পুকুরে আর্টিমিয়া চাষের সহায়িকা

আর্টিমিয়া ফর বাংলাদেশ

Funded by the European Union

পুকুরে আর্টিমিয়া চাষের সহায়িকা

মুহাম্মদ মীজানুর রহমান

নগুইন ভ্যান হোয়া

প্যাট্রিক সরগিলুস

রচনা ও সম্পাদনা ঃ

ড. মুহাম্মদ মীজানুর রহমান, টেকনিক্যাল টিম লিডার, আর্টিমিয়া ফর বাংলাদেশ, ওয়ার্ল্ডফিশ
ড. নগুইন ভ্যান হোয়া, অধ্যাপক, ক্যান থো বিশ্ববিদ্যালয়, ভিয়েতনাম
ইমেরিটাস অধ্যাপক ড. প্যাট্রিক সরগিলুস, ঘেন্ট বিশ্ববিদ্যালয়, বেলজিয়াম

সার্বিক তত্ত্বাবধানে ঃ
আল-শাহরিয়ার, ট্রেনিং এ্যাসিসটেন্ট, আর্টিমিয়া ফর বাংলাদেশ, ওয়ার্ল্ডফিশ

প্রকাশকাল ঃ
২০ জানুয়ারি, ২০২৩

প্রকাশক ঃ
আর্টিমিয়া ফর বাংলাদেশ প্রকল্প, ওয়ার্ল্ডফিশ

ছবি ঃ
ওয়ার্ল্ডফিশ বাংলাদেশ

অর্থায়নে ঃ
ইউরোপীয় ইউনিয়ন (ইইউ)

আইএসবিএন নম্বর ঃ

৯৭৮-৯৮৪-৩৫-৪১৮৭-১

গ্রাফিক্স ও মুদ্রণ ঃ

আউট অফ হোম, ঢাকা

এই প্রকাশানায় মুদ্রিত সকল মতামত ও তথ্য প্রকাশের দায় সম্পাদনা পরিষদের একান্তই নিজস্ব। এটি কোনোভাবেই দাতা সংস্থা বা ওয়ার্ল্ডফিশের মতামতের প্রতিফলন নয়।

মুখবন্ধ

আমি খুবই আনন্দিত যে ওয়ার্ল্ডফিশের বাস্তবায়নে আর্টিমিয়া ফর বাংলাদেশ প্রকল্প “পুকুরে আর্টিমিয়া চাষের সহায়িকা" শিরোনামের বইটির বাংলা ও ইংরেজি সংস্করণ প্রস্তুত করেছে। প্রকল্পটিকে অর্থায়নের জন্য ইউরোপীয় কমিশনকে আন্তরিকভাবে ধন্যবাদ জানাই।

আর্টিমিয়া একটি খোলসযুক্ত সন্ধিপদী প্রাণি যা সারা বিশ্বে সামুদ্রিক মাছ/চিংড়ির লার্ভা ও পোষ্ট লার্ভা প্রতিপালনের জন্য বহুল ব্যবহৃত খাদ্য। বাংলাদেশে পুকুরে আর্টিমিয়া চাষের উপর এটাই প্রকাশিত প্রথম বই। চীন, থাইল্যান্ড, ভিয়েতনাম সহ অন্যান্য দেশের তুলনায় আর্টিমিয়া চাষ এবং গবেষণা তুলনামূলকভাবে এই দেশে নতুন। আমি বিশ্বাস করি যে বইটি গবেষক, সম্প্রসারন কর্মী, চিংড়ি/মাছ হ্যাচারি মালিক, চাষি এবং নীতি নির্ধারকদের জ্ঞান এবং দক্ষতা উন্নত করতে সাহায্য করবে।

বইটি প্রস্তুত করতে আমি লেখকদের উদ্যোগ, ধৈর্য এবং কঠোর পরিশ্রমের জন্য ধন্যবাদ জানাই। আশা করি পাঠকরা বইটি থেকে উপকৃত হবেন। মন্তব্য, পরামর্শ বা পরবর্তী সংস্করণের কোন উন্নতির জন্য লেখকদের সাথে যোগাযোগ করুণ।

(ক্রিস্টোফার প্রাইস)

রিজিওনাল ডিরেক্টর

ওয়ার্ল্ডফিশ বাংলাদেশ ও সাউথ এশিয়া

বাণী

বাংলাদেশের মৎস্য খাত দ্রুত বিকাশ লাভ করছে। গত ১০-১২ বছরে গড় বৃদ্ধি প্রায় ৬% এবং উপকূলীয় ও সামুদ্রিক মাছ চাষের সম্ভাবনা অন্বেষণ করার জন্য এখনই উপযুক্ত সময়। ব্রাইন চিংড়ি বা আর্টিমিয়া, ক্রাস্টেসিয়ান এবং সামুদ্রিক মাছের লার্ভা প্রতিপালনের জন্য একটি অপরিহার্য জীবন্ত খাদ্য।

আমি খুব আনন্দিত যে, ওয়ার্ল্ডফিশের বাস্তবায়নে আর্টিমিয়া ফর বাংলাদেশ প্রকল্প কক্সবাজারের লবণ খামারে পুকুরে আর্টিমিয়া চাষের উদ্যোগ গ্রহণ করেছে। "পুকুরের আর্টিমিয়া চাষের সহায়িকা" শিরোনামের বইটি একটি চমৎকার অবদান।

আমি মনে করি যে বইটি মৎস্য পেশাদারদের পুকুরে আর্টিমিয়া চাষ বিষয়ক গবেষণা এবং উন্নয়ন, প্রযুক্তির প্রচার এবং প্রশিক্ষণের মাধ্যমে দক্ষতার উন্নয়ন করতে সহায়তা করবে।

আমি আন্তরিকভাবে লেখক এবং ওয়ার্ল্ডফিশকে প্রয়োজনীয় বইটি প্রকাশ করার জন্য ধন্যবাদ জানাই। আমি প্রকল্পের অর্থায়নের জন্য ইউরোপীয় কমিশনের প্রশংসা করি।

(খন্দকার মাহবুবুল হক)
মহাপরিচালক
মৎস্য অধিদপ্তর, বাংলাদেশ
ইমেইল ঃ dg@fisheries.gov.bd

সূচি পত্র

মুখবন্ধ iii

বাণী iv

সূচি পত্র v

শব্দ সংক্ষেপ vi

সারণী vii

চিত্র viii

পরিশিষ্ট xi

কার্যপত্র xi

সারসংক্ষেপ xii

মূল বার্তা xiii

১. আর্টিমিয়ার জীববিজ্ঞান এবং পরিবেশে বিন্যাস ১

২. হ্যাচিং প্রক্রিয়ায় সিস্টের জীবত্ত্ব এবং শারীরবৃত্তী ১৫

৩. স্থান/জায়গা নির্বাচন ২২

৪. লবণের খামারে আর্টিমিয়া চাষের পদ্ধতি ২৪

৫. পুকুর তৈরি ২৬

৬. ব্রাইন প্রস্তুতকরণ (অধিক ঘনমাত্রার লবণ পানি) ৩০

৭. সুপ্তাবস্থা ও মজুদ ৩১

৮. পুকুর পরিচর্যা ও ব্যবস্থাপনা ৩৩

৯. শৈবাল/এলগির বৃদ্ধি ও বিকাশ ৩৯

১০. প্রক্রিয়াজাত এবং সম্পুরক খাদ্য ৪৩

১১. আর্টিমিয়ার সাধারণ রোগ ও চিকিৎসা ৪৪

১২. আর্টিমিয়া বায়োমাস এবং সিস্ট সংগ্রহ ও প্রক্রিয়াজাতকরণ ৪৬

১৩. রেফারেন্স ৫২

১৪. পরিশিষ্ট ৫৫

১৫. কার্যপত্র ৭১

শব্দ সংক্ষেপ

µm	মাইক্রোমিটার
am	অ্যান্টি মেরিডিয়াম
cm	সেন্টিমিটার
DO	দ্রবীভূত অক্সিজেন (ডিজলভ্ অক্সিজেন)
e.g.	উদাহরণস্বরুপ
FAO	জাতিসংঘের খাদ্য ও কৃষি সংস্থা
FCR	খাদ্য রূপান্তর হার (ফুড কনভার্সন রেসিও)
g	গ্রাম
g/l	গ্রাম পার লিটার
h	ঘন্টা
ha	হেক্টর
i.e.	অর্থাৎ
IU	আন্তর্জাতিক একক
Kg	কিলোগ্রাম
L	লিটার
mg	মিলিগ্রাম
mg/l	মিলিগ্রাম/লিটার
mm	মিলিমিটার
MT	মেট্রিক টন
pm	পোস্ট মেরিডিয়াম
USD	ইউএস ডলার, আমেরিকান মূদ্রা
UV	আলট্রাভায়লেট
WW	সিক্ত/ভেজা অবস্থায় ওজন

সারণী

সারণী ১ ঃ ভিন চাউ (ভিয়েতনাম) আর্টিমিয়া সিস্টের হ্যাচিবিলিটির উপর প্রাথমিক ইনকিউবেশন পর্যায়ে হাইড্রোজেন পার অক্সাইড (H_2O_2) মাত্রা-সময়ের প্রভাব ২১

সারণী ২ ঃ এক হেক্টর সৌর লবণের খামারে আর্টিমিয়া এককচাষের বৈশিষ্ট্য ২৪

সারণী ৩ ঃ এক হেক্টর সৌর লবণের খামারে আর্টিমিয়া-লবণ-চিংড়ি/মাছের সমন্বিত চাষের বৈশিষ্ট্য ২৫

সারণী ৪ ঃ সময়ের সাথে চাষের পুকুরে বিভিন্ন বয়সের আর্টিমিয়ার উপস্থিতি ৩৬

সারণী ৫ ঃ কক্সবাজারের জলবায়ু পঞ্জিকা ৩৭

সারণী ৬ ঃ কক্সবাজারে সমন্বিত আর্টিমিয়া-লবণ-মাছ উৎপাদনের মৌসুমী ক্যালেন্ডার.....৩৮

সারণী ৭ ঃ ফার্টিলাইজার (সবুজ পানির পুকুর) এবং আর্টিমিয়া পুকুরে এলগি উৎপাদনের সুবিধা এবং অসুবিধা....৪০

সারণী ৮ ঃ নাইট্রোজেন সমৃদ্ধ সারের তালিকা, প্রস্তাবিত প্রয়োগপ্রণালী এবং পুকুরের পানিতে প্রভাব.....৪০

সারণী ৯ ঃ ফসফেট সারের তালিকা, প্রস্তাবিত প্রয়োগবিধি এবং পুকুরের পানির উপর প্রভাব.....৪১

সারণী ১০ ঃ কক্সবাজার জেলার মৎস্য চাষ ও আহরিত মৎস্য সম্পদের সংক্ষিপ্তসার.....৫৬

সারণী ১১ ঃ বিভিন্ন ভৌগলিক উৎস থেকে সংগৃহীত আর্টিমিয়া সিস্টের হ্যাচিং শতাংশ, স্বতন্ত্র নপলিয়াসের ওজন এবং হ্যাচিং ফলাফলের উপর কম লবণাক্ততায় হ্যাচিংয়ের প্রভাব.....৬২

সারণী ১২ ঃ ডিক্যাপসুলেটেড আর্টিমিয়া সিস্ট এবং ইনস্টার-১ নপলির পুষ্টিমানের সংমিশ্রণ (শুষ্ক উপাদানের শতাংশ) ৭১

সারণী ১৩ ঃ সিস্ট হ্যাচিংয়ের শতকরা হার এবং সক্ষমতার বাস্তব উদাহরণ.....৭৬

সারণী ১৪ ঃ সিস্ট হ্যাচিংয়ের মাত্রা গণনা করার বাস্তব উদাহরণ ৭৬

চিত্র

চিত্র ১ ঃ একটি লবণ উৎপাদনের পুকুর থেকে আর্টিমিয়া সিস্ট আহরণ ১

চিত্র ২ ঃ ভাঙ্গন পর্যায়ে সিস্ট (১) নপলিয়াসের চোখ ২

চিত্র ৩ ঃ "ছাতা" পর্যায়ে ভ্রূণ (বামে) এবং ইনস্টার-১ নপলি (ডানে), (১) নপলিয়াস চোখ, (২) অ্যান্টেনুল, (৩) অ্যান্টেনা, (৪) গনাটোব্যাসেনসেটো ২

চিত্র ৪ ঃ ইনস্টার-৫ লার্ভা, (১) নপলিয়াস চোখ, (২) পার্শ্বীয় জটিল চক্ষু, (৩) অ্যান্টেনা, (৪) ল্যাব্রাম, (৫) বক্ষবৃদ্ধির ক্ষয়, (৬) পরিপাকতন্ত্র ৩

চিত্র ৫ ঃ ইনস্টার-৭ এর মাথা এবং পূর্ববর্তী বক্ষ অঞ্চল, (১) নপলিয়াস চোখ, (২) পার্শ্বীয় জটিল চোখ, (৩) অ্যান্টেনুল, (৪) অ্যান্টেনা, (৫) এক্সোপোডাইট, (৬) টেলোপোডাইট, (৭) এন্ডোপোডাইট ৪

চিত্র ৬ ঃ কিশোর পুরুষের মাথা এবং বক্ষীয় অঞ্চল, (১) অ্যান্টেনা, (২) টেলোপোডাইট, (৩) এক্সোপোডাইট ৪

চিত্র ৭ ঃ পিছনের দিকের বক্ষ অঞ্চল, উর্বর স্ত্রী আর্টিমিয়ার পেট এবং জরায়ু, (১) ডিম্বাশয় এবং ডিম্বাশয়ে পরিপক্ক ডিম ৫

চিত্র ৮ ঃ একটি প্রাপ্তবয়স্ক আর্টিমিয়া পুরুষের মাথা (১) অ্যান্টেনা, (২) অ্যান্টেনুল, (৩) পার্শ্বীয় জটিল চোখ, (৪) চোয়াল ৫

চিত্র ৯ ঃ জোড়া আর্টিমিয়ার রাইডিং অবস্থান (১) জরায়ু, (২) পুংজননেন্দ্রীয় ৬

চিত্র ১০ ঃ প্রাপ্তবয়স্ক পুরুষ আর্টিমিয়া ৭

চিত্র ১১ ঃ প্রাপ্তবয়স্ক স্ত্রী আর্টিমিয়া ৭

চিত্র ১২ ঃ নপলিতে ভরা ওভোভিভিপ্যারাস আর্টিমিয়ার জরায়ু (প্রথম লার্ভা প্রকাশিত হচ্ছে), (১) ডিমে ভর্তি ডিম্বাশয় ৭

চিত্র ১৩ ঃ প্রাপ্তবয়স্ক আর্টিমিয়াতে পূর্ববর্তী থোরাকোপড (১) এক্সোপোডাইট, (২) টেলোপোডাইট, (৩) এন্ডোপোডাইট ৮

চিত্র ১৪ ঃ সিস্টে ভরা ডিম্বাশয়ের আর্টিমিয়ার জরায়ু, (১) বাদামি খোলস গ্রন্থি (গাঢ় বর্ণ) ৮

চিত্র ১৫ ঃ আর্টিমিয়ার জীবনচক্র ৯

চিত্র ১৬ ঃ অধঃক্ষিপ্ত লবণের সাথে পানির লবণাক্ততার সম্পর্ক ১১

চিত্র ১৭ ঃ সৌর লবণ খামারে আর্টিমিয়া উৎপাদনের রূপরেখা ১৩

চিত্র ১৮ ঃ একটি আর্টিমিয়া সিস্টের চূড়ান্ত গঠনের (আল্ট্রা স্ট্রাকচার) চিত্র ১৫

চিত্র ১৯ ঃ হ্যাচিং থেকে নপলিয়াসের মুক্তিলাভ পর্যন্ত (সমুদ্রের পানিতে) একটি আর্টিমিয়া সিস্টের বিকাশ ১৬

চিত্র

চিত্র ২০ ঃ পানিযোজন (Hydration) স্তরের কার্যকারিতায় আর্টিমিয়া সিস্টের কোষীয় বিপাক.....১৭
চিত্র ২১ ঃ একটি আর্টিমিয়া সিস্টের গঠনের (আল্ট্রা স্ট্রাকচার) চিত্র ২০
চিত্র ২২ ঃ কক্সবাজারে সৌর লবণের খামার..... ২২
চিত্র ২৩ ঃ পাড় ব্যবস্থা ২৩
চিত্র ২৪ ঃ নালা এবং খাল ব্যবস্থা ২৩
চিত্র ২৫ ঃ আর্টিমিয়া এককচাষ ২৪
চিত্র ২৬ ঃ আর্টিমিয়া-লবণ-চিংড়ি/মাছের সমন্বিত চাষ পদ্ধতি..... ২৫
চিত্র ২৭ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরের প্রস্থচ্ছেদ..... ২৬
চিত্র ২৮ ঃ পাড় নির্মাণ ২৬
চিত্র ২৯ ঃ পাড় সংযোজন ২৭
চিত্র ৩০ ঃ ঢেউ প্রতিরোধক ২৭
চিত্র ৩১ ঃ ঢেউ প্রতিরোধক ২৭
চিত্র ৩২ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরের নকশা..... ২৮
চিত্র ৩৩ ঃ আর্টিমিয়া শিকারী এবং প্রতিযোগীরা ২৮
চিত্র ৩৪ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরে শিকারীদের প্রতিরোধ করতে পানি প্রবেশের স্থানে পরিশোধনের ছাঁকনি..... ২৯
চিত্র ৩৫ ঃ শিকারী প্রতিরোধের জন্য পর্দা ২৯
চিত্র ৩৬ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরের লবণাক্ততা বাড়ানোর জন্য অপরিশোধিত লবণের ব্যবহার..... ৩০
চিত্র ৩৭ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরের তলদেশে ল্যাব-ল্যাব ৩৬
চিত্র ৩৮ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরে র‍্যাকিং.....৩৬
চিত্র ৩৯ ঃ আর্টিমিয়ার খাবার হিসেবে বিভিন্ন এলগি প্রজাতি.....৩৯
চিত্র ৪০ ঃ আর্টিমিয়ার থোরাকোপডগুলিতে কালো দাগ রোগ ৪৪
চিত্র ৪১ ঃ দীর্ঘ পায়ুপথ ৪৫
চিত্র ৪২ ঃ কিশোর আর্টিমিয়া সাদা পেট রোগে আক্রান্ত ৪৫
চিত্র ৪৩ ঃ আর্টিমিয়া বায়োমাস সংগ্রহ ৪৬

চিত্র

চিত্র ৪৪ ঃ সংগ্রহকৃত আর্টিমিয়া বায়োমাস ধোয়া/পরিষ্কার করা.....৪৭

চিত্র ৪৫ ঃ সঞ্চিত আর্টিমিয়া বায়োমাস ট্যাঙ্কে এয়ার-ওয়াটার-লিফ্‌ট এর মাধ্যমে বায়ুসঞ্চালন করা ৪৭

চিত্র ৪৬ ঃ প্রোটিন স্কিমার এর সাহায্যে পানির পুনঃসঞ্চালন পদ্ধতিতে আর্টিমিয়া বায়োমাস পরিষ্কার করা ৪৭

চিত্র ৪৭ ঃ জীবিত আর্টিমিয়া মোড়কজাতকরণ.....৪৭

চিত্র ৪৮ ঃ হিমায়িত আর্টিমিয়ার ব্যাগ.....৪৭

চিত্র ৪৯ ঃ মানুষের খাদ্য হিসাবে আর্টিমিয়া অমলেট ৪৮

চিত্র ৫০ ঃ পুকুরের উপরিভাগে (বামে) ভাসমান সিস্ট এবং স্কুপ নেট (ডানে) দিয়ে সিস্ট সংগ্রহ ৫০

চিত্র ৫১ ঃ আর্টিমিয়া সিস্টের সংগ্রহে দুই পর্দার ডিপ নেট..... ৫০

চিত্র ৫২ ঃ সিস্টগুলিকে আলতোভাবে ধোয়া ৫০

চিত্র ৫৩ ঃ সিস্ট প্রক্রিয়াজাতকরণ এবং সংরক্ষণের প্রবাহ চিত্র ৫১

চিত্র ৫৪ ঃ কক্সবাজারে এমকেএ এসপিএফ বাগদা চিংড়ির (*Penaeus monodon*) হ্যাচারি.....৫৭

চিত্র ৫৫ ঃ আর্টিমিয়ার জীবনচক্র ৫৮

চিত্র ৫৬ ঃ চিংড়ি ও মাছের পোনার জীবিত খাদ্য হিসেবে আর্টিমিয়া নপলি ৫৯

চিত্র ৫৭ ঃ লবণ খামারে লবণাক্ত সহনশীল মৎস্য চাষের উপযুক্ত প্রজাতিসমূহ ৬০

চিত্র ৫৮ ঃ বিভিন্ন সিস্ট ব্যাচ হতে হ্যাচিং হার এর বক্ররেখা, বক্ররেখা $T_{১০}$ = ১৭ ঘন্টা, $T_{৯০}$ = ২৩.৫ ঘন্টা, T_s = ৬.৫ ঘন্টা; বক্ররেখা B:$T_{১০}$ = ২৮.৫ ঘন্টা, $T_{৯০}$ = ৩৭.৫ ঘন্টা, T_s = ৯ ঘন্টা ৬৪

চিত্র ৫৯ ঃ ইনস্টার-১ থেকে ইনস্টার-২ এ রুপান্তরে আর্টিমিয়া নপলির পুষ্টি উপাদানের পরিবর্তন ৬৪

চিত্র ৬০ ঃ আহরণকালীন হ্যাচিং কন্টেইনার.....৬৫

চিত্র ৬১ ঃ কেন্দ্রীভূতকারী/পরিষ্কারক এর ব্যবহার ৬৬

চিত্র ৬২ ঃ আর্টিমিয়ার বিভিন্ন ধাপের শক্তি এবং শুকনো ওজনে পরিবর্তন (সদ্য ফোটা ইনস্টার-১ নপলি ১০০% শক্তি হিসাবে বিবেচিত হয়)। ইনস্টার-১, ইনস্টার-২ ও ৩, মেটা-নপলি সংরক্ষণে শতকরা হ্রাস বা বৃদ্ধি দেখানো হয়েছে.....৬৮

চিত্র ৬৩ ঃ লার্ভা প্রতিপালনে নির্দিষ্ট পুষ্টি উপাদান স্থানান্তরে ভেক্টর হিসাবে আর্টিমিয়ার ব্যবহার ৬৮

পরিশিষ্ট

পরিশিষ্ট ১ ঃ বাংলাদেশের কক্সবাজারে কারিগরি সৌর লবণ খামারের সম্ভাবনা ৫৪

পরিশিষ্ট ২ ঃ আর্টিমিয়ার আদর্শ হ্যাচিং পদ্ধতি.....৬০

পরিশিষ্ট ৩ ঃ সিস্টের ডিক্যাপসুলেশন.....৭০

কার্যপত্র

কার্যপত্রক ১ ঃ আর্টিমিয়া সিস্টে পানির পরিমাণ নির্ণয় করার পদ্ধতি.....৭২

কার্যপত্রক ২ ঃ তরল ব্লিচ দিয়ে আর্টিমিয়া সিস্ট জীবাণুমুক্তকরণ.....৭২

কার্যপত্রক ৩ ঃ আর্টিমিয়া সিস্টের ডিক্যাপসুলেশন প্রক্রিয়া.....৭৩

কার্যপত্রক ৪ ঃ টাইট্রিমেট্রিক পদ্ধতিতে হাইপোক্লোরাইট দ্রবণে সক্রিয় ক্লোরিনের পরিমাণ নির্ণয় ৭৪

কার্যপত্রক ৫ ঃ সিস্ট হ্যাচিংয়ের শতকরা হার, সক্ষমতা এবং মাত্রা নির্ণয়.....৭৫

সারসংক্ষেপ

ব্রাইন চিংড়ি *(Artemia)* বা আর্টিমিয়া নপলি, খোলসযুক্ত সন্ধিপদী প্রাণি (ক্রাস্টেসিয়ান) এবং মাছের লার্ভা চাষের জন্য সর্বাধিক ব্যবহৃত জীবিত খাদ্য (Live food)। অনন্য খাবারের তুলনায় আর্টিমিয়া নপলি ব্যবহারের সুবিধা হল এটি ক্ষুদ্রাকার (প্রায় ৪৪৫ মাইক্রোমিটার), জীবিত খাবারযোগ্য হওয়া, সহজে হজমযোগ্য এবং অধিক প্রোটিন ও অতি অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিড সমৃদ্ধ পুষ্টি উপাদান রয়েছে। বিশ্বব্যাপী বাৎসরিক প্রায় ৩৫০০ মেট্রিক টন আর্টিমিয়া সিস্ট বাজারজাত করা হয়। ভ্রূনের সুপ্তাবস্থা সৃষ্টি হওয়া আর্টিমিয়ার একটি অনন্য বৈশিষ্ট্য, যা সিস্ট নামে পরিচিত। চারটি মহাদেশে ছড়িয়ে ছিটিয়ে থাকা অধিক লবণাক্ত হ্রদ, উপকূলীয় অগভীর এবং সৌর লবণের খামারে এই সিস্টগুলি সারা বছর প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। বর্তমানে প্রতিবছর বাংলাদেশ ৪০-৫০ মেট্রিক টন শুষ্ক আর্টিমিয়া সিস্ট আমদানি করে যার বাজার মূল্য ৪ মিলিয়ন মার্কিন ডলার (এম রহমান, উৎস চিংড়ি হ্যাচারি)। বিশ্বের অনেক দেশ, উদাহরণস্বরুপ থাইল্যান্ড এবং ভিয়েতনাম, লবণের খামারে আর্টিমিয়া উৎপাদনের প্রযুক্তির মাধ্যমে সফলতা লাভ করেছে। এই নির্দেশিকাটির উদ্দেশ্য হল কক্সবাজারের লবণ খামারে আর্টিমিয়া উৎপাদনের জন্য লবণ চাষি, তরুণ গবেষক এবং সম্প্রসারণ প্রতিনিধির মাঝে প্রযুক্তিগত দিকনির্দেশনা সরবরাহ করা। আর্টিমিয়া উৎপাদনের সাম্প্রতিক কার্যক্রম, ১৯৯৬ সালের এফএও (FAO) ম্যানুয়াল 'মাছ চাষের জন্য জীবিত খাদ্য উৎপাদন এবং এর ব্যবহার', ২০১৯ সালের প্রকাশিত বই 'লবন খামারে আর্টিমিয়া উৎপাদনের মূলনীতি', প্রাসঙ্গিক বই এবং প্রকাশিত গবেষণা নিবন্ধসমূহ পর্যালোচনার মাধ্যমে এই নির্দেশিকাটি তৈরি করা হয়েছে।

নির্দেশিকাটিতে (ক) আর্টিমিয়ার জীববিজ্ঞান এবং ইকোসিস্টেম, (খ) হ্যাচিং প্রক্রিয়া চলাকালীন সিস্টের জীবতত্ত্ব এবং শরীরবৃত্তি, (গ) উপযুক্ত স্থান নির্বাচনের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি, (ঘ) আর্টিমিয়া চাষের বিভিন্ন মডেল, (ঙ) উপযুক্ত পুকুর নির্মাণের ধাপসমূহ, (চ) ঘনিভূত সমুদ্রের পানি বা অপরিশোধিত লবণ প্রয়োগের মাধ্যমে আর্টিমিয়া পুকুর প্রস্তুতির সময়কাল সংক্ষিপ্তকরণ পদ্ধতি, (ছ) আর্টিমিয়া সিস্টের হ্যাচিং এবং মজুদের আদর্শ পদ্ধতি, (জ) আর্টিমিয়া পুকুর রক্ষণাবেক্ষণ এবং ব্যবস্থাপনা, (ঝ) আর্টিমিয়ার খাবার হিসেবে উপযুক্ত এলগি উৎপাদন করা, (ঞ) প্রক্রিয়াজাতকৃত খাদ্য ও সম্পূরক খাবার তৈরি, (ট) রোগ ও স্বাস্থ্য ব্যাবস্থাপনা এবং (ঠ) জীবিত আর্টিমিয়া ও সিস্ট সংগ্রহ, প্রক্রিয়াজাত-করণ এবং সংরক্ষণ পদ্ধতির উল্লেখ রয়েছে।

পূর্ববর্তী গবেষণায় লবণ খামারে আর্টিমিয়া উৎপাদন পদ্ধতি সম্প্রসারণের ক্ষেত্রে সীমিত জ্ঞান, অনুপযুক্ত পুকুর ব্যাবস্থাপনা এবং জলবায়ু পরিস্থিতিকে বিপর্যয় হিসাবে বর্ণনা করা হয়েছিল। আর্টিমিয়া উৎপাদনে সাম্প্রতিক উন্নতির মধ্যে অন্তর্ভুক্ত হলো; পুকুরের গভীরতা ৫০ সেন্টিমিটারের বেশি, প্রতি লিটার পানিতে ১০০ নপলি মজুদ, উপযুক্ত এলগি প্রজাতির বৃদ্ধি (ডায়াটম, এলগি), কৃষি বর্জ্য পণ্য প্রক্রিয়াজাত করে সবুজ পানির সর্বোত্তম পরিপূরক খাদ্য হিসাবে ব্যবহার (গুড়, মনো সোডিয়াম গ্লুটানেট), তৈরি করা চিংড়ির খাদ্য ব্যাবহার, নিয়মিত পুকুর ব্যবস্থাপনার উন্নতি যেমন ঃ পুকুরের তলদেশে মই (র‍্যাকিং) দেওয়া এবং বায়োফ্লোক প্রয়োগের মাধ্যমে স্বাস্থ্য ব্যবস্থাপনা।

মূল বার্তা

সমন্বিত লবণ এবং আর্টিমিয়া উৎপাদনের মূল বার্তাসমূহ হচ্ছে ঃ

(১) আর্টিমিয়ার জীববিজ্ঞান এবং পরিবেশে বিন্যাস

আর্টিমিয়া একটি দীর্ঘ মাত্রার লবণ সহনশীল প্রজাতি। পুকুরে আর্টিমিয়া উৎপাদনের জন্য লবণাক্ততা ৮০-১৫০ গ্রাম/লিটার হতে হবে। আর্টিমিয়া একটি অ-নির্বাচনী (নন-সিলেক্টিভ) ফিল্টার ফিডার এবং পরিবেশের অবস্থার উপর ভিত্তি করে সিস্ট (অভিপ্যারাস) অথবা নপলি (অভোভিভিপ্যারাস) উৎপাদনের মাধ্যমে এই দুই ভাবেই বংশবৃদ্ধি করতে পারে।

(২) আর্টিমিয়া সিস্ট ফোটানোর (হ্যাচিং) সময় জীবতত্ত্ব এবং দেহতত্ত্ব

এই প্রক্রিয়াটির মধ্যে পানিযোজন, শর্করার বিপাকীয় ক্রিয়া, সিস্টের ভাঙ্গন ও সিস্টের বিপাকীয় ক্রিয়ার উপর পরিবেশগত প্রভাব অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

(৩) উপযুক্ত স্থান নির্বাচন

পর্যাপ্ত লবনাক্ত পানির প্রাপ্যতা বাধ্যতামূলক। লবণ খামারে আর্টিমিয়া উৎপাদনের জন্য ভাল স্থান নির্বাচনের ক্ষেত্রে স্থানের বিবরন, জলবায়ু ও মাটির অবস্থা অতীব গুরূত্বপূর্ণ।

(৪) আর্টিমিয়া চাষের আদর্শ পদ্ধতিসমূহ

বিনিয়োগ, পুকুর ব্যাবস্থাপনা এবং উৎপাধিত পণ্যগুলির উপর ভিত্তি করে আর্টিমিয়া চাষ পদ্ধতিকে ভাগ করা যেতে পারে। লবণ এবং মৎস্যচাষের সাথে আর্টিমিয়ার সমন্বিত উৎপাদন ব্যবস্থা কক্সবাজারের এলাকার জন্য লাভজনক চাষ পদ্ধতি।

(৫) পুকুর তৈরি

সর্বাধিক উৎপাদন এলাকা (৭৫-৮০%) নিশ্চিত করতে জলাধার, এলগি উৎপাদন পুকুর, আর্টিমিয়া পুকুর এবং লবণের দানা বাঁধার জায়গার অনুপাত নির্ধারণ করতে হয়। আর্টিমিয়া পুকুরে সুপারিশকৃত পানির গভিরতা ৩০-৩৫ সেন্টিমিটার।

(৬) ব্রাইন (উচ্চ ঘনমাত্রার লবণ পানি) প্রস্তুতি

আর্টিমিয়া চাষ শুরু করার জন্য পুকুরের পানির প্রয়োজনীয় লবণাক্ততা (৮০-১০০ গ্রাম/লিটার) সমুদ্রের পানির বাষ্পী-ভবনের মাধ্যমে অথবা গত বছরের লবণ উৎপাদন থেকে সঞ্চিত/উচ্ছিষ্ট অপরিশোধিত লবণ বা লবণ পানি (Brine) মিশিয়ে প্রস্তুত করা যেতে পারে ।

(৭) আর্টিমিয়া সিস্ট হ্যাচিং এবং নপলি মজুদকরণ

আর্টিমিয়া সিস্ট ফোটানোর জন্য আদর্শ অবস্থার (তাপমাত্রা, লবণাক্ততা, পিএইচ, আলো, ঘনত্ব) প্রয়োগ করতে হবে, আর্টিমিয়া নপলি পুকুরে মজুদের সময় পুকুরের তাপমাত্রার সাথে খাপখাওয়ানো এবং মজুদের সময় পুকুরের সর্বত্র নপলি ছড়িয়ে দিতে হবে।

(৮) পুকুর রক্ষণাবেক্ষণ এবং ব্যবস্থাপনা

পুকুরে পানির তাপমাত্রা (<৩৫ ডিগ্রি সেলসিয়াস) এবং পর্যাপ্ত খাদ্যর প্রাপ্যতার (এলগি এবং সম্পুরক খাদ্য) উপর নির্ভর করে আর্টিমিয়ার জীবনচক্র ৪০-৬০ দিন হয়ে থাকে। পানির স্তর, লবণাক্ততা, পানির রঙ, খাদ্য, পুকুরে আর্টিমিয়ার সংখ্যা/বিন্যাস, ঘনত্ব, স্ত্রী আর্টিমিয়ার পুষ্টি এবং স্বাস্থ্যের অবস্থা, সিস্ট এবং লার্ভা বহণকারী স্ত্রী আর্টিমিয়ার আনুপাত সবই আর্টিমিয়া পুকুর ব্যবস্থাপনার অন্তর্ভূক্ত। আবহাওয়া পরিস্থিতি বিশেষ করে দীর্ঘায়িত বৃষ্টিপাত, মৌসুম শেষে বৃষ্টি, খুব কম বা বেশি তাপমাত্রা বিশেষভাবে বিবেচ্য।

(৯) শৈবাল/এলগি উৎপাদন বৃদ্ধি ত্বরান্বিত করা

ডায়াটম এবং সবুজ এলগি উৎপাদনের জন্য জৈব এবং অজৈব সারের মিশ্রণে নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের অনুপাত ৩:১ এবং লবণাক্ততা < ৫০ গ্রাম/লিটার উপযুক্ত।

(১০) প্রক্রিয়াজাতকৃত খাদ্য এবং সম্পুরক খাবার খাওয়ানো

পুকুরে আর্টিমিয়ার সম্পুরক খাবারগুলি হল চালের কুড়া, গমের ভূষি, গুড়, অ্যামি অ্যামি (মনো সোডিয়াম গ্লুটামেট কারখানার বর্জ্য পণ্য), ফিশ মিল এবং চিংড়ির খাবার। তৈরিকৃত খাদ্য (৩০% আমিষ, ৯% চর্বি) প্রতিদিন প্রতি হেক্টরে ৩-৬ কেজি প্রয়োগ করা যেতে পারে।

(১১) রোগ বালাই এবং স্বাস্থ্য ব্যবস্থাপনা

পুকুরগুলিতে রোগ বালাই আর্টিমিয়ার ব্যাপক মৃত্যুর কারণ হতে পারে। স্বাস্থ্য ব্যাবস্থাপনার মধ্যে রয়েছে অনুকূল লালন পালন ব্যবস্থা, লবণাক্ততার পরিবর্তন, উপযুক্ত এলগি উৎপাদন, পরিপূরক খাদ্য খাওয়ানো, প্রোবায়োটিকস ব্যবহার এবং বায়োফ্লক চাষ পদ্ধতি।

(১২) সিস্ট (Cyst) এবং বায়োমাস (Biomass) আহরণ

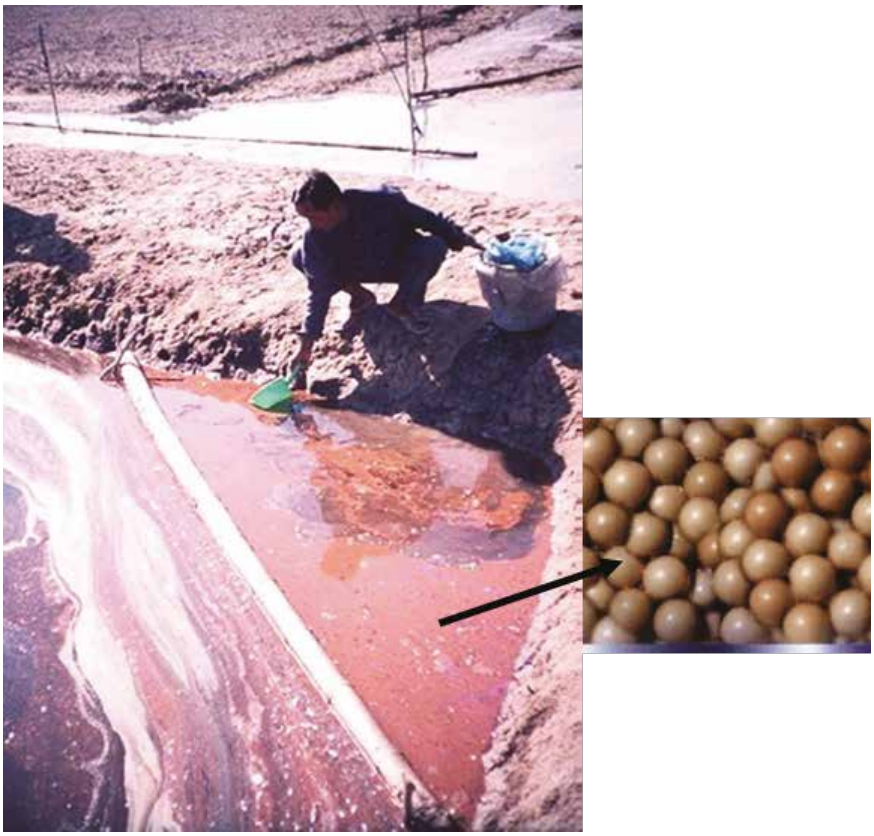
সিস্টসমূহ প্রতিদিন সংগ্রহ করতে হবে এবং পুকুরের পানি ব্যবহার করে সূক্ষ জালের মাধ্যমে পরিষ্কার করতে হবে। সিস্টের বিপাকক্রিয়া বন্ধ করা এবং পানি অপসারনের জন্য সম্পৃক্ত লবণ পানিতে (২৫০-৩০০ গ্রাম/লিটার) সংরক্ষণ করতে হবে। সিস্টের কার্যক্ষমতা বজায় রাখার জন্য সিস্টগুলোকে সম্পৃক্ত লবণ পানিতে কয়েক মাস সংরক্ষণ করা যেতে পারে। সংরক্ষিত সিস্ট হ্যাচারিতে নপলি উৎপাদনের জন্য বা আরও অধিকতর প্রক্রিয়াজাত করা (শুকানো, মোড়কীকরণ) যেতে পারে।

পুকুরে আর্টিমিয়া চাষের সহায়িকা

১. আর্টিমিয়ার জীববিজ্ঞান এবং পরিবেশে বিন্যাস

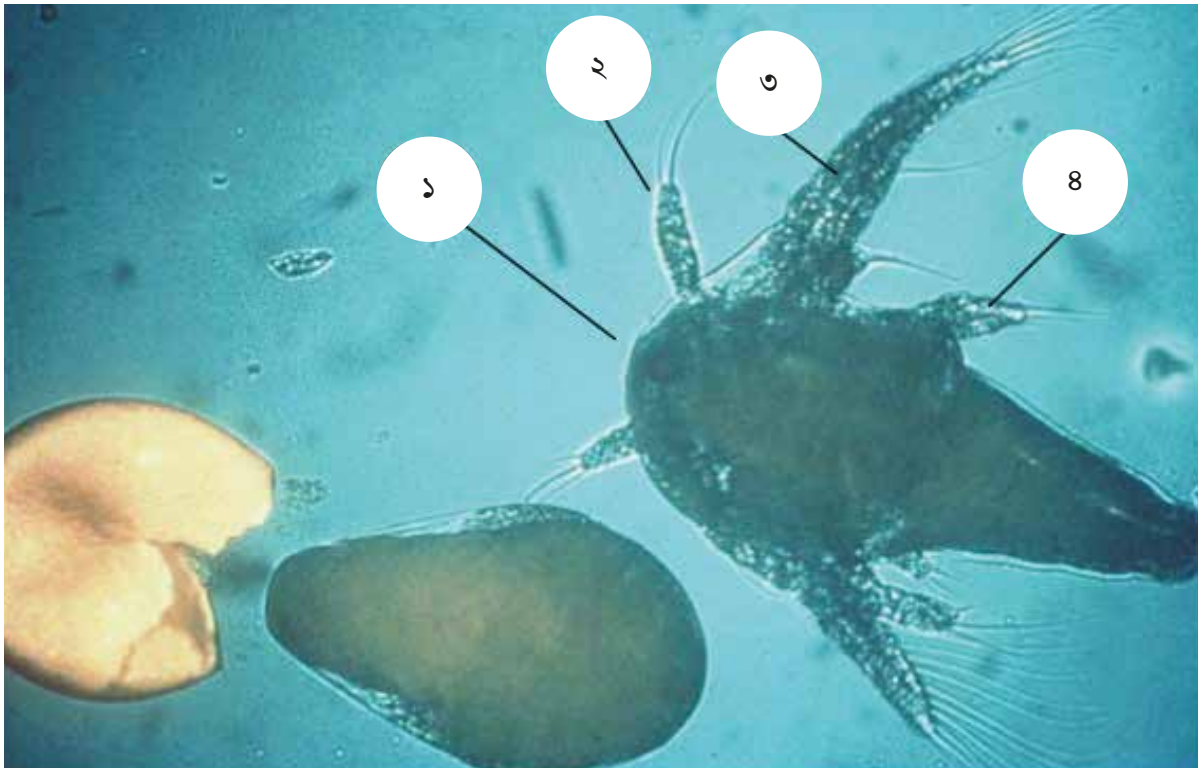
১.১ আর্টিমিয়ার অঙ্গসংস্থানবিদ্যা এবং জীবনচক্র

বছরের নির্দিষ্ট একটা মুহূর্তে প্রাকৃতিক পরিবেশে সামুদ্রিক ব্রাইন চিংড়ি বা আর্টিমিয়া পানির উপরিভাগে ভাসমান সিস্ট তৈরি করে (চিত্র ঃ ১) এবং এটি বাতাস ও ঢেউ দ্বারা উপকূলে চলে আসে। এই সিস্টগুলি বিপাকীয়ভাবে নিষ্ক্রিয় থাকে এবং যতক্ষণ না তাদের পানিশুন্য অবস্থায় রাখা হয় (স্যাচুরেটেড ব্রাইন বা শুকনো অবস্থায়) ততক্ষণ পর্যন্ত তাদের বিকাশ হয় না। সমুদ্রের পানিতে ভিজিয়ে রাখার পরে, উভ-অবতল আকারের সিস্ট পানিযোজন করে এবং গোলাকার ধারন করে এবং খোলসের মধ্যে ভ্রূণটি তার বিপাকীয় ক্রিয়া পুনরায় শুরু করে। ১০ থেকে ২০ ঘন্টা (সিস্টের প্রকরন এবং তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে), পরে সিস্টের খোলসের বহিরাগত কিউটিকুলার আবরণ ফেটে যায় (ব্রেকিং) এবং ভ্রূণটি দৃশ্যমান হয়, তখন ভ্রূণের চারপাশে হ্যাচিং আবরণ দ্বারা ঘেরা থাকে (চিত্র ঃ ২)। যখন ভ্রূণটি খালি খোলসের নিচের দিকে ঝুলে থাকে (ছাতা/আমব্রেলা পর্যায়ে), তখন নপলির বিকাশ সম্পন্ন হয় এবং অল্প সময়ের মধ্যে হ্যাচিং আবরণটি ফেটে যায় (হ্যাচিং) এবং মুক্ত সাতারে সক্ষম নপলি জন্ম নেয় (চিত্র ঃ ৩)।



চিত্র ১ ঃ একটি লবণ উৎপাদনের পুকুর থেকে আর্টিমিয়া সিস্ট আহরণ

চিত্র ২ ঃ ভাঙ্গন পর্যায়ে সিস্ট (১) নপলিয়াসের চোখ



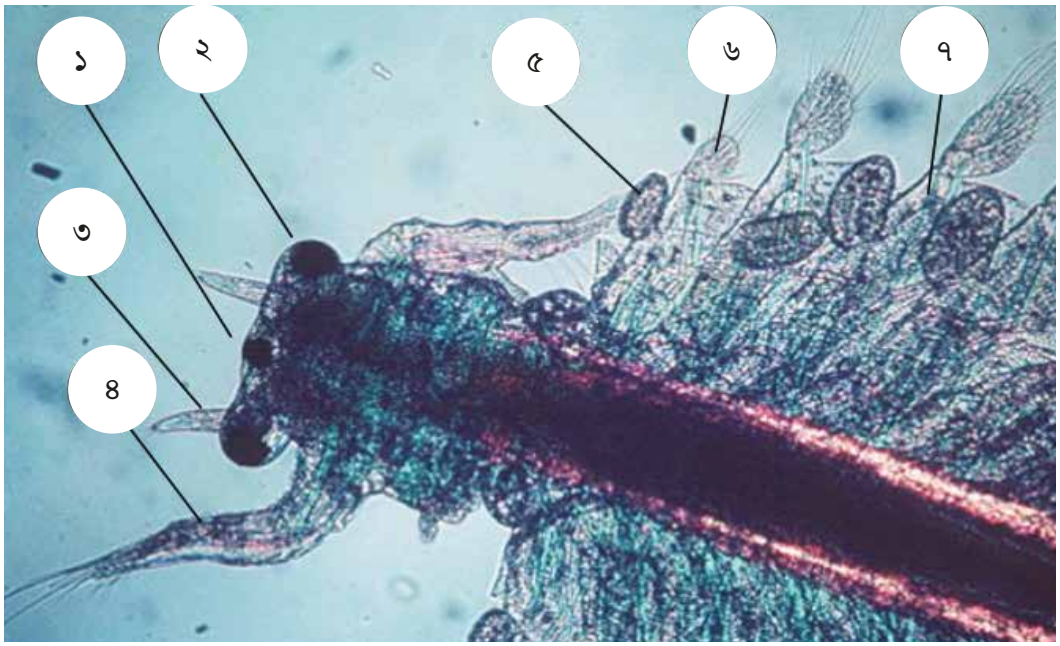
চিত্র ৩ ঃ "ছাতা" পর্যায়ে ভ্রূণ (বামে) এবং ইনস্টার-১ নপলি (ডানে), (১) নপলিয়াস চোখ, (২) অ্যান্টেনুল, (৩) অ্যান্টেনা (৪) গনাটোব্যাসেনসেটা

প্রথম লার্ভা পর্যায়ে (ইনস্টার-১ এর দৈর্ঘ্য ৪০০ থেকে ৫০০ মাইক্রোমিটার) একটি বাদামি-কমলা রং, মাথার দিকে একটি লাল নপলিয়াস চোখ এবং তিন জোড়া উপাঙ্গ থাকে, অর্থাৎ প্রথম অ্যান্টেনা সংবেদনশীল কাজ, দ্বিতীয় অ্যান্টেনা চলনশক্তি + খাদ্য শোষণের কাজ এবং নাটোব্যাসেনসেটা খাদ্য গ্রহণের ক্রিয়াকলাপ করে থাকে। পেটের উপরের দিক একটি বৃহৎ ল্যাব্রাম দ্বারা আচ্ছাদিত থাকে (খাবার গ্রহণ ঃ ফিল্টারিং করে মুখের মধ্যে কণার স্থানান্তর)। ইনস্টার-১ লার্ভা খাদ্য গ্রহণ করে না, কারণ এর পরিপাক ক্রিয়া ব্যবস্থা কার্যকর থাকে না; এটি এর কুসুমে মজুদ পুষ্টি সম্পূর্নরুপে গ্রহণ করে টিকে থাকে।

প্রায় ৬ থেকে ৮ ঘন্টা (প্রকরন এবং তাপমাত্রা নির্ভর) পরে প্রাণিটি দ্বিতীয় লার্ভা পর্যায়ে (ইনস্টার-২) আসে। ১ থেকে ৫০ মিলিমিটার আকারের ছোট খাদ্য কণাগুলি (উদাহরণস্বরুপ ঃ ক্ষুদ্র এলগির কোষ, ব্যাকটিরিয়া, ডেট্রিটাস) ২য় অ্যান্টেনা দ্বারা ফিল্টার করে এবং কার্যকারি পরিপাক নালীতে মুখের মাধ্যমে প্রবেশ করে।

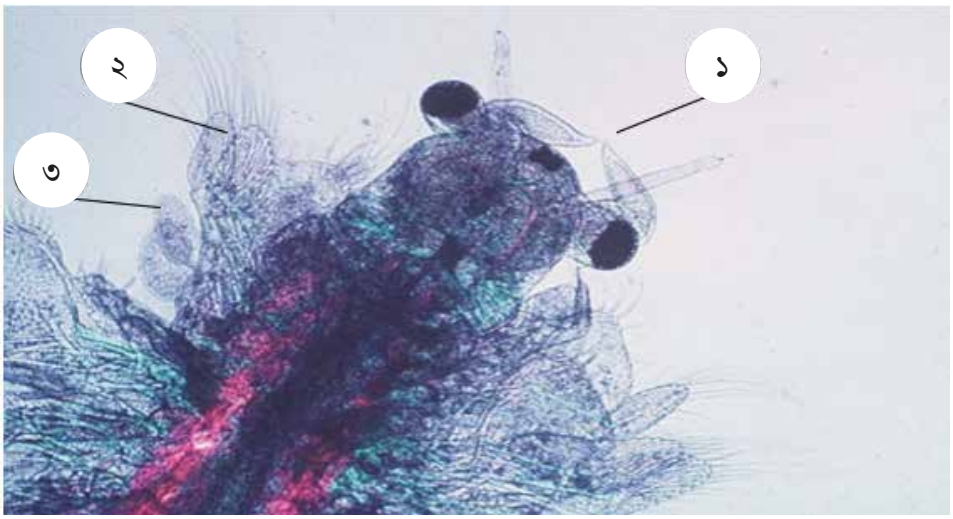
লার্ভা প্রায় ১৫ বার খোলস পরিবর্তনের মাধ্যমে বেড়ে ওঠে এবং পৃথকীকরণ করা যায়। জোড়া লোবুলার উপাঙ্গগুলি ধরে প্রদর্শিত হয় এবং থোরাকোপডে পৃথক হয় (চিত্র ঃ ৪)। নপলির চোখের উভয় দিকে পাশের জটিল চোখ বিকাশ হয় (চিত্র ঃ ৫ এবং ৬)। ইনস্টার-১০ অবস্থা থেকে গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গগুলোর এবং কার্যকরি পরিবর্তনগুলি সংঘটিত হয়। অর্থাৎ অ্যান্টেনা তাদের চলাচলের শক্তি হারায় এবং যৌন পার্থক্য দেখা যায়। পুরুষের মধ্যে (চিত্র ঃ ৬ এবং ৮) অ্যান্টেনাগুলি হুক গ্রাস্পারে পরিণত হয়, যদিও স্ত্রী অ্যান্টেনা সংবেদনশীল উপাঙ্গে (চিত্র ঃ ১১) অধঃপতিত হয়। থোরাকোপোডগুলি তখন তিনটি কার্যকরি অংশে পৃথকীকরণ (চিত্র ঃ ১৩, যথা ঃ টেলোপোডাইটস এবং এন্ডোপোডাইটস চলনশক্তি ও খাদ্য শোষণের কাজ এবং ঝিল্লি এক্সপোডাইটস ফুলকার কাজ করে) করা যায়।

চিত্র ৪ ঃ ইনস্টার-৫ লার্ভা (১) নপলিয়াস চোখ, (২) পার্শ্বীয় জটিল চোখ, (৩) অ্যান্টেনা, (৪) ল্যাব্রাম, (৫) বক্ষবৃদ্ধির ক্ষয়, (৬) পরিপাকতন্ত্র

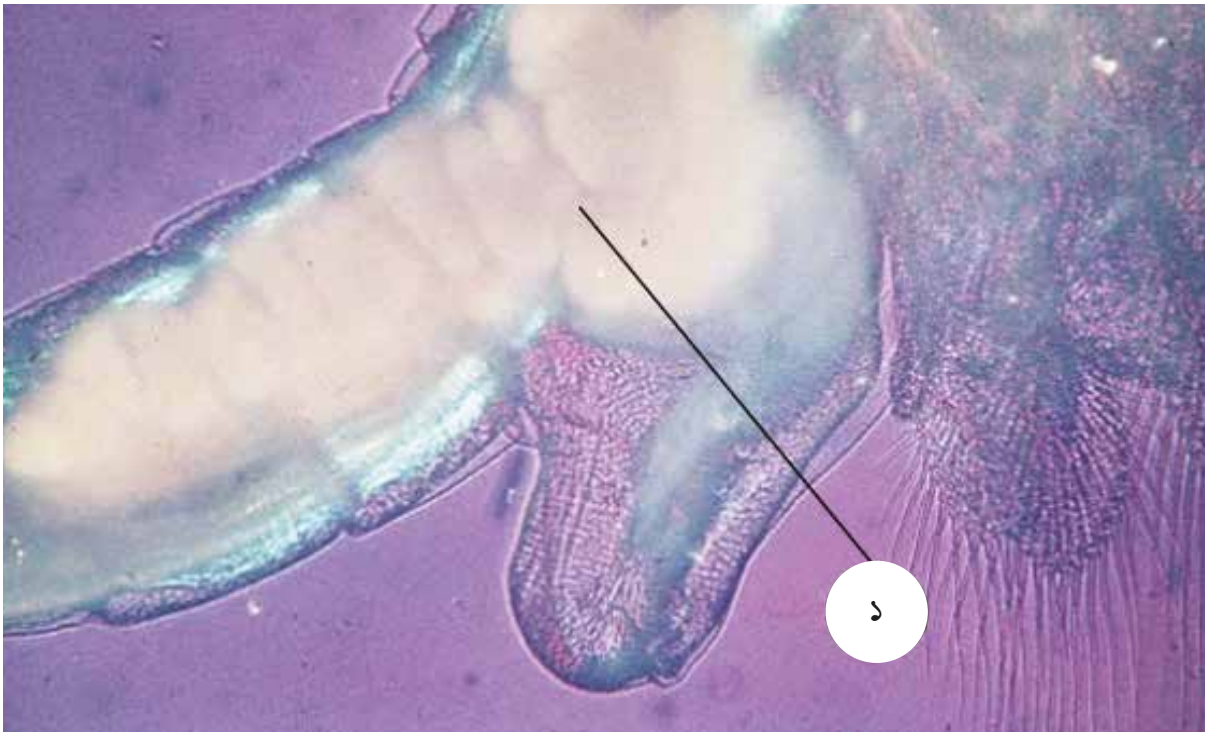


চিত্র ৫ ঃ ইনস্টার-৭ এর মাথা এবং পূর্ববর্তী বক্ষীয় অঞ্চল, (১) নপলিয়াস চোখ, (২) পার্শ্বীয় জটিল চোখ, (৩) অ্যান্টেনুল, (৪) অ্যান্টেনা, (৫) এক্সোপোডাইট, (৬) টেলোপোডাইট, (৭) এন্ডোপোডাইট

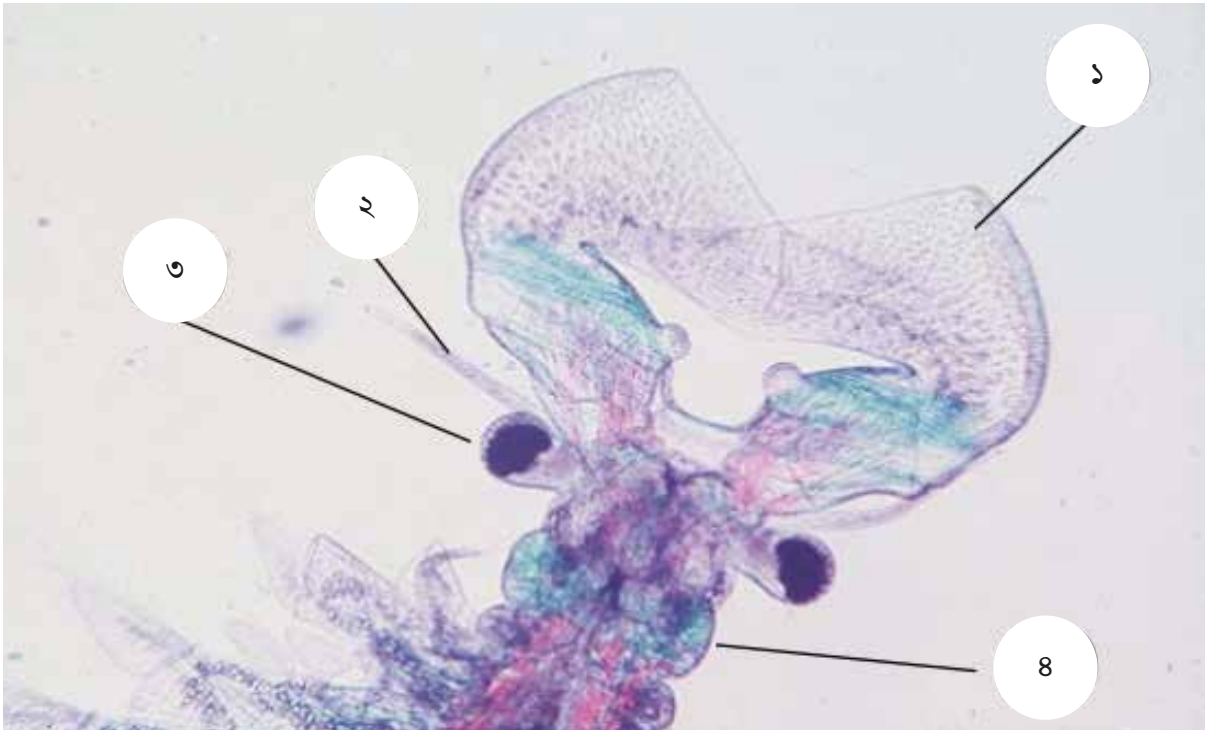
প্রাপ্তবয়স্ক আর্টিমিয়া (±১ সেন্টিমিটার দৈর্ঘ্যের) দুটি বর্ধিত জটিল চোখ, একটি সরল পরিপাকতন্ত্র, সংবেদনশীল অ্যান্টেনুলি এবং ১১ জোড়া ক্রিয়ামূলক বক্ষীয় পদ (চিত্র ঃ ১০ এবং ১১) সহ একটি দীর্ঘায়িত শরীর থাকে। পুরুষের (চিত্র ঃ ১১) ধড়ের অগ্রভাগে একটি জোড়যুক্ত লিঙ্গ রয়েছে (চিত্র ঃ ৯)। স্ত্রী আর্টিমিয়া সহজেই ডিমের থলি বা জরায়ুর মাধ্যমে সনাক্ত করা যায় যা থোরাকোপডগুলির ১১ তম জোড়ার (চিত্র ঃ ৯ এবং ১১) ঠিক পিছনে অবস্থিত। পেটের দুটি টিউবুলার ডিম্বাশয়ে ডিম বিকশিত হয় (চিত্র ঃ ৭)। পরিপক্ক হয়ে গেলে ডিমগুলি গোলাকার হয়ে যায় এবং দুটি ডিম্বাশয় জোড়হীন জরায়ুতে স্থানান্তরিত হয়।



চিত্র ৬ ঃ কিশোর পুরুষের মাথা এবং বক্ষীয় অঞ্চল (১) অ্যান্টেনা, (২) টেলোপোডাইট, (৩) এক্সোপোডাইট



চিত্র ৭ ঃ পিছনের দিকের বক্ষ অঞ্চল, উর্বর স্ত্রী আর্টিমিয়ার পেট এবং জরায়ু
(১) ডিম্বাশয় এবং ডিম্বাশয়ে পরিপক্ক ডিম



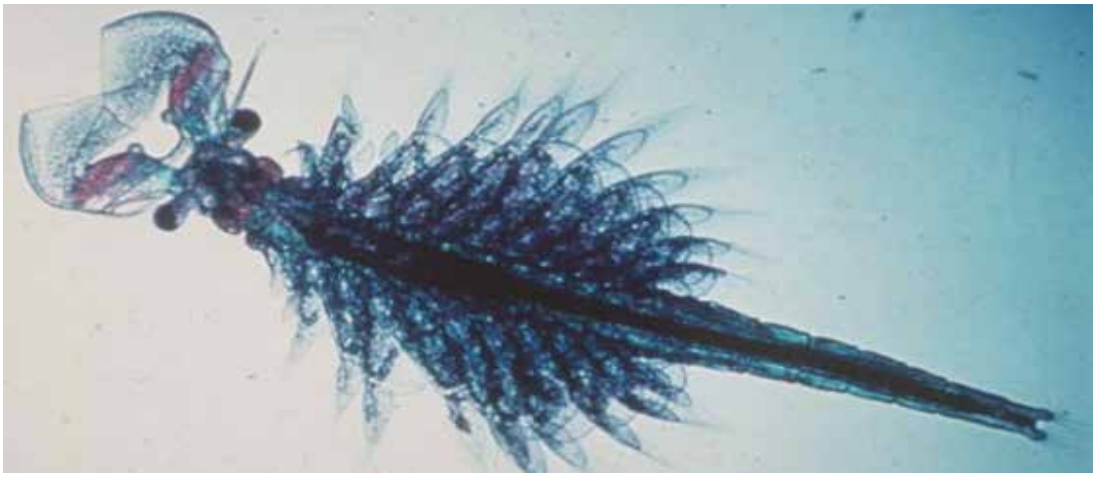
চিত্র ৮ ঃ একটি প্রাপ্তবয়স্ক আর্টিমিয়া পুরুষের মাথা (১) অ্যান্টেনা, (২) অ্যান্টেনুল,
(৩) পার্শ্বীয় জটিল চোখ, (৪) চোয়াল

নিষিক্ত ডিমগুলি, সাধারণত মুক্ত সাতারে সক্ষম নপলিতে (ওভিপ্যারাস প্রজনন; চিত্র ঃ ১২) পরিণত হয়। প্রতিকূল পরিস্থিতিতে (উদাহরণস্বরুপ ঃ উচ্চ লবণাক্ততা, কম মাত্রায় অক্সিজেন) ভ্রূণগুলি কেবল গ্যাস্ট্রোলা পর্যায়ে বিকাশ লাভ করে। তখন এরা একটি ঘন খোলস দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে (জরায়ুতে অবস্থিত বাদামি খোলস গ্রন্থিগুলি দ্বারা আবৃত থাকে), বিপাকীয় ক্রিয়া স্থির বা সুপ্তাবস্থায় প্রবেশ করে (ডায়াপজ) এবং তারপরে স্ত্রী এর মাধ্যমে ওভিপ্যারাস প্রজনন দ্বারা বের হয়ে আসে (চিত্র ঃ ১৪)। নীতিগতভাবে ওভোভিভিপ্যারাস এবং ওভিপ্যারাস প্রজনন উভয়ই সকল আর্টিমিয়া প্রকরনে পাওয়া যায় এবং স্ত্রী দুটি প্রজনন চক্রের মধ্যে এক প্রকার প্রজনন থেকে অন্য প্রকার প্রজননে পরিবর্তন করতে পারে। আর্টিমিয়ার জীবনচক্রের একটি রূপরেখা চিত্র ঃ ১৫ এ দেখানো হয়েছে।

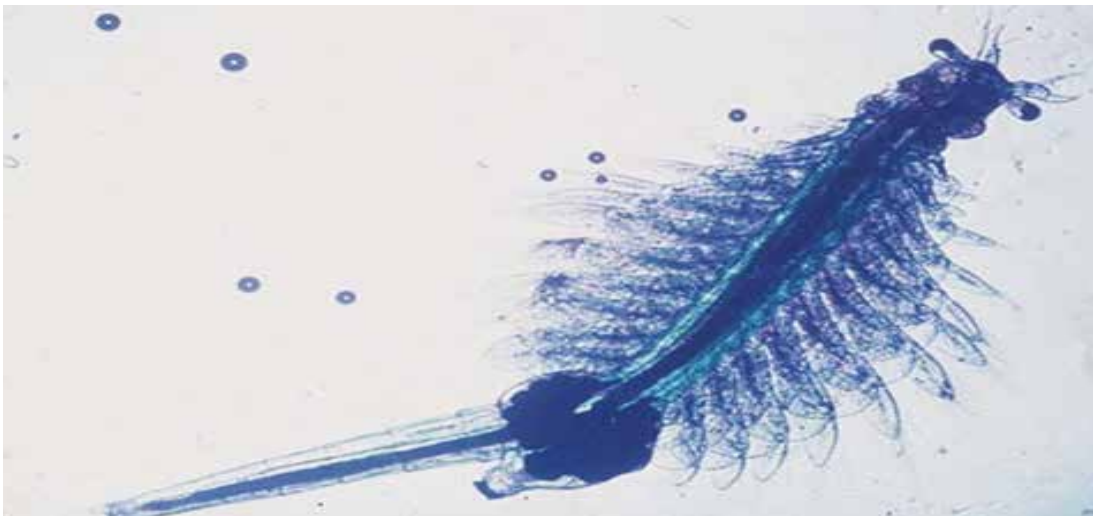
সিস্ট সাধারণত উচ্চ লবণাক্ত পানিতে উপকূল বা পাড়ের দিকে ভেসে আসে এবং সেখানে জমা হয় এবং শুকিয়ে যায়। এই পানিবিয়োজন প্রক্রিয়ার ফলে ডায়পজ সাধারণত নিষ্ক্রিয় হয়; সিস্ট এখন সুপ্ত অবস্থার মধ্যে রয়েছে এবং সর্বোত্তম হ্যাচিং অবস্থায় পানিযোজন হয়ে পুনরায় ভ্রূণের বিকাশ শুরু করে। ডায়পজ প্রক্রিয়া সম্পর্কে আরও তথ্যের জন্য অধ্যায় ২ দেখুন।

অনুকূল পরিস্থিতিতে ব্রাইন চিংড়ি বেশ কয়েক মাস বেঁচে থাকতে পারে, মাত্র ৮ দিনের মধ্যে নপলিয়াস থেকে প্রাপ্তবয়স্ক হয়ে ওঠে এবং প্রতি ৪ দিনে ৩০০ নপলি উৎপাদন করতে পারে।

চিত্র ৯ ঃ জোড়া আর্টিমিয়ার রাইডিং অবস্থান (১) জরায়ু, (২) পুংজননেন্দ্রীয়

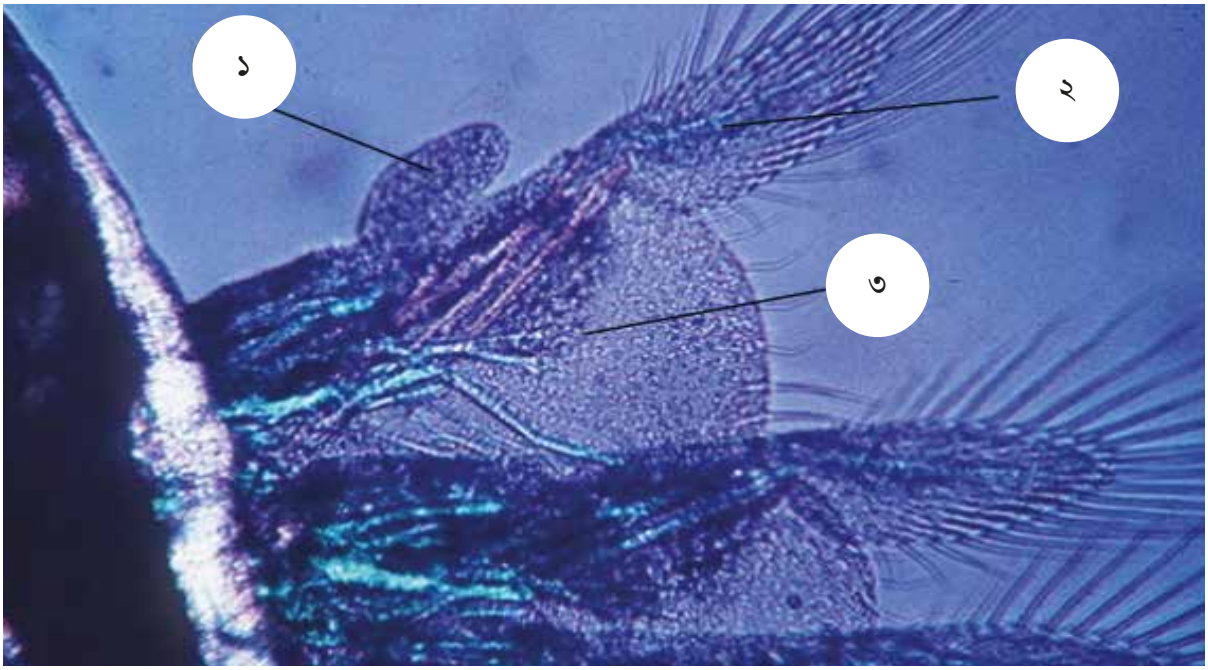


চিত্র ১০ ঃ প্রাপ্তবয়স্ক পুরুষ আর্টিমিয়া



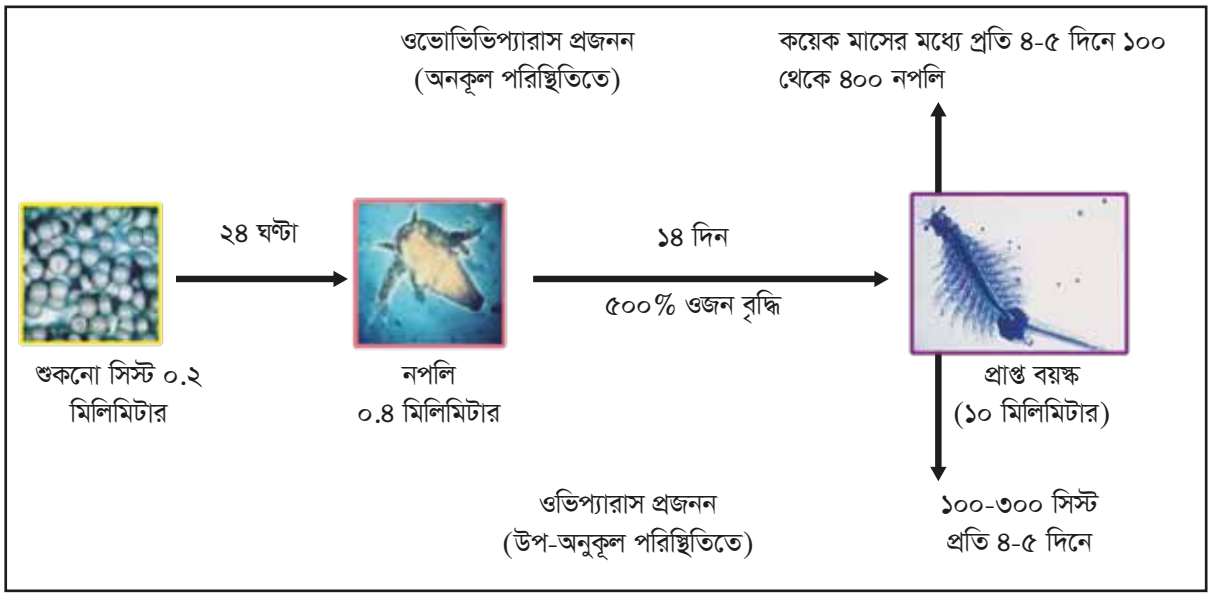
চিত্র ১১ ঃ প্রাপ্তবয়স্ক স্ত্রী আর্টিমিয়া

চিত্র ১২ ঃ নপলিতে ভরা ওভোভিভিপ্যারাস আর্টিমিয়ার জরায়ু
(প্রথম লার্ভা প্রকাশ পাচ্ছে) (১) ডিমে ভর্তি ডিম্বাশয়



চিত্র ১৩ ঃ প্রাপ্তবয়স্ক আর্টিমিয়াতে পূর্ববর্তী থোরাকোপড, (১) এক্সোপোডাইট, (২) টেলোপোডাইট, (৩) এন্ডোপোডাইট

চিত্র ১৪ ঃ সিস্টে ভরা ডিম্বাশয়ের আর্টিমিয়ার জরায়ু, (১) বাদামি খোলস গ্রন্থি (গাঢ় বর্ণ)



চিত্র ১৫ ঃ আর্টিমিয়ার জীবনচক্র

১.২ ইকোসিস্টেম এবং প্রাকৃতিক বিচরণ

আর্টিমিয়া প্রজাতিসমূহ গ্রীষ্মমন্ডলীয়, উষ্ণমণ্ডলীয় ও নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের উপকূলীয় অঞ্চল ও এর পাশাপাশি অভ্যন্তরীণ অঞ্চলে প্রায় ৫০০ প্রাকৃতিক লবণাক্ত হ্রদ এবং মানব-তৈরি লবণ খামারগুলিতে পাওয়া যায় (প্রাকৃতিক আর্টিমিয়া সংখ্যার সাইটের তালিকার জন্য এফএও (FAO) এর লাইভ ফুড ম্যানুয়াল-১৯৯৬ দেখুন)।

আর্টিমিয়ার বিচরণ বিচ্ছিন্নভাবে হয় ঃ সকল অধিক লবণাক্ত বায়োটোপগুলিতেই আর্টিমিয়া প্রজাতি দ্বারা পরিপূর্ণ হয় না। যদিও প্রাকৃতিক সমূদ্রের পানিতে আর্টিমিয়া খুব ভালভাবে প্রস্ফুটিত হয় তবে তারা সমূদ্রের মাধ্যমে এক লবণাক্ত বায়োটোপ থেকে অন্য বায়োটোপে স্থানান্তরিত হয় না, কারণ তারা অন্যান্য ফিল্টার ফিডারের সাথে শিকার এবং প্রতিযোগিতা এড়াতে আর্টিমিয়া শারীরবৃত্তীয় অভিযোজনের অধিক লবণাক্ততা সহ্য করার ক্ষমতার উপর নির্ভর করে। অধিক লবণাক্ততা সহ্য করা, এর শারীরবৃত্তীয় অভিযোজন ক্ষমতা প্রাকৃতিক শিকারের বিরূদ্ধে পরিবেশগতভাবে খুব দক্ষ প্রতিরক্ষা ব্যবস্থা প্রদান করে, যেমন ব্রাইন চিংড়িতে থাকে ঃ

- একটি কার্যকর অভিযোজন পদ্ধতি
- অধিক লবণাক্ততায় কম অক্সিজেন স্তরের সাথে লড়াই করতে খুব দক্ষ শ্বাসযন্ত্রের রঙ্গকের সংশ্লেষণ করার ক্ষমতা রাখে
- সুপ্ত সিস্ট তৈরি করার ক্ষমতা রাখে যখন পরিবেশগত অবস্থার কারণে প্রজাতির বেঁচে থাকার জন্য বিপন্ন হয়ে পরে

সুতরাং আর্টিমিয়া কেবলমাত্র লবণাক্ততায় পাওয়া যায় যেখানে এর শিকারী বাঁচতে পারে না (> ৭০ গ্রাম/লিটার)। চরম শারীরবৃত্তীয় চাপের ফলে আর্টিমিয়া সোডিয়াম ক্লোরাইডের সম্পৃক্ততার কাছাকাছি লবণাক্ততায় মারা যায়, অর্থাৎ ২৫০ গ্রাম/লিটার এবং তারও বেশি। বিভিন্ন ভৌগলিক প্রকরনগুলির তাপমাত্রা (৬-৩৫ ডিগ্রি সেলসিয়াস), লবণাক্ততা এবং বায়োটোপের আয়নিক গঠনের ব্যাপকভাবে ওঠানামা অবস্থার সাথে মানিয়ে নিয়েছে। থ্যালাসোহ্যালাইন পানিসমূহ হলো ঘনীভূত সমূদ্রের পানি যাতে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) প্রধান লবণ হিসাবে থাকে।

উপকূলীয় আর্টিমিয়া আবাসস্থলগুলির মধ্যে বেশিরভাগ অংশই তৈরি করে যেখানে লবণ প্যানগুলিতে সমুদ্রের পানি বাষ্পীভবনের মাধ্যমে ব্রাইন গঠিত হয়। অন্যান্য থ্যালাসোহ্যালাইন আবাসস্থলগুলি অভ্যন্তরীণ অঞ্চলে অবস্থিত, যেমন আমেরিকার উতাহের গ্রেট সল্ট লেক। আ-থ্যালাসোহ্যালাইন আর্টিমিয়া বায়োটোপগুলি অভ্যন্তরীণ স্থানে অবস্থিত এবং একটি আয়নিক যৌগ রয়েছে যা প্রাকৃতিক সমুদ্রের পানির চেয়ে অনেক বেশি পৃথক থাকে ঃ সেখানে সালফেট পানি (উদাহরন ঃ চ্যাপলিন লেক, সাসকাচোয়ান, কানাডা), কার্বনেট পানি (উদাহরন ঃ মনো মনো হ্রদ, ক্যালিফোর্নিয়া, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র), এবং পটাসিয়াম সমৃদ্ধ পানি (যেমন ঃ মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের নেব্রাস্কায় বেশ কয়েকটি হ্রদ)।

আর্টিমিয়া হলো জৈব ডেট্রিটাস (বায়োফ্লোকস), ক্ষুদ্রাকৃতির এলগি, পাশাপাশি ব্যাকটেরিয়ার একটি অ-নির্বাচনী ফিল্টার ফিডার। আর্টিমিয়া বায়োটোপগুলি খুব সাধারণ ক্রান্তীয় কাঠামো এবং কম বৈচিত্র্যময় প্রজাতি দেখা যায়; শিকারী এবং খাদ্য প্রতিযোগীদের অনুপস্থিতিতে আর্টিমিয়া একক চাষের জন্য উপযুক্ত হয়। যেহেতু অধিক লবণাক্ততা আর্টিমিয়ার উপস্থিতি নির্ধারণ করার একটি সাধারণ বৈশিষ্ট্য, তাই অন্যান্য পরামিতিগুলির (তাপমাত্রা, প্রাথমিক খাদ্য উৎপাদন ইত্যাদি) প্রভাব আর্টিমিয়ার সংখ্যার ঘনত্বের উপর প্রভাব ফেলতে পারে এবং শেষ পর্যন্ত প্রজাতির অস্থায়ী অনুপস্থিতির কারণ হতে পারে।

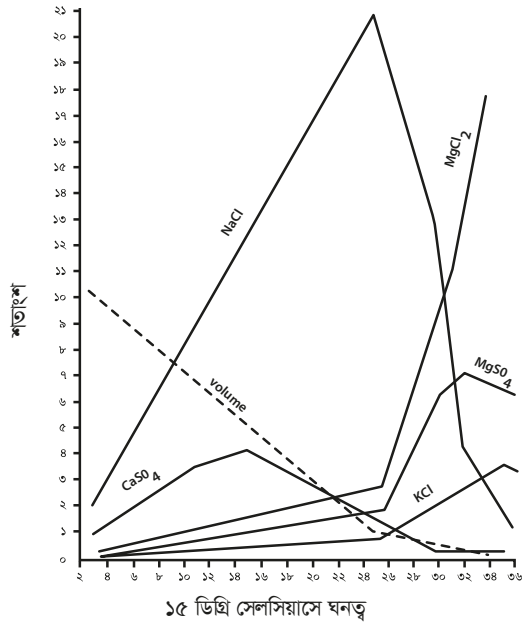
যেহেতু আর্টিমিয়া সক্রিয় বিচ্ছুরণে করতে পারে না, প্রাকৃতিক বিচ্ছুরণের বাহক হিসেবে বাতাস এবং জলচর পাখি (বিশেষত ফ্লেমিংগো) সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ; ফলে ভাসমান সিস্টগুলি পালকের সাথে লেগে থাকে এবং যখন খাওয়া হয় তখন তারা পাখির হজমে অন্তত দু'দিন ধরে অক্ষত থাকে। ফলে স্থানান্তরিত করা পাখির অনুপস্থিতি, আর্টিমিয়ার জন্য কিছু অঞ্চলে (উদাহরণস্বরুপ ঃ ব্রাজিলের উত্তর-পূর্ব উপকূল বরাবর স্যালিনাস) উপযুক্ত হওয়া সত্বেও প্রাকৃতিকভাবেই আর্টিমিয়ার বাসস্থান হয়নি।

সিস্টের প্রাকৃতিক বিচ্ছুরণের পরে, মানুষের মাধ্যমে সৌর লবণের খামারে ইচ্ছাকৃতভাবে আর্টিমিয়া মজুদ করা অতীতে একটি সাধারণ চর্চা ছিল। সত্তরের দশক থেকে দক্ষিণ আমেরিকার এবং অস্ট্রেলিয়ার লবণের উৎপাদন উন্নতির জন্য বা মৎস্য চাষের উদ্দেশ্যে আর্টিমিয়া প্রয়োগ করা হয়েছিল। অতিরিক্তভাবে, গ্রীষ্মমন্ডলীয় অঞ্চলে একটি পৃথক বর্ষা এবং শুকনো মৌসুমে, (বর্ষার জলবায়ু) মৌসুমী লবণ খামারগুলিতে ক্ষণস্থায়ী আর্টিমিয়া চাষ চালু হয়েছিল (উদাহরণস্বরুপ ঃ দক্ষিণ এশিয়াতে ফিলিপাইন, থাইল্যান্ড, ভিয়েতনাম, মায়ানমার, ভারত, কম্বোডিয়া)।

সৌর লবণের খামারে বেশ কয়েকটি আন্তসংযুক্ত বাষ্পীভবন পুকুর এবং লবণের দানা বাঁধার ক্ষেত্র রয়েছে। এই লবণের খামারে, জলাশয়ের পানির গভীরতা ০.৫-১.৫ মিটার সহ এর আকার কয়েক হেক্টর থেকে কয়েকশ হেক্টরের হতে পারে।

সমুদ্রের পানি প্রথম পুকুরের মধ্যে পাম্প করা হয় এবং ক্রমাগত বাষ্পীভবন পুকুরের মধ্য দিয়ে মাধ্যাকর্ষণ শক্তি দ্বারা প্রবাহিত হয়। পুকুর ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে স্থানান্তর করার সময় বাষ্পীভবনের ফলে লবণাক্ততার মাত্রা ধীরে ধীরে বাড়তে থাকে। লবনাক্ততা বাড়ার সাথে সাথে কম দ্রবণীয়তার কার্বনেটস এবং সালফেটস লবণগুলি অধঃক্ষিপ্ত হয় (চিত্র ঃ ১৬)। যখন সমুদ্রের পানির মূল পরিমাণের দশ ভাগের এক ভাগ বাষ্পীভূত হয়, তখন প্রধান ব্রাইন স্ফটিকগুলিতে পাম্প করা হয় যেখানে সোডিয়াম ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।

সমস্ত সোডিয়াম ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হওয়ার আগে, মূল দ্রবণ, যা এখন তিতা বলা হয়, তা ফেলে দিতে হবে। অন্যথায় জমাকৃত সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl), ম্যাগনেসিয়ামক্লোরাইড (MgCl), ম্যাগনেসিয়াম সালফেট ($MgSO_4$) এবং পটাসিয়াম ক্লোরাইড (KCl) দূষিত হবে যা উচ্চ লবনাক্ততায় অধঃক্ষিপ্ত করতে শুরু করে। এইভাবে ভিন্ন পুকুরের মধ্যে লবণ উৎপাদনের প্রক্রিয়া লবণের কার্যকরি দানা বাঁধার সাথে জড়িত।



চিত্র ১৬ ঃ অধঃক্ষিপ্ত লবণের সাথে পানির লবণাক্ততার সম্পর্ক

ব্রাইন চিংড়ি প্রধানত মধ্যবর্তী লবণাক্ততার স্তরের পুকুরে পাওয়া যায় (চিত্র ঃ ১৭)। যেহেতু আর্টিমিয়ার শিকারীদের বিরুদ্ধে কোন প্রতিরক্ষা ব্যবস্থা নেই, সেহেতু আর্টিমিয়া অন্যান্য সম্ভাব্য শিকারীদের সহ্য করা যায় এমন সর্বোচ্চ লবণাক্ততা সহনশীল স্তরে (সর্বনিম্ন ৮০ গ্রাম/লিটার, সর্বোচ্চ ১৪০ গ্রাম/লিটার) পাওয়া যায়। ২৫০ গ্রাম/লিটার এর পরে শিকারী প্রাণির ঘনত্ব হ্রাস পায়। যদিও অনন্য জীবিত প্রাণি অধিক লবণাক্ততায় পাওয়া যায়, তবুও বাড়তি অভিস্রবনের প্রয়োজন, অধিক শক্তির ইনপুট প্রয়োজন, নেতিবাচকভাবে বৃদ্ধি এবং প্রজননকে প্রভাবিত করে, অবশেষে অনাহার এবং মৃত্যুর দিকে পরিচালিত করে। সিস্টগুলি মধ্যবর্তী এবং উচ্চ লবণাক্ততার (৮০ গ্রাম/লিটার থেকে ২৫০ গ্রাম/লিটার) পুকুরে উৎপাদিত হয়।

আর্টিমিয়া প্রজাতির ঘনত্ব খাদ্যের সহজলভ্যতা, তাপমাত্রা এবং লবণাক্ততার উপর নির্ভর করে। পানি উত্তোলনের সহজলভ্যতা এবং পানি ঢোকানোর খালগুলি খনিজ পদার্থ ও লবণ পরিশোষণে সহায়তা করে। কখনও কখনও সার প্রয়োগের ফলে উৎপাদন আরও বাড়তে পারে। এখনও, প্রাণির সংখ্যা এবং প্রতি হেক্টর উৎপাদন কম হয়।

তাছাড়া লবণের পুকুরে স্থায়ী অবস্থার কারণে (লবণাক্ততার স্থিতি অবস্থা, অক্সিজেনের সীমিত ওঠানামার কারণে এলগির ঘনত্ব কম হওয়ায়, ইত্যাদি) দেখা যায় প্রায়ই স্থিতিশীল জনসংখ্যা নিশ্চিত করে যার মধ্যে ওভোভিভিপ্যারাস প্রজনন পদ্ধতি প্রাধান্য পায়। এই লবণের ক্ষেত্রগুলিতে ওভোভিভিপ্যারাস স্ত্রীদের নির্দিষ্ট সুবিধা হলো, স্থিতিশীল বায়োটোপের জন্য সিস্টের উৎপাদন কমে যাওয়া সম্পর্কেও ধারনা দেয় (উদাহরন ঃ উত্তর-পর্ব ব্রাজিলের লবণ খামার)।

লবণের খামারগুলিতে শুধুমাত্র আর্টিমিয়াকে একক মূল্যবান উপজাত হিসাবে বিবেচনা করা উচিত নয়। ব্রাইন চিংড়ির উপস্থিতি লবণের মানের পাশাপাশি পরিমাণকেও প্রভাবিত করে। বাষ্পীভবনের সাথে খনিজ পদার্থের ঘনত্ব বৃদ্ধির কারণে লবণের খামারে এলগির অধিক উৎপাদন সাধারণভাবে পরিলক্ষিত হয়।

কম লবণাক্ত পুকুরে এলগির উপস্থিতি উপকারী, কারণ তারা পানিকে রঙ্গিন করে এবং একইভাবে সৌর তাপ শোষণকে বাড়িয়ে তোলে, ফলে দ্রুত বাষ্পীভবন ঘটে। অধিক লবণাক্ততায় প্রচুর পরিমাণে এলগি থাকলে, আরও নির্দিষ্টভাবে

তাদের দ্রবীভূত জৈবিক বর্জ্য এবং পচনে সান্দ্রতা বৃদ্ধিতে জিপসামের শুরুর দিকের অধঃক্ষেপণ রোধ করে। এক্ষেত্রে জিপসাম, সোডিয়াম ক্লোরাইডের সাথে স্ফটিকগুলিতে দেরীতে অধঃক্ষিপ্ত হয়, লবণকে দূষিত করে ফলে লবণের গুণগতমান হ্রাস পায়।

তদুপরি, জমে যাওয়া মৃত এলগি যা অক্সিডাইজড (জারিত) হয়ে কালো হয়ে যায় তা লবণকে দূষিত করতে পারে এবং ছোট লবণের দানা তৈরির কারণ হতে পারে। চরম পরিস্থিতিতে পানির সান্দ্রতা এমনকি এত বেশি হয়ে যেতে পারে যে লবণের অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণরূপে বাধা পায় এবং লবণ দানা গুলো পানির উপরে ভেসে থাকে।

আর্টিমিয়ার উপস্থিতি কেবলমাত্র এলগির অধিক ঘনত্ব নিয়ন্ত্রণের জন্যই প্রয়োজনীয় নয়, আর্টিমিয়ার বিপাকীয় বর্জ্য এবং/বা প্রাণির বর্জ্য পুকুরে হ্যালোফিলিক ব্যাকটেরিয়া, হ্যালোব্যাকটেরিয়ামের *(Halobacterium)* বিকাশের জন্য একটি উপযুক্ত স্তর। অধিক ঘনত্বের হ্যালোফিলিক ব্যাকটেরিয়াগুলি পানিতে ওয়াইন রেড রং এ পরিণত করে, তাপ শোষণ বর্ধিত করে বাষ্পীভবনকে ত্বরান্বিত করে, তবে একই সাথে দ্রবীভূত জৈব পদার্থের ঘনত্বকে হ্রাস করে। ফলস্বরূপ এটি কম সান্দ্রতা স্তরের দিকে নিয়ে যায়, বৃহত্তর লবণের স্ফটিক/দানা বাধতে সহায়তা করে, এইভাবে লবণের মান উন্নত করে।
সুতরাং, যেখানে প্রাকৃতিকভাবে আর্টিমিয়া প্রজাতি অনুপস্থিত, সেখানে লবণের খামারগুলিতে ব্রাইন চিংড়ি প্রজাতির চাষ প্রবর্তন এবং ব্যবস্থাপনা করা লাভজনক, এমন স্থানেও যেখানে আর্টিমিয়া বায়োমাস এবং সিস্টের ফলন তুলনামূলকভাবে কম হয়। বেশিরভাগ লবণের খামারগুলিতে প্রাকৃতিক আর্টিমিয়া প্রজাতির উপস্থিতে রয়েছে। তবে কিছু কিছু ক্ষেত্রে আর্টিমিয়াকে লবণের উৎপাদন বাড়ানোর জন্য নতুনভাবে মজুদ করতে হয়।

বছরে ৩৫০০ মেট্রিক টন শুষ্ক আর্টিমিয়া সিস্ট বিশ্বব্যাপী বাজারজাত করা হয়। এগুলি উত্তর আমেরিকার প্রাকৃতিক উৎস (গ্রেট সল্ট লেক, উতাহ-ইউএসএ), দক্ষিণ আমেরিকা (ব্রাজিলের উপকূলীয় লবণের খামারসমূহ), মধ্য এশিয়া (সাইবেরিয়া-রাশিয়া, কাজাখস্তান, উজবেকিস্তান এবং চীনের অসংখ্য লবণের হ্রদ) এবং চীনের উপকূলীয় বোহাই বে সৌর লবণ এলাকা থেকে সংগ্রহ করা হয়।

চিত্র ১৭ ঃ সৌর লবণের খামারে আর্টিমিয়ার উৎপাদনের রূপরেখা

১.৩ শ্রেণীবিন্যাস

পর্ব ঃ আর্থ্রোপোডা *(Arthropoda)*
ক্লাস ঃ ক্রাস্টেসিয়া *(Crustacea)*
সাবক্লাস ঃ ব্রাঞ্চিওপোডা *(Branchiopoda)*
অর্ডার ঃ আনস্ট্রাকা *(Anostraca)*
পরিবার ঃ আর্টিমিডে *(Artemiidae)*
বংশ ঃ আর্টিমিয়া *(Artemia)*
প্রজাতি ঃ এ. ফ্রেঞ্চিস্কানা (*A. franciscana*), এ. গ্র্যাসিলিস (*A. gracilis*), এ. মনিকা (*A. monica*), এ. পার্থেনোজেনেটিকা (*A. parthenogenetica*), এ. পার্সিমিলিস (*A. persimilis*), এ. স্যালিনা (A. salina), এ. সিনিকা (A. sinica), এ. টিবেটিয়ানা (*A. tibetiana*), এ. তিউনিসিয়ানা (*A. tunisiana*), এ. উর্মিয়ানা (*A. urmiana*)
প্রজনন বিচ্ছিন্নতার মানদন্ড দ্বারা আর্টিমিয়া প্রজাতিটি একটি জটিল সহোদর প্রজাতি এবং সুপার প্রজাতি হিসেবে নির্ধারিত করা যায়। পূর্ববর্তী শ্রেণীবিন্যাসকারীরা বিভিন্ন তাপমাত্রা এবং লবণাক্ততা থেকে সংগৃহীত আর্টিমিয়াকে বিভিন্ন আকারের ভিত্তিতে প্রজাতির নাম নির্ধারণ করেছিলেন।

পরবর্তীতে, নামগুলির অবিচ্ছিন্নতা করে এবং সমস্ত ব্রাইন চিংড়িকে আর্টিমিয়া স্যালিনা লিনিয়াস ১৭৫৮ হিসাবে উল্লেখ করা হয়। কিছ লেখক বর্তমানে অনুশীলন করছে। সাধারণত, প্রজননমূলকভাবে বিচ্ছিন্ন প্রজাতিসমূহের গুচ্ছভাবে বিভিন্ন নাম নির্ধারিত হয় ঃ

- এ. সালিনা লিনিয়াস ১৭৫৮ ঃ লিমিংটন, ইংল্যান্ড (বর্তমানে বিলুপ্ত), ভূমধ্যসাগর অঞ্চল।
- এ. তিউনিসিয়ানা বোভেন এবং স্টার্লিং ১৯৭৮ (এ সালিনার সমার্থক শব্দ)
- এ. পার্থেনোজেনেটিকাব্যারিগোজি ১৯৭৪, বোভেন এবং স্টার্লিং ১৯৭৮: ইউরোপ, আফ্রিকা, এশিয়া, অস্ট্রেলিয়া
- এ. উমিয়ানা গুন্থার ১৯৯০ ঃ ইরান
- এ. সিনিকা ইয়ানেং ১৯৮৯ ঃ মধ্য ও পূর্ব চীন
- এ. পার্সিমিলিস পিকিনেল্লি এবং প্রসডোসিমি ১৯৬৮ ঃ আর্জেন্টিনা এবং চিলি
- এ. ফ্রান্সিসকানা সুপারস্পেসিজ ঃ আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্র, ক্যারিবিয়ান এবং প্রশান্ত মহাসাগরীয় দ্বীপপুঞ্জ সহ প্রজননমূলকভাবে প্রকৃতিতে বিচ্ছিন্ন যেমন এ (ফ্রান্সিসকানা) মনিকার ভেরিল ১৮৬৯ ঃ মনো লেক, ক্যালিফোর্নিয়া
- আর্টিমিয়া এসপি. পিলা এবং বিয়ারডমোর ১৯৯৪ ঃ কাজাখস্তান

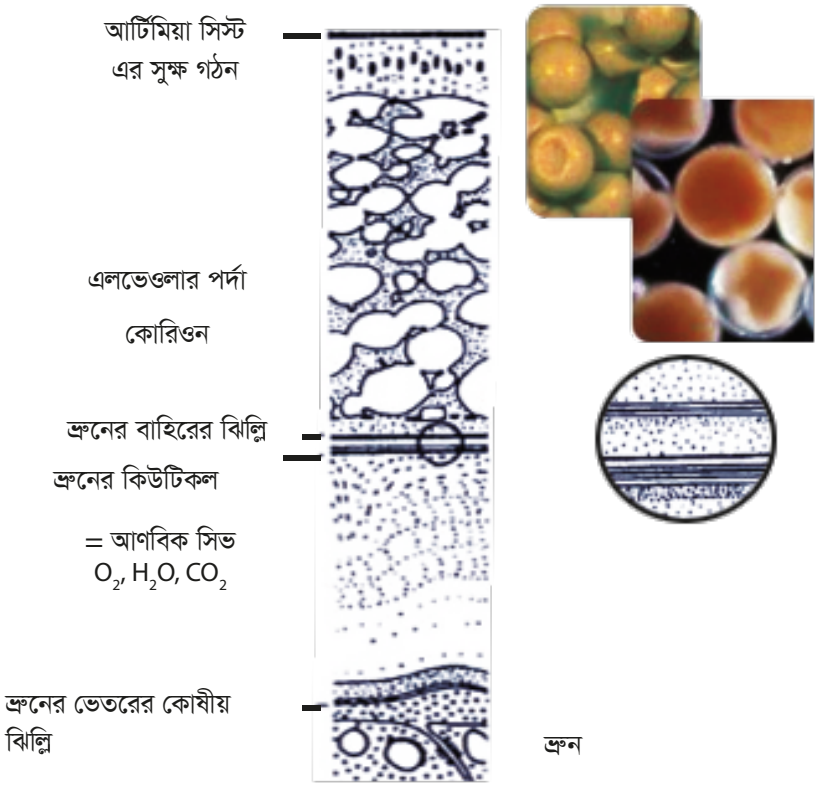
একই লবণাক্ত পরিবেশে দুটি প্রজাতির সহাবস্থান সম্ভব ঃ পার্থেনোজেনেটিক এবং জাইগোজেনেটিকের প্রজাতির মিশ্রণ ভূমধ্যসাগরীয় লবণাক্ত পানিতে পাওয়া গেছে। এছাড়াও, বাণিজ্যিকভাবে মৎস্য চাষের জন্য আমদানি করা সিস্ট দিয়ে লবণ খামারগুলিতে চাষ করার উদ্যোগ গ্রহণ করা হয়েছে; গত ২০ বছরে এ. ফ্রান্সিস্কানার *(A. franciscana)* পুরো এশিয়া, অস্ট্রেলিয়া এবং দক্ষিণ আমেরিকা অঞ্চলে চাষ কার্যক্রম চালু হয়েছে। বিজ্ঞানীদের আর্টিমিয়ার প্রজাতি নাম সনাক্ত করতে তাদের পর্যাপ্ত জৈব রাসায়নিক, কোষের কলাতত্ত্ব বা বাহ্যিক বৈশিষ্টের দিকে খেয়াল রাখতে হবে।

বিশ্বব্যাপী বিভিন্ন বিচ্ছিন্ন আবাসস্থলে ব্রাইন চিংড়ির বিচরণ, যারা সবাই তার নিজস্ব পরিবেশগত অবস্থার দ্বারা বৈশিষ্ট্যযুক্ত, তদুপরি বহু ভৌগলিক প্রকরনের অস্তিত্বের ফলস্বরূপ, জিনগতভাবে বিভিন্ন জনসংখ্যা মধ্যে একই সহোদর প্রজাতির; বিশেষত পার্থেনোজেনেটিক আর্টিমিয়ার ডিআই, ট্রাই, টেট্র্যাড্যা পেন্টাপ্লয়েড জনসংখ্যা একটি বিস্তৃত জিনোটাইপিক

ভিন্নতা প্রদর্শন করে। এই প্রকরনগুলির মধ্যে জিনগত পরিবর্তনশীলতার পাশাপাশি বিভিন্ন পরিমাণগত বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে একটি অনন্য বৈচিত্র্য লক্ষ্য করা গেছে। এর কয়েকটি বৈশিষ্ট্য (অর্থাৎ সদ্য ফোটা নপলির পুষ্টি মান) বাহ্যিক এবং তা বছরের পর বছর বা মৌসুমের পর মৌসুম পরিবর্তিত হয়। তবে (অর্থাৎ সিস্টের ব্যাস, বৃদ্ধির হার, উচ্চ তাপমাত্রার প্রতিরোধের) প্রকরন তুলনামূলকভাবে স্থিতি অবস্থায় থাকে (যেমন ঃ স্থানীয়ভাবে স্ট্রেনের দীর্ঘমেয়াদী অভিযোজনের ফলে তারা জিনোটাইপিকাল হয়েছে)। প্রকরন-নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে আরও তথ্যের জন্য এফএও লাইভ ফুড ম্যানয়াল ১৯৯৬- অধ্যায় ৪.১.২. দেখুন)।

২. হ্যাচিং প্রক্রিয়ায় সিস্টের জীবত্ত্ব এবং শারীরবৃত্তী

আর্টিমিয়া সিস্টের গঠনের (আল্ট্রা স্ট্রাকচার) একটি চিত্র ঃ ১৮ এ দেওয়া হয়েছে।



চিত্র ১৮ ঃ একটি আর্টিমিয়া সিস্টের গঠনের (আল্ট্রা স্ট্রাকচার) চিত্র

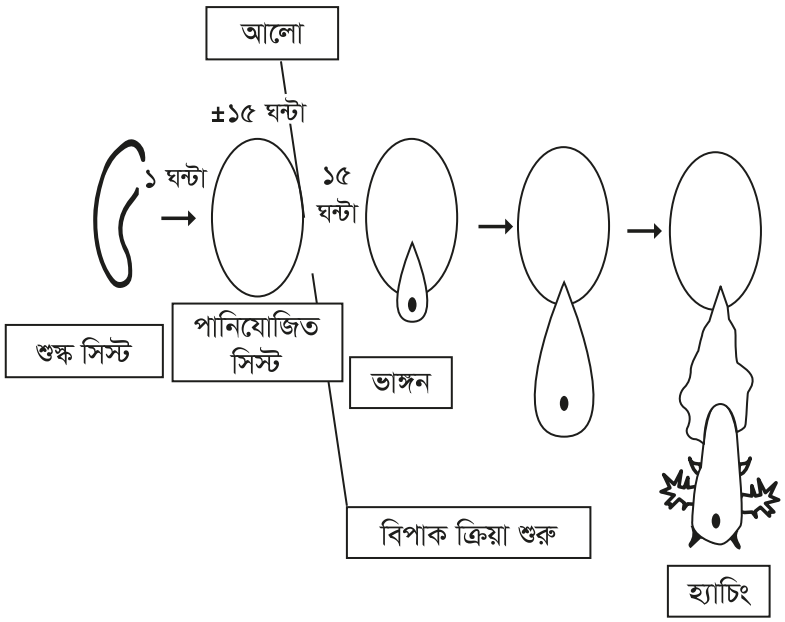
সিস্টের খোলসটি তিনটি স্তর দ্বারা গঠিত ঃ

- অ্যালভিওলার স্তর ঃ চর্বি-আমিষ সমন্বিত একটি শক্ত স্তর যা কাইটিন এবং হেমাটিন দ্বারা সম্পৃক্ত; হেমাটিনের ঘনত্ব খোলসের বর্ণ নির্ধারণ করে, যেমন ঃ ফ্যাকাশে থেকে গাঢ় বাদামি পর্যন্ত। এই স্তরের প্রধান কাজটি হল যান্ত্রিক ব্যাঘাত এবং অতিবেগুনি বিকিরণের বিরূদ্ধে ভ্রূণকে সুরক্ষা দেওয়া। এই স্তরটি হাইপোক্লোরাইট (সিস্টের খোলসমুক্তকরণ, পরিশিষ্ট-৩ দেখুন) দিয়ে জারণের মাধ্যমে সম্পূর্ণরূপে দূর (দ্রবীভূত) করা যায়।
- বহির্মুখী চর্কাকার ঝিল্লি ঃ কার্বন-ডাই-অক্সাইড অণু থেকে বড় অণুগুলোর ভ্রূণে অনুপ্রবেশ থেকে রক্ষা করে (খুব বিশেষ ছাকনিকার্য সম্পন্ন বহুস্তর ঝিল্লি; আণবিক চালনি হিসাবে কাজ করে)।
- ভ্রূণীয় বহিঃত্বক ঃ স্বচ্ছ এবং অত্যন্ত স্থিতিস্থাপক স্তরটি ভ্রূণ থেকে অভ্যন্তরীণ ত্বকীয় ঝিল্লি দ্বারা পৃথক করা থাকে (হ্যাচিং পরিস্ফুটনকালে হ্যাচিং ঝিল্লিতে বিকাশ ঘটে)।

সিস্টের ভ্রূণটি একটি অবিচ্ছেদ্য গ্যাস্ট্রোলা যা ১০% এর নিচে পানির স্তরে অবিপাকীয় এবং এটি তার কার্যক্ষমতা হারানো ছাড়াই দীর্ঘকাল ধরে সংরক্ষণ করা যেতে পারে। যখন সিস্টগুলি ১০% (বিপাকীয় ক্রিয়াকলাপের চেয়ে বেশি) পানির স্তরে সংরক্ষণ করা হয় এবং যখন অক্সিজেনের সংস্পর্শে আসে তখন সিস্টের কার্যকরিতা প্রভাবিত হয় ; অর্থাৎ অক্সিজেন উপস্থিতিতে মহাজাগতিক বিকিরণে মুক্তমৌল (ফ্রি র‍্যাডিকালগুলির) গঠিত হয় যা অবিপাকীয় আর্টিমিয়া

সিস্টগুলিতে নির্দিষ্ট এনজাইমেটিক পদ্ধতি ধ্বংস করে দেয়।

হ্যাচিং মাধ্যমে ডিম/সিস্ট ফোটানো (পরিস্ফুটনকাল) থেকে নপলিয়াস মুক্ত হওয়া পর্যন্ত আর্টিমিয়া সিস্টের বিকাশ চিত্র ঃ ১৯ এ দেখানো হয়েছে।

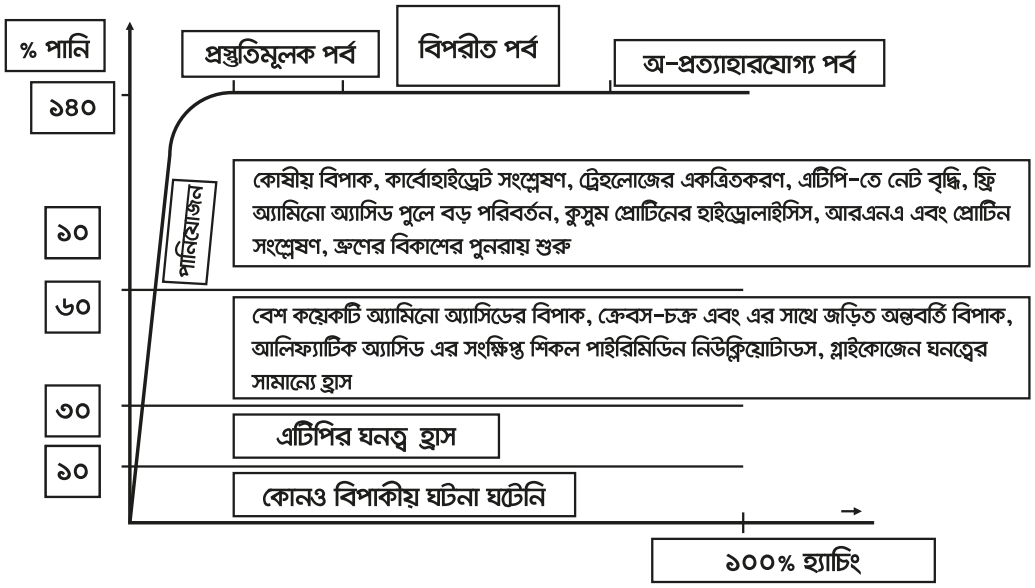


চিত্র ১৯ ঃ হ্যাচিং থেকে নপলিয়াসের মুক্তিলাভ পর্যন্ত (সমূদ্রের পানিতে) একটি আর্টিমিয়া সিস্টের বিকাশ

সমূদ্রের পানিতে ডিম ফোটানোর ১ থেকে ২ ঘন্টার মধ্যে বক্রাকার (Biconcave) সিস্টটি ফুলে গোলাকার হয়ে যায়। ১০ থেকে ২০ ঘন্টা পানি যোজনের পরে সিস্টের খোলস (বাইরের ত্বকীয় ঝিল্লি সহ) ফেটে যায় (ভাঙ্গন ধাপ) এবং হ্যাচিং ঝিল্লি দ্বারা আবৃত ভ্রূণটি দৃশ্যমান হয়।

ভ্রূণটি তখন খোলস থেকে পুরোপুরি বেরিয়ে আসে এবং খালি খোলসের নিচে ঝুলে থাকে (হ্যাচিং ঝিল্লিটি এখনও খোলসের সাথে সংযুক্ত থাকতে পারে)। স্বচ্ছ হ্যাচিং ঝিল্লির মাধ্যমে যখন এরা উপাঙ্গ নাড়ানো শুরু করে তখন কেউ প্রি-নপলিয়াস থেকে ইনষ্টার-১ নপলিয়াসের পৃথকীকরণ অনুসরণ করতে পারে। এর কিছুক্ষণের মধ্যেই হ্যাচিং ঝিল্লিটি উন্মুক্ত (হ্যাচিং) হয় এবং মুক্ত-সাঁতারের লার্ভা (প্রথমে মাথা) বের হয়।

শুকনো সিস্ট খুব দ্রুত পানি যোজন করে (চিত্র ঃ ২০)। পরিবেশগত সমস্ত পরিস্থিতি (অক্সিজেন, তাপমাত্রা) অনুকূল হলে এবং পানির পরিমাণ ৬০% এ পৌঁছালে ভ্রূণের সক্রিয় বিপাক পুনরায় শুরু করা হয়। সিস্ট ভ্রূণের বায়বীয় বিপাকটি কার্বোহাইড্রেটে সংরক্ষিত ট্রিহেলোজ গ্লাইকোজেন (একটি শক্তির উৎস হিসাবে) এবং গ্লিসারলে রূপান্তর করা নিশ্চিত করে।



চিত্র ২০ ঃ পানিযোজন (Hydration) স্তরের কার্যকারিতায় আর্টিমিয়া সিস্টের কোষীয় বিপাক

পরে জলাকর্ষী যৌগের বর্ধিত মাত্রার ফলে ভ্রূণ আরও পানি গ্রহণ করে। ফলস্বরূপ, নির্দিষ্ট একটি সংকটপূর্ণ স্তরে পৌঁছানোর আগ পর্যন্ত বাইরের ত্বকীয় ঝিল্লির অভ্যন্তরে অভিস্রবনীয় চাপ অবিচ্ছিন্নভাবে বাড়তে থাকে, ফলে সিস্ট ভেঙে যায় এবং সেই মুহূর্তে উৎপাদিত সমস্ত গ্লিসারল হ্যাচিং মাধ্যমে ছড়িয়ে যায়। অন্য কথায়, আর্টিমিয়ার সিস্ট ভাঙ্গার আগে বিপাক প্রক্রিয়াটি হল ট্রিহেলোজ-গ্লিসারলের অধিক অভিস্রবনিক নিয়ন্ত্রক ব্যবস্থা। এর অর্থ হল লবণাক্ততার মাত্রা হ্যাচিং এর মাধ্যমে বৃদ্ধি পায়, গ্লিসারলের উচ্চতর ঘনত্বকে অভিস্রাবণীয় চাপের যথাযথ পার্থক্যে পৌঁছানোর জন্য তৈরি করে, যার ফলস্বরূপ খোলসটি ফেটে যায় এবং কম শক্তির মজুদ নপলিয়াসে ছেড়ে যাবে।

সিস্টের খোলসটি ভেঙে যাওয়ার পরে ভ্রূণটি হ্যাচিং ঝিল্লির বাহ্যিক মাধ্যমের সাথে সরাসরি যোগসূত্র করে। একটি দক্ষ আয়নিক অভিস্রবণীয় পদ্ধতি কার্যকর হয় যা প্রচুর পরিমাণে লবণাক্ততা মোকাবেলা করতে পারে এবং ভ্রূণটি চলমান নপলিয়াস লার্ভাতে পরিনত হয়। নপলিয়াসের মাথা থেকে এক ধরনের হ্যাচিং এনজাইম ক্ষরনের ফলে হ্যাচিং ঝিল্লিটি দুর্বল হয় এবং নপলিয়াস হ্যাচিং মাধ্যমে নিজেকে মুক্ত করে।

২.১ সিস্টের বিপাকীয় ক্রিয়ার উপর পরিবেশগত অবস্থার প্রভাব

শুকনো সিস্ট (২-৫ % পানি বহন করে, পানির পরিমাণ নির্ধারণে ব্যবহারিক উদাহরণের জন্য কার্যপত্রক ঃ ১ দেখুন) প্রতিকূল তাপমাত্রায় খুব প্রতিরোধী, -২৭৩ ডিগ্রি সেলসিয়াস থেকে ৬০ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় হ্যাচিং কার্যকারিতায় প্রভাব ফেলে না এবং ৬০ ডিগ্রি সেলসিয়াস উপরে এবং ৯০ ডিগ্রি সেলসিয়াস পর্যন্ত অল্প প্রভাব সহ্য করতে পারে । -১৮ ডিগ্রি সেলসিয়াসের নিচে এবং +৪০ ডিগ্রি সেলসিয়াসের উপরে পানিযোজিত (Hydrated) সিস্টগুলিতে মরে যাওয়ার সহনশীলতা বেশি দেখা যায়। -১৮ ডিগ্রি সেলসিয়াস ও +৪ ডিগ্রি সেলসিয়াস এবং ± ৩৩ ডিগ্রি সেলসিয়াস ও ± ৪০ ডিগ্রি সেলসিয়াস এর মধ্যে বিপাকের বিপরীতমুখী বিঘ্ন ঘটে (কার্যকারিতা প্রভাবিত হয় না), এই উঁচু এবং নিচু তাপমাত্রার কারনে প্রজাতি থেকে প্রজাতিতে আংশিক পরিবর্তন হয়। সক্রিয় সিস্ট বিপাকটি +৪ ডিগ্রি সেলসিয়াস এবং ± ৩৩ ডিগ্রি সেলসিয়াস এর মধ্যে অবস্থিত; হ্যাচিং শতাংশ স্থিতিশীল থাকে তবে অধিক তাপমাত্রায় নপলি আগে হ্যাচ হয়।

অন্যান্য পরিবেশগত অবস্থার পরিপ্রেক্ষিতে, পিএইচ ৮-৮.৫ পরিসরে সর্বোত্তম হ্যাচিং ফলাফল পাওয়া যায়। ফলস্বরূপ, কৃত্রিম বা অল্প ঘন সমুদ্রের পানিতে বা সিস্টের ঘন দ্রবনে ২ গ্রাম/লিটার সোডিয়াম বাই কার্বনেট ($NaHCO_3$) যোগ করলে অধিক হ্যাচিং হয়। এটি হ্যাচিং এনজাইমের সর্বোত্তম পিএইচ ক্রিয়াকলাপের সাথে সম্পর্কিত হতে পারে। ০.৬ এবং ২ মিলিগ্রাম/লিটার মাত্রায় অক্সিজেনের পরিমান বৃদ্ধিতে হ্যাচিংয়ের পরিমানও বৃদ্ধি পায় বলে ধারনা পাওয়া গেছে এবং এই ঘনত্বের উপরে সর্বাধিক হ্যাচিং পাওয়া যায়। হ্যাচিংয়ের সময় অক্সিজেনের নীতিমাত্রাগুলি এড়ানোর জন্য সিস্টগুলিতে অবশ্যই একটি সমজাতীয় ভাল ইনকিউবেশনের প্রয়োজন।

উপরে উল্লিখিত হিসাবে, অধিক লবণাক্ত মাধ্যমে হ্যাচিংয়ের ফলে ভ্রূণের সঞ্চিত শক্তি অনেকটাই খরচ হয়ে যায়।

একটি নির্দিষ্ট লবনাক্ততার সীমার উপরে (প্রজাতি থেকে প্রজাতির জন্য বিভিন্ন, ±৯০ গ্রাম/লিটার বেশিরভাগ প্রজাতিতে) ভ্রূণের বিপাকীয় কার্যাবলিকে সমর্থন করার জন্য অপর্যাপ্ত পানি গ্রহন করে। হ্যাচিংয়ের জন্য অনুকূল লবণাক্ততাও সমান-ভাবে প্রজাতি থেকে প্রজাতিতে নির্দিষ্ট, তবে সাধারণত ১৫-৩৬ গ্রাম/লিটার থাকে।

হ্যাচিং প্রক্রিয়া চলাকালীন আলোর শারীরবৃত্তীয় ভূমিকাটি যদিও খুব কম বোঝা যায়, ব্রাইন চিংড়ির সিস্টগুলিতে যখন পানিযোজিত হয় এবং বায়বীয় অবস্থায় থাকে তখন হ্যাচিং এর বিপাক ত্বরান্বিত করার জন্য ন্যূনতম আলোর প্রয়োজন হয়, যা আলোর তীব্রতা এবং প্রকাশের সময়ের সাথে সম্পর্কিত।

পানিযোজন (হাইড্রেটেড) সিস্টগুলির বিপাকীয় বৈশিষ্ট্যগুলির কারণে, তাদের ব্যবহারের বিষয়ে বেশ কয়েকটি পরিচালন পদ্ধতি তৈরি করা য়ায়। সিস্ট যখন (ডিক্যাপসুলেটেড এবং ডিক্যাপসুলেটেড নয়) দীর্ঘ সময়ের জন্য সংরক্ষণ করা হয়, সর্বাধিক শক্তির পরিমাণ এবং হ্যাচিবিলিটি বজায় রাখার জন্য কিছু সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে। সিস্টের উপাদান সংগ্রহ, পরিষ্কার, শুকানো ও সংরক্ষণের অবস্থা এবং কৌশল দ্বারা মূলত সিস্টের হ্যাচিবিলিটি নির্ধারিত হয়। এই প্রক্রিয়াগুলির বেশিরভাগের প্রভাব পানিবিয়োজন বা সম্মিলিত পানিবিয়োজন/পানিযোজন এর প্রভাবগুলির সাথে সম্পর্কিত হতে পারে। ডায়াপজিং সিস্টগুলির জন্য, এই কারণগুলি ডায়পজ প্রবর্তন/সমাপন প্রক্রিয়াতেও হস্তক্ষেপ করতে পারে। তবে স্থির সিস্টের ক্ষেত্রে, অনিয়ন্ত্রিত পানিবিয়োজন এবং পানিযোজন ভ্রূণের কার্যকারিতায় উল্লেখযোগ্য পরিমাণে অবনতি ঘটায়।

যখন সিস্টে ১০ থেকে ৩৫ % পানির (H_2O) স্তর থাকে তখন সঞ্চিত সিস্টগুলির হ্যাচিংয়ের মান ধীরে ধীরে হ্রাস পায় । এই প্রক্রিয়াটি পিছিয়ে যেতে পারে যদি সিস্টকে ফ্রিজিং তাপমাত্রায় সংরক্ষণ করা হয় । সিস্টের মধ্যে সর্বোত্তম পানির স্তর (প্রায় ৫%) এখনো জানা যায়নি, যদিও এমন ইঙ্গিত পাওয়া যায় যে খুব মারাত্মক পানিবিয়োজনের (১-২% এর নিচে) ফলে সিস্টের কার্যক্ষমতার কমে যায়।

৩০-৬৫% পানিতে বিপাক ক্রিয়াকলাপ শুরু হয়, অবশেষে শক্তির উপাদানগুলি হ্রাস করে এমন পর্যায়ে নেমে যায় যা অনুকূল হ্যাচিং অবস্থায় পৌঁছানোর জন্য অপর্যাপ্ত হয়। যখন সিস্টগুলি পরবর্তী সময়ে পানিবিয়োজন/পানিযোজন চক্রের মধ্য দিয়ে যায়, তখন শক্তির আধারগুলি হ্রাস পায়। এই জাতীয় উপাদানের দীর্ঘমেয়াদী সংরক্ষনের ফলে হ্যাচিং ফলাফল যথেষ্ট কমে যেতে পারে। ৬৫% এর বেশি পানির স্তরের মধ্যে দীর্ঘ সময়ের জন্য সিস্ট উন্মুক্ত থাকলে তাদের প্রাক-উৎপত্তি ভ্রূণের বিকাশ সম্পন্ন করে; পরবর্তীতে পানবিয়োজনের এই সিস্টগুলি পৃথকীকৃত ভ্রূণকে মারার ক্ষেত্রে সবচেয়ে খারাপ অবস্থার সৃষ্টি করবে।

যথেষ্ট পরিমাণে পানিযোজিত সিস্ট কেবল বায়ুশূণ্যে বা নাইট্রোজেনের মধ্যে সংরক্ষণের সময় দীর্ঘকাল (বছর) ধরে তাদের কার্যক্ষমতা বজায় রাখে; অক্সিজেনের উপস্থিতি অত্যন্ত ক্ষতিকারক মুক্তমৌলগুলির গঠনের মাধ্যমে হ্যাচিং ফলাফল যথেষ্ট পরিমাণে হ্রাস করে। এমনকি সঠিকভাবে মোড়কজাত করা সিস্টগুলিকে কম তাপমাত্রায় ভাল ভাবে রাখা উচিত। যখন বরফ হয়, সিস্টগুলোকে নতুন অবস্থায় খাপ খাওয়ানোর জন্য হ্যাচিং এর আগে এক সপ্তাহ কক্ষ তাপ-মাত্রায় রাখা উচিত।

২.২ আর্টিমিয়া সিস্টের ডায়াপজ অবস্থা

যেহেতু আর্টিমিয়া অস্থিতিশীল পরিবেশের পরিস্থিতি দ্বারা বৈশিষ্ট্যযুক্ত বায়োটোপগুলিতে পাওয়া যায়, প্রতিকূল পরিস্থিতির সময়ে (অর্থাৎ বিশোধন, চরম তাপমাত্রা, উচ্চ লবণাক্ততা) এদেরকে সুপ্ত ভ্রূণের উৎপাদন এর মাধ্যমে নিশ্চিত করা যায়। স্ত্রী আর্টিমিয়া খুব সহজেই ওঠানামাময় পরিস্থিতিতে দ্রুত প্রতিক্রিয়া করে, জীবিত নপলিয়াস উৎপাদন (ওভোভিবিপ্যারিটি) থেকে রূপান্তরিত হয়ে সিস্ট তৈরি (ওভোপ্যারিটি) করতে পারে। যদিও এই রূপান্তরের মূল কারন এখনও পুরোপুরি বোঝা যায়নি, আকস্মিক ওঠানামার ফলে ওভিপ্যারিটির উপর চাপ দেয় (অক্সিজেনের অস্বাভাবিক চাপ, লবণাক্ততার পরিবর্তন)। এই প্রক্রিয়াটি এখনও জানা যায়নি। আসলে, মাধ্যমে সিস্ট হিসাবে বের হওয়া আর্টিমিয়া ভ্রূণগুলো ডায়াপজের মধ্যে রয়েছে এবং অনুকূল অবস্থার মধ্যেও তাদের বিকাশ পুনরায় শুরু করবে না যতক্ষণ না তারা পরিবেশগত প্রক্রিয়াটিকে নিষ্ক্রিয় করে কিছু ডায়পজ অতিক্রম করে; এই পর্যায়ে বিপাকীয় স্থবিরতা অভ্যন্তরীণ প্রক্রিয়া দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় এবং এটি জীবিত না এমন ভ্রূণ থেকে আলাদা করা যায় না।

ডায়াপজের বাধার পরে, সিস্টগুলি নিশ্চল পর্যায়ে প্রবেশ করে, অর্থাৎ বিপাকীয় ক্রিয়া পুনরায় শুরু হয় তখন সিস্টগুলিকে হ্যাচিংয়ের অনুকূল পরিস্থিতিতে আনা যায়, ফলস্বরূপ হ্যাচিং হয়; এই পর্যায়ে বিপাকীয় স্থিরতা স্বতন্ত্রভাবে বাহ্যিক উপাদানগুলির উপর নির্ভরশীল (চিত্র ঃ ২১)। ফলে, সঠিক সময়ে হ্যাচিং ঘটে, তাই অনুকূল পরিবেশগত অবস্থার পুনঃপ্রতিষ্ঠার ফলে শীঘ্রই জনসংখ্যা দ্রুত বৃদ্ধি হওয়া শুরু করে এবং দ্রুত বিকাশ ঘটে। এটি অস্থায়ী বায়োটপগুলিতে কার্যকর উপনিবেশ স্থাপনের অনুমতি দেয়।

বেশ কয়েকটি কৌশল আর্টিমিয়া সিস্ট ব্যবহারকারীর জন্য ডায়াপজ বন্ধ করতে সফল প্রমাণিত হয়েছে। সংবেদনশীল আর্টিমিয়া সিস্ট এই প্রক্রিয়ায় প্রজাতি বা ব্যাচে সুনির্দিষ্টতা দেখায়, তাই এক্ষেত্রে হ্যাচিং ফলাফলের উপর পূর্ভাবাস দেওয়া কঠিন হয়ে যায়। যখন নতুন বা অপেক্ষাকৃত অজানা প্রজাতি নিয়ে কাজ করা হয়, তখন আপেক্ষিক সাফল্য বা ব্যর্থতার অভিজ্ঞতার সাথে খুঁজে বের করতে হবে।

ডায়াপজ অবস্থা সমাপ্ত করার জন্য সিস্টের পানি অপসারণ অনেক ক্ষেত্রেই একটি কার্যকর উপায়। শুকনো সিস্টগুলির অনধিক ৪-৩৫ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় বা সম্পৃক্ত NaCl ব্রাইন দ্রবণ (৩০০ গ্রাম/লিটার) এর মধ্যে সিস্টগুলিকে ডুবিয়ে রেখে এটি সম্পাদন করা যেতে পারে। যেহেতু পানিযোজনের কিছু গঠন বেশিরভাগ প্রক্রিয়াজাতকরণ এবং/বা সংরক্ষণ পদ্ধতির অংশ, তাই ডায়াপজ সমাপ্তির জন্য কোন একক পদ্ধতির প্রয়োজন হয় না। তবুও, আর্টিমিয়া সিস্টের কিছু প্রজাতির সাথে স্বাভাবিক সিস্টের প্রক্রিয়াজাত কৌশলগুলি যথেষ্ট ভাল হ্যাচিং দেয় না, এটি নির্দেশ করে যে, আরও নির্দিষ্ট ডায়াপজ নিষ্ক্রিয়করণ পদ্ধতি প্রয়োজন।

চিত্র ২১ ঃ একটি আর্টিমিয়া সিস্টের গঠনের (আল্ট্রা স্ট্রাকচার) চিত্র

আর্টিমিয়া সিস্টের নির্দিষ্ট উৎসগুলিতে প্রয়োগ করে নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলি সফল হিসাবে প্রমাণিত হয়েছেঃ

- হিমায়ন ঃ শীতের সময়ে কম তাপমাত্রায় মহাদেশীয় বায়োটোপ থেকে উদ্ভূত সিস্টগুলির প্রাকৃতিক শীতনিদ্রা কালকে "অনুকরণ" করে (গ্রেট সল্ট লেক, উতাহ, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র; এশিয়া মহাদেশ)
- হাইড্রোজেন পারক্সাইড (H_2O_2) দ্রবণে ইনকিউবেশন ঃ বেশিরভাগ ক্ষেত্রে, প্রতিটি প্রজাতির (বা ব্যাচ) এই পণ্যটির প্রতি সংবেদনশীলতা নিয়ে ভবিষ্যদ্বাণী করা কঠিন, এবং সর্বোত্তম মাত্রা/সময় এবং এর প্রভাব সম্পর্কে তথ্য সরবরাহ করার জন্য প্রাথমিকভাবে পরীক্ষা করা প্রয়োজন (সারণী ঃ ১)। অত্যধিক মাত্রার ফলে রাসায়নিক বিষক্রিয়ায় হ্যাচিং হ্রাস পায়, এমনকি সম্পূর্ণ মৃত্যুও ঘটতে পারে। তবে, কিছু কিছু ক্ষেত্রে কোন প্রভাবই পরিলক্ষিত হয় না।

সারণী ১ ঃ ভিন চাউ (ভিয়েতনাম) আর্টিমিয়া সিস্টের হ্যাচিবিলিটির উপর প্রাথমিক ইনকিউবেশন পর্যায়ে হাইড্রোজেন পার অক্সাইড (H_2O_2) মাত্রা-সময়ের প্রভাব

সময় (মিনিট)	হাইড্রোজেন পার অক্সাইড (H_2O_2) এর মাত্রা (%)					
	০.৫	১	২	৩	৫	১০
১					৪৬	১০
২					৯৪	৫
৫			৫৪	৬৯	১০২	
১০	৪৭		৯০	৮১	৮৮	৩২
১৫		৪৬	১০০	৭৬		
২০			৯১	১৪	৫২	
৩০		৯১	৯৫			
৬০	৫৬	৮৫		৬	১	
১২০		১৫				
১৮০						
২%/ ১৫ মিনিটে প্রাপ্ত হ্যাচিং ফলাফলের শতাংশ হিসাবে তথ্য প্রকাশ করা হল। (৭৪% হ্যাচ)						

সাধারণত অন্যান্য ডায়াপজ সমাপ্তির কৌশলগুলিতে (চক্রীয় পানি যোজন/পানি বিয়োজন, খোলস মুক্তকরণ, অন্যান্য রাসায়নিক পদার্থ সমূহ) ত্রুটিযুক্ত ফলাফল দেয় এবং/অথবা ব্যবহার বান্ধব নয়। তবে একথা মনে রাখা উচিত যে, যেকোন প্রক্রিয়ার/ধাপের পরে হ্যাচিং শতাংশের বৃদ্ধি, হ্যাচিং হার (পূর্ববর্তী হ্যাচিং) পরিবর্তনের (আংশিকভাবে) ফলে ঘটতে পারে। ডায়পজ নিষ্ক্রিয় পদ্ধতি সম্পর্কে আরও তথ্যের জন্য দেখুন এফ এও লাইভ ফুড ম্যানুয়াল ১৯৯৬, ভ্যান স্ট্যাপেন এট অল ১৯৯৮।

৩. স্থান/জায়গা নির্বাচন

সৌর লবণের খামারে আর্টিমিয়া উৎপাদনের গুরুত্বপূর্ণ দিক গুলো হল; সঠিক জায়গা নির্বাচনের জন্য ভূসংস্থান, মাটির অবস্থা, পাড় ব্যবস্থা, নালা এবং খাল ব্যবস্থার পাশাপাশি জলবায়ুর অবস্থা (চিত্র ঃ ২২)। এই অনূঘটকগুলো সংক্ষেপে নিচে বর্ণিত হয়েছেঃ

চিত্র ২২ ঃ কক্সবাজারে সৌর লবণের খামার

৩.১ ভূসংস্থান/জায়গার অবস্থা

সমতল জমি সঠিক আকারের পুকুর তৈরি করতে উপযুক্ত। একটি উচু-নিচু ঢাল পুকুরগুলির মধ্যে মাধ্যাকর্ষণ প্রবাহকে সহায়তা করে। অন্য সকল পুকুরের চেয়ে আর্টিমিয়া পুকুরে পানির স্তর কম থাকে, কারণ পানি বের হওয়ার তুলনায় পুকুরের মধ্যে বেশি পানি প্রবাহের সুযোগ করে দেয়। মাধ্যাকর্ষণ বা জোয়ারের স্রোতের যথাযথ ব্যবহার করে পানি উঠানোর (পাম্পিং) খরচ কমানো যায়। মহেশখালী চ্যানেল বরাবর বিশেষত মাতামুহুরী ও বাকখালী নদীর বড় দ্বীপে সমতল এবং মৃদু ঢালযুক্ত কাদামাটির পাড়গুলো রয়েছে যেখানে কক্সবাজার অঞ্চলের বেশিরভাগ লবণ খামার/প্যানগুলো অবস্থিত।

৩.২ মাটির অবস্থা

ন্যূনতম পরিমাণ বালিসহ ভারী কাদামাটি আর্টিমিয়া চাষের জন্য সবচেয়ে উপযোগী। পানিতে অধিক লবণাক্ততা ধরে রাখার জন্য পানি চুয়ানো বন্ধ করা বা অনুপ্রবেশের হারকে নূন্যতম করতে সর্বোত্তম মাটির অবস্থার প্রয়োজন। মাছ/চিংড়ি খামার এবং লবণ খামারে পানি চুয়ানো অন্যতম সাধারণ সমস্যা।

অ্যাসিড সালফেট মাটি বা কম পিএইচযুক্ত মাটি অবশ্যই এড়ানো উচিত। অ্যাসিড সালফেট মাটির পিএইচ বাতাসের সংস্পর্শে কমে যায়। কম পিএইচ এলগির বৃদ্ধি সীমাবদ্ধ থাকে। পুকুরের মাটিতে অধিক জৈব পদার্থ পচে যাওয়ার কারণে অক্সিজেন হ্রাস পেতে পারে। ভাল পানি ধারণ ক্ষমতাসহ মাটির পিএইচ ৮-৮.৫ উপযুক্ত। কিছু কিছু সময় সৌর লবণের খামারগুলি ম্যানগ্রোভ অঞ্চল থেকে পুনরুদ্ধার করা হয় এবং যখন কম পিএইচ এর সমস্যা দেখা দেয়।

৩.৩ পাড় ব্যবস্থা

বেশ কয়েকটি পাড়, লবণ-আর্টিমিয়া সমন্বিত চাষ পদ্ধতিতে দেখা যায়। উপকূলীয় অঞ্চল, লবণ উৎপাদন ইউনিটের বিভিন্ন ব্লক, জলাশয় এবং বাষ্পীভবন অঞ্চল এবং লবণের দানা বাঁধা এলাকা গুলোকে পৃথক করতে পাড়গুলো ব্যবহার করা হয়।

চিত্র ২৩ ঃ পাড় ব্যবস্থা

৩.৪ নালা এবং খাল ব্যবস্থা

মূলত নালাটির উদ্দেশ্য হল লবণ উৎপাদন প্রক্রিয়ার জন্য সমুদ্রের পানি প্রবেশ এবং বর্ষাকালে মাছ/চিংড়ি মজুদ রাখা। এছাড়াও এটি সমুদ্রের পানি মজুদ পুকুরে, বাষ্পীয় পুকুরগুলোয় এবং অবশেষে লবণের দানা বাঁধার এলাকায় প্রবাহিত করে।

চিত্র ২৪ ঃ নালা এবং খাল ব্যবস্থা

৩.৫ জলবায়ু

নভেম্বর থেকে এপ্রিলের শুকনো মৌসুমে, বাষ্পীভবন হারকে ত্বরান্বিত করার জন্য উপযুক্ত তাপমাত্রা, কম আর্দ্রতা এবং বৃষ্টিপাত, বাতাস, সূর্যালোকের দীর্ঘ সময়কাল সৌর লবণের খামারে আর্টিমিয়া উৎপাদনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। কম তাপমাত্রা আর্টিমিয়ার বৃদ্ধি এবং প্রজননকে হ্রাস করে, যেখানে অধিক তাপমাত্রা আর্টিমিয়ার জন্য মৃত্যুর কারন হতে পারে। মে-জুলাই মাসে কক্সবাজার উপকূলে বাষ্পীভবনের হার ন্যূনতম হয় যখন মেঘের আচ্ছাদন বেশি থাকে এবং গড় বাতাসের গতিবেগ বার্ষিক সর্বনিম্নের কাছাকাছি থাকে। বাষ্পীভবন সাধারণত জানুয়ারি থেকে এপ্রিল মাসে সর্বোচ্চ হয় যখন তাপমাত্রা বেশি থাকে, আকাশ পরিষ্কার থাকে এবং সম্পূর্ণ মৌসুম বাতাসময় থাকে (Hossain and Hossain, 2006)।

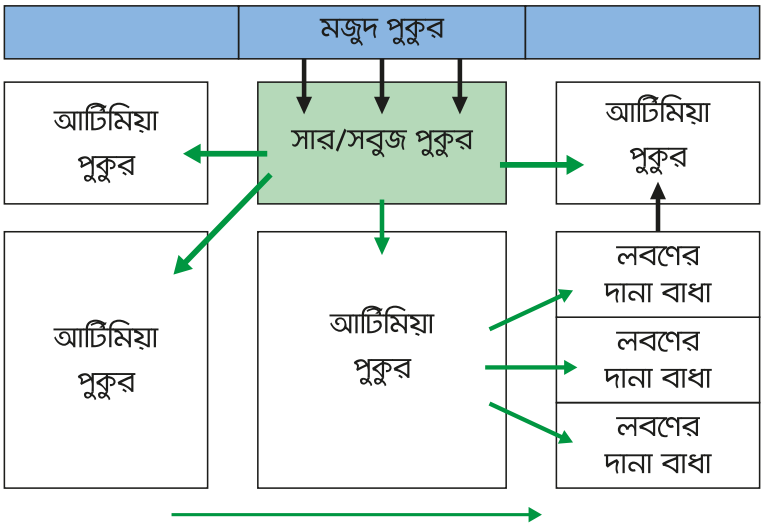
৪. লবণের খামারে আর্টিমিয়া চাষের পদ্ধতি

বিনিয়োগ, পুকুর পরিচালনা এবং উৎপাদিত পণ্যের ভিত্তিতে আর্টিমিয়ার চাষ ব্যবস্থাকে শ্রেণীবিন্যাস করা যেতে পারে। চাষের পরিধি, উৎপাদন পদ্ধতি এবং এই কারণগুলির আন্তঃসংযোগের উপর আর্টিমিয়া খামারগুলির লাভ নির্ভর করে। চাষিরা তাদের পছন্দ অনুযায়ী পদ্ধতি নির্বাচন করতে পারেন। কক্সবাজারের লবণ চাষিদের জন্য লবণ এবং মৎস্য চাষের (Aquaculture) সাথে সমন্বিতভাবে আর্টিমিয়া উৎপাদন একটি লাভজনক চাষ পদ্ধতি। আর্টিমিয়া চাষের পদ্ধতিগুলি নিচে বর্ণনা করা হল।

৪.১ এককচাষ

এই পদ্ধতিতে লবণ উৎপাদন সময় অধিক লবণাক্ত পানি আর্টিমিয়া পুকুরগুলির জন্য ব্যাবহার করা হয় এবং আর্টিমিয়া পুকুরের দূষিত পানি (Waste water) লবণের দানা বাঁধার জন্য ব্যবহার করা হয়। আর্টিমিয়া, এলগি এবং জৈব কণা (উদাহরণস্বরূপঃ বায়োফ্লকস) পরিশোধন করে।

এই চাষ পদ্ধতি পুকুর, ফার্টিলাইজার পুকুর, খাল, নিষ্কাশন-ব্যবস্থা সহ সমস্ত লবণের ক্ষেত্রকে আর্টিমিয়া চাষের জন্য রুপান্তরিত করে (চিত্র ঃ ২৫)।



চিত্র ২৫ ঃ আর্টিমিয়া এককচাষ

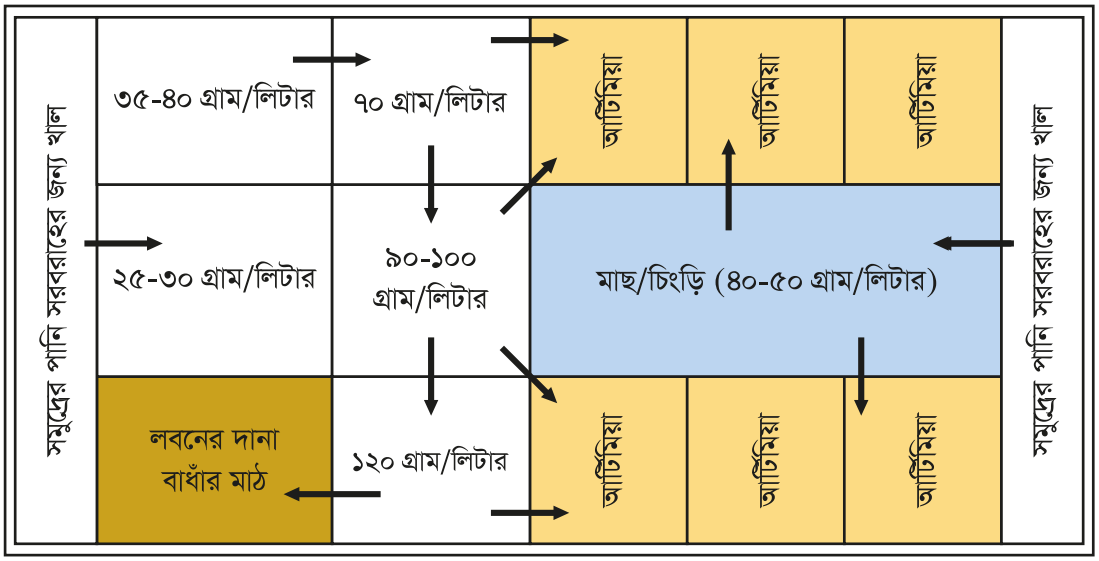
সারণী ২ ঃ এক হেক্টর সৌর লবণের খামারে আর্টিমিয়া এককচাষের বৈশিষ্ট্য

	সংখ্যা	ক্ষেত্রের আয়তন (হেক্টর)	ক্ষেত্রের আয়তন (শতকরা)	পানির গভীরতা (মিটার)
মজুদ পুকুর/খাল	১	০.১০	১০	১.০
ফার্টিলাইজার পুকুর/সার পুকুর	১	০.১০	২৫	১.০
আর্টিমিয়া উৎপাদন	৪	০.৮০	৮০	০.৫০

৪.২ সমন্বিত চাষ: আর্টিমিয়া - লবণ - চিংড়ি/মাছ

এই পদ্ধতিতে ফার্টিলাইজর পুকুর, খাল/মজুদ পুকুরে কম লবণাক্ততায় (৪০ গ্রাম/লিটার এর কম) চিংড়ি/মাছ উৎপাদন করা যেতে পারে। চিংড়ি/মাছ উৎপাদনের জন্য সার ও খাদ্যের প্রয়োগ এলগির বৃদ্ধিকে ত্বরান্বিত করে। আরও বলা যায়, চিংড়ি/মাছের পুকুরের দূষিত উপাদান আর্টিমিয়ার খাদ্য হিসাবে কাজ করে। এটি আর্টিমিয়া উৎপাদনের জন্য জৈব সারের

চাহিদা কমায়। আরও বলা যায়, জীবিত আর্টিমিয়া বিভিন্ন পর্যায়ের চিংড়ি/মাছের পরিপূরক খাদ্য হিসেবেও ব্যবহার করা যেতে পারে। তদুপরি, আর্টিমিয়া পরিস্রাবন পদ্ধতি এবং লবণের গুণগতমানের উপর উপকারী প্রভাবের কারণে আর্টিমিয়া, চিংড়ি/মাছের সমন্বিত চাষ পরিচ্ছন্ন জলজ পরিবেশের সুযোগ তৈরি করে।



চিত্র ২৬ ঃ আর্টিমিয়া-লবণ-চিংড়ি/মাছের সমন্বিত চাষ পদ্ধতি

সারণী ৩ ঃ এক হেক্টর সৌর লবণের খামারে আর্টিমিয়া-লবণ-চিংড়ি/মাছের সমন্বিত চাষের বৈশিষ্ট্য

	সংখ্যা	ক্ষেত্রের আয়তন (হেক্টর)	ক্ষেত্রের আয়তন (শতকরা)	পানির গভীরতা (মিটার)
খাল/মজুদ পুকুর (মাছ/চিংড়ির পুকুর)	১	০.১০	১০	২.০
ফার্টিলাইজার/সবুজ/সার পুকুর (মাছ/চিংড়ির পুকুর)	১	০.২৫	২৫	১.০
আর্টিমিয়া পুকুর	৩	০.৫৫	৫৫	০.৫
লবণের দানা বাঁধা/ স্ফটিকীকরণের ক্ষেত্র	৩	০.১০	১০	০.১

ভিয়তেনামে দেখা গেছে যে, শুধুমাত্র সিস্ট উৎপাদনের থেকে সমন্বিতভাবে সিস্ট এবং জীবিত আর্টিমিয়া উৎপাদন অনেক বেশি লাভজনক ঃ বার্ষিক সিস্ট উৎপাদন ৬০-১০০ কেজি সিক্ত ওজন/হেক্টর ।

৫. পুকুর তৈরি

খামারে মজুদ পুকুর, এলগি উৎপাদনের ক্ষেত্র (ফার্টিলাইজার পুকুর/সার পুকুর), আর্টিমিয়া পুকুর এবং লবণের দানা বাঁধা/স্ফটিকীকরণ ক্ষেত্র রয়েছে। উৎপাদন ক্ষেত্রটি (মোট ক্ষেত্রের সর্বাধিক ৭৫-৮০%) অনুকূলে আনতে বিভিন্ন বিভাগের অনুপাতের গণনা কার্যকরি ভুমিকা পালন করে। সাধারণত, লবণের খামারগুলির পানির গভীরতা ২০ সেন্টিমিটারের কম হয়। এর ফলে তাপমাত্রা খুব বেশী হয় (৪০০ ডিগ্রি সেলসিয়াস এর বেশি) এবং উদ্ভিদ কনার পরিবর্তে তলদেশে এলগি উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। সমন্বিত ভাবে আর্টিমিয়া উৎপাদন করার জন্য, তলদেশের কিছু অংশ খনন করে অথবা পাড়গুলি উচু করে পানির গভীরতা বাড়ানো যেতে পারে। এটি আর্টিমিয়ার উপর তাপমাত্রার চাপকে কমায় এবং উৎপাদন বৃদ্ধি করে। আর্টিমিয়া পুকুরগুলির জন্য পানির উপযোগী গভীরতা পুকুরের তলদেশে থেকে নূন্যতম ৪০ সেন্টিমিটার (আরো বেশি) এবং খালগুলিতে সর্বনিম্ন ৫০ সেন্টিমিটার থাকতে হবে (চিত্র ঃ ২৭)। "পুকুরের পৃষ্ঠ: পুকুরের আয়তন" ৩:১ এর বেশি হলে প্রহণযোগ্য (পুকুরের পৃষ্ঠ মি^{২} তে প্রকাশিত, পুকুরের পরিমাণ মি^{৩} তে প্রকাশিত)।

চিত্র ২৭ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরের প্রস্থছেদ

৫.১ পাড় নির্মাণ

পানি চুয়ানো প্রতিরোধের জন্য নতুন পাড়গুলো ভালভাবে সন্নিবেশিত করা দরকার (চিত্র ঃ ২৮ এবং ২৯)। বেশিরভাগ সময় নতুন মাটি দিয়ে পুরানো পাড়গুলি উঁচু করার কারনে পানি চুয়ায়। গর্ত খননকারী কাঁকড়া প্রায়শই পাড়ের মধ্যে গর্ত খনন করে থাকে। কাঁকড়া দ্বারা সৃষ্ট গর্ত হতে পানি চুয়ানো কমাতে চুন (CaO) এবং কাদামাটি কার্যকর ভূমিকা পালন করে। মাটির ক্ষয়রোধ করার জন্য পাড় এবং ঢালের অনুপাত ন্যূনতম ১:১ (উচ্চতা: প্রস্থ) হওয়া প্রয়োজন।

চিত্র ২৮ ঃ পাড় নির্মাণ

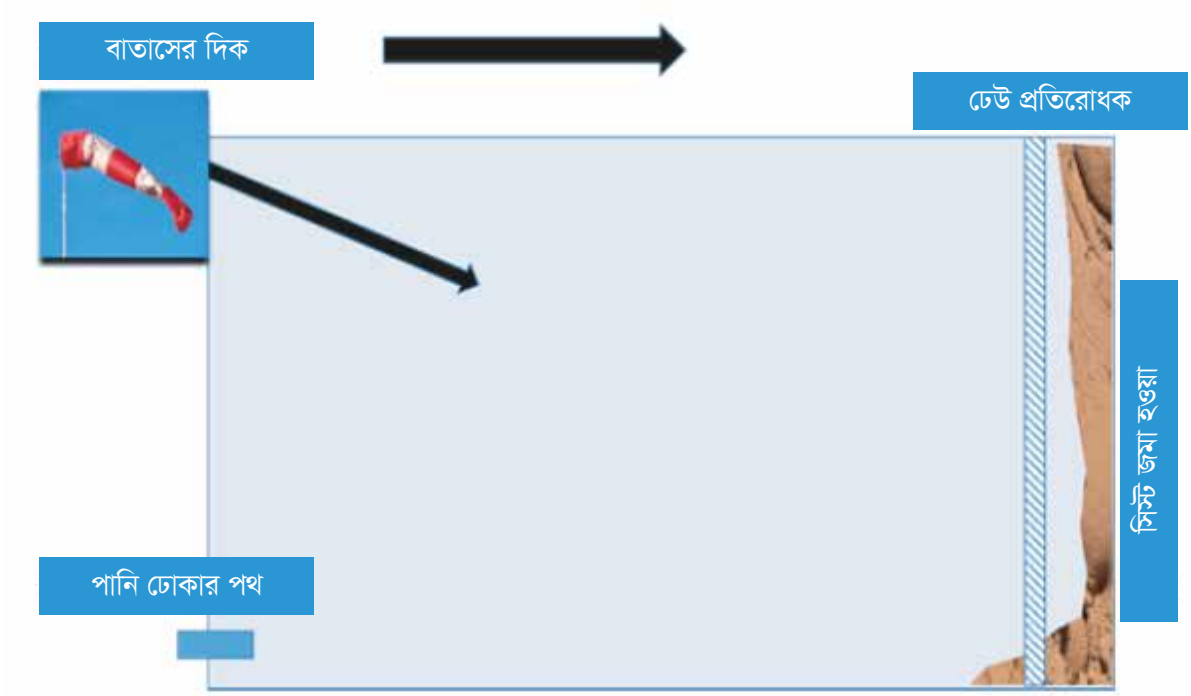
চিত্র ২৯ ঃ পাড় সংযোজন

৫.২ ঢেউ প্রতিরোধক

বাতাসের গতিবেগ এবং অধিক ঢেউয়ের কারনে বাষ্পীভবন দ্রুত বৃদ্ধি পায়। প্রায়শই ঢেউয়ের কারনে ফেনা গঠিত হয় এবং সিস্টগুলি ফেনাতে আটকা পড়ে এবং হারিয়ে যায়। পুকুরের অপেক্ষাকৃত বায়ু প্রবাহের দিকে ঢেউ প্রতিরোধক, যেমন ঃ বাঁশের তৈরি বেড়া ব্যবহার করা উচিত (চিত্র ঃ ৩০ এবং ৩১)।

চিত্র ৩০ ঃ ঢেউ প্রতিরোধক

চিত্র ৩১ ঃ ঢেউ প্রতিরোধক



চিত্র ৩২ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরের নকশা

৫.৩ আর্টিমিয়ার শিকারী এবং প্রতিযোগীদের প্রতিরোধ

আর্টিমিয়ার শিকারী হলো পাখি, কাঁকড়া (ক্ষুদ্র কাঁকড়া), মাছ (তেলাপিয়া, *Oreochromis mossambicus*), জলজ পোকামাকড় (চিত্র ৩১)। পাখিদের জন্য ফাঁদ বা কাকতাড়ুয়া দ্বারা পাখি প্রতিরোধ করা যায়। আর্টিমিয়া পুকুরে পানি প্রবেশের সময় ছাঁকনি অথবা রাসায়নিক পদার্থ ব্যাবহার করে খাদ্য প্রতিযোগী, জলজ পোকামাকড় এবং কপিপডস (*Acartia sp., Microsetella sp*), রটিফার্স *(Brachionus plicatilis)* এবং সিলিয়েট প্রোটোজোয়ান *(Fabrea salina)* অপসারণ বা প্রতিরোধ করা যায়, আর্টিমিয়া নপলি মজুদ করার আগে লবণাক্ততার মাত্রা ১০০ গ্রাম/লিটার এর চেয়ে বেশি রাখতে হবে অথবা নপলি মজুদ করার ২৪ ঘন্টা আগে ১০ কেজি/১০০ মিঃ মাত্রায় ডেরিস উদ্ভিদ প্রয়োগ করতে হবে।

বকজাতীয় পাখি

কাঁকড়া

তেলাপিয়া

সিলিয়েট

কপিপড

চিত্র ৩৩ ঃ আর্টিমিয়া শিকারী এবং প্রতিযোগীরা

চাষ পুকুরে পানি প্রবেশের সময় শিকারীদের (উদাহরণস্বরূপঃ মাছের ডিম এবং ক্রাস্টেসিয়ান লার্ভা) প্রতিরোধ করার জন্য পরিশোধনের ছাঁকনি থাকা প্রয়োজন। পানি প্রবেশের স্থানে একটি পরিশোধনের ছাঁকনি স্থাপন করতে হবে (চিত্র ঃ ৩৪)। খামারিরা সাধারণত পানি উত্তোলনের স্থানে সূক্ষ্ম পরিশোধনের জাল স্থাপন করে (চিত্র ঃ ৩৫)। একটি পাম্প দ্বারা পানি ওভারহেড চেম্বারে তোলা হয় যেখান থেকে পরিশোধনের ছাঁকনির উপর দিয়ে পানি নিষ্কাশন করা হয়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে জালের বুনানির আকার ১২০ মাইক্রোমিটার (μm) হলে ভাল ফলাফল পাওয়া যায়।

চিত্র ৩৪ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরে শিকারীদের প্রতিরোধ করতে পানি প্রবেশের স্থানে পরিশোধন ছাঁকনি

চিত্র ৩৫ ঃ শিকারী প্রতিরোধের জন্য পর্দা

৬. ব্রাইন প্রস্তুতকরণ (অধিক ঘনমাত্রার লবণ পানি)

স্থানীয় শিকারীদের (বিশেষ করে মাছ) লবণাক্ততা সহনশীলতা মাত্রার উপর আর্টিমিয়া মজুদের লবনাক্ততা নির্ভর করে। অধিকাংশ ক্ষেত্রে তা ৭০ গ্রাম/লিটার লবনাক্ততার উপরে হয়। পানির প্রারম্ভিক লবনাক্ততা ৩০ গ্রাম/ লিটার থেকে ৭০ গ্রাম/লিটার পর্যন্ত যেতে এক মাসের বেশি সময় লাগতে পারে। আর্টিমিয়া চাষের পুকুরে উপযুক্ত লবণাক্ত পানি পেতে নিম্নলিখিত বিভন্ন পদ্ধতি অনুসরণ করা যেতে পারেঃ

ক। পূর্ববর্তী মৌসুমের উচ্চ লবনাক্ততার পানি মজুদ

খ। লবনাক্ততা বাড়ানোর জন্য পানিতে অপরিশোধিত লবণ মিশানো (চিত্র ঃ ৩৪)

গ। যান্ত্রিক প্রক্রিয়ায় ঘন ঘন পানি ওলটপালট করা যেমন, কম গভীরতার (প্রায় ১০ সেন্টিমিটার) পানিতে যন্ত্রের সাহায্যে তলা থেকে ঘন ঘন আচড়ে দেওয়া যাতে দ্রুত পানি বাষ্পীভূত হয়।

সাধারণত শুকনো মৌসুমের শেষে ব্রাইন পানি তুলনামূলক গভীর পুকুরে (২-৩ মিটার) সংরক্ষণ করা হয়। সংরক্ষণ পুকুরের লবণ পানি যেন বৃষ্টির পানিতে মিশে না যায় সেজন্য পুকুরের উপরের স্তরের কম লবণাক্ত পানি চলে যাওয়ার জন্য কাঠের কপাটযুক্ত নির্গমন লাইনের ব্যবস্থা করা হয়। বর্ষার শুরুতেই সংরক্ষণ পুকুর থেকে পানি আর্টিমিয়া চাষের পুকুরে নেওয়া হয় যাতে তা মিশে আর্টিমিয়া পুকুরের উপযুক্ত লবনাক্তা ৮০-৯০ গ্রাম/লিটার হয়।

প্রকৃতপক্ষে, শুষ্ক মৌসুমের শুরুতে যখন লবণ সস্তা ও বাজারজাতকরণ সহজ হয়, তখনই আর্টিমিয়া পুকুরে দ্রুত আর্টিমিয়া মজুদের জন্য লবণ কিনে তা ব্যবহার করা যেতে পারে।

চিত্র ৩৬ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরের লবণাক্ততা বাড়ানোর জন্য অপরিশোধিত লবণের ব্যবহার

৭. সুপ্তাবস্থা ও মজুদ

সুপ্তাবস্থা ও মজুদ প্রক্রিয়া কয়েকটি ধাপে সম্পন্ন হয় যেমন ঃ- জাত নির্বাচন, সুপ্তাবস্থা ও মজুদ প্রক্রিয়ার আদর্শ পদ্ধতি।

৭.১ আর্টিমিয়ার প্রকরন নির্বাচন

কক্সবাজার এলাকার সৌরপদ্ধতির লবণ খামারের পুকুরে আর্টিমিয়া উৎপাদনে আর্টিমিয়া ফ্রান্সিসকানা *(Artemia franciscana)* প্রজাতি মজুদ করতে হবে। সর্বোপরি, এই প্রজাতির আর্টিমিয়া অধিক হারে কলোনি গঠন করে এবং এই কারণে অনুরূপ প্রকল্পে অন্যান্য দেশ যেমন ফিলিপাইন, কম্বোডিয়া, থাইল্যান্ড, ভিয়েতনাম, মায়ানমার, মোজাম্বিক, কেনিয়া, ভারত এবং শ্রীলংকাতে এই প্রজাতি সফলভাবে ব্যবহার করা হচ্ছে। এই প্রজাতির আর্টিমিয়া সিস্টের উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্যগুলো হলোঃ আকারে ছোট, অধিক হ্যাচিং ক্ষমতা ও পুষ্টিগুণসমৃদ্ধ, বিশেষ করে অধিক অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিড (HUFA)। ১৫ বছরের অধিক সময়ের পর জাত উন্নয়ন প্রক্রিয়া এবং উচ্চ তাপ সহনশীলতার জন্য ভিয়েতনামের ভিন-চাউ প্রজাতিকে সুপারিশ করা হয়।

৭.২ আর্টিমিয়া সিস্টের ইনকিউবেশন বা হ্যাচিংয়ের আদর্শ পদ্ধতি

পদ্ধতিটির বিস্তারিত দেখতে পরিশিষ্ট-১ দেখুন

সংক্ষেপে, আর্টিমিয়া সিষ্টের প্রস্ফুটনের জন্য আদর্শ পরিবেশের সূচক নিম্নে দেওয়া হলোঃ

- ✓ দ্রবীভূত অক্সিজেন ঃ দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা ৫ মিলিগ্রাম/লিটার রাখতে আর্টিমিয়ার ঘনত্ব নিয়ন্ত্রন করতে হবে
- ✓ তাপমাত্রা ঃ ২৫-৩০ ডিগ্রি সেলসিয়াস
- ✓ লবণাক্ততা ঃ ২৫-৩০ গ্রাম/লিটার
- ✓ পিএইচ ঃ প্রায় ৮ (বাফারিং ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য ১ গ্রাম/লিটার $NaHCO_3$ ব্যবহার করা যেতে পারে)
- ✓ সিষ্ট ঘনত্ব ঃ ২ গ্রাম/লিটার
- ✓ পানির উপরিস্তরে আলোর তীব্রতাঃ ২০০০ লাক্স

৭০ গ্রাম/লিটার বা তার অধিক লবনাক্ততার লবণ পুকুরে ইনস্টার-১ ধাপের আর্টিমিয়া নপলি (সমুদ্রের লোনা পানিতে প্রস্ফুটিত) মজুদ করা জটিল হয়ে পরে। আর্টিমিয়া নপলি ইনস্টার-১ ধাপে (তার ঘাড়ে লবন গ্লান্ড) থাকার জন্য হঠাৎ লবণাক্ততা পরিবর্তন জনিত জটিল ধাপ সহ্য করতে পারে। আর্টিমিয়া ইনস্টার-১ মজুদ ও পরীক্ষনের জন্য অল্প পরিমাণ সিষ্ট নিয়ে তার সুপ্তাবস্থা নির্ণয় করতে হবে।

৭.৩ পুকুরে মজুদের জন্য সদ্য ফোটা আর্টিমিয়া পরিবহণ

আর্টিমিয়া নপলি আহরণ ও ধোয়ার পর সমুদ্রের পানিসহ প্লাস্টিকের ব্যাগে ভরা হয়। আর্টিমিয়ার হ্যাচিং থেকে মজুদ পুকুরের পরিবহণ দূরত্ব ১৫ মিনিটের বেশি হলে প্লাস্টিকের ব্যাগে অক্সিজেন দিতে হবে অথবা ঠান্ডা রাখতে হবে।

ইনস্টার-১ আর্টিমিয়া নপলি পরিবহণের সময় যদি ১ ঘন্টার বেশি হয়, তাহলে তা অক্সিজেন ভর্তি পলিব্যাগ ও পানিতে বরফ দিতে হবে।

৭.৪ আর্টিমিয়া নপলি মজুদের উপযুক্ত সময়

পুকুরের পানির তাপমাত্রা যখন তুলনামূলকভাবে কম থাকে তখন অর্থাৎ সকাল (৭-৮ টা) অথবা সন্ধ্যা বেলা (৫- ৭ টা) আর্টিমিয়া নপলি মজুদের উপযুক্ত সময়।

৭.৫ সদ্য ফোটা আর্টিমিয়া নপলি মজুদের উপযুক্ত স্থান

পুকুরের পানির উপরিতল সমানভাবে আর্টিমিয়া নপলি মজুদের জন্য উপযুক্ত। মজুদের পরবর্তী দিন সকাল বেলা নপলি মজুদ ঘনত্ব নমুনা সংগ্রহের মাধ্যমে পরীক্ষা করা প্রয়োজন।

৭.৬ মজুদের প্রক্রিয়া/কৌশল

৭০ গ্রাম/লিটার লবণাক্ততায় ৫০-৭০ টি নপলি মজুদ করে পুকুরে আর্টিমিয়ার ভাল উৎপাদন পাওয়া যায়। আর্টিমিয়া চাষের আদর্শ পরিবেশে (পানির গভীরতা ও খাদ্যের প্রাপ্যতা) ছোট আকারের পুকুরে অধিক ঘনত্বের (৫০০ নপলি/লিটার পর্যন্ত) আর্টিমিয়া মজুদ করা যায়। এক সপ্তাহ চাষ করার পর চাষকৃত নপলি তুলনামূলক বড় আকারের পুকুরে স্থানান্তর করতে হবে।

৮. পুকুর পরিচর্যা ও ব্যবস্থাপনা

মৌসুম এবং অবস্থাভেদে চাষির ব্যবস্থাপনা জ্ঞান ও অভিজ্ঞতা আর্টিমিয়ার পুকুর ব্যবস্থাপনার জন্য প্রয়োজন। আর্টিমিয়া (সিস্ট এবং জীবন্ত আর্টিমিয়া) উৎপাদন বিভিন্ন কারণের উপর নির্ভর করে যেমন ঃ ব্যবস্থাপনার অভিজ্ঞতা, প্রশিক্ষণ গ্রহন, আবহাওয়া, (লবণাক্ততা, তাপমাত্রা) খাদ্য, সার, শ্রমিক এবং পুকুর সংস্কার বাবদ খরচ। আর্টিমিয়া নপলি মজুদের শুরু থেকে পুকুর ব্যবস্থাপনা শুরু হয় এবং তা চাষকালীন প্রতিটি দিন অনুসরণ করতে হয়। আর্টিমিয়া নপলি মজুদের ৭-১০ দিন পর, পুকুরে মাটি এবং চাষের জন্য প্রবেশ করানো পানিতে থাকা পুষ্টি উপাদানের জন্য এলগির আধিক্য (Algal bloom) দেখা দিতে পারে। সেজন্য এই সময়ে কোন ধরণের সার প্রয়োগ করার দরকার নেই। পরবর্তীতে পুকুরের বিভিন্ন ব্যবস্থাপনা করতে হবে যেমন ঃ পানির গভীরতা নিয়ন্ত্রন, লবণাক্ততা, পানির রঙ, খাদ্য, প্রজাতি বিন্যাস, ঘনত্ব, স্ত্রী আর্টিমিয়ার পুষ্টি ও স্বাস্থ্যগত অবস্থা এবং সিস্ট ও লার্ভার অনুপাত সঠিক মাত্রায় বজায় রাখা। আর্টিমিয়া চাষ পুকুরে সবুজ পানি সরবরাহের জন্য উর্বর/সার পুকুরে (Fertilized pond) যথেষ্ট পরিমাণ সবুজ পানি থাকতে হবে। আবহাওয়াগত অবস্থা মূলত অতিবৃষ্টি, অসময়ে বৃষ্টি, কম বা বেশি তাপমাত্রার সাথে সম্পর্কিত।

৮.১ সাধারণ ব্যবস্থাপনা

আর্টিমিয়া মজুদের ৭-১০ দিনের মধ্যে কিশোর পর্যায়ে আসে এবং ১২-১৫ দিনের পর থেকে বংশ বিস্তার শুরু করে। আর্টিমিয়া সিস্ট অথবা জীবিত আর্টিমিয়া *(Biomass)* সংগ্রহের উপর এর ব্যবস্থাপনা নির্ভর করে। মজুদের ১২-১৫ দিনের মধ্যে জীবিত আর্টিমিয়া *(Biomass)* আহরণ এবং ১৫-২০ দিনের মধ্যে সিস্ট সংগ্রহ করা যায়। মজুদের ২০ দিন পর আর্টিমিয়ার প্রজনন স্থিতিশীলতা লাভ করে। আর্টিমিয়ার উৎপাদন মূলত খাদ্যের সহজলভ্যতা, পানির তাপমাত্রা, লবণাক্ততা এবং অক্সিজেনের মাত্রার উপর নির্ভর করে।

৮.২ পানির স্তর ব্যবস্থাপনা

দক্ষিন এশিয়ায় লবণের খামারে সমন্বিত আর্টিমিয়া চাষের অভিজ্ঞতার ফলে কিছু সীমাবদ্ধতা রয়েছে। লবণ-বাষ্পীভবন পুকুরের নির্মাণ খরচ কমাতে অধিকাংশ লবণ চাষি আর্টিমিয়া চাষের জন্য সম্পূর্ণ আকার/গঠন পরিবর্তনের বিপরীতে খুব অল্প পরিমাণ সংস্কার করে থাকে। তুলনামুলক বেশি গভীরতার পুকুর আর্টিমিয়া চাষের জন্য ভাল যা নির্মাণ খরচ বাড়ায়, বাষ্পীভবনে বেশি সময় নেয় এবং বেশি পরিমানে লোনা পানির দরকার হয়।

কম গভীরতার পুকুরে সূর্যের আলো পুকুরের তলা পর্যন্ত পৌঁছে এলগি (ল্যাব-ল্যাব) উৎপাদনে সহায়তা করে। ল্যাব - ল্যাব পুষ্টির জন্য এককোষী এলগির সাথে প্রতিযোগীতা করে। ল্যাব-ল্যাব দ্রুত পুকুরের তলদেশকে আচ্ছাদিত করে ফেলে। একটি নির্দিষ্ট সময় পর ল্যাব-ল্যাব পুকুরের উপরিস্তলে ভেসে উঠে এবং আর্টিমিয়া সিস্ট আহরণকে বাধাগ্রস্ত করে। অবশেষে ল্যাব-ল্যাব পুকুরের তলায় ডুবে গিয়ে পচে যায় যা অবায়বীয় পচনের মাধ্যমে অক্সিজেনের ঘাটতি তৈরি করে এবং ক্ষতিকারক হাইড্রোজেন সালফাইড, মিথেন গ্যাস নিঃসরণ করে।

জলবায়ু পরিবর্তনে আবহাওয়ার বিরূপ অবস্থা বিবেচনায়, গভীর পুকুরে আর্টিমিয়ার চাষ উপযোগী লবণ-পানি (৮০-১০০ গ্রাম/লিটার) তৈরিতে তুলনামূলকভাবে সময় বেশি লাগে। অপরপক্ষে, কম গভীরতার পুকুরে দৈনিক তাপমাত্রার উঠানামা বেশি হয়, নতুন মজুদকৃত আর্টিমিয়া বাতাসের ফলে সৃষ্ট ফেনায় আটকে যেতে পারে এবং শিকারী প্রাণিদের দ্বারা আক্রান্ত হওয়ার সম্ভাবনাও বেশি থাকে। অতএব, চাষের সময়কাল এবং উৎপাদন বাড়ানোর জন্য আর্টিমিয়া মজুদের শুরু থেকেই পানির গভীরতা ও লবণাক্ততা যথেষ্ট থাকা প্রয়োজন।

৮.৩ লবনাক্ততা ব্যবস্থাপনা

আর্টিমিয়া চাষ পুকুরে সর্বোত্তম লবণাক্ততা ব্যবস্থাপনা চাষকে দীর্ঘায়িত করে এবং উৎপাদন বৃদ্ধিতে উল্লেখযোগ্য প্রভাব

ফেলে। কম লবণাক্ততা বা খুব বেশি লবণাক্ততা আর্টিমিয়ার বেঁচে থাকা, বৃদ্ধি, প্রজনন এবং সিস্ট আহরণে নেতিবাচক প্রভাব ফেলে। সনাতন লবণ উৎপাদন পদ্ধতির মধ্যে প্রাকৃতিক বাষ্পীভবন, বাষ্পীভবন পুকুরে পানির স্তরের মিশ্রণ এবং বাষ্পীভবন পুকুরের মধ্যে পানি স্থানান্তর উল্লেখযোগ্য। শুরুতে, আর্টিমিয়া মজুদের জন্য সমুদ্রের পানির লবণাক্ততা উপযুক্ত স্তরে (৭০-৮০ গ্রাম/লিটার) বাড়িয়ে আনতে প্রায় এক মাস সময় লাগতে পারে। অপরিশোধিত লবণ বা শেষ চাষের ঘন মিশ্রণ এই প্রস্তুতির সময়কাল সংক্ষিপ্ত করতে ব্যবহৃত হতে পারে। অতএব, আর্টিমিয়া চাষের শেষে চাষ পুকুর/বাষ্পীভবন পুকুরের লবণাক্ত পানি একটি জলাশয়ে সংরক্ষণ করতে হবে। এই সংরক্ষণ পুকুরটি পানি চোয়ানো বা দূষিত সামগ্রী ছাড়াই ১ মিটারের বেশি গভীর হওয়া দরকার এবং ভারী বৃষ্টিপাতের পরে পৃষ্ঠের বৃষ্টির পানির স্তরটি সরাতে নিষ্কাশন ব্যবস্থা থাকা প্রয়োজন।

লবণাক্ততার মাত্রা ৮০-১০০ গ্রাম/লিটার বজায় রাখা উচিত এবং ২৫০ গ্রাম/লিটরের বেশি হলে আর্টিমিয়ার জন্য তা মারাত্মক হয়ে ওঠে। লবণাক্ততা ব্যবস্থাপনার জন্য কম লবণের পানি দেয়া প্রয়োজন। লবণাক্ততা ব্যবস্থাপনার জন্য প্রয়োজনীয় পানি সরবরাহের পরিমাণটি নিম্নলিখিত সূত্র দ্বারা গণনা করা যেতে পারেঃ

$$S = \frac{(V^1 \times S^1) + (V^2 \times S^2)}{(V^1 + V^2)}$$

S= অতিরিক্ত পানি সরবরাহের পরে পুকুরের লবণাক্ততা

V^1= অতিরিক্ত পানি সরবরাহের আগে পানির পরিমাণ (মিটার^৩)

S^1= পুকুরের পানির প্রাথমিক লবণাক্ততা

V^2= অতিরিক্ত পানির পরিমাণ (মিটার^৩)

S^2= অতিরিক্ত পানির লবণাক্ততা

৮.৪ তাপমাত্রা ব্যবস্থাপনা

আর্টিমিয়া বৃদ্ধি এবং প্রজননে তাপমাত্রা গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলে। কম বা উচ্চ তাপমাত্রায় আর্টিমিয়া বংশবৃদ্ধি করতে পারে না এবং অনেক সময় তা ব্যাপক মৃত্যুর কারণ হয়। বাষ্পীভবন, লবণাক্ততা, পানির গুণমান, এলগির বৃদ্ধি, আর্টিমিয়া বিকাশ এবং প্রজননে তাপমাত্রা গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। লবণাক্ততা, গভীরতা, স্বচ্ছতা, বাতাসের গতি এবং মৌসুমের তাপমাত্রা ওঠানামায় প্রভাব রয়েছে। পানির তাপমাত্রা দীর্ঘসময় ধরে ৩৫ ডিগ্রি সেলসিয়াস বেশি থাকলে তা আর্টিমিয়া চাষের জন্য উপযুক্ত নয়। আংশিকভাবে পুকুরের পৃষ্ঠকে ঢাকতে ব্যবহৃত বিভিন্ন উপকরণ যেমন ঃ নারিকেল পাতা উচ্চ তাপমাত্রায় আর্টিমিয়া জন্য দরকারী আশ্রয়স্থল হিসেবে কাজ করে। সর্বোত্তম তাপমাত্রা বজায় রাখতে পানির স্তর ব্যবস্থাপনা প্রয়োজন।

৮.৫ দ্রবীভূত অক্সিজেন

আর্টিমিয়া চাষ পুকুরের জন্য ২.৫ মিলিগ্রাম/লিটারের চেয়ে বেশি দ্রবীভূত অক্সিজেন উপযুক্ত। পুকুরে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ বায়ু এবং এলগির ঘনত্বের সাথে সম্পর্কিত। খুব সকালে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ বাড়ানোর জন্য পানি সরবরাহের মাধ্যমে পুকুরের পানির স্তর ওলটপালট করা জরুরি।

৮.৬ খাবার ব্যবস্থাপনা

পুকুরে আর্টিমিয়া খাবারের মধ্যে রয়েছে এলগি (ফার্টিলাইজার পুকুর থেকে, প্রাকৃতিক ভাবে পুকুরে উৎপাদিত, সরাসরি সরবারাহকৃত), হিউমাস, জৈব এবং বা অজৈব সার, চিংড়ি ও মাছের খাবার। হেটারোট্রফিক ব্যাকটিরিয়া এবং ফ্লক উপকরণের বৃদ্ধিকে তরান্বিত করার জন্য ফার্টিলাইজার/সার পুকুরে বা সরাসরি আর্টিমিয়া পুকুরে কার্বোহাইড্রেট যোগ করার মাধ্যমে (কার্বন নাইট্রোজেন অনুপাত ১০ বা তার অধিক পৌঁছাতে) জৈব-ফ্লক প্রযুক্তি প্রয়োগ করা যেতে পারে। উৎপাদন প্রক্রিয়া স্থিতিশীল করার জন্য খাদ্যের উপযুক্ততা নিরীক্ষন এবং মূল্যায়ন মূলত নির্ভর করে পুকুরে আর্টিমিয়া পর্যবেক্ষনের উপর। পর্যবেক্ষনগুলো হলঃ-

- আর্টিমিয়ার অন্ত্রে খাদ্যের উপস্থিতি
- পুকুরের সব আর্টিমিয়ার আকার এবং রঙের (উজ্জ্বল, অস্বচ্ছ) মিল
- আর্টিমিয়ার সাঁতারের আচরণ (সক্রিয়, গোষ্ঠী বনাম একক, পৃষ্ঠ বা নিচে)
- বিকাশ পর্যবেক্ষণঃ পুকুরে মজুদের ১৫-২০ দিন পর আর্টিমিয়া প্রাপ্তবয়স্ক পর্যায়ে পৌছায় এবং প্রজননে অংশ নেয়
- প্রজননের সক্ষমতা (ডিম্বাশয়ের রঙ উজ্জ্বল/অন্ধকার বা কালো, খালি ডিম্বাশয় বহনকারী স্ত্রী আর্টিমিয়ার অনুপাত)
- বায়ু প্রবাহের দিকে মৃত আর্টিমিয়ার জড় হওয়া

৮.৬.১ অতিরিক্ত এলগি উপস্থিতি (অ্যালগাল ব্লুম)

ভিয়তেনামের মেকং ডেল্টায় আর্টিমিয়া পুকুরের মাটি পুষ্টিকর এবং জৈব পদার্থ সমৃদ্ধ, ক্যালসিয়াম এবং ম্যাঙ্গানিজের পরিমাণ বেশি তবে লোহার পরিমাণ কম। এই অবস্থাটি অ্যালগাল ব্লুম তৈরিতে ভূমিকা রাখে। অ্যালগাল ব্লুম ছাড়া পুকুরগুলি আর্টিমিয়া উৎপাদন কমিয়ে দেয় এবং উর্বরতা বাড়ানোর প্রয়োজন পরে।

৮.৬.২ ল্যাব-ল্যাব (তলদেশের শেত্তলা)

পুকুরে অধিক পুষ্টিসমৃদ্ধ মাটি বা অত্যধিক উর্বরতার কারণে ল্যাব-ল্যাব হয়। আর্টিমিয়া চাষের শুরুতে, এককোষী এলগির বিকাশ ঘটে এবং/অথবা মিশ্রণের ফলে সৃষ্ট ঘোলা (টার্বিডটি) পানি সূর্যের আলোর প্রবেশকে বাধা দেয়। আর্টিমিয়ার পরিস্রাবণ ক্রিয়াকলাপ এবং পানির মিশ্রণ না থাকায় ধীরে ধীরে স্বচ্ছতা বৃদ্ধি পায়। এতে সূর্যের আলো পানির নিচে প্রবেশ করে এবং ল্যাব-ল্যাবের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় যা আর্টিমিয়ার উৎপাদন কমিয়ে দেয়। ল্যাব-ল্যাব সরিয়ে ফেলা এবং পানির সচ্ছতা কমানো সময়সাপেক্ষ এবং ব্যয়বহুল (চিত্র ঃ ৩৭ এবং ৩৮)। দীর্ঘ সময় ল্যাব-ল্যাবের উপস্থিতি পানি দূষণের কারণ এবং এর ফলে আর্টিমিয়ার সংখ্যা পুকুরে কম বা অদৃশ্য হয়ে যেতে পারে। সূর্যের আলো প্রবেশ রোধ করতে পানির স্বচ্ছতা ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে ল্যাব-ল্যাব রোধ করা যেতে পারে।

চিত্র ৩৭ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরের তলদেশে ল্যাব-ল্যাব

চিত্র ৩৮ ঃ আর্টিমিয়া পুকুরে র‍্যাকিং

৮.৬.৩. মাটির ঘোলাত্ব

উচ্চ লবণাক্ত অবস্থায় পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়ামের চেয়ে মাটি এবং পানিতে সোডিয়ামের পরিমাণ বেশি থাকার কারণে মাটির কণাগুলি পানিতে ছড়িয়ে পড়ে এবং ভেসে যেতে পারে। জৈব পদার্থের উপস্থিতির কারণে কাদামাটির পরিমান কিছুটা কমে যেতে পারে। কাদামাটি হ্রাস/প্রতিরোধ করা যেতে পারে ঃ

- জৈব সার প্রয়োগের মাধ্যমে জৈব পদার্থের পরিমান বাড়িয়ে
- ফার্টিলাইজার/সার পুকুর হতে আর্টিমিয়া পুকুরে সবুজ পানি সরবরাহ করার মাধ্যমে

৮.৭. পুকুরে আর্টিমিয়ার সংখ্যার ব্যবস্থাপনা

পুকুরে আর্টিমিয়ার ঘনত্বের ওঠানামা আর্টিমিয়ার জীবন চক্রের বিভিন্ন পর্যায়ের উপর নির্ভর করে। পর্যাপ্ত খাদ্যের উপস্থিতি ও আর্টিমিয়ার সংখ্যার বিভিন্ন পর্যায়ের স্থায়িত্বের কারণে অনুকুল পরিবেশে পুকুরে সর্বোচ্চ পরিমান সিষ্ট এবং বায়োমাস (Biomass) উৎপাদন স্ত্রী আর্টিমিয়ার প্রজননমূলক কার্যকলাপের উপর বিবেচনা করে আর্টিমিয়ার সংখ্যার মূল্যায়নও করা হয়। যেমন ঃ সরাসরি সিস্ট/নপলি উৎপাদনের মাধ্যমে, ডিম্বাশয়ে ভ্রূণের সংখ্যা বা খালি ডিম্বাশয়ের সাথে স্ত্রীর সংখ্যা নির্ণয়ের মাধ্যমে। লবণাক্ততা, তাপমাত্রা ও পর্যাপ্ত খাদ্যর উপস্থিতির ভিত্তিতে আর্টিমিয়ার সংখ্যার স্থায়িত্ব নির্ভর করে। উদাহরণস্বরূপ সারণি ৪ এ দেখানো হল।

সারণী ৪ ঃ সময়ের সাথে চাষের পুকুরে বিভিন্ন বয়সের আর্টিমিয়ার উপস্থিতি

আর্টিমিয়ার সংখ্যার প্রকারভেদ	বিভিন্ন বয়সের আর্টিমিয়ার উপস্থিতি				
	নপলি	কিশোর	প্রাক-প্রাপ্তবয়স্ক	প্রাপ্তবয়স্ক	সিষ্ট
ক	++	-	-	-	-
খ	-	-	+	++	-
গ	++	-	-	+	-
ঘ	+	+	+	+	-
ঙ	+	-	-	++	-
চ	-	-	-	++	-
ছ	-	-	-	++	+
জ	+	+	+	+	+

দ্রষ্টব্য ঃ - অনুপস্থিত; + উপস্থিত; ++ অধিক ঘনত্বের সাথে উপস্থিত

ক ঃ মজুদ সংখ্যা

খ ঃ প্রাপ্ত ও অপ্রাপ্তবয়স্ক পর্যায়ে সংখ্যার বিকাশ

গ ঃ নপলি উৎপাদনকারি স্ত্রী আর্টিমিয়ার সংখ্যা

ঘ ঃ পুকুরের ভাল অবস্থান বজায় রাখার ফলে আর্টিমিয়া সংখ্যার পুনুরুৎপাদন সচল থাকে

ঙ ঃ সংখ্যায় কেবল প্রাপ্তবয়স্করা থাকে, নপলি খাবারের অভাবে দ্রুত মারা যায়

চ ঃ পর্যাপ্ত খাবারের অভাবে প্রাপ্তবয়স্কদের কোন উৎপাদন হয় না

ছ ঃ অধিক চাপযুক্ত অবস্থার কারনে সংখ্যার ঘনত্ব আর বাড়বে না, এই অবস্থায় প্রাপ্তবয়স্ক স্ত্রী আর্টিমিয়া শুধু সিস্ট উৎপাদন করবে

জ ঃ পুকুরের আদর্শ অবস্থায় স্ত্রী আর্টিমিয়া সিস্ট উৎপাদন করে এবং এখানে সকল পর্যায়ের সংখ্যার উপস্থিতি থাকে

৮.৮. আর্টিমিয়া আহরণের ব্যবস্থাপনা

সরাসরি সিস্ট (Cyst) অথবা বায়োমাস (Biomass) এই দুই উপায়ে আর্টিমিয়া সংগ্রহ করা যেতে পারে। উপযুক্ত সময়, ঘটনার ধরণ এবং পণ্যের গুণগত মান বিবেচনা করে আর্টিমিয়া সংগ্রহ করতে হবে। আর্টিমিয়া সিস্টের থেকে আর্টিমিয়া বায়োমাস দীর্ঘ চাষের ব্যবস্থা রয়েছে যেখানে চাষের মৌসুম এবং প্রস্তুতির সময় আগেই বর্ণনা করা হয়েছিল। আর্টিমিয়ার সিস্ট অথবা আর্টিমিয়া বায়োমাস উৎপাদনের জন্য তার পছন্দ অনুযায়ী লবণ পানি এবং খাদ্য ব্যবস্থাপনা প্রয়োজন। আর্টিমিয়া সিস্টের উৎপাদন, আর্টিমিয়ার বায়োমাস সংগ্রহ ও প্রক্রিয়াজাতকরণের বিশদ অধ্যায় ১১ তে বর্ণনা করা হয়েছিল।

৮.৯ মৌসুমী ব্যবস্থাপনা

কক্সবাজার জেলা বাংলাদেশের অন্যতম জলবায়ু প্রবণ ও ঝুঁকিপূর্ণ অঞ্চল হওয়ার কারণে তাপমাত্রার ওঠানামা, অসময়ে বৃষ্টি, ভারী বৃষ্টিপাত, ঝড় হাওয়া এবং ঘূর্ণিঝড় হয়। এপ্রিল থেকে অক্টোবর মাস হল গ্রীষ্মকালীন সময়, নভেম্বর থেকে মার্চ হল শীতকালীন সময় (সারণী ৫)। মে থেকে সেপ্টেম্বর মাসে বছরের সবচেয়ে বেশি বৃষ্টিপাত হয়ে থাকে। (https://www.weatheratlas.com/en/bangladesh).

সারণী ৫ ঃ কক্সবাজারের জলবায়ু পঞ্জিকা

জলবায়ুজনিত হুমকি	জানু.	ফ্রেব্রু.	মার্চ	এপ্রিল	মে	জুন	জুলাই	আগ.	সেপ্টে.	অক্টো.	নভে.	ডিসে.
সর্বাধিক তাপমাত্রা (২৬-৩৩° সে.)												
সর্বনিম্ন তাপমাত্রা (১৫-২৫° সে.)												
বৃষ্টিপাত (৪.১-৯২৪ মিলিমিটার)												
বৃষ্টির দিন (১-২২ দিন)												
আর্দ্রতা (৭১-৮৯%)												
দিনের আলো (গড় ১০.৮-১৩)												
রোদ (গড় ৩-৯ ঘন্টা)												
বিকিরণ (ইউভি সূচক ৭-১২)												

দ্রষ্টব্য ঃ গভীর রঙ সর্বাধিক তীব্রতা দেখায়

অন্যান্য এশীয়ার দেশগুলির অভিজ্ঞতা থেকে দেখা যায় যে, কিছু অঞ্চলে অসময়ে বৃষ্টিপাত, ঠান্ডা বাতাস এবং চরম তাপমাত্রার কারণে ৬০% উৎপাদন হ্রাস পেয়েছে। নিম্নলিখিত মৌসুমি সমাধানগুলি আর্টিমিয়া চাষের ঝুঁকিকে সীমাবদ্ধ করতে বিবেচনা করা যেতে পারে।

৮.৯.১ মৌসুম এবং ফসল

জলবায়ুজনিত হুমকি আর্টিমিয়া চাষের পুকুর নির্মাণ, মজুদ ব্যবস্থাপনা, পরিচালনা এবং আহরণের প্রভাব ফেলতে পারে। ডিসেম্বর থেকে মার্চ পর্যন্ত সিস্টের আহরণ সম্ভব হবে। আর্টিমিয়া বায়োমাস (Biomass) উৎপাদনের জন্য অবশিষ্ট শুকনো মৌসুম বিবেচনা করা যেতে পারে। সমন্বিতভাবে সমকালীন এবং বিকল্প সমন্বিত লবণাক্ত সহনশীল প্রজাতির মৎস্য চাষের (চিংড়ি, কাঁকড়া, কোরাল এবং তেলাপিয়া মাছ) ক্ষেত্রে ব্যয়বহুল ও গ্রীষ্ম এবং বর্ষার মৌসুমে যথাক্রমে কার্যকর হবে (সারণী ঃ ৬)।

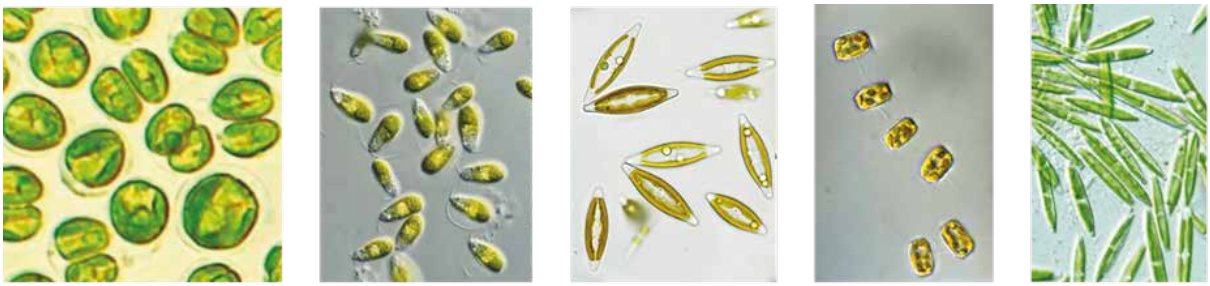
সারণী ৬ ঃ কক্সবাজারে সমন্বিত আর্টিমিয়া-লবণ-মাছ উৎপাদনের মৌসুমী ক্যালেন্ডার

	জানু.	ফ্রেব্রু	মার্চ	এপ্রিল	মে	জুন	জুলাই	আগ.	সেপ্টে.	অক্টো.	নভে.	ডিসে.
লবন												
আর্টিমিয়া												
মৎস্য চাষ												

৯. শৈবাল/এলগির বৃদ্ধি ও বিকাশ

আদর্শ পুকুর থেকে সবুজ পানি হিসাবে সরবরাহ করা এলগিগুলি হল আর্টিমিয়ার উৎকৃষ্ট খাবার। পুকুরের পানির স্বচ্ছতাই এলগিগুলি বৃদ্ধির ভাল লক্ষণ। পানির স্বচ্ছতা সর্বোত্তম ২৫ থেকে ৩৫ সেন্টিমিটার এর মধ্যে হওয়া উচিত। অতিরিক্ত শৈবালের উপস্থিতির কারণে পানির স্বচ্ছতা হ্রাস পায়, যার ফলে রাতের বেলায় অক্সিজেন সল্পতা দেখা দিতে পারে।

উপস্থিত জলজ উদ্ভিদের প্রকারের উপর পানির রং নির্ভর করে, উদাহরণস্বরুপঃ ক্লোরোফাইটার কারণে সবুজ রং, নীল রং এর জন্য সায়ানোফাইট, চা বাদামী বা গাঢ় বাদামী এর জন্য ব্যাসিলারিওফাইটা। ডুনালিয়লো বা হ্যালোব্যাক্টেরিয়ামের উপস্থিতির কারণে অধিক লবণাক্ততায় চাষের পুকুরে লাল রং দেখা যায়। স্বল্প লবণাক্ততায় (৫০ গ্রাম/লিটার এর ও কম) সায়ানোফাইটা, ক্লোরোফাইটা এবং ব্যাকসলারিওফিাইটার উপর প্রভাব বিস্তার করে। শৈবালের গঠন জীবিত আর্টিমিয়া এবং সিস্ট এর বৃদ্ধি, প্রজনন এবং এর পুষ্টিগুণকে প্রভাবিত করে। উদাহরণস্বরূপ প্রাপ্তবয়স্ক আর্টিমিয়ার খাবারে শৈবালের উপস্থিতির কারণে আর্টিমিয়ার সিস্টে অতিরিক্ত অসম্পৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড এর উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়। আর্টিমিয়ার জন্য কেবল কয়কেটি এলগি প্রজাতিই উপযুক্ত খাদ্য কারণ আর্টিমিয়ার নপলি প্রায় ২০ মাইক্রো মিটার এব প্রাপ্তবয়স্ক আর্টিমিয়া ৫০ মাইক্রোমিটার খাদ্যকণা পরিপাক করতে পারে। আর্টিমিয়ার জন্য উপযুক্ত এলগি প্রজাতিগুলো হল *Tetraselmis* (টেট্র্যাসেলমিস), *Dunaliella* (ডুনালিয়েলা), *Chaetoceros* (চিটোসেরোস), *Navicula* (নাভিকুলা), *Nitzschia* (নিত্জছিয়া) এবং *Thalassiosira* (থ্যালাসিওসিরা) (চিত্র ঃ ৩৯)।



টেট্রাসেলমিস ডুনালেইলা নেভিকুলা থালাসিসোরা নিত্জচিয়া

চিত্র ৩৯ ঃ আর্টিমিয়ার খাবার হিসেবে বিভিন্ন এলগি প্রজাতি

পুকুরে এলগির উৎস হল (১) সবুজ-জলাশয়ে এলগি উৎপাদিত হয় এবং সেখান থেকে স্থানান্তরিত হয় আর্টিমিয়া পুকুরে ২) উর্বরতা বৃদ্ধির মাধ্যমে আর্টিমিয়া পুকুরে এলগি উৎপাদন। উভয়ের সুবিধা এবং অসুবিধা পদ্ধতিগুলি সারণি ঃ ৭ এ দেওয়া হয়েছে।

সারণী ৭ ঃ ফার্টিলাইজার পুকুরে/সবুজ পানির পুকুর এবং আর্টিমিয়া পুকুরে এলগি উৎপাদনের সুবিধা এবং অসুবিধা

	সুবিধা	অসুবিধা
ফার্টিলাইজার/ সবুজ পানির পুকুর	• কম লবণাক্ততা (<৬০ গ্রাম/লিটার) এলগির বিকাশের জন্য উপযুক্ত। • জৈব এবং অজৈব সারের সংমিশ্রণ পুকুরগুলিতে পুষ্টি সঞ্চয়ে বাঁধা দিতে পারে। • নতুন পানিতে সার/উর্বর পুকুরের মাধ্যমে এলগিযুক্ত পানি ধারাবাহিকভাবে আর্টিমিয়া পুকুরে সরবরাহ করা যেতে পারে।	• প্রাকৃতিকভাবে উৎপাদিত এলগির বিভিন্ন প্রজাতির সাথে মিশ্রিত হয়। আর্টিমিয়ার জন্য উপযুক্ত প্রজাতি নির্বাচন করা কঠিন। • কম লবণাক্ততায় সংরক্ষিত এই পুকুরগুলি আর্টিমিয়া পুকুরগুলির জন্য শিকারী এবং প্রতিযোগীদের উৎস হতে পারে। • পুকুরগুলি পরিবেশের উপাদান দ্বারা প্রভাবিত হয়, যেমনঃ তাপমাত্রা এবং লবনাক্ততার কারণে এলগি-গুলির গঠনে বিভিন্নতা আসে, অনুপযুক্ত এলগির উৎপাদন হয় (উদাহরণস্বরূপঃ ফিলামেন্টযুক্ত এলগি)। চাষের জায়গা দখল করে আর্টিমিয়ার উৎপাদন অঞ্চল হ্রাস করে।
আর্টিমিয়া পুকুর	• আর্টিমিয়ার চাষের জায়গা বাড়াতে হবে। • শিকারী এবং প্রতিযোগীদের আক্রমণ হ্রাস করতে হবে।	• আর্টিমিয়া পুকুরে জৈব পদার্থের জমার পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়। • সার প্রয়োগ আর্টিমিয়া পুকুরে কম কার্যকর কারণ অধিক লবণাক্ততায় খুব কম এলগিই ভালভাবে বৃদ্ধি পেতে পারে।

৯.১ ফার্টিলাইজার পুকুরে এলগি উৎপাদন

এলগি বৃদ্ধির জন্য সবুজ-জলাশয়ে অজৈব এবং জৈব সার উভয়ই প্রয়োগ করা যেতে পারে। ভিয়েতনামের ভিনহ চাউ লবণের জমিতে, খাওয়ার চাহিদা এবং পানির লবণাক্ততার উপর নির্ভর করে সাধারণত প্রতি ২ দিনে আর্টিমিয়া পুকুরের পানির পরিমাণের ১০% থেকে ১৫% হারে প্রত্যেক বারে ১-৩ সেন্টিমিটার সবুজ পানি আর্টিমিয়া পুকুরে সরবরাহ করানো হয়।

৯.১.১ অজৈব সার প্রয়োগ

৯.১.১.১ নাইট্রোজেনযুক্ত সার

এলগির উৎপাদন বাড়ানোর জন্য নাইট্রোজেনযুক্ত সারের প্রয়োজনীয়তা ভৌগলিক অবস্থান, প্রাকৃতিক শৈবালের সংখ্যার সংমিশ্রণের সাথে পরিবর্তিত হয় (সারণী ঃ ৮)।

সারণী ৮ ঃ নাইট্রোজেন সমৃদ্ধ সারসমুহের তালিকা, প্রস্তাবিত প্রয়োগপ্রণালী এবং পুকুরের পানিতে প্রভাব

নাইট্রোজেন সমৃদ্ধ সারসমুহ	নাইট্রোজেন % (N)	পুকুরের পানিতে প্রয়োগের প্রভাব	প্রয়োগের পরিমান (মিলিগ্রাম/লিটার)
অ্যামোনিয়াম সালফেট $(NH_4)_2SO_4$	২০	প্রশমন ক্ষমতা হ্রাস করে এবং ফসফেট ও সালফেটের অধঃক্ষেপণ তরান্বিত করে।	২.৫
ক্যালসিয়াম নাইট্রেট $Ca(NO_3)_2$	১৫-১৬	পি এইচ, বৃদ্ধি করে।	৩.০
ইউরিয়া CH_4N_2O	৪৬	তাপমাত্রা হ্রাস করে, সহজেই দ্রবীভূত হয়।	১.০

৯.১.২.২ ফসফেট সার

জৈব পদার্থ এবং পচে যাওয়া ব্যাকটেরিয়া হলো ফসফেটের প্রাকৃতিক উৎস। ফসফেট পানি থেকে দ্রুত অদৃশ্য হয়ে যায় কারণ এটি লবণের পানিতে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং পুকুরের তলদেশে শোষিত হয়। এইজন্যে কম পরিমাণে ও ঘনঘন (সাধারণত প্রতি সপ্তাহে দু'বার) ফসফেট সার প্রয়োগ করতে হবে। ফসফেট এবং নাইট্রোজেন সমৃদ্ধ সারের সংমিশ্রণই এলগিগুলির বৃদ্ধি নির্ধারণ করে। ফসফেট ও নাইট্রোজেন সমৃদ্ধ সারের প্রস্তাবিত অনুপাত ৩-৫: ১।

সারণী ৯ ঃ ফসফেট সারের তালিকা, প্রস্তাবিত প্রয়োগবিধি এবং পুকুরের পানির উপর প্রভাব

ফসফেট সারসমুহ	ফসফেটের (P_2O_5) %	পুকুরের পানিতে প্রভাব
সুপার ফসফেট $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$	১৬-২০	অধিক দ্রবনীয়তা
ডিক্যালসিয়াম ফসফেট $CaHPO_4.2H_2O$	৩৫-৪৮	স্বল্প দ্রবনীয়তা
ট্রিপল সুপার ফসফেট $Ca(H_2PO_4)\ H_2O$	৪২-৪৮	ভাল দ্রবনীয়তা
সোডিয়াম পলিফসফেট $Na_5P_3O_{10}$	৪৬	তরল
ফসফোরিক এসিড H_3PO_4	৫৪	তরল

অধিক স্বচ্ছতায় ২৮ ডিগ্রি সেলসিয়াসের বেশি তাপমাত্রায় ফসফেট সারের অতিরিক্ত ব্যবহার পুকুরের পানির তলানিতে আলো প্রবেশ করতে সহায়তা করে এবং তলদেশে এলগির (ছায়ানোফাইটা) বৃদ্ধিকে প্রভাবিত করে। অধিক ফসফেট কম লবণাক্ততায় ফিলাম্যান্টযুক্ত এলগির বিকাশকে উদ্দীপিত করে (লিনব্য, অসিলেটোরিয়া)।

অজৈব সার প্রয়োগ সতর্কতা ঃ

- দ্রবণীয়তা নিশ্চিত করতে মিঠা পানিতে দ্রবীভূত করতে হবে, এর পরে পুকুর জুড়ে সমানভাবে ছড়িয়ে দিতে হবে। এটি তরল সারের জন্যও প্রযোজ্য।
- মেঘলা বা কম রৌদ্রউজ্জ্বল দিনে সার দেয়া যাবেনা। কারণ কম আলোর তীব্রতায় এলগি সীমিত আকারে বৃদ্ধি পায়।
- স্বল্প লবণাক্ত পুকুরগুলিতে (৬০ গ্রাম/লিটার এর চেয়ে কম) সার প্রয়োগ করতে হবে ।
- এলগি বৃদ্ধির অনুকূল পরিবেশ অর্জনের জন্য লবণাক্ততা, পানির স্তর, ঘোলাত্বতার ক্ষেত্রে স্থিতিশীল অবস্থার প্রয়োজন।
- মজুদ করার পরে আর্টিমিয়া পুকুরে সার প্রয়োগ করা যাবেনা। উচ্চ লবণাক্ততায় এলগির বৃদ্ধি সীমিত হয়।

অজৈব সারের প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণঃ

- কি পরিমান সারের দরকার তা সারের প্রকার ও রাসায়নিক সংমিশ্রণ দেখে নির্ধারণ করতে হবে।
- এলগির উপস্থিতি বিবেচনা করে প্রয়োগের পরিমাণ এবং বিধী (প্রতি সপ্তাহে ১-২) সামঞ্জস্য করতে হবে এবং ৩০-৪০ সেন্টিমিটার পরিসরে পানির স্বচ্ছতা বজায় রাখতে হবে।
- পানিতে CO_2 এর পরিমাণ বাড়ানোর জন্য নিয়মিত পানি সরবরাহ করতে হবে।
- যে বিষয়গুলি শৈবালের প্রাথমিক উৎপাদনকে প্রভাবিত করে যেমন ঃ লবণাক্ততা, সূর্যের আলো, পানির রঙ এবং স্বচ্ছতা, এলগির উৎস, এগুলোকে সার প্রয়োগের জন্য বিবেচনা করা উচিত।

৯.১.২ জৈব সার

পোল্ট্রি বর্জ্য, কোয়েল এবং হাঁসের বর্জ্য আর্টিমিয়া চাষের জন্য প্রয়োগ করা যেতে পারে। ফিলামেন্টযুক্ত এলগি বৃদ্ধির ঝুঁকি বিবেচনা করে গোবর, ছাগল এবং ভেড়ার বর্জ্য উপযুক্ত নয়।

জৈব সারের প্রস্তাবিত প্রয়োগের পরিমাণ শুরুতে প্রতি হেক্টরে ০.৫ থেকে ১.২৫ মেট্রিক টন এবং পরে প্রতি ২-৩ দিনে ১০০-২০০ কেজি/হেক্টর। জৈব সারের প্রয়োগ ব্যাকটেরিয়া এবং বায়োফ্লোকগুলির বিকাশকে উদ্দীপিত করে যা আর্টিমিয়ার জন্য একটি ভাল খাদ্য সামগ্রী। জৈব সারের গুণাগুণ গবাদি পশু ও হাঁস-মুরগির খাবার এবং মজুদের অবস্থার সাথে পরিবর্তিত হয়। অত্যধিক জৈব সারের প্রয়োগের ফলে অক্সিজেন হ্রাস পেতে পারে, নীল সবুজ এলগির এবং ল্যাব-ল্যাবের বৃদ্ধি ত্বরান্বিত করতে পারে।

৯.১.৩ জৈব এবং অজৈব সারের সংমিশ্রণ

জৈব এবং অজৈব সারের সম্মিলিত প্রয়োগ এলগির বিকাশে এবং জৈব সারের কারণকে প্রভাবিত করে (নিম্ন কার্বনঃ নাইট্রোজেন অনুপাত)। সাধারণত অজৈব সার সবুজ-জলাশয়ে বা শাখা খালে প্রয়োগ করা হয়, যেখানে জৈব সার সরাসরি আর্টিমিয়া পুকুরে প্রয়োগ কর যেতে পারে।

৯.২ আর্টিমিয়া পুকুরে এলগি উৎপাদন

আর্টিমিয়া পুকুরে সার প্রয়োগ এলগির উৎপাদনকে তরান্বিত করতে পারে। বিভিন্ন কারণে উচ্চ লবনাক্ততায় এলগির বৃদ্ধি সীমিত হয়ে থাকে, যেমন ঃ সারের রাসায়নিক গুনাবলীর প্রভাব ও প্রাকৃতিক ভাবে বিদ্যমান এলগি প্রজাতির গঠন এবং বিকাশ। সারের রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যগুলিকে যে উপাদানগুলি প্রভাবিত করে সেগুলি হল সামদ্রিক পানির আয়নের মিশ্রণ, পি এইচ, পুকুরের নিচের স্তরের উপাদান। এলগিগুলির বিকাশ তাপমাত্রা, লবনাক্ততা, আলো এবং স্বচ্ছতার উপর নির্ভর করে।

৯.৩ এলগির সাথে আর্টিমিয়া চাষের সীমাবদ্ধতা সমূহ

আর্টিমিয়া পুকুরের নিয়মিত যে সমস্যা সবচেয়ে বেশি দেখা দেয় তা হল পুকুরের নিচের এলগি (ল্যাব-ল্যাব) এবং ফিলামেন্টযুক্ত এলগির উপস্থিতি। এই এলগিগুলি আর্টিমিয়া চাষের জন্যে অনুপযুক্ত। এই এলগিগুলি নিয়ন্ত্রণ করতে পানির স্বচ্ছতা এবং পানির স্তর কার্যকারী ভূমিকা রাখতে পারে। প্রতিদিন র‍্যাকিং এর মাধ্যমে সংমিশ্রণ, নিচের এলগির উৎপাদন সীমিত করতে এবং পানির স্তরে পুষ্টি ছড়িয়ে দিতে উপকারী ভূমিকা পালন করে। এই সমস্যাগুলি প্রতিরোধের সর্বোত্তম উপায় হল সবুজ পানি এবং আর্টিমিয়া পুকুরগুলি ৫০ সেন্টিমিটার বা তারও বেশিপানির গভীরতায় পরিচালনা করা।

১০. প্রক্রিয়াজাত এবং সম্পুরক খাদ্য

আর্টিমিয়া যেহেতু অ-নির্বাচনী ফিল্টার-ফিডার, তাই ক্ষুদ্র এলগি ছাড়াও অন্যান্য কণা আর্টিমিয়াকে খাওয়ানোর জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে। যেমন ঃ শুকনো এলগি, ছত্রাক (ঈস্ট), পাশাপাশি বিভিন্ন কৃষি উপজাতীয় পণ্য যেমন ধানের তুষ, গমের তুষ এবং সয়াবিন উপজাতীয় পণ্যাদি সরবরাহ করা হয়, খাদ্যের কণাগুলোর আকার ৫০ মাইক্রোমিটার এর কম হলে তারা সেগুলো পিষে বা ছেঁকে খেতে পারে।

ধানের তুষ এবং অন্যান্য কৃষি উপজাতীয় পণ্যগুলির অসুবিধা হল এগুলিতে অপাচ্য পদার্থ (উদাহরণস্বরূপঃ তন্তু) থাকে যা পুকুরের তলদেশে বর্জ্য হিসাবে জমা হয়।

সাম্প্রতিক বছরগুলিতে এটি ভালভাবে নথিভুক্ত করা হয়েছে যে, ব্যাকটেরিয়া এবং বিশেষত বায়োফ্লোকস (জীবিত এবং মৃত জৈব পদার্থের সংশ্লেষ) আর্টিমিয়ার খাদ্যের একটি গুরুত্বপূর্ণ উৎস।

কার্বন ও নাইট্রোজেন এর অনুপাত ১০: ১ এর উপরে গেলে বায়োফ্লক এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। নিচের সস্তা কার্বন উৎসগুলি আর্টিমিয়া চাষে সফলভাবে ব্যবহৃত হয় ঃ গুড়, গমের আটা, অ্যামি-অ্যামি (মনোসোডিয়াম গ্লুটামেট গাঁজনের উপজাত)।

বায়োফ্লোক প্রযুক্তির প্রয়োগ পানির গুণগতমান আরও বাড়ায়, কারণ এটি অ্যামোনিয়াম এবং নাইট্রোজেনের উপজাতগুলি /বর্জ্যগুলিকে অত্যন্ত পচ্য জৈব পদার্থ (৩৫ -৫০%প্রোটিন) যুক্ত ব্যাকটেরিয়া বায়োমাসে রূপান্তরিত করে, পাশাপাশি বিভিন্ন সক্রিয় জৈব-যৌগগুলি (ভিটামিন, এনজাইম, প্রতিরোধক, ইত্যাদি) আর্টিমিয়া বিকাশের জন্য উপকারি ও স্বাস্থ্যকর।

পুকুরে আর্টিমিয়া চাষে বায়োফ্লোকগুলির ব্যবহারের আরেকটি সুবিধা হল যে, এগুলি অধিকতর লবণাক্ততায়ও উৎপাদন করা যায় (এলগি উৎপাদনের সময়ে যে সমস্যা হয় তার বিপরীত)।

নিয়মিত সবুজ-জলাশয়ে নড়াচড়া দিলে এবং আর্টিমিয়া পুকুরগুলিতে মই/র‍্যাকিং দিয়ে মসৃণ করলে বায়োফ্লোক উপকরণগুলির জমা হওয়ার প্রবণতা বাধাগ্রস্থ করবে এবং এটি আর্টিমিয়া দ্বারা আরও ভালভাবে পরিষ্কার হবে।

১১. আর্টিমিয়ার সাধারণ রোগ ও চিকিৎসা

মাঝেমাঝে সংক্রামক এবং অ-সংক্রামক উভয় রোগই চাষের ট্যাংক বা পুকুরগুলিতে আর্টিমিয়ার অধিক মৃত্যুর কারণ হতে পারে। পরিচিত রোগগুলি লিউকোথ্রিক্স প্রজাতি দ্বারা হয় এমন রোগ গুলো হলোঃ কালো দাগ রোগ, লম্বা মলদ্বার রোগ এবং পেটে সাদা দাগ রোগ।

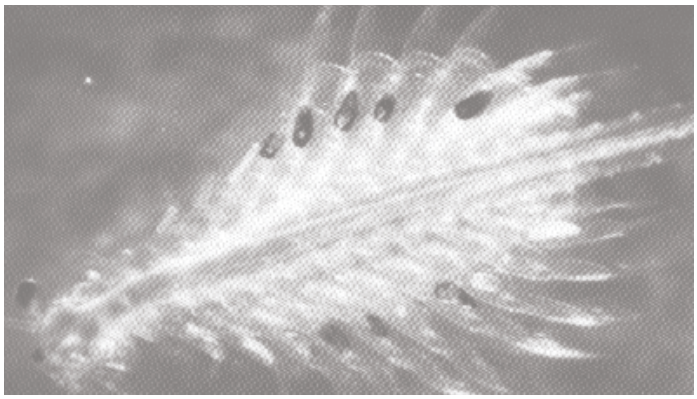
এটি আরও গুরুত্বসহ লক্ষণীয় যে আর্টিমিয়া ব্যাকটেরিয়ার ফিল্টার-ফিডার হিসাবে চাষের ট্যাঙ্ক বা পুকুরে অবস্থিত ভিব্রিও *(vibrio)* প্রজাতির ভেক্টর হতে পারে এবং জলজ ব্যবস্থায় খাওয়ানো চিংড়ি বা মাছকে সংক্রামিত করতে পারে (হ্যাচারি, নার্সারি, পরিপক্কতা প্রাপ্তির কালে)।

১১.১ লিউকোথ্রিক্স প্রজাতি

এটি ফিলামেন্টাস ফ্ল্যাজেলা ব্যাকটেরিয়া, আর্টিমিয়ার উপাঙ্গগুলিতে সংযুক্ত থাকে। সাধারণত ট্যাঙ্কে সমুদ্রের পানির লবণাক্ততায় যদি খুব অধিক জৈবের উপস্থিতি থাকে তবে এদের দেখা যায়। লিউকোথ্রিক্স কলোনী বহিঃকঙ্কালে লেগে থাকে, ইনস্টার-৫/৬ ধাপের পর থেকে দৃশ্যমান হয়। ব্রাইন চিংড়ি শারীরিকভাবে ক্ষতিগ্রস্থ হয়, কারণ তাদের থোরাকোপডসের চলাচলকে প্রভাবিত হয় এবং ফলস্বরূপ পরিস্রাবণ হার হ্রাস পায়। অবশেষে, বৃদ্ধি এবং খোলস পরিবর্তন ব্যাহত হয়, ট্যাঙ্কগুলিতে খাবারের পরিমাণ বেড়ে যায়, যার ফলে আর্টিমিয়া চাষ বন্ধ হয়ে যায়। নিয়মিত পানির পরিবর্তনের সাথে লবণাক্ততা ৬০ গ্রাম/লিটার বৃদ্ধি করে লিউকোথ্রিক্স প্রজাতির উপস্থিতি হ্রাস করা যায়।

১১.২ কালো দাগ রোগ

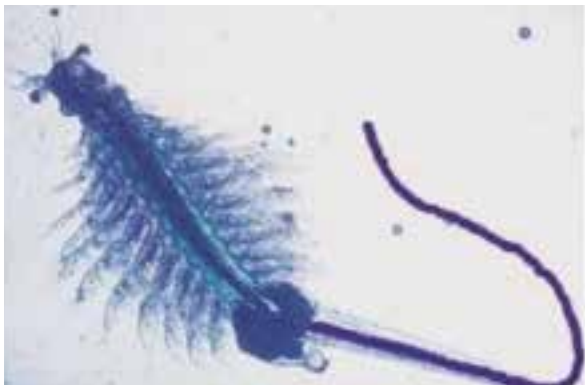
আর্টিমিয়ার উপাঙ্গের উপর কালো দাগ (দেহাংশের পচনরুপ ব্যাধি) এর উপস্থিতি। এই রোগটি কিউটিকুলা থেকে বহিঃস্তুকের বিচ্ছিন্নতার সময় হয়ে থাকে এবং এটি খাদ্যের অভাবজনিত কারণে ঘটে যা চর্বির বিপাকে বাধা দেয় (চিত্র ঃ ৪০)। অধিক ঘনত্বের আর্টিমিয়ার চাষের সময় খাদ্য উৎস হিসাবে কৃষি উপজাত পণ্য ব্যবহার করা হলে, পানির গুণগতমানের অবনতি ঘটলে (সম্ভবত ব্যাকটিরিয়ার সংখ্যার কাঠামোতে এবং খাদ্যের সংমিশ্রণে পরিবর্তনের ফলে) এবং খাওয়ানোর হার পর্যাপ্ত না হলে তখন কালো দাগ রোগটি দেখা যায়।



চিত্র ৪০ ঃ আর্টিমিয়ার থোরাকোপডগুলিতে কালো দাগ রোগ

১১.৩ দীর্ঘ মলদ্বার / পায়ুপথ

আর্টিমিয়ার দীর্ঘ মলদ্বারে সুতার উপস্থিতি (চিত্র ঃ ৪১)। এটি প্রায়শই ঘটে যখন সবুজ-পুকুরের পানিতে ডায়াটমের ঘনত্ব বেশি থাকে। অধিকতর উপযুক্ত শৈবালের প্রজাতি-যুক্ত পানি বা পরিপুরক খাবার সরবরাহ করাই এই রোগ থেকে মুক্তি পাওয়ার সবচেয়ে ভাল উপায়।



চিত্র ৪১ ঃ দীর্ঘ পায়ুপথ

১১.৪ পেট সাদা রোগ

খালি চোখে আর্টিমিয়ার পেটের অস্বচ্ছ পরিপাক নালী দেখা যায় এবং অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নিচে পরিপাক নালী ফাঁকা দেখা যায় (চিত্রা ঃ ৪২)। অপর্যাপ্ত ও অনুপযুক্ত খাবার, খাদ্য তালিকায় থাকার কারণে এই রোগ হতে পারে। লক্ষণটি প্রকাশের কয়েক দিনের মধ্যেই ব্যাপক হারে আর্টিমিয়া মারা যায়। রোগ নিয়ন্ত্রণে আনার জন্যে সবুজ পানি সরবরাহ এবং পানির আংশিক বিনিময় খুব উপকারি।

চিত্র ৪২ ঃ কিশোর আর্টিমিয়া সাদা পেট রোগে আক্রান্ত

১২. আর্টিমিয়া বায়োমাস এবং সিস্টের আহরণ/সংগ্রহ ও প্রক্রিয়াজাতকরণ

১২.১ আর্টিমিয়া বায়োমাস আহরণ

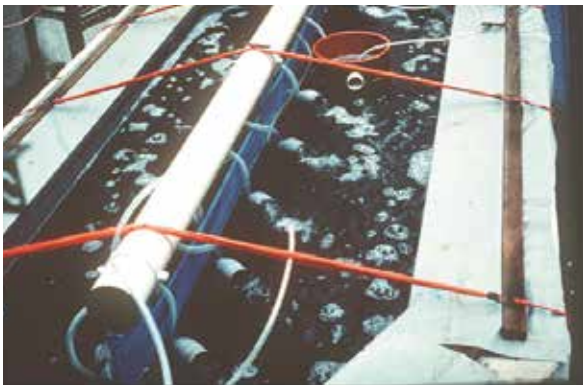
মজুদ করার ২-৩ সপ্তাহের মধ্যেই আর্টিমিয়া প্রাপ্ত বয়স্ক পর্যায়ে পৌঁছায় এবং স্ত্রী আর্টিমিয়া নপলি ছেড়ে দিতে থাকে, ফলে পুকুরে আর্টিমিয়ার সংখ্যার ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং কেউ তখন আর্টিমিয়ার বায়োমাস আংশিক মজুদের জন্যে বিবেচনা করতে পারেন (প্রাপ্ত বয়স্ক এবং কিশোর আর্টিমিয়া)। এক মিলিমিটার জাল আকারের নেট প্রাপ্ত বয়স্ক আর্টিমিয়া সংগ্রহ করার জন্য উপযুক্ত। আহরণ করার সময় আর্টিমিয়া বায়োমাস উৎপাদন এবং সংখ্যার ঘনত্বের মধ্যে একটি ইতিবাচক সম্পর্ক থাকে। আংশিক আহরণের ফলে আর্টিমিয়ার ঘনত্ব হ্রাস পায় এবং আনুপাতিকভাবে আরও বেশি খাদ্য অবশিষ্ট প্রাণিদের বৃদ্ধি এবং পুনরুৎপাদন করার জন্য উপস্থিত থাকে। ভিয়েতনামে লবণ চাষিরা প্রতি তিনদিনে একবার আর্টিমিয়া সংগ্রহ করে, তিন মাসের ব্যবধানে প্রতি হেক্টরে প্রায় ১.৫ মেট্রিক টন আর্টিমিয়া সংগ্রহ করে (চিত্র ঃ ৪৩)। মজুদকৃত আর্টিমিয়াকে ১ মিলিমিটার সাইজের জাল দিয়ে ধুয়ে অপরিশোধিত দানাদার থেকে আলাদা করতে হবে (চিত্র ঃ ৪৪)। আর্টিমিয়া বায়োমাস যেন সব সময় ডুবে থাকে তা নিশ্চিত করতে হবে। এতে আর্টিমিয়ার শারীরিক ক্ষত কমে যায়।

দূষিত দানাগুলি থেকে পরিস্কার করার পরে আর্টিমিয়া বায়োমাসকে জালে (চিত্র ঃ ৪৫) বা ট্যাঙ্কে (চিত্র ঃ ৪৬) উৎপাদিত পুকুরের সমান ঘনত্বের লবণে বা অল্প ঘনত্বের লবণের পানিতে সংরক্ষণ করা যেতে পারে অথবা পরবর্তীতে ব্যাবহারের জন্যে আরও প্রক্রিয়াজাতকরণ করতে হয় ঃ

- নার্সারি এবং পরিপক্কতা পদ্ধতিতে মাছ বা চিংড়িকে সরাসরি জীবিত খাওয়ানোর জন্য ব্যবহারের আগে পানির পুনঃ সঞ্চালন পদ্ধতিতে প্রোটিন স্কিমার দ্বারা ব্যাকটিরিয়ামুক্ত (চিত্র ঃ ৪৭) করা হয়।
- প্লাস্টিকের ব্যাগে সরাসরি মোড়কজাত করা হয় (বায়ুচাপে বা শেষ পর্যন্ত খাঁটি অক্সিজেন গ্যাস দিয়ে পূর্ণ করে) এবং পরিবহনের সময় শীতলবক্সে সংরক্ষণ করা হয় (চিত্র ঃ ৪৮)।
- ৫ মিলিমিটার পাতলা স্তরযুক্ত ব্যাগে দ্রুত হিমায়িত করার জন্যে সর্বোচ্চ -১৮ ডিগ্রি সেলসিয়াস (চিত্র ঃ ৪৮) জৈবিক পেস্ট স্থানান্তর করার আগে পরিষ্কার পানিতে ধুয়ে ফেলা।
- চুলা বা সৌর চুলাতে পাতলা স্তরে শুকানো।
- খাবারের প্রনালীতে আর্টিমিয়া ব্যবহার করা (আর্টিমিয়া ওমলেট, মাছ/চিংড়ি/কাঁকড়ার কেকগুলোতে আংশিক বিকল্প হিসাবে আর্টিমিয়ার ব্যবহার; (চিত্র ঃ ৪৯)

চিত্র ৪৩ ঃ আর্টিমিয়া বায়োমাস সংগ্রহ

চিত্র ৪৪ ঃ সংগ্রহকৃত আর্টিমিয়া বায়োমাস ধোয়া/পরিষ্কার করা



চিত্র ৪৫ ঃ সঞ্চিত আর্টিমিয়া বায়োমাস ট্যাঙ্কগুলিতে এয়ার-ওয়াটার-লিফ্‌ট এর মাধ্যমে বায়ুসঞ্চালন করা

চিত্র ৪৬ ঃ প্রোটিন স্কিমার এর সাহায্যে পানির পুনঃসঞ্চালন পদ্ধতিতে আর্টিমিয়া বায়োমাস পরিষ্কার করা

চিত্র ৪৭ ঃ জীবিত আর্টিমিয়া মোড়কজাতকরণ

চিত্র ৪৮ ঃ হিমায়িত আর্টিমিয়ার ব্যাগ

চিত্র ৪৯ ঃ মানুষের খাদ্য হিসাবে আর্টিমিয়া অমলেট

১২.২ আর্টিমিয়া সিস্ট আহরণ/সংগ্রহ

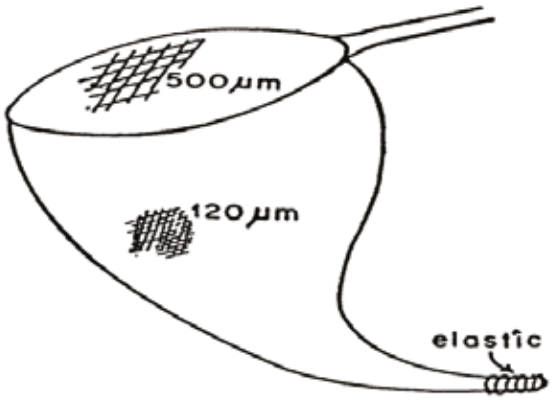
মজুদের পরবর্তী ২ থেকে ৩ সপ্তাহের মধ্যে সিস্টগুলি পানির পৃষ্ঠে ভাসতে দেখা যায় (চিত্র ঃ ৫০)। বেশি বাতাস (বিশেষত বিকেলের সময়গুলিতে) ঢেউ তৈরি করে, ফলে ফেনা গঠিত হয় যাতে সিস্টগুলি আটকে পড়ে এবং বাতাস হওয়ার ফলে হারিয়ে যায়। সাধারন ঢেউ প্রতিরোধকগুলো পুকুরের নীচু অংশে স্থাপন করা উচিত, যার পিছনে সিস্টগুলি প্রতিদিন কয়েকবার পর্যন্ত নিয়মিত সংগ্রহের জন্যে জমা হয় (চিত্র ঃ ৫০)।

১২.৩ সিস্টের প্রাথমিক প্রক্রিয়াজাতকরণ

সিস্টগুলি দ্বৈতপর্দার জাল দিয়ে সংগ্রহ করা হয় ঃ প্রাপ্তবয়স্ক আর্টিমিয়া বায়োমাস এবং বড় ময়লা ধরে রাখতে শীর্ষে ১ মিলিমিটার জাল এবং নিচে সিস্ট ও অন্যান্য সূক্ষ্ম ধ্বংসাবশেষ ধরে রাখতে ১২০ মাইক্রোমিটার জাল ব্যবহার করা হয় (চিত্র ঃ ৫১ এবং ৫২)। সংগ্রহের সময় পুনরায় ১২০ মাইক্রোমিটার জাল দিয়ে পুকুরের পানি ব্যবহার করে সিস্টগুলি ধুয়ে পরিষ্কার করে, চাপ দিয়ে পানি বের করতে হবে এবং আর্টিমিয়া পুকুরের কাছে একটি বদ্ধ রুমে স্থাপিত সিস্টের সংরক্ষণ ট্যাঙ্কে সিস্টগুলো স্থানান্তর করা হয়। সিস্টের সংরক্ষণ ট্যাংকটি সম্পৃক্ত ব্রাইন (৩০০ গ্রাম/লিটার অপরিশোধিত লবণ) দ্বারা পরিপূর্ণ এবং একটি ঢাকনা দ্বারা আচ্ছাদিত থাকে। সংগৃহিত সিস্ট (দিনে এক বা একাধিক বার) যোগ করার সময় সমস্ত সিস্টের সমজাতীয় পানিবিয়োজন সহজতর করার জন্য ব্রাইন ট্যাঙ্কে সিস্টের ভাল মিশ্রন নিশ্চিত করা হয়। এছাড়াও লবণাক্ততা (বা ট্যাঙ্কের নিচে লবণ স্ফটিকগুলির উপস্থিতি) পরীক্ষা করা হয়, কারণ প্রতিদিনের (আংশিক পানিযোজিত) সিস্টগুলির সাথে আরও লবণ যুক্ত করতে হয়। সিস্ট এমন অবস্থায় কয়েক সপ্তাহের জন্য ব্রাইন ট্যাংকে

সংরক্ষণ করা যেতে পারে। প্রক্রিয়াজাতকরণ প্ল্যান্টে স্থানান্তরিত হওয়ার আগে সিস্টগুলিকে নতুন করে সম্পৃক্ত ব্রাইন দিয়ে ধোয়া হয়, একটি ১২০ মাইক্রোমিটার ফিল্টার ব্যাগে সংগ্রহ করা হয় এবং ব্রাইন তখন আলাদা করা হয়: ভেজা থেকে শুকনো ব্রাইন দ্বারা পানিবিয়োজিত সিস্ট এখন প্লাস্টিকের ব্যাগে মোড়কজাতের জন্য এবং প্রক্রিয়াকরণ কেন্দ্রে পরিবহণের জন্যে প্রস্তুত।

চিত্র ৫০ ঃ পুকুরের উপরিভাগে (বামে) ভাসমান সিস্ট এবং স্কুপ নেট (ডান) দিয়ে সিস্ট সংগ্রহ



চিত্র ৫১ ঃ আর্টিমিয়া সিস্টের সংগ্রহে দুই পর্দার ডিপ নেট

চিত্র ৫২ ঃ সিস্টগুলিকে আলতোভাবে ধোয়া

১২.৪ আর্টিমিয়া সিস্ট প্রক্রিয়াজাতকরণ এবং সংরক্ষণ

একবার পরিষ্কার করা সিস্ট বেশ কয়েক মাস ব্রাইনে পানিবিয়োজিত অবস্থায় সংরক্ষণ করা যেতে পারে এবং এটি বাংলাদেশের বাগদা চিংড়ি/গলদা চিংড়ি/মাছের হ্যাচারিতে প্রাথমিক ব্যবহারের জন্য অধিকগ্রহণযোগ্য (এবং সস্তা) পদ্ধতি। প্রক্রিয়াজাতকরণের সময় ব্রাইনে পানিবিয়োজিত সিস্ট পেস্ট নিম্নোক্ত নিয়মে প্রক্রিয়াজাত করা যেতে পারেঃ

- ব্রাইনে অপদ্রব্য ধোয়া ও অপসারন করা
- ঠান্ডা-স্বাদু পানিতে হালকা (ভাসমান) অপদ্রব্য ধোয়া এবং অপসারণ করা (বরফের প্যাকেট ব্যবহার করে সিস্টের পানিযোজন হ্রাস করা)
- সেন্ট্রিফিউজে পানি অপসারণ করা
- পানিবিয়োজনের জন্য বরফ-ঠাণ্ডা সম্পৃক্ত ব্রাইনে সিস্টের পেস্ট স্থানান্তর করা; একদিন পরপর ৩ বার সম্পৃক্ত ব্রাইন পরিবর্তন করে এবং সম্পৃক্ত ব্রাইনের অবস্থায় অবশ্যই সঠিক রাখতে হবে।
- এর পরে (বা আরও পরে) সিস্টগুলি ১২০ মাইক্রোমিটার ফিল্টার করে সংগৃহীত করতে হবে এবং ১ কেজি ব্যাচের শুকনো সিস্টের সাথে কাঁচা লবণ মিশিয়ে ও বন্ধ পাত্রে এবং ঠান্ডা ঘরে সংরক্ষণ করতে হবে।

দীর্ঘমেয়াদে সংরক্ষণ এবং পরিশেষে রফতানিযোগ্য সিস্টগুলি নিম্নলিখিত ধাপগুলির মাধ্যমে শুকানো যেতে পারে (চিত্র ঃ ৫৩) ঃ

- ব্রাইনে ভারী (পলিত) অপদ্রব্য ধোয়া ও অপসারন করা
- সম্পৃক্ত লবণ পানিতে সংরক্ষণ করা
- ঠান্ডা মিঠা পানিতে হালকা (ভাসমান) অপদ্রব্য ধোয়া এবং অপসারণ করা
- সেন্ট্রিফিউজে পানি অপসারণ করা
- ফ্লুইডিজেড বেড ড্রায়ার যন্ত্রে সিস্ট শুকানো
- সিস্টের মোড়কজাতকরণের জন্য বায়ুনিরোধী ব্যাগ বা পাত্র ব্যবহার করা

চিত্র ৫৩ ঃ সিস্ট প্রক্রিয়াজাতকরণ এবং সংরক্ষণের প্রবাহ চিত্র

১৩. রেফারেন্স

Abatzopoulos TJ, Beardmore JA, Clegg JS, Sorgeloos P. 2002. *Artemia*: Basic and Applied Biology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 286p.

Anh NTN, 2009. Optimisation of *Artemia* biomass production in salt ponds in Vietnam and use as feed ingredient in local aquaculture. PhD. thesis, Ghent University, Ghent, Belgium. Faculty of Bioscience Engineering -Laboratory of Aquaculture & *Artemia* Reference Center.

Anh NTN, Hoa NV, Van Stappen G, Sorgeloos P. 2009. Effect of different supplemental feeds on proximate composition and *Artemia* biomass production in salt ponds. Aquaculture 286, 217-225.

Anh NTN, Hoa NV, Van Stappen G, Sorgeloos P. 2010. Effect of partial harvesting strategies on *Artemia* biomass production in Vietnamese salt works. Aquaculture Research 41, 289-298.

Baert P, Anh NTN, Vu Do Quynh and Hoa NV, 1997. Increasing cyst yields in *Artemia* culture ponds in Vietnam: the multi-cycle system, Aquaculture Research, 28: 809-814.

Clegg JS, Conte FP. 1980. A review of the cellular and developmental biology of *Artemia*. In: The Brine Shrimp *Artemia*. Vol 2. Physiology, Biochemistry, Molecular Biology. Persoone G, Sorgeloos P, Roels OA, Jaspers E. (eds), Universa Press, Wetteren, Belgium.

Clegg JS. 1964. The control of emergence and metabolism by external osmotic pressure and the role of free glycerol in developing cysts of *Artemia* salina. Journal of Experimental Biology 41: 879-892.

Criel GRJ. 1991. Ontogeny in *Artemia*. In: *Artemia* Biology. Browne RA, Sorgeloos P, Trotman CNA. (eds), CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.

Gajardo GM, Beardmore JA. 2012. The brine shrimp *Artemia*: adapted to critical life conditions. Frontiers in Physiology 3: 185.

Hai TN, Phuong NT, Hoa NV, Viet LQ, Khank LV, Tao CT, Anh NTN, Thao NTT, Sorgeloos P. 2020. Promoting coastal aquaculture for adaptation to climate change and saltwater intrusion in the Mekong Delta, Vietnam. World Aquaculture, June 2020: 19-26.

Hoa NV and Hong Van NT. 2019. Principle of *Artemia* culture in solar saltworks. Agriculture Publishing House, 219 pp.

Hoa NV, 2002. Seasonal farming of the brine-shrimp *Artemia* franciscana in artisanal salt ponds in Vietnam: Effects of temperature and salinity. PhD. thesis, Ghent University, Ghent, Belgium.

Hoa NV, 2014. *Artemia* production in southern Vietnam: geographical, soil structure, climatic and culture technique updating. International Journal of *Artemia* Biology ISSN: 2228-754X). Vol 4, No 1: 30-37.

Hoa, N.V. and Nam, T.N.H. 2019. Application of bio-floc technology for culture of *Artemia*. Agriculture Publishing House. ISBN: 978-604-60-2981-6.163 pp.

Hoa NV, Ngoc TS, and Nhi DT, 2019. Effect of Fish Meal (Low Value) as a Nutrient Source in Combination with Inorganic Fertilizer to Enhance the Algal Development in Fertilizer Pond. Journal of Environmental Science and Engineering B 8 (2019) 17-27.

Hoa NV, Phuong TV, Hai TN, Tao CT, Viet LQ, Hong Van NT, Toi, HT, Le TH, Son VN and Duy PQA, 2017. Applied Biofloc Technology for Target Species in the Mekong Delta in Vietnam: A Review. Journal of Environmental Science and Engineering B 6 (2017) 165-175.

Hoa NV, Thu TA, Anh NTN, and Toi HT. 2011. *Artemia* franciscana Kellogg, 1906 (Crustacea: Anostraca) production in earthen pond: Improved culture Techniques. International Journal of *Artemia* Biology (ISSN: 2228-754X). Vol 1: 13-28.

Hossain A. 2018. Salt farmer census - 2018. Poverty reduction through inclusive and sustainable markets (PRISM). Europe Aid/135820/DH/SER/BD 115p.

Hossain, MS. And Hossain, MZ. 2006. An Analysis of Economic and Environmental Issues Associated with Sea Salt Production in Bangladesh and Thailand Coast. Int. J. of Ecol. Environ. Sci 32: 159-172.

Lavens P, Sorgeloos P. (eds.) 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO, 295 p.

Le, TH, Hoa NV, Sorgeloos P, Van Stappen P. 2019. *Artemia* feeds: a review of brine shrimp production in the Mekong delta, Vietnam. Reviews in aquaculture 11 (4): 1169-1175

Rahman MM, Keus HJ, Debnath P, Shahrier MB, Sarwer RH, Kabir QAZM, Mohan CV. 2018. Benefits of stocking white spot syndrome virus infection free shrimp (Penaeus monodon) post larvae in extensive ghers of Bangladesh. Aquaculture 486, 210-216.

Ronald L, Van Stappen G, Hoa NV and Sorgeloos P, 2014. Effect of carbon/nitrogen ratio manipulation in feed supplements on *Artemia* production and water quality in solar salt ponds in the Mekong Delta, Vietnam. Aquaculture Research, 45 (12): 1906-12.

Sorgeloos P, Lavens P, Léger P, Tackaert W, and Versichele D, 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture, Ghent University, Ghent, Belgium, 319p.

Sorgeloos P. 1980. Life history of the brine shrimp *Artemia*. In: The Brine Shrimp *Artemia*. Vol 1. Morphology, Genetics, Radiobiology, Toxicology. Persoone G, Sorgeloos P, Roels OA, Jaspers E. (eds), Universa Press, Wetteren, Belgium.

Tay AK, Islam R, Riley A, Welton-Mitchell C, Duchesne B, Waters V, Varner A, Silove D, Ventevogel P. (2018). Culture, Context and Mental Health of Rohingya Refugees: A review for staff in mental health and psychosocial support programmes for Rohingya refugees. Geneva, Switzerland. United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR), 72p.

Toi HT, Boeckx P, Sorgeloos P, Bossier P, Van Stappen G. 2013. Bacteria contribute to *Artemia* nutrition in algae-limied conditions: a laboratory study. Aquaculture 388-391: 1-7

Toi HT, Boeckx P, Sorgeloos P, Bossier P, Van Stappen G. 2014. Co-feeding of microalgae and bacteria may result in increased N assimilation in *Artemia* as compared to mono-diets, as demonstrated by a 15N isotope uptake laboratory study. Aquaculture 422-423: 109-114

Van Stappen, G, Liying, S, Hoa NV, Tamtin M, Nyonje B, de Medeiros Rocha R, Sorgeloos P, Gajardo G, 2020. Review on integrated production of the brine shrimp *Artemia* in solar salt ponds. Reviews in Aquaculture 12 (2): 1054-71.

Vinh Nguyen P, Huang CT, Truong KH, Hsiao YJ. 2020. Profitability improvement for brine shrimp *Artemia* franciscana commercial farming in coastal salt works in the Mekong Delta, Vietnam: A bioeconomic analysis. Journal of the World Aquaculture Society 51, 896-917.

১৪. পরিশিষ্ট

পরিশিষ্ট ১ ঃ বাংলাদেশের কক্সবাজারে কারিগরি সৌর লবণের খামারগুলির সম্ভাবনা

সারাংশ ঃ

কক্সবাজার জেলার মানুষের আয়ের প্রধান উৎস হলো মৎস্য চাষ, মৎস্য আহরণ এবং অপরিশোধিত লবণ উৎপাদন। বিস্তৃত লবণের সাথে মাছের খামার, চিংড়ি হ্যাচারি, তেলাপিয়া হ্যাচারি, নিবিড় চিংড়ি/মৎস্য খামার, অল্প পরিসরে সামুদ্রিক মৎস্য আহরণ (উদাহরণস্বরুপ ঃ ইলিশ মাছ), কাঁকড়া চাষ ও শুটকি উৎপাদন মৎস্য চাষ ও মৎস্য আহরণ কার্যাবলির মধ্যে অন্তর্ভুক্ত। বর্তমানে এ অঞ্চলের মৎস্য চাষ ও মৎস্য আহরণের মাধ্যমে জেলার চাহিদা পূরণ করে, সারাদেশে সরবরাহ ও বৈদেশিক মুদ্রা আয়ের ক্ষেত্রেও অবদান রাখছে।

জলবায়ু প্রভাবিত ঝুকিসমুহের কারণে এই এলাকার প্রধান সীমাবদ্ধতা হলো উপকূলীয় মৎস্য চাষে নিম্ন উৎপাদনশীলতা এবং অপরিশোধিত লবণ উৎপাদনে স্বল্প লাভ। প্রচলিত চাষ পদ্ধতির অনুশীলন, পোনার অপর্যাপ্ততা ও নিম্নমান, মৎস্য চাষের পদ্ধতিতে ভাল প্রযুক্তিগত উন্নতির অভাব, রোগবালাই, ভ্যালু-চেইনের মধ্যে সমন্বয়হীনতার অভাব (যেমন ঃ হ্যাচারি এবং বেড়ে উঠা), ছোট আকারের মৎস্য চাষিদের সংগঠিত করতে না পারা, আন্তর্জাতিক বাজার থেকে আমদানিকৃত মানসম্মত উপাদানসমুহের (উদাহরণস্বরুপ ঃ আর্টিমিয়া সিস্ট, হ্যাচারিতে ব্যাবহৃত খাবার) সীমিত প্রাপ্যতা এবং অধিকমূল্য ও উপকূলীয় মৎস্য চাষ থেকে কম উৎপাদনশীলতা এর জন্য দায়ী। অনেক দেশ আর্টিমিয়া (সিস্ট এবং বায়োমাস) উৎপাদন এবং একসাথে লবণ ও মৎস্য চাষে নতুন প্রযুক্তি গ্রহণে সফল হয়েছে। বাংলাদেশের হাজার হাজার লবণ চাষিদের জীবিকা নির্বাহের জন্য একই রকম প্রযুক্তিগত উন্নয়ন প্রয়োজন। ভূপৃষ্ঠ উষ্ণায়ন, সমুদ্রের-স্তর বৃদ্ধি, চরম উত্তাপ ও উত্তাপের তরঙ্গ, বন্যা, ঘূর্ণিঝড় এবং ঝড়ের তীব্রতা মাধ্যমে সৃষ্ট জলবায়ু প্রভাবিত সমস্যাগুলি স্থানীয় জনগণের জীবিকার জন্য হুমকি হয়ে আছে।

ওয়ার্ল্ডফিশ উপরে বর্ণিত প্রতিবন্ধকতাগুলি সমাধান করার জন্য একটি ইইউ অর্থায়িত প্রকল্প "আর্টিমিয়া ফর বাংলাদেশ" বাস্তবায়ন করছে। প্রকল্পের সুনির্দিষ্ট উদ্দেশ্যগুলি হলোঃ (১) সমন্বিত লবণ এবং আর্টিমিয়া উৎপাদন ব্যবস্থা প্রবর্তন এবং (২) কক্সবাজার জেলার লবণ খামারে সামুদ্রিক মৎস্য চাষের উৎপাদন ও উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি করা।

প্রকল্পের প্রত্যাশিত ফলাফল (১) সমন্বিত আর্টিমিয়া এবং লবণ উৎপাদন পদ্ধতি বাংলাদেশের প্রেক্ষাপটে কার্যকর প্রমাণিত করা। (২) সমন্বিত আর্টিমিয়া এবং লবণ উৎপাদন ব্যবস্থা কার্যকরভাবে প্রতিষ্ঠিত হবে এবং ব্যাপকভাবে লবণ চাষিদের মধ্যে ছড়িয়ে পড়বে। (৩) স্থানীয়ভাবে উৎপাদিত আর্টিমিয়া সিস্টে খরচ কম হওয়ার কারণে সামুদ্রিক জলজ উৎপাদন ও এর উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি পাবে। (৪) বিকল্প লাভজনক কার্যকলাপ (যেমন ঃ চিংড়ি, মাছ, কাঁকড়া চাষ) গ্রহণের কারণে লবণ চাষিদের আয় বৃদ্ধি পাবে এবং (৫) উন্নত প্রযুক্তি গ্রহণের কারণে লবণাক্ততা সহনশীল প্রজাতির পোনা উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে।

প্রকল্পের ফলাফলগুলি বছরব্যাপী লবণ চাষিদের আয়কে অর্থনৈতিকভাবে শক্তিশালী ও স্থিতিশীল করবে, জলবায়ুর কারণে সংঘটিত বিপদসমুহ হ্রাস করবে, বাংলাদেশের সামুদ্রিক মৎস্য চাষের পরিবেশগত স্থায়িত্বের উন্নতির মাধ্যমে খাদ্য সুরক্ষা এবং পুষ্টির মান বৃদ্ধি করবে।

১। পটভূমি এবং ন্যায্যতা প্রতিপাদন

বাংলাদেশ বিশ্বের অন্যতম ঘনবসতিপূর্ণ ও জলবায়ু ঝুঁকিপূর্ণ দেশ। বাংলাদেশের দক্ষিণ-পূর্ব উপকূলীয় অঞ্চলে অবস্থিত কক্সবাজার জেলাটি দেশের অন্যতম স্বল্পোন্নত এবং সবচেয়ে ঝুঁকিপূর্ণ অঞ্চল। ২০১৭ সালের আগস্ট মাসের পর মায়ানমার থেকে ৭০০,০০০ এরও বেশি রোহিঙ্গা শরণার্থী স্থানান্তরিত (Tay et al., 2018) হওয়ার ফলে এ অঞ্চলের অবস্থার আরো অবনতি ঘটে এবং এটাও জেনে রাখা দরকার যে ২০১৭ এর আগেই আনুমানিক ৫০০,০০০ শরণার্থী ইতিমধ্যে এই অঞ্চলেই ছিল। এই সঙ্কট জমি, স্থানীয় জনগোষ্ঠী এবং স্থানীয় ও জাতীয় সরকারের উপর অতিরিক্ত চাপ ফেলেছে, যার ফলে দ্রব্যমূল্যের উর্ধ্বগতি, বেকারত্ব এবং পরিবেশগত ব্যাপক অবক্ষয় হয়েছে।

কক্সবাজার অঞ্চলের মৎস্য চাষ, মৎস্য আহরণ, অপরিশোধিত লবণ উৎপাদন এবং পর্যটন শিল্প বাংলাদেশের অর্থনীতিতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখছে। তবে, উপরোক্ত চাপগুলির মাধ্যমে এই অঞ্চল অতিরিক্ত হুমকির মুখে রয়েছে। ওয়ার্ল্ডফিশ কক্সবাজার জেলার সৌর লবণের খামারগুলিতে সমন্বিত আর্টিমিয়া উৎপাদন এবং মাছ চাষের প্রযুক্তিগত উন্নতির জন্য ইইউ (EU) দ্বারা অর্থায়িত প্রকল্প "আর্টিমিয়া ফর বাংলাদেশ" বাস্তবায়ন করছে।

২। মৎস্য চাষ ও মৎস্য আহরণের গুরুত্ব

কক্সবাজার জেলার জলাশয় এবং মৎস্য উৎপাদন এ অঞ্চলের চাহিদা পূরণ করে, এছাড়াও সারা দেশে সরবরাহ করে, বৈদেশিক মুদ্রা আয়ের ক্ষেত্রে অবদান রাখে এবং কয়েক লক্ষ মানুষের জীবিকা সরবরাহ করে। এই অঞ্চলের প্রধান ক্রিয়াকলাপগুলি হল সামুদ্রিক (উদাহরনস্বরুপ ঃ ইলিশ) এবং অভ্যন্তরীণ মৎস্য আহরণ, চিংড়ি হ্যাচারি, তেলাপিয়া হ্যাচারি, লবণ ও মাছের বিস্তৃত খামার, চিংড়ি এবং মাছের নিবিড় খামার, কাঁকড়ার খামার এবং শুটকি উৎপাদন (সারণী ঃ ১০)। সাম্প্রতিক বছরগুলিতে, কক্সবাজারের দুটি চিংড়ি হ্যাচারি নির্দিষ্ট রোগজীবাণু মুক্ত (এসপিএফ) পিনিয়াস মনোডনের *(Penaeus monodon)* পোস্ট লার্ভা তৈরি করেছে (চিত্র ঃ ৫৪)।

সারণী ১০ ঃ কক্সবাজার জেলার মৎস্য চাষ ও আহরিত মৎস্য সম্পদের সংক্ষিপ্তসার

জলজ ও মৎস্য সম্পদ	
বিস্তৃত চিংড়ি/মাছ উৎপাদন অঞ্চল	৪৪,৪৫৭ হেক্টর
চিংড়ি হ্যাচারির সংখ্যা	৪৮
তেলাপিয়া হ্যাচারি	১০
• কাঁকড়া হ্যাচারি	২
• তেলাপিয়া খামার	৭১৮ (২০৬ হেক্টর)
• নিবিড় চিংড়ি খামার	১২ (২০০ হেক্টর)
• কাঁকড়া খামার	১৪৬
• প্রতি বছর চিংড়ি পোস্ট লার্ভা উৎপাদন	> ১০ বিলিয়ন
চিংড়ি উৎপাদন	১৬,৪০০ মেট্রিক টন
ইলিশ মাছ উৎপাদন	১৫,২৫৬ মেট্রিক টন
কাঁকড়া উৎপাদন	৬৩২ মেট্রিক টন
শুটকি উৎপাদন	২৫,১৭৮ মেট্রিক টন
মোট মাছ উৎপাদন	২৪৫,৮৯৪ মেট্রিক টন
• নিবন্ধিত জেলের সংখ্যা	৪৮,৩৯৩
• চিংড়ি/মাছ চাষি	৪০,০০০

চিত্র ৫৪ ঃ কক্সবাজারে এমকেএ এসপিএফ বাগদা চিংড়ির (*Penaeus monodon*) হ্যাচারি

৩। অপরিশোধিত লবণ উৎপাদন

লবণ শিল্পটি দেশের বৃহত্তম শ্রমমুখী কুটির শিল্প। লবণচাষ একটি মৌসুমী কার্যকলাপ যা শীতকালে এবং প্রাক-বর্ষা মৌসুমে নভেম্বর থেকে মে মাসের মধ্যে হয়ে থাকে। পুরো প্রক্রিয়াটি অনুকূল জলবায়ু যেমন ঃ অল্প বৃষ্টিপাত, রৌদ্রজ্জ্বল দিন, অধিক তাপমাত্রা এবং বাষ্পীভবনের হারের উপর নির্ভরশীল। জলবায়ু পরিবর্তনের ফলে যেমন ঃ প্রাক-বর্ষাকালীন বৃষ্টিপাতের অসঙ্গতি, ঘূর্ণিঝড়, জলোচ্ছ্বাস, জলাবদ্ধতা, বন্যা, ঠান্ডা আবহাওয়ার কারণে এই ধরনের কার্যকলাপ বাধাগ্রস্থ হচ্ছে। এগুলি লবণ উৎপাদন মৌসুম কমিয়ে আনবে যা উৎপাদনশীলতা, আয় এবং কর্মসংস্থান হ্রাস করবে। জলবায়ু পরিবর্তনশীলতা (অর্থাৎ উচ্চ তাপমাত্রা, শীতল তরঙ্গ, কম/ভারী বৃষ্টিপাত) মৎস্য চাষ পরিচালনা এবং ব্যবস্থাপনায় প্রভাবিত করছে। কক্সবাজারে মৎস্য চাষে জলবায়ু দ্বারা পরিচালিত ঝুঁকিগুলি পরিচালনা করতে এবং কার্যকরি জলবায়ু সংবেদনশীল ব্যবস্থাপনা সংক্রান্ত সিদ্ধান্তগুলি সনাক্ত করতে এই জলবায়ু পরিবর্তনশীলতার মূল্যায়ন করা দরকার।

বাংলাদেশে প্রতি বছরে উৎপাদিত ১.৮ মিলিয়ন মেট্রিক টন অপরিশোধিত লবণের ৯৫% কক্সবাজার অঞ্চলে উৎপাদিত হয়। ৫০,০০০ কারিগরি লবণের চাষি দ্বারা প্রায় ২৭০০০ হেক্টর জমিতে অপরিশোধিত লবণের উৎপাদন হয় যা ১৫ লক্ষ দরিদ্র মানুষের জীবিকা নির্বাহে ভুমিকা রাখে। লবণ খামারের জমির মালিকানা সাধারণত বিভিন্ন রকমের হয়ে থাকে যেমন ঃ মালিকানাধীন, ইজারা নেয়া এবং ভাগের জমি। ৫০% এরও বেশি চাষি লবণ উৎপাদনের জন্য জমি ইজারা নেয় এবং ৯০% এরও বেশী চাষির আনুষ্ঠানিক ক্রেডিট নেয়ার সামর্থ্য নেই। কৃষকের বার্ষিক আয়ের গড়ে ৬০% আসে লবণ উৎপাদন থেকে (Hosen, 2018)|

লবণ চাষের লাভজনকতা বিভিন্ন কারণের সাথে পরিবর্তিত হয় যেমন ঃ অপরিশোধিত লবণের দাম, শ্রমিকের ব্যয়, জমি ইজারা, ঋণ, পলিথিন, জ্বালানী ও পাম্প, স্লুইস গেট পরিচালনা ও কীটনাশকের ব্যবহার। স্বল্প লাভ, শ্রম নির্ভরতা, জলবায়ু ঝুঁকি, জীবিকার উন্নতির জন্য সীমিত বিকল্পসমূহই লবণের কৃষকদের অর্থনৈতিক দুর্বলতার কারণ।

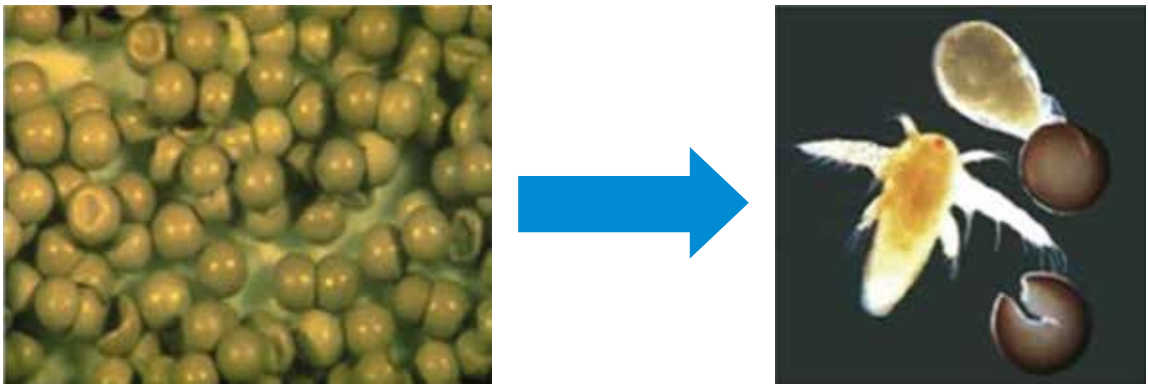
৪। আর্টিমিয়া সিস্ট এবং বায়োমাস উৎপাদনের গুরুত্ব

ব্রাইন চিংড়ি আর্টিমিয়া এমন একটি ক্রাস্টেসিয়ান যা একটি খণ্ডিত দেহের সাথে বিস্তৃত পাতার মতো সংশ্লেষ থাকে যা প্রাণীর আপাত আকার বাড়িয়ে তোলে। প্রাপ্ত বয়স্ক পুরুষের মোট দৈর্ঘ্য সাধারানত প্রায় ৮-১০ মিলিমিটার এবং স্ত্রী আর্টিমিয়া ১০-১২ মিলিমিটার হয়। দেহ সাধারনত মাথা, বক্ষ এবং পেটে বিভক্ত। আর্টিমিয়া সাধারানত উভকামি বা পার্থেনোযেনেসিস প্রজাতির হয়ে থাকে। বেশিরভাগ আর্টিমিয়া প্রজাতির স্ত্রী সদস্যারা ওভোভিভিপ্যারাসলি ও ওভিপ্যারাসলি ভাবে বংশবৃদ্ধি করে, যথাক্রমে নপলিয়াস লার্ভা বা আবৃত ভ্রুণাকারে ত্যাগ করে। প্রজনন পদ্ধতি পরিবর্তন হতে পারে যা সাধারনত অনুকুল পরিবেশে ওভোভিভিপ্যারাসলি ও প্রতিকূল পরিবেশে ওভিপ্যরাসলি পদ্ধতিতে সম্পন্ন হয়।

চিত্র ৫৫ ঃ আর্টিমিয়ার জীবনচক্র

বিভিন্ন প্রজাতির ক্রাস্টেসিয়ান এবং সামুদ্রিক মাছের লার্ভা চাষের জন্য আর্টিমিয়া নপলি সর্বাধিক ব্যবহৃত জীবিত খাদ্য। সারা বিশ্বে বছরে প্রায় ৩৫০০ মেট্রিক টন আর্টিমিয়া সিস্ট বাজারজাত করা হয়। প্রকৃতপক্ষে, সুপ্ত ভ্রুণ বা 'সিস্ট', গঠন ছোট সন্ধিপদী ক্রাস্টেসিয়ান আর্টিমিয়ার একটি অনন্য বিশিষ্ট, যা সুবিধাজনক, উপযুক্ত এবং উন্নতমানের লার্ভার খাবার উৎস হিসেবে অনেক পরিচিতি রয়েছে। চারটি মহাদেশে ছড়িয়ে থাকা হাইপারস্যালাইন হ্রদ, উপকূলীয় দীঘি এবং সৌর লবণের তীরভূমিতে সিস্টগুলি বছরব্যাপী প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। সংগ্রহ ও প্রক্রিয়াজাতকরণের পরে, সিস্টগুলি সংরক্ষণের জন্য ক্যান (কৌটাজাত) করা হয় এবং সমুদ্রের পানিতে ২৪ ঘন্টা ইনকিউবেসনের পরে সিস্টগুলি মুক্ত - সাঁতারে সক্ষম নপলি ছেড়ে দেয়।

এগুলি বেশিরভাগই ক্রাস্টেসিয়ান লার্ভা (চিত্র ঃ ৫৬) এবং সামুদ্রিক মৎস্য হ্যাচারিতে (Lavens P, Sorgeloos, 1996) পুষ্টিকর জীবিত-খাদ্য উৎস হিসাবে ব্যবহৃত হয়। বর্তমানে বাংলাদেশ বছরে ৪০ মেট্রিক টন শুকনো আর্টিমিয়া সিস্ট আমদানি করে যার আনুমানিক মূল্য প্রায় ৪ মিলিয়ন মার্কিন ডলার (হ্যাচারি থেকে প্রাপ্ত)।



আর্টিমিয়া সিস্ট

আর্টিমিয়া নপলি

আর্টিমিয়া ক্রাষ্টাসিয়ান লার্ভা এবং সামুদ্রিক মাছের পোনার বাণ্যিজিক উৎপাদনে অত্যাবশ্যকীয় জীবিত খাদ্য

চিত্র ৫৬ ঃ চিংড়ি ও মাছের পোনার জীবিত খাদ্য হিসেবে আর্টিমিয়া নপলি

৫. আর্টিমিয়া-লবণ-মাছ চাষের সমন্বিত মডেল

দক্ষিণ এশিয়ার বেশ কয়েকটি দেশ যেমন ঃ ভিয়েতনাম, আর্টিমিয়া (সিস্ট এবং বায়োমাস) উৎপাদন, সমন্বিতভাবে লবণ ও মাছের উৎপাদন এবং লবণ চাষিদের আয় ও লাভ বাড়ানোর জন্য বিকল্প ব্যবহার হিসেবে ঘনীভূত সমুদ্রের পানি (ব্রাইন) ব্যবহার করার নতুন প্রযুক্তি গ্রহণে সফল হয়েছে। একইভাবে বাংলাদেশ, কম্বোডিয়া এবং মায়ানমারে নতুন প্রকল্প চালু করা হয়েছে। বাংলাদেশের হাজার হাজার লবণ চাষিদের জীবিকা নির্বাহের জন্য এই প্রযুক্তিগত উন্নয়নগুলো প্রয়োজন। প্রাকৃতিক আবাসস্থলে আর্টিমিয়ার স্বভাব অনুসরণ করে সৌর লবণের পুকুরে আর্টিমিয়া চাষের মূলনীতিগুলি তৈরি করা হয়েছে যা চিত্র ১৭ এ দেখানো হয়েছে। লবণ উৎপাদনের মৌসুম শেষে বাংলাদেশের বেশিরভাগ কৃষকরা তাদের লবণ চাষের জমি মাছ চাষের উদ্দেশ্যে ব্যবহার করে থাকে। প্রচলিত চাষ পদ্ধতি অনুশীলন করার কারনে তাদের মাছের উৎপাদন এবং উৎপাদনশীলতা খুবই কম।

সাম্প্রতিক মাঠ পরিদর্শন, পর্যবেক্ষণ এবং কর্মশালার অনুসন্ধানগুলি থেকে জানা যায় যে, বাংলাদেশের লবণ/মাছ চাষিরা আর্টিমিয়া চাষ সম্পর্কে কোন ধারনা নেই এবং বর্ষাকালে লবণ খামারে লবণাক্ত সহনশীল ক্রাস্টেসিয়ান এবং মাছ চাষের জন্য ধারাবাহিক প্রযুক্তিগত উন্নতি প্রয়োজন রয়েছে (চিত্র ঃ ৫৭)। উৎপাদনশীলতা, লাভজনকতা বৃদ্ধি এবং রোগের প্রকোপ কমানোর জন্য জৈব-সুরক্ষার (বায়ো-সিকিউরিটি) উন্নতি করা, রোগজীবাণু মুক্ত পোনা, নার্সারি প্রতিপালন, পর্যায়ক্রমিক নমুনায়ন, বিভিন্ন উপাদানের প্রয়োগ (চুন, অজৈব সার, খাদ্য), পানির গভীরতা বৃদ্ধি, মজুদ ঘনত্বের হ্রাস, এবং একের অধিক প্রজাতির চাষ এই সমস্ত উন্নত ব্যবস্থাপনা পদ্ধতির প্রয়োজন রয়েছে (Rahman et al., 2018)।

চিত্র ৫৭ ঃ লবণ খামারে লবণাক্ত সহনশীল মৎস্য চাষের উপযুক্ত প্রজাতিসমূহ

৬. উপসংহার

জলবায়ু পরিবর্তনের ঝুকি, উপকূলীয় মাছ চাষে কম উৎপাদনশীলতা, লবণ উৎপাদনে কম লাভ এবং রোহিঙ্গা শরণার্থীর অনুপ্রবেশ ইত্যাদি কারনে কক্সবাজার জেলার মানুষের জীবিকা নির্বাহ ক্ষতিগ্রস্থ হয়েছে। অনেক দেশ তাদের লবণ খামারে আর্টিমিয়ার সিস্ট এবং বায়োমাস উৎপাদনের প্রযুক্তি গ্রহণে সক্ষম হয়েছে। বীজের সহজলভ্যতা, বীজের গুণমানের উন্নতি, উন্নত অনুশীলন পদ্ধতি এই অঞ্চলে উপকূলীয় মাছ চাষে উৎপাদনশীলতা এবং লাভজনকতায় উন্নতি করতে পারে। কক্সবাজার জেলার লবণের খামারে সমন্বিত লবণ, আর্টিমিয়া এবং মাছ চাষের মাধ্যমে লবণ ও মাছ চাষিদের জীবিকা নির্বাহের পথ উন্নীত করার পরিকল্পনা করছে আর্টিমিয়া ফর বাংলাদেশ প্রকল্প।

পরিশিষ্ট ২ ঃ আর্টিমিয়ার আদর্শ হ্যাচিং পদ্ধতি

১. হ্যাচিং এর শর্ত এবং উপকরনসমূহ

অল্প পরিমাণ আর্টিমিয়া সিস্টের হ্যাচিং করা সহজ, কিন্তু অধিক (কেজি আকারে) পরিমাণে সিস্টের সফল হ্যাচিংয়ের জন্য বেশ কয়েকটি নিয়ামক বিবেচনা করতে হয়, যা সাধারণত একটি হ্যাচারির দৈনিক অনুশীলন হয়ে থাকে।

- বায়ু সঞ্চালন (এরেশন)
- তাপমাত্রা
- লবনাক্ততা
- পি এইচ
- সিস্টের ঘনত্ব
- আলো

দৈনিক পরিচালনার জন্য, একটা নির্দিষ্ট সময়ের পরে সমজাতীয় ইনস্টার-১ সংখ্যা সর্বাধিক উৎপাদনের জন্য আদর্শ অবস্থায় (যেমন ঃ ধ্রুবক তাপমাত্রা নিশ্চিত করার জন্য হিটারসহ তাপস্থাপক বা জলবায়ু কক্ষ) কাজ করা উত্তম। ইনষ্টার-১ নপলি সবচেয়ে পুষ্টিকর এবং মজুদের উদ্দেশ্যে লবণ পুকুরে যখন স্থানান্তরিত করা হয় তখন হঠাৎ লবণাক্ততার ধাক্কা সহ্য করতে পারে। নপলির খোলস ফাটিয়ে যখন ইনষ্টার-২ পর্যায়ে আসে তখন মুখ খোলা থাকে এবং হ্যাচিংয়ের মাধ্যমে উপস্থিত ব্যাকটেরিয়াগুলি খাওয়া শুরু করে ফলে তখন ভিব্রিও (*Vibrio*) রোগজীবাণুর বাহক হয়ে উঠতে পারে।

বায়ুনলের সাহায্যে তলদেশ থেকে বায়ুসঞ্চালন (এরেশন) করে, ফানেলাকার পাত্রে হ্যাচিংয়ের সবচেয়ে ভাল ফলাফল পাওয়া যায়। ফানেলাকার বা বর্গাকার তলাযুক্ত ট্যাঙ্ক হতে হবে অন্যথায় আর্টিমিয়া সিস্ট এবং নপলি একত্রে থাকবে এবং অক্সিজেন স্বল্পতায় ভুগবে। বিশেষ করে আর্টিমিয়ার সিস্ট এবং নপলি আহরণ করার সময় স্বচ্ছ বা পরিস্কার পাত্রে হ্যাচিং পর্যবেক্ষণ সহজ হয় ।

প্রজাতি থেকে প্রজাতিতে হ্যাচিং নিয়ামকের আন্তঃসংযোগ, কিছুটা ভিন্ন হতে পারে যা হ্যাচিংয়ের ফলাফলে পরিবর্তন ঘটায়। অক্সিজেনের মাত্রা ২ মিলিগ্রাম/লিটার (৫ মিলিগ্রাম/লিটার অধিক গ্রহণযোগ্য) এর উপরে বজায় রাখার জন্য পর্যাপ্ত বায়ুসঞ্চালন করতে হবে। বায়ুসঞ্চালনের হার ট্যাঙ্কের আকার এবং পানিতে সিস্টের ঘনত্বের উপর নির্ভর করে। সিস্টগুলি জীবাণুমুক্ত করে এবং/অথবা সিস্ট ফোটার আগে কয়েক ফোঁটা অ্যান্টিফোমিং এজেন্ট (সিলিকন অ্যান্টিফোম) যোগ করে অতিরিক্ত ফেনা হ্রাস করতে হবে।

হ্যাচিং ট্যাঙ্কের সমুদ্রের পানির তাপমাত্রা ২৫-২৮ ডিগ্রি সেলসিয়াসের মধ্যে রাখতে হবে। পানির তাপমাত্রা ২৫ ডিগ্রি সেলসিয়াসের এর নিচে হলে সিস্ট ফোটাতে বেশি সময় লাগে এবং ৩৩ ডিগ্রি সেলসিয়াসের উপরে সিস্টের বিপাক ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়। সিস্ট ফোটানোতে তাপমাত্রার প্রভাব মূলত নির্দিষ্ট আর্টিমিয়া প্রজাতির উপর নির্ভরশীল। সিস্টের হ্যাচিংয়ের উপর ইনকিউবেশন লবণাক্ততার পরিমাণগত প্রভাব প্রথমত সিস্টে পৌছানো পানিযোজন (হাইড্রেশন) স্তরের সাথে সম্পর্কিত। একটি প্রান্তিক লবণাক্ততার উপরে, সিস্ট অপর্যাপ্ত পরিমাণে পানি গ্রহণ করতে পারে। এই প্রান্তিক মান প্রজাতি থেকে প্রজাতিতে পরিবর্তিত হয়, তবে বেশিরভাগ আর্টিমিয়া প্রজাতির জন্য প্রায় ৮০-৯০ গ্রাম/লিটার। দ্বিতীয় অবস্থায়, ইনকিউবেশনের লবণাক্ততা গ্লিসারলের পরিমাণকে প্রভাবিত করবে যা সিস্টের বহিঃস্থ কিউটিকুলার ঝিল্লির মধ্যে সংকটপূর্ণ অভিস্রাবনিক চাপ তৈরিতে প্রয়োজন পড়ে।

সিস্টের ব্রেকিং পয়েন্টে পৌঁছাতে কম সময় লাগার কারণে সর্বনিম্ন লবণাক্ততায় আর্টিমিয়া হ্যাচিংয়ের হার বেশি হয়।

৫-৩৫ গ্রাম/লিটার লবণাক্ততায় আর্টিমিয়া হ্যাচিংয়ের হার সবচেয়ে বেশি হয়। ব্যবহারের সুবিধার্থে, সিস্ট হ্যাচিংয়ের বেশিরভাগই প্রাকৃতিক সমুদ্রের পানি ব্যবহৃত হয়। ৫ গ্রাম/লিটার লবণাক্ততায় নপলি দ্রুত ফোটে, কারণ তখন কম গ্লিসারল তৈরি করতে হয়। কম লবণাক্ততায় সিস্ট হ্যাচিংয়ের সক্ষমতা বেশি এবং নপলির শক্তির পরিমাণ বেশি থাকে (সারণী ঃ ১১)। একটি রিফ্র্যাক্টোমিটারের মাধ্যমে সহজেই পানির লবণাক্ততা পরিমাপ করা যায়।

সারণী ১১ ঃ বিভিন্ন ভৌগলিক উৎস থেকে সংগৃহীত আর্টিমিয়া সিস্টের হ্যাচিং শতাংশ, স্বতন্ত্র নপলিয়াসের ওজন এবং হ্যাচিং ফলাফলের উপর কম লবণাক্ততায় হ্যাচিংয়ের প্রভাব

	হ্যাচিংয়ের শতকরা হার		
সিস্টের উৎস	৩৫ গ্রাম/লিটার	৫ গ্রাম/লিটার	পার্থক্য (%)
সান ফ্রান্সিসকো বে, সিএ- ইউএসএ	৭১	৬৮	-৪.৮
ম্যাকাও, ব্রাজিল	৮২	৮৬.৪	+৫.৩
গ্রেট সল্ট লেক, ইউটি-ইউএসএ	৪৩.৯	৪৫.৩	+৩.১
শার্ক বে, অস্ট্রেলিয়া	৮৭.৫	৮৫.৮	-১.৯
চ্যাপলিন লেক, কানাডা	১৯.৫	৫২.২	+১৬৭.৬
বোহাই বে, পিআর চীন	৭৩.৫	৭৫	+২.০
	শুকণো নপলিয়াসের ওজন (মাইক্রোগ্রাম)		
সান ফ্রান্সিসকো বে, সিএ- ইউএসএ	১.৬৩	১.৭৩	+৬.১
ম্যাকাও, ব্রাজিল	১.৭৪	১.৭৬	+১.১
গ্রেট সল্ট লেক, ইউটি-ইউএসএ	২.৪২	২.৩৫	-২.৫
শার্ক বে, অস্ট্রেলিয়া	২.৪৭	২.৬৪	+৬.৯
চ্যাপলিন লেক, কানাডা	২.০৪	২.২৮	+১১.৮
বোহাই বে, পিআর চীন	৩.০৯	৩.০৭	-০.৬
	হ্যাচিং ফলাফল (মিলিগ্রাম নপলি/গ্রাম সিস্ট)		
সান ফ্রান্সিসকো বে, সিএ- ইউএসএ	৪৩৫.৫	৪৪০.২	+১.১
ম্যাকাও, ব্রাজিল	৫২৯.০	৫৬৩.৭	+৬.৬
গ্রেট সল্ট লেক, ইউটি-ইউএসএ	২৫৬.৫	২৫৭.০	+০.২
শার্ক বে, অস্ট্রেলিয়া	৫৩৭.৫	৫৬৩.৩	+৪.৮
চ্যাপলিন লেক, কানাডা	১৩৩.৮	৪০০.৪	+১৯৯.৩
বোহাই বে, পিআর চীন	৪০০.৫	৪০৬.০	+১.৪

আর্টিমিয়া হ্যাচিংয়ের সময় পানির পিএইচ অবশ্যই ৮ এর উপরে থাকতে হবে যাতে হ্যাচিং এনজাইমের কার্যকারিতা সর্বোত্তম হয়। কম লবণাক্ত পানিতে বাফার ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য প্রয়োজনে ১ গ্রাম/লিটার $NaHCO_3$ ব্যবহার করতে হবে। অধিক ঘনত্বে সিস্ট ফোটালে বাফার ক্ষমতা বৃদ্ধি অপরিহার্য হয়ে উঠে (প্রচুর কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপাদন হয়)।

সিস্টের ঘনত্ব অন্যান্য প্রয়োজনীয় নিয়ামক যেমন ঃ পি এইচ, অক্সিজেন এবং আলোর উপর নির্ভর করে। অল্প পরিমাণ পানির জন্য (<২০ লিটার) সিস্ট ঘনত্ব ৫ গ্রাম/লিটার পর্যন্ত হতে পারে কিন্তু বেশি পরিমাণের জন্য সর্বোচ্চ ২ গ্রাম/লিটারে হ্রাস করতে হবে, যাতে নপলি কম আঘাত প্রাপ্ত হয় এবং পানির অনুপযোগী অবস্থা এড়াতে পারে।

সম্পূর্ণ পানি শোষণের পরে, সিস্ট ফোটানোর অন্তত প্রথম কয়েক ঘন্টায় ভ্রূণ সৃষ্টির জন্য পর্যাপ্ত আলো (পানির পৃষ্ঠে প্রায় ২০০০ লাক্স) অপরিহার্য। ছাউনিযুক্ত স্বচ্ছ ট্যাঙ্কে বেশিরভাগই দিনের বেলায় পর্যাপ্ত আলো পাওয়া যায়।

অপরপক্ষে, যদি ট্যাঙ্কগুলিকে ঘরের ভিতরে রাখা হয় তখন কৃত্রিম আলো প্রদান করতে হবে, যাতে হ্যাচিং প্রক্রিয়াটির ভাল মান হয়।

২. হ্যাচিংয়ের গুণগতমান এবং মূল্যায়ন

একটি গ্রহণযোগ্য সিস্টে ন্যূনতম পরিমাণে অপদ্রব্য যেমন ঃ বালি, ফাটা খোলস, পালক, লবণের দানা ইত্যাদি থাকতে হবে। হ্যাচিং সিঙ্ক্রোনি অবশ্যই অধিক হতে হবে; ৩৩ গ্রাম/লিটার লবনাক্ত সমুদ্রের পানিতে ২৫ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ফোটালে, ১২ থেকে ১৬ ঘন্টায় অবশ্যই প্রথম নপলি দেখা যাবে (T_0 আরো দেখুন) এবং সর্বশেষ নপলির পরের ৮ ঘন্টার মধ্যে ফুটবে (T_{100})। হ্যাচিং সিঙ্ক্রোনি কম (T_{100}-T_0 > ১০ ঘণ্টা) হলে, সর্বশেষ নপলি ফোটানো এবং আহরণের সময় পর্যন্ত প্রথম পরিস্ফুটিত নপলি তার অধিকাংশ শক্তি শেষ করে ফেলবে। উপকরণ, মোট সিস্ট ফোটানোর সময়কাল যদি ২৪ ঘন্টা অতিক্রম করে, হ্যাচারি টেকনিশিয়ানরা একই ট্যাঙ্ক পরবর্তী দিন আহরণের জন্য পুনরায় ব্যবহার করতে পারবে না ফলে অবকাঠামোগত খরচ বাড়বে। হ্যাচিং সক্ষমতা (প্রতি গ্রাম সিস্ট থেকে ফোটানো নপলির সংখ্যা) এবং হ্যাচিংয়ের শতকরা হার (প্রকৃতপক্ষে কত শতাংশ সিস্ট ফুটেছে) বিভিন্ন বাণিজ্যিক ব্যাচের এবং দামের সাথে পরিবর্তিত হয়। এই ক্ষেত্রে, হ্যাচিং সক্ষমতা হ্যাচিংয়ের শতকরা হারের থেকে ভাল মাপকাঠি কারণ হ্যাচিং সক্ষমতায় অপদ্রব্য (সিস্টের খালি খোলস) বিবেচনা করা হয়। হ্যাচিং সক্ষমতার সর্বনিম্ন মান বাণিজ্যিক সিস্টের ক্ষেত্রে ১০০,০০০ নপলি/গ্রাম হতে পারে, যদিও গ্রেট সল্ট লেকের (জিএসএল) ভালো মানের সিস্ট থেকে প্রতি গ্রামে ২৭০,০০০ নপলি উৎপন্ন হয় (হ্যাচিংয়ের শতাকরা হার >৯০% সমতুল্য) । ছোট আকারের (হালকা) সিস্ট (উদাহরণস্বরূপঃ ভিনহ্ চাউ, ভিয়েতনাম *Artemia franciscana*) থেকে অধিক সংখ্যক নপলি উৎপন্ন হতে পারে (যেমন ঃ ৩২০,০০০ নপলি/গ্রাম সিস্ট)। একটি সিস্টের হ্যাচিং মান মূল্যায়ন করতে, নিম্নলিখিত মানদণ্ড ব্যবহার করা হয় (ব্যবহারিক জন্য কার্যপত্র ৫ দেখুন) ঃ

- হ্যাচিংয়ের শতকরা হার ঃ

আদর্শ পরিবেশে/অবস্থায় ১০০ টি পূর্ণ সিস্ট থেকে নপলি ফোটানোর সংখ্যা, এই মানদণ্ড সিস্ট অপদ্রব্য (অর্থাৎ ফাটা খোলস, বালি, লবণ ইত্যাদি) বিবেচনা করা হয় না এবং শুধুমাত্র সম্পূর্ণ সিস্টের ফোটার ক্ষমতাকেই বোঝায়, যা নিম্নলিখিত বিষয়ের উপর নির্ভর করে ঃ

ক. ডায়াপজের সমাপ্তিকরণ মাত্রা ঃ ডায়াপজে অবস্থায় থাকা সিস্টগুলো অনুকূল পরিস্থিতিতেও ফোটে না।

খ. সিস্টের শক্তি উপাদান ঃ সিস্টের ভাঙ্গন এবং ফোটানো সক্রিয় করার জন্য পর্যাপ্ত মাত্রায় গ্লিসারল তৈরি করতে কম সক্ষম হয়, উদাহরণস্বরূপ, অনুপযুক্ত প্রক্রিয়াকরণ অথবা সংরক্ষানাগার, পরিবেশগত অথবা জিনগত অবস্থা পরবর্তী প্রজন্মকে প্রভাবিত করছে।

গ. মৃত/অকার্যকর/বাতিল ভ্রূণের পরিমাণ ঃ অনুপযুক্ত প্রক্রিয়াকরণ অথবা সংরক্ষণাগারের কারণে।

- হ্যাচিং সক্ষমতা ঃ

আদর্শ অবস্থায় ১ গ্রাম শুকনো সিস্ট থেকে উৎপন্ন নপলির সংখ্যাই হলো হ্যাচিং সক্ষমতা। এই মানদন্ড প্রতিফলিত হয় ঃ

ক. হ্যাচিংয়ের শতকরা হার (উপরে দেখুন)

খ. পূর্ণ সিস্ট ছাড়াও অন্যান্য উপাদানের উপস্থিতি (যেমন ঃ খালি খোলস, লবণ, বালি, সিস্টের পানির উপাদান)

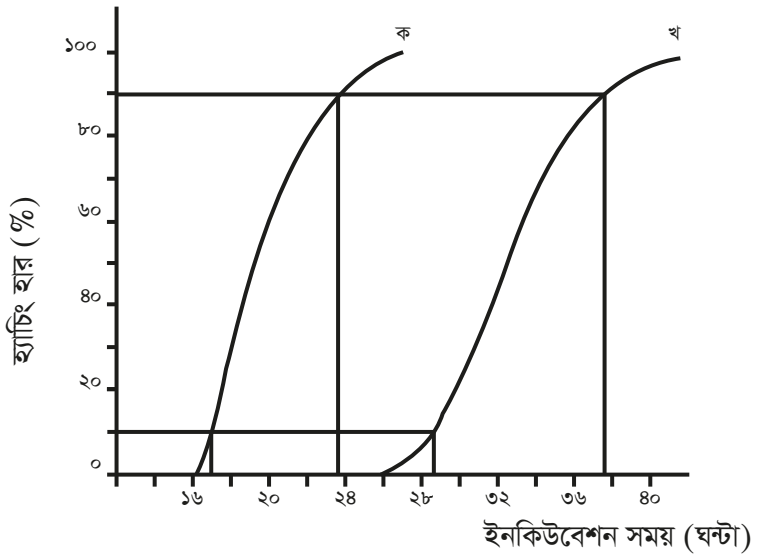
গ. সিস্টের একক ওজন (অর্থাৎ ছোট প্রকরণের জন্য, বেশি সিস্ট/গ্রাম) এই মানদণ্ডগুলো বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহার উপযোগী সিস্টের গুণগতমান নির্দেশ করে। পণ্যের দাম সরাসরি তার উৎপাদনের সাথে সম্পর্কিত হওয়ায় এটির ব্যবহারিক প্রভাব রয়েছে।

হ্যাচিং হার ঃ

এই মানদণ্ডটি সিস্ট ইনকিউবেশন (সিস্টের পানি যোজন) থেকে শুরু করে পূর্ণ নপলিয়াস ফোটানো পর্যন্ত সময়কালকে বোঝায় যার মধ্যে অনেকগুলো সময়ের ব্যবধান বিবেচিত হয়, যেমন ঃ

T_0 = সিস্ট ইনকিউবেশন থেকে মুক্ত সাঁতারু প্রথম নপলির উপস্থিতি পর্যন্ত সময়কাল

$T_{১০}$ = সিস্ট ইনকিউবেশন থেকে মোট নপলির ১০% ফোটা পর্যন্ত সময়কাল (চিত্র ঃ ৫৮)



চিত্র ৫৮ ঃ বিভিন্ন সিস্ট ব্যাচ হতে হ্যাচিং হার এর বক্ররেখা, বক্ররেখা $T_{১০}$ = ১৭ ঘন্টা, $T_{৯০}$ = ২৩.৫ ঘন্টা, T_s = ৬.৫ ঘন্টা; বক্ররেখা B:$T_{১০}$ = ২৮.৫ ঘন্টা, $T_{৯০}$ = ৩৭.৫ ঘন্টা, T_s = ৯ ঘন্টা

হ্যাচিং হারের তথ্য সর্বোত্তম ইনকিউবেশনের সময়কাল নির্দেশ করে যা সর্বচ্চো শক্তি সম্পন্ন নপলি আহরণে সাহায্য করে (চিত্র ঃ ৫৮)। ২৪ ঘন্টার মধ্যে $T_{৯০}$ পর্যায়ে পৌঁছানো গুরুত্বপূর্ণ; যদি তা না হয়, দৈনিক ইনস্টার-১ নপলির সর্বচ্চো সংখ্যক সরবরাহ নিশ্চিত করার জন্য আরো হ্যাচিং ট্যাংকের প্রয়োজন হবে।

ইনস্টার-১

এ্যাশ ছাড়া শুকনো ওজন- ২৪%
একক ক্যালসিয়ামের পরিমাণ- ২৭%
চর্বি- ২৭%

ইনস্টার-২

ইনস্টার-২

চিত্র ৫৯ ঃ ইনস্টার-১ থেকে ইনস্টার-২ এ রূপান্তরে আর্টিমিয়া নপলির পুষ্টি উপাদানের পরিবর্তন

- হ্যাচিং সিঙ্ক্রোনি ঃ

অধিকাংশ নপলি ফোটার সময়কাল, অর্থাৎ $T_S = T_{৯০}-T_{১০}$

অধিক হ্যাচিং সিঙ্ক্রোনি স্বল্প সময়ের মধ্যে সর্বোচ্চ সংখ্যক ইনস্টার-১ নপলি নিশ্চিত করে; নিম্ন হ্যাচিং সিঙ্ক্রোনির ক্ষেত্রে যখন $T_{৯০}$ তে আহরণ করা হয় তখন একই হ্যাচিং ট্যাংকে ইনস্টার-১, ২ ও ৩ সংখ্যার মিশ্রতা এড়ানোর জন্য কয়েক-বার আহরণ করার প্রয়োজন পড়ে।

- হ্যাচিং ফলাফল ঃ

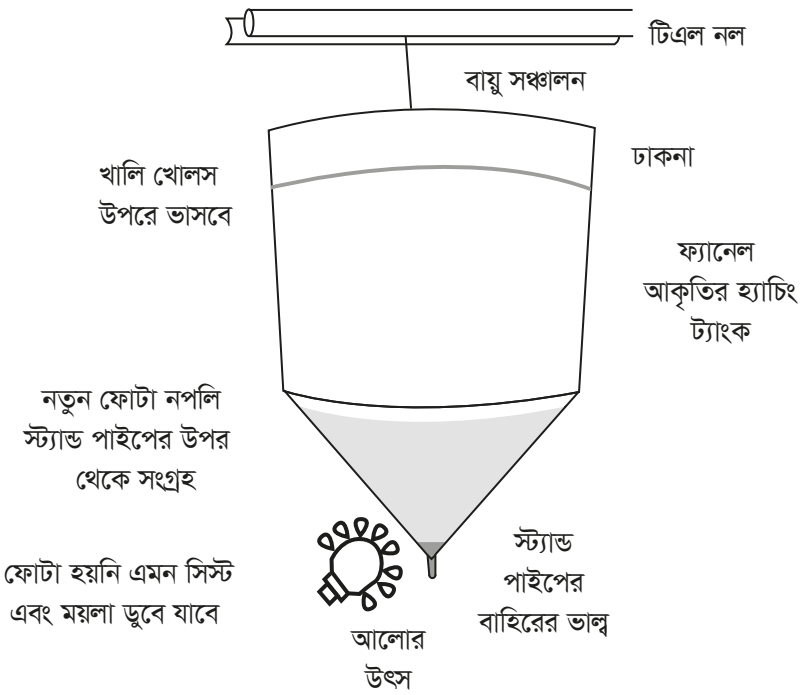
আদর্শ হ্যাচিং অবস্থায়-১ গ্রাম শুষ্ক সিস্ট থেকে উৎপাদিত নপলির ওজন। ভাল মানের সিস্ট প্রতি গ্রামে প্রায় ৬০০ মিলিগ্রাম নপলি উৎপাদন করে। গণনাটি নিম্নরুপ ঃ

= হ্যাচিং সক্ষমতা X ইনস্টার-১ নপলিয়াসের একক শুষ্ক ওজন

হ্যাচিং সক্ষমতায় শুধুমাত্র উৎপাদিত নপলির সংখ্যা হিসাব করা হয়, নপলির আকারের (প্রকরন নির্ভর) হিসাব করা হয় না। বিপরীতভাবে, হ্যাচিং ফলাফলের মানদণ্ড প্রতি গ্রাম সিস্ট হতে উৎপাদিত মোট খাবারের পরিমাণের সাথে সম্পর্কিত (খাদ্য রূপান্তরের অনুপাতের গণনা)।

৩. নপলির আহরণ

নপলি ফোটার পর এবং মাছ/ক্রাস্টেসিয়ান লার্ভাকে খাওয়ানোর আগে, বর্জ্য পদার্থ (সিস্টের খালি খোলস, ফোটেনি এমন সিস্ট, ধ্বংসাবশেষ, অণুজীব এবং হ্যাচিং মেটাবোলাইট) থেকে নপলি পৃথক করতে হবে। পাঁচ থেকে দশ মিনিট বায়ু সঞ্চালন (এরেশন) বন্ধ করার পর সিস্টের খোলসগুলি উপরিভাগে ভাসবে এবং অপসারণ করতে হবে। অপরদিকে, নপলি এবং ফোটেনি এমন সিস্ট নিচে জমা হবে (চিএ ঃ ৬০)।



চিত্র ৬০ ঃ আহরণকালীন হ্যাচিং কন্টেইনার

নপলি আলোক সংবেদনশীল হওয়ায় হ্যাচিং ট্যাংকের উপরের অংশ ছায়াবৃত করে (ঢাকনা ব্যবহার) এবং নিচের স্বচ্ছ মোচাকৃতি অংশের উপর আলো দিয়ে আহরণের জন্য নপলির ঘনত্ব বাড়ানো যায়। অক্সিজেনের অভাবে মারা যাওয়া থেকে বাচাঁনোর জন্য মোচাকৃতি ট্যাংকের নিচের অংশে নপলিকে বেশি সময়ের জন্য রাখা যাবে না (সর্বোচ্চ ৫ থেকে ১০ মিনিট)। প্রথমত, নিচে জমা হওয়া অপরিবর্তীত সিস্ট এবং অনন্য ময়লা ছাঁকতে বা নিষ্কাশন করতে হবে (যখন নিম্নমানের সিস্ট ব্যবহার করা হয়)। তারপর, নপলি একটি সূক্ষ্ম ফিল্টার জাল (<150 µm) ব্যবহার করে আহরণ করতে হবে। নপলির শারীরিক ক্ষতি প্রতিরোধ করার জন্য সব সময় পানিতে নিমজ্জিত করে রাখতে হবে। তারপর, অন্যান্য দূষিত পদার্থ এবং ফোটানোর সময় নির্গত অপদ্রব্য (যেমন গ্লিসারল) অপসারণ করতে পানি দিয়ে ভালভাবে ধুয়ে ফেলতে হবে। স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতি স্থাপনের মাধ্যমে বাণিজ্যিকভাবে আর্টিমিয়া উৎপাদন কৌশল আরো সহজতর করা যায় (স্টেইনলেস স্টিলের তৈরি ক্রস-ফ্লো সিভযুক্ত কেন্দ্রীভূতকারী/পরিষ্কারক ব্যবহার; চিত্র ঃ ৬১) যা একসাথে অনেকগুলো আর্টিমিয়া নপলির দ্রুত আহরণ এবং হ্যাচিং মাধ্যম থেকে ধ্বংসাবশেষ সম্পূর্ণ অপসারণ করতে সক্ষম। এই কৌশল উল্লেখযোগ্য হারে মজুরি এবং উৎপাদন খরচ কমায়।

চিত্র ৬১ ঃ কেন্দ্রীভূতকারী/পরিষ্কারক এর ব্যবহার

যেহেতু, জীবন্ত খাদ্য ব্যাকটেরিয়া সংক্রমণের উৎস হিসাবে কাজ করে এবং লার্ভা প্রতিপালনে রোগের সমস্যা সৃষ্টি করে, তাই জীবাণু সংক্রমণ অবশ্যই সর্বনিম্ন রাখতে হবে। সিস্ট ভাঙ্গার মুহূর্তে পানিতে গ্লিসারল নিঃসৃত হয়, এই শর্করা ব্যাকটেরিয়া বিকাশের অন্যতম উপাদান এবং ফলস্বরূপ, ভিব্রিও *(Vibrio sp.)* ব্যাকটেরিয়ার সংখ্যা সিস্ট ভাঙ্গার আগের তুলনায় ১০^{৩} থেকে ১০^{৫} গুণ বৃদ্ধি পায়।

ইনস্টার-১ পর্যায়ে আর্টিমিয়ার নপলি আহরণ করা সবচেয়ে বেশি উপযোগী কারণ এটি অধিক পুষ্টিগুণ সমৃদ্ধ এবং লবণ খামারে আর্টিমিয়া চাষ পুকুরে মজুদের সময় আকস্মিক লবণাক্ততার ধাক্কা সহ্য করতে পারে। কিন্তু ইনস্টার-১ নপলি যখন খোলস ছাড়িয়ে ইনস্টার-২ পর্যায়ে পৌছায়, তখন তাদের মুখগহব্বর খুলে যায় এবং তারা ট্যাংকের পানিতে থাকা ব্যাকটেরিয়া বিশেষকরে ভিব্রিও গ্রহণ শুরু করে এবং এর বাহক হয়ে ওঠে।

হ্যাচিংয়ের সময় ব্যাকটেরিয়ার বিকাশকে দমন করার জন্য বাণিজ্যিক জীবাণুনাশক পণ্য যেমন ACE (INVE Aquaculture, Thailand) ব্যবহার করা যেতে পারে। আর্টিমিয়া নপলি সবচেয়ে পুষ্টিকর এবং নিরাপদ ইনস্টার-১ পর্যায়ে আহরণ করা উচিত। যখন কক্ষ তাপমাত্রায় ইনস্টার-২ মেটা-নপলিকে সংরক্ষণ করা হয় তখন তারা ২৪ ঘণ্টার মধ্যে মজুদকৃত শক্তির ২৫% থেকে ৩০% গ্রাস করে ফেলে (চিত্র ঃ ৬২)। অধিকন্তু, ইনস্টার-২ আর্টিমিয়া স্বচ্ছ হওয়ায় কম দেখা যায়। ইনস্টার-১ নপলির চেয়ে বড় ও দ্রুত সাঁতার কাটে এবং ফলস্বরূপ শিকার হিসাবে সহজলভ্য হয় না।

তদুপরি, ইনস্টার-২ নপলিতে মুক্ত অ্যামিনো অ্যাসিড, স্বতন্ত্র ওজন ও শক্তির পরিমাণ কম থাকায়, লার্ভার প্রতি শিকারে শক্তি গ্রহণের পরিমাণ হ্রাস পায়। ফলশ্রুতিতে, লার্ভার বৃদ্ধি কমে যায় এবং আর্টিমিয়া সিস্টের খরচ বেড়ে যায়, কারণ লার্ভাকে খাওয়ানোর জন্য সমান ওজনের নপলির যোগান দিতে আরও প্রায় ২০-৩০% বেশি আর্টিমিয়া নপলি ফোটাতে হয়।

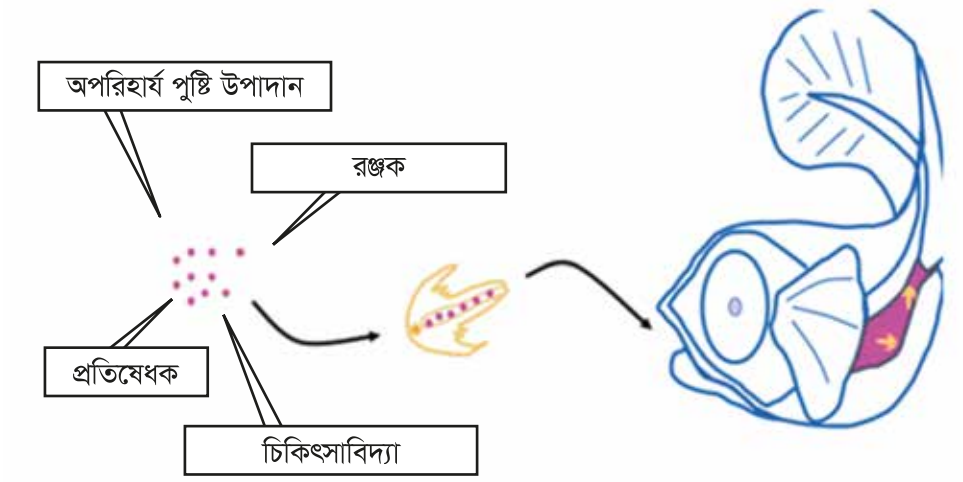
আর্টিমিয়া সিস্ট হ্যাচিং এবং ডিক্যাপসুলেশনের প্রশিক্ষণ সহায়িকা দেখুন। ইনস্টার-১ নপলি আহরণের পর সরাসরি জীবিত খাদ্য হিসাবে তাৎক্ষণিকভাবে ব্যবহার করা যাবে না। তাদের বিপাক ক্রিয়াকে ধীর করতে এবং পুষ্টিগুণের ক্ষতি হ্রাস করতে কম তাপমাত্রায় এদেরকে সংরক্ষণ করতে হবে।

১০ ডিগ্রি সেলসিয়াসের নিচে ৮ মিলিয়ন/লিটার ঘনত্বে সদ্য ফোটা নপলির সংরক্ষণ করে ইনস্টার-২ পর্যায়ে আর্টিমিয়া নপলির খোলস পরিবর্তন এড়ানো যায় এবং শক্তি বিপাকক্রিয়াও হ্রাস করা যায় (চিত্র ঃ ৬২)। নপলি ট্যাঙ্কের নিচে জমা না হওয়ার জন্য সামান্য বায়ুপ্রবাহের প্রয়োজন হয় কারণ সেখানে তারা পর্যাপ্ত অক্সিজেন পায় না। এইভাবে নপলিকে উল্লেখযোগ্য হারে মৃত্যু এবং ৫% এরও কম শক্তি হ্রাস ছাড়াই ২৪ ঘন্টার বেশি সময় ধরে সংরক্ষণ করা যেতে পারে।

স্টাইরোফোম ইনসুলেটেড ট্যাঙ্ক ও নীল বরফের প্যাকেট বা বদ্ধ প্লস্টিকের ব্যাগে বরফ প্যাক ব্যবহার করার মাধ্যমে ২৪ ঘন্টা শীতলীকরণ করে বাণিজ্যিক হ্যাচারিগুলি তাদের আর্টিমিয়া সিস্টের ফোটা প্রচেষ্টাকে অর্থনৈতিক ভাবে লাভবান করতে সক্ষম হয় (উদাহরণ ঃ প্রতিদিন ফোটা এবং আহরণ সংখ্যা হ্রাস পাবে)। তদুপরি, হিমাগার দ্রুত এবং স্বয়ংক্রিয়-ভাবে জীবিত খাবার সরবারহ করতে চাষিকে সাহায্য করে।

এটি মাছ এবং চিংড়ি লার্ভার জন্য উপকারি, কারণ ট্যাঙ্কগুলিতে প্রয়োজনের অতিরিক্ত খাদ্য ব্যবহার কমানো যায় এবং ট্যাঙ্কে আর্টিমিয়ার আকার বৃদ্ধিও কমানো যায়। উদাহরণস্বরূপ, প্রতিদিন একবার বা সর্বোচ্চ দুইবার খাদ্য প্রয়োগে চিংড়ি চাষিরা প্রায়শই তাদের ট্যাংকগুলিতে আর্টিমিয়া এবং চিংড়ির পিএল এর মধ্যে এলগি খাওয়ার জন্য প্রতিযোগিতা লক্ষ্য করে থাকে। দুর্বল লার্ভা যেমন টারবোট মাছ *(Scophthalmus maximus)* এবং বাগদা চিংড়ির *(Penaeus monodon)* ক্ষেত্রে হিমায়িত, কম সক্রিয় আর্টিমিয়া বেশি কার্যকর খাবার হিসাবে ব্যবহৃত হয়। সামুদ্রিক লার্ভার খাদ্য উৎস হিসাবে আর্টিমিয়ার পুষ্টি উপাদান যেমন অত্যাবশ্যকীয় ফ্যাটি অ্যাসিড, ইকোসাপেন্টানয়িক এসিড (EPA: 20:5n-3) এবং ডকোসাহেক্সানয়িক অ্যাসিড (DHA: 22:6n-3) গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। মিঠা পানির প্রজাতির বিপরীতে, বেশিরভাগ সামুদ্রিক জীবের অসম্পৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিডগুলো যেমন লিনোলেনিক অ্যাসিড (18: 3n-3) থেকে অত্যাবশ্যকীয় ফ্যাটি অ্যাসিড (EFA) জৈবসংশ্লিষ্ট করার ক্ষমতা নেই। আর্টিমিয়ার ফ্যাটি অ্যাসিডের ঘাটতি বিবেচনায়, অত্যন্ত অসম্পৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড (HUFA) সমৃদ্ধ খাবার খাওয়ানোর মাধ্যমে এর লিপিডের পরিমাণ অধিকতর উন্নত করার জন্য গবেষণা চলছে। আর্টিমিয়ার খাবার গ্রহণের মৌলিক বৈশিষ্ট্যগুলির কারণে এর জৈব রাসায়নিক গঠন খুব সহজেই পরিবর্তন হয়। যেহেতু, আর্টিমিয়া ইনস্টার-২ পর্যন্ত (অর্থাৎ ফোটানোর প্রায় ৮ ঘন্টা পরে) নিরপেক্ষভাবে খাদ্যকণা গ্রহণ করে, তাই লার্ভা কে খাবার হিসাবে দেয়ার আগে সহজেই লিপিড আর্টিমিয়ার নপলিতে যুক্ত করা যায়। বায়ো-এনক্যাপসুলেশনের এই পদ্ধতিকে আর্টিমিয়া সমৃদ্ধকরণ বা বুস্টিং বলা হয় (চিত্র ঃ ৬৩), যা অত্যাবশ্যকীয় ফ্যাটি অ্যাসিড যুক্ত করে আর্টিমিয়ার পুষ্টিমান বাড়ানোর জন্য বিশ্বজুড়ে সামুদ্রিক মাছ এবং ক্রাস্টাসিয়ান হ্যাচারিতে ব্যাপক-ভাবে ব্যবহৃত হয়। বিভিন্ন প্রজাতিতে প্রয়োগ করার জন্য নির্দিষ্ট বাণিজ্যিক ইমালসিফায়িং পণ্য রয়েছে।

চিত্র ৬২ ঃ আর্টিমিয়ার বিভিন্ন ধাপের শক্তি এবং শুকনো ওজনে পরিবর্তন (সদ্য ফোটা ইনস্টার-১ নপলি ১০০% শক্তি হিসাবে বিবেচিত হয়)। ইনস্টার-১, ইনস্টার-২ ও ৩, মেটা-নপলি সংরক্ষণে শতকরা হ্রাস বা বৃদ্ধি দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৬৩ ঃ লার্ভা প্রতিপালনে নির্দিষ্ট পুষ্টি উপাদান স্থানান্তরে ভেক্টর হিসাবে আর্টিমিয়ার ব্যবহার

পরিশিষ্ট ৩ ঃ সিস্টের ডিক্যাপসুলেশন

স্বল্প সময়ের জন্য হাইপোক্লোরাইট দ্রবণ ব্যবহার করে সুপ্ত আর্টিমিয়ার ভ্রূণকে আবৃতকারী শক্ত আবরণটি সম্পূর্ণরূপে অপসারণ করা যায়। এই পদ্ধতিটিকে ডিক্যাপসুলেশন বলা হয়। ডিক্যাপসুলেটেড সিস্ট নন-ডিক্যাপসুলেটেড সিস্টের তুলনায় অধিক উপযোগী। যেমন ঃ

- লার্ভা ট্যাঙ্কে সিস্টের খোলস যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে না। যখন স্বাভাবিকভাবে আর্টিমিয়া সিস্ট ফোটে, তখন সবসময় তাদের খোলস থেকে আর্টিমিয়া নপলি সম্পূর্ণ আলাদা করা সম্ভব হয় না। অপরিবর্তিত সিস্ট এবং খালি খোলসগুলি যখন লার্ভাকে খাওয়ানো হয় তখন লার্ভার ট্যাঙ্কগুলিতে ক্ষতিকারক প্রভাব সৃষ্টি করে; কারণ, এগুলো সহজে হজম হয় না এবং অন্ত্রে বাধার সৃষ্টি করে।

- নন-ডিক্যাপসুলেটেড ইনস্টার-১ নপলির তুলনায় ডিক্যাপসুলেটেড নপলিতে শক্তি এবং ওজন (প্রকরণের উপর নির্ভর করে ৩০-৫৫%) বেশি থাকে, কারণ তারা খোলস ভেঙ্গে দেওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি ব্যয় করে না।

- মাছ এবং চিংড়ির অধিক পুষ্টিকর খাদ্যের উৎস হিসেবে ডিক্যাপসুলেটেড সিস্ট ব্যবহার করা যাবে ডিক্যাপসুলেশন পদ্ধতি পানিযোজন (যেমন, সিস্টগুলি গোলাকার হলেই খোলসের সম্পূর্ণ অপসারণ করা যাবে), হাইপোক্লোরাইট দ্রবণে বাদামি খোলস অপসারণ, ধোয়া এবং অবশিষ্ট হাইপোক্লোরাই-টের নিষ্ক্রিয়করণ অন্তর্ভুক্ত (কার্যপত্র ৩ এবং ৪ দেখুন)। এই ডিক্যাপসুলেটেড সিস্টগুলি সরাসরি নপলিতে ফোটানো যায় অথবা সম্পৃক্ত ব্রাইনে পানিশূন্য (ডিহাইড্রেট) করে পরবর্তীতে ফোটানোর জন্য বা সরাসরি খাওয়ানোর জন্য সংরক্ষণ করা যায়। ফোটানোর মান অক্ষুন্ন রেখে এই সিস্ট গুলি ০-৪ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় কয়েক দিন সংরক্ষণ করা যায়। দীর্ঘদিন সংরক্ষণের প্রয়োজন হলে (সপ্তাহ বা কয়েক মাস), ডিক্যাপসুলেটেড সিস্টগুলি একটি সম্পৃক্ত ব্রাইন দ্রবণে স্থানান্তরিত করতে হবে।

  সারারাত পানি বিয়োজনের মাধ্যমে (বায়ুসঞ্চালনের মাধ্যমে সমজাতীয় দ্রবণ বজায় রাখতে হবে) সিস্টগুলো ৮০% এর উপরে অভ্যন্তরীণ পানি বের করে দেয়। বায়ুসঞ্চালন বন্ধ করলে কফি-বিন আকারের ডিক্যাপসুলেটেড সিস্টগুলি স্থির হয়ে যায়। এই সিস্টগুলি সুক্ষ্ম জালে আহরণের করে ঠান্ডা ও নতুন ব্রাইনে রাখতে হবে। অধিকন্তু, সরাসরি সূর্যের আলো থেকে সুরক্ষিত রাখতে হবে কারণ আল্ট্রাভায়োলেট রশ্মির সংস্পর্শে সিস্টের কার্যক্ষমতা কমে যায়।

  মাছ এবং চিংড়ির লার্ভা চাষের ক্ষেত্রে আর্টিমিয়া নপলির তুলনায় ডিক্যাপসুলেটেড আর্টিমিয়া সিস্টের ব্যবহার অনেক কম। তবুও, শুকনো ডিক্যাপসুলেটেড আর্টিমিয়া সিস্ট বিভিন্ন প্রজাতির লার্ভা/পোনা (স্বাদুপানির ক্যাটফিশ; *Clarias gariepinus)*, কার্প *; Cyprinus carpio)*, সামুদ্রিক চিংড়ি এবং মিল্ক ফিশ প্রতিপালনের জন্য উপযুক্ত খাদ্য হিসাবে প্রমাণিত হয়েছে। লার্ভা প্রতিপালনের ক্ষেত্রে, ডিক্যাপসুলেটেড সিস্টের ব্যবহারিক এবং পুষ্টিগত উভয় দিক থেকে কিছু স্বতন্ত্র সুবিধা রয়েছে। দৈনিক আর্টিমিয়া নপলি উৎপাদনের জন্য অধিক শ্রম এবং অতিরিক্ত সুযোগ-সুবিধার প্রয়োজন। উচ্চ হ্যাচিং সম্পন্ন আর্টিমিয়া সিস্ট অনেক ব্যয়বহুল এবং ফোটার আগে ডিক্যাপসুলেশন করলে নিম্নমানের ফোটার সক্ষমতা বাড়ে। সিস্টগুলো শুকনো হওয়ায় এর ব্যবহারিক সুবিধাও রয়েছে। আর্টিমিয়া নপলির (৪৭০-৫৫০ মাইক্রোমিটার) তুলনায় সিস্টের আকার (২০০-২৫০ মাইক্রোমিটার) ছোট হওয়ায় এটি বিভিন্ন পর্যায়ের লার্ভার জন্য বেশি উপযুক্ত। ব্যবহারের আগে সিস্টগুলোকে শুকালে ভেসে থাকার ক্ষমতা বৃদ্ধি পাবে এবং লার্ভা ট্যাঙ্কের তলদেশে ডুবে যাবে না। বাইরের কিউটিকুলার আবরণের কারণে পুষ্টি উপাদানগুলি (শিল্পজাত খাদ্যসহ) বের হয়ে যেতে পারে না।

অন্যদিকে, ডিক্যাপসুলেটেড সিস্টগুলির অন্যতম অসুবিধা হল গতিহীনতা, যা লার্ভাকে কম আকর্ষন করে। অধিকন্তু, ব্রাইনে পানি-বিয়োজিত (ডিহাইড্রেটেড) সিস্টগুলো খুব তাড়াতাড়ি নিচে ডুবে যায়, ফলে পানির বিভিন্ন স্তরে মাছের লার্ভার খাদ্য হিসেবে তাদের প্রাপ্যতা হ্রাস পায়। এই অবস্থায়, কণাগুলিকে ভাসিয়ে রাখতে অতিরিক্ত বায়ুসঞ্চালন বা শুকানোর প্রয়োজন হয়। চিংড়ির (*Penaeid*) লার্ভা প্রধানত নিচের স্তরের খাবার খায়, তাই তাদের এই সমস্যার মুখোমুখি হতে হয় না। পুষ্টিগত দিক থেকে, ডিক্যাপসুলেটেড সিস্টগুলির প্রধান রাসায়নিক সংমিশ্রণ সদ্য ফোটা নপলির সমতুল্য (সারণী ঃ ১২)। এছাড়াও, তাদের শুকনো ওজন এবং শক্তির পরিমাণ ইনস্টার-১ নপলির তুলনায় গড়ে ৩০ থেকে ৪০% বেশি। উদাহরণস্বরূপ, প্রথম দুই সপ্তাহে কার্পের লার্ভা চাষের জন্য জীবিত নপলির তুলনায় ডিক্যাপসুলেটেড আর্টিমিয়া সিস্টের ব্যবহার এক তৃতীয়াংশের বেশি সাশ্রয় করে। উপরন্ত, নির্দিষ্ট পুষ্টি উপাদানের জন্য কিছু পার্থক্য পাওয়া যায় যা তাদের গুণগত মানের উপর প্রভাব ফেলতে পারে।

সারণী ১২ ঃ ডিক্যাপসুলেটেড আর্টিমিয়া সিস্ট এবং ইনস্টার-১ নপলির পুষ্টিমানের সংমিশ্রণ (শুষ্ক পদার্থের % ভিত্তিতে)

	জি এস এল		এস এফ বি	
	সিস্ট	নপলি	সিস্ট	নপলি
আমিষ	±৫০	৪১-৪৭	±৫৭	৪৭-৫৯
চর্বি	±১৪	২১-২৩	±১৩	১৬-২৭
শর্করা	-	১১	-	১১
এ্যশ/ভস্ম	±৯	১০	±৫	৬-১৪

১৫. কার্যপত্র

কার্যপত্র ১ ঃ আর্টিমিয়া সিস্টে পানির পরিমাণ নির্ণয় করার পদ্ধতি

- তিনটি ছোট অ্যালুমিনিয়াম ফয়েল-কাপ ($T_১$, $T_২$, $T_৩$) নিতে হবে
- প্রতিটি কাপ প্রায় ৫০০ মিলিগ্রামের সিস্টের নমুনা দিয়ে পূরণ করতে হবে
- মোট ওজন ($G_১$, $G_২$, $G_৩$) নির্ধারণ করতে হবে (০.১ মিলিগ্রাম)
- সিস্টযুক্ত অ্যালুমিনিয়াম কাপ ৬০ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রার শুকনো চুলায় (ওভেন) ২৪ ঘন্টা রাখতে হবে
- মোট পানি ছাড়া ওজন ($G_১$, $G_২$, $G_৩$) নির্ধারণ করতে হবে (০.১ মিলিগ্রাম)
- পানির পরিমাণ (Wi) গণনা করতে হবে (% পানিতে), $W_i = (G_i - G_{i'}) \times (G_i - T_i)^{-1} \times 100$
- তিনটি প্রতিলিপি নমুনার জন্য গড় মান গণনা করতে হবে

কার্যপত্র ২ ঃ তরল ব্লিচ দিয়ে আর্টিমিয়া সিস্টের জীবাণুমুক্তকরণ

- ১০ লিটার পানিতে ± ২০ মিলিলিটার তরল ব্লিচ (NaOCl) যোগ করে ২০০ পিপিএম হাইপোক্লোরাইট দ্রবন প্রস্তুত করতে হবে (সিস্টের ডিক্যাপসুলেশন দেখুন)
- প্রতি লিটার পানিতে ± ৫০ গ্রাম সিস্ট ৩০ মিনিটের জন্য ভিজিয়ে রাখতে হবে
- পানি দিয়ে সিস্ট ভালভাবে ধুয়ে ফেলতে হবে (১২৫ মাইক্রোমিটার সূক্ষ্ম জালে)
- সিস্টগুলো এখন ফোটানোর জন্য প্রস্তুত

কার্যপত্র ৩ ঃ আর্টিমিয়া সিস্টের ডিক্যাপসুলেশন প্রক্রিয়া

পানিযোজন (হাইড্রেশন) ধাপ

- ২৫ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় বায়ুসঞ্চালিত পানিতে ১ ঘন্টা (<১০০ গ্রাম/লিটার) সিস্টগুলিকে পানিযোজিত (Hydrated) করতে হবে

ডিক্যাপসুলেশন ধাপ ঃ

- ১২৫ মাইক্রোমিটার সূক্ষ্ম জালে সিস্টগুলি সংগ্রহ করতে হবে। তারপর সিস্টগুলিকে ধুয়ে হাইপোক্লোরাইট দ্রবণে স্থানান্তর করতে হবে
- হাইপোক্লোরাইট দ্রবণটি তরল ব্লিচ সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট (NaOCl) (বিশুদ্ধ পণ্য; কার্যকারিতা সাধারণত=১১-১৩% w/w) অথবা ব্লিচিং পাউডার ক্যালসিয়াম হাইপোক্লোরাইট ($CaOCl_2$) (কার্যকারিতা সাধারণত ± ৭০%) দিয়ে নিম্নলিখিত অনুপাতে তৈরি করা যেতে পারে ঃ
- প্রতি গ্রাম সিস্টের জন্য ০.৫ গ্রাম কার্যকরি হাইপোক্লোরাইট পণ্য (কার্যকারিতা সাধারণত মোড়কের উপর লেখা থাকে, অন্যথায় পরীক্ষা করে নির্ধারণ করতে হবে); (পদ্ধতির জন্য নিচে দেখুন)। পিএইচ >১০ রাখার জন্য ক্ষারীয় একটি উপাদান ব্যবহার করতে হবে; প্রতি গ্রাম সিস্টে যখন তরল ব্লিচ ব্যবহার করা হয় তখন ০.১৫ গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) ব্যবহার করতে হবে অপরপক্ষে, ব্লিচিং পাউডারের জন্য ০.৬৭ গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট ($NaCO_3$) বা ০.৪ গ্রাম ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO) ব্যবহার করতে হবে
- ক্ষারীয় পণ্যে যুক্ত করার আগে ব্লিচিং পাউডার দ্রবীভূত করতে হবে
- এই দ্রবণের শুধুমাত্র সুপারনাট্যান্ট (Supernatants) ব্যবহার করতে হবে
- ১৪ মিলি/গ্রাম সিস্টযুক্ত চুড়ান্ত দ্রবণ তৈরি করার জন্য সমুদ্রের পানি যোগ করতে হবে
- ১৫-২০ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় দ্রবণটি শীতল করতে হবে (ডিক্যাপসুলেশন পাত্রটিকে বরফের পানির মধ্যে রেখে)। পানিযোজিত সিস্টগুলি ৫-১৫ মিনিট বায়ু সঞ্চালনের মাধ্যমে ঐ দ্রবণে নিমজ্জিত রাখতে হবে। নিয়মিত তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ করতে হবে যাতে তাপমাত্রা ৪০ ডিগ্রি সেলসিয়াসের বেশি না হয় কারণ বিক্রিয়াটি তাপ উৎপাদী সেহেতু প্রয়োজন হলে ডিক্যাপসুলেশন দ্রবণে বরফ যোগ করতে হবে। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে ডিক্যাপসুলেশন প্রক্রিয়াটির বিবর্তন নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করে দেখতে হবে

ধৌতকরণের ধাপ ঃ

সিস্ট ধূসর (পাউডার ব্লিচে) বা কমলা (তরল ব্লিচে) বা অণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণে সিস্টের খোলস প্রায় সম্পূর্ণ অংশ দ্রবীভূত হয়ে গেলে (৩-১৫ মিনিটের পরে) সিস্টগুলিকে ডিক্যাপসুলেশন দ্রবণ (সাসপেনশন) থেকে সরিয়ে নিয়ে ক্লোরিনের গন্ধ না যাওয়া পর্যন্ত ১২৫ মাইক্রোমিটার সূক্ষ্ম জালে পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে। প্রয়োজনের চেয়ে দীর্ঘসময় ডিক্যাপসুলেশন দ্রবণে সিস্টগুলিকে রাখা যাবে না, কারণ এটি তাদের কার্যক্ষমতার উপর প্রভাব ফেলে।

নিষ্ক্রিয়করণ ধাপ ঃ

০.১ নরমালিটি হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) বা ০.১% সোডিয়াম থায়ো-সালফেট ($Na_2S_2O_3$) দ্রবণে সিস্টকে ডুবিয়ে হাইপোক্লোরাইটের কার্যকারিতা সম্পূর্ণভাবে নিষ্ক্রীয় করতে হবে, তারপরে পানি দিয়ে ভালোভাবে ধুয়ে ফেলতে হবে। অল্প পরিমাণে স্টার্চ-আয়োডিন দ্রবণে (= স্টার্চ, পটাসিয়াম আয়োডাইট (KI), সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) এবং পানি) কিছু ডিক্যাপসুলেটেড সিস্ট দিয়ে হাইপোক্লোরাইটের অবশিষ্টাংশ সনাক্ত করতে হবে। দ্রবণটি নীল হওয়া পর্যন্ত ধোয়া এবং নিষ্ক্রিয়করণ করা চালিয়ে যেতে হবে।

ব্যবহার ঃ

ফোটানোর জন্য সিস্টগুলিকে হ্যাচিং ট্যাংকে রাখতে হবে, বা কয়েক দিনের জন্য রেফ্রিজারেটরে (০-৪ ডিগ্রি সেলসিয়াস) সংরক্ষণ করতে হবে। দীর্ঘমেয়াদে সংরক্ষণের জন্য সিস্টগুলিকে (১০ মিলিলিটার ব্রাইনে ১ গ্রাম শুকনো সিস্ট) সম্পৃক্ত লবণাক্ত পানিতে (৩০০ গ্রাম/লিটার লবণাক্ততার সোডিয়াম ক্লোরাইড) রেখে পানিবিয়োজন করতে হবে। ২৪ ঘন্টা পরে ব্রাইনটি অবশ্যই পরিবর্তন করতে হবে।

কার্যপত্র ৪ ঃ টাইট্রিমেট্রিক পদ্ধতিতে হাইপোক্লোরাইট দ্রবণে সক্রিয় ক্লোরিনের পরিমাণ নির্ণয়

- মূলনীতি : পিএইচ ৮ বা তার কম হলে পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণে সক্রিয় ক্লোরিন মুক্ত আয়োডিন নির্গত করবে। মুক্ত আয়োডিনকে $Na_2S_2O_3$ এর প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেটেড করা হয়, যেখানে নির্দেশক হিসাবে স্টার্চ ব্যবহার করা হয়।

বিকারকসমূহ ঃ

- এসিটিক এসিড (জমাট বাঁধা, ঘণীভূত)
- পটাসিয়াম আয়োডাইডের স্ফটিক
- ০.১ নরমালিটির $Na_2S_2O_3$ এর প্রমাণ দ্রবণ
- নির্দেশক হিসাবে স্টার্চের দ্রবণ: ৫ গ্রাম স্টার্চকে সামান্য ঠাণ্ডা পানির সাথে মিশিয়ে মর্টরে গুড়া করতে হবে। মিশ্রণটিকে ১ লিটার ফুটন্ত পানিতে ঢেলে নাড়তে হবে এবং সারারাত রেখে দিতে হবে, উপরের পরিষ্কার অংশ ব্যবহার করতে
- কার্যপ্রণালী ঃ

  ০.৫ থেকে ১ গ্রাম পটাসিয়াম আয়োডাইডকে ৫০ মিলিলিটার বিশুদ্ধ পানিতে দ্রবীভূত করে ৫ মিলিলিটার বা তার চেয়ে বেশি এসিটিক এসিড যোগ করতে হবে, যাতে পিএইচ কমে ৩ থেকে ৪ এর মধ্যে থাকে
- ১ মিলিলিটার নমুনা দ্রবণ যোগ করতে হবে
- সরাসরি সূর্যের আলো থেকে দূরে রেখে টাইট্রেট করতে হবে। একটি বুরেট থেকে ০.১ নরমালিটির $Na_2S_2O_3$ ততক্ষণ যোগ করতে হবে যতক্ষণ না মুক্ত আয়োডিন এর হলুদ রঙ অদৃশ্য হয়। ১ মিলিলিটার স্টার্চ দ্রবণ যোগ করে নীল রঙ অদৃশ্য হওয়া পর্যন্ত টাইট্রেট করতে হবে

হিসাব/গণনা ঃ

১ মিলিলিটার ০.১ নরমালিটির $Na_2S_2O_3$ সমান ৩.৫৪ মিলিগ্রাম সক্রিয় ক্লোরিন

কার্যপত্র ৫ ঃ সিস্ট হ্যাচিংয়ের শতকরা হার, সক্ষমতা এবং মাত্রা নির্ণয়

- ১.৬ গ্রাম সিস্ট ৮০০ মিলিলিটার সমুদ্রের পানিতে (৩৩ গ্রাম/লিটার) নিরবিচ্ছিন্ন আলোয় (২০০০ লাক্স) ২৮ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় একটি মোচাকৃতির পাত্র অথবা আংশিক সিলিন্ডার ট্যাংকে ফোটানোর জন্য রাখতে হবে, সমস্ত সিস্টগুলিকে দ্রবীভূত রাখার জন্য নিচ থেকে বায়ু সঞ্চালন করতে হবে (ফেনা প্রতিরোধের জন্য খুব শক্তিশালী বায়ু সঞ্চালন করা যাবে না); তিনটি প্রতিলিপিতে পরীক্ষাটি চালাতে হবে
- ২৪ ঘণ্টা সিস্ট ফোটার পর প্রতিটি ট্যাংক থেকে ২৫০ মাইক্রোলিটারের ৬টি নমুনা নিতে হবে
- প্রতিটি নমুনাকে পিপেটিং এর মাধ্যমে ছোট শিশিতে নিতে হবে এবং লুগল দ্রবণ যোগ করে নপলি গুলোকে স্থির করতে হবে
- প্রতিটি ট্যাংক থেকে ৬টি নমুনা (i=6) নিতে হবে, একটি অণুবীক্ষণ যন্ত্রের মাধ্যমে নপলির সংখ্যা (ni) গণনা করে গড় মান নির্ণয় করতে হবে (N) এবং আম্ব্রেলা পর্যায় গণনা করে (ui) গড় মান নির্ণয় করতে হবে (U)
- প্রতি শিশিতে ১ ফোটা NaOH দ্রবণ (৪০ গ্রাম/১০০ মিলিলিটার বিশুদ্ধ পানি) এবং ৫ ফোটা ব্লিচ দ্রবণ (৫.২৫% NaOCl) যোগ করে অপরিবর্তিত সিস্ট এবং সিস্টের খোলস দ্রবীভূত করতে হবে
- প্রতি ট্যাংকে (i = 6) অপরিবর্তিত সিস্ট (কমলা রঙের) গণনা করে (ei) গড় মান নির্ণয় করতে হবে (E)
- সিস্ট হ্যাচিংয়ের শতকরা হার, $H\% = (N \times ১০০) \times (N + U + E)^{-১}$
- প্রতিটি ট্যাংকের জন্য H% এর মান গণনা করতে হবে। তিনটি ট্যাংকের গড় মান এবং আদর্শ চ্যুতি নির্ণয় করে চূড়ান্ত মান বের করতে হবে
- সিস্ট হ্যাচিংয়ের সক্ষমতা, $HE = (N \times ৪ \times ৮০০) \times (১.৬)^{-১}$ or $HE = N \times ২০০০$* (*কনভার্সন ফ্যাক্টর যা দ্বারা প্রতি গ্রাম সিস্ট থেকে প্রাপ্ত নপলির সংখ্যা বের করা হয়)
- প্রতিটি ট্যাংকের জন্য HE এর মান গণনা করতে হবে। তিনটি ট্যাংকের গড় মান এবং আদর্শ চ্যুতি নির্ণয় করে চূড়ান্ত মান বের করতে হবে
- ট্যাংকে সিস্ট আরও ২৪ ঘণ্টা রেখে দিতে হবে, পুনরায় নমুনা সংগ্রহ করতে হবে এবং সিস্ট ফোটার ৪৮ ঘণ্টায় H% ও HE এর মান নির্ণয় করতে হবে
- সিস্ট হ্যাচিংয়ের হার (HR) ঃ সমুদ্রের পানিতে সিস্ট ফোটানোর ১২ ঘণ্টায় নমুনা নিতে হবে এবং HE গণনা করতে হবে (উপরের পদ্ধতিটি অনুসরণ করতে হবে)। প্রতি ঘন্টায় নমুনা/গণনা প্রক্রিয়া অব্যাহত রাখতে হবে যতক্ষণ না ৩টি HE এর গড় মান প্রায় একই হয়। প্রতি ঘন্টার গড় মানগুলিকে সর্বচ্চো HE এর শতকরা হিসাবে প্রকাশ করা হয়। একটি ফোটানোর বক্ররেখা অঙ্কিত করে তা থেকে $T_{১০}$ এবং $T_{৯০}$ এর মান বের করা যেতে পারে। এই পদ্ধতিতে প্রতি ৩ ঘণ্টা বা তার বেশি সময় পরপর নমুনা সংগ্রহ করতে হবে

সারণী ১৩ ঃ সিস্ট হ্যাচিংয়ের শতকরা হার এবং সক্ষমতার বাস্তব উদাহরণ

নপলি (n)	ছাতা (u)	ভ্রুণ (e)	H%=n*100 (u+u+e)$^{-1}$
প্রতিলিপি ১			
১১০	৩	১৭	৮৪.৬২
১২৯	৪	১৪	৮৭.৭৬
১২২	৩	১৩	৮৮.৪১
১০৮	২	১৫	৮৬.৪০
১১৭	২	১৬	৮৬.৬৭
১০১	৩	১০	৮৮.৬০
গড় নপলি = ১১৫			গড় H% = ৮৭.০৮
প্রতিলিপি ২			
১২৪	১	১৪	৮৯.২১
১২২	১	২১	৮৪.৭২
১৩৮	০	১৮	৮৮.৪৬
১০৩	৩	৭	৯১.৪৫
১৪২	০	১২	৯২.২১
১৩০	৪	১৩	৮৮.৪৪
গড় নপলি = ১২৭			গড় H% = ৮৯.০৩
প্রতিলিপি ৩			
১২৭	৩	১৪	৮৮.১৯
১০৭	৪	১০	৮৮.৪৩
১৩৩	২	১৮	৮৬.৯৩
১৩৫	৫	১৩	৮৮.২৪
১২৫	১	১৫	৮৮.৬৫
১২৮	১	১৫	৮৮.৮৯
গড় নপলি = ১২৬			গড় H% = ৮৮.২৩
গড় H% = (৮৬.০৮+৮৯.০৩+৮৮.২৩).৩$^{-১}$ x ১০০ = ৮৮.১১ (মান বিচ্যুতি= ০.৯৮)			
গড় HE = (১১৫+১২৭+১২৬) .৩$^{-১}$ x ২০০০ = ২৪৫৩০০ (মান বিচ্যুতি= ১৩০০০)			

সারণী ১৪ ঃ সিস্ট হ্যাচিংয়ের মাত্রা গণনা করার বাস্তব উদাহরণ

কৃত্রিম পদ্ধতিতে সিস্ট হ্যাচিংয়ের সময় (ঘণ্টায়)	HE (N/g)	সর্বোচ্চ শতকরা হার (%) HE
১২	০	০
১৩	৮০০	০.৪
১৪	৯০০০	৫
১৫	২৯৪০০	১৫
১৬	৭৯৮০০	৪২
১৭	১৪৪৪০০	৭৬
১৮	১৫৮২০০	৮৩
১৯	১৮৪৬০০	৯৭
২০	১৮৫০০০	৯৭
২১	১৯১০০০	১০০
বৈশিষ্ট্যগত দিক থেকে সময়ের ব্যবধান	$T_{১০}$ = ১৪.৫ ঘণ্টা	
	$T_{৫০}$ = ১৬.২ ঘণ্টা	
	$T_{৯০}$ = ১৮.৫ ঘণ্টা	
	$T_s = T_{৯০}-T_{১০}$ = ৪.০ ঘণ্টা	

About WorldFish

WorldFish is an international, not-for-profit research organization that works to reduce hunger and poverty by improving fisheries and aquaculture. It collaborates with numerous international, regional and national partners to deliver transformational impacts to millions of people who depend on fish for food, nutrition and income in the developing world. Headquartered in Penang, Malaysia and with regional officer across Africa, Asia and the Pacific, WorldFish is a member of CGIAR, the world's largest global partnership on agriculture research and innvation for a food secure future.

For more information, please visit **www.worldfishcenter.org**

978-984-35-4187-1

978-984-35-4187-1