Diseases and Poisoning

Mussels are said to be harmful when consumed during periods of red tide (in Malayalam it is called Pola vellam). This mainly occurs due to dinoflagellates bloom or bloom of diatoms, or cyanobacteria. They will produce potent toxins that can find their way through the food chain to humans, causing a variety of gastro-intestinal and neurological illnesses, such as: paralytic shellfish poisoning, diarrhaeortic shellfish poisoning, amnesic shellfish poisoning, neurotoxin shellfish poisoning. Another new toxin identified is yessotoxin, which affects the nervous system.

Mortality caussed by pollution

Harvest, product development and marketing

Harvest will be done when the mussels reach marketable size and condition index is high, i.e., before the spawning and onset of monsoon. Normally harvest season is from April to June.

Mussel ropes are collected manually and brought to the shore for harvest and washed thoroughly using jet wash to remove grit and slit. The mussels separated from the ropes are maintained in re-circulating seawater for 24hrs and washed again in fresh seawater. This method of depuration is effective in reducing the bacterial load of the mussel meat by 90%.

Depurated mussels are then mainly sold through local market as live shell-on mussel. At present processing units use only a small quantity of cultured mussel. New strategies need to be developed to fully exploit the domestic market.

Meat from depurated mussel can be shucked in fresh condition or after boiling or steaming. Further processing of the mussel meat can be done after blanching in 5% salt solution for 5 minutes.

Harvest of mussel at Padanna, Kasaragode district

Depuration

To avoid risk in consuming the mussel meat and to increase the quality of mussel, depuration is essential. During the process of feeding, mussels accumulate all suspended biological materials including harmful microorganisms. Before the product reaches the market, these materials have to be removed from their gut. The process of such purification is called depuration.

The mussels are placed for 24 hours in cleaning tanks under a flow of filtered seawater. About 10-20% of the seawater is continuously replaced. At the end of 12 hours the water in the tank is drained and mussels are cleaned by water to remove the accumulated faeces. The tanks are again filled with filtered seawater and the flow is maintained for another 12 hours. Then the tanks are drained and flushed with a jet of filtered sea water. The mussels are held for about one hour in 3 ppm chlorinated seawater, and then washed once again in filtered seawater before marketing.

Products and export

A variety of products have been developed in India from mussel meat. These products have been developed by R & D activities of CIFT, Kochi.

In the retail market, few mussel products are available. The latest product in line is the condiment incorporated ready-to-eat fried mussel meat in vacuum packs.

For further economic utilization, value added products of mussels like seafood cocktails are prepared and marketed by seafood export firms in India. The export of these items from India is showing an increasing trend.

Nutritional value of 100g heat blanched mussel meat

Composition	Quantity	Adult male (%) of daily requirement	Adult female (%) of daily requirement
Energy	172 Kcal	2.9	3.8
Protein	23.8g	19	24
Oil (fat)	4.48g	2.2	2.9
Omega 3 fatty acids	782 mg	*	*
Cholesterol	27 mg	-	-
Calcium (Ca)	56 mg	7	7
Iodine (I)	0.065 mg	43	43
Iron (Fe)	7mg	70	47
Phosphorous (P)	285 mg	29	29
Potassium (K)	270 mg	11	11
Selenium (Se)	0.038 mg	19	19
Sodium (Na)	410 mg	13	13
Zinc (Zn)	0.95mg	6	8
Vitamin A (Retinol)	0.05 mg	5	5
Vitamin E (Tocopherol)	1.9 mg	19	19
Vitamin B1 (Thiamine)	0.009mg	.6	0.6
Vitamin B2 (Riboflavin)	0.28 mg	16	21
Vitamin B6 (Pyridoxine)	0.19 mg	9.5	12
Vitamin B12 (Cobalamine)	0.009 mg	0.5	0.5
Niacin	1.4 mg	7	9.3
Pantothenate	< 1 mg	<20	20
Vitamin C (Ascorbic acid)	4.4 mg	7	7

Ratio Omega 3 to Omega 6 is 13:5
Source: United States Dept. of Agriculture Handbooks
" Composition of Foods"No.s 8.15,1987 & 8.13,1989.

Overseas markets

Mussels are exported to different countries in the frozen and dried condition. They are also airlifted in the iced condition to the Gulf countries where mussels are in great demand. There is an increasing demand for mussels in the global markets, especially in UAE, China, Mali, Sigapore, Srilanka,Australia, Greece, Japan, Lebanon, Mexico, NewZeland and Rep. Korea. The export of mussel products shows an increasing trend.

Quality standards

Quality standards followed for mussel includes the Bureau of Indian Standards (BIS), Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP), International Organisation of Standards (ISO 9002) and European Economic Community norms.

With globalisation, seafood trade will be subjected to increasingly greater regulation, control, issues related to environmentally sustainable practices. Seafood safety would assume greater significance in the future. Eco-labelling and HACCP certification would be made mandatory for all seafood products. Contaminants frequently monitored include bacterial loads, heavy metals, antibiotics and pesticides, algal blooms for HAB (Harmful Algal Bloom) toxins.

Microbiological criteria (as per EEC guidelines)

Animal product Live bivalve mollusc (Directive 91/492/EEC)						
Bacterial sp.	**Limit**	***n**	***c**	***m**	***M**	**Production area specification**
Salmonella	Absence in 25g					
Faecal coli	< 300/100g					Production area A
	< 6000/100g					Production area B
	< 60000/100g					Production area C
E.coli	< 230/100g					Production area A
	< 4600/100g					Production area B
Animal product – Cooked crustacean and Molluscan shell fish (Decision – 93/51/EEC)						
Salmonella	Absence in 25g	5	0			
S.aureus		5	2	100cfu/g	1000cfu/g	
Any pathogen	Quantities to affect human health					
Thermotolerant coliforms	-	5	2	10cfu/g	100cfu/g	
E.coli	-		5	1	10cfu/g	100cfu/g
Mesophilic aerobic bacteria	-	5	2	104cfu/g	105cfu/g	Whole product
E.coli Shelled/Shucked	-		5	2	5x104cfu/g	5x105cfu/100g
Mesophilic aerobic bacteria	-	5	2	105cfu/g	106cfu/g	Crab meat

*n = number of units comprising the sample

*m = limit below which all results are considered satisfactory

*M = acceptability limit beyond which the results are considered unsatisfactory

*c = number of sampling units giving bacterial counts of between m and M

Production area A: bivalve molluscs can be collected for direct human consumption

Production area B: bivalve molluscs can be collected but only placed on the market for human consumption after treatment in a purification centre, after relaying
Production area C: bivalve molluscs can be collected but placed on the market only after relaying over a long period (at least two months), whether or not combined with purification, or after intensive purification for a period to be fixed in accordance with the procedure provided for in Article 12 of Directive 91/492.

Present status of mussel culture

In India mussel production through culture shows an increasing trend. Now under NATP programme mussel culture became a popular one in most of the maritime states of India. In the Indian subcontinent estuarine farming of mussel was first started in Kerala particularly at Dharmadom in Kannur district, Padanna and Cheruvatur in Hosdurg Taluk of Kasargode district.

The establishment of mussel farms in Kerala State led to an increase in mussel production. In Kerala, the important event that has taken place in mussel farming is the women participation (Women Self Help Group).

Seed production in captivity

Keeping brood stock in captive tanks and by induced maturation and spawning, seed can be produced in hatchery. In India, CMFRI has developed hatchery technology for mussel seed production. But hatchery production of mussel seed is not yet commercialized.

Role of CMFRI in mussel farming

Training programmes are conducted in collaboration with Aquaculture Development Agencies to different categories of trainees like in-service personnel, private entrepreneurs, NGO's, and fisher groups especially women. Demonstration farms are set up in all the suitable areas like estuaries and open sea. Creating awareness among funding agencies, other state government organizations and panchayats for release of funds under various developmental schemes have helped in the commercialization of mussel farming in all the maritime states especially in Kerala.

One of our farmers (Shri. G.S Gul Mohamed) received the **"KARSHAKA SIROMANI "**National award for the year 2002, constituted by the Ministry of Agriculture, Govt. of India for the best Mussel farmer. This is the first time that such a prestigious national award to a Keralite farmer from fisheries sector. Shri.Gul Mohammed started mussel farming in estuaries from 1996 utilizing the technology developed by Central Marine Fisheries Research Institute (CMFRI)

Seeding the mussel ropes at Madgoan, Goa

Economics for a model Mussel Farm

Rack and ren method in estuary **mussel farm 5m x 5m**
Seeded ropes 100 nos

I. Fixed cost (Material cost)			
Item	**Quantity**	**Rate**	**Amount**
Bamboo poles (16 poles + 14 horizontal poles)	19	150	2850
Rope (farm construction) 3mm	2kg	150	300
Rope (seeding)12mm	13kg	150	1950
Total			**5100**

II.Recurring cost			
Cotton netting material	25 m	20	500
Cost of mussel seed (20-25mm)	150 Kg	25	3750
Stitching charges	100	10	1000
Canoe hire charge	2 trips	250	500
Labour charges (farm construction, seeding & harvesting)	8	500	4000
PVC pipe for seeding	1m	120	120
Miscellaneous	500	500	
Marketing cost (shell on)	Rs 1/kg	1000	1000
Total			**11370**

I.Fixed cost (Material cost)			
III. Labour charge (Meat shucking)			
Shucking charge	250 Kg	10	2500
Fuel charge		500	500
Marketing	Rs.5/kg	250	1250
Total			**4250**

Total financial outlay
Shell on (I + II) = 5100 + 11370 = 16470
Shucked meat (I + II* + III) = 5100 + 11370 + 4250 = Rs. = 20720

* Except the marketing charge

Total yield			
Shell on 10kg/rope	100	1000 kg	
Heat shucked meat	25%		250 kg

Gross Revenue			
Shell- on	1000	75	75000
Heat shucked meat	250	250	62500

NET PROFIT
Shell - on = Rs.31225
Shucked meat = 26325

निर्देशकांचा संदेश

भारतीय कृषी संशोधन परिषद-केंद्रीय सागरी मात्स्यिकी संशोधन संस्थेने सत्तरच्या दशकात शिंपले संवर्धनाची सुरूवात केली परंतु नव्वदच्या दशकात केरळ राज्यातल्या बॅकवॉटर्समध्ये शिंपले संवर्धन तंत्राचा मोठ्या प्रमाणावर प्रसार झाला. शिंपले संवर्धनाची केरळ राज्यातील यशाची कर्नाटक आणि गोवा या राज्यांमध्ये पुनरावृत्ती झाली. महाराष्ट्रामध्ये निमखारे आणि खाजण क्षेत्र उपलब्ध असल्यामुळे शिंपले संवर्धनासाठी मोठ्या प्रमाणावर वाव आहे आणि या प्रकल्पामुळे शिंपले संवर्धन तंत्रज्ञानाचा प्रचार आणि प्रसार होण्यास मदत होईल. संस्थेने केलेल्या संवर्धनाच्या प्राथमिक प्रयोगांमधून उत्साहवर्धक निकाल हाती आले आहेत.

कालवं आणि काकई समुद्राच्या पाण्यातून हरितप्लवक गाळून त्यावर उदरभरण करीत असल्यामुळे त्यांचे संवर्धन संपूर्णपणे पर्यावरणपूरक असून संवर्धन कालावधी दरम्यान कुठल्याही प्रकारचे खाद्य द्यावे लागत नाही. इतर मत्स्यसंवर्धन तंत्रांच्या तुलनेत, कालवं आणि काकई संवर्धनासाठी प्रगत तंत्रज्ञानाचा वापर करावा लागत नसल्यामुळे संवर्धन प्रकल्पाचा सुरूवातीचा खर्च कमी असतो. शिंपले संवर्धन प्रकल्पाचे यश पूर्णपणे योग्य संरक्षित जागेचा शोध, प्रदूषण मुक्त पाणी आणि हरितप्लवकांची नैसर्गिक उपलब्धता यावर अवलंबून असते.

केरळ राज्यामध्ये मुबलक प्रमाणात उपलब्ध असलेले काकईचे बीज, स्थानिक यंत्रणांकडून मिळणारी मदत आणि स्थानिक बाजारपेठेमध्ये असलेल्या मागणीमुळे काकई आणि कालवं संवर्धन करणा-या मच्छिमारांना सामाजिक-आर्थिक फायदे मिळालेले आहेत. काकई संवर्धनाला चालना मिळावी यासाठी विविध योजना राबविण्यात आल्या. काकई संवर्धनाच्या उपक्रमांमध्ये राज्यातील महिला स्वयंसहाय्यता गटांचीही उल्लेखनीय सक्रियता होती.

मला असा विश्वास वाटतो की महाराष्ट्र राज्यामध्ये शिंपल्यांचे संवर्धन लोकप्रिय करण्यासाठी सदर प्रशिक्षण पुस्तिका उपयोगी ठरेल.

कोचिन

डॉ. ए. गोपालक्रिष्णन

निर्देशक, भा. कृ. सं. प.-कें. सा. मा. सं. सं.,

प्रस्तावना

भारत सरकार, संयुक्त राष्ट्र विकास प्रकल्प, ग्लोबल इन्व्हॉर्नमेंट फॅसिलिटी आणि महाराष्ट्र शासन यांच्या संयुक्त विद्यमाने सिंधुदुर्ग जिल्हयातील तटीय तालुक्यांमध्ये सागरी जैवविविधता संवर्धन व संरक्षण प्रकल्प राबविला जातो. स्थानिकांना उपलब्ध नैसर्गिक साधन संपत्तीचा उपयोग करुन शाश्वत उपजिविकेच्या संधी उपलब्ध करुन देणे हा एक महत्वाचा उददेश आहे. दिवसेंदिवस मत्स्यउत्पादन कमी होत असताना पारंपारिक मच्छिमारांची सामाजिक व आर्थिक उन्नती साधावयाची असेल तर त्यांना अतिरिक्त उत्पन्नासाठी पर्यावरणपुरक आणि प्रगत तंत्रज्ञानाची ओळख करुन देणे आवश्यक आहे. वर्षानुवर्ष मच्छिमार भगिनी खाडीपात्रात नैसर्गिकपणे सापडणारी कालवं गोळा करतात आणि आपली उपजिविकेला हातभार लावतात. यामध्ये महिलांना ओहोटीच्या वेळी तासनंतास खाडीत जावून कालवं गोळा करणे, स्वच्छ करणे आणि मग ती स्थानिक बाजारपेठेत विक्रीसाठी न्यावी लागतात. हे काम महिलांसाठी वेळखाऊ आणि खुपच कष्टप्रद आहे.

या सर्व समस्यांवर उपाय म्हणून "युएनडीपी सिंधुदुर्ग" प्रकल्पाच्या माध्यमातून "केंद्रीय सागरी मास्त्यिक संशोधन संस्थेन" (सीएमएफआरआय) विकसित केलेल्या कालवं आणि शिणाणे उत्पादनाच्या पर्यावरणपुरक तंत्रज्ञानाची ओळख करुन देण्यासाठी देवगड, मालवण आणि वेंगुर्ला तालुक्यातील महिलांच्या स्वयंसहाय्यता बचतगटातील २० महिला जानेवारी २०१४ मध्ये रत्नागिरी येथे प्रशिक्षण देण्यात आले. प्रशिक्षण पश्चात देवगड तालुक्यातील वाडातर येथील प्रसिध्दी महिला बचत गटाने वाडातर खाडीमध्ये कालवं संवर्धन करण्याची तयारी दर्शविली."सीएमएफआरआय" संस्थेच्या शास्त्रज्ञांच्या मार्गदर्शनाखाली महिलांनी कालवं संवर्धनासाठी बाबूंचा तराफा उभा करण्यात आला, त्याला जवळपास ४५० दोर, लटकवले गेले आणि नियमित स्वरुपात देखभाल केली. जवळपास १५ महिन्यानंतर पूर्ण वाढ झालेली कालवं काढण्यात आली आणि त्यातून या महिला बचतगटाला आकर्षक उत्पन्न मिळाले.

कालवं ही "फिल्टर फिडर" असल्यामुळे नैसर्गिकपणे पाणी स्वच्छ ठेवण्याचे काम करतात म्हणूनच ते पर्यावरणपुरकही आहेत. अशा प्रकारे उत्पादन केलेल्या कालव्यांना आतंरराष्ट्रीय बाजारपेठेत मागणी आहे. जर या तंत्रज्ञानाचा वापर करुन कालव्यांचं नैसिर्गिक उत्पादन घेतले तर या माध्यमातून मोठया प्रमाणात महिलांसाठी नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा वापर करुन रोजगाराचा निर्मिती करता येईल या उददेशाने या पथदर्शी प्रयोगाच्या यशस्वीतेनंतर "युएनडीपी सिंधुदुग" प्रकल्पांतर्गत "सीएमएफआरआय" संस्थेच्या साहयाने कालवं व शिणाणे उत्पादनासाठी प्रकल्प मंजूर करण्यात आला आहे. त्याअंतर्गत सिंधुदुर्ग जिल्हयातील तीन तटीय तालुक्यातील महिला बचतगटांना कालवं व शिणाणे उत्पादनासाठी प्रशिक्षित करण्यात येणार आहे. संशोधनाचा फायदा फक्त प्रयोगशाळेपुरता मर्यादित न राहता त्या संशोधनाचा उपयोग जनतेच्या उन्नतीसाठी झाला पाहिजे आणि हेच "सीएमएफआरआय" सारख्या संस्थेनी या उपक्रमातून करुन दाखविले आहे, याचा मला अभिमान आहे.

"सीएमएफआरआय" संस्थेने युएनडीपी सिंधुदुर्ग प्रकल्पांतर्गत आयोजित करण्यात येणा-या कालवं प्रशिक्षण कार्यक्रमांसाठी निर्माण केलेल्या प्रशिक्षण पुस्तिकेचा उपयोग, लोकांपर्यत कालवं उत्पादनाचं तंत्रज्ञान पोहचविण्यासाठी प्रभावीपणे होईल अशी आशा करतो आणि "सीएमएफआरआय" संस्थेला त्यांची कौशल्ये प्रत्यक्ष कार्यक्षेत्रात उपयोगात आणल्याबददल शुभेच्छा देतो.

एन.वासुदेवन
मुख्य वनसंरक्षक कांदळवन कक्ष, मुंबई
तथा
मुख्य कार्यकारी अधिकारी युएनडीपी सिंधुदुर्ग प्रकल्प

प्रस्तावना

महाराष्ट्राच्या कोकण किनारपट्टीला पश्चिमेकडे वाहणा-या नद्या आणि या नद्यांमुळे तयार झालेल्या नैसर्गिकरीत्या उत्पादक व तिवरांनी नटलेल्या खाड्या आणि नद्यांची मुखे यांचे वरदान मिळालेले आहे. रायगड, रत्नागिरी आणि सिंधुदुर्ग जिल्ह्यांमध्ये पसरलेली सागर किनारपट्टी दंतुर आणि ओबडधोबड असून, अरुंद खाड्यांच्या आस्तित्वामुळे उपलब्ध झालेल्या संरक्षित ठिकाणांमुळे मत्स्यसंवर्धनासाठी उपयुक्त आहे. या खाड्यांमध्ये शिंपल्यांची (कालवं, मुळे आणि काकई) नैसर्गिक विपुलता आढळून येते. शिंपले त्यांचे नैसर्गिक खाद्य (हरितप्लवक) समुद्राचे पाणी गाळून मिळवितात, त्यामुळे शिंपले संवर्धन हे नैसर्गिकरित्या सेंद्रीय आहे.

सदर प्रकल्पांतर्गत, खाड्यांमधील ठराविक जागांची निवड करून त्याठिकाणी स्थानिक मच्छिमारांच्या सहभागातून प्रायोगिक तत्त्वावर पर्यावरणपूरक संवर्धन उपक्रम सुरू केले. उथळ आणि संरक्षित जागांसाठी अनुकूल असलेल्या स्थिर शिंपले संवर्धन पद्धतींचा अवलंब करण्यात आला. तराफ्यावरून टांगलेल्या दोरखंडांवर काकई संवर्धन किंवा मांडणीतल्या चौकटीच्या आत कालवं ठेवून किंवा कालवांचे बीज (कल्च) असलेली दोरी संवर्धनासाठी उत्कृष्ट आहेत.

सिंधुदुर्ग किनारपट्टीवरील खाड्यांमध्ये प्रदूषणमुक्त संरक्षित क्षेत्र असून तेथे पुरेशी खोली, पाण्याचा मध्यम प्रवाह आणि उत्तम हरितप्लवक उत्पादकता उपलब्ध आहे.

प्रशिक्षण प्रक्रिया मुख्यत्वे प्रात्यक्षिकांवर आधारित आहे. प्रशिक्षण पुस्तिका, काकई आणि कालवं संवर्धनासंदर्भातील आवश्यक माहिती पुरविते. शिंपले संवर्धन संबंधित प्रशिक्षण कार्यक्रम महाराष्ट्र राज्यामध्ये शिंपले संवर्धन पद्धतींचा प्रसार होण्यात महत्वाची भुमिका पार पाडतील.

कोचिन लेखक

कालवं हा मृदुकाय सागरी प्राणी शिंपल्यात आढळतो. हा एखाद्या आधाराच्या खडकावर चिकटलेल्या अवस्थेतच सापडतो. असे खडक समुद्रकिनारी आढळतात. एक चविष्ट खाद्य म्हणून जगभरात ह्यांचे महत्त्व आहे. विशेषत: अमेरिका, युरोप, जपान अशा देशातील लोकांचे आवडते अन्न म्हणून कालवांचा समावेश होतो. समुद्रकिनारी कालवांची शेती करून त्यांची आवक संगोपनाद्वारे वाढवता येते. इसविसनपूर्व सुमारे एक शतकापासून रोमन कालवांची बीजे गोळा करून कालव-शेती केल्याची इतिहासात नोंद आहे. ते सोप्या पद्धतीने कालवांची जोपासना करत असत. परंतु सतराव्या शतकापासून जपानी लोकांनी समुद्राच्या पाण्यात एकाच जागी बांबू रोवून स्थिर स्वरूपातील कालव-शेती करण्यास प्रारंभ केला. या पद्धतीच्या संशोधनाचे श्रेय जपानी लोकांना जाते. त्यांनीच पुढे विसाव्या शतकात समुद्रतळापासून थोड्या वरच्या उंचीच्या, पाण्यात टांगलेल्या विशिष्ट प्रकारच्या दोरखंडावर कालवांची वाढ करून शेती करण्याची पद्धत विकसित केली.

यामुळे कालवांची शेती कशी फायदेशीर आहे याची जाणीव लोकांना आणि विशेषत: मच्छिमार बांधवांना झाली. भारतासारख्या उष्ण कटिबंधातील आणि मोठा सागरी किनारा लाभेलेल्या देशात कालवांच्या शेतीसाठी विशेष प्रयत्न चालू झाले आहेत.

आपल्या देशात, सर्वप्रथम जेम्स होर्नेल या शास्त्रज्ञाने इ. स. १९१० साली तेव्हाच्या मद्रास प्रांत समुद्र किनाऱ्यावर कालव संवर्धन व्यवसाय सुरू केला. नंतर बऱ्याच कालावधीने केंद्रीय समुद्रीय मत्स्यकीय अनुसंधान संस्थेच्या प्रयत्नांनी १९७० साली तुतीकोरीन येथे कालवांचे संवर्धन आणि जोपासना करण्यासाठीचे तंत्रज्ञान विकसित करण्यात आले. हे 'टेक्नोलॉजी पकेज' सर्वंकष वापरासाठी आपल्या देशातच तयार करण्यात आले. हे सर्वांसाठी उपलब्ध आहे.

भारतीय किनारपट्टीवर अनेक खाड्या, नद्यांची मुखे, त्रिभुज प्रदेश इत्यादी असून त्याच्या सभोवताली हजारो हेक्टर भूप्रदेशात कालवांचे नैसर्गिक साठे आहेत. अशा ठिकाणी कालवांची जोपासना आणि संवर्धन करून कालवशेती सहज शक्य आहे. कालवे आपल्या उदरभरण करण्यासाठी समुद्राचे पाणी सतत गाळून घेत असतात. यातील गाळात असणाऱ्या सजीवांवर कालवे जगत असतात. या पोषणातून कालव जी प्रथिने निर्माण करतात. त्यात मानवासाठी अनेक अन्नगुण असणारी पोषकद्रव्ये असतात.

कालवांच्या प्रजाती

कालवांच्या जाती आणि प्रजाती त्यांच्या शिंपल्याचे आकारमान, लांबी, रंग इत्यादि वरून ढोबळमानाने ओळखता येतात. परंतू, बारकाईने निरीक्षण केल्यास त्यांचे सूक्ष्म भाग आणि प्रजननाचा हंगाम या गोष्टींचा विचार करून मगच त्यांची अचूक ओळख परुवावी लागते. म्हणून याचा अभ्यास करणे महत्त्वाचे ठरते. आजही काही प्रजातींच्या बाबतीत शास्त्रज्ञांना संभ्रम आहे. ही कालवांची प्रमुख भारतीय प्रजाती आहे. खाड्या, नद्यांची मुखे आणि जमिनीने वेढलेल्या विस्तृत तलाव व सरोवरांपासून ते थेट १७ मीटर खोल समुद्रतळापर्यंत आहा अनेक ठिकाणी या प्रजातीचे अस्तित्व आढळून येते. समुद्रजलातील क्षारतेचे बदलक्षारे प्रमाण सहन करण्याची क्षमता या प्रजातीत असल्याने तिचा अधिवास सर्वत्र आढळतो.

कालवांची जीवशास्त्रीय रचना

शिंपल्याचा आणि शरीराचा आकार : कालव हा दोन शिंपल्यात राहणारा मृदुकाय प्राणी आहे. त्याचा खालचा शिंपला मोठ्या खडकावर कायमस्वरूपी चिकटलेला असतो. वरचा शिंपला तुलनेने छोटा असतो आणि तो उघडझाप करू शकतो. त्याच्या शिंपल्याचा आकार हा त्याच्या अधिवासातील परिस्थितीनुसार ठरतो. यातील संबंध अशाप्रकारे लक्षात येतो.

शिंपल्याचा आकार अधिवासाची परिस्थिती

(१) लांबट व सरळ मऊ पृष्टभागावर वाढ

(२) गोलसर, वलयांकृत व खालचा शिंपला कठीण पृष्ठभागावर एकट्याचीच वाढ

(३) वेडावाकडा आजूबाजूच्या कालवांच्या शिंपल्यावर वाढ

(४) गोलसर किंवा लांबट, चिकटलेला खालचा शिंपला उथळ भक्कम पृष्ठभागावर वाढ

तक्ता १ :

प्रजातीचे नाव शिंपला, शिंपल्याचा आकार बंधक स्नायूची खूण (र) शिंपल्याचा सांधा

साधारण लांबट परंतू अरुंद व लांबट

खडबडीत, लांबट पावट्याप्रमाणे गडद

शिंपल्याची खालची जांभळ्या रंगाचा

बाजू खोलगट आणि
उजवी थोडीशी उचलेली
लांबट परंतू जाड स्नायू रुंद, जरासा लांबट, शिंपल्याच्या सांध्यात,
डावा शिंपला खोलगट शिंपल्यावरच्या खुणेवर मध्यावर कडा असलेली
असणाऱ्या रेषा अस्पष्ट खोलगट चीर
किंवा अदृश्य
त्रिशंकू शिंपला, जाड, स्नायू पांढरट, पिवळसर शिंपल्याचा सांधा
मजबूत, पेयर फळाच्या सरळ. दातेरी कडा
आकाराचा नसलेला, शिंपल्याची
दोन्ही शिंपल्याच्या पोकळी खोल.
कडा दातेरी.

खाद्य व अन्नग्रहण :

कालवांचे खाद्य म्हणजे पाण्यातील सेंद्रिय अन्नकण, डायटम सारखे सूक्ष्म वनस्पतीप्लवक, इतर सूक्ष्म सजीव, प्राणी प्लवक व इतर गाळ. कालवांच्या मुखाभोवती ओठांसारखे चार अवयव असतात. या अवयवांमुळे पाण्याची गाळणक्रिया होते. जे अन्न कण हवे असतात ते शरीरात घेतले जातात तर नको असलेले फेकले जातात. मुखाजवळच केशिका असतात. या केशिकांच्यामुळे पाण्यात तरंगलहरी निर्माण होतात. या लहरींमुळे अन्नकणांचे वहन होते. कालवाच्या मुखाजवळ चिकट व बुळबुळीत स्राव निर्माण होतात. या स्रावात अन्नकण अडकले जातात. लहान आतड्यात एक स्फटिकासारखी दांडी असते. त्यातून पाचकरस निर्माण होतो. या पाचकरसामुळे पिष्टमय पदार्थाचे साखरेत रूपांतर होते. या स्फटिक दांडी बद्दल ज्यांना माहिती नसते ते लोक याला किडा समजतात आणि कालवांना रोगग्रस्त समजून त्याचा उपयोग खाण्यासाठी करत नाहीत.

प्रजनन

या कालवांच्या प्रजाती या एकलिंगी असतात. तर कधी त्यांच्यात द्विलिंगी गुरधर्म दिसून येतो. नर शुक्राणू तयार करतात तर मादी पिवळसर, तांबूस रंगाची बीजांडे तयार करते. पाण्याचे तापमान, क्षारता आणि अन्नाची कुपलब्धता या घटकांवर बीजांडाची परिपक्वता अवलंबून असते. नर व मादी दोघेही सभोवताच्या पाण्यात अनुक्रमे शुक्राणू व बीजांडे सोडतात. बाह्यफलन पद्धतीने त्यांचे फलन होते. सुमारे ८० ते ९० मि. मी. ची मादी एक ते दीड कोटी बीजांडे देऊ शकते. कालवांच्या प्रजननाच्या काळातही बरेच वैविध्य दिसून येते. कालवांची बीजे समुद्रकिनाऱ्यावरून गोळा करण्यासाठी या माहितीचा उपयोग करता येतो. याच बीजांचा वापर सीड्स म्हणून कालवांच्या शेतीच्या वेळी करण्यात येतो.

अंडी घालावयाचा कालावधी आणि हंगाम
प्रजाती जागा/प्रदेश/खाडी हंगाम
काकिनाडा जानेवारी ते जून
चेन्नई बंदर संपूर्ण वर्षभर
अड्यार खाडी ऑक्टोबर ते डिसेंबर व मार्च ते एप्रिल
तुतीकोरीन जुलै ते सप्टेंबर व फेब्रुवारी ते एप्रिल
अष्टमुडी (केरळ) नोव्हेंबर – डिसेंबर

केळवे किनारा (ठाणे जिल्हा) जुलै ते सप्टेंबर
भाट्ये खाडी (रत्नागिरी) ऑक्टोबर ते जानेवारी
रत्नागिरी ऑक्टोबर ते जानेवारी

कालवांची वाढ :

कालवांची वाढ त्यांच्या शिंपल्याच्या वाढीच्या प्रमाणात मोजली जाते. ती पुढीलप्रमाणे आढळून आली आहे.

प्रजाती जागा/प्रदेश/खाडी वाढ (मिलिमीटरमध्ये)
भिमिनीपट्टणम खाडी एका वर्षात १२ मिमि पासून ७७-८१.८ मिमि
काकिनाडा खाडी
अड्यार खाडी २७-७२ मिमि सुमारे ८ ते १२ महिन्यात
वेल्लारची खाडी ५६.६ मिमि साधारणतः १३ महिन्यात
एका वर्षात ८५ मिमि व दुसऱ्या वर्षात १११.८ मिमि

अथकराई
अष्टमुडी सरोवर ७ महिन्यात ७२ मिमि
७ महिन्यात ७० मिमि
केळवा खाडी ६ महिन्यात ३७.३ मिमि व एका वर्षात ४७.९ मिमि.

कालवांचे अवस्था निर्देशांक किंवा मांसाचे प्रमाण :

कालवांच्या मांसाला बोली भाषेत मासुर्डे असेही म्हणतात. या मासाचे प्रमाणीकरण करण्यासाठी त्याचे शुष्क वजन आशि शिंपल्याचे आकारमान यांचे गुणोत्त काढले जाते. या गुणोत्तराचा व्यापारी मुल्यासाठी होतो. कालवे खाण्यासाठी किंवा विक्रीसाठी कधी काढावीत ? त्यासाठी चांगला हंगाम कोणता ? कोरत्या जागी मांसल कालवे मिळू शकतात ? अशा समस्यांना उत्तरे या गुणोत्तरातून मिळतात. किती वजनाच्या आणि आकारमानाच्या शिंपल्यातून जास्तीत जास्त किती मांस मिळू शकते हे गुणोत्तराच्या प्रमाणावरून समजते.

उत्तरम वाढ झालेली कालव माणसाने भरलेली अतात. अशी कालवे खाण्यासाठी योग्य लागतात. कमी प्रमाण वाढलेली. लहान आणि खुरटी कालव चवीने हलक्या प्रतीची असतात आणि खाण्यासाठी निकृष्ट असतात. यांच्यातील मांसाचे प्रमाण कमी असते आणि त्यांचा गुणोत्तर निर्देशांक फारच कमी असतो. कालवातील मांसाचे प्रमाण आणि गुणवत्ता ही त्यांच्या प्रजनन कळशी निगडीत असते. अंडी तयार होण्याच्या हंगामात हा निर्देशांक उच्चतर असतो. परंतु मादीने अंडी घातल्यावर हा निर्देशांक कमी होतो आणि कालव खाण्यास बेचव लागतात. काही खाड्ययातील पर्यावरण अनुकूल नसल्याने तेथील कालव व्यवस्थित वाढत नाहीत आणि त्यामुळे चवीला चांगली लागत नाहीत.

अवस्था निर्देशांक = शुष्क मांसाचे वजन १००० ÷ शिंपल्याच्या खळग्याचे आकारमान

या कालव्याचा अवस्था निर्देशांक १४० पर्यंत असतो आणि ७० पेक्षा कमी निर्देशांक असलेली कालव निकृष्ट समजली जातात.

भारतातील कालवांची संवर्धन शेती

भारतातील कालवांचे संवर्धन आणि शेतीचे सोपे तंत्रज्ञान केंद्रीय सागरी मत्स्यकीय संस्थेने विकसित केलेले आहे. १९९३ सालापासून हे तंत्रज्ञान लोकप्रिय करण्याचे प्रयत्न चालू आहेत. या संवर्धन तंत्रज्ञानाचा फायदा केरळ राज्यातील सागरी किनारपट्टीवर व खाड्या सभोवतालच्या खेडत्त्पाड्यात झाला आहे. या संवर्धन शेतीमुळे कालवांचे उत्पन्न १४० टनापासून वाढून २०० टनापर्यंत होहचले आहे. त्याचे मुख्य कारण म्हणजे केरळ राज्यात अशी शेती करणाऱ्यात ८% महिला आहेत. त्यांनी अतिशय मेहनतीने, स्वकष्टाने सहभागी होऊन निव्वळ कमाई केलीच शिवाय उदरभरणासाठी उत्तम प्रथिन युक्त अन्न देऊन आपल्या कुटुंबाचे पोषण देखील केले आहे. यामुळे त्यांचे राहणीमान उंचावले असे म्हटल्यास वावगे ठरणार नाही.

संवर्धन तंत्रज्ञान :

कालवांच्या संवर्धनाचे तंत्रज्ञान सोपे असून त्याचा वापर करणे सुलभ आहे. अर्थात्, काही नैसर्गिक बाबींवर अवलंबून राहावे लागते. जसे कालवांचे जीवन चक्र आणि त्याच्या प्रजननाचा हंगाम. यावर समुद्रातून किंवा खाड्यातून आपल्याला कालवांच्या संवर्धनासाठी मोठ्या प्रमाणावर डिंभकांची तसेच छोट्या बीजांची आवश्यकता असते. यांची निसर्गातली उपलब्धता लक्षात घेणे महत्त्वाचे ठरते. किनाऱ्यानजीक राहणाऱ्या मच्छिमारांना कालवांच्या बिजांविषयी योग्य माहिती मिळवण्याकरता निरीक्षणे करणे आवश्यक असते. अशा प्रकारचा अभ्यास करणे कालवांच्या शेतीसाठी महत्त्वाचे आहे.

कालवांच्या योग्य संवर्धनासाठी पुढील बाबींचा अवलंब करणे आवश्यक आहे.

१. बीज गोळा करणे : समुद्रकिनारी किंवा खाडीत कालवांची बीजे करण्यासाठी पाण्यात लादया किंवा कौलांचे तुकडे टाकले जातात. या आधारावर बीजे येऊन चिकटतात. ज्यावेळी कालव पाण्यात अंडी घालतात तेव्हा असे आधारक टांकून ठेवण्यात येतात. या आधारकाला (त्याच्यावर स्थिरावणाऱ्या अंडी व डिंभकांसह) 'कल्च' असेही म्हणतात.

२. कल्च कसे तयार करावे ? : कालवांची अंडी डिंभके गोळा करण्यासाठी आधारक (लादया किंवा कौलांचे तुकडे) टांगून ठेवणे ही सुयोग्य पद्धत आहे. आधारकांच्या पृष्ठभागावर कालवांची अंडी आणि डिंभके येऊन स्थिरावतात. ही आधारके संवर्धनासाठी हवी तिथे हलवता येतात. मात्र पाण्याबाहेर त्यांना जास्त काळ ठेवता येत नाही. रिकाम्या अथवा मृत कालवांच्या शिंपल्यावर देखील अशी बीजे गोळा करता येतात. परंतू त्यावरील उपद्रवी प्राणी आणि चिखल हाताने वेगळा करून काढून टाकणे आवश्यक असते. रिकाम्या शिंपल्याना भोके पडून तो ३ मि. मी. जाडीच्या नायलॉनच्या १५ ते २० से.मी.

अंतरावर ओवून ठेवावीत (एक मीटर धाग्यात साधारणतः ५ शिंपल्या ओवतात.) अशा ओवलेल्या धाग्यांना माळ किंवा रेन म्हणतात. अशा शिंपल्याच्या माळा बीजे गोळा झाल्यावर कालवांच्या संवर्धनाकरिता वापरल्या जाऊ शकतात. जर कालवे छोट्या चौकटीमध्ये वाढवायची असतील तर या माळातून काढून चौकटीमध्ये वाढवता येतात. रिकाम्या शिंपल्यांना अथवा लादयांच्या तुकड्यांना चुना फासल्यास बीजे जास्त प्रमाणात गोळा होतात. साधारणपणे १२० कालवांची डिंभके एका कल्च वरती दिसून येतात.

कालवांची बीजे कुठे करावीत ?

कालवांच्या यशस्वी संवर्धनासाठी कल्च किंवा बीजे केव्हा जमवायची ही बाब महत्त्वाची असते. जर कल्च जमा करण्यासाठी अथवा कौले कालवांची अंडी तयार होण्यापूर्वी समुद्रात ठेवली तर त्यावर गाळ व माती जमा होते. यावर कालवांची डिंभके चिकटत नाहीत. उलटे काही उपद्रवी प्राणी जमा होतात. असा कल्च वाया जातो. कालवांचा ( ) अंडी देण्याचा कालावधी १५ ते २० दिवसांचा असतो आणि त्याची डिंभके जमा करण्याचा कालावधी केवळ ७ ते १० दिवसांचा असतो. हा कालावधी काही कालवांचा शिंपला उघडून त्यामधील अंडाशय परिपक्व झाला आहे की नाही यावरून ही समजते. पाण्याचा प्रवाह जोरदार असेल तर कालवांचा कल्च चांगला तयार होत नाही आणि त्यावर नवे जीव ही चिकटून शकत नाही.

कालवांच्या संवर्धन व शेतीसाठी जागेची निवड :

संवर्धन आणि फायदेशीर शेतीसाठी किनाऱ्यानजीक योग्य जागेची निवड करणे अनेक बाबींवर अवलंबून असते. पुढील तक्ता यासाठी उपयुक्त ठरेल.

खुल्लया समुद्रातील लाटांपासून बचाव करणारी आडोसा असणारी परंतू ५ मीटरपर्यंत खोल पाणी असणारी जागा कालवांच्या संवर्धनासाठी उत्तम समजली जाते. महाराष्ट्रातील अनेक जागा खाडीकिनारी या संवर्धनासाठी योग्य आहेत. संवर्धनाच्या जागेचा तळ कसा आहे यावर देखील कोणत्या पद्धतीने संवर्धन करता येईल हे अवलंबून असते. समुद्रतळाशी करावयाच्या तलस्थ संवर्धन पद्धतीत तळ महत्त्वाची भूमिका बजावतो. परंतू तळापासून थोडे वर कालवांचे संवर्धन करायचे असल्यास तळ तितका ही महत्त्वाचा नसतो. पाण्याची क्षारता १० %० पेक्षा कमी झाल्यास किंवा ४० %० पेक्षा जास्त झाल्यास कालवांची मरतूक मोठ्या प्रमाणावर होते. भरती व ओहोटी यातील अंतर ६ तास असते. परंतू जर कालवं जास्त काळ पाण्यावाचून उघडी पडली तर उन्हाच्या तडक्याने व थंडीच्या माऱ्याने कालवे मरतात, त्यामुळे कालव पाण्यात असणे हे जरूरीचे आहे. समुद्रातील कालवांचे नैसर्गिक साथ सादारणपणे २१ ते ३१ तापमानात आढळून येतात. त्यामुळे हे तापमान त्यांच्या वाढीस उपयुक्त असते.

संवर्धनाच्या पद्धती :

कालवांचे संवर्धन करण्याच्या दोन पद्धती प्रचलित आहेत. पाण्याच्या तळाशी व तळापासून पाण्यात थोडे वर. दुसऱ्या पद्धतीत कालव बांबू किंवा लाकडी तराफ्यातून दोरखंडावर टांगती ठेवतात किंवा चौकटीच्या आत ठेवून वाढवली जातात. ही पद्धत पाण्याच्या तळावर वाढण्याच्या पद्धतीपेक्षा जास्त सोयीस्कर आहे. जसे :

१. कालवांची जलद वाढ आणि मांसाचे प्रमाण अधिक.

२. शेती त्रिमितीत करता येते म्हणजे उपलब्ध जागेच्या केवळ क्षेत्रफळावर अवलंबून न राहता पाण्याच्या खोलीचा देखील संवर्धनासाठी उपयोग होतो.

३. कालव आपली शारीरिक क्रिया म्हणजे खादयांनासाठी पाणी गाळणे इत्यादी भरती-ओहटीच्या प्रवाहावर अवलंबता सतत करू शकतात.

४. कालवांवर गाळ साचणे आणि उपद्रवी भक्षकरच्या त्रासाचे प्रमाण बरेच कमी असते.

तक्ता :

(परामुल्य) (आवाका) कार्यप्रणाली

१. पाण्याची क्षमता १० ते ३८ %० सिल्वर नायट्रेट वापरून

(क्षारता प्रमाण) अनुमापन (टायत्रेशन)

२. पाण्याची खोली १.५ ते ४ मीटर दोरीने मोजून

३. पाण्याचे तापमान २३-३४ डिग्री सेंटीग्रेड तापमापी वापरून

४. पाण्यातील ऑक्सिजन ३-५ मिलीग्राम / लिटर विन्कलर पद्धत किंवा

ऑक्सिजन मापक

५. सामू ( ) ६.५ ते ८.५ सामुमापक कागदी पट्टी अथवा

सामुमापक

६. पाण्याची भरती व लाटांमुळे ०.५ ते १ मीटर स्वत: निरीक्षण करून किंवा

होणारी खळबळ व उंची माहिती काढून

७. प्रवाहाचा वेग आणि गती १ ते ५ मीटर प्रति सेकंद प्रवाह मापक अथवा स्थानिक माहितीवरून

८. पाण्याची गढूळता १ ते १.५ मीटर सेक्की तबकडी वापरून किंवा

या अंतरावरची वस्तू पाण्यात दिसेनाशी होईपर्यंत

९. बीजांची उपलब्धता संवर्धन क्षेत्रापासून १०० मी चौकशी किंवा निरीक्षण

अंतराच्या आत

१०. स्थानिक बाजारपेठा जवळपास चौकशी किंवा निरीक्षण

११. प्रदूषण प्रमाण मानवी विष्ठा, कारखान्यातील चौकशी निरीक्षण
सांडपाणी, मलनिस्सारण
इत्यादी पासून मुक्त किंवा दूर
तलस्थ संवर्धन पद्धती

या पद्धतीत कालवांचे संवर्धन भरती व ओहोटीचे वेळी जी जमीन अथवा समुद्रतळ उघडा पडतो, त्या ठिकाणी केले जाते. परंतू या पद्धतीत कालव कमीत कमी १६ तास तरी पाण्याखाली राहणे आवश्यक आहे. म्हणजे त्यांना जास्तीत जास्त काळ खाणे मिळू शकेल व उघड्यावर ती मरणार नाहीत. या पद्धतीत कल्च जमा झालेले लादयांचे व कौलांचे किंवा दगड-धोंडे मातीत अथवा वाळूत थोडे पुरून ठेवतात. जेणे करून ते प्रवाहाबरोबर इकडे-तिकडे वाहून जाणार नाहीत.

तलस्थ पद्धतीत खर्च कमी असतो. परंतू भक्षकांच्या उपद्रव व शिंपल्यावर साचणार गाळ व माती यामुळे उत्पादन कमी होते.

तळापासून वरच्या पाण्यातील संवर्धन पद्धती

या संवर्धनाच्या पद्धतीत पुढील निरनिराळे प्रकार आहेत.

मांडव व दोरखंड पद्धत

१ ते २.५ मीटर खोल पाण्यात प्रथम लाकडी खांब रोवून मांडव केला जातो. त्यावर आडवे खांब घट्ट बांधून त्यावर दोरखंड टांगून ठेवले जातात. या दोरखंडावर बीज असलेले जीर्ण शिंपले ५-५ से. मी. अंतरावर ओवून त्यांच्या माळा केल्या जातात. या माळा तळापर्यंत टेकून घेऊ नयेत. माळेतील जीर्ण शिंपल्यावर जिवंत बीज येऊन स्थिरावते. शिंपल्यावर स्थिरावलेल्या पांढऱ्या रंगाच्या ठिपक्या सारख्या दिःणाऱ्या या बीजांना कल्च असे म्हणतात. कालवांची हु बीजे १ ते २ से. मी. व्यासाची झाली की दोरखंडासहित किंवा दोरखंडापासून सोडवून नंतर लाकडी चौकटीत पुढील वाढीसाठी ठेवली जातात.

प्रथम ४० से.मी. ते २० से.मी. आकाराच्या लाकडी किंवा बांबूच्या चौकटी (ट्रे) तयार करतात. चौकटींना नायलॉनच्या जाळ्यांचे आवरण घातले जाते आणि या जाळ्यांत २५ मी.मी. व्यास असलेले शिंपले ठेवण्यात येतात. आणि हे ट्रे शक्यतो पाण्यात बुडतील अशा उंचीवर अडकवले जातात.

कालवांच्या पिल्लांची वाढ ५० मी.मी. व्यास इथपर्यंत झाली की त्यांना मोठ्या चौकटीत (९०, ६०, १५ से.मी.) ठेवले जाते. साधारणपणे १५० ते २०० कालव त्यात मावतात. कालवांची वाढ साधारणपणे दरमहा ७ मी.मी. इतकी असते. त्यामुळे ती एक वर्षांची झाली की ८५ मी.मी. पर्यंत त्याची वाढ होते.

अशी पूर्ण वाढ झालेली कालव एका वर्षांत प्रति हेक्टरी १२० टनांपर्यंत उत्पन्न देतात. दोरखंडावर संवर्धन केलेल्या कालवांपेक्षा ही पद्धत जास्त खर्तिक आहे. पण विक्रीसाठी सोयीस्कर आणि अधिक भाव मिळवून देणारी अशी आहे.

मांडव पद्धत :

लाकडाच्या मेढी (खांब) १ ते २५ मी पाण्याच्या खोलीत रोवतात. अशी साधारणपणे ६० से.मी. अंतरावर अनेक मेढी समुद्रात रोवून एक छोटे शेतच तयार करतात.

प्रत्येक मेधीच्या वरच्या शेंड्यावर एका बाजूला २ खिळे मारतात. या खिळ-ात कलांची पिल्ले लागलेला शिंपला अडकवला जातो. या पद्धतीत कालवांच्या पिल्लांचे संगोपन व संवर्धन एकाच ठिकाणी होते. पिल्ले दोन महिन्यांची होईपर्यंत त्यांना नायलॉन जाळ्यांनी झाकले जाते. त्यानंतर २५ ते ३० मी. मी. आकार धारण केल्यावर टी काढून टाकले जातात. पुढचे ८ ते १० महिने कालव विक्रीयोग्य होइपर्यंत मुक्तपणे वाढू दिला जातात. या पद्धतीत वार्षिक २० टनांपर्यंत प्रति-हेक्टर उत्पन्न मिळू शकते.

संवर्धनातर्गत व्यवस्थापन :

जमिनीवरील शेती प्रमाणेच कालवांचे संवर्धन करत असताना त्यांचे निरीक्षण करणे व काळजी घेणे आवश्यक असते. यांत तुटलेल्या अथवा लाटांच्या माऱ्यामुळे सैल पडलेल्या मांडवाची दुरुस्ती, तसेच जे दोरखंड तळाशी टेकले आहेत त्यांना टांगते ठेवणे, ही कामे अंतर्भूत असतात. दोरखंडांवरील शिंपले तळाला टेकले तर कालवांची मरतूक होते. चौकटीतील कालवांवर गाळ साचला किंवा उपद्रवी प्राणी चिकटले तरीदेखील मरतूक होण्याची शक्यता वाढते. खेकडे, काही मासे, तारा मासा, शंक वलयान्कृत रेती किडे कालवांसाठी उपद्रवी असतात. तुतीकोरीन इथे चिंबोरी व हर्मीट चिंबोरी हे प्राणी कालवाकरता उपद्रवी असल्याचे आढळून आले आहे.

खडपे व त्यांच्यासारखे दिसणारे दुसरे प्राणी, खांबावर, चौकटीवर आणि मेढविंर चिकटून त्या ठिकाणी भार वाढवतात. तसेच कालावांबरोबर अन्नासाठी स्पर्धा करून त्यांचे अन्न फस्त करतात. काही रोगकारक जीव जसे बुरशी ( ) व एकपेशीय आदिजीव ( ) कालवांची हानी करतात. ह्या रोगांचा प्रादुर्भाव झाल्याने कालवांची मोठ्या प्रमाणावर हानी होते.

कालवांची काढणी :

जेव्हा कालवांच्या मांसाचे प्रमाण जास्तीत जास्त असते तेव्हांच त्यांची काढणी व विक्री करावी. या वेळचा त्यांचा अुकुलीत गुणोत्तर निर्देशांक सर्वात जास्त असतो. सर्व साधारणपणे अंडी तयार होण्याच्या सुमारास कालवांचा अनुकुलीत निर्देशांक सर्वोच्च असतो व ती काढणीस योग्य समजली जातात. तुतीकोरीन येथे मार्च ते एप्रिल आणि ऑगस्ट ते सप्टेंबरच्या दरम्यान कालवे काढणीस तयार होतात,

असे आढळून आले आहे. केरळ मधील वेम्बनाद आणि चेतुवा या सरोवरात काढणीचा हंगाम मे महिन्यात तर अष्टमुडी ऑगस्ट ते ऑक्टोबरच्या दरम्यान असतो. संवर्धन केलेली कालव चौकटी किंवा दोरखंडावरून हाताने सहज काढता येतात. मात्र नैसर्गिकरित्या वाढणारी कालवे खडकातून छिन्नी हातोड्याशिवाय काढता येत नाहीत.

काढणी नंतरचे सोपस्कार :

शिंपल्याप्रमाणेच कालव देखील पाणी गाळून आपले अन्न गोळा करतात त्यामुळे त्यांच्या शरीरात उपद्रवी जीवजंतू देखील जमा होतात. विशेषतः विब्रियो, साल्मोनेला व ईशेरेशिया सारखे रोगजंदू कालवांच्या शरीरात असल्यास आणि अशी कालवे माणसाच्या आहारात गेल्यास हगवणीसारख्या रोगांचा प्रादुर्भाव होतो. हे होऊ नये म्हणून खास अशी गाळणी तंत्राचा वापर करावा लागतो. या गाळणी तंत्रामुळे त्यांच्या आतड्यातील माती, गाळ व विष्ठा काढून टाकण्यात येते. अशी कालवे मानवी आरोग्यास निर्धोक होतात. अशी कालवे खाल्ल्यास बाधत नाहीत.

गाळणी तंत्राला प्रशुद्धीकरण ( ) असे म्हणतात.

प्रशुद्धीकरण प्रक्रियेने काढलेल्या जिवंत कालवांना २४ तास सतत वाहणाऱ्या व गाळून स्वच्छ केलेल्या खाऱ्या पाण्याच्या टाकीत ठेवले जाते. साधारण १० ते २० % खारे पाणी सतत बदलले जाते आणि १२ तासानंतर रबरी नळीतून जोरदार फवारे मारून टाकी साफ केली जाते. यामुळे कालवांनी केलेली घाण व गाळ फेकला जातो. टाकीत पुन्हा स्वच्छ खारे पाणी भरून पुढील १२ तासा कालव टाकीत ठेवली जातात. सुमारे २४ तास कालव टाकीत ठेवली जातात. सुमारे २४ तासानंतर टाकीत ३ पी. पी. एम. क्लोरिन युक्त पाण्यात कालव ठेवली जातात आणि विक्री होइपर्यंत पुन्हा स्वच्छ खाऱ्या पाण्यात ठेवली जातात.

साठवणूक व वाहतूक :

धुवून स्वच्छ केलेले कालव जर कामात्सर ओल्या स्थितीत ठेवली तर ती अनेक दिवसा चांगल्या अवस्थेत जिवंत राहतात. असे आढळून आले की ओल्या गोणपाटात लपेटून ठेवलेली कालवे वाहतुकीच्या दरम्यान मरत नाहीत व २५ ते ३० तासांच्या प्रवासातही ती उत्तम राहतात.

कालवांच्या संवर्धनाचे अर्थशास्त्र :

दोरखंडावरील मांडव व माळ पद्धती :

प्रकल्पाचा आकार : ५ मी. ५ मी. दोरखंडाची संख्या : ३००

भांडवली खर्च : वस्तू व सामानाचा खर्च

वस्तू :

बांबूचे तुकडे अथवा लाकडी खांब १६ मेढी व १४ आडवे बांबू), सुंभ, मेढी व बांबू बांधण्यास ३ मीमी जाड दोरखंड

२०० नग १५० रु. ४५००

२ किलो १५० रु. ३००

६ किलो १५० रु. ९००

एकूण ५७७० रु.

कालवांचे संवर्धनाचे अर्थशशस्त्र (खर्च व मिळकत)

निमखाऱ्या पाण्यातील मांडव व दोरखंड माळ पद्धत :

प्रकल्पाचा आकार : ५ मी मी दोरखंडाची संख्या सुमारे ३००

भांडवली खर्च : वस्तू आणि सामान

१. मजबूत बांबू अथवा लाकडी मेढी व वासे (१६ मेढी व १४ आडवे)

एकूण ३० नग रु. १५० प्रत्येकी : ४५०० रु.

२. मेढी व मासे बांधण्य८ास सुंभ ३ ते ४ मी. मी. जाड २ किलो १५० प्रति किलोस : ३०० रु.

३. दोरखंड ६ मी.मी. जाडीचा ६ किलो, रु. १५० प्रति किलो.

एकूण रु. ५७००/-

आवर्ती खर्च

१. रिकामे शिंपले १५०० नग २५ पैसे नगास ३७५ रु.

२. माळा बनवणे ३०० माळा १ रु. प्रमाणे ३०० रु.

३. मांडव बांधणे २ माणसे प्रत्येकी रु. ४०० ७०० रु.

४. कालवांची काढणी ४ माणसे प्रत्येकी रु ४०० १६०० रु.

५. होडीचे भाडे ५ खेपा प्रत्येक खेप रु. ५०० रु.

१०० प्रमाणे

६. शिंपल्यासहित विक्री ४५०० नग १ रु प्रति नग ४५०० रु.

खर्च

एकूण रु. ८०७५

बाजार विक्री खर्च

शिंपले उघडून मांस काढणे १२० किलो २० रु. प्रमाणे २४०० रु.

वाहतूक खर्च ४०० रु.

विक्री खर्च ५ रु. प्रमाणे ६०० रु.

एकूण ३४०० रु.

एकूण खर्च : शिंपल्यासहित (+) : ५७० + ८०७४५ = १३, ७७५ रु.

शिंपलेरहित मांस (+ +) : ५७०० + ३५७५ + ३४०० = १२, ६७५ रु.

विक्री खर्च सोडून

उत्पन्न व मिळकत

उत्पन्न

शिंपल्यासहित शिंपले ५ किलो प्रत्येक माळेवर ३०० माळा १५०० किलो

शिंपल्यातील मांस १५ प्रत्येक माळेवर ३०० माळा ४५०० किलो

ढोबळ मिळकत

शिंपल्यासहित ४५०० किलो प्रत्येकी १० रु. किलोप्रमाणे ४५०० रु.

शिंपले विरहीत मांस रु. २६, ३२५

काकयी हा शिंपल्याप्रमाणे एक मृदूकाय प्राणी असून महाराष्ट्रातील दक्षिण सिंधुदुर्ग जिल्ह्यात यांना शिणाणे देखील म्हणतात किंवा इंग्रजीत मस्सल असे संबोधले जाते. हे प्राणी समुद्रकिनारी खडकामध्ये आणि पाण्याखालीलकातळावर आढळतात. त्यांचे शिंपले हिरवट, मोरपिशी किंवा निळ्या रंगांचे असतात व शिंपल्यातून बाहेर पडणाऱ्या धाग्यांनी घट्ट चिकटलेले असतात. शिंपल्यातील मांसल भाग चविष्ट असून किनारपट्टीवर राहणारे दर्दी मत्स्याहारी लोक आवडीने खातात.

जगातील विकसनशील देशांतील लोकांच्या खाण्यात असलेली प्राणिज प्रथिनांची कमतरता कालवं, शिंपले, खुबे व काकयी सारख्या तुलनेने स्वस्त अशा प्राण्यांपासून भरून निघू शकते. म्हणूनच या समुद्रजीवांचे संवर्धनद किंवा पालन करून प्रथिनांची गरज भागवण्याबरोबर चविष्ट अन्न म्हणून आपण त्यांचा उपयोग करू शकतो.

जगात अनेक देशांमध्ये विशेष करून चीन, कोरिया, स्पेन, नेदरलँडस्, डेन्मार्क, फ्रान्स व न्यूझीलँड या देशांत जवळपास ४ लाख टन इतके काकयीचे उत्पादन घेतले जाते. परंतु भारतात मात्र यांचे वार्षिक उत्पादन मर्यादित असून केवळ २०,००० टन इतके आहे. जगभरात निळ्या रंगाच्या मायटीलस एडुलीस शिंपल्यांचे समुद्र किनारी संवर्धन केले जाते. मात्र आपल्या देशात पर्ना विरीडीस आणि पर्ना इंडीका या जाती आढळतात व त्यांचे संवर्धन करता येते. आपल्या देशात केंद्रीय सागरी मत्स्य संशोधन संस्थेने यांच्या संवर्धनासाठी पर्यावरणाशी सुसंगत अशी पद्धती खास करून केरळ राज्यात विकसित करून लोकप्रिय केली आहे.

काकयी व त्यासारख्या शिंपल्याबाबत निसर्गाने केरळ राज्यातील समुद्र किनाऱ्यांवर वरदहस्त ठेवला असून पर्ना विरीडीस व पर्ना इंडीका या जाती खडकाळ जागी मुबलक सापडतात. यातील पर्ना इंडीका तपकीरी रंगाची असून ती काल्लमपासून कन्याकुमारीपर्यंतच्या किनाऱ्याने सापडते. या जातींचे सरासरी वार्षिक उत्पादन १५००० टन आहे. पावसाळ्यानंतर या जातींचे बीज संपूर्ण केरळच्या किनाऱ्यावर येते व ४-५ महिन्यात हे बीज जमा करून साधारणपणे नोव्हेंबर ते मे या दरम्यान ४-५ महिन्यात काकयीची ५५ ते ७० मिमि. पर्यंत वा? झाली की त्याचे उत्तम नैसर्गिक संवर्धन होते.

पार्श्वभूमी

मस्सल किंवा काकयी संवर्धनाची सुरूवात १३ व्या शतकात झाली. परंतु हे तंत्रज्ञान एवढे पुढे गेले आहे की, संपूर्ण जगात यांचे उत्पादन ११ लाख टन आहे व त्यापैकी ४ लाख टन एकट्या चीनमध्ये होते. भारतात मात्र ही सुरूवात १९७० सालापासून केंद्रीय सागरी मत्स्य संशोधन संस्थेने केरळ राज्यात कालीकत येथे केली. त्यानंतर मच्छीमारांच्या सहाय्याने धर्मडम येथे संवर्धनाचे प्रयोग तसेच व्यापरी तत्त्वावर १९९५-९६ साली काकयीचे पीक काढले. यामुळे मच्छमार समाजात या संवर्धनाबद्दल जागरूकता निर्माण झाली. त्यानंतर १९९६ – ९७ साली पडन्ना या गावी मच्छीमार स्त्रियांच्या ५ समुहांनी मोठ्या प्रमाणावर काकयी संवर्धन करून असे उत्पादन फायदेशीररित्या घेता येते हे दाखवून दिले. पुढे किनाऱ्यानजीक व खाड्यांच्या आसपासच्या गावांमध्ये काकयी संवर्धन लोकप्रिय झाले. नंतर केरळ किनाऱ्याच्या मध्य भागात त्रिचूर जिल्ह्यातील चेट्टुवा या गावी देखील उत्पादन घेतले व त्याचा प्रसार मुन्मवम् खाडीच्या आसपास आणि सतार बेटावर देखील झाला. खुल्या समुद्रातील काकयी संवर्धनाची सुरूवात जरी १९७० साली कालीकत व त्रिवेंद्रम् जवळील विळींझम् येथे संस्थेने केली, तरी दोरखडांवरील उत्पादन अलीकडेच फायदेशीर ठरले. १९९८ – ९९ सालापासून कोचीन जवळील वायप्पीन बेटावरील मच्छीमारांनी नारक्कलच्या समुद्रात तरंगत्या तरापयावर टांगलेल्या दोरखंडांवर काकयीचे फायदेशीर उत्पादन घेतले. या सर्व प्रयत्नांमुळे केरळ राज्यात काकयीचे उत्पन्न २०,००० टनांवर पोहोचले आहे.

नाव– पर्ना विरीडीस – पर्ना इंडीका

१. प्रचलित नाव– हिरवे शिंपले, काकयी शिणाणे – तपकीरी शिंपले

२. शिंपल्याचा रंग – हिरवा, निळसर हिरवा – दाट तपकीरी

३. शिंपल्याची वरची बाजू – वळणदार – सरळ

४. मधली कडा – कमानदार – कोनदार

५. मागची बाजू – गोलाकार – गोलाकार

६. खालची बाजू – अंतर्गोल – सरळ

७. मांसल भागाच्या प्रउदराचा रंग – पिवळसर हिरवा – तपकीरी

८. प्रउदरातून बाहेर पाणी जाण्याचा मार्ग– मार्गाचे मुख मोठे व अंडाकृती, प्रउदरातील मार्ग छोट्या पडद्याने अडलेला, गुद मार्ग व शिंपला मिटण्याचा स्नायू न दिसण्या इतपत लहान – मुख व मार्ग साधारण, प्रउदरातील मार्ग मोठा व त्यातून गुदमार्ग व शिंपला मिटण्याचा स्नायू दृष्टीस पडतो.

९. प्रउदराच्या खालच्या बाजूची कडा – पातळ लवचिक व गुळगुळीत तिच्या वर कोणतेही तंतू नसलेली – जाड कडा, फारशी लवचिक नाही आणि तिच्यावर १८-२२ फाटे फुटलेले तंतू दोन भागात विभागलेले परंतु पुढील पुंजका ‘W’ आकारात विस्तारतो.

काकयीच्या जाती कशा ओळखाल ?

काकयीचे छोटे शिंपले अतिशय आकर्षक दिसणाऱ्या मोरपिशी रंगाचे असतात. परंतु वाढ झालेले मोठे शिंपले फिकट दिसतात. ही जात पर्ना विरीडीस. आपल्या देशातील दुसरी जात पर्ना इंडीका. ती मातकट किंपवा तपकिरी रंगाची असते. शिंपले जाड, लांबट, जवळपास एका आकाराचे परंतु वळणदार गोलसर असतात. दोन फिंशपले बिजागरीच्या सांध्याने अडकलेले असून त्यांची दुसरी वळणदार बाजू मोकळी असते. शिंपल्यामध्ये मऊ लिबलिबीत प्राणी असतो व त्याचे रक्षण शिंपले करतात. याला मांसल पार असतो. व त्याच्या मागील भागातून धाग्यासारखे परंतु घट्ट तंतू बाहेर पडतात व ते दगडासारख्या कठीण वस्तूस जखडून चिकटतात.

काकयी कुठे सापडतात ?

काकयीच्या विविध प्रकारच्या एकूण १७ जाती जगभरात सापडतात. त्यापैकी पर्ना विरीडीस ही प्रजाती संपूर्ण इंडोपसिफि म्हणजे हिंदी महासागरापासून प्रशांत महासागराच्या पूर्व किनाऱ्यापर्यंत सापडते. जसे चीन, जपान, इंडोनेशिया, हाँगकाँग, पर्शियन आखात येथील समुद्रकिनारे. भारतीय उपखंडात मात्र पर्ना इंडीका तर पर्ना पर्ना ही प्रजाती श्रीलंका व दक्षिण अमेरिकेच्या किनाऱ्याने आढळते.

काकयीला मल्याकम भाषेत कल्लमकै, कडुक्का, अथवी चिप्पी या नावाने संबोधतात. निळसर हिरवट रंगाची पर्ना विरीडीस ही जात भरती-ओहोटीच्या क्षेत्रापलीकडील खडकाळ समुद्रतळावर भारताच्या दोन्ही किनाऱ्यावर आढळते. केरळ राज्यातील कोडुवली, माहे, चोंबळा, मुदाडी, तिक्कोडी, इलादूर, चालीयम्, अर्चांगडी, इताई नारक्कल, चेल्लानम अंदाकराळी, अळीक्कल, परिमानम कोल्लम बंदर व नीण्डकरा येथे काकयी किनाऱ्यावर विपुल प्रमाणात दिसून येते.

कर्नाटकाच्या किनाऱ्याने काकयी बहुतांशी समुद्राच्या ओहोटीच्या पातळीखालील खडकावर विस्तृत पसरलेली दिसून येते. उचिला, सोमेश्वर, सुरत्कल मत्कोपाल, माल्पे कुंदापूर, बेंदूर, भटकळ बसलदुर्गा, धारेश्वर गोकर्ण रामक्कल, कोदार, कारुंगडी, कारवार, अंकोला व गंगोली येथील समुद्रकिनाऱ्याने काकयी दाट पसरलेली आहे. गोव्यामध्ये म्हापसा, पणजी, मडगांव काणकोण येथील किनाऱ्याने काकयी आढळतात. महाराष्ट्रात हे शिंपले खाडीत देखील आढळतात. दाभोळ, जयगड, काळबादेयी, भाट्ये, पूर्णगड, तारा मुंबरी, देवगड, चौल अग्राव, अलीबाग व उरण येथील खडकाळ किनाऱ्यावर काकयी आढळते.

तामिळनाडू, पाँडीचेरी व आंध्र प्रदेशातील समुद्रकिनाऱ्यावर काकयीच्या विस्तृत प्रमाणावर वसाहती आढळत नाहीत. परंतु चुन्म्बेरू, एन्नोर, कण्डालरू, विशाखापट्टणम्, काकीनाडा, नेल्लूर, वुड्डूकुन्नापल्ली, पातपालम आणि पोन्नुपुडी येथील खाड्यांमध्ये काही प्रमाणात काकयी दिसून येतात. ओरीसातील चिल्का सरोवरात क्वचित काही ठिकाणी त्यांच्या वसाहती आढळून आल्या आहेत. अंदमान व निकोबार बेटांवर देखील तुरळक प्रमाणात हे प्राणी दिसतात. पण लक्षद्वीप बेटांवर मात्र त्यांचा अभाव आहे.

काकयीचे मत्स्योत्पादन

भारतात अनेक वर्षांपासून काकयीचे मत्स्योत्पादन १०००० टनांपेक्षा जास्त नव्हते. परंतु २००२ सालानंतर संवर्धनाच्या प्रयत्नांमुळे ते जवळपास दुप्पट झाले आहे. केरळमध्ये किनारपट्टीतील मच्छीमार गावांत काकयी समुद्रातून गोळा करण्याची परंपरा आहे आणि आता संवर्धनामुळे मोठ्या प्रमाणावर हा धंदा सुरू झालाय. समुद्रतट लाभलेल्या प्रदेशांत केरळ राज्य अग्रेसर असून जवळपास ९५ टक्के उत्पादन इथे होते. सन २००५ – २००६ मध्ये एकट्या केरळ राज्यात उत्पादन १००६० टन झाले.

काकयीचे खाद्य

काकयी पाण्यात तरंगणारे सूक्ष्म अन्नकण भक्षण करते. पर्ना विरीडीस ही प्रजाती प्रउदराच्या मुखातून चिकट द्राव सोडते व रोमक स्पंदनांमुळे अतिशय सूक्ष्म असे वनस्पती व प्राणी प्लवके आणि सेंद्रिय कण शोषून घेते.

काकयीची वाढ व वृद्धी

काकयीची वाढ दरमहा ८ ते १३.५ मिमि. इतकी भरभर होते. यांचे संवर्धन केल्यास मोरपिशी काकयी अनुक्रमे ८० – ८८ मिमि. लांबीत व ३६ ते ४० ग्रॅम वजनात वाढते तर तपकीरी काकयीची लांबी ६५ मिमि. पर्यंत व वजनात २५ ते ४० ग्रॅमपर्यंत साधारणतः ५ महिन्यांत वृद्धी दर्शवते. संवर्धन केलेल्या काकयीत मांसाची प्रत व प्रमाण जास्त चांगले असते. काकयीच्या एकूण वजनात मांसाचे प्रमाण ३५ ते ४० टक्के असते तर समुद्रातून गोळा केलेल्यात हे प्रमाण २७ ते ३३ टक्क्यांपर्यंत असते. काकयीच्या वाढीचा वेग हा सभोवतालच्या वातावरणावर अवलंबून असतो. जसे पाण्याची गुणात्मकता, अन्नाची उपलब्धता, पाण्यातील प्रवाह व ओहोटीचा कालावधी. काकयीच्या अंडी व पिल्लांची समुद्रतळावर किंवा खडकांवर चिकटून बसण्याच्या क्षमतेवर तेखील त्यांची वाढ अवलंबून असते.

पुनरूत्पादन

काकयीत नर व मादी वेगळे असतात पण ते बाहेरून ओळखता येत नाहीत. बीजांचे बाह्य फलन होते. परिपक्व मादीतील अंडाशय नारिंगी लाल असतो तर नरातील पिवळसर पांढरा. त्यांच्या जन्मानंतर २-३ महिन्यांतच जेव्हा त्यांची लांबी १५ ते २८ मिमि असते तेव्हा नर व मादी परिपक्व

होण्यास सुरूवात होते. पूर्ण परिपक्वता आली की परिपक्वतेच्या चक्राच्या चार मुख्य अवस्था दिसून येतात त्यानंतर अंडी व शुक्रजंतू पाण्यात सोडले जातात. अंडी देण्याचा कालावधी जानेवारी ते सप्टेंबर दरम्यान असतो व केरळात त्याचा उच्चांक पावसाळ्या म्हणजे जून

ते सप्टेंबर महिन्यात असतो. अंड्याचे फलन झाले की त्यादून 'वेलीजर' डींभक बाहेर पडतो. हा स्वतंत्रपणे पाण्यात विहार करतो दिवसांतच त्याला एक सूक्ष्म पाय फुटतो. या अवस्थेला पेडीवेलीजर म्हणतात व तो कठीण अशा पृष्ठभागावर स्थिरावतो. त्याच्या छोट्याशा पायांतून सुभा सारखे बाहेर पडणारे तंतू पेडीवेलीजरला दगडी पृष्ठभागावर जखडून ठेवतो. या अवस्थेतून त्याचे तपटसर शिंपल्यात रूपांतर होते. व याला 'स्पॅट' किंवा काकयीचे पिल्लू म्हणता येईल. याची वाढ होऊन त्यापासून काकयीचा शिंपला बनतो. असे अनेक स्पॅट एकत्र येऊन समुहाने वाढतातव जणू काही दगडावर किंवा समुद्रावर एक ताटवा निर्माण करतात. या ताटव्यातील पिल्ले पुढे संवर्धनासाठी निर्माण करतात. या ताटव्यातील पिल्ले पुढे संवर्धनासाठी वापरली जातात.

नर व मादीच्या पुनरुत्पादनचक्राच्या अवस्था :

अवस्था नर मादी

१. अपरिपक्व शुक्राणू अचल अंडी सूक्ष्म व आकारहीन

२. परिपक्वतेचे संक्रमण शुक्राणू अचल अंड्याचा आकार दिसण्याइतपत

३. परिपक्व शुक्राणूंची हालचाल गोलाकार अंडी

४. अंशिक निक्षेपण पेशी शुक्राणूंची हालचाल व इतर काही अंडी अस्तव्यस्त व आकारहीन

५. पूर्ण निक्षेपण अस्तव्यस्त पेशी अस्तव्यस्त पेशी

अनुकुलीत गुणोत्तर

काकयीचे मांस किंवा ज्याला दर्दी खाणारे मासुर्डे म्हणतात त्याचे प्रमाणीकरण करतात. यात शिंपल्याचे आकारमान व वजन आणि आतल्या मांसाचे वजन यांचे गुणोत्तर काढले जाते. याचा उपयोग शिंपल्यातील मांसाचे प्रमाण जास्तीत जास्त केव्हा व कोणत्या काळात असेल याचा बोध होतो.

गुणोत्ता :

सुक्या मांसा वजन × १००० = शिंपल्याचा अंतर्गत आकार

मांसाची टक्केवारी = मांसाचे × १०० = शिंपल्याचे एकत्रित वजन

काकयीचे अनुकुलीत गुणोत्तर हे त्यांच्या पुनरुत्पादन चक्राशी संबंधित असते व त्यावरून काकयी केव्हा भरलेली आहेत हे समजते. साधारणपणे ७० ते १४० हे गुणोत्तर प्रजनन काळा अगोदर असते व ते नंतर वाढते मांसाचे गुणोत्तर (टक्केवारी) जेव्हा जास्त असते तेव्हा काकयी संवर्धन करते वेळी विक्रीस व खाण्यास योग्य समजली जाते.

काकयी संवर्धन

खुला समुद्र व खाडीतील जागा जिथे लाटांचा मारा नसतो अशा जागा संवर्धनासाठी योग्य तसेच ज्या जागी सूक्ष्म वनस्पती व प्राणी प्लवक जोमदार वाढतात. ती चांगली. हलकासा प्रवाह म्हणजे भरतीच्या वेळी १७ ते २५ सेमी प्रति सेकंद व ओहोटीला २५ ते ३५ सेमी/सेकंद पुरेसा असतो. ज्यामुळे प्लवके व सेंद्रीय अन्न काकयीला सहज प्राप्त होईल व त्यांची विष्ठा व टाकाऊ पदार्थ दूर जातील. पाण्याची क्षारता २५ ते ३५ पर्यंत व तापमान २६ ते ३२° से. पर्यंत असावे. शक्यतोवर घरगुती सांडपाणी किंवा कारखान्यांच्या प्रदूषित पाण्यापासून दूर अशी जागा काकयी संवर्धनासाठी निवडावी.

खुल्या समुद्रातील संवर्धन

या प्रकारच्या संवर्धनासाठी समुद्राची खोली ५ मीटरपेक्षा जास्त असावी, पाण्यातील खळबळ जास्त नसावी व लाटांचा मारा फार नसावी. लांब दोरखंड लाकडी तराफ्यावरून सोडावे म्हणजे त्यावर नैसर्गिक रित्या जमा होणारे काकयी बीज वाढते. गावाच्या आसपास उपलब्ध असणारी लाकडी वासे वापरून तराफा करावा आणि त्यातून दोरखंड सोडावेत. परंतु या पद्धतीत चोऱ्या आणि अचानक होणारी समुद्रातील उलथापालथ यामुळे नुकसान होऊ शकते. यामुळे समुद्र काठाच्या सुरक्षित, डोंगरांनी वेढलेल्या बंदिस्त जागा उत्तम.

खाडीतील संवर्धन

समुद्रापेक्षा खाड्या जास्त संरक्षित असतात. पण त्यातील पाण्याची खोली ४ मीटरहून जास्त हवी. खांबावर मठीवर आडव्या बांधलेल्या दोरखंडावर उत्पन्न चांगले येते. परंतु खाडीत पाण्याची क्षारता सतत बदलते आणि प्रदूषणाचा धोका संभवत असल्यामुळे उत्पन्नावर काकयीच्या गुणवत्तेवर परिणाम होऊन नुकसान होण्याची शक्यता अधिक असते.

संवर्धनाच्या पद्धती

मृदुकाय शिंपल्यांचे संवर्धन समुद्र तळाशी किंवा तळापासून थोडे वर करतात. तळापासून वरच्या संवर्धनासाठी खांब, लांब दोरखंड व तराफे वापरतात. तराफ्यावरून अथवा खांबाना दोरखंड लोंबते ठेवले जातात आणि त्यावर काकयी चिकटून घट्ट बसतात. खांब व त्यांना अडकवलेल्या चौकटी शक्यतोवर ओहोटीच्या उथळ पाण्यात तर तराफ्यावरून सोडलेल्या लोंबत्या दोरखंडांची पद्धत खोल पाण्यात अथवा भर समुद्रात करतात.

जगभरात काकयी संवर्धनाच्या अनेक पद्धती आहेत. त्यातील काहींचे वर्णन पुढे दिले आहे.

बोशो

साधारण ८०० वर्षांपूर्वी (सन १२३५) युरोपातील फ्रान्समध्ये काकयी संवर्धनाची एका अपघाताने सुरूवात झाली. आयरलंडच्या समुद्रधुनीत एक जहाज बुडाले. त्यावरील एक खलाशी पॅट्रीक विल्सन याने जहाजाच्या फळ्या बांधून मासे खाणारे पक्षी पकडण्याचा एक लाकडी पिंजरा पाण्यात तरंगत ठेवला होता. काही काळानंतर त्याच्या लक्षात आले की पिंजऱ्याच्या लाकडी खांबांवर काकयीचे असंख्य बीज चिकटलेले आहेत. हीच काकयी संवर्धनाची पहिली बोशो पद्धतीची सुरूवात. ही पद्धत, फ्रान्सच्या नार्मंडी व ब्रिटनीच्या समुद्रकिनारी, जिथे ओहोटीच्या वेळी विस्तृत पाणथळ जागा उघड्या पडतात, तिथे मायटील्स प्रजाती काकयी संवर्धनासाठी आजही वापरली जाते. या पद्धतीत पाण्यात लाकडी खांब रोवून त्यांच्यावर आडवे दोर टांगलेले असतात. ज्यावर हे बीज जमा होते. काही महिन्यांनंतर हे बीज जाळीदार लांबट पिशव्यात भरून त्या उभ्या खांबांभोवती वेटोळी करून बांधतात. हे खांब १२ ते २५ सेमी व्यासाचे व ४ ते ७ मीटर लांबीचे असतात व ते ३ मीटर चिखलात रोवतात. यांना बोरो म्हणतात. पाण्याच्या पातळी समान एकदा अडथळा निर्माण करतात जेणे करून खेकडे व इतर उपद्रवी प्राणी खांबांवर असलेल्या काकयी खाऊ शकणार नाहीत. खांब साधारण किनाऱ्यापासून काटकोनात रोवतात. ज्या जागी भरती व ओहोटीच्या पाण्याच्या पातळीत खूप फरक असतो तिथे ही पद्धत अवलंबली जाते.

खांब पद्धत

थायलंड व फिलीपाइन्स या देशात काकयी संवर्धन ६ ते ८ मीटर लांबीच्या बांबूवर केले जाते. हे बांबू एकेक मीटर अंतरावर अर्धा मीटर पर्यंत चिखलात गोलाकार रोवतात व त्यांची पाण्यावरची टोके बांधून एक शंकूसारखा आकार बनवतात. बांबू अशा जागी रोवतात जिथे काकयीचे बीज उपलब्ध असते. पर्नाविरीडीसचे बीज पाण्याच्या पातळीखालील बांबूवर येऊन चिकटतात व त्यावर काकयीची वाढ होते. साधारणपणे ६ ते १० महिन्यांनंतर बांबू काढून काकयीची काढणी करतात. प्रत्येक बांबूवर ८ ते १२ किलो काकयीचे उत्पादन होते. या पद्धतीत गाळ व माती तळाशी जमते व त्यामुळे ती जागा उथळ बनते. फिलीपाइन्समध्ये हल्ली बांबूना ना,लॉनचे दोरखंड बांधून त्यावर देखील काकयीचे उत्पादन घेतले जाते.

तळातील संवर्धन

ही पद्धत नेदरलँडस, डेन्मार्क व जर्मनी या देशांत अवलंबली जाते. यात जिथे काकयीचे बीज समुद्रतळाच्या खडकांवर खूप दाटीवाटीने सापडते. तिथून ते दुसऱ्या जागी जिथे ती तुरळक आढळतात. तिथे त्यांचे शेतजमिनीसारख्या समुद्रतळावरील तुकड्यांवर रोपण करतात. मात्र अशा जागी फार जोरदार प्रवाह नसावेत तसेच खूप गाळ वा चिखल नसावा म्हणजे काकयी भरती-ओहोटीच्या पट्ट्यातील घट्ट समुद्रतळावी जोमदार वाढतात. ओहोटी पलीकडील भागात मायटीलस इडुलीस या जालीच्या काकयी अधिक जोमदार वाढतात. या संवर्धन पद्धतीत बीज काढणी व रोपणासाठी यंत्राचा उपयोग केला जातो. परंतु अशा प्रकारच्या संवर्धनात तळाशी असलेल्या तारामाशांचा उपद्रव होतो. ते शिंपले सहज उघडून आंतील प्राण्यास खातात या पद्धतीत गाळाचा संचय जास्त होऊन उत्पादनावर विपरीत परिणाम होतो. तळाशील पद्धतीत १ मीटर क्षेत्रफळावर साधारण ८ किलो व हेक्टरी ८० टनांपर्यंत काकयीचे उत्पादन होते. यापैकी नेदरलँडसमधील 'डच' संवर्धनामध्ये पाण्यातून पुन्हा काकयी ठेवणे ही एक महत्त्वाचा भाग होता. यांत काकयी बाजारात विकण्यापूर्वी १० ते १४ दिवस समुद्राच्या स्वच्छ पाण्यात काढून ठेवल्या जात त्यामुळे खराब मेलेल्या किंवा ज्यांचे शिंपले तुटके-फुटके असत. त्या फेकून दिल्या जात व फक्त चांगले, स्वच्छ काकयी विक्रीस ठेवल्या जात असत.

लांब दोरखंडावरील संवर्धन

खुल्या समुद्रातील संवर्धनासाठी ही पद्धत खूप यशस्वी ठरली आहे. त्यात दोन मेढींवर जाड दोरखंड पाण्याच्या पातळीपासून १ ते २ मीटर खाली बांधतात. दोरखंड सरळ रेषेत टांगण्यासाठी कधी कधी त्यांना बोयांचा आधार घेऊन वजनामुळे तळाला टेकणाऱ्या दोरखंडांना तरंगत ठेवण्यासाठी आधार देतात. या आडव्या दोरखंडांना पुन्हा उभे दोर बांधून त्यावर देखील काकयी वाढवतात. या उभ्या दोरांना 'ड्रॉपर्स' किंवा 'टांगण्या' म्हणतात. नैसर्गिक ठिकाणी उपलब्ध असलेले काकयीचे बीज एका लांबट सुती पिशवीत कोंबून पिशवीत हे टांगते दोर ठेवतात. टांगण्यावर काही कालांतराने काकयी घट्ट चिकटवतात व पिशवी कुजून नाहीशी होते. टांगण्या अंदाजे १७.५ सेमी अंतरावर व ४ मीटर तळापासून वर ठेवतात. साधारणपणे १ मीटर वर्ग क्षेत्रफळात ३०० काकयी चांगल्या वाढतात. या पद्धतीत काकयी चिखल किंवा गाळाने माखवतात. तसेच लहान पिल्ले मोठ्या काकयीच्या शिंपल्यावर पुन्हापुन्हा वाढवतात. त्यामुळे या प्रकारच्या संवर्धनामध्ये बरील काळजी घ्यावी लागते. दोरांना टांकलेल्या काकयी पाण्यावरून दिसत नाहीत म्हणून वारंवार टांगण्या होडीतून उचलून त्यांची तपासणी करावी लागते.

तराफ्यावरील संवर्धन

या प्रकारच्या संवर्धनात दोरखंडांऐवजी तरंगते लाकडी तराफे किंवा चौकटी खांबांना बांधून ठेवतात अथवा लोखंडी नांगराला बांधतात आणि समुद्रात योग्य जागी पुन्हा जखडून ठेवता येतात. ही पद्धत स्पेन व दक्षिण आफ्रिका वगैरेत अवलंबली जाते. स्पेनमध्ये गॅलीशियन समुद्रधुनीत काकयीचे बीज भरपूर प्रमाणात आढळते. ते खडकावरून छोट्या पफावड्याने खरवडून काढून दोरखंडांवर त्यांचे सूती पिशव्यांत घालून संवर्धन केले जाते. दोरखंड ६ ते ९ मीटर लांबीचे असतात व त्यावर प्रत्येकी १० किलोपर्यंत काकयी तयार होतात. एका तराफ्यावर १००० दोरखंड असल्यास वर्षाला ३० ते ९० टन इतके उत्पादन मिळू शकते.

चौकटीवरील संवर्धन

संवर्धनाचीही सर्वात सोपी पद्धत आपल्या देशात केंद्रीय सागरी मत्स्य संशोधन संस्थेने विकसित केली आहे. या पद्धतीत दोरखंड, बांबू व मेढी इत्यादी गावांतच मिळणाऱ्या वस्तू वापरून काकयीचे संवर्धन केले जाते. जिथे समुद्र अथवा खाडी उथळ असते तिथेदेखील ही पद्धत वापरता येते. यात मेढी चिखलात घट्ट रोवतात व त्यावर बांबू किंवा वासे आडवे टाकून मांडव केला जातो व त्यावरील आडव्या वाशांवर दोरखंड टांगले जातात. या दोरखंडांवर काकयीचे बीजारोपण करून ६ ते ८ महिन्यांच्या कालावधीनंतर पीक काढता येते.

बीज गोळा करणे

काकयीचे बीज प्रदूषणग्रस्त जागेतून गोळा करू नये. ओहोटी पलीकडील समुद्रातून बीज गोळा करणे उत्तम. पाण्या खालच्या खडकांवरील बीज धारदार कोयत्याने खरवडून गोळा करावे. सादारण ५०० ते ७५० ग्रॅम बीज, ज्यांची लांबी १५ ते २५ मिमि व वजन १ ते २ ग्रॅम आहे, ते एका दोरखंडावर रोपणी करण्यास पुरेसे असते. जेवढे दोरखंड त्याप्रमाणात बीज गोळा करावे. जमा केलेल्या बीजातील अनावश्यक प्राणी व वनस्पती तसेच खराब बीज दूर काढावे.

बीजारोपण

साधारण १२ ते १४ मिमि जाडीचे नॉयलॉनचे दोरखंड घेऊन पाण्याच्या खोलीच्या प्रमाणात

त्याचे तुकडे करावेत. दोरखंडांची लांबी अशी घ्यावी की तराफ्यावर ते बांधले की त्याचा वरचा भाग देखील पाण्यात सतत बुडालेला असावा. नंतर बारीक आसाचे जुने सुती जाळे जमिनीवर पसरून त्यावर बीज व मध्यभागी दोरखंड ठेवावा व ते जुने जाळे बीजासहीत दोरखंडाभोवती गुंडाळावा व जरूर पडल्यास सुईने जाळे दोरखंडाला शिवून घ्यावा. बीज दोरखंडाभोवतालच्या जाळ्यात सर्व प्रमाणात सारखे राहील. सुमारे २-३ दिवसात बीज शिंपल्यातून बाहेर पडणाऱ्या तंतूनी दोरखंडास घट्ट चिकटवून बसेल. बीज जाळ्यातून सरकून खालच्या भागात गोळा होऊ नये म्हणून २५ सेमी अंतरावर दोरखंडाला गाठी माराव्यात किंवा बांबूच्या कामट्या आधारासाठी ठेवाव्यात.

संवर्धन

जे बीज स्वतःच्या तंतूंमुळे दोरखंडाला चिकटून बसते ते भराभर वाढते परंतु काही चिकटू शकत नाही, ते सरकून गोळा होते. ते दूर करणे आवश्यक असते. म्हणून बीज असलेले दोरखंड खांबावर टांगल्यानंतर दर १-२ दिवसांनी त्यांची तपासणी करावी. रोपण केलेले दोरखंड अशा रितीने टांगावेत की ते पाण्याच्या तळाला टेकणार नाहीत व ओहोटीच्या वेळी फार वेळ पाण्याबाहेर देखील राहणार नाहीत. बीजाची वाढ चांगली व्हावी म्हणून दोरखंडातील अंतर कमीत कमी २५ सेमी ठेवावे. असे आढळून आले आहे की दोरखंडाच्या वरच्या भागातील काकयीची वाढ जास्त भरभर होते. कारण पाण्याच्या वरच्या थरात खाद्य असलेले वनस्पती प्लवक मुबलक असते.

खुल्या समुद्रातील संवर्धन पद्धतीत काकयी ८० ते ११० मिमि ५ ते ६ महिन्यात वाढतात व त्यांचे वजन प्रत्येकी ३५ ते ४५ ग्रॅमपर्यंत वाढते. त्यांच्या दरमहा वाढीचा दर सरासरी १३.५ मिमि इतका असतो. परंतु काकयीची वाढ व उत्पादन संवर्धनाच्या जागेनुसार बदलू शकते. खाडीतील संवर्धन पद्धतीत काकयी ७५-९० मिमि (वजन ३५ ते ४० ग्रॅम) साधारण ५ महिन्यात वाढते व दोरखंडावर प्रत्येकी १० ते १२ किलोपर्यंत उत्पादन मिळते.

व्यवस्थापन

काकयीची सुदृढ वाढ होण्यासाठी वेळोवेळी त्यांची काळजी घेणे आवश्यक असते. आपल्या संवर्धन क्षेत्रावर, तराफे, बांबू व दोरखंड तसेच वाढणाऱ्या काकयींवर सतत लक्ष ठेवले पाहिजे. काकयींची संख्या फार दाटीवाटीमुळे कमी करावी व त्यांना वाढीसाठी जागा करावी वेळोवेळी काकयींच्या घडातील उपद्रवी प्राणी जसे खडपं, रेती किडे व खेकडे काढून टाकावेत.

रोग व विषबाधा

समुद्रातील पाणी लालसर दिसत असेल तर अशा पाण्यात सूक्ष्म दुर्शेडी वनस्पतींचा (इंग्रजीत डायनो फ्लॅजेलेटसे) थवा तयार होतो. या वनस्पती प्रमाणेच सायनो बॅक्टेरिया नावाचे जंतू व काही डायॲटम नावाच्या सूक्ष्म वनस्पती एक प्रकारचं विष तयार करतात. हे सूक्ष्म जीव काकयींनी भक्षण केल्यास त्यांच्यावर परिणाम होत नाही परंतु अशा काकयी माणसांनी खाल्ल्यास विषबाधा होते. याला 'शेलफिश पायझनिंग' असे म्हणतात व त्यामुळे माणसांच्या पचनसंस्थेवर व मज्जासंस्थेवर विपरीत परिणाम होतो. विषबाधेमुळे लकवा, पोट बिघून हगवण इत्यादि विकार होऊ शकतात.

केकयीची काढणी व विक्री

जेव्हा काकयीच्या मांसाचे अनुकुलीत गुणोत्तर जास्तीत जास्त असते त्यावेळी त्या काढणीवरून विक्रीस तयार होतात. साधारणपणे एप्रिल ते जूनमध्ये काकयींचा काढणीचा हंगाम येतो. काकयी लगडलेले दोरखंड मांडवावरून काढून आणून प्रथम पाण्याचे फवारे मारून स्वच्छ धुतात. नंतरचे २४ तास वाहत्या स्वच्छ समुद्राच्या पाण्यात ठेवले जाते, म्हजे त्यांच्या पोटातील घाण, कचरा, विष्ठा व सूक्ष्म जंतू बाहेर पडतात. अशा प्रकारच्या प्रशुद्धीकरणामुळे (डेप्युरेशन) त्यांच्या शरीरातील जंतूसंचय ९० टक्क्याने कमी होतो.

प्रशुद्धीकरण केलेल्या जिवंत काकयी बाजारात शिंपल्यासहीत विक्रीस ठेवल्या जातात. फार थोड्या काकयींवर संस्करण केले जाते परंतु संस्करणाच्या नवनवीन पद्धती विकसित केल्या जात आहेत. प्रशुद्धीकरण केलेल्या काकयीच्या शिंपल्या तसेच मांस चाकू किंवा सुरीने काढून वाफेवर किंवा गरम पाण्यात शिजवतात व नंतर ५% मिठाच्या पाण्यात ५ मिनिटे ठेवतात. याला ब्लाचिंग असे

म्हणतात.

प्रशुद्धीकरण

काकयी खाल्यामुळे कोणत्याही प्रकारचा धोका न पत्करण्यासाठी त्यांचे प्रशुद्धीकीक्ष करणे आवश्यक असते. जेव्हा काकयी स्वतःचे अन्नग्रहण करीत असतात. त्यावेळी पाण्यातील अगणित सूक्ष्म जीवजंतू त्यांच्या पोटात जातात व त्यातील काहींचा संचय करतात. म्हणून बाजारात नेण्याआधी हे सर्व काढून टाकणे आवश्यक असते. याला प्रशुद्धीकरण म्हटले जाते.

काकयी स्वच्छ गाळलेल्या समुद्राच्या वाहत्या पाण्यात २४ तासयँत एका टाकीत ठेवतात. साधारणपणे टाकीतील १० ते २० टक्के पाणी सततच्या प्रवाहाने भरून काढतात. टाकीत काकयी ठेवल्यानंतर १२ तासांनी घाण व कचरा काढून टाकण्यासाठी टाकी रिकामी केली जाते आणि पुढचे १२ तास तशाच स्वच्छ समुद्राच्या पाण्यात त्यांना ठेवतात. २४ तासानंतर टाकी व काकयी स्वच्छ पाण्याचे फवारे मारून साफ करतात. त्यानंतर सुमारे तासभर त्यांना ३ पीपीएम् क्लोरीन टाकलेल्या समुद्राच्या स्वच्छ पाण्यात ठेवतात व विक्रीस किंवा पुढील संस्करणास नेतात.

काकयीपासून पदार्थ

काकयीच्या मांसापासून कोचिन येथील केंद्रीय मत्स्य टेक्नॉलॉजी संस्थेने काही पदार्थ बनवले आहेत. बाजारात हे पदार्थ डब्यातून अथवा प्लॅस्टिक पॅकिंगमध्ये उपलब्ध आहेत. यातील मसाला घालून निर्वात पॅकिंगमधील ताबडतोब खाण्यासाठी तळलेली काकयी देखील आहे. व्यापारी कंपन्यांनी काकयी पासून बनवलेली उत्पादने भारतात विक्रीस आहेत व त्यांचा खप दरवर्षी वाढत आहे

परदेशी विक्री व निर्यात

काकयीचे मांस गोठवून अथवा सूकवून परदेशी विक्रीस निर्यात केले जाते. आखाती देशातील निर्यातीसाठी शिंपल्यासकट अथवा त्यांचे मांस बर्फात तंड करून पाठवले जाते आणि त्यांना चांगली मागणीदेखील आहे. चीन, अरब, अमिरात, माली, सिंगापूर, श्रीलंका, ऑस्ट्रेलिया, ग्रीस, तपान, लेबॅनॉन, मेक्सिको, न्यूझीलंड व कसरीया इत्यादी देशांत काकयीला चांगली मागणी आहे.

गुणवत्ता व प्रमाणीकरण

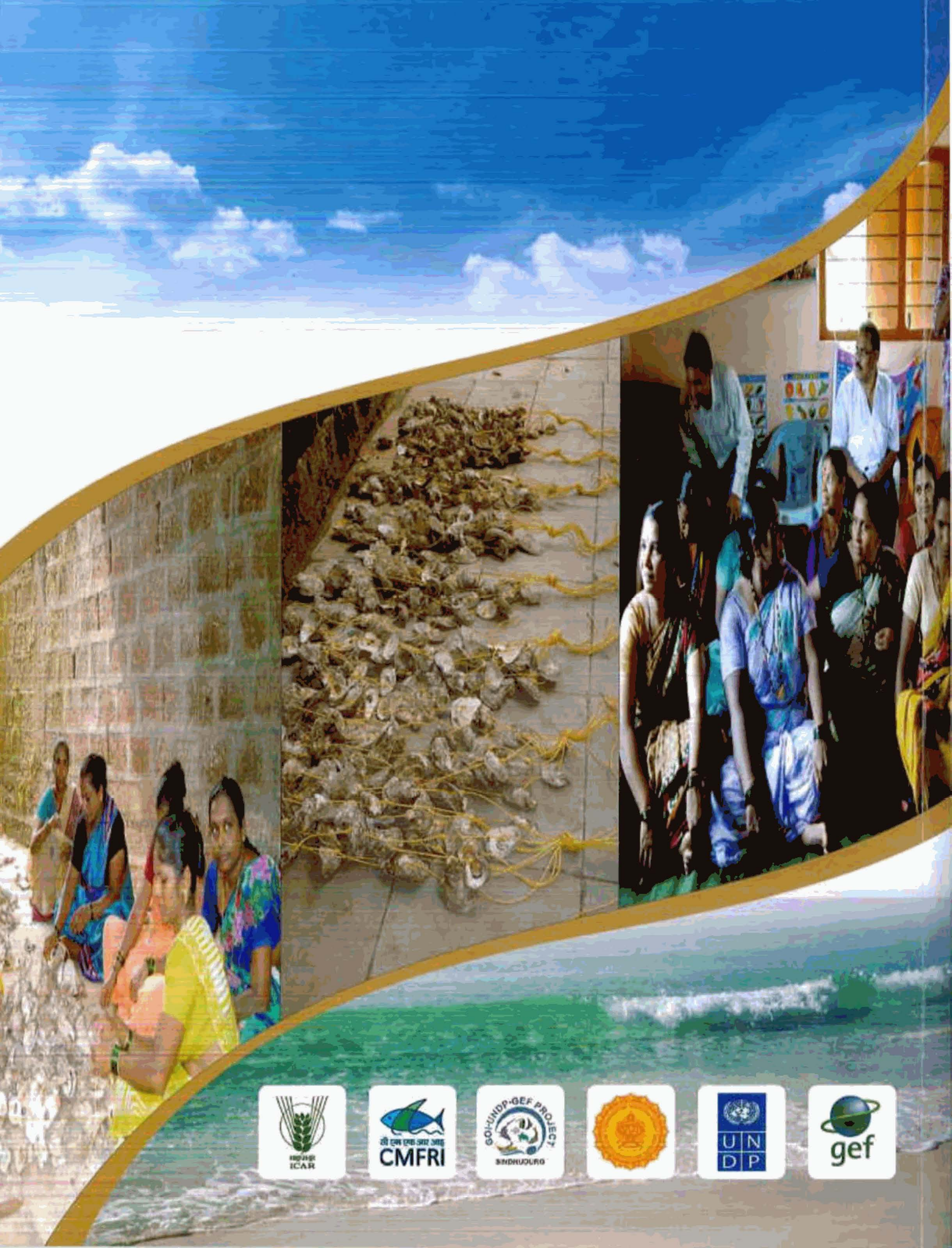
जागतीकरणामुळे इतर व्यापारांप्रमाणे सागरी खादयांन्नांचे देखील सुरक्षतेसाठी नियंत्रण व पर्यावरणाशी सलंग्न अनेक बाबी लक्षात घ्याव्या लागतात. सागरी अन्नाची सुरक्षितता भविष्यात फार महत्त्वाची ठरणार आहे. पर्यावरणीय नामनिर्देश, भारतीय प्रमाणीकरण नामांकन तसेच धोकादायक बाबींचे पृथःक्करण करणे आवश्यक ठरणार आहे. दूषित अन्नपदार्थांतील जंतूंचे तसेच प्रदूषणामुळे भारी धातूचे व प्रतिजीवकांचे प्रमाण, कीटकनाशके व वनस्पतीजन्य विषारी पदार्थांचे सागरी अन्नातील प्रमाण यांची सतत तपासणी व सतर्कता राखणे आवश्यक होणार आहे. थोडक्यात, काकयीपासून बनवलेली उत्पादने जर निर्यात करायची असतील तर त्या पदार्थाची गुणवत्ता उत्तम असली पाहिजे. तरच जागतिक बाजारपेठेत त्यांना मान्यता मिळेल व त्या दृष्टीने आपल्याला पाऊले आताच उचलली जाणे गरजेचे आहे.

काकयी संवर्धनाची सदय परिस्थिती

भारतातील काकयी संवर्धनामुळे उत्पादन दरवर्षी वाढत असून सध्या राष्ट्रीय कृषी मिशन मुळे ते किनारपट्टीवरील सर्व राज्यात लोकप्रिय होत आहे. देशात खाड्यांमधील काकयीचे संवर्धन सर्वप्रथम केरळ राज्यातील कण्णूर जिल्ह्यातील धमळडम्, पडन्ना व कासरगोड जिल्ह्यातील चेरुवतुर येथे यशस्वी ठरले आहे. सर्वात महत्त्वाची मदत गटांचा सहभाग होता.

बीज संगोपन

काकयीचे बीज संगोपन परिपक्व नर व माद्या खाऱ्या पाण्याच्या टाक्यांत करता येणे आता शक्य झाले आहे. याचे तंत्रज्ञान केंद्रीय सागरी मत्स्य संगोपन संस्थेने कालीकत येथे विकसित केले आहे. परंतु या तंत्रज्ञानाचा मोठ्या प्रमाणावर अदयाप प्रसार झाला नाही. केंद्रीय सागरी मत्स्य संशोधन संस्थेचे योगदान ही राष्ट्रीय स्तरावरील संस्था जलसंवर्धन विकास च्या सहकार्याने प्रशिक्षण देण्याचे कार्य करते.


ICAR
CMFRI
GOI-UNDP-GEF PROJECT
SINDHUDURG
U N D P
gef