

ইউনিট ৫ বিপাকীয় মূলনীতি

উইনিট ৫ বিপাকীয় মূলনীতি

মাছের বিপাক ক্রিয়া ও মাছের বিপাকের হার মাছের আকৃতির ওপর নির্ভরশীল। মাছ শীতল রক্ত বিশিষ্ট মেরুদণ্ডী প্রাণী। ফলে মাছের বিপাক ক্রিয়ার ওপর তাপমাত্রার প্রভাব খুবই গুরুত্বপূর্ণ। মাছের শারীরিক গঠন পানির গুণাগুণ, খাদ্য গ্রহণ সক্রিয়তা, উপবাস, বর্ধন ইত্যাদির সাথে মাছের বিপাকের অতি নিবিড় সম্পর্ক রয়েছে। মৎস্য চাষ তথা মৎস্য উৎপাদন বৃদ্ধির লক্ষ্যে মাছের বিপাকীয় মূলনীতি সম্পর্কে সম্যক ধারণা থাকার প্রয়োজনীয়তা অপরিহার্য।

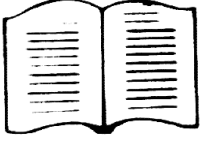
এ ইউনিটের বিভিন্ন পাঠে মাছের শারীরিক গঠন ও তার গুরুত্ব, পানির গুণাগুণ, তাপমাত্রা, দ্রবীভূত গ্যাসসমূহ, লবণাক্ততা, খাদ্য গ্রহণ ও সক্রিয়তার আরোপিত প্রভাব, উপবাস এবং বর্ধন ইত্যাদি ওপর বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে।

পাঠ ৫.১ মাছের শারীরিক গঠন এবং তার গুরুত্ব

এ পাঠ শেষে আপনি -



- বিপাক ক্রিয়ার ওপর মাছের শারীরিক গঠন বা মাছের আকারের গুরুত্ব সম্পর্কে বলতে ও লিখতে পারবেন।
- রুগটিন বিপাক ও ব্যাসাল বিপাক কী তা বলতে ও লিখতে পারবেন।
- সক্রিয় বিপাক কী তা বলতে ও লিখতে পারবেন।
- রুগটিন বিপাকে মাছের আকারের সাথে শক্তির পরিমাণের সম্পর্ক সম্বন্ধে বর্ণনা করতে পারবেন।



মাছের বিপাক ক্রিয়া মাছের আকৃতির ওপর নির্ভরশীল। মাছের বয়স এ ক্ষেত্রে কোন গুরুত্ব বহন করে না। বিপাকের হার মাপন পদ্ধতি মাছের একক ভরের সাথে সম্পর্কিত। বিপাকের হার মাছের আকৃতি বাড়ার সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়। এটি সাধারণত মাছের শরীরের উপরিস্তরের আয়তনের সমানুপাতিক।

বিপাকের হার মাছের আকৃতি বাড়ার সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়।

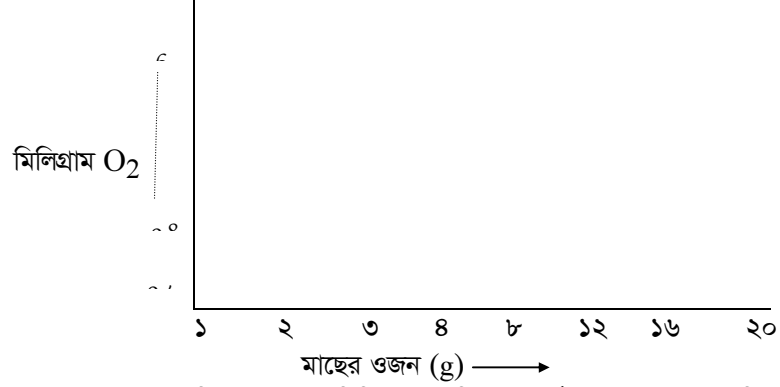
সাধারণত নিচের স ত্রয়ের সাহায্যে মাছের বিপাক এবং ওজনের সম্পর্ক প্রকাশ করা হয়ে থাকে।

$$Q = A \cdot P^K;$$

লগারিদমের সাহায্যে স ত্রটিকে নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়

$$\text{Log}Q = \log A + K \log P$$

এখানে ছ দ্বারা মাছের সমস্ত বিপাক বুঝানো হয়েছে (অক্সিজেন ব্যবহারের হার মি.গ্রাম O_2/h), A হচ্ছে একটি সূচক, P হচ্ছে মাছের ওজন কিলোগ্রামে, এবং K হচ্ছে একটি ঘাতের সূচক (exponent) যা মাছের শরীরের ওজনের সাথে বিপাকের হারের পরিবর্তন নির্ধারণ করে থাকে। K এর পরিমাণ একক হলে, মাছের বিপাকের হার শরীরের ওজনের সাথে প্রত্যক্ষ সমান্তরাল হবে। সাধারণত K এর মান ০.৭৫ এবং ০.৮৫ এর মধ্যে থাকে, যেখান থেকে বিপাক ক্রিয়া এবং মাছের আকৃতির মধ্যে ব্যস্তানুপাত (inverse) সম্পর্ক লক্ষ্য করা যায়। চিত্র ১০ এ ডবললগের মাধ্যমে মাছের ওজন ও বিপাক ক্রিয়ার সম্পর্কের সরল রেখার (straight-line) স ত্রানুযায়ী ০.৭৫ এবং ০.৮৫ এর মধ্যে ঢাল (slope) দেখানো হলো



চিত্র ১০ : বিভিন্ন আকৃতির কার্পের সাথে ব্যাসাল বিপাকের সম্পর্ক (২০° সেলসিয়াস) তাপমাত্রায় অক্সিজেন ব্যবহারের হার মিলিগ্রাম/ঘ)

যখন মাছ বিশ্রামরত অবস্থায় থাকে তখন তাঁর শরীরে সবচেয়ে কম বিপাক কার্য ঘটে থাকে। তাকে ব্যাসাল বা স্ট্যান্ডার্ড বিপাক বলে।

বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষার সাহায্যে স্বাদুপানির ও সাগরের মাছের প্রজাতির বিপাকের হার (রুটিন বিপাক কার্যে অক্সিজেন ব্যবহারের হারের সাহায্যে ২০° সে. তাপমাত্রায় অক্সিজেন ব্যবহারের হার (মিলিগ্রাম/h) নিচের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়।

$$Q = 0.4 P^{0.8}, \quad A_{ev}$$

$$\text{Log} Q = 0.8 \log P - 0.3904$$

এ দ্বারা এটি প্রতীয়মান হয় যে ওজন নির্ভর বিপাক হার ১০ গুণ ওজন বৃদ্ধির জন্য ২১% হারে কমতে থাকবে। এ হারে হিসাব মতে একটি মাছের ওজন ১০ মি. গ্রাম থেকে ১ কেজি উন্নীত হলে বিপাক হার ৯০% কমে যাবে। সারণি ১৮ এ একই প্রজাতির বিভিন্ন ওজনের মাছের বিপাক হারের তুলনামূলক অবস্থা দেখানো হলো :

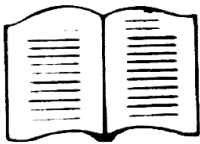
সারণি ১৮ : ২০° সে. তাপমাত্রায় একই মাছের বিভিন্ন ওজনের ক্ষেত্রে দৈনিক শক্তির ব্যবহার

সাধারণ অবস্থায় একটি মাছের খাদ্য গ্রহণ বা ভয় ভীতিহীন পরিবেশে যে বিপাক কার্যাদি সংঘটিত হয় তাকেই রুটিন বিপাক বলে।

মাছের ওজন	২০° সে. তাপমাত্রায় রুটিন বিপাকে দৈনিক শক্তির ব্যবহার (জৌল/গ্রাম)
১ মি. গ্রা.	৬০০
১০ মি. গ্রা.	৩৮০
১০০ মি. গ্রা.	২৩৫
১ গ্রা.	১৫০
১০ গ্রা.	১০০
১০০ গ্রা.	৬০
১ গ্রা.	৩৮

মাছের সাদা পেশীতে বিপাকের হার শরীরের অন্যান্য অংশের তুলনায় অনেক কম।

মাছের আকৃতি ও ওজন বৃদ্ধির সাথে বিপাক হার কমে যাবার কারণ হলো শরীরের সকল পেশী ও কোষে বিপাক একই হারে সম্পন্ন হয় না। যেমন - মাছের সাদা পেশীতে (white muscle) বিপাকের হার শরীরের অন্যান্য অংশের তুলনায় অনেক কম।



সারণি: মাছের বিপাক ক্রিয়া মাছের আকৃতির ওপর নির্ভরশীল। বিপাকের হার মাছের আকৃতি বাড়ার সাথে সাথে বাড়তে থাকে। $\text{Log} Q = \text{Log} A + K \text{Log} P$ দ্বারা মাছের বিপাক ও ওজনের সম্পর্ক প্রকাশ করা হয়। মাছের বিপাক ক্রিয়া ও মাছের আকৃতির মধ্যে ব্যাস্তানুপাত সম্পর্ক লক্ষ্য করা যায়। একটি মাছের ওজন ১০ মি. গ্রাম থেকে ১ কেজি উন্নীত হলে বিপাক হার ৯০% কমে যায়। মাছের সাদা পেশীতে বিপাকের হার শরীরের অন্যান্য অংশের তুলনায় অনেক কম।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.১

সঠিক উত্তরের পার্শ্বে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। মাছের আকৃতি বাড়ার সাথে বিপাকের হার কেমন হবে?
 - ক) বিপাকের হার বৃদ্ধি পাবে
 - খ) বিপাকের হার কমে যাবে
 - গ) বিপাকের হার পরিবর্তন হবে না
 - ঘ) বিপাকের হার মাছের আকৃতির ওপর নির্ভরশীল নয়

- ২। মাছের বিপাক ও ওজনের সম্পর্কের সূত্র $Q = Ap^k$ তে ক এর মান কত?
 - ক) ০.২৫ থেকে ০.৫০
 - খ) ০.৭৫ থেকে ১.০০
 - গ) ০.৫০ থেকে ০.৮৫
 - ঘ) ০.৭৫ থেকে ০.৮৫

- ৩। ২০° সে. তাপমাত্রায় ১০০ গ্রাম ওজনের একটি মাছের রক্তটিন বিপাকে দৈনিক শক্তির ব্যবহার কত?
 - ক) ৬০০ জৌল/গ্রাম
 - খ) ২৩৫ " "
 - গ) ১৫০ " "
 - ঘ) ৬০ " "

- ৪। মাছের শরীরে বিপাকের হার কোন্ অংশে সব চেয়ে কম?
 - ক) মস্তিষ্কে
 - খ) লাল পেশীতে
 - গ) সাদা পেশীতে
 - ঘ) ফুলকায়

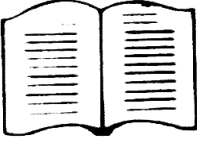
পাঠ ৫.২ পানির গুণাগুণ, তাপমাত্রা, দ্রবীভূত গ্যাসসমূহ ও লবণাক্ততা

এ পাঠ শেষে আপনি -



- পানির গুণাগুণ সম্পর্কে বলতে পারবেন।
- পানির তাপমাত্রা কীভাবে মাছের বিপাকে প্রভাব বিস্তার করে তা বলতে ও লিখতে পারবেন।
- পানিতে দ্রবীভূত গ্যাসসমূহ কীভাবে মাছের বিপাকে প্রভাব বিস্তার করে তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- পানির লবণাক্ততা মাছের বিপাকে কী ভূমিকা পালন করে তা বর্ণনা করতে পারবেন।

পানির গুণাগুণ



পানির গুণাগুণ বলতে পানির ভৌত, রাসায়নিক ও জৈবিক উপাদানের সমষ্টিকে বুঝায়, যা জলজ পরিবেশ গঠন করে এবং মাছের উৎপাদনকে প্রভাবিত করে। মাছের খাদ্য গ্রহণ, দৈহিক বৃদ্ধি, প্রজনন, বেঁচে থাকা এবং গুরুত্বপূর্ণ বিপাকীয় কার্যাবলী সুষ্ঠুভাবে পরিচালনার জন্য পানির ভৌত ও রাসায়নিক গুণাগুণ অনুকূল মাত্রায় থাকা আবশ্যিক।

তাপমাত্রার প্রভাব

মাছ শীতল রক্ত বিশিষ্ট প্রাণী। তাই এর বিপাক ক্রিয়ার ওপর তাপমাত্রার প্রভাব খুবই গুরুত্বপূর্ণ, যদিও তাপমাত্রার প্রভাব বিভিন্ন প্রজাতির জন্য বিভিন্ন রকম। তাছাড়া মাছের ক্রিয়াকলাপের ওপরও এর প্রভাব নির্ভরশীল। যেমন - স্যামন মাছের জন্য উপযুক্ত তাপমাত্রা 15° সে. এর কম। অন্য দিকে 20° সে. এর উপরের তাপমাত্রা কার্পজাতীয় মাছের জন্য উপযুক্ত। আমেরিকার চ্যানেল ক্যাটফিশের জন্য তাপমাত্রা 30° সে. উত্তম। তবে বিভিন্ন মাছকে খাপ খাইয়ে নেয়ার মধ্যে অপেক্ষাকৃত কম বা বেশি তাপমাত্রাতে রাখা যেতে পারে। হঠাৎ করে যদি মাছ অধিক তাপমাত্রা থেকে কম তাপমাত্রায় অথবা কম তাপমাত্রা থেকে অধিক তাপমাত্রায় স্থানান্তর করা হয় তাহলে মাছ খুবই আঘাত পায়; এমনকি ক্ষেত্র বিশেষে মাছ মারা যায়।

20° সে. এর উপরের তাপমাত্রা কার্পজাতীয় মাছের জন্য উপযুক্ত।

মাছকে খাপ খাইয়ে নেয়ার সুযোগ দিলে তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে মাছের ব্যাসাল বিপাক সাধারণত বৃদ্ধি পেতে থাকে।

মাছকে খাপ খাইয়ে নেয়ার সুযোগ দিলে তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে মাছের ব্যাসাল বিপাক সাধারণত বৃদ্ধি পেতে থাকে। এ ব্যাপারে ভ্যান্ট হফস্ সূত্র মোতাবেক পানির তাপমাত্রা 10° সে. বাড়ার সাথে সাথে মাছের প্রতিক্রিয়ার মাত্রা দুই থেকে তিন ($Q_{10} = 2 - 3$) হবে। পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, Q_{10} এর মান তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে কমে যায়। সারণি ১৯ এ তাপমাত্রা ও Q_{10} এর মানের সম্পর্ক দেখানো হলো।

সারণি ১৯ : তাপমাত্রার পার্থক্যের সাথে Q_{10} এর সম্পর্ক

তাপমাত্রার পার্থক্য	Q_{10} এর মান
$10 - 15^{\circ}$ সে.	২.৯
$15 - 20^{\circ}$ সে.	২.৫
$20 - 25^{\circ}$ সে.	২.৩
$25 - 30^{\circ}$ সে.	২.০

সক্রিয় বিপাকের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে বিপাকের পরিবর্তন নাও ঘটতে পারে। মাছের প্রজাতির ওপর নির্ভর করে কোন কোন ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে বিপাক বেড়ে যায়। তবে তা একটা নির্দিষ্ট মাত্রার উপরে উঠে না, বরং নির্দিষ্ট স্তরে থেমে যায় বা কমতে থাকে। উদাহরণ স্বরূপ, রেইনবো ট্রাউটের ব্যাসাল বিপাক 50 সে. থেকে 250 সে. পর্যন্ত ধীরে ধীরে বাড়তে থাকে।

সক্রিয় বিপাক 15° সে.- 25° সে. পর্যন্ত হয় থেমে থাকে নতুবা কমতে থাকে। কারণ বিপাক ক্রিয়া দ্রুত চলার ফলে প্রয়োজনীয় অক্সিজেন থেকে মাছ বঞ্চিত হয়।

দ্রবীভূত অক্সিজেনের ভূমিকা

পানিতে অক্সিজেনের পরিমাণ কমে গেলে মাছ তার অন্যান্য ক্রিয়াকলাপ কমিয়ে আনে ফলে বিপাক ক্রিয়ার গতিও হ্রাস পায়।

চলন্ত অবস্থায় মাছের বিপাক ক্রিয়ার মাত্রা পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেন বাড়ার সাথে সাথে বেড়ে যায়। অন্য দিকে দ্রবীভূত অক্সিজেন কমে যাবার সাথে সাথে তাও কমে যায়। পানিতে অক্সিজেনের পরিমাণ কমে গেলে মাছ তার অন্যান্য ক্রিয়াকলাপ কমিয়ে আনে ফলে বিপাক ক্রিয়ার গতিও হ্রাস পায়। মাছের সক্রিয়তার ওপর এবং বিপাক কোন্ পর্যায়ের তার ওপর অক্সিজেনের ব্যবহার নির্ভরশীল। অন্য কথায় বলা যায়, কম অক্সিজেন থাকলে মাছ কোন মতে তার ব্যাসাল বিপাক চালিয়ে নেয়ার চেষ্টা করে আর যদি অক্সিজেনের পরিমাণ বেশি থাকে তা হলে সক্রিয় বিপাক ক্রিয়া সম্পন্ন করে। সারণি ২০ এ মাছের বিপাক ক্রিয়া এবং অক্সিজেনের সম্পর্ক দেখানো হলো :

সারণি ২০ : বিভিন্ন তাপমাত্রায় রেইনবো ট্রাউট মাছের বিপাকক্রিয়া ও অক্সিজেনের ব্যবহার (মি.গ্রা.অক্সিজেন/কি.গ্রা. মাছ/ঘন্টা)

পানির তাপমাত্রা	ব্যাসাল ক্রিয়া	সক্রিয় বিপাক (সাঁতারের গতি ০.৫-১.৬ মি./সেঃ)
৫	৩৬	৩৮৪
১০	৪২	৪৬৪
১৫	৭৮	৫৭৬
২০	৪৮	৫৭০
২৫	১৩৮	৪৭৮

খাদ্য গ্রহণকালে বা প্রয়োজনে অথবা বাধ্য হয়ে দ্রুত সাঁতার কাটা অবস্থায় যে বিপাক কার্যাদি সংঘটিত হয় তাকে সক্রিয় বিপাক বলে।

কার্পজাতীয় মাছের স্বাচ্ছন্দ বিপাক ক্রিয়ার জন্য পানিতে ৭-৮ মি. গ্রাম/লিটার অক্সিজেন থাকা উচিত।

এখানে বলা আবশ্যিক যে, পানির তাপমাত্রা বাড়ার সাথে পানিতে অক্সিজেনের পরিমাণ কমে যায়। সাধারণত শীত প্রধান দেশের মাছের জন্য পানিতে অধিক পরিমাণ অক্সিজেনের প্রয়োজন হয়। কার্পজাতীয় মাছের স্বাচ্ছন্দ বিপাক ক্রিয়ার জন্য পানিতে ৭-৮ মি. গ্রাম/লিটার অক্সিজেন থাকলেই চলে।

দীর্ঘ সময় ধরে পানিতে অক্সিজেনের পরিমাণ কম থাকলে মাছের শরীর থেকে বিভিন্ন আয়ন (ion) মুক্তের সাথে নিঃসরিত হয়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, রেইনবো ট্রাউট মাছকে অধিক সময় ধরে খুব কম অক্সিজেন যুক্ত পানিতে রাখলে তার শরীর থেকে ল্যাকটিক এসিড, সোডিয়াম, পটাশিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম, ক্লোরিন এবং অজৈব ফসফেট বের হয়ে যায়।

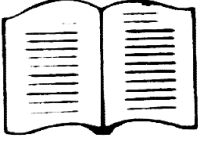
লবণাক্ততার প্রভাব

লবণাক্ততার প্রভাব আবার পানির তাপমাত্রা ও মাছের সক্রিয়তার ওপর নির্ভরশীল।

বিপাক ক্রিয়ার ওপর লবণাক্ততার প্রভাব স্বাদু পানির মাছ বা সাগরের মাছের ওপর খুবই কম। কিন্তু স্যামন জাতীয় মাছ এবং আমাদের দেশের ইলিশ মাছ যা জীবনের কিছু সময় সাগরে এবং কিছু সময় স্বাদু পানিতে কাটায় তাদের ক্ষেত্রে লবণাক্ততার প্রভাব অত্যধিক। লবণাক্ততার প্রভাব আবার পানির তাপমাত্রা ও মাছের সক্রিয়তার ওপর নির্ভরশীল। যেমন - যদি তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় তবে লবণাক্ততার বৃদ্ধির সাথে সাথে মাছের বিপাক ক্রিয়ার জন্য অধিক পরিমাণ অক্সিজেনের প্রয়োজন হয়। মাছের সক্রিয়তা বাড়ার সাথে সাথে এর পরিমাণ আরও বেড়ে যায়। সারণি ২১ এ রেইনবো ট্রাউটের (১০০ গ্রাম ওজন) বিপাক ক্রিয়ায় লবণাক্ততার প্রভাব দেখানো হলো।

সারণি ২১ : বিভিন্ন তাপমাত্রা ও সক্রিয়তার ওপর লবণাক্ততার প্রভাব (অক্সিজেনের ব্যবহারের হার মি.গ্রা./কি.গ্রা. মাছ/ঘন্টা)

তাপমাত্রা °সে.	সাঁতারের গতি সে.মি./সে.	স্বাদু পানি	লবণাক্ততা (%)		
			৭.৫	১৫	৩০
৫	০	৫৭	৫৪	৬০	৭৪
	১৮.৫	১০৫	৮৯	১০৬	১১৭
	৪৫.১	১৭৬	১৩৪	১৮০	১৯৫
	৫৭.৫	২২৮	১৭৬	২৪৭	২৬৯
	সর্বাধিক	৩৫৪	২৬৬	৩৬০	৩৯৮
১৫	০	১১২	৯৪	১০৯	১২৭
	১৮.৫	১৬৯	১৩২	১৭২	১৯১
	৪৫.১	২৭৯	২২৭	২৬৯	৩১৫
	৫৭.৫	৪৩৬	৩৫২	৪৪৩	৪৭৬
	সর্বাধিক	৫৮৪	৪৮৬	৫৯৭	৬২৪



সারমর্ম: মাছ শীতল রক্ত বিশিষ্ট জলজ মেরুদণ্ডী প্রাণী বিধায় মাছের বিপাক ক্রিয়ার ওপর তাপমাত্রার প্রভাব খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সাধারণত ২০°সে. তাপমাত্রার উপরের তাপমাত্রা কার্পজাতীয় মাছের জন্য উপযুক্ত। পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে পানিতে অক্সিজেনের পরিমাণ কমে যায়। আর পানিতে অক্সিজেনের পরিমাণ কমে গেলে মাছ তার অন্যান্য ক্রিয়াকলাপ কমিয়ে আনে। এতে বিপাক ক্রিয়ার ওপর লবণাক্ততার প্রভাব স্বাদু পানির মাছ বা সাগরের মাছের ওপর খুবই কম হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। কার্পজাতীয় মাছের জন্য উপযুক্ত তাপমাত্রা কোন্টি?

- ক) 15° সে. এর নিচে
- খ) 80° সে. এর কাছাকাছি
- গ) 30° সে. এর উপরে
- ঘ) 20° সে. এর উপরে

২। কার্পজাতীয় মাছের স্বাচ্ছন্দ বিপাক ক্রিয়ার জন্য পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ কত থাকা দরকার?

- ক) ৫ থেকে ৬ মি.গ্রাম/লিটার
- খ) ৭ থেকে ৮ মি.গ্রাম/লিটার
- গ) ৯ থেকে ১০ মি.গ্রাম/লিটার
- ঘ) ০ থেকে ৫ মি.গ্রাম/লিটার

৩। 20° সে. তাপমাত্রায় ব্যাসাল বিপাকের মান ৪৮ হলে সক্রিয় বিপাক কত হবে?

- ক) ৩৮৪ মি./সে.
- খ) ৫৭৬ মি./সে.
- গ) ৫৭০ মি./সে.
- ঘ) ৪৭৮ মি./সে.

৪। বিপাক ক্রিয়ার ওপর লবণাক্ততার প্রভাব কোন্ মাছের অধিক?

- ক) রুইজাতীয় মাছ
- খ) তেলাপিয়া মাছ
- গ) ছোট জাতের মাছ
- ঘ) ইলিশ মাছ

পাঠ ৫.৩ খাদ্য গ্রহণ ও সক্রিয়তার আরোপিত প্রভাব

এ পাঠ শেষে আপনি -



- মাছের খাদ্য গ্রহণে সক্রিয়তার প্রভাব সম্পর্কে বর্ণনা পারবেন।
- এস.ডি.এ. কাকে বলে তা বলতে ও লিখতে পারবেন।

খাদ্য গ্রহণ ও সক্রিয়তা



সূর্বের আলোচনা থেকে এটা প্রতীয়মান হয়েছে যে, বিপাক ক্রিয়ার হার অনেকগুলো প্রভাবক দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। এ সমস্ত প্রভাবকের মধ্যে একটি পারস্পরিক সম্পর্ক বিদ্যমান যা মাছের সক্রিয়তাকে প্রভাবিত করে থাকে।

নিবিড় মাছ চাষের ক্ষেত্রে মাছকে অধিক ঘনত্বে রাখা হয়। ফলে তাদের মধ্যে খুবই সক্রিয়তা লক্ষ্য করা যায়।

নিবিড় মাছ চাষের ক্ষেত্রে মাছকে অধিক ঘনত্বে রাখা হয়। ফলে তাদের মধ্যে খুবই সক্রিয়তা লক্ষ্য করা যায়। তাদেরকে কখনও স্রোতের বিপরীতে অবস্থান নিতে হয় এবং কখনও বা দলবদ্ধভাবে খাবার গ্রহণ করতে হয়। এভাবে রাখা মাছের মধ্যে সব সময় উচ্চ মাত্রার সক্রিয় বিপাক লক্ষ্য করা যায় যা অবশ্যই ব্যাসাল বা রঙটিন বিপাক থেকে অধিক মাত্রায় হয়ে থাকে।

অনেক কার্পজাতীয় মাছ এবং ট্রাউট মাছের মধ্যে দিনের বিভিন্ন সময়ে সক্রিয়তার পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। এ পার্থক্য সাধারণত দ্বিমাত্রার হয়ে থাকে। অর্থাৎ দিনের আলোয় দুবার অধিক সক্রিয় হতে দেখা যায়। এ সক্রিয়তা কখনও কখনও খাদ্য গ্রহণের সাথে সম্পর্কযুক্ত। রেইন-বো ট্রাউট মাছের ক্ষেত্রে অন্ধকারে উপবাস অবস্থায় এবং আলোতে খাদ্য গ্রহণের অবস্থায় এ ধরনের দ্বি-মাত্রার সক্রিয় অবস্থা লক্ষ্য করা যায়।

সাঁতারের গতি বেড়ে গেলে অথবা স্রোতের বিপরীতে চললে মাছের বিপাক ক্রিয়া বৃদ্ধি পায়।

সাঁতারের গতি বেড়ে গেলে অথবা স্রোতের বিপরীতে চললে মাছের বিপাক ক্রিয়া বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে থাইরয়েড গ-গ্যান্ড বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে। পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, সাঁতারের গতি বেড়ে গেলে কার্পজাতীয় মাছের অক্সিজেন ব্যবহারের পরিমাণ দুই থেকে চারগুণ বৃদ্ধি পায়। এরকম ফলাফল স্যামন জাতীয় মাছের ক্ষেত্রেও দেখা গেছে।

কার্পজাতীয় মাছের ক্ষেত্রে খাদ্য গ্রহণের সময় কালে বিপাক ক্রিয়া সকল সময়ই উপবাসকালীনের চেয়ে বেশি।

খাদ্য গ্রহণ এবং হজম প্রক্রিয়া মাছের অক্সিজেন ব্যবহারের পরিমাণ তথা বিপাক ক্রিয়া বৃদ্ধি করে। কার্পজাতীয় মাছ খাদ্য গ্রহণের ও হজমের সময় শতকরা ৫০ ভাগ অক্সিজেন বেশি ব্যবহার করে থাকে। একই ভাবে রেইনবো ট্রাউট মাছের ক্ষেত্রে এই হার শতকরা ১৫-৪০ ভাগ। যখন কোন নিবিড় মাছ চাষের ক্ষেত্রে (যেখানে অধিক ঘনত্বে মাছ রাখা হয়) খাবার প্রদান করা হয় তখন অক্সিজেন ব্যবহারের মাত্রা বা বিপাক ক্রিয়া মাছের সাঁতার কার্য, খাদ্য গ্রহণ ও হজম ইত্যাদির সমন্বিত প্রভাব দ্বারা প্রভাবিত হয়। কার্পজাতীয় মাছের ক্ষেত্রে খাদ্য গ্রহণের সময় কালে বিপাক ক্রিয়া সকল সময়ই উপবাসকালীনের চেয়ে বেশি।

মাছের খাবার গ্রহণের সাথে অক্সিজেন গ্রহণের পরিমাণ বেড়ে যাওয়াকে মৎস্য পুষ্টি বিশেষজ্ঞগণ স্পেসিফিক ডিনামিক এ্যাকশন (specific dynamic action) বা এস.ডি.এ. বলে থাকে। খাবার গ্রহণের পরই অক্সিজেন গ্রহণের পরিমাণ সর্বোচ্চ হয় এবং দ্রুত তা আবার পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে। এস.ডি.এ. কত হবে তা খাবারের পরিমাণ, প্রকৃতি ও পানির তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল। মাছের বিভিন্ন প্রজাতির মধ্যেও এস.ডি.এ. এর পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। এ সময় অক্সিজেন ব্যবহারের সর্বোচ্চ

পরিমাণ রুটিন বিপাকের দ্বিগুণ হয়ে থাকে। উল্লেখ্য যে, অক্সিজেন গ্রহণের পরিমাণ বৃদ্ধির সাথে সাথে তাপশক্তি ও বৃদ্ধি পায়। তাই এ প্রক্রিয়াকে খাদ্য-তাপ সম্পর্কিত প্রভাবও বলা হয়ে থাকে।



অনুশীলন (Activity) : মাছের খাদ্য গ্রহণ এবং সক্রিয়তা যেসব বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল তাদের নাম লিখুন এবং খাদ্য গ্রহণ ও সক্রিয়তার মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক সম্বন্ধে সংক্ষেপে লিখুন।



সারমর্ম: মাছের বিপাক ক্রিয়ার হার অনেকগুলো প্রভাবক দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় এবং এসব প্রভাবকের মধ্যে একটি পারস্পরিক সম্পর্ক বিদ্যমান যা মাছের সক্রিয়তাকে প্রভাবিত করে। সাঁতারের গতি বেড়ে গেলে অথবা স্রোতের বিপরীতে চললে মাছের বিপাক ক্রিয়া বেড়ে যায়। খাদ্য গ্রহণ এবং হজম প্রক্রিয়া মাছের অক্সিজেন ব্যবহারের পরিমাণ তথা বিপাক ক্রিয়াকে বৃদ্ধিকরে। মাছের খাদ্য গ্রহণের সাথে অক্সিজেন গ্রহণের পরিমাণ বেড়ে যাওয়াকে স্পেসিফিক ডিনামিক একশন বা এস. ডি. এ বলা হয়। মাছের বিভিন্ন প্রজাতির মধ্যে এস. ডি. এ এর পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। কোন ধরনের চাষ পদ্ধতিতে মাছের মধ্যে অধিক সক্রিয়তা লক্ষ্য করা যায়।
 - ক) মিশ্র চাষ পদ্ধতিতে
 - খ) আধা নিবিড় চাষ পদ্ধতিতে
 - গ) নিবিড় চাষ পদ্ধতিতে
 - ঘ) ধান ক্ষেতে মাছ চাষ পদ্ধতিতে

- ২। সাঁতারের গতি বেড়ে গেলে কার্পজাতীয় মাছের অক্সিজেন ব্যবহারের পরিমাণের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি পরিলক্ষিত হয়?
 - ক) পাঁচ থেকে ছয়গুণ বাড়ে
 - খ) দুই থেকে চারগুণ বাড়ে
 - গ) তিন থেকে চারগুণ কমে
 - ঘ) চার থেকে পাঁচগুণ কমে

- ৩। স্পেসিফিক ডিনামিক একশন কাকে বলে?
 - ক) মাছের গতিশীল ক্রিয়ার জন্য খাবার গ্রহণ করাকে
 - খ) মাছের খাবার গ্রহণের সাথে অক্সিজেন গ্রহণের পরিমাণ বেড়ে যাওয়াকে
 - গ) সাঁতারের জন্য অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হওয়াকে
 - ঘ) উপবাস থাকাকালীন শরীরের চর্বির ক্ষয়প্রাপ্ত হওয়াকে

- ৪। কার্পজাতীয় মাছ খাদ্য গ্রহণ ও হজমের সময় কতভাগ অক্সিজেন বেশি ব্যবহার করেন?
 - ক) শতকরা ৩০ ভাগ
 - খ) শতকরা ৪০ ভাগ
 - গ) শতকরা ৪৫ ভাগ
 - ঘ) শতকরা ৫০ ভাগ

পাঠ ৫.৪ উপবাস ও বর্ধন



এ পাঠ শেষে আপনি -

- মাছের উপবাস সম্পর্কে বর্ণনা করতে পারবেন।
- মাছের বর্ধন সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- মাছের বর্ধন হার কী তা বলতে ও লিখতে পারবেন।

উপবাস



কোন প্রকার খাদ্য না দিলেও মাছ অনেকদিন বেঁচে থাকতে পারে। উপবাসের ফলে মাছের শরীরে বিভিন্ন ধরনের ক্ষতিকর প্রতিক্রিয়া লক্ষ্য করা যায়।

মাছ ও অন্যান্য শীতল রক্তবিশিষ্ট প্রাণীর একটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য হলো যে, এরা বেশ কিছু দিন উপবাস অর্থাৎ কোন খাদ্য গ্রহণ না করে থাকতে পারে। অর্থাৎ কোন প্রকার খাদ্য না দিলেও এরা অনেকদিন বেঁচে থাকতে পারে। উপবাসের ফলে অবশ্যই শরীরে বিভিন্ন ধরনের ক্ষতিকর প্রতিক্রিয়া লক্ষ্য করা যায়। মাছের উপবাস করার ক্ষমতা অধিক তাপমাত্রার পানি অপেক্ষা অধিক ঠান্ডা পানিতে বেশি। উষ্ণ

পানির কার্পজাতীয় মাছ খুব ঠান্ডা-তাপমাত্রায় খাবার গ্রহণ একেবারেই বন্ধ করে দেয়। উলে-খ্য যে, ছোট মাছগুলো উপবাসজনিত কষ্ট দ্রুত অনুভব করে থাকে। বড় মাছ অতি সহজে উপবাসের কারণে ক্ষতির সম্মুখীন হয় না। উপবাসের ফলে বিপাক ক্রিয়া হ্রাস পায় এবং নিজস্ব সঞ্চিত পুষ্টি পদার্থ দ্বারা প্রয়োজনীয় শক্তির যোগান হয়ে থাকে। উপবাসের ফল পেতে খুব বেশি দেরী হয় না। এর লক্ষণ দ্রুত বিভিন্ন অভ্যন্তরীণ অঙ্গে বিশেষ করে যকৃতে লক্ষণীয় হয়ে উঠে। এক বা দুই বছরের কার্পজাতীয় মাছে ১০ - ২০° সে. এ মাত্র ৭ দিনের উপবাসে যকৃতের ওজন শতকরা ৩০ ভাগ এবং ১৫ দিন পর শতকরা ৪০ ভাগ হ্রাস পেয়ে যায়। এ সময়ে চর্বি পরিমাণ প্রায় শতকরা ৫০ ভাগ হ্রাস পায়। উপবাসের ফলে মাছের যকৃতের আমিষ কমে যায়। যেহেতু যকৃতের প্রোটিন রক্তের সুগার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়, সুতরাং রক্তের সুগারের পরিমাণ ও উপবাসের ফলে হ্রাস পায়।

উপবাসের ফলে পানি হ্রাসের কারণে শ্বেত রক্তকণিকা, লোহিত রক্তকণিকা ও হিমাটোক্রিটের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় এবং পরবর্তীতে এর সবগুলোই হ্রাস পেতে থাকে। উপবাস মাছের মাংসপেশীতে পানির পরিমাণ বৃদ্ধি করে এবং এর মাংসপেশীর ওজন কমিয়ে দেয়। এর ফলে লাল মাংসপেশীর তুলনায়

সাদা মাংসপেশীতে আমিষ ও গ-ইকোজেনের পরিমাণ অধিক হারে কমিয়ে আনে। মাছ চাষের ক্ষেত্রে আরও একটা বিষয় লক্ষ্য রাখতে হবে খাবাবের স্বল্পতা বা পুরো উপবাস মাছের RNA/DNA এর মাত্রা কমিয়ে আনে।

বর্ধন

শরীরের রক্ষণাবেক্ষণের জন্য যে পরিমাণ খাদ্যের প্রয়োজন হয় তার থেকে অধিক খাদ্য দিলে শরীরের বর্ধন সাধিত হয়। বর্ধনের ফলে মাছের আকার ও আয়তন এবং ওজন বৃদ্ধি পায়। বিভিন্ন মাছের বর্ধনের হার বিভিন্ন ধরনের হয়ে থাকে। কোন একক সময়ে মাছের বর্ধনের পরিমাণকে বর্ধন-হার বলা হয়।

কোন একক সময়ে মাছের বর্ধনের পরিমাণকে বর্ধন-হার (growth rate) বলা হয়। বর্ধনের হার সাধারণতঃ বিশেষ বর্ধন হার (Specific Growth Rate or SGR) হিসেবে প্রকাশ করা হয়ে থাকে। এস.জি.আর. বলতে মাছের/জীবের প্রারম্ভিক ওজনের বর্ধন শতকরা কত হারে হচ্ছে তা বুঝায় এবং নিচে বর্ণিত সূত্র দ্বারা নির্ণয় করা হয়ে থাকে।

$$\text{বর্ধন/দিন (\%)} = \frac{\ln P_t - \ln P_0}{t} \times 100 ;$$

এখানে t হলো খাবার প্রদানের মোট দিন, P_t মাছের বর্তমান ওজন, P_0 মাছের প্রাথমিক ওজন এবং $\ln = \text{natural log}$ ।

যদি মাছের প্রাথমিক ও বর্তমান ওজন জানা থাকে এবং কতদিন মাছকে খাবার দেয়া হচ্ছে তা জানা থাকে তাহলে উক্ত সূত্র দ্বারা সহজে মাছের বিশেষ বর্ধন হার এস.জি.আর. নির্ণয় করা যায় ।

সার্বিকভাবে বিপাক ক্রিয়া ও বর্ধন নানা ধরনের পারিবেশিক প্রভাব দ্বারা নির্ধারিত হয়ে থাকে। পারিবেশিক প্রভাবগুলোর মধ্যে তাপ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

সার্বিকভাবে বিপাক ক্রিয়া ও বর্ধন নানা ধরনের পারিবেশিক প্রভাব দ্বারা নির্ধারিত হয়ে থাকে। এগুলোর মধ্যে পানির তাপমাত্রা, দ্রবীভূত অক্সিজেন, আলো, মজুদের হার, খাদ্য সরবরাহ ও খাদ্যের গুণাগুণ বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। পারিবেশিক প্রভাবগুলোর মধ্যে তাপ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। গ্রীষ্মপ্রধান দেশে মাছের বর্ধন শীতপ্রধান দেশের তুলনায় অনেক বেশি। প্রজাতি ভেদে মাছের বর্ধন-এর জন্য সর্বোচ্চ অনুকূল তাপমাত্রা লক্ষ্য করা যায়। কার্পজাতীয় মাছ $28 - 30^\circ$ সে. তাপমাত্রায় অধিক বর্ধন লাভ করে।

পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ কমে ৪-৫ মিলিগ্রাম/লিটার হলে কার্পজাতীয় মাছের খাদ্য গ্রহণ, বর্ধন ও খাদ্যের ব্যবহার দারুণভাবে কমে যায়।

দ্রবীভূত গ্যাসের মধ্যে বর্ধনের জন্য অক্সিজেনের ভূমিকা অপরিসীম। প্রতি প্রজাতির মাছের জন্য অক্সিজেনের সর্বোচ্চ অনুকূল মাত্রা লক্ষ্য করা যায়। যেমন- অক্সিজেনের পরিমাণ ৬-৭ মিলিগ্রাম/লিটার হলে কার্পজাতীয় মাছ অতিদ্রুত বর্ধন লাভ করে এবং সরবরাহকৃত খাদ্যের সর্বোচ্চ ব্যবহার করে থাকে। অন্যদিকে পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ কমে ৪-৫ মিলিগ্রাম/লিটার হলে কার্পজাতীয় মাছের খাদ্য গ্রহণ, বর্ধন ও খাদ্যের ব্যবহার দারুণভাবে কমে যায়।

খাবারে পরিমাণ মত আমিষ, শর্করা ও চর্বি জাতীয় উপাদান থাকা উচিত।

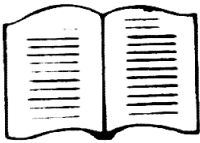
মজুতের ঘনত্ব বর্ধনের হারকে প্রভাবিত করে থাকে। সাধারণত অধিক হারে মাছ মজুত করলে মাছের বর্ধন কমে যায়। অধিক হারে মাছ মজুত করলে পানিতে অক্সিজেনের অভাব দেখা দেয় এবং ক্ষতিকর অ্যামোনিয়ার (NH_3) পরিমাণ বেড়ে যায়। ফলে মাছ মারা যেতে পারে।

আশাপ্রদ বর্ধন লাভের জন্য সুষম খাবারের বিকল্প নাই। খাবারে পরিমাণ মত আমিষ, শর্করা ও চর্বি জাতীয় উপাদান থাকতে হবে। এছাড়া প্রয়োজনীয় খনিজ উপাদান ও ভিটামিন খাবারের সাথে প্রয়োগ করতে হবে। মনে রাখতে হবে প্রজাতি ভেদে মাছের পুষ্টির চাহিদা ভিন্ন রকম। তাই কোন্ প্রজাতির মাছের চাষ করা হচ্ছে তার ওপর ভিত্তি করে মাছের জন্য সুষম খাবার প্রস্তুত করে মাছকে দিতে হবে।

সুষ্ঠুভাবে সুষম খাবার প্রয়োগ করা হলে ১ – ১০০০ গ্রাম কার্পজাতীয় মাছের বর্ধন কত হবে তা নিচের সূত্র দ্বারা নির্ণয় করা যেতে পারে :

$$\text{ওজন} = 9.93 \times 10^{-9} \text{ : } 5/2$$

এখানে ওজন = সর্বোচ্চ বর্ধন এবং : = খাবার প্রয়োগের দিন সংখ্যা।



সারমর্ম: মাছ শীতল রক্ত বিশিষ্ট প্রাণী হওয়ায় কোন প্রকার খাদ্য না দিলেও এরা অনেকদিন বেঁচে থাকতে পারে। অর্থাৎ উপবাস থাকতে পারে। মাছের উপবাস করার ক্ষমতা অধিক তাপমাত্রার পানি অপেক্ষা অধিক ঠান্ডা পানিতে বেশি। উপবাসের ফলে মাছে বিপাক ক্রিয়া হ্রাস পায় ও মাংসপেশীতে পানির পরিমাণ বৃদ্ধিকরে এবং মাংসপেশীর ওজন কমিয়ে দেয়। শরীরের রক্ষণাবেক্ষণের জন্য যে পরিমাণ খাদ্যের প্রয়োজন হয় তার চেয়ে অধিক পরিমাণ খাদ্য দিলে শরীরের বর্ধন সাধিত হয়। কোন একক সময়ে মাছের বর্ধনের পরিমাণকে বর্ধন হার (growth rate) বলা হয়। বিপাক ক্রিয়া ও বর্ধন নানা ধরনের পারিবেশিক প্রভাব দ্বারা নির্ধারিত হয়ে থেকে। মাছের আশাপ্রদ বর্ধনের জন্য সুষম খাবার অপরিহার্য।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। উপবাসের ফলে ছোট মাছ বড় মাছ অপেক্ষা দ্রুত ক্ষতির সম্মুখীন হয় কেন?
 - ক) ছোট মাছের শরীরে সঞ্চিত খাবারের পরিমাণ কম
 - খ) ছোট মাছগুলো ছোট ছোট বেশি করে
 - গ) বড় মাছ কম সাঁতার কাটে
 - ঘ) ছোট মাছের অক্সিজেন বেশি প্রয়োজন হয়

- ২। উপবাসের ফলে মাছের বিপাক ক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিচের কোনটি পরিলক্ষিত হয়?
 - ক) বিপাক ক্রিয়া বৃদ্ধি পায়
 - খ) বিপাক ক্রিয়া হ্রাস পায়
 - গ) বিপাক ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়
 - ঘ) বিপাক ক্রিয়া কোন পরিবর্তন হয় না

- ৩। বিশেষ বর্ধনহার বলতে কী বুঝায়?
 - ক) মাছের প্রক্রিয়ায় মাছের দৈহিক বৃদ্ধি সাধিত হলে
 - খ) মাছের প্রাথমিক ওজনের শতকরা কত হারে বর্ধন হচ্ছে
 - গ) মাছের খাদ্য কী হারে বর্ধন হচ্ছে
 - ঘ) মাছ কতবার ডিম ছাড়ে

- ৪। কার্পজাতীয় মাছ কত তাপমাত্রায় অধিক বর্ধন লাভ করে?
 - ক) ২০ - ২৫°সে.
 - খ) ২৪ - ২৬°সে.
 - গ) ২৮ - ৩০°সে.
 - ঘ) ৩০ - ৩২°সে.



চূড়ান্ত মূল্যায়ন - ইউনিট ৫

সংক্ষিপ্ত ও রচনাম লক প্রশ্নাবলী

- ১। একটি চিত্রের সাহায্যে বিপাকের মূলনীতি দেখান।
- ২। মাছের বিভিন্ন ওজনের সাথে মাছের বিপাকের তুলনাম লক অবস্থার একটি সারণি তৈরি করুন।
- ৩। মাছের বিপাকের ওপর পানির লবণাক্ততার প্রভাব কিরূপ হবে তা সংক্ষেপে বর্ণনা করুন।
- ৪। মাছ উপবাস করলে তার শরীরে কী কী পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়?
- ৫। মাছের শারীরিক গঠন বা আকৃতির সাথে বিপাকের সম্পর্ক বর্ণনা করুন।
- ৬। পানির তাপমাত্রা এবং পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের সাথে মাছের বিপাকের সম্পর্ক নিয়ে আলোচনা করুন।
- ৭। মাছের বিশেষ বর্ধন হার বলতে কী বুঝায়? খাদ্য গ্রহণ ও মাছের বর্ধনের ওপর আলোচনা করুন।



উত্তরমালা - ইউনিট ৫

পাঠ ৫.১

১। ক ২। ঘ ৩। ঘ ৪। গ

পাঠ ৫.২

১। ঘ ২। খ ৩। গ ৪। ঘ

পাঠ ৫.৩

১। গ ২। খ ৩। খ ৪। ঘ

পাঠ ৫.৪

১। ক ২। খ ৩। খ ৪। গ