Augmenting homestead *Pangasius, Pangasianodon hypophthalmus* aquaculture productivity in three Upazilas of Patuakhali region through community participation

FINAL REPORT

Innovision Agro Service Ltd

31 January 2019

Acknowledgments

The piloting study on "Augmenting homestead *Pangasius, Pangasianodon hypophthalmus* aquaculture productivity in three Upazilas of Patuakhali region through community participation" has been conducted with the financial support of the Netherlands Government through the Innovation Grants of the Blue Gold Program under Bangladesh Water Development Board (BWDB). We are thankful to the Blue Gold Team Members both at Dhaka and Patuakhali for the support in implementation of the project work. We also acknowledge the contribution of Blue Gold Project beneficiaries i.e. farmers group in Patuakhali region for their heartful support.

Disclaimer

These are the views and expressions of the author (Innovision Agro Service Ltd.), and do not necessarily represent the view of the Netherlands Embassy in Dhaka or the Blue Gold program.

Table of Contents

Executive Summary	**5**
1. Background	**6**
2. Objectives of the study	**8**
3. Work plan and activity chart	**8**
4. Activities performed	**9**
4.1 Contact signing	**9**
4.2 Selection of ponds for piloting study	**9**
4.3 Aquaculture of Pangasius, Pangasianodon hypophthalmus	**12**
4.4 Farmers training	**13**
4.5 Participation in Fish Fair 2018 at Patuakhali	**15**
4.6 Exchange visit by the Project beneficiaries	**16**
4.7 Fish feed formulation & Farm made feed production	**18**
4.8 Water quality and Pond management	**20**
4.9 Fish production	**22**
4.10 Value Chain analysis	**28**
4.11 Outreach Activities	**29**
4.12 Project completion meeting	**29**
5. Outcome of the Activities	**31**
6. Challenges and Opportunities	**31**
7. Mitigation measures	**34**
8. Lesson learned	**34**
9. Recommendations	**34**
References	**35**
Annex-1: Training Manual	**36**
Annex-2: Test Results of Pond Water	**42**

List of Tables

Table 1. List of farmers for piloting study	**11**
Table 2. Proximate composition of feed ingredients (% dry weight)	**18**
Table 3. Formulation of diets (% dry weight) for *Pangasius*	**18**
Table 4. Comparative fish feed quality and price reflection	**20**
Table 5. Growth performances and production of *Pangasius* aquaculture practices in the homestead farming system at 3 Upazils under Patuakhali	**23**
Table 6. Upazila based case study of participating successful *Pangasius* farmers.	**27**
Table 7. Seasonality and availability of feed ingredients	**28**
Table 8. Decision to reap on maximumvalue	**28**
Table 9. Proposed *Pangasius* nurserer for fingerling production in Patuakhali region	**32**
Table 10. Work plan with activities of up-scaling homestead *Pangasius* aquaculture productivity in Patuakhali region during 2019	**35**

List of Figures

Fig. 1. Project location with polder nos.	**10**
Fig. 2. Alkalinity and iron content relationship of pond water under study.	**21**
Fig. 3. Overall process related to homestead *Pangasius* aquaculture in Patuakhali region.	**27**

Executive Summary

Innovision Agro Services Ltd. implemented a piloting study on "Augmenting homestead *Pangasius, Pangasianodon hypophthalmus* aquaculture productivity in three Upazilas of Patuakhali region through community participation" under Blue Gold Innovation Fund during June 2018 to January 2019. The main objective of the study was to adopt the *Pangasius* aquaculture technique in the homestead farming system of Patuakhali region under BWDB Polders (Polder 43/1A-2F, 47/3-4 and 55/2C of BWDB) in South-eastern Bangladesh.

The piloting study was executed in 30 homestead ponds of Amtoli, Golachipa and Kalapara Upazilas under Patuakhali-Barguns Districts, Bangladesh. The pond size under study varied from 0.05-0.10 ha (10-25 decimal) each having a depth of 152-213 cm (5-6 feet). A stocking density of 100 fingerlings/decimal with 80 *Pangasius*, 5 carps & 15 tilapias (GIFT) was maintained. Cultured *Pangasius* fishes were initially fed with pellet feed prepared in local feed mill with available feed ingredients i.e. fish meal, auto rice bran, wheat bran, oil cake etc. @ 6% Biomass/day. The feed produced by the local feed miller contained only 16.04% protein. After feed formulation the produced feed resulted a protein level of 22-24% with a production cost of Tk. 34-36/kg of feed. To develop farm made feeding practice, 3 fish feed pellet machines installed by the project and operated by the project beneficiaries. The farm made feed costing was stands about Tk 30/kg with a protein level of around 20-23%.

Water quality parameters such as temperature, DO, pH, alkalinity, ammonia, sulfur and iron content of the ponds under study were determined monthly. Most of the ponds under trial having suitable water quality, although some of ponds, especially in Amtoli and Golachipa Upazilas showed over ranged alkalinity and iron content. A day long training program was conducted for 30 contact farmers and an exchange visit to *Pangasius* aquaculture zone- Mymensingh was also performed. Three Field Days were conducted at farmers pond sites to demonstrated and share the *Pangasius* culture practices.

Farmers of Golachipa Upazila showed better aquaculture productivity performances. After five months of culture period, the average fish production resulted from ponds of Amtoli was 11.94 ton/ha with a gross profit of Tk. 194,662. The highest average fish production of 13.33 ton/ha resulted from ponds of Golachipa with a gross profit of Tk. 290,049. Least average production of 9.54 ton/ha resulted from Kalapara with a gross profit of Tk. 190,710. On the other hand, all the women farmers (7 nos.) showed excellent production performance of average 13 ton/ha fish production from homestead ponds. Individual average final harvested weight of *Pangasius* showed 810 gm, 784 gm and 727 gm respectively for ponds of Golachipa, Amtoli and Kalapara Upazilas. Despite supply of quality feed ingredients and fluctuation in protein content of prepared feeds, the overall FCR was between 1.68 to 1.73. The farmers got a good price value of Tk. 90-100/kg *Pangasius*. The lowest and highest farm gate prices of *Pangasius* was obtained Tk. 85/kg and Tk. 113/kg, respectively which at the same time at Mymensingh was below Tk. 80/kg.

In piloting study, marinating feed quality, particularly protein content was a major concern as the feed produced from unidentified feed ingredient sources. For the sustainability of *Pangasius* culture in the region there should be good source of seed for *Pangasius* aquaculture up-scaling. Moreover, marketing of farmed *Pangasius* needs a transportation linkage. After harvesting of fish from ponds, the farmers needs a strong backup to continued fish or *Pangasius* farming practices in their ponds. Up-scaling of *Pangasius* farming for a complete culture season in the region should be carried out for the sustainability of the small-scale aquaculture operation.

Augmenting homestead *Pangasius, Pangasianodon hypophthalmus* aquaculture productivity in three Upazilas of Patuakhali region through community participation

1. Background

The fishery sector in Bangladesh contributes around 3.61% to GDP (DoF 2018). In addition to being a source of animal nutrients, fish is also a major part of Bangladesh culture. Some 18 million people of a total population of 166 million are estimated to be either directly or indirectly employed in the fishery sector, and 73 per cent of rural households are involved in aquaculture (World Bank 2017). Bangladesh is the fourth largest inland captures producer in the world and the fifth largest aquaculture producer. During 1985–2013, annual average growth in fish production was 5.36 per cent, largely driven by the expansion in inland aquaculture fisheries, which grew at a rate of 10.16 per cent (FAO 2017).

Aquaculture play an important role as a form of insurance which reduces vulnerability and enhances resilience to circumstances likely to precipitate poverty, rather than as a transformative livelihood activity. Numerous development projects have promoted simple 'improved' management strategies, such as regular application of fertilizers and feeds, and the stocking of fish species in combinations and densities designed to move the production system from extensive to semi-intensive. When followed consistently, these relatively simple steps have been shown to reliably boost levels of production from less than 1 ton/ha to more than 3 ton/ha, thereby raising pond yields, household incomes and the availability of fish for consumption (Belton *et al.* 2011).

The growth of aquaculture in Bangladesh has been fuelled by important research findings from the Bangladesh Fisheries Research Institute (BFRI), which has developed and disseminated 60 different fish farming technologies and management techniques. The breakthrough in aquaculture technology development has opened a new horizon for self employment, income generation and poverty reduction for resource poor rural population of the country.

Homestead aquaculture occurs as a small component of the larger household farming system. In rural Bangladesh possess a small pond close to their homestead. Homestead pond aquaculture is prevalent throughout Bangladesh where over four million households own ponds in the vicinity of the homestead, covering an area of 372,397 ha in 2015. Ponds play a crucial role in providing both household income and fish for consumption, contributing between 3 and 15% of total household income and 25–50% of total fish consumption (Belton and Azad 2012).

Pond aquaculture is an appropriate entry point for empowerment of women (IFAD 2006). Ponds adjacent to the homestead offer an ideal opportunity for women to engage and participate in fish culture, in contrast to other forms of aquaculture and capture fisheries, from which women are often excluded due to cultural and social barriers and due to their being located away from the homestead (Sultana and Thompson 2008). In small scale aquaculture, woman are participating in fish feed preparation from locally available ingredients and feed application in their households. Moreover, homestead aquaculture offers opportunities for woman, because ponds are often constructed adjacent to the homestead in which women routinely engage.

Fish production from inland culture and capture fishery of Patuakhali is far below from Barisal and Bhola districts under Barisal Division (FRSS 2018). Although hilsa is dominated in capture fishery and export to capital markets, cultured species like *Pangasius* is imported from other districts. Most of the ponds in Patuakhali district is under traditional culture system (Debnath *et al*. 2012). Lack of knowledge on fish culture is the main cause of the less production from pond aquaculture practices. This not only hampers the overall fish production but also hampers the fish demand fulfillment as well as the economy of the region. The aquaculture productivity of Patuakhali will be increased like other aquaculture hubs of the country like Mymensingh, through an intervention in aquaculture practice in the region.

Pangasius aquaculture was initiated in Mymensingh district in 1993, following which production has grown rapidly to reach an estimated 300 000 MT and become an economically important form of aquaculture which is radically different to the low intensity carp culture for which Bangladesh is better know. Presently *Pangasius* contributed 27% of total country's' fish production next to carp (49%) (FRSS 2018). *Pangasius* aquaculture in Bangladesh has improved the economic and social status of a variety of stakeholders in communities where the fish is farmed. Farming of the striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* is a major aquaculture activity in aquaculture district of Mymensingh. The mean productivity of *Pangasius* is 37 ton/ha, where 87.9% of the farms produced between 15 and 65 ton/ha of *Pangasius* (Ali *et al*. 2012). *Pangasius* are typically reared for 7-8 months, and harvested at 0.6-1.0 kg, with better capitalized farms generally opting to culture longer as larger fish obtain a better market price. Introduction of improved *Pangasius* aquaculture technology could increased the production rate to at least 15 ton/ha. The proven technology of *Pangasius* culture should be demonstrated in the homestead ponds of Patuakhali region.

Feasibility study on *Pangasius* aquaculture in three Upazilas of Patuakhali region *viz.* Galachipa, Amtoli and Kalapara showed that farmers are quite interested to do culture of *Pangasius*, although right production technology is not available to their doorstep. A field survey among the Upazilas identified suitable homestead ponds with an average area of 22-26 decimal. It was also found that, in average daily 6 tons live *Pangasius* marketed in Patuakhali district from Khulna region revealed consumers demand with a higher price of Tk. 94/kg in comparison to major *Pangasius* culture zone of Mymensingh, where price ranged between Tk. 68-72/kg. Hatchery for *Pangasius* seed production in the area and available quality fish feed ingredients like fish meal, rice bran (auto), sunflower meal will contributes in low-cost farm made fish feeding to develop a farmers friendly *Pangasius* aquaculture practices in the targeted areas. Moreover, current massive development works in the Patuakhali coast requires a culture-based fisheries to fulfil the future demand of low to medium class consumers, which may not be enough from the present riverine fish species i.e. *Hilsa* (Feasibility Report of May 2018 by Innovision Agro Service Ltd.).

Increasing food and nutrition security, augmenting cash income for household expenses and utilization of family labor are the major issues of the rural poor. The role of small-scale aquaculture in household food and nutrition security, income generation and empowerment of women and marginalized communities has been increasingly appreciated in recent years. Fish has been considered as “Living Cash” and a pond as a “Savings Bank” because fish can be caught and sold whenever cash is needed. Hence, the piloting project focused on increased aquaculture production especially *Pangasius* aquaculture from homestead pond culture system using improved culture and management technologies.

2. Objectives of the study

- To adopt the *Pangasius* (*Pangasianodon hypophthalmus*) aquaculture technique in the homestead farming system;
- To assess the effects of technology adoption in household income and animal protein supply to local community; and
- To facilitate transfer of technology by strengthening the linkage among technology innovator, farmers, and NGOs i.e. Blue Gold Program.

3. Work plan and activity chart

Activity	Duration (Months)	Planned cumulative % completion
1. Selection of ponds and pond preparation	0.5	10
2. Farmers training	0.25	5
3. Procurement of inputs (fingerlings, feeds)	6	25
4. Stocking and start rearing	0.5	5
5. Data collection	7	25
6. Expose visit to Mymensingh Aquaculture Zone	0.25	5
7. Field day	0.25	5
8. Analysis of the findings, report preparation and presentation (workshop)	0.5	10

Activity	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												

4. Activities Performed

4.1 Contact signing

To perform the piloting study a formal contact signing between Innovision Agro Service Ltd. and Blue Gold program was done on 10 June 2018 at Dhaka.

Pic. 1. *Contact signing ceremony.*

4.2 Selection of ponds for piloting study

Adaptive trials of *Pangasius* (*Pangasianodon hypophthalmus*) aquaculture was conducted in 3 Upazilas of Patuakhali-Barguna region (i.e. Amtoli, Galachipa and Kalapara) under Blue Gold Program. The selected ponds were under BWDB Polders (Polder 43/1A-2F, 47/3-4 and 55/2C of BWDB) (Fig. 1). Ten ponds from each Upazila under Blue Gold Program members were selected for this pilot study (Table 1). Following criteria were set up for pond selection:

- ✓ Blue Gold WMG member
- ✓ Water holding capacity is high
- ✓ No risk of flood
- ✓ Adjacent to road side
- ✓ Farmers attitude to fish culture practice

The pond size selected varied from 0.05-0.10 ha (10-25 decimal) each having a depth of 152-213 cm (5-6 feet).

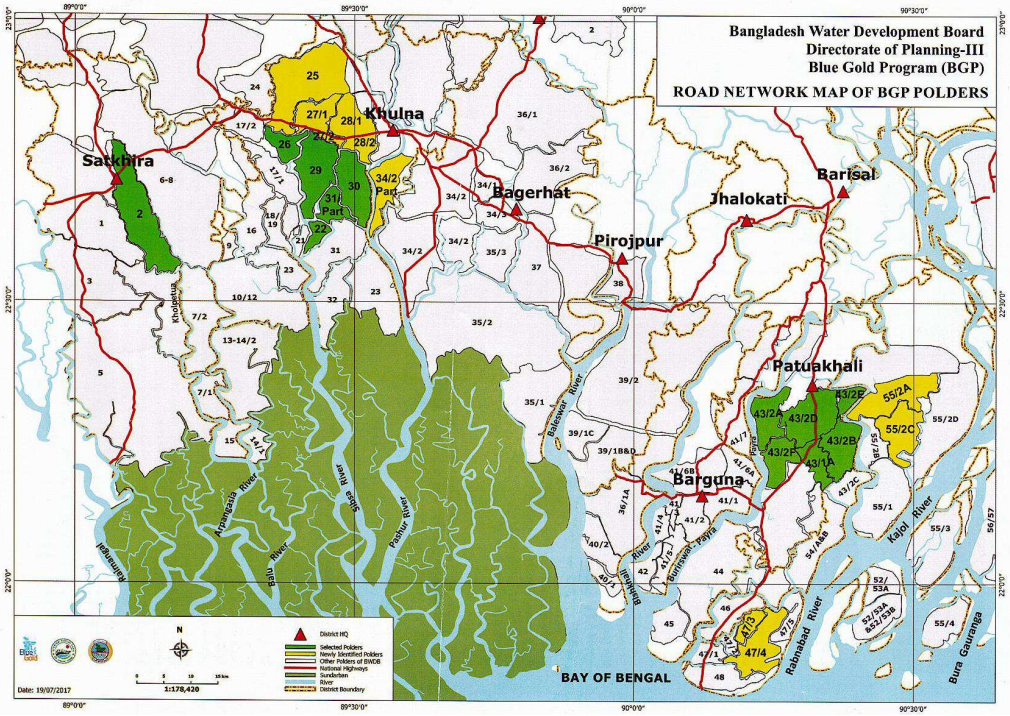


Fig. 1. *Project location with polder nos.*

Pic. 2. *Selected typical aquaculture pond.*

Table 1. List of farmers for piloting study

Sl. No	Farmers' Name	Village	Union	Upazila	WMG*	Polder No.	Pond Area (Dec.)
1	Pannaya Mridha	Shakaria	Atharogachia	Amtoli	250	43/1A	14
2	Razzak Peyada	Shakaria	Atharogachia	Amtoli	109	43/1A	10
3	Kahinor Begum	Shakaria	Atharogachia	Amtoli	256	43/1A	25
4	Ibrahim Mridha	Shakaria	Atharogachia	Amtoli	35	43/1A	21
5	Siddiqur Rahman	Gulbaria	Atharogachia	Amtoli	79	43/1A	10
6	Jakaria	Dhalachara	Gulishakhali	Amtoli	8	43/2F	8
7	Rezwan Hawlader	Dhalachara	Gulishakhali	Amtoli	96	43/2F	12
8	Zabber Hawlader	Dhalachara	Gulishakhali	Amtoli	108	43/2F	8
9	Faruque	Dhalachara	Gulishakhali	Amtoli	12	43/2F	13
10	Abdus Sattor Gorami	Dhalachara	Gulishakhali	Amtoli	127	43/2F	18
11	Md. Jalil Mira	Bashbaria	Kalagachia	Golachipa	241	55/2C	12
12	Md. Hamaet Hawlader	Bashbaria	Kalagachia	Golachipa	300	55/2C	15
13	Md. Shajahan Hawlader	Bashbaria	Kalagachia	Golachipa	290	55/2C	15
14	Md. Basir Uddin Mollah	Bashbaria	Kalagachia	Golachipa	301	55/2C	13
15	Md. Kabir Hossen	Bashbaria	Kalagachia	Golachipa	302	55/2C	12
16	Shampa Rani	Kallaynkalas	Kalagachia	Golachipa	20	55/2C	15
17	Nidhu Rani Das	Kallaynkalas	Kalagachia	Golachipa	18	55/2C	16
18	Mukta Rani	Kallaynkalas	Kalagachia	Golachipa	121	55/2C	14
19	Mst. Nazma Begum	Kallaynkalas	Kalagachia	Golachipa	34	55/2C	18
20	Md. Oliul Islam	Kallaynkalas	Kalagachia	Golachipa	178	55/2C	10
21	Kalam Fakir	Tagachia	Mithagonj	Kolapara	250	47/3	20
22	Fatema Begum	Tagachia	Mithagonj	Kolapara	90	47/3	11
23	Dulufa Begum	Tagachia	Mithagonj	Kolapara	46	47/3	14
24	Sulaiman Fakir	Tagachia	Mithagonj	Kolapara	79	47/3	7
25	Anwar Hossen	Tulatoli	Baliatoli	Kolapara	4	47/4	14
26	Siraj Sikder	Musullibad	Baliatoli	Kolapara	273	47/4	23
27	Akteuzzaman Mollah	Musullibad	Baliatoli	Kolapara	158	47/4	25
28	Abdul Aziz Khan	Musullibad	Baliatoli	Kolapara	180	47/4	11
29	Billal	Kankunipara	Baliatoli	Kolapara		47/4	15
30	Imran Hossain	Haripara	Baliatoli	Kolapara	446	47/4	20

*WMG= Water Management Group

4.3 Aquaculture of Pangasius, Pangasianodon hypophthalmus

After proper pond preparation following standard procedure of pond preparation for aquaculture, all the 30 ponds were stocked with fish fingerlings between 6 to 10 July 2018. The selected area possesses an extensive system of water bodies in the form of canal, small and large ponds both natural and manmade. Ponds are filled by rain waters and managed properly throughout the production cycle. The management of pond includes the clearing of weeds, continuous netting to eradication of unwanted fishes, liming, and fertilization. Due to active monsoon, rainfall causes filling of ponds. A stocking density of 100 fingerlings/decimal with 80 *Pangasius*, 5 carps & 15 tilapias (GIFT) was maintained.

Good quality and sized *Pangasius* fingerlings (80 g) were collected from local nursery operator at Amtoli and stocked in selected ponds in presence of Project Manager and Experts. Project beneficiaries were actively involved in pond stocking process.

Pic. 3. *Pangasius fingerlings collection and stocking in pond.*

4.4 Farmers training

A day long farmers training programme on "Improved *Pangasius* Culture Practices at Homestead Pond" for the project beneficiaries was held at CODEC Training Center, Patuakhali Sadar on 7 July. The training programme was inaugurated by Mr. Md. Amirul Hussain, Superintending Engineer & PCD, Blue Gold Programme under BWBD as Chief Guest. Dr. Md. Rahmat Ali, Deputy Chief, BWDB and Mr. Tanvir Islam, Value Chain/Fisheries Expert, Blue Gold and Mr. Robiul Amin, Regional Coordinator, Blue Gold, Patuakhali were also present in the training programme. The training programme was conducted by the experts on *Pangasius* aquaculture from Bangladesh Fisheries Research Institute, Mymensingh. Among other, District Fisheries Officer of Barguna, Mr. Md. Sahed Ali and Senior Upazila Fisheries Officer of Kalapara, Mr. Kamrul Islam attended the training programme as trainers. Project Manager and 3 Field Supervisors under the project were also participated the day long training programme.

Pic. 4. *Pangasius aquaculture training for the project beneficiaries.*

The inaugural session of the farmers training program was chaired by District Fisheries Officer of Barguna, Mr. Md. Sahed Ali. Mr. Rafiqul Islam Akanda, Executive Director, Innovision Agro Service Ltd. was act as moderator in the inaugural session. The farmers training was started with the recitation of Holy Quran. After that all the participant introduced themselves. Three pond owners from 3 respective Upazilas briefly described their participations in the homestead *Pangasius* aquaculture productivity programme. They thanked Blue Gold Programme for the opportunities to become a successful fish farmer and lauded that they will do their best for the successful completion of the project.

A short manual on "Improved *Pangasius* Culture Practices at Homestead Pond" was provided to each farmer as a guide (Annex-1).

After inauguration, subject-wise training course was conducted by the two experts from BFRI. The training subject included pond preparation, fish fry stocking, water quality management, fish rearing, fish feeds preparation and feeding, fish diseases, pond management, marketing etc. District Fisheries Officer and Senior Upazila Fisheries Officer also conducted training classes in the programme.

Pic. 5. *Training activities at CODEC Center, Patuakhali on improved Pangasius aquaculture.*

Later the team member visited few ponds under the project including Mrs. Kohinoor Begum pond at Amtoli, Barguna. The team members were satisfied with the project activities during their field visit and assured all over support for implementation of the project.

Pic. 6. *Field visit by the Blue Gold Project Management Team at Patuakhali.*

4.5 Participation in Fish Fair 2018 at Patuakhali

Fish Fair 2018 was organized at District Fisheries Office premises, Patuakhali on the occasion of **National Fish Week 2018**. The **Fish Fair** was held from 20 to 22 July on the eve of nationwide **Fish Week 2018** with the objectives to aware local people about fish farming and conserving aquatic biodiversity. On-going projects under Blue Gold Program actively participated in the Fish Fair at Patuakhali.

In the Fish Fair at Patuakhali, two stalls were decorated jointly by Blue Gold Programme and Innovision Agro service Ltd. Under the guidance of local Blue Gold authority, Innovision Agro Service Ltd. demonstrated a model of **Improved Pangasius Culture Practices** in the homestead ponds of local farmers (pond owners of Blue Gold programme beneficiaries under BWDB polder group members). The model showed that in a polder concept, fish farming could be practiced in homestead ponds using water sources through canal. The demo model pond having aeration contained *Pangasius* fingerlings and Indian major carps fry (Rui, Catla, Mrigal) along tilapia fry exhibit the on-going project activities in 3 Upazilas of Patuakhali. The aquaculture inputs i.e. lime; fertilizers-urea, TSP; fish feed ingredients- rice bran, oil cake, fish meal and formulated fish feed also exhibited along pond side.

Pic. 7. *Blue Gold Project stall at Patuakhali on the occasion of Fish Week 2018.*

Awareness building festoons were hanged in the stall. The festoon highlighted the potentialities of *Pangaius* culture in the Patuakhali region, importance of homestead *Pangaius* farming as a source of nutrition & income and culture potentialities of *Pangasius*. A brief leaflet on "Homestead Pangasius farming" developed by Innovision Agro service Ltd. distributed among interested persons.

Pic. 8. *Awareness building festoons on the occasion of Fish Week 2018.*

A large number of people covering all age group (student, service holder, farmers, women) visited the Blue Gold stall. It is worth mentioning here that ***Blue Gold Program & Innovision Agro Service Ltd. joint stall stood First in an evaluation of Fish Fair 2018 at Patuakhali***.

Judith de Bruijne and Tanvir Islam from Blue Gold Programme visited Fish Fair at Patuakhali on 22 July, and they also visited few ponds under the project at Amtoli, Barguna.

4.6 Exchange visit by the project beneficiaries

As per project plan an exchange visit of contact farmers under the project was performed during 24 to 27 September at *Pangasius* Aquaculture Hub, Trisal under Mymensingh. Project beneficiaries 30 farmers, 3 Project Supervisors along with Project Manager visited *Pangasius* aquaculture farms, feed mills at Dhanikhola Village under Trisal Upazila of Mymensingh on 25 September. The team acquired firsthand knowledge on small-scale *Pangasius* farming, operation of feed mills of pre-schedule farms of Md. Kamal Hossain, Md. Abdul Awal and Md. Mukhlesur Rahman. Joint Manager, Blue Gold Innovation Fund, Mr. Tanvir Islam, Project Coordinator Mr. Rafiqul Islam and two experts were also participated in exchange visit. On 26 September the farmers team visited Fish Museum and fish hatchery complex at Bangladesh Agricultural University campus, Mymensingh. The Fish Culture and Fish Feed experts delivered lectures on culture and feeding management during visit.

Pic. 9. *Pangasius netting and feed mill visit during exchange visit programme at Trisal, Mymensingh.*

Pic. 10. *Participation of exchange visit programme at BAU campus, Mymensingh.*

4.7 Fish feed formulation and Farm made feed production

Cultured *Pangasius* fishes were initially fed with pellet feed prepared in local feed mill with available feed ingredients i.e. fish meal, auto rice bran, wheat bran, oil cake etc. @ 6% Biomass/day. Samples of fish ingredients were collected from local sources and targeted feed was formulated (maintaining 25% protein) after proximate composition analysis (Tables 2 & 3). Wheat flour was used as binder and Vitamin & Mineral premix was added to enhance the feed quality. Soybean meal and sunflower meal could not be used as ingredients due to unavailability locally during feed preparation.

The feed produced by the local feed miller contained only 16.04% protein. After feed formulation the produced feed resulted a protein level of 22-24%.

Table 2. Proximate composition of feed ingredients (% dry weight)

Ingredients	**Protein (%)**	**Lipid (%)**	**Ash (%)**	**Moisture (%)**
Fish meal	45.01	14.00	16.40	13.21
Mustard oil cake	34.75	13.00	7.66	11.98
Soybean meal	42.00	1.00	8.50	12.00
Sunflower meal	30.16	14.11	5.23	8.22
Rice bran (auto)	14.88	22.00	6.43	11.43
Wheat flour (atta)	7.43	3.93	1.16	13.33

Table 3. Formulation of diets (% dry weight) for *Pangasius*

Ingredients	**Grower** (25% Protein)
Fish meal	21.00
Oil cake	20.00
Rice bran	36.00
Wheat bran	17.50
Wheat flour (Atta)	5.40
Vitamin & min. premix	0.10
Total	**100.00**
Proximate analyses (Calculated)	
Crude Protein	25.05
Crude Fat	8.05
Ash	11.98
Fibre	8.37
NFE	31.85
GE (kJ g^{-1})	14.32

Three fish feed pellet machines for respective three Upazilas were installed during October 2018. Pre-selected project beneficiaries i.e. Amtoli- Mr. Siddiqur Rahman, Golachipa- Mr. Sultan Rari (Husband of women farmer Mrs. Nazma Begum) and Kalapara- Abdul Aziz Khan were took over the pellet machines from the manufacturers. The pellet machines were producing feeds from October with a protein level for 20% (Amtoli), 23% (Golachipa) and 22% (Kalapara) and all the farmers were used farm made feeds for piloting operation.

Pic. 11a. *Semi-automatic fish feed pellet machine*
(Diesel operated 16 HP semi moist pellet @250-300 kg/hr)

Pic. 11b. *Fish feed pellet machine was being operated one of the project beneficiary.*

At the start of the project, feed used in the *Pangasius* cultured ponds was prepared from a local feed miller using our feed formulation. The produced feeds did not showed constant protein content. Also, the production cost is comparatively high ranged between Tk. 34-36/kg of feed.

To overcome the situation, 3 fish feed pellet machines supplied by project were produced 3.8 ton (@1200 kg/pellet machine) feeds using locally available feed ingredients. The feed costing was stands about Tk 30/kg with a protein level of around 20-23%. The farm made feed showed comparatively good protein content with low cost. In contrast, feed quality of feed mills from Trisal Upazila (*the Pangasius hub*) was not satisfactory, although the feed price was low than Patuakhali region (Table 4).

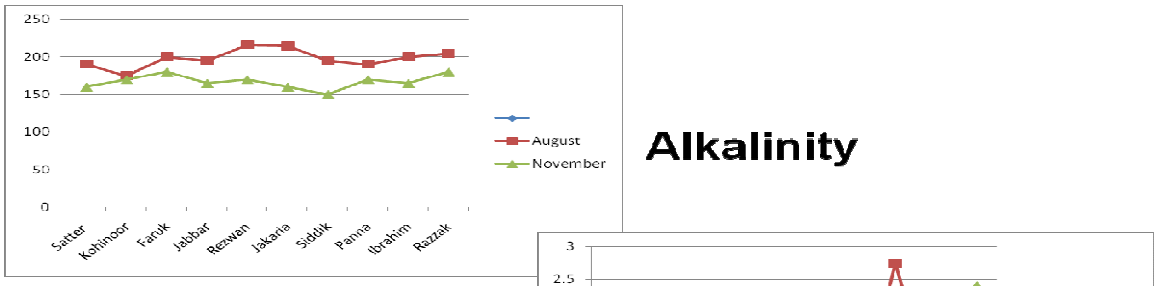
Table 4. Comparative fish feed quality and price reflection

Feeds	Protein % (Dry basis)				Costing (Tk./Kg)
Feed Miller (Patuakhali)	Initial- 16.4%	First lot- 24.05%	Second lot- 22.8%	Third lot- 21.6%	35
Feed Miller (Trisal, Mymen.)	18.6%				33
Local ingredients	Dry fish	Mustard Oil Cake	Rice bran	Wheat bran	
	37.8%	30.5%	12.1%	10.1%	
Pellet Millers	Amtoli	Golachipa	Kalapara		
	20%	23%	22%		28-30

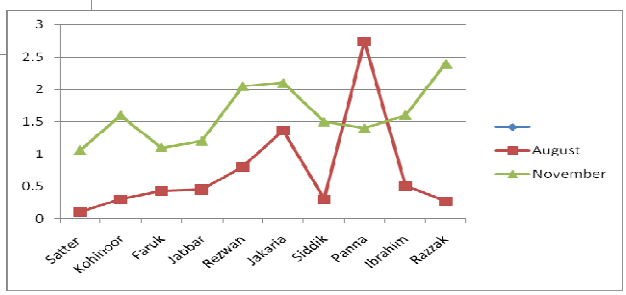
4.8 Water puality and Pond management

Water quality parameters such as temperature, DO, pH, alkalinity, ammonia, sulfur and iron content of the ponds were determined monthly and lab analysis was done in the Water Quality Laboratory of BFRI, Mymensingh (Annex-2).

Most of the ponds under trial having suitable water quality, although some of ponds, especially in Amtoli and Golachipa Upazilas showed over ranged alkalinity and iron content. Pond environment i.e. water quality is a prime factor in aquaculture practices. Iron content in all ponds under Amtoli was extremely high. Although *Pangasius* fish could face extreme water quality, lack of suitable water quality may reduce the productivity. Upazila-wise alkalinity and iron content at the start and end are presented in Fig. 2.

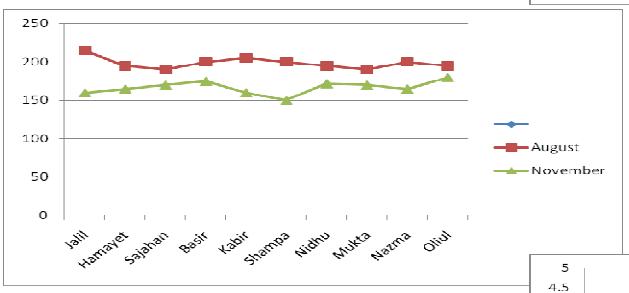


Alkalinity

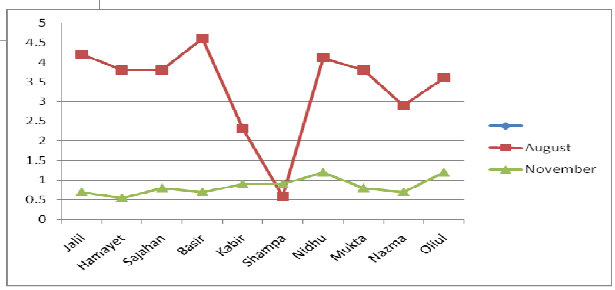


Iron

Amtoli Upzila

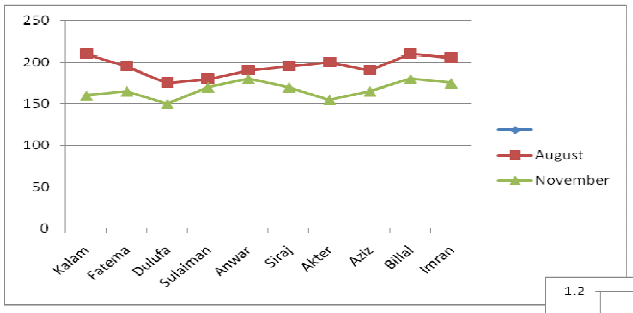


Alkalinity

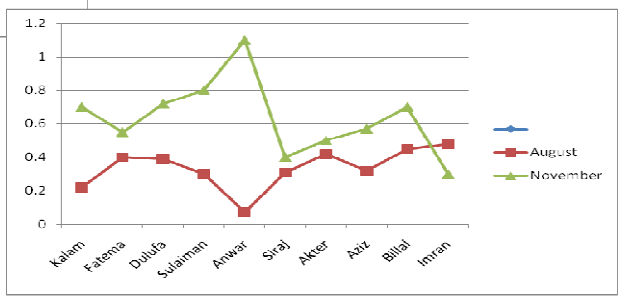


Iron

Golachipa Upazila



Alkalinity



Iron

Kalapara Upazila

Fig. 2. Alkalinity and iron content relationship of pond water under study.

4.9 Fish production

Upazila based pond wise fish growth performance and production are presented in Table 5. Farmers of Golachipa showed better aquaculture productivity performances. On the other hand, overall performance of Kalapara farmers' was not satisfactory. After five months of culture period, the average fish production resulted from ponds of Amtoli was 11.94 ton/ha with a gross profit of Tk. 194,662. The highest average fish production of 13.33 ton/ha resulted from ponds of Golachipa with a gross profit of Tk. 290,049. On the other hand, least average production of 9.54 ton/ha resulted from Kalapara with a gross profit of Tk. 190,710.

Pic. 12. *Fish sampling by the project beneficiaries including woman during project period.*

During the project formulation outcomes of 10-15 ton/ha fish production from baseline production of 3.04 ton/ha was targeted, which is achieved from the present piloting study. About 27% farmers of total participation did not achieved targeted production. On the other hand, all the women farmers (7 nos.) showed excellent production performance of average 13 ton/ha fish production from homestead pond in 5 months culture period. Individual average final harvested weight of *Pangasius* showed 810 gm, 784 gm and 727 gm respectively for ponds of Golachipa, Amtoli and Kalapara Upazilas.

Despite supply of quality feed ingredients and fluctuation in protein content of prepared feeds, the overall FCR was between 1.68 to 1.73, which was reasonable.

Table 5. Growth performances and production of *Pangasius* aquaculture practices in the homestead farming system at 3 Upazils under Patuakhali

Pond No	Farmer	Area (dec.)	Stocking Number	Harvested Number	Pangas Sold (Kg)	Other Fish Sold (Kg)	Total Sold Price (Tk)	FCR	Total Prod. (MT/ha)	Gross Profit (Tk)
1	Panna Mridha	14	989	890	480	61	49,450	1.60	9.54	10,861
2	Razzak Peyada	10	703	653	420	35	41,500	1.76	11.24	11,798
3	Kohinoor Begum	25	1742	1,563	1,360	107	133,300	1.15	14.49	56,203
4	Ibrahim Mridha	21	1474	1,384	1,097	100	107,330	1.49	14.08	32,702
5	Siddiqur Rahman	10	703	665	525	60	53,250	1.49	14.45	25,224
6	Jakaria	8	558	501	290	40	30,100	1.94	10.19	6,562
7	Rezwan Hawlader	12	837	518	285	35	29,150	1.47	6.59	5,864
8	Zaber Hawlader	8	558	498	624	61	60,550	2.16	21.15	23,163
9	Faruque	13	893	800	387	50	39,830	1.98	8.30	6,930
10	A. Satter Gorami	18	1228	1,150	638	65	63,920	1.54	9.65	15,355
Amtoli Total		**139**	**9685**	**8,622**	**6,106**	**614.0**	**608,380**	**1.7**	**11.94**	**194,662**

Pond No	Farmer	Area (dec)	Stocking Number	Harvested Number	Pangas Sold (Kg)	Other Fish Sold (Kg)	Total Sold Price (Tk)	FCR	Total Production (MT/ha)	Gross Profit (Tk)
01	Md. Jalil Mia	12	803	745	706	35	68,684	1.62	15.25	35,153
02	Hamaet Hawlader	15	1020	960	805.00	49	78,745	1.70	14.06	37,324
03	Shajahan Hawlad	15	1020	935	790.00	60	77,100	1.64	14.00	34,950
04	Basir Udin Mollah	13	867	750	705.00	32	67,450	1.60	14.00	33,919
05	Md. Kabir Hossain	12	803	705	378.00	30	37,746	1.79	8.40	8,286
06	Shampa Rani	15	1020	900	606	49	63,446	1.66	10.79	17,178
07	Nidhu Rani Das	16	1071	910	819	56	60,237	1.68	13.51	9,607
08	Mukta Rani	14	943	880	703.00	50	72,646	1.85	13.29	27,601
09	Nazma Begum	18	1211	1,046	950	66	98,000	1.47	13.94	44,403
10	Md. Waliul Islam	10	675	630	630.00	35	69,900	1.75	16.43	41,628
Golachipa Total		140	9433	8,461	7092	462.0	-	1.68	13.33	290,049

Pond No	Farmer	Area (dec.)	Stocking Number	Harvested Number	Pangas Sold (Kg)	Other Fish Sold (Kg)	Total Sold Price (Tk)	FCR	Total Prod. (MT/ha)	Gross Profit (Tk)
01	Kalam Fakir	15	1260	1,090	461	59.00	52,044	2.04	8.56	8,112
02	Fatema Begum	11	614	550	417.00	40.0	46,048	1.63	10.26	17,234
03	Dulufa Begum	14	781	700	460.00	42.0	50,538	1.65	8.86	17,577
04	Sulaiman Fakir	7	312	280	155.00	22.0	18,050	2.72	6.25	885
05	Anwar Hossen	14	614	560	325.00	48.0	38,440	1.73	6.58	6,400
06	Siraj Sikder	23	1060	950	695	81.0	70,010	1.75	8.33	14,624
07	Akteuzzaman Mollah	25	1228	1,180	950	82.0	97,755	1.43	10.20	35,737
08	Abdul Aziz Khan	11	614	550	470	40.00	51,335	1.39	11.45	22,088
09	Billal Hossain	15	837	775	646	56.00	70,670	1.34	11.56	29,304
10	Imran Hossain	20	1172	1,056	850	86.00	90,460	1.60	11.56	38,749
Kalapara Total		155	8492	7,691	5,429	556	-	1.73	9.54	9.54

Pic. 13. *Fish harvesting with the active participation of beneficiary farmers of BG WMG.*

Most of the farmers completed fish harvesting in their ponds, although few farmers did partial harvesting. They will rear the fish in their ponds for own interest. The farmers got a good price value of Tk. 90-100/kg *Pangasius*. The lowest and highest farm gate prices of *Pangasius* was obtained Tk. 85/kg and Tk. 113/kg, respectively which at the same time at Mymensingh was below Tk. 80/kg.

Pic. 14. *Good sized harvested Pangasius ready for marketing.*

Comparative Case Study analysis showed that family participation or involvement helped to obtained a success in such fish culture activities in the region (Table 6). For example Mrs. Kohinoor Begum is a widow of Amtoli having 2 Childs (Boy 18, Girl 16) actively participated in the homestead aquaculture practices with their mother. Mrs Kohinoor Begum previously trained in fish culture is very much enthusiastic in fish farming. On the other hand, Bellal Hossain and his wife are educated and in a joint family Mr. Bellals' older father and mother contributed a lot in their homestead fish farming practices. Fig. 3. presented overall process related to homestead Pangasius aquaculture in Patuakhali region.

Table 6. Upazila based case study of participating successful *Pangasius* farmers.

Parameters	Kohinoor Begum (Amtoli, 43/1A)	Nazma Begum (Golachipa, 55/2C)	Bellal Hossain (Kalapara, 47/4)
Pond Area (Decimal)	25	18	15
Stocking Number	2,000	1,440	1,200
Stocking Weight (Kg)	156	112	107
Total Expanses (Tk)	77,097	53,597	41,366
Harvested Quantity (Kg)	1,360	950	637
Harvested Size (gm)	850	908	785
Harvested Carp & Tilapia (Kg)	107	66	56
Household Consumption (Kg)	40	10	09
Total Production (Kg)	1,507	1,026	702
Total Used Feed (Kg)	1,549	1,351	800
Feed Conversion Rate	1.2	1.5	1.3
Total Sales (Tk)	133,300	98,000	70,670
Net Profit (Tk)	56,203	44,403	29,304

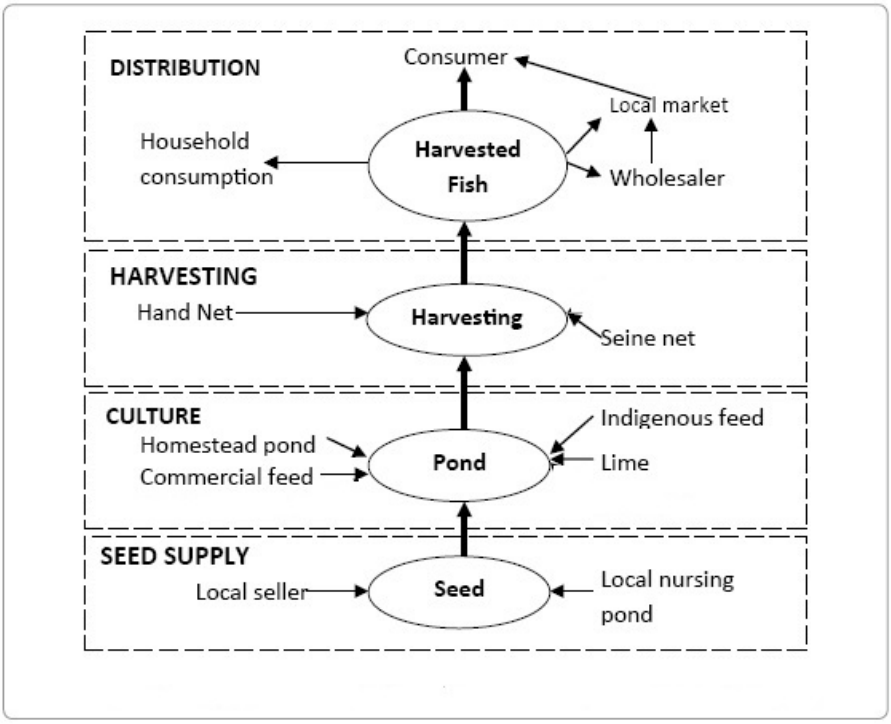


Fig. 3. Overall process related to homestead *Pangasius* aquaculture in Patuakhali region.

4.10 Value Chain analysis

Value chain analysis of major aquaculture input i.e. fish feed showed that two major fish feed ingredients like dry fish and rice bran are not available year round as well as price fluctuation was also high for both the feed items (Tables 7-8). Dry fish is available from mid December to April in the region (Kuakata, Pathorgata), but the produced dry fish is marketed to other region of the country. This is why dry fish is not available year round in the Patuakhali region.

Table 7. Seasonality and availability of feed ingredients

Feed Ingredients	**Seasonality**	
	Economical season	**Expensive season**
Mustard oil cake	Available throughout the year	High price during monsoon (May to October)
Wheat flour	Available throughout the year	
Dry fish (Rubbish)	Available during December-May	Could be sourced from Cox's Bazar (through whole seller in Gorakhal)
Wheat bran	Low price during November-April	High price during monsoon (May to October)
Rice bran	Low price during April-November	High price during December-March
DCP	Available throughout the year	
Salt	Available throughout the year	

Table 8. Decision to reap on maximum value

Decision	**Viability**	**Benefit**
Stock dry fish to produce during July-Oct culture cycle	Can stock for 4-6 months with minor loss of quality (smell, protein content)	During monsoon, most of the pond have opportunity to culture because of availability of water.
Motivate to culture during December-April culture cycle	According to farmers, ponds in selected locations have water retention quality during winter	Farmers can cash on the high price of Pangasius during April-May (BDT 120/kg). During that season production of other sea fish (especially Hilsa) decreases.
Stock rice bran	Rice bran cannot be stock because of infestation by pest	

Decision	**Required for 10 farmers for 10 days**	**Required for 10 farmers for 120 days**	**Required for 50 farmers for 120 days**
Required volume	200 Kg	2400 Kg	12,000 Kg
For the period of		5 months (June-Oct)	
Investment required		BDT 84,000 (at BDT 35/Kg)	BDT 420,000 (at BDT 35/Kg)
Additional requirement	• Will need an investment in warehouse • Will need interim drying • Will need disinfestations		

On the other hand, rice bran/polish is available during monsoon when production of rice bran is high, but majority rice bran is collected by the oil mill owners for extraction of rice oil. Comparatively low price (13-15 Tk/kg) of rice bran is abundant during off-season i.e. winter. Others ingredients (wheat bran, mustered oil cake etc.) except soya bean meal are available and price fluctuation is minimum. Normally, farmers are not using soya meal in the region, which could be a potential feed ingredient. Another potential feed ingredient, sunflower is produced at Patuakhali and Barguna areas but its meal is not available in the region.

4.11 Outreach activities

Local newspapers (Daily Patuakhali Barta and Daily Rupantar on 16 December 2018) published the highlights of the project activities, specifically the use of farm made feed in the production of *Pangasius* in homestead ponds and potentialities of its farming in the region.

A video documentary (7 minutes) also prepared to be broadcast in electronic media shortly.

দৈনিক রূপান্তর
THE DAILY RUPANTAR
বাড়িতেই তৈরী হচ্ছে খাবার,মাছ চাষে লাভবান হচ্ছেন উপকূলের চাষীরা

4.12 Project completion meeting

A day long Project Completion Consultation Meeting was held at CODEC Training Center, Patuakhali on 19 December. The Hon'ble Guests attended the meeting were Dr. Md. Rahmat Ali, Deputy Chief, BWDB, Mr. Kamrul Islam, District Fishery Officer, Patuakhali, Mr. Tanvir Islam, Value Chain/Fisheries Expert, Mr. A.S.M. Shahidul Haque, Workgroup Leader, Mr. F.M. Shorab Hossain, Zonal Coordinator and Mr. Robiul Amin, Business Development Coordinator, Blue Gold. About 40 participants including project participating farmers, different stake holders, DoF representatives, local journalist attended the meeting.

Pic. 15. *Project completion meeting overview.*

The consultation meeting was started with the recitation of Holy Quran. Mr. Rafiqul Islam Akanda, Executive Director, Innovision Agro Service Ltd. was act as moderator in the meeting. A video documentary on project activities was presented in the meeting. Than project completion report was presented by the project expert. A value chain analysis report also presented by the value chain expert of Innovision Agro Service Ltd. After presentation, detailed discussion on project implementation and achievements were held. All the distinguished guests and farmer representatives took part in the discussion. District Fishery Officer, Patuakhali in his speech strongly recommended on extension of project activities for another culture season. BlueGold experts suggested to find out the problems and opportunities for the up-scaling of the project activities. BWDB representative appreciated the project findings and lauded his support for extension of project activities. Some recommendations for up-scaling project activities were made in the meeting.

5. Outcome of the Activities

- A farmers training on "Improved *Pangasius* Culture Practices at Homestead Pond" was conducted at CODEC Training Center, Patuakhali Sadar on 7 July.
- Blue Gold Programme and Innovision Agro service Ltd. jointly participated in Fish Fair 2018 at Patuakhali District Fisheries Office premises on the eve of nationwide **Fish Week 2018** with the objectives to aware local people about fish farming and conserving aquatic biodiversity. In recognition, Blue Gold Programme & Innovision Agro Service Ltd. joint stall stood First in an evaluation of Fish Fair 2018 at Patuakhali.
- Exchange visit of participating fish farmers/representatives to *Pangasius* hub- Mymensingh was made during 24-27 September, where the participants acquire a firsthand knowledge on *Pangasius* farming.
- Three semi-automatic fish feed pellet machines were supplied to the project beneficiaries, which are producing farm made low cost fish feeds to be used in *Pangasius* aquaculture practices.
- Three Field Days were performed with the participation of fish farmers of BG WMG.
- **The resulted average fish production of 11.94 ton/ha, 13.33 ton/ha and 9.54 ton/ha in ponds of Amtoli, Golachipa and Kalapara Upazilas respectively from the piloting *Pangasius* in Patuakhali fulfill the target of outcomes of the project. The women farmers showed excellent production performance of average 13 ton/ha fish production from homestead pond in 5 months culture period.**
- Local News papers published project activities and a video documentary was prepared for dissemination of the *Pangagius* aquaculture in the region.
- Project completion meeting was held at CODEC Training Center, Patuakhali on 19 December.
- The success of the piloting Pangasius aquaculture demonstrated further up-scaling of project activities for sustainability and dissemination of culture practices in the Patuakhali region.

6. Challenges and Opportunities

In the context of current aquaculture practices in Patuakhali region, *Pangasius* aquaculture became a vibrant sector due to its seed and feed supply network, fastest growth and survival in the grow-out, consistent marketing network and year round domestic demand. Some of the major challenging issues are highlighted below:

- ***Quality seed for better growth and production:*** Good seed always resulted good production. In the present study, we used overwintered fingerlings from a local sources which ultimately produced a good crop. For the sustainability of *Pangasius* culture in the region there should be good source of seed for *Pangasius* aquaculture up-scaling. During feasibility study we identified potential hatchery at Boufal (Chanchal Fish Hatchery) for *Pangasius* seed production. Now it is necessary to develop a nurserer group for production and supply of fingerlings. During project activities some of the innovative farmers showed interest to act as *Pangasius* nurserer (Table 9).

Table 9. Proposed *Pangasius* nurserer for fingerling production in Patuakhali region

Sl. No.	Name of Nurserer	Village	Union	Upazila	Pond area (decimal)
1	Reazul Howlader	Kalaraja	Chiknikandi	Golachipa	50
2	Ziaul Sikder	Lamna	Bakulbaria	Golachipa	30
3	Sarwar Talukder	Kallyankalas	Kalagachia	Golachipa	25
4	Din Islam Howlader	Pathabunia	Bakulbaria	Golachipa	50
5	Emran Hossain	Haripara	Baliatoli	Kalapara	17
6	Mostafa Mridha	Purbo Modhukhali	Mithaganj	Kalapara	15
7	Siraj Mia	Baddyapara	Baliatoli	Kalapara	20
8	Jahirul Peda	Golbunia	Atharogachia	Amtoli	35
9	Abul Kalam Howlader	Uttar Goaskhali	Gulsakhali	Amtoli	80

- ***Water quality and management:*** *Pangasius* aquaculture intensification could have a negative effect on pond water quality, particularly when the farming leads to excess nutrients in pond sediments. In practice, water of some ponds under piloting study having high alkalinity and iron contents, which may hinder fish growth. In general, regular water exchange could not be possible due to lack of appropriate water sources. On the other hand, underground water use is limited and may increase the pond management cost. It is difficult to propose solutions to the issue of poor water quality without more information regarding the cause of the problem.

- ***Feed management:*** *Pangasius* production is fully dependent on quality feed and regular use of feed in pond. Feed cost generally constitute the highest single operational cost, accounting for 76% of total costs in *Pangasius* farming. It is therefore essential that the feed should achieve maximum efficiency in terms of *Pangasius* production. The relative importance of production and feed conversion efficiency fully depends upon the quality of feed. Protein is the most important dietary component in fish diet and is of a primary concern in diet formulation.

  In piloting study, marinating feed quality, particularly protein content was a major concern as the feed produced from unidentified feed ingredient sources. Patuakhali coast is a good source of fish meal production, specifically from Kuakata and Pathorghata. Due to late start of *Pangasius* piloting in 3 Upzilas, we are unable to collect targeted feed ingredients, rather use the available feed ingredients. Also we did not find sunflower meal in sufficient amount to inclusion in feed formulation. The protein content of the produced feed actually varied from 20% to 24% in different lots due to unidentified feed ingredients sources.

  At present, no commercial fish meal production factories are in the country. Producers procured dried trash fish, crabs, small fish and other aquatic animals which are then grinded in a grinding machine and use them as fish meal. There is a domestic source of better-quality fish meal (40-50% protein), made from 'chewa' *Pseudapocryptes elongates* produced in southern Bangladesh in Kuakata, Patuakhali and the islands of Hatia, Noakhali and Bohala, but supply is insufficient to meet the demand of the aqua feed sector. The fish meal (marine origin dried fishes used as fish meal) production season remains in the winter

months (November to March) in the Bangladesh coast. The Feed Millers under the project are now producing feeds using local fish feed ingredients. For regular utilization of 3 Feed Pellet Machines (supplied under the project) for supplying feeds to contact farmers under Blue Gold or to other fish farms as a business, requires a operational plan or management procedure. There should be a linkage among feed ingredients suppliers, feed millers and *Pangasius* farmers. Feed ingredients from known sources will ensure quality feeds with required protein content which resulted production increases. On-farm feed preparation and management are important to achieving the efficient use of farm made feed resources.

Moreover, farmers' perception in pond management specifically in feeding practices resulted poor fish growth in some ponds under study. Fish feeding is a crucial part of aquaculture practices. Farmers under study are not well familiar with fish feeding in terms of quantity and frequency of feeding. On the other hand, feed quantity will need to be adjusted based on biomass. So, regularly sampling i.e. fish weighing should be done to know the biomass in a pond. To minimize the feed cost, alternate day feeding could be practiced.

- ***Health management, drugs and chemicals:*** Managing the health of cultured *Pangasius* stocks depends on the overall management of the pond, including the reasonable, responsible use of drugs and chemicals. This must be undertaken in a manner that focuses on ensuring fish health and maintaining food safety and quality, while also minimizing the impacts to human health and the environment.

- ***Marketing and business development:*** Marketing of farmed *Pangasius* needs a transportation linkage. As *Pangasius* should be marketed live, so timely harvesting and subsequently marketing is a challenging issue. In practice, harvested *Pangasius* crop of contact farmers was sold at price of Tk. 90.00-110.00 per kg, when the price of same was between Tk. 75.00-80.00 at Mymensingh- the *Pangasius* hub of the country. The *Pangasius* price is more in Patuakhali than the Mymensingh region, the transportation even in the local urban markets need strong infrastructure or communication system. After harvesting of fish from ponds, the farmers needs a strong backup to continued fish or *Pangasius* farming practices in their ponds.

- ***Contribution to house hold income*****:** *Pangasius* farming alone contributed 54% household incomes at *Pangasius* cultured villages of Mymensingh (Ali *et al.* 20012). It was also observed that most farming households engaged in a variety of businesses– many of which were also related to *Pangasius* aquaculture (e.g. feed manufacturing)– with relatively small numbers involved in other types of agriculture. This suggests an entrepreneurial orientation on the part of those practicing *Pangasius* grow-out. We also need such type of understanding in piloting of *Pangasius* farming in 3 Upazilas of Patuakhali. To assess the economic and social benefits from *Pangasius* farming at least one more culture season need to be studied.

7. Mitigation measures

- Quality seed of *Pangasius* could be obtained from *Pangasius* nurserer, who will collect fish spawn from Chanchal Fish Hatchery at Boufal, Patuakhali
- Pond water quality should be maintained through regular water exchange.
- Three feed pellet machine operators stored fish meal during production season as a means of small scale business development on fish feed.
- Refresher training will be provided to the contact farmers for their skill development.
- Demand based market chain development will ensure farm gate price of *Pangasius*.
- Up-scaling of project activity for another culture season will demonstrate sustainability of the homestead aquaculture in the region.

8. Lesson learned

- ✓ Achievement of higher *Pangasius* production due to improvement of culture and management practices.
- ✓ Homestead ponds could be a good resources for income generation and family nutrition.
- ✓ Women could play active role in homestead fish farming activities.
- ✓ Farm made fish feed production could be a profitable business.
- ✓ Quality fish feed production and marketing depends on supply of feed ingredients.

9. Recommendations

Due to the abundance of water in the country and the high nutrient content and value of fish species, aquaculture can be one of the main tools in tackling malnourishment and poverty. However, current aquaculture practices, particularly in the homestead, are generally inefficient with outputs rarely matching their potential. For future interventions to be more successful they require greater direction towards better production practices.

It could be expected that a perennial, semi-intensive homestead pond would be the ideal system. In addition, access to aid and technical support should help the establishment and continued efficient running of household ponds. A substantial amount of research is required to determine the future direction of interventions aimed at enhancing such production. Below are some of the key recommendations from the outcome of this piloting with regards to the future up-scaling of homestead aquaculture-based interventions:

- Major constraints of homestead aquaculture, and relation between fish production with farmers' income and family nutrition should be assessed.
- Value chain analysis of fish marketing and pellet machines operation should be taken as a major concern.
- Potential fish feed ingredients (i.e. local dried fish, maize, sunflower meal etc.) should be utilized for cost effective operation of Feed Pellet Machines by the project beneficiaries.
- More training on aquaculture practices and business development should be conducted for the local community.
- Encourage the participation of women through targeting homestead aquaculture based interventions towards female members of the household;
- Up-scaling of *Pangasius* farming for a complete culture season in the region should be carried out for the sustainability of the small-scale aquaculture operation.

References

Ali, Hazrat, M.M. Haque and B. Belton. 2012. Striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage, 1878) aquaculture in Bangladesh: an overview. *Aquaculture Res.,* 2012. 1-16.

Belton, B., & Azad, A. (2012). The characteristics and status of pond aquaculture in Bangladesh. Aquaculture, 358-359, 196–204.

Belton, B., M. Karim, S. Thilsted, K. Murshed-E-Jahan, W. Collis, M. Phillips. 2011. Review of aquaculture and fish consumption in Bangladesh. Studies and Reviews 2011-53. The WorldFish Center.

Debnath, P.P., M. Karim, Q.A.Z.M. Kudrat-E-Kabir, M.A. Haque and M.S.K. Khan. 2012. Production performance of white fish in two different culture systems in Patuakhali, Bangladesh. J Adv Sci Res, 3(4): 55-67.

DoF. 2018. National Fish Week 2018 Compendium. Department of Fisheries, Dhaka, bangladesh. 160 p.

FAO. 2017. Fishery Statistical Collections. http://www.fao.org/fishery/statistics/ global-commodities-production/en (accessed on 16 March 2015).

FRSS, 2018. Yearbook of Fisheries Statistics of Bangladesh. Fisheries Resources Survey System (FRSS), Department of Fisheries, Bangladesh. Volume 34: 124 p.

IFAD. 2006. People's Republic of Bangladesh Aquaculture Development Project Results at Project Completion. International Fund for Agricultural Development, Asia and the Pacific Division, Programme Management Department.

Innovision Agro Service Ltd. 2018. Feasibility study on augmenting homestead *Pangasius* aquaculture productivity in three Upazillas of Patuakhali through community participation. Submitted to BlueGold Program. Blue Gold Program & Bangladesh Water Development Board, Dhaka. 40 p.

Munir, S.A.M. 2009. Socio-economic impacts and sustainability of Pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) farming in Trishal Upazila under Mymensingh, Bangladesh. MSc Thesis, University of Stirling, Scotland.

Sultana, P., & Thompson, P. (2008). Gender and local floodplain management institutions: A case study from Bangladesh. Journal of International Development, 20, 53–68.

World Bank. 2017. World development indicators database. Available at http://databank.worldbank.org/data/home.aspx.

বাড়ীর আংগিনার পুকুরে পাঙ্গাস মাছ চাষের উন্নত কলাকৌশল

INNOVISION
AGRO SERVICES LIMITED

থাই পাঙ্গাস মাছ বর্তমানে ব্যাপক চাষকৃত একটি মাছের প্রজাতি। দেশের প্রাণিজ আমিষ চাহিদা পূরণে এটি উল্লেখযোগ্য ভুমিকা রেখে চলেছে। দেশের বিভিন্ন জেলায় ছোট বড় পুকুরে পাঙ্গাস মাছের চাষ হচ্ছে। থাই পাঙ্গাস মাছের সাথে অন্যান্য প্রজাতির মাছ চাষ করলে এবং নিয়মমাফিক খাদ্য প্রয়োগে ও সঠিক ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে লাভজনকভাবে পাঙ্গাস চাষ করা সম্ভব।

পাঙ্গাস মাছের বৈশিষ্ট্য

- অধিক ঘনত্বে চাষ করা যায় এবং দৈহিক বৃদ্ধির হার রুই জাতীয় মাছের চেয়ে বেশী হয় বলে এদের উৎপাদন অনেক বেশী যা অর্থনৈতিকভাবে লাভজনক।
- প্রতিকূল পরিবেশে (কম অক্সিজেন, পিএইচ, পানির ঘোলাত্বের তারতম্য ইত্যাদি) পাঙ্গাস মাছ বাঁচতে পারে।
- রাক্ষুসে মাছ নয় বিধায় রুই জাতীয় মাছের সাথে মিশ্র চাষ করা যায় এবং সর্বভূক বিধায় সম্পূরক খাদ্য প্রয়োগে চাষ করা যায়।
- স্বল্প থেকে মধ্যম লবণাক্ত পানি (২-১০ পিপিটি), ঘের ও খাঁচা এবং অন্যান্য মৌসুমী জলাশয়ে পাংগাস চাষ করা যায়।

পাঙ্গাস চাষের জন্য উপযোগী মাটি ও পানি

পুকুরের উৎপাদনশীলতা উদ্ভিদ প্ল্যাংটন কর্তৃক প্রাথমিক উৎপাদনের ওপর অনেকাংশে নির্ভরশীল। কোন পুকুরের পানির তখনই উর্বর হয় যখন উহার মাটি উর্বর হয় এবং পারিপার্শ্বিক অবস্থা ও আবহাওয়া অনুকূলে থাকে। প্ল্যাংটন ছাড়াও মাছ বেনথোস, পেরিফোইটন, পঁচা জৈব পদার্থ ও কিছু পরিমাণ জলজ আগাছা খেয়ে থাকে। পুকুরের পানির গুণাগুণ নির্ভর করে খাদ্য, মাটির গুণাগুণ, পারিপার্শ্বিক অবস্থা, জলবায়ু ও ভৌগলিক অবস্থানের ওপর। পুকুরের মাটি ও পানির গুণাগুণ যথাযথ মাত্রার না হলে নিম্নের অসুবিধাসমূহ দেখা দেয় ।

পানির ও মাটি গুণাগুণ সঠিক মাত্রায় না হলে অসুবিধাসমূহ

- মাছের প্রাকৃতিক খাদ্য যথেষ্ট পরিমাণে উৎপাদিত হবে না, বাহির থেকে দেওয়া খাদ্যের অপচয় হবে
- মাছের বৃদ্ধি আশানুরুপ হবে না
- মাছ রোগ বালাই-এ আক্রান্ত হয়ে মারা যেতে পারে
- লাভজনকভাবে মাছ চাষের জন্য প্রয়োজন স্বাস্থ্যকর জলজ পরিবেশ এবং পানিতে প্রাকৃতিক খাদ্যের পরিমিত প্রাপ্যতা।

কিছু গুরুত্বপূর্ণ প্রভাবক যা পুকুরের পানি ও মাটি উর্বর করে ও তৎসংক্রান্ত সমস্যাবলী নীচে বর্ণনা করা হলো।

মাটি

- পুকুরের মাটিতে পর্যাপ্ত কাদা থাকতে হবে। কর্দামক্ত মাটিতে জৈব পদার্থেও পরিমাণ বেশী থাকে। এই জৈব পদার্থ প্ল্যাংটন জন্মের জন্য সহায়ক।
- পুকুর নির্বাচনের পূর্বে অবশ্যই মাটির গুণাগুণ পরীক্ষা করতে হবে। অম্ল মাটি বা পঁচা দূর্গন্ধযুক্ত এটেল মাটি কখনই মাছ চাষের জন্য উপযুক্ত নয়।

কারণ এ ধরণের পুকুরে কখনই মাছের প্রাকৃতিক খাদ্য জন্মায় না।

পানির ভৌত- রাসায়নিক ও জৈবিক গুণাগুণ

মাছের খাদ্য গ্রহণ, বেঁচে থাকা, দৈহিক বৃদ্ধি, প্রজনন এবং অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ কার্যাদি সুষ্ঠভাবে পরিচালনার জন্য পানির ভৌত ও রাসায়নিক গুণাবলীর একটি অনুকূল মাত্রা রয়েছে।

বর্ণ ঃ পানির বর্ণ হালকা সবুজ হলে তা পুকুরের অধিক উৎপাদনশীলতা নির্দেশ করে। পানির বর্ণ হলুদাভ হলে ঐ পানিতে নাইট্রেটের পরিমাণ কম হয়। ফসফরাসের পরিমাণ কমে গেলে পানি কালচে বর্ণ ধারণ করে। ধূসর বর্ণের পানিতে কার্বন ডাই অক্সাইডের পরিমাণ কম থাকে।

পানি বর্ণ	প্রাকৃতিক খাদ্যের পরিমাণ ও প্রকৃতি	মাছ চাষে উপযোগতা
স্বচ্ছ	উদ্ভিদ-প্ল্যাংটন নাই	ভাল নয়
সবুজাভ	পরিমাণমত উদ্ভিদ প্ল্যাংটন আছে	ভাল
ঘন সবুজ	অতিরিক্ত উদ্ভিদ প্ল্যাংটন আছে	ক্ষতিকর
বাদামী সবুজ	পরিমাণমত উদ্ভিদ ও প্রাণি-প্ল্যাংটন আছে	উত্তম
ধূসর সবুজ	অল্প উদ্ভিদ- প্ল্যাংটন ও ভাসমান পলিকণা বিদ্যমান	কম উপযোগী
মরচে	মাছের খাদ্য নয় এমন উদ্ভিদ-প্ল্যাংটন বিদ্যমান	উপযোগী নয়

গভীরতা ঃ মাছের প্রাকৃতিক খাদ্য প্ল্যাংটনের উৎপাদন ও সালোকসংশ্লেষণের জন্য সূর্যালোক অপরিহার্য। পুকুর বেশি গভীর হলে সূর্যালোক নির্দিস্ট গভীরতা পর্যন্ত পৌঁছতে পারে না, এতে প্রাকৃতিক খাদ্যের পর্যাপ্ত উৎপাদন হয় না, ফলে মাছের বৃদ্ধি ব্যাহত হয়। পুকুরের গভীরতা কম হলো পানি গরম হতে পারে এবং তলদেশে ক্ষতিকর উদ্ভিদ জন্মাতে পারে। পানির গভীরতা বেশি হলে পুকুরের তলদেশে তাপমাত্রা কম থাকে, অক্সিজেনের অভাব ঘটে এবং তলদেশে ক্ষতিকর গ্যাস সৃস্টি হয়। এ অবস্থায় দূষণ এড়াতে তলদেশের মাছ ও অন্যান্য প্রাণী পানির উপরিভাগে চলে আসে। পুকুরে পানির গভীরতা কমপক্ষে ১.৫ মিটার থেকে ৩ মিটার পর্যন্ত হতে পারে। দুই মিটার গভীরতা মাছ চাষের জন্য উত্তম।

পানির স্বচ্ছতা ও ঘোলাত্ব ঃ পুকুরের পানি ঘোলা হলে কার্যকর সূর্যালোক পানির নির্দিষ্ট গভীরতা পর্যন্ত প্রবেশ করতে পারে না। ফলে মাছের প্রাকৃতিক খাদ্য অর্থাৎ উদ্ভিদ প্ল্যাংটনের উৎপাদন কমে যায়। আবার পানির উপরের স্তরে অতিরিক্ত উদ্ভিদ-প্ল্যাংটন উৎপাদনের ফলে পানির স্বচ্ছতা কমে যেতে পারে। এতে অক্সিজেনের অভাবে মাছের স্বাভাবিত জীবনযাত্রা ব্যাহত হয়। পানির স্বচ্ছতা ২৫ সেন্টিমিটার হলে পুকুরের উৎপাদন ক্ষমতা বেশি হয়। ঘোলা পানি মাছের খাদ্য চাহিদাকে প্রভাবিত করে। ঘোলা পানিতে দ্রবীভূত বিভিন্ন ধরণের কণা মাছের ফুলকায় আটকে থেকে ফুলকা বন্ধ করে দেয়। এতে মাছের শ্বাস নিতে কষ্ট হয়। ফলে মাছের খাদ্য চাহিদা হ্রাস পায়।

প্রতি শতকে ১.০-১.৫ কেজি হারে জিপসাম প্রয়োগ করে পানির ঘোলাত্ব দূর করা যায়। পুকুরের কোণায় খড়ের ছোট ছোট আটি রেখে দিলেও এক্ষেত্রে ভাল ফল পাওয়া যায়।

তাপমাত্রা ঃ মাছের শরীরের তাপমাত্রা পারির তাপমাত্রার সাথে উঠানামা করে। তাই মাছের বৃদ্ধি হার তাপমাত্রার সাথে সরাসরি সম্পর্কযুক্ত। তাপমাত্রার বাড়লে মাছের খাদ্য গ্রহণের প্রবণতাও বেড়ে যায়। যথাযথ তাপমাত্রায় অধিক খাদ্য গ্রহণের সাথে সাথে হজম ক্রিয়া ও নিঃসরণে কম সময় লাগে। ফলে অধিক পরিমাণে শক্তি উৎপন্ন হয়, কিন্তু ব্যয় হয় কম পরিমাণ। ফলে মাছের বৃদ্ধি দ্রুততর হয়। তাপমাত্রা কমে গেলে মাছের খাদ্য গ্রহণের হার কমে যায়।

পানির রাসায়নিক গুণাগুণ

দ্রবীভূত অক্সিজেন ঃ অক্সিজেন জীবনের জন্য অপরিহার্য। উদ্ভিদ-প্ল্যাংটন ও জলজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় যে অক্সিজেন প্রস্তুত করে তা পানিতে দ্রবীভূত হয়। বাতাস থেকে কিছু পরিমাণ অক্সিজেন সরাসরি পানিতে মিশে । পুকুরের মাছ, জলজ উদ্ভিদ ও প্রাণি এ অক্সিজেন দ্বারা শ্বাস কার্য চালায়। পুকুরের পানিতে ৫-৮ নিযুতাংশ হারে দ্রবীভূত অক্সিজেন থাকলে মাছের বৃদ্ধির হার বেশি হয়।

পানিতে অক্সিজেন হ্রাসের কারণ

- জৈব পদার্থের পচন
- ক্ষতিকর ব্লুম সৃষ্টি
- মাটিতে লৌহের পরিমাণ বেশি থাকা
- পানিতে গাছের পাতা ও ডালপালা পচা
- আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকা
- পানি খুব ঘোলা হওয়া

পানিতে পরিমিত মাত্রায় অক্সিজেন থাকলে খাদ্যের পরিবর্তন হার বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ অপেক্ষাকৃত কম পরিমাণ খাদ্যে অধিক পরিমাণ মাছ উৎপাদন হয়। পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা বাড়লে মাছের খাদ্য চাহিদা বৃদ্ধি পায় এবং অক্সিজেনের মাত্রা কমলে খাদ্য চাহিদা হ্রাস পায়।

দ্রবীভূত কার্বন ডাই-অক্সাইড ঃ কার্বন ডাই-অক্সাইড মাছের প্রাকৃতিক খাদ্য উৎপাদনের প্রধান ভূমিকা পালন করে। পানিতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ হ্রাস পেলে প্রাকৃতিক খাদ্য উৎপাদন হ্রাস পায়। এতে মাছের খাদ্য চাহিদা পূরণ হয় না। আবার কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ অত্যাধিক বৃদ্ধি পেলে পানির অম্লত্বের মাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলে প্রচুর প্রাকৃতিক খাদ্য তৈরি হলেও মাছের খাদ্য গ্রহণের প্রবণতা ও চাহিদা হ্রাস পায়।

নিয়মিত হরা টেনে কার্বন ডাই-অক্সাইডের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা যায়। পানিতে ১.০ নিযুতাংশ হারে চুন প্রয়োগ করলে প্রায় ১.৫ নিযুতাংশ হারে কার্বন ডাই-অক্সাইড কমে যায়।

পিএইচ ঃ পানি অম্লধর্মী বা ক্ষারধর্মী কিনা তা পিএইচ দ্বারা পরিমাপ করা যায়। পিএইচ ৭.০ এর কম হলে সে পানি অম্লীয় এবং ৭.০ এর বেশি হলে পানি ক্ষারীয় হয়। পিএইচ ৭.০ হলে সে পানি নিরপেক্ষ। অপেক্ষাকৃত ক্ষারধর্মী পানি (পিএইচ ৭.০-৮.৫) মাছ চাষের জন্য ভাল। পিএইচ মাত্রা ৯.৫ -এর বেশি বলে পানিতে মুক্ত কার্বন ডা-অক্সাইড থাকতে পারে না। ফলে পানিতে উদ্ভিদ প্ল্যাংটনের উৎপাদন প্রায় বন্ধ হয়ে যায়। পানির পিএইচ মাছের খাদ্য চাহিদার উপর গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলে। অম্লত্ব বাড়লে খাদ্য চাহিদা কমে যায়। কোন জলাশয়ে পিএইচ ৯.০-এর বেশি হলে এবং তা দীর্ঘদিন স্থায়ী হলে মাছের খাদ্য চাহিদা কমে যায় ও বৃদ্ধি শূন্যের কোঠায় পৌছে। পিএইচ মাত্রা ৭.০-৮.৫ এর মধ্যে মাছের খাদ্য চাহিদা বেশি থাকে ও উৎপাদন বেশি হয়। পুকুরে শতাংশ প্রতি ১ কেজি হারে চুন প্রয়োগ করে পিএইচ বাড়ানো যায়।

অক্সিজেন ঘাটতি মোকাবেলার উপায়

- পানির উপরিভাগে ঢেউ সৃষ্টি করে
- বাঁশ পিটিয়ে বা হাত দিয়ে পানি ছিটিয়ে
- পাম্প দিয়ে নতুন পানি সরবরাহ করে

মোট ক্ষারত্ব ঃ পানির মোট ক্ষরত্ব ক্যালসিয়াম বা ম্যাগনিশিয়ামের কার্বনেট বা বাই-কার্বোনেট হিসেবে পরিমাপ করা হয়। পুকুরের উৎপাদন ক্ষমতা মোট ক্ষারত্বের ওপর বহুণলাংশে নির্ভর করে। পুকুরের পানির মোট ক্ষারত্ব নূন্যতম ৪০.০০ নিযুক্ততাংশ থাকা বাঞ্ছনীয়। ক্ষারত্ব কম হলে পানিতে দ্রবীভূত পুষ্টির অভাব দেখা দেয় এবং বৃদ্ধি পেলে পুষ্টি উপাদান বৃদ্ধি পায় ও মাছের উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। মাছ চাষের জন্য পানির মোট ক্ষারত্বের কাঙ্খিত মাত্রা ৭০-২০০ নিযুতাংশ।

ফসফরাস ঃ প্রাকৃতিক পানিতে অতি অল্প পরিমাণ ফসফরাস থাকে। এই ফসফরাস ফসফেটে রূপান্তরিত হয়। পরিমিত ফসফেটের উপস্থিতিতে প্রচুর পরিমাণ উদ্ভিদ-প্ল্যাংটন জন্মায়। জলজ উৎপাদনে ফসফরাস এককভাবে সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে থাকে। জৈব পদার্থের আধিক্যই ফসফরাসের সরবরাহ বাড়ায়। পুকুরের পানিতে ০.২ নিযুতাংশ ফসফরাস থাকা প্রয়োজন।

পাঙ্গাস মাছ চাষ

পাঙ্গাস মাছ একক বা মিশ্র পদ্ধতিতে চাষ করা যায়। তবে একক চাষের চেয়ে মিশ্র পদ্ধতিতে চাষ করা লাভ জনক। নিম্নে পাঙ্গাস চাষের বিভিন্ন পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো।

পুকুর প্রস্তুতি

পুকুর প্রস্তুতির মূল উদ্দেশ্য হলো পুকুরে মাছের সহনীয় বসবাসযোগ্য পরিবেশ তৈরী করা। ১০-৫০ শতাংশ আয়তন বিশিষ্ট ও ১-১.২৫ মিটার পানির গভীরতা সম্পন্ন পুকুর পাংগাস চাষের জন্য উত্তম। পুকুর প্রস্তুতির অত্যাবশ্যকীয় কাজ গুলো নিম্নলিখিত কয়েকটি ধাপে সম্পন্ন করা যায়ঃ

- আগাছা ও পাড় পরিস্কার- পুকুরে ভাসমান, লতানো, নিমজ্জিত ইত্যাদি জলজ আগাছা কায়িক শ্রমের মাধ্যমে পরিস্কার করতে হবে।
- পাড় ও তলা মেরামত- পুকুরের তলায় অধিক কাদা জমলে বা তলা ভরাট হয়ে থাকলে তলার অতিরিক্ত কাদা তুলে ফেলতে হবে। পুকুর শুকানোর পর ভাঙ্গা পাড় ও অসমতল তলা মেরামত করতে হবে।
- রাক্ষুসে ও আমাছা দূরীকরণ- পুকুরে রাক্ষুসে ও আমাছা থাকলে পাংগাস চাষে সফলতা বিঘ্নিত হতে পারে। তাই পুকুর সেচে বা বিষ প্রয়োগ করে রাক্ষুসে ও আমাছা অপসারণ করতে হবে। রোটেনন প্রতি শতাংশে ৩০ সেমি. পানির গভীরতায় ২৫-৩০ গ্রাম প্রয়োগ করা যেতে পারে।
- চুন প্রয়োগ- মাটি ও পানির অবস্থাভেদে চুন প্রয়োগের মাত্রার তারতম্য ঘটতে পার। পানির পিএইচ ৮.৫ এর নীচে হলে প্রতি শতাংশে ১ কেজি হারে পাথুরে চুন বা ০.৬০ কেজি হারে কলিচুন ব্যবহার করতে হবে। চুন প্রয়োগের ১৫ দিন পর প্ল্যাংকটন উৎপাদনের জন্য পুকুরে জৈব ও অজৈব সার ব্যবহার করতে হবে। জৈব সার হিবেবে কম্পোষ্ট এবং অজৈব সার হিবেবে ইউরিয়া, টিএসপি, এমপি ব্যবহার করা যেতে পারে। পুকুর প্রস্তুতকালীন সময়ে প্রতি শতাংশে ৫-৭ কেজি কম্পোষ্ট অথবা ১০০-১২০ গ্রাম টিএসপি ও ১০০-১৪০ গ্রাম ইউরিয়া মিশিয়ে সমস্ত পুকুরে ছিটিয়ে দিতে হবে। ৪-৫ দিন পর পানির রং সবুজ বা বাদামী হলেই পুকুরে পোনা মজুদ করতে হবে।

পুকুর প্রস্তুতির পর উপযোগিতা অনুযায়ী নিম্নের যে কোন একটি পদ্ধতিতে পাঙ্গাস মাছ চাষ করা যেতে পারেঃ

পদ্ধতি-১

- পুকুরে ৫-৬ ইঞ্চি আকারের পোনা মজুদ করলে ভাল উৎপাদন পাওয়া নিশ্চিত হবে
- এই পদ্ধতিতে সপ্তাহে ০৫ দিন সম্পূরক খাদ্য দিতে হবে (খাদ্য ফরমুলা নমুনা ৩ অনুযায়ী)। পোনা মজুদের পর থেকে ২৫% আমিষ সমৃদ্ধ খাদ্য মজুদকৃত মাছের মোট ওজনের ১০-৩% হারে প্রয়োগ করতে হবে
- খাদ্যের পরিমাণ সমন্বয়ের জন্য প্রতি মাসে মাছের নমুনায়নের ব্যবস্থা নিতে হবে
- পানির গুণাগুণ উপযোগী মাত্রায় রাখার জন্য প্রতি ১৫ দিন অন্তর শতাংশ প্রতি ১০০ গ্রাম টিএসপি ও ১০০ গ্রাম ইউরিয়া প্রয়োগ করতে হবে
- প্রয়োজনে পুকুরে বিশুদ্ধ পানি সরবরাহের ব্যবস্থা নিতে হবে
- উপরোক্ত পদ্ধতি মোতাবেক চাষ করলে প্রতি বিঘায় আনুমানিক ১,১৫৫ কেজি উৎপাদন পাওয়া যায়।

পদ্ধতি-২

- এ পদ্ধতিতে পাঙ্গাস পোনার সাথে মনোসেক্স তেলাপিয়া ও রুইজাতীয় মাছের পোনা মোট ৬৫টি মজুদ করতে হয়
- মনোসেক্স তেলাপিয়া ব্যতীত মজুদকৃত মাছের পোনার আকার ৫-৬ ইঞ্চি হতে হবে। মনোসেক্স তেলাপিয়া ২-৩ ইঞ্চি আকারের মজুদ করা বাঞ্চনীয়
- সপ্তাহে ০৪ দিন সম্পূরক খাদ্য প্রয়োগ করতে হয়। পোনা মজুদের পর থেকে আহরণের পূর্ব পর্যন্ত ৩০% আমিষ সমৃদ্ধ খাদ্য মজুদকৃত পাঙ্গাস মাছের মোট ওজনের ১০-৩% হারে খাদ্য প্রয়োগ করতে হবে।
- প্রতি মাসে পাঙ্গাস মাছের নমুনায়ন করে খাদ্যের পরিমাণ সমন্বয় করতে হবে
- পানির গুণাগুণ উপযোগী মাত্রায় রাখার জন্য প্রতি মাসে শতাংশ প্রতি ২০০ গ্রাম চুন ও ৪০০ গ্রাম লবণ প্রয়োগ করতে হবে
- পুকুরে বিশুদ্ধ পানি প্রয়োজনে সরবরাহের ব্যবস্থা নিতে হবে
- ছয় মাস এ পদ্ধতিতে চাষ করার পর বেড় জাল দিয়ে সমস্ত মাছ ধরে জীবিত অবস্থায় বিক্রীর ব্যবস্থা নিতে হবে
- বিঘা প্রতি আনুমানিক ১,২৫৪ কেজি মাছ উৎপাদন করা সম্ভব।

পদ্ধতি-৩

- এ পদ্ধতিতে পাঙ্গাসের পোনা তেলাপিয়া ও রুই জাতীয় মাছের সাথে মিশ্র চাষ করা হয়
- সপ্তাহে ০৬ দিন সম্পূরক খাদ্য প্রয়োগ করতে হয়। পোনা মজুদের পর থেকে ১ম মাস ৩০% আমিষ সমৃদ্ধ খাদ্য মজুদকৃত পাঙ্গাস মাছের মোট ওজনের ১০% হারে প্রয়োগ করতে হবে। পরে মাসে মাসে কমিয়ে ২-৩% হারে প্রতিদিন মোট পরিমানের সকালে অর্ধেক ও বিকালে অর্ধেক খাবার দিতে হবে।
- প্রতি ১৫ দিন অন্তর মাছের নমুনায়ন করে খাদ্যের পরিমাণ সমন্বয় করতে হবে
- পানির গুণাগুণ উপযোগী মাত্রায় রাখার জন্য প্রতি মাসে শতাংশ প্রতি ২০০ গ্রাম চুন ও ৪০০ গ্রাম লবণ প্রয়োগ করতে হবে

- সপ্তাহে ০১ দিন পুকুরে বিশুদ্ধ পানি সরবরাহের ব্যবস্থা নিতে হবে
- ছয় মাস চাষ করার পর, বেড় জাল দিয়ে সমস্ত মাছ ধরে জীবিত অবস্থায় বিক্রীর ব্যবস্থা নিতে হবে
- এ পদ্ধতিতে আনুমানিক ১,১২২ কেজি মাছ উৎপাদন করা যায়।

সম্পূরক খাদ্য

পাঙ্গাস চাষে আশানুরূপ ফলন পেতে হলে কেবলমাত্র পুকুরের প্রাকৃতিক উৎপাদনশীলতার ওপর নির্ভর করা চলবে না। বাণিজ্যিকভাবে পাঙ্গাস চাষ করতে হলে মাছকে অবশ্যই চাহিদামত সুষম দানাদার সম্পুরক খাবার দিতে হবে। খাদ্য প্রদানের ওপরই পাঙ্গাসের বৃদ্ধির হার প্রত্যক্ষভাবে নির্ভরশীল। পাঙ্গাসের খাদ্যে ২৫-৩০% প্রাণিজ আমিষ থাকতে হবে। বাজারে বেশ কয়েকটি মৎস্য খাদ্য উৎপাদনকারী প্রতিষ্ঠানের পাঙ্গাসের বাণিজ্যিক খাবার পাওয়া যায়। সেগুলো হতে গুণগতমান সম্পন্ন খাবার বাছাই করে মাছকে খাওয়াতে হবে। দেশে বাণিজ্যিক ভিত্তিতে উৎপাদিত ছয় প্রকার মৎস্য খাদ্য যেমনঃ রেণু পোনার জন্য নার্সারী (পাউডার), বিভিন্ন আকারের পোনার জন্য তিন ধরণের ষ্টার্টার ১-৩ (ক্র্যাম্বেল/ফ্ল্যাক), বাড়ন্ত মাছের জন্য গ্রোয়ার (পিলেট/দানাদার) ও বড় মাছ ধরার পূর্বে ফিনিশার (পিলেট/দানাদার) বাজারজাত করা হচ্ছে। বড় খামারীরা এ প্রকার মৎস্য খাদ্য পাঙ্গাস চাষে ব্যবহার করতে পারেন। আর ক্ষুদ্র বা মাঝারি চাষীদের সঙ্গতি এবং পুকুরে প্রাকৃতিক খাদ্যের বিষয়টি বিবেচনায় রেখে নিম্নলিখিত সূত্রানুযায়ী স্বল্পমূল্যের উন্নতমানের সম্পূরক খাদ্যে তৈরি করে মাছকে খাওয়ানো যায়।

মাছের প্রজাতি	পদ্ধতি-১ (স্থানীয় মেশিনে খাবার তৈরী)		পদ্ধতি-২ (স্থানীয় মেশিনে খাবার তৈরী)	
প্রতি শতকে	মজুদ সংখ্যা	উৎপাদন (কেজি)	মজুদ সংখ্যা	উৎপাদন (কেজি)
পাঙ্গাস	৩০	১৭	৫০	২৪
মাগুর	-	-	-	-
তেলাপিয়া	১০	২	১৫	৩
রুই	৫	২	৫	২
কাতলা/বিগহেড	৫	২	৫	২
সিলভারকার্প	১০	৬	১০	৬
মৃগেল	৫	২	৫	২
মোট	৬৫	৩১	৯০	৩৯

মাছের সম্পুরক খাদ্য প্রস্তুতির কয়েকটি নমুনা

খাদ্য উপাদান	নমুনা-১ (হাতে তৈরী খাবার)		নমুনা-২ (হাতে তৈরী খাবার)	
	ব্যবহার মাত্রা (%)	আমিষ (%)	ব্যবহার মাত্রা (%)	আমিষ (%)
ফিশমিল	২০	১২	২০	১২
সয়াবিন	১৫	৫.৪		
সরিষার খৈল	২০	৭.২	১৫	৫.৪
চালের কুড়া	৩৫	৪.১	৪০	৪.৭
সানফ্লওয়ার মিল				
ভূট্টা	-	-	-	-
গমের ভূষি	-	-	২০	২.৯
আটা	১০	০.৬	-	-
চিটা গুড়	-	-	৫	-
ভিটামিন প্রিমিক্স	-	-	-	-
মোট	১০০	২৯	১০০	২৫

পাঙ্গাস মাছের রোগ ও প্রতিকার

- সাধারণত পাঙ্গাস মাছ রোগাক্রান্ত হতে দেখা যায় না। তবে শীতকালে অপেক্ষাকৃত নিম্ন তাপমাত্রায় Trichodina এবং Apisomia নামক বহিঃ পরজীবী দ্বারা অথবা পানির গুণাগুণ সহনীয় মাত্রায় না থাকলে পাঙ্গাস মাছ রোগাক্রান্ত হতে পারে।
- *Pseudomonas* sp. নামক ব্যাকটেরিয়া দ্বারা নিম্ন তাপমাত্রায় পাঙ্গাস মাছ আক্রান্ত হতে দেখা যায়। আক্রান্ত মাছের দেহ পৃষ্ঠে লাল দাগ, নাভী ফোলা এবং কখনও কখনও ক্ষত দেখা যায়।
- পাঙ্গাস মাছ লালচে দাগ রোগে আক্রান্ত হলে ত্বক ও পাখনার গোড়ায় লালচে দাগ স্পষ্ট দেখা দেয় এবং কখনও কখনও মুখে ঘা দেখা দেয়। এ রোগে শরীরের বিভিন্ন স্থানে ফোস্কা দেখা দেয়। এ অবস্থায় মাছ অস্থিরভাবে এলোমেলোভাবে সাঁতার কাটে।
- পুকুরে পাঙ্গাস মাছ বহিঃ পরজীবী বা ব্যাকটেরিয়ার দ্বারা আক্রান্ত হলে আক্রান্ত মাছগুলোকে জাল টেনে উঠিয়ে ১ মিলি./লিটার পানিতে ফরমালডিহাইড দ্রবণে গোসল করিয়ে পুকুরে ছেড়ে দিলে ভাল ফল পাওয়া যায়।
- আক্রান্ত পুকুরে শতাংশে ০.৫-১.০ কেজি হারে কলিচুন প্রয়োগ করলে পরিবেশের উন্নয়ন হয় ।
- শীতকালে সপ্তাহে ১-২ দিন পরিমিত পরিমাণে নলকূপের পানি পুকুরে সরবরাহ করলে পাঙ্গাস মাছ এ ধরণের রোগাক্রান্ত হওয়ার সম্ভাবনা কম থাকে।
- পাঙ্গাস মাছ লালচে দাগ বা লেজ ও পাখনা পচা রোগে আক্রান্ত হলে ০.২৫ মিগ্রা./লিটার মাত্রায় এক্রিফ্লাভিন বা ম্যালাকাইট গ্রীণ দ্রবণে আক্রান্ত মাছকে ১-২ মিনিট গোসল করিয়ে পুনরায় পুকুরে ছেড়ে দিতে হবে অথবা

- প্রতি কেজি খাবারের সাথে ৫০ মিলিগ্রাম টেট্রাসাইক্লিন মিশিয়ে ৭ দিন খাওয়ালে লেজ ও পাখনা পচা রোগ ভাল হয়
- আরগুলাস বা উকুন দ্বারা পাঙ্গাস মাছ আক্রান্ত হলে প্রতি শতাংশে ৪০-৫০ গ্রাম ডিপটারেক্স (৪-৫ ফুট পানি) সপ্তাহে অন্তর ২ বার পুকুরে প্রয়োগ করতে হবে। এক্ষেত্রে সুমিথিওনও প্রয়োগ করা যেতে পারে।
- পাঙ্গাস মাছ ক্ষত রোগে আক্রান্ত হলে প্রতি ১,০০ কেজি মাছের সাথে ১৫০ গ্রাম এ্যাব্লেজ মিশিয়ে ১ সপ্তাহ মাছকে খাওয়াতে হবে।

পাংগাস চাষে সাম্পতিককালে উদ্ভুত সমস্যাবলী

- মৎস্য খাদ্যের পুষ্টিমান হ্রাস পাওয়ায় উৎপাদন হ্রাস পাওয়া।
- খাদ্যের মূল্য বৃদ্ধির কারণে উৎপাদন খরচ বৃদ্ধি পাওয়া।
- অধিক ঘনত্বে মজুদ ও অতিরিক্ত খাদ্য ব্যবহারের কারণে পানি দূষিত হয়ে মাছে রোগের প্রাদুর্ভাব দেখা দেওয়া।
- চাষ পদ্ধতির ত্রুটির কারণে পাংঙ্গাসের স্বাদ ও গ্রহণযাগ্যতা হ্রাস পেয়ে বাজার মূল্য কম এবং সামগ্রিকভাবে পাংঙ্গাস চাষ অলাভজনক হয়ে পড়া।

সমস্যাবলীর কারণ

- সুপারিশকৃত হারে পোনা মজুদ না করা। অধিক ঘনত্বে (শতাংশ ২০০-৩৫০টি) পোনা মজুদ ও অতিমাত্রায় খাদ্য প্রয়োগ।
- পাংঙ্গাসের অধিকাংশ বাণিজ্যিক খাদ্যে প্রয়োজনীয় মাত্রার (২৫-৩২%) চেয়ে অনেক কম মাত্রার নিম্নমানের প্রোটিনযুক্ত (১৫-২০%) ও ভেজাল খাদ্য ব্যবহারের কারণে খাদ্যের কার্যকারিতা হ্রাস পাওয়া।
- প্রাণিজ খাদ্য উপাদান যথা ফিশমিল এবং গূণগত মান সম্পন্ন মিট ও বোন মিলের অভাব ও মূল্য বৃদ্ধি।
- অতিমাত্রায় খাদ্য প্রয়োগের ফলে পানির গুণাগুণ বিনষ্ট ও রোগের প্রাদুর্ভাব দেখা দেওয়া। অব্যবহৃত খাদ্য, মাছের জৈবিক বর্জ্য ও তলদেশে সঞ্চিত কাদা ইত্যাদি পঁচণের ফলে পানিতে অক্সিজনের ঘাটতি এবং অ্যামানিয়া ও হাইড্রোজন সালফাইড গ্যাসের বিষাক্ততা বৃদ্ধি পাওয়া।

সমস্যা সমাধানে করণীয়

- গুণগত মানসম্পন্ন খাদ্য উপাদান ব্যবহার করতে হবে এবং খাদ্যে প্রোটিনের পরিমান ২৫-৩২% বজায় রাখতে হবে। মজুদকৃত মাছের বয়স ও দৈহিক ওজনের অনুপাতে খাদ্য প্রয়োগ করতে হবে। অতিমাত্রায় খাদ্য ব্যবহার অবশ্যই পরিহার করতে হবে। সরবরাহকৃত খাদ্য নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করতে হবে নতুবা অব্যবহৃত খাবার পুকুরের তলায় জমে বিষাক্ত গ্যাসের সুষ্টি করবে এবং হঠাৎ করে মাছের মড়ক লাগতে পারে।
- পানির গুণাগুণ রক্ষার জন্য প্রতি মাসে সঠিক মাত্রায় চুন/জিওলাইট ব্যবহার করতে হবে। প্রয়োজনীয় সময়ে পানি সরবরাহ ও অতিরিক্ত পানি নিয়ন্ত্রণের ব্যবস্থা রাখতে হবে।
- রোগ প্রতিরাধ ও নিয়ন্ত্রণের সাধারণ নিয়মাবলী যথা- উন্নত চাষ ও খামার ব্যবস্থাপনা পদ্ধতি যথাযথভাব অনুসরণ করতে হবে।
- দ্বিতীয় বার থেকে পরবর্তী প্রতিবারই পোনা মজুদের পূর্বে অবশ্যই পুকুর শুকিয়ে পচা কালো কাদা অপসারণ করে সঠিক মাত্রায় চুন প্রয়াগের মাধ্যমে পুকুর শোধন করে নিতে হবে।
- খামারে রোগের প্রাদুর্ভাব অথবা অন্য কোন সমস্যা দেখা দিলে স্থানীয় মৎস্য বিশেষজ্ঞের পরামর্শ নিতে হবে।
- মাছের স্বাদ ও বাজার চাহিদা বৃদ্ধির জন্য বিক্রীর ২দিন পূর্বে বিক্রয়যাগ্য মাছ পরিস্কার পুকুরে স্থানান্তর করে প্রবাহমান পানিতে রেখে বাজারজাত করতে হবে। ঐ সময় খাদ্য সরবরাহ বন্ধ রাখতে হবে।

TEST RESULTS OF POND WATER FROM AMTOLI

Sl. No.	Parameter/Farmer August	Satter	Kohinoor	Faruk	Jabbar	Rezwan	Suitable Range
1	Temperature (°C)	23.1	22.7	22.8	22.5	22.6	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	4.44	4.10	5.43	5.86	4.01	4.0-7.0
3.	pH	6.40	6.60	6.50	6.44	6.45	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.002	0.002	0.004	0.007	0.007	<0.1
5.	Alkalinity	190	175	**200**	195	**216**	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	3	5	10	15	3	2-70
7.	Iron (mg/l)	0.10	0.30	0.43	0.45	**0.80**	0.05-0.20

Sl. No.	Parameter/Farmer November	Satter	Kohinoor	Faruk	Jabbar	Rezwan	Suitable Range
1	Temperature (°C)	23.6	23.8	23.6	23.7	23.5	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	4.7	4.9	4.8	4.7	4.8	4.0-7.0
3.	pH	6.83	6.80	6.70	6.75	6.60	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.04	0.09	0.05	0.03	0.03	<0.1
5.	Alkalinity (meq/L)	160	170	180	165	170	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	7	10	14	16	18	2-70
7.	Iron (mg/l)	**1.06**	**1.60**	**1.10**	**1.20**	**2.05**	0.005-0.20

Sl. No.	Parameter/Farmer August	Jakaria	Siddik	Panna	Ibrahim	Razzak	Suitable Range
1	Temperature (°C)	22.4	22.6	22.9	22.9	22.9	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	4.65	4.94	4.74	4.94	4.77	4.0-7.0
3.	pH	4.84	5.93	5.80	6.17	6.30	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.003	0.01	0.005	0.001	0.002	<0.1
5.	Alkalinity	**215**	195	190	**200**	**205**	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	12	9	12	25	20	2-70
7.	Iron (mg/l)	1.36	0.30	**2.74**	0.50	0.27	0.005-0.20

Sl. No.	Parameter/Farmer November	Jakaria	Siddik	Panna	Ibrahim	Razzak	Suitable Range
1	Temperature (°C)	23.7	23.6	23.7	23.6	23.7	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	4.7	5.2	5.5	5.6	5.6	4.0-7.0
3.	pH	6.85	6.60	6.75	6.80	6.88	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.05	0.06	0.03	0.05	0.07	<0.1
5.	Alkalinity (meq/L)	160	150	170	165	180	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	14	20	15	30	18	2-70
7.	Iron (mg/l)	**2.10**	**1.50**	**1.40**	**1.60**	**2.40**	0.005-0.20

TEST RESULTS OF POND WATER FROM GOLACHIPA

Sl. No.	Parameter/Farmer August	Jalil	Hamayet	Sajahan	Basir	Kabir	Suitable Range
1	Temperature (°C)	22.4	22.6	22.9	22.9	22.9	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	4.65	4.94	4.74	4.94	4.77	4.0-7.0
3.	pH	4.84	5.93	5.80	6.17	6.30	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.003	0.01	0.005	0.001	0.002	<0.1
5.	Alkalinity	**215**	195	190	**200**	**205**	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	16	20	16	18	25	2-70
7.	Iron (mg/l)	**4.2**	**3.8**	**3.8**	**4.6**	**2.3**	0.005-0.20

Sl. No.	Parameter/Farmer November	Jalil	Hamayet	Shajahan	Basir	Kabir	Suitable Range
1	Temperature (°C)	23.5	23.6	23.5	23.6	23.7	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	5.7	5.1	5.3	5.1	5.2	4.0-7.0
3.	pH	6.90	7.10	7.08	7.20	7.12	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.07	0.05	0.04	0.06	0.05	<0.1
5.	Alkalinity (meq/L)	160	165	170	175	160	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	15	30	40	35	30	2-70
7.	Iron (mg/l)	0.70	0.55	**0.80**	0.70	**0.90**	0.005-0.20

Sl. No.	Parameter/Farmer August	Shampa	Nidhu	Mukta	Nazma	Oliul	Suitable Range
1	Temperature (°C)	27.4	27.1	27.2	27.3	27.1	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	4.90	4.99	5.68	4.91	5.90	4.0-7.0
3.	pH	6.77	6.81	6.74	6.74	6.99	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.005	0.003	0.002	0.004	0.002	<0.1
5.	Alkalinity	**200**	195	190	**200**	195	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	8	10	13	20	18	2-70
7.	Iron (mg/l)	0.59	**4.1**	**3.8**	**2.9**	**3.6**	0.005-0.20

Sl. No.	Parameter/Farmer November	Shampa	Nidhu	Mukta	Nazma	Oliyoul	Suitable Range
1	Temperature (°C)	23.6	23.6	23.5	23.6	23.7	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	5.3	5.2	5.4	5.3	5.3	4.0-7.0
3.	pH	7.40	7.30	7.25	7.30	7.25	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.04	0.02	0.03	0.04	0.03	<0.1
5.	Alkalinity (meq/L)	150	172	170	165	180	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	20	22	18	15	16	2-70
7.	Iron (mg/l)	0.90	**1.20**	**0.80**	0.70	**1.20**	0.005-0.20

TEST RESULTS OF POND WATER FROM KOLAPARA

Sl. No.	Parameter/Farmer August	Kalam	Fatema	Dulufa	Sulaiman	Anwar	Suitable Range
1	Temperature (°C)	27.4	27.1	27.0	26.9	27.1	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	4.05	4.95	4.79	5.82	6.15	4.0-7.0
3.	pH	7.39	7.30	7.14	6.94	7.05	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.003	0.002	0.003	0.005	0.006	<0.1
5.	Alkalinity	**210**	195	175	180	190	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	10	20	27	22	36	2-70
7.	Iron (mg/l)	0.22	0.40	0.39	0.30	0.07	0.005-0.20

Sl. No.	Parameter/Farmer November	Kalam	Fatema	Dulufa	Sulaiman	Anwar	Suitable Range
1	Temperature (°C)	23.6	23.5	23.5	23.6	23.7	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	4.5	4.5	5.6	4.6	4.9	4.0-7.0
3.	pH	6.80	6.75	6.68	7.05	7.04	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.04	0.05	0.04	0.03	0.06	<0.1
5.	Alkalinity (meq/L)	160	165	150	170	180	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	15	20	25	20	30	2-70
7.	Iron (mg/l)	0.70	0.55	0.72	0.80	**1.10**	0.005-0.20

Sl. No.	Parameter/Farmer August	Siraj	Akter	Aziz	Billal	Imran	Suitable Range
1	Temperature (°C)	27.2	27.2	27.3	27.1	27.2	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	5.52	5.62	4.99	4.65	5.03	4.0-7.0
3.	pH	6.91	6.70	6.65	6.90	7.10	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.005	0.002	0.004	0.006	0.002	<0.1
5.	Alkalinity	195	**200**	190	**210**	**205**	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	8	5	4	10	15	2-70
7.	Iron (mg/l)	0.31	0.42	0.32	0.45	0.48	0.005-0.20

Sl. No.	Parameter/Farmer November	Siraj	Akter	Aziz	Billal	Imran	Suitable Range
1	Temperature (°C)	23.7	23.6	23.6	23.6	23.7	25-30
2.	Dissolved Oxygen (mg/l)	4.7	4.7	4.6	4.5	4.6	4.0-7.0
3.	pH	7.13	7.20	7.40	6.90	6.95	6.5-8.5
4.	NH_3 (mg/l)	0.04	0.004	0.05	0.06	0.003	<0.1
5.	Alkalinity(meq/L)	170	155	165	180	175	70-190
6.	SO_4 (mg/l)	15	20	23	32	40	2-70
7.	Iron (mg/l)	0.40	0.50	0.57	0.70	0.30	0.005-0.20