৩

বাস্তুতন্ত্র ও বাস্তব্যবিদ্যা

[Ecosystem and Ecology]

❑ বাস্তুসংস্থান বা বাস্তব্যবিদ্যা বা ইকোলজি (Ecology) বলতে কি বোঝায়?

প্রাণীবিজ্ঞানী হেকেল-এর মতে জীবের একটি সুনির্দিষ্ট পরিবেশে বেঁচে থাকার ঘটনা হল 'ইকোলজি'। আক্ষরিক অর্থে 'ইকোলজি' কথাটির মানে হল বাসস্থান (home) সম্পর্কে জ্ঞান বা অধ্যয়ন। আবার সামগ্রিক অর্থে জীবাণু, উদ্ভিদ, প্রাণী, মানুষের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক অনুসারে জৈব এবং অজৈব উপাদানগুলির মধ্যে সুনিয়ন্ত্রিত ও সক্রিয় ভাবে যে অবিরাম কাজ চলছে সেই বিষয়ে বিশদ জ্ঞান অর্জন করাকে বাস্তুসংস্থান বা ইকোলজি (Ecology) বলে। দুটি গ্রীক শব্দ থেকে ইকোলজি কথাটির উদ্ভব হয়েছে। শব্দ দুটি হল যথাক্রমে "oikos" (মানে বাড়ি বা গৃহ বা বাসস্থান, ইংরেজিতে home) এবং "logos" (অর্থাৎ জ্ঞান বা Knowledge)।

❑ ইকোলজি শব্দটি প্রথম কে ব্যবহার করেন?

ইকোলজি শব্দটি সর্বপ্রথম আর্নস্ট হেকেল (Ernst Haeckel; ১৮৬০) ব্যবহার করেন।

❑ ইকোলজি পাঠের উদ্দেশ্য কি?

ইকোলজি জানলে বিভিন্ন জীবের সংখ্যা অর্থাৎ "পপুলেশন" (population) সম্পর্কে ধারণা জন্মায়। তা ছাড়া, জীবের জিন ও কোষ সংক্রান্ত নানান তথ্য জানা যায়। কৃষিবিজ্ঞান, প্রাণীবিদ্যা, উদ্ভিদবিদ্যা, ভূগোল প্রভৃতি বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখাগুলির মধ্যে মেলবন্ধনের সুযোগ বাড়ে। জৈব সম্পদের সংরক্ষণ আরও বাস্তবমুখী হয় এবং মানুষের সচেতনতা বাড়ে।

❑ বাস্তুতন্ত্র বা ইকোসিস্টেম (Ecosystem) কাকে বলে?

বাস্তুতন্ত্র

খুব সহজ কথায়, বাস্তুতন্ত্র বা বাস্তুরীতি বলতে একটি নির্দিষ্ট স্থানের পরিবেশ, ঐ পরিবেশে বসবাসকারী জীবগোষ্ঠী, এবং ঐ জীবগোষ্ঠী ও পরিবেশের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্কের ফলে উৎপন্ন অবস্থাকে বোঝায়। অর্থাৎ সমস্ত জীবজগৎ এবং তাদের স্বাভাবিক বাসভূমি হল বাস্তুতন্ত্রের মূল ভিত্তি।

জীববিজ্ঞানের দৃষ্টিকোণ থেকে বাস্তুতন্ত্রের সংজ্ঞা হল— যে নির্দিষ্ট প্রণালীতে কোনও নির্দিষ্ট ভৌগোলিক অঞ্চলের জীবসম্প্রদায় নিজেদের মধ্যে এবং ঐ অঞ্চলের জড় বা অজৈব উপাদানের সাথে আদান-প্রদানের মাধ্যমে নিজের অস্তিত্ব রক্ষা করার জন্য উৎপন্ন উপাদানের বিনিময় ঘটায়, তাকে বাস্তুরীতি বা বাস্তুতন্ত্র (Ecosystem) বলে।

১৯৩৫ সালে বিজ্ঞানী ট্যান্স্লে (A. G. Tansley) সর্বপ্রথম ইকোসিস্টেম (Ecosystem) কথাটি ব্যবহার করেন।

বাস্তুতন্ত্রের উপর দেওয়া দুটি জনপ্রিয় এবং বহু উদ্ধৃত সংজ্ঞা নিচে দেওয়া হল—

(১) লিন্ডেম্যান (Lindeman) ১৯৪২ সালে বাস্তুতন্ত্রের সংজ্ঞায় বলেছেন যে, বাস্তুতন্ত্র হল পারস্পরিকভাবে সম্পর্কিত এবং গতিশীল বা পরিবর্তনশীল প্রকৃতির ভৌত, রাসায়নিক ও জৈব অবস্থা।

(২) ওডাম (Odum) ১৯৬৩ সালে বাস্তুতন্ত্র সম্পর্কে বলেছেন যে, বাস্তুতন্ত্র হল জীবগোষ্ঠী ও জড় পরিবেশের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক এবং এই সম্পর্কের মাধ্যমে একে অপরকে প্রভাবিত করার অবস্থা।

উপরে দেওয়া সংজ্ঞাগুলি বিশ্লেষণ করে এই সিদ্ধান্তে পৌঁছানো যায় যে, বাস্তুরীতি বা ইকোসিস্টেম হল একটি ক্রিয়াপদ্ধতি। এই পদ্ধতির সাহায্যে কোন একটি বিশেষ অঞ্চলে বসবাসকারী উদ্ভিদ, প্রাণী ও মানুষ শুধু যে নিজেদের মধ্যেই সম্পর্ক তৈরি করে তাই নয়, ঐ অঞ্চলের জড় উপাদান যেমন, মাটি, জল, বায়ু, সূর্যালোকের সাথেও সম্পর্ক তৈরি করতে সমর্থ হয়।

❑ বাস্তুতন্ত্রের প্রধান নীতিগুলি (Principles) কি কি?

বাস্তুতন্ত্রের তিনটি মূল নীতি (Principles) আছে। যথা, (১) পুষ্টিচক্র (Nutrient cycle), (২) শক্তি প্রবাহ (Energy flow) এবং (৩) উদ্ভিদ, প্রাণী ও মানুষের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্কের ভিত্তিতে গড়ে উঠা বাস্তুতন্ত্রের কাঠামো (Structure of ecosystem)।

❑ বাস্তুতন্ত্র বা বাস্তুরীতির উপাদানগুলি কি কি?

বাস্তুরীতি বা বাস্তুতন্ত্র দুটি প্রধান উপাদানে তৈরি। যথা— (১) জড় বা অজীবজাত বা অ্যাবায়োটিক (Abiotic) উপাদান এবং (২) সজীব বা জীবজাত বা বায়োটিক (Biotic) উপাদান। সজীব উপাদানের মধ্যে রয়েছে উৎপাদক শ্রেণী, খাদক শ্রেণী ও বিয়োজক শ্রেণী।

(১) **জড় বা অজীবজাত বা অ্যাবায়োটিক উপাদান ঃ** বাস্তুতন্ত্রের রাসায়নিক এবং ভৌত উপাদানগুলিকে জড়, অজীবজাত বা অ্যাবায়োটিক উপাদান বলে। এগুলি তিন ধরনের, যেমন—

(ক) **অজৈব পদার্থ ঃ** যেমন— নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, ফসফরাস, সালফার প্রভৃতি পদার্থ। এগুলি জীব ভূ-রাসায়নিক চক্রের মাধ্যমে পরিবেশের মধ্যে ভারসাম্য বজায় রাখে।

(খ) **জৈব পদার্থ ঃ** যেমন— প্রোটিন, কার্বোহাইড্রেট, হিউমাস, ফ্যাট প্রভৃতি পদার্থ। এগুলি জীবজগতের জৈব রাসায়নিক গঠন তৈরি করতে সাহায্য করে।

(গ) **ভৌত উপাদান ঃ** রাসায়নিক উপাদানগুলি ছাড়াও বাস্তুরীতির মধ্যে কিছু ভৌত বা প্রাকৃতিক উপাদান রয়েছে। এগুলি হল— সূর্যালোক, বৃষ্টিপাত, তাপ, বাতাস ইত্যাদি।

(২) **সজীব বা জীবজাত বা বায়োটিক উপাদান ঃ** বাস্তুতন্ত্রের সজীব উপাদানগুলিকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়। যথা—

Scanned with CamScanner

(ক) **স্ব-ভোজী জীব বা উৎপাদক বা অটোট্রফিক উপাদান (Autotrophic Components) :** স্বভোজী উপাদান বলতে বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে সেইসব জীবকে বোঝায়, যেগুলি সৌরশক্তি শোষণ করে কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন প্রভৃতি বিভিন্ন অজৈব উপাদানের সাহায্যে খাদ্য তৈরি করতে পারে। শৈবাল, সবুজ উদ্ভিদ, সালোক-সংশ্লেষকারী ব্যাকটিরিয়া প্রভৃতি বাস্তুরীতির স্বভোজী উপাদানের উদাহরণ।

এই উপাদানগুলি শুধুমাত্র খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে বলে অর্থাৎ নিজেদের খাদ্য সংশ্লেষে সক্ষম বলে, এদের **উৎপাদক বা প্রডিউসার (Producers)** বলে।

(খ) **খাদক বা পরভোজী বা হেটেরোট্রফিক উপাদান (Heterotrophic Components) :** বাস্তুরীতির মধ্যে যে সমস্ত জীব নিজের খাদ্য উৎপাদন করতে পারে না এবং খাদ্যের জন্য উৎপাদকের উপর নির্ভরশীল, তাদের **খাদক বা পরভোজী উপাদান** বা **কনজিউমার (Consumers)** বলে।

খাদ্যাভ্যাস বা খাদ্যের ধরন অনুসারে খাদক প্রাণীদের তিন ভাগে ভাগ করা হয়। যেমন—

(১) **তৃণভোজী খাদক বা হার্বিভোর (Herbivores) :** খাদ্যের জন্য যে সমস্ত খাদক প্রাণী গাছপালা, লতা-পাতা খেয়ে বেঁচে থাকে তাদের **শাকাশী বা তৃণভোজী খাদক** বা হার্বিভোর বলে। যেমন— গরু, ছাগল, ভেড়া ইত্যাদি।

(২) **মাংসাশী-স্তন্যপায়ী খাদক বা কার্নিভোর (Carnivores) :** খাদ্যের জন্য যে সমস্ত স্তন্যপায়ী, মাংসাশী প্রাণী খাদক হিসেবে অন্যান্য প্রাণীদের খেয়ে বেঁচে থাকে এদের মাংসাশী-স্তন্যপায়ী প্রাণী বা কার্নিভোর বলে। যেমন— বাঘ, সিংহ ইত্যাদি।

(৩) **সর্বভুক খাদক বা ওমনিভোর (Omnivores) :** খাদ্যের জন্য যে সমস্ত প্রাণী খাদক হিসেবে উদ্ভিদ এবং অন্যান্য জীবজন্তুকে খেয়ে বেঁচে থাকে তাদের সর্বভুক খাদক বা ওমনিভোর বলে। যেমন— মানুষ।

বাস্তুরীতি অনুসারে বা খাদ্য-খাদক সম্পর্কের স্তর অনুসারে ম্যাক্রোকনজিউমার অর্থাৎ খাদক প্রাণীদের তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন—

(১) **প্রাথমিক খাদক :** যে সমস্ত খাদক খাদ্যের জন্য সরাসরি উৎপাদক অর্থাৎ সবুজ উদ্ভিদের উপর নির্ভর করে তাদের প্রাথমিক খাদক বলে। এরা সবাই শাকাশী বা তৃণভোজী প্রাণী। যেমন— গরু, ভেড়া, ছাগল, শামুক, ঝিনুক ইত্যাদি। ইংরাজি ভাষান্তরে প্রাথমিক খাদকদের **'প্রাইমারি কনজিউমার'** (Primary Consumer) বলে।

(২) **দ্বিতীয় স্তরের খাদক বা গৌণ খাদক :** যে সমস্ত খাদক-প্রাণী খাদ্য হিসেবে তৃণভোজী প্রাণীদের বা প্রাথমিক খাদকদের খায়, তাদের দ্বিতীয় স্তরের খাদক বা গৌণ খাদক বলে। এরা মাংসাশী-স্তন্যপায়ী প্রাণী। যেমন— কুকুর, বিড়াল, জলজ পতঙ্গ, ছোট মাছ, চিংড়ি ইত্যাদি। ইংরাজি ভাষান্তরে এই স্তরের খাদকদের **'সেকেন্ডারি কনজিউমার'** (Secondary Consumer) বলে।

(৩) **তৃতীয় স্তরের খাদক বা প্রগৌণ খাদক :** যে সমস্ত খাদক-প্রাণী খাদ্য হিসেবে দ্বিতীয় স্তরের খাদক বা গৌণ খাদকদের উপর নির্ভর করে, তাদের তৃতীয় স্তরের খাদক বা প্রগৌণ খাদক বলে। ইংরাজি ভাষান্তরে এই স্তরের খাদকদের **'টার্সিয়ারি কনজিউমার'** (Tertiary Consumer) বলে। যেমন— শোল, বোয়াল প্রভৃতি বড় মাছ, বক, পানকৌড়ি, উদ্‌বেড়াল, সাপ, মানুষ ইত্যাদি।

◆ **মাইক্রোকনজিউমার বা বিয়োজক :** বাস্তুতন্ত্রের যে সমস্ত উপাদান মৃতজীবী, অর্থাৎ যারা মৃত উদ্ভিদ ও খাদকদের মৃতদেহ বিয়োজিত ক'রে আবার সরল রাসায়নিক যৌগে পরিণত করে তাদের বিয়োজক বলে। যেমন— ব্যাকটিরিয়া, ছত্রাক, ইত্যাদি। এদের **'ডিকমপোজার'** বা **'মাইক্রোকনজিউমার'** (Decomposer or Micro-consumer) বলে।

বিয়োজকরা মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণীর প্রোটোপ্লাজমের জটিল রাসায়নিক যৌগগুলিকে ভেঙ্গে কিছুটা নিজেরা নিজেদের পুষ্টির জন্য ব্যবহার করে এবং বাকিটা অজৈব লবণ হিসেবে প্রাকৃতিক পরিবেশে ফিরিয়ে দেয়, সবুজ উদ্ভিদেরা এই লবণগুলিকে খাদ্য উৎপাদনের জন্য ব্যবহার করে।

❑ **বাস্তুতন্ত্র বা বাস্তুরীতির মধ্যে কিভাবে কাজ চলে? বাস্তুতন্ত্রের কর্মপ্রণালী কি ধরনের?**

বাস্তুতন্ত্র বা বাস্তুরীতির মধ্যে চারটি পর্যায়ে কাজ হয়। যেমন—

(১) সূর্য থেকে আগত সৌরশক্তি সবুজ উদ্ভিদ বা স্বভোজী গোষ্ঠী শোষণ করে।

(২) মাটি, জল ও বাতাস থেকে অর্থাৎ পরিবেশ থেকে নানা ধরনের অজৈব লবণ বা উপাদান সংগ্রহ করে সবুজ উদ্ভিদরা জৈব উপাদান তৈরি করে।

(৩) স্বভোজী সবুজ উদ্ভিদ বা উৎপাদকদের তৈরি জৈব পদার্থ খাদ্য-খাদক সম্পর্কের মাধ্যমে বিভিন্ন খাদক স্তরে শক্তি হিসেবে ছড়িয়ে পড়ে। ফলে খাদক প্রাণীরা সুস্থ ও স্বাভাবিকভাবে বেঁচে থাকার সুযোগ পায় ও বংশ বিস্তার করে।

(৪) উদ্ভিদ ও প্রাণীরা মারা যাবার পর তাদের মৃতদেহ বিয়োজকদের সাহায্যে বিয়োজিত হয়ে অজৈব লবণ হিসেবে পুনরায় প্রাকৃতিক পরিবেশে ফিরে যায়।

❑ **বাস্তুতন্ত্রকে কয় ভাগে ভাগ করা যায়?**

বাসস্থান অর্থাৎ 'হ্যাবিট্যাট' অনুযায়ী বাস্তুতন্ত্রকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যেমন— (ক) স্থলজ বাস্তুতন্ত্র (Terrestrial habitat) এবং (খ) জলজ বাস্তুতন্ত্র (Aquatic habitat)।

❑ **স্থলজ বাস্তুতন্ত্রকে কয় ভাগে ভাগ করা যায়?**

স্থলজ বাস্তুতন্ত্রকে বাসস্থান অর্থাৎ 'হ্যাবিট্যাট' অনুযায়ী প্রধানত পাঁচ ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন— (১) বনভূমির বাস্তুতন্ত্র, (২) তৃণভূমির বাস্তুতন্ত্র, (৩) মরুভূমির বাস্তুতন্ত্র, (৪) তুন্দ্রা অঞ্চলের বাস্তুতন্ত্র, ও (৫) সাভানা অঞ্চলের বাস্তুতন্ত্র।

❑ **জলজ বাস্তুতন্ত্রকে কয় ভাগে ভাগ করা যায়?**

জলজ বাস্তুতন্ত্রকে বাসস্থান অর্থাৎ 'হ্যাবিট্যাট' অনুযায়ী দু'ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন— (১) স্বাদু জলের বাস্তুতন্ত্র ও (২) সামুদ্রিক বাস্তুতন্ত্র। সামুদ্রিক বাস্তুতন্ত্রের আবার দু'টি ভাগ আছে, যেমন— (ক) অগভীর সমুদ্রের বাস্তুতন্ত্র এবং (খ) গভীর সমুদ্রের বাস্তুতন্ত্র।

❑ **'ইকোক্লাইন' (Ecocline) কথাটির অর্থ কি?**

প্রাকৃতিক পরিবেশে দু'টি পৃথক বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে সংমিশ্রণ বা সংক্রমণের অবস্থাকে 'ইকোক্লাইন' বলে। আমরা জানি যে, পৃথিবীর সর্বত্র জলবায়ু বা ভূ-পৃষ্ঠের উচ্চতা সমান নয়। তাই এক-এক ধরনের জলবায়ু এবং এক-এক ধরনের উচ্চতায় এক-এক রকমের বাস্তুতন্ত্র তৈরি হয়। যেমন, নিরক্ষীয় অঞ্চলে বনভূমির বাস্তুতন্ত্র আবার মরুভূমি অঞ্চলে মরুভূমির বাস্তুতন্ত্র। এই উদাহরণ অনুসারে যেখানে বৃষ্টি বেশি সেখানে বনভূমি আর যেখানে বৃষ্টি হয় না বললেই চলে সেখানে মরুভূমি পরিবেশ। সুতরাং এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় জলবায়ু ধীরে ধীরে যেমন বদলাবে, তেমনি এক স্থান থেকে অন্য স্থানে গাছপালা-জীবজন্তুর বৈশিষ্ট্যও বদলে যাবে। তাই ভূ-পৃষ্ঠের

Scanned with CamScanner

উপরে এমন বহু জায়গা বা অবস্থা আছে যেখানে এক এলাকার বাস্তুতন্ত্রের সাথে অন্য এলাকার বাস্তুতন্ত্রের মিশ্রণ ঘটছে। দুটি আলাদা বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে এই সংমিশ্রণের অবস্থা (transition) হল ইকোক্লাইন। যেমন, খুব ছোট্ট করে বলতে গেলে, শিলিগুড়ি বা জলপাইগুড়ি থেকে দার্জিলিং যাওয়ার পথে গাছপালার দিকে নজর রাখলেই এই পরিবর্তন আমাদের চোখে পড়বে।

❑ উৎপাদক ও খাদক প্রাণীদের মধ্যে তফাত কি?

উৎপাদক ও খাদক প্রাণীদের মধ্যে কয়েকটি মূল পার্থক্য রয়েছে। যেমন—

উৎপাদক	খাদক
১. সবুজ উদ্ভিদ বা স্বভোজী বা উৎপাদকরা নিজেরা নিজেদের খাদ্য তৈরি করে ও গ্রহণ করে।	১. খাদক প্রাণীরা পরভোজী শ্রেণির। এরা নিজেদের খাদ্য উৎপাদন করতে পারে না। তাই এরা উদ্ভিদ ও অন্যান্য প্রাণীদের খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে।
২. উৎপাদক বা সবুজ উদ্ভিদের সংখ্যা খাদক প্রাণীদের তুলনায় বহুগুণে বেশি।	২. উৎপাদক সবুজ উদ্ভিদের তুলনায় খাদক প্রাণীর সংখ্যা যথেষ্ট কম।
৩. উৎপাদকরা সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় অক্সিজেন, তৈরি করতে পারে। ফলে এরা পরিবেশে অক্সিজেনের যোগান দেয়।	৩. খাদক প্রাণীরা অক্সিজেন উৎপাদন করতে পারে না। এরা পরিবেশ থেকে অক্সিজেন গ্রহণ করে।
৪. এরা সৌরশক্তিকে সরাসরি কাজে লাগাতে পারে ও দেহে আবদ্ধ করতে পারে।	৪. খাদক প্রাণী সৌরশক্তিকে নিজেদের দেহে আবদ্ধ করতে পারে না।
৫. এদের শরীরে ক্লোরোফিল আছে। (কয়েকটি ব্যাক্টিরিয়া বাদে)।	৫. এদের শরীরে ক্লোরোফিল নেই।

❑ খাদক ও বিয়োজকের মধ্যে পার্থক্য কি?

খাদক ও বিয়োজকদের মধ্যে মূল পার্থক্য হল—

খাদকরা উৎপাদকদের তৈরি খাদ্য বা অন্যান্য প্রাণীদের খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। যেমন— গরু, ছাগল, বাঘ, সিংহ, মানুষ।

বিয়োজকরা আণুবীক্ষণিক জীব। মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণীদের শরীরের জটিল যৌগগুলিকে ভেঙে সরল রাসায়নিক যৌগে পরিণত করাই এদের কাজ। যেমন— ছত্রাক, ব্যাকটিরিয়া।

❑ উৎপাদক ও বিয়োজকের মধ্যে পার্থক্য কি?

উৎপাদক ও বিয়োজক দু'ধরনের জীবগোষ্ঠীই বাস্তুরীতির উপাদান। তবে এদের মধ্যে কিছু মূল পার্থক্য আছে, যেমন—

উৎপাদক (প্রোডিউসার)	বিয়োজক (ডিকম্‌পোজার)
১. এরা সৌরশক্তিকে দেহে আবদ্ধ করতে পারে।	১. এরা সৌরশক্তিকে দেহে আবদ্ধ করতে পারে না।
২. সবুজ উদ্ভিদের দেহে ক্লোরোফিল থাকার জন্য এরা খাদ্য	২. বিয়োজকদের দেহে ক্লোরোফিল নেই বলে এরা খাদ্য সংশ্লেষ করতে পারে না।
৩. এরা সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে নিজেদের পুষ্টি যোগান দেয়।	৩. এরা মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহাবশেষ থেকে পুষ্টি উপাদান সংগ্রহ করে।
৪. এরা স্বভোজী।	৪. এদের অধিকাংশই মৃতজীবী সম্প্রদায়।

❑ খাদ্যশৃঙ্খল কাকে বলে?

খাদ্য-খাদক সম্পর্কের ভিত্তিতে উৎপাদক স্তর থেকে ধাপে ধাপে বিভিন্ন জীবগোষ্ঠীর মধ্যে খাদ্য-শক্তির ধারাবাহিক প্রবাহকে "খাদ্যশৃঙ্খল" বলে।

বিজ্ঞানী ওডাম ১৯৬৬ সালে খাদ্য-শৃঙ্খলের যে সংজ্ঞা দিয়েছেন, তা হল : খাদ্য-খাদক সম্পর্কের উপর ভিত্তি ক'রে যে নির্দিষ্ট প্রণালীতে খাদ্যশক্তি উৎপাদক থেকে ক্রমপর্যায়ে আরও উন্নত জীবগোষ্ঠীর মধ্যে প্রবাহিত হয়, শক্তিপ্রবাহের সেই ক্রমিক পর্যায়কে খাদ্য-শৃঙ্খল বলে। পরিবেশের মধ্যে বিভিন্ন ধরনের বাস্তুরীতিতে বিভিন্ন প্রকারের খাদ্যশৃঙ্খল দেখা যায়, যেমন—

(১) নদী, পুকুর, হ্রদ বা জলাশয় এলাকার মিষ্টি জলের বাস্তুতন্ত্রে খাদ্যশৃঙ্খল—

উদাহরণ : উদ্ভিদ ⟶ পতঙ্গ ⟶ মাছ ⟶ মানুষ

এখানে উদ্ভিদ সৌরশক্তি থেকে খাদ্যশক্তি উৎপাদন করে নিজেদের মধ্যে শক্তি বা এনার্জি মজুত করে। তাই উদ্ভিদ রয়েছে উৎপাদক স্তরে। জলজ কীটপতঙ্গ বেঁচে থাকার জন্য খাদ্য হিসেবে শ্যাওলা, ঝাঁজি, পানা খায়। ফলে উদ্ভিদ স্তর থেকে খাদ্যশক্তি এবার পতঙ্গ স্তরে পৌঁছায়। এরপর মাছ কীট-পতঙ্গ খায়। সুতরাং এইভাবে খাদ্যশক্তি পতঙ্গ থেকে আর একটু বড় প্রাণী মাছেদের মধ্যে পৌঁছায়। তারপর মানুষ যখন মাছ খায়, তখন খাদ্যশক্তি মাছেদের স্তর ছড়িয়ে মানুষের স্তরে উপনীত হয়। এইভাবে পরিবেশের মধ্যে শক্তি খাদ্যের মাধ্যমে অনবরত উৎপাদক স্তর থেকে ক্রমশ বড় এবং আরও বড় প্রাণীদের মধ্যে ছড়িয়ে পড়ছে। এর মধ্যে কোন ছেদ নেই। এ যেন "চেন" বা শিকলের মত একটার পর একটা যুক্ত হয়ে রয়েছে। এই কারণে একে খাদ্যশৃঙ্খল বলে।

(২) বনভূমি এলাকায় অর্থাৎ বনভূমির বাস্তুরীতিতে খাদ্যশৃঙ্খলের আর একটি উদাহরণ নিচে দেওয়া হল—

যেমন— উদ্ভিদ ⟶ হরিণ ⟶ বাঘ

❑ খাদ্যশৃঙ্খল কিভাবে তৈরি হয়?

সবুজ উদ্ভিদ বা উৎপাদকরা সালোকসংশ্লেষের সময়ে সৌর শক্তি থেকে রাসায়নিক শক্তি উৎপাদন করে নিজেদের দেহে মজুত করে রাখে। প্রাথমিক খাদকরা উৎপাদকদের (সবুজ উদ্ভিদ) খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করলে ঐ রাসায়নিক শক্তির কিছুটা প্রাথমিক খাদকদের মধ্যে পৌঁছায়।

যেমন— শৈবাল [উৎপাদক] ⟶ কীটপতঙ্গ [প্রাথমিক খাদক]

এরপরে দ্বিতীয় স্তরের খাদক বা গৌণ খাদকেরা প্রাথমিক খাদকদের খেলে, ঐ প্রাথমিক খাদক স্তর থেকে কিছুটা শক্তি গৌণ খাদকদের মধ্যে পৌঁছায়।

যেমন— শৈবাল [উৎপাদক] ⟶ জলজ কীট [প্রাথমিক খাদক] ⟶ মাছ [দ্বিতীয় স্তরের/খাদক/গৌণ খাদক]

এইভাবে গৌণ খাদকদের প্রগৌণ খাদকেরা ভক্ষণ করলে, গৌণ খাদক স্তর থেকে কিছুটা রাসায়নিক শক্তি তৃতীয় স্তরে প্রগৌণ খাদকদের মধ্যে পৌঁছায়।

যেমন— শৈবাল [উৎপাদক] ⟶ জলজ কীট [প্রাথমিক খাদক] ⟶ মাছ [গৌণ খাদক] ⟶ মানুষ [প্রগৌণ খাদক]

সুতরাং উৎপাদক স্তর থেকে বিভিন্ন ধরনের খাদক বা পুষ্টি স্তরে শক্তি বাধাহীন ভাবে প্রবাহিত হয়। ফলে খাদ্যশৃঙ্খল গড়ে ওঠে।

Scanned with CamScanner

❑ খাদ্যশৃঙ্খল কয় প্রকার?

প্রাকৃতিক পরিবেশ বা বাস্তুতন্ত্রে খাদ্যশৃঙ্খল দু'প্রকার। যেমন — (১) গ্রেজার বা গ্রেজিং খাদ্যশৃঙ্খল (Grazer Food Chain) (২) ডেট্রিটাস খাদ্যশৃঙ্খল (Detritus Food Chain)

(১) **গ্রেজার বা গ্রেজিং খাদ্যশৃঙ্খল** ঃ যে খাদ্যশৃঙ্খলে উৎপাদক স্তর থেকে শক্তি ধাপে ধাপে তৃণভোজী ও মাংসাশী প্রাণীদের মধ্যে সংক্রামিত হয়, তাকে গ্রেজার বা গ্রেজিং খাদ্যশৃঙ্খল বলে। যেমন—

ডাঙায় বা স্থলভাগে ঃ (ক) উদ্ভিদ ⟶ খরগোস ⟶ শিয়াল
(খ) উদ্ভিদ ⟶ হরিণ ⟶ বাঘ

নদী বা পুকুরে অর্থাৎ
জলভাগে ঃ (ক) উদ্ভিদ ⟶ পতঙ্গ ⟶ মাছ ⟶ বক
(খ) ফাইটোপ্ল্যাংটন ⟶ জুপ্ল্যাংটন ⟶ ছোটমাছ ⟶ বড়মাছ

গ্রেজার বা গ্রেজিং খাদ্যশৃঙ্খলকে বাংলায় চারণ-ভূমির **খাদ্যশৃঙ্খল** বলা হয়। গ্রেজিং বা চারণ-ভূমির **খাদ্যশৃঙ্খল** দুই প্রকার, যেমন, (ক) শিকারজীবী শৃঙ্খল (Predator Chain), (খ) পরজীবী শৃঙ্খল (Parasitic Chain)।

(২) **ডেট্রিটাস খাদ্যশৃঙ্খল** ঃ যে খাদ্যশৃঙ্খলে বিয়োজক স্তর থেকে খাদক স্তরে শক্তি ধাপে ধাপে সঞ্চারিত হয়, তাকে ডেট্রিটাস খাদ্যশৃঙ্খল বলে। যেমন—

বিয়োজকদের মাধ্যমে
উৎপাদিত পচা পাতা ⟶ ক্ষুদ্র জলজ প্রাণী বা লার্ভা ⟶ ছোট মাছ ⟶ বড় মাছ

❑ ডেট্রিটাস কথাটির অর্থ কি?

ছত্রাক, ব্যাকটিরিয়া প্রভৃতি বিয়োজকরা উদ্ভিদ ও প্রাণীর মৃতদেহ, আবর্জনা ও অন্যান্য বর্জ্য পদার্থকে যখন আংশিকভাবে পচিয়ে ফেলে, তখন ঐ অসম্পূর্ণ অর্ধ বিয়োজিত পদার্থকে ডেট্রিটাস (detritus) বলে [**বিয়োজন শব্দটির অর্থ হল পচন ধরানো**]।

❑ ডেট্রিভোর কাকে বলে?

ডেট্রিটাস বা আংশিকভাবে বিয়োজিত জৈব পদার্থকে যে সমস্ত ছোট ছোট প্রাণী খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে, তাদের ডেট্রিভোর (Detrivores) বলে। যেমন, কেঁচো, উইপোকা, কৃমি ইত্যাদি।

❑ খাদ্য-জাল বা খাদ্য-জালিকা বা ফুড ওয়েব কাকে বলে?

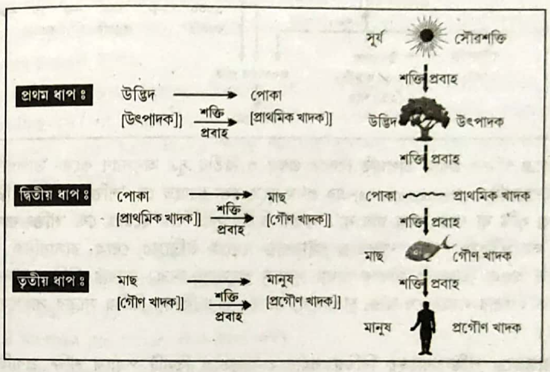
বাস্তুরীতি বা বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে বিভিন্ন খাদ্য-খাদক সম্পর্কের ভিত্তিতে গড়ে ওঠা খাদ্য-শৃঙ্খলগুলি নানাভাবে একে অপরের সাথে যুক্ত হলে, পরিবেশে বিভিন্ন খাদ্যশৃঙ্খলের মধ্যে খাবারের আদান-প্রদানকে কেন্দ্র করে যে জাল গড়ে ওঠে তাকে খাদ্য-জাল বা খাদ্য-জালিকা বা ফুড ওয়েব (Food Web) বলে। যেমন—

খাদ্যশৃঙ্খল (১) ঘাস → ঘাসফড়িং → বাজপাখি
খাদ্যশৃঙ্খল (২) ঘাস → ঘাসফড়িং → গিরগিটি → বাজপাখি
খাদ্যশৃঙ্খল (৩) ঘাস → খরগোস → বাজপাখি
খাদ্যশৃঙ্খল (৪) ঘাস → ইঁদুর → বাজপাখি
খাদ্যশৃঙ্খল (৫) ঘাস → ইঁদুর → সাপ → বাজপাখি

উপরের দেওয়া উদাহরণ থেকে দেখা যায় যে, উৎপাদক স্তরে ঘাস এবং সর্বোচ্চ খাদক স্তরে বাজপাখির মধ্যে পাঁচ রকম খাদ্যশৃঙ্খল আন্তঃসংযুক্ত হয়ে একটি খাদ্যজাল বা খাদ্যজালিকা বা 'ফুড ওয়েব' (Food Web) গঠন করেছে।

❑ শক্তিপ্রবাহ কাকে বলে?

বাস্তুরীতি বা বাস্তুতন্ত্রে সৌরশক্তি রূপান্তরিত হয়ে এক দেহ থেকে অন্য দেহে স্থানান্তরিত হওয়ার পদ্ধতিকে "শক্তিপ্রবাহ" বা এনার্জি ফ্লো (Energy Flow) বলে। সৌরশক্তি উদ্ভিদের মধ্যে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হওয়ার পর ঐ উদ্ভিদ যখন তৃণভোজী প্রাণীর খাদ্যে পরিণত হয়, তখন খাদ্যের মাধ্যমে শক্তি পুষ্টির স্তর অনুসারে ধাপে ধাপে ছড়িয়ে পড়ে। যেমন—



❑ বাস্তুতন্ত্রে শক্তি কিভাবে প্রবাহিত হয়?

বাস্তুরীতিতে শক্তি প্রবাহিত হওয়ার কয়েকটি বিশেষ ধরন আছে। যেমন—

(১) সমস্ত শক্তিপ্রবাহের মূল উৎস হল সৌরশক্তি। সৌরশক্তির যোগান ছাড়া বাস্তুরীতির বা বাস্তুতন্ত্রের কোনো অস্তিত্ব নেই। উৎপাদক স্তরে সবুজ উদ্ভিদ সর্বপ্রথম সৌরশক্তিকে সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে নিজেদের দেহে সঞ্চয় করে। এবং তারপরে ঐ সঞ্চিত শক্তি অন্যান্য খাদক স্তরে ছড়িয়ে পড়ে।

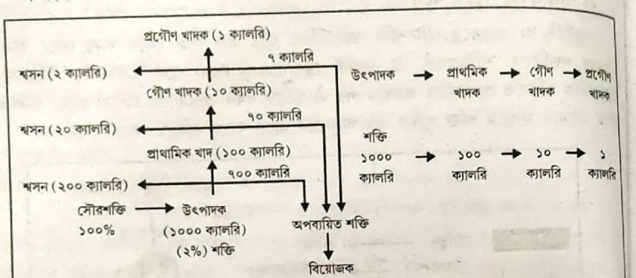
(২) বাস্তুতন্ত্রে শক্তিপ্রবাহ সর্বদা একমুখী। যেমন— সূর্য থেকে আগত শক্তি প্রথমে উৎপাদক স্তরে সবুজ উদ্ভিদের মধ্যে আবদ্ধ হয় এবং খাদ্যশৃঙ্খলের মধ্য দিয়ে বিভিন্ন খাদক স্তরে ঐ শক্তি পৌঁছায়। অর্থাৎ শক্তিপ্রবাহ বাস্তুরীতিতে সর্বদা উৎপাদক স্তর থেকে প্রগৌণ খাদক স্তরে পৌঁছাবে, এটাই নিয়ম। প্রগৌণ খাদক স্তর থেকে ক্রমশ নিচের দিকে উৎপাদক স্তরে শক্তিপ্রবাহের কোনো সুযোগ নেই।

(৩) যেভাবে পরিবেশের মধ্যে অক্সিজেন, কার্বন ডাই-অক্সাইড, নাইট্রোজেন প্রভৃতি গ্যাসের আবর্তন হয়, সেভাবে বাস্তুতন্ত্রে শক্তির কোন আবর্তন হয় না।

(৪) প্রাথমিক স্তর থেকে গৌণ খাদক এবং প্রগৌণ খাদক স্তরে যতই শক্তি স্থানান্তরিত হয়, ততই শক্তির যোগান কমতে থাকে। বিজ্ঞানী লিন্ডেম্যান ১৯৪২ সালে তাঁর বিখ্যাত **'দশ**

Scanned with CamScanner

শতাংশের সূত্র' অনুসারে (10 per cent Law) বাস্তুরীতির মধ্যে শক্তিপ্রবাহের ক্রমহ্রাসমান বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করেন। এই তত্ত্ব অনুসারে দেখা যায় যে, খাদ্যশৃঙ্খলের প্রতিটি স্তরে দশ শতাংশ শক্তি দেহ গঠনের কাজে ব্যবহৃত হয়। নিচের প্রবাহচিত্রে লিন্‌ডেম্যান-এর দশ শতাংশ নীতি ব্যাখ্যা করা হল ঃ



বাস্তুতন্ত্রে শক্তির প্রবাহ তাপগতি বিদ্যার প্রথম ও দ্বিতীয় সূত্র অনুসরণ করে। তাপগতি বিদ্যা বা থার্মোডায়নামিক্স (Thermodynamics)-এর প্রথম সূত্রে বলা হয়েছে যে, **'শক্তিকে রূপান্তরিত করা যায়, কিন্তু সৃষ্টি বা ধ্বংস করা যায় না'**। আবার দ্বিতীয় সূত্রে বলা হয়েছে যে, **'শক্তি রূপান্তরিত হওয়ার সময়ে হ্রাস পায়'**। বাস্তুতন্ত্রে সৌরশক্তি থেকে উদ্ভিদের দেহে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হওয়া তাপগতি বিদ্যার প্রথম সূত্রকে অনুসরণ করে। আবার বিভিন্ন খাদক স্তরে রূপান্তরিত হওয়ার সময়ে যে শক্তি হ্রাস পায়, তা তাপগতি বিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়।

◆ **বাস্তুতন্ত্রে শক্তিপ্রবাহের বিভিন্ন পর্যায় ঃ** বাস্তুতন্ত্রে তিনটি পর্যায়ে শক্তি প্রবাহিত হয়, যেমন— (১) শক্তি অর্জন; (২) শক্তির ব্যবহার; এবং (৩) শক্তির স্থানান্তর।

(১) **শক্তি অর্জন ঃ** বাস্তুতন্ত্রে শক্তির মূল উৎস হল সূর্যের আলো। তবে পৃথিবীতে সূর্য থেকে যত আলোকশক্তি পৌঁছায় তার মাত্র ০·১% সবুজ উদ্ভিদের দেহে রাসায়নিক শক্তি হিসেবে আবদ্ধ হয়। এখানে উল্লেখ করা যায় যে, সূর্য থেকে পৃথিবীতে আগত মোট আলোকশক্তির পরিমাণ $১২·৩ \times ১০^{২২}$ কিলো ক্যালোরি।

সালোকসংশ্লেষের সময়ে সবুজ উদ্ভিদ আলোকশক্তিকে রাসায়নিক পদ্ধতিতে রূপান্তরিত করে যে পরিমাণ শক্তি তার নিজের দেহে আবদ্ধ করে তাকে 'মোট প্রাথমিক উৎপাদন' (Gross Primary Production – G.P.P.) বলে।

মোট প্রাথমিক উৎপাদন বা সালোকসংশ্লেষের সময়ে উদ্ভিদের দেহে যে পরিমাণ শক্তি আবদ্ধ হয়, তা থেকে উদ্ভিদের নিজস্ব প্রয়োজনে কিছু শক্তি ব্যয় হবার পরও যে অবশিষ্ট শক্তি সবুজ উদ্ভিদের দেহে সঞ্চিত থাকে তাকে 'নিট প্রাথমিক উৎপাদন' (Net Primary Production — N.P.P.) বলে। বিজ্ঞানীদের হিসাব মতন মোট প্রাথমিক উৎপাদনের ৫০-৫৮% হল নিট প্রাথমিক উৎপাদন।

সুতরাং নিট প্রাথমিক উৎপাদন সবসময়ে মোট প্রাথমিক উৎপাদনের চেয়ে কম হয়। খাদ্যশৃঙ্খলে উৎপাদক স্তর থেকে খাদক স্তরে নিট প্রাথমিক উৎপাদনের জন্য উদ্বৃত্ত শক্তি স্থানান্তরিত হয়।

(২) **শক্তির ব্যবহার ঃ** উৎপাদক স্তরে সবুজ উদ্ভিদরা নিট প্রাথমিক উৎপাদনের সাহায্যে যে উদ্বৃত্ত শক্তিকে নিজেদের মধ্যে ধরে রাখে তাই হল আসল শক্তি। এই শক্তি প্রাথমিক খাদকেরা খাদ্যের মাধ্যমে উৎপাদকদের কাছ থেকে পায়। প্রাথমিক খাদকেরা, যেমন— কীটপতঙ্গ, নিজেদের শারীরবৃত্তীয় প্রয়োজনে ঐ অর্জিত শক্তি খরচ করার পর যে উদ্বৃত্ত শক্তি তাদের দেহে আবদ্ধ করে রাখে তাই হল গৌণ খাদকের আসল শক্তি। এইভাবে খাদ্যশৃঙ্খলের বিভিন্ন ধাপে আসল শক্তির পরিমাণ কমে এবং পরবর্তী স্তরে অর্জিত শক্তির পরিমাণও কমে যায়। খাদকদের মধ্যে এই অর্জিত শক্তিকে আসল অর্জিত শক্তি বলে। ইংরাজি ভাষান্তরে **আসল অর্জিত শক্তিকে 'গ্রস এনার্জি ইনটেক'** (Gross Energy Intake) বলে।

আসল অর্জিত শক্তি (Gross Energy Intake) থেকে যে পরিমাণ শক্তি প্রাণীদেহে তাপ উৎপাদন এবং অন্যান্য শারীরিক প্রয়োজনে খরচ হয়ে যায়, তাকে **'শ্বসন শক্তি' বা 'রেসপিরেটারি এনার্জি' (Respiratory Energy)** বলে।

(৩) **শক্তির স্থানান্তর ঃ** বাস্তুতন্ত্রে উৎপাদক স্তর থেকে খাদ্যশৃঙ্খলের মাধ্যমে বিভিন্ন প্রাণীস্তরে শক্তি প্রবাহিত হয়। এই প্রবাহ একমুখী এবং শক্তির স্থানান্তর তাপগতি বিদ্যার প্রথম ও দ্বিতীয় সূত্রকে অনুসরণ করে। **(এই বিষয়ে 'শক্তি কিভাবে প্রবাহিত হয়?' [পৃঃ ৭৯] অংশে বিশদ আলোচনা করা হয়েছে।)**

❑ বাস্তুতন্ত্রে উৎপাদনশীলতা বলতে কি বোঝায়?

বাস্তুতন্ত্রে বা বাস্তুরীতিতে উৎপাদনশীলতা বলতে সবুজ উদ্ভিদ বা উৎপাদক স্তরে সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরের পরিমাণকে বোঝায়। শক্তির যোগান অনুসারে উৎপাদনশীলতা দু'ধরনের, যথা— (১) মোট প্রাথমিক উৎপাদন (Gross Primary Production—GPP) (২) নিট প্রাথমিক উৎপাদন (Net Primary Production—NPP)

(১) **মোট প্রাথমিক উৎপাদন ঃ** সালোকসংশ্লেষের সময়ে সবুজ উদ্ভিদ আলোকশক্তিকে রাসায়নিক পদ্ধতিতে রূপান্তরিত করে যে পরিমাণ শক্তি তার নিজের দেহে আবদ্ধ করে তাকে 'মোট প্রাথমিক উৎপাদন' (Gross Primary Production – GPP) বলে।

(২) **নিট প্রাথমিক উৎপাদন ঃ** মোট প্রাথমিক উৎপাদন বা সালোকসংশ্লেষের সময়ে উদ্ভিদের দেহে যে পরিমাণ শক্তি আবদ্ধ হয়, তা থেকে উদ্ভিদের নিজস্ব প্রয়োজনে কিছু শক্তি ব্যয় হবার পরও যে অবশিষ্ট শক্তি সবুজ উদ্ভিদের দেহে সঞ্চিত থাকে তাকে 'নিট প্রাথমিক উৎপাদন' (Net Primary Production — NPP) **বলে**। বিজ্ঞানীদের হিসাবমতন মোট প্রাথমিক উৎপাদনের ৫০-৫৮% হল নিট প্রাথমিক উৎপাদন।

সুতরাং নিট প্রাথমিক উৎপাদন সবসময়ে মোট প্রাথমিক উৎপাদনের চেয়ে কম হয়। উৎপাদক স্তর থেকে খাদক স্তরে নিট প্রাথমিক উৎপাদনের জন্য উদ্বৃত্ত শক্তি স্থানান্তরিত হয়।

❑ বাস্তুতন্ত্রে সূর্যকে শক্তির উৎস বলে কেন?

বাস্তুতন্ত্রে সূর্যই হল শক্তির মূল উৎস। কারণ সূর্য ছাড়া পৃথিবীতে উদ্ভিদ, প্রাণী ও মানুষের প্রয়োজনমত শক্তি যোগান দেওয়ার আর কোন উৎস নেই। সূর্য পৃথিবীকে যে কোটি কোটি বছর ধরে আলোকশক্তি পাঠিয়ে চলেছে তাকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে প্রথমে সবুজ উদ্ভিদ তার নিজের দৈহিক প্রয়োজন মেটায়। এবং অবশিষ্ট শক্তি পুষ্টি বা পরিপোষক হিসেবে খাদ্য অণুর মধ্যে স্থিতিশক্তি বা রাসায়নিক শক্তি রূপে সঞ্চিত করে রাখে।

এই রাসায়নিক শক্তি আসল অর্জিত শক্তি হয়ে (Gross Energy Intake) প্রাথমিক খাদকের দেহে সঞ্চারিত হয়। যেমন— উদ্ভিদ স্তর থেকে শক্তি তৃণভোজী প্রাণীর মধ্যে ছড়িয়ে পড়ে।

আবার তৃণভোজী প্রাণীকে খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে মাংসাশী প্রাণী তার শক্তির প্রয়োজন মেটায়। দেহের মধ্যে তাপশক্তি তৈরি করার জন্য বা গতিশক্তি তৈরি করার জন্য খাদ্য হিসেবে তৃণভোজীদের থেকে মাংসাশীরা এই শক্তির যোগান পায়।

সুতরাং শক্তির মূল উৎস হল সূর্য। এই উৎস থেকেই শক্তি ধাপে ধাপে প্রথমে উদ্ভিদ বা উৎপাদকদের মধ্যে, তারপরে তৃণভোজীদের মধ্যে, তারও পরে মাংসাশীদের মধ্যে এবং সবশেষে সর্বভুক প্রাণীদের মধ্যে ছড়িয়ে পড়ে। তাই প্রতিটি জীবের মধ্যে যে রাসায়নিক শক্তি পাওয়া যায় তা হল আসলে রূপান্তরিত সৌরশক্তি।

❑ শক্তি কয়প্রকার ও কি কি?

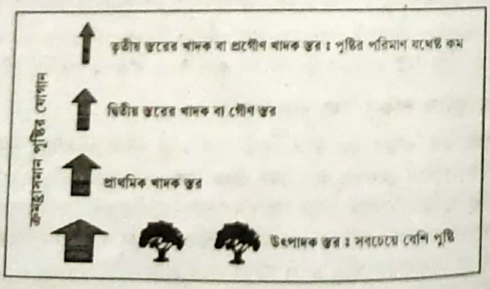
প্রাকৃতিক পরিবেশে নানা ধরনের, নানা রূপের শক্তি আছে। এদের দুটি প্রধান শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। যেমন— (১) স্থিতিশক্তি এবং (২) গতিশক্তি।

(১) **স্থিতিশক্তি** : স্বাভাবিক অবস্থা থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য অবস্থায় আনলে ঐ বস্তুর মধ্যে যে শক্তি সঞ্চিত হয়, তাকে তার স্থিতিশক্তি বলে। যেমন— গাছপালা মাটির নিচে বহুদিন ধরে চাপা পড়ে থাকার ফলে পরিবর্তিত হয়ে কয়লায় রূপান্তরিত হয়। সুতরাং কয়লার মধ্যে যে শক্তি সঞ্চিত রয়েছে তাই হল কয়লার স্থিতিশক্তি। এইভাবে বিভিন্ন খাদ্যবস্তুর মধ্যেও স্থিতিশক্তি সঞ্চিত হয়ে আছে। ইংরাজি ভাষান্তরে "স্থিতিশক্তিকে" "পোটেনসিয়াল এনার্জি" (Potential energy) বলে।

(২) **গতিশক্তি** : যে কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য যে শক্তি পায় তাকে গতিশক্তি বলে। যেমন— আলোকশক্তি, তাপশক্তি, শব্দশক্তি, তড়িৎশক্তি ইত্যাদি।

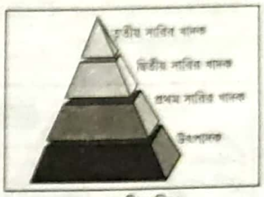
❑ পুষ্টি স্তর বা ট্রফিক লেভেল কাকে বলে?

গ্রীক শব্দ 'ট্রফ' (Troph) কথাটির অর্থ হল খাদ্যের যোগান। সুতরাং ট্রফিক লেভেল বলতে খাদ্যের যোগান সংক্রান্ত স্তর বা বাস্তুরীতির মধ্যে পুষ্টির ক্রমপর্যায় অনুসারে প্রত্যেক স্তরকে বোঝায়। যথা;(১) উৎপাদক স্তর (উদ্ভিদ); (২) প্রাথমিক খাদক স্তর (যেমন— কীটপতঙ্গ); (৩) গৌণ খাদক স্তর (যেমন, মাছ); (৪) প্রগৌণ খাদক স্তর (যেমন— মানুষ)। এখানে উল্লেখ করা দরকার যে, উৎপাদক স্তর থেকে যত উপরের স্তরে যাওয়া যায়, পুষ্টির পরিমাণ কমে।



❑ খাদ্য পিরামিড কাকে বলে?

বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে খাদ্য-খাদক সম্পর্কের উপর ভিত্তি করে পুষ্টির গঠন বা খাদ্যের যোগান ব্যবস্থাকে পর পর ক্রম অনুসারে সাজালে যে পিরামিড বা শিখর তৈরি হয়, তাকে **খাদ্য পিরামিড বা ফুড পিরামিড (Food Pyramid)** বলে। "বাস্তুসংস্থানের পিরামিড" বা "ইকোলজিক্যাল পিরামিড" নামেও একে অভিহিত করা হয়।



খাদ্য পিরামিড

খাদ্য পিরামিডের সবচেয়ে নিচের স্তরে রয়েছে উৎপাদক (যেমন— সবুজ উদ্ভিদ)। এরা সংখ্যায় ও পরিমাণে সবচেয়ে বেশি।

খাদ্য পিরামিডের মধ্যে ক্রমশ উপরের স্তরে খাদ্যের যোগান যেমন কমতে থাকে, খাদকের সংখ্যাও হ্রাস পায়। এইভাবে বাস্তুরীতির মধ্যে ভারসাম্য বজায় থাকে।

[প্রসঙ্গত, মানুষ হল সর্বভুক স্তরের জীব। সুতরাং মানুষের সংখ্যা বা জনসংখ্যা যদি অনিয়ন্ত্রিতভাবে বেড়ে চলে, তা হলে উৎপাদক স্তরে শস্য চাষের উপর কি পরিমাণ চাপ পড়ে, তা সহজেই অনুমান করা যায়। মনে রাখতে হবে, লিন্ডেম্যান-এর "দশ শতাংশ নীতি" অনুসারে প্রতিটি পুষ্টি স্তরে শক্তির যোগান ১০% হারে কমে যায়।]

❑ বাস্তুসংস্থানের পিরামিড কয় ধরনের ও কি কি?

বাস্তুসংস্থানের পিরামিড তিন ধরনের, যেমন—

(১) সংখ্যার পিরামিড (Pyramid of number);

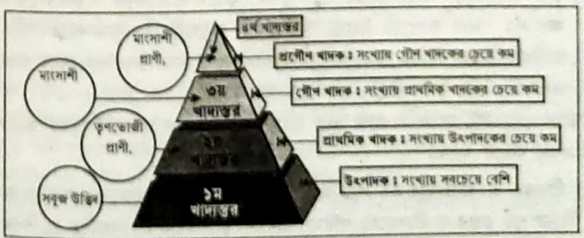
(২) শক্তির পিরামিড (Pyramid of energy);

(৩) জীবভর বা বায়োমাসের পিরামিড (Pyramid of biomass)।

(১) **সংখ্যার পিরামিড** : কোন বাস্তুরীতি বা বাস্তুতন্ত্রে খাদ্যস্তর অনুসারে বিভিন্ন জীবের সংখ্যাকে ক্রমপর্যায়ে সাজালে যে পিরামিড বা শিখর গঠিত হয়, তাকে **"বাস্তুতন্ত্রের সংখ্যার পিরামিড"** বলে।

ইংরাজি ভাষান্তরে একে পিরামিড অফ্ নাম্বার (Pyramid of number) বলা হয়।

আলোচ্য পিরামিড অনুসারে খাদস্তরে জীবের সংখ্যা সবচেয়ে বেশি হয়। এবং পরবর্তী উচ্চতর স্তরগুলিতে জীবের সংখ্যা ক্রমশ কমতে থাকে। যেমন— গাছপালার সংখ্যার তুলনায় পোকা-মাকড়ের সংখ্যা কম। আবার পোকামাকড়ের তুলনায় মাছ, ব্যাঙ ইত্যাদি গৌণ খাদকের সংখ্যা কম।

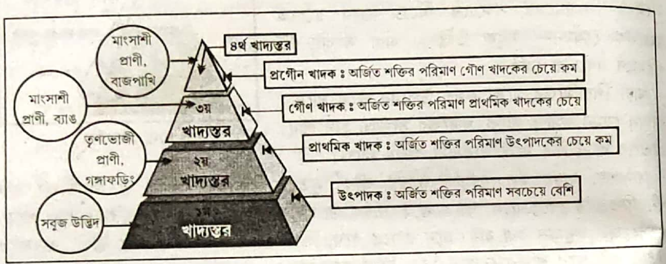


সংখ্যার পিরামিড

Scanned with CamScanner

(২) **শক্তির পিরামিড ঃ** কোন বাস্তুরীতি বা বাস্তুতন্ত্রে খাদ্যস্তর অনুসারে বিভিন্ন জীবের মধ্যে অর্জিত শক্তির পরিমাণ ক্রমপর্যায়ে সাজালে যে পিরামিড বা শিখর গঠিত হয় তাকে **"বাস্তুতন্ত্রের শক্তির পিরামিড বলে।**

ইংরাজি ভাষান্তরে একে "পিরামিড অফ এনার্জি" বা "এনার্জি পিরামিড" (Pyramid of energy or Energy pyramid) বলা হয়।



শক্তির পিরামিড

আলোচ্য পিরামিড অনুসারে সর্বনিম্ন খাদ্যস্তরে সৌরশক্তি থেকে অর্জিত শক্তির পরিমাণ সবচেয়ে বেশি। পরবর্তী উচ্চতর পুষ্টির স্তরগুলিতে নিম্নতর স্তর থেকে প্রাপ্ত শক্তির পরিমাণ ক্রমশ কমতে থাকে। বিজ্ঞানী লিন্ডেম্যান এ সম্পর্কে তাঁর বিখ্যাত "দশ শতাংশ সূত্র"-তে বিশদ ব্যাখ্যা করেছেন। যেমন, শক্তির পিরামিড অনুসারে সবুজ উদ্ভিদ স্তরে যে পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত রয়েছে, তার সবটা প্রাথমিক খাদক স্তরে খাদ্যের মাধ্যমে পৌঁছাতে পারে না। তাই প্রাথমিক খাদক স্তর, যেমন— কীট-পতঙ্গ স্তরে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ উদ্ভিদ স্তরের তুলনায় কম।

◆ **শক্তি পিরামিডের উপরের স্তরে শক্তির পরিমাণ হ্রাস পাওয়ার কারণ ঃ** শক্তি পিরামিডের উপরের স্তরগুলিতে ক্রমাগত শক্তির পরিমাণ কমতে থাকে। কারণ—

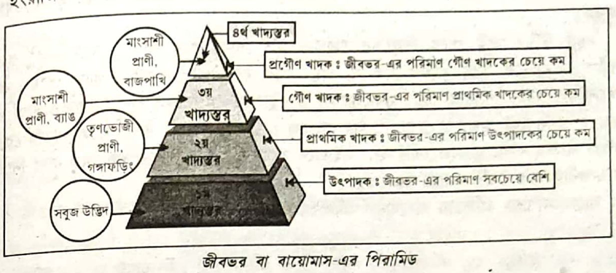
(ক) সবুজ উদ্ভিদ উৎপাদক স্তরে সৌরশক্তি থেকে যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে, তার কিছুটা নিজের শারীরবৃত্তীয় কাজে খরচ করে।

(খ) তৃণভোজী প্রাণীরা সবুজ উদ্ভিদ খায়। সুতরাং তৃণভোজীরা সবুজ উদ্ভিদের থেকে শক্তি অর্জনের সময়ে তাপগতি বিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী কিছু কম শক্তি পায়। কারণ তাপগতি বিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রে বলা হয়েছে যে, শক্তি যখন এক রূপ থেকে অন্য রূপে রূপান্তরিত হয়, তখন কিছুটা শক্তি হ্রাস পায়।

এইভাবে তৃণভোজী থেকে মাংসাশী স্তরে এবং মাংসাশী থেকে আরও উপরের স্তরে শক্তির যোগান ক্রমশ কমতে থাকে।

(৩) **জীবভর বা বায়োমাস-এর পিরামিড ঃ** কোন বাস্তুরীতি বা বাস্তুতন্ত্রে খাদ্যস্তর অনুসারে বিভিন্ন জীবের শুষ্ক ওজন বা জীবভরের পরিমাণ ক্রমপর্যায়ে সাজালে যে পিরামিড বা শিখর গঠিত হয়, তাকে 'বাস্তুতন্ত্রের জীবভর-এর পিরামিড' বলে।

ইংরাজি ভাষান্তরে একে পিরামিড অফ বায়োমাস (Pyramid of biomass) বলা হয়।



জীবভর বা বায়োমাস-এর পিরামিড

আলোচ্য পিরামিড অনুসারে সর্বনিম্ন খাদ্যস্তরে জীবের মোট ভরের পরিমাণ সবচেয়ে বেশি হয়। এবং পরবর্তী উচ্চস্তরগুলিতে জীবভরের পরিমাণ ক্রমশ কমতে থাজেক।

❑ **খাদ্যশৃঙ্খল কয়প্রকার ও কি কি?**

বাস্তুতন্ত্রে খাদ্যশৃঙ্খল প্রধানত তিন প্রকার। যেমন— (১) শিকারী খাদ্যশৃঙ্খল (Predator Food Chain) ; (২) পরজীবী খাদ্যশৃঙ্খল (Parasitic Food Chain); (৩) মৃতজীবী খাদ্যশৃঙ্খল (Saprophytic Food Chain)।

(১) **শিকারী খাদ্যশৃঙ্খল (Predator Food Chain) ঃ** যে খাদ্যশৃঙ্খল তৃণভোজী বা শাকাহারী প্রাণীদের প্রাথমিক খাদকস্তর থেকে শুরু হয় এবং খাদ্য-খাদক সম্পর্কের ভিত্তিতে বৃহত্তর মাংসাশী প্রাণীর স্তরে শেষ হয়, তাকে শিকারী খাদ্যশৃঙ্খল বলে। ইংরাজি ভাষান্তরে এই খাদ্যশৃঙ্খলকে 'প্রিডেটর ফুড চেন' বলা হয়।

উদাহরণ ঃ ঘাসফড়িং ⟶ ব্যাঙ ⟶ সাপ ⟶ বাজপাখি

(২) **পরজীবী খাদ্যশৃঙ্খল (Parasitic Food Chain) ঃ** যে খাদ্যশৃঙ্খলে খাদ্য-খাদক সম্পর্ক বৃহৎ প্রাণী বা হোস্ট (Host) থেকে শুরু হয় এবং পরজীবী ক্ষুদ্র প্রাণীতে শেষ হয়, তাকে পরজীবী খাদ্যশৃঙ্খল বলা হয়।

উদাহরণ ঃ কুকুর ⟶ কৃমি ⟶ বিয়োজক।

(৩) **মৃতজীবী খাদ্যশৃঙ্খল (Saprophytic Food Chain) ঃ** যে খাদ্যশৃঙ্খল শক্তির প্রবাহকে ভিত্তি করে মৃতজীবী বিয়োজক স্তরের মধ্যে আবদ্ধ তাকে মৃতজীবী খাদ্যশৃঙ্খল বলে।

❑ **সালোকসংশ্লেষ কাকে বলে?**

আলোর উপস্থিতিতে সবুজ উদ্ভিদ ক্লোরোফিলের সাহায্যে জল ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে শর্করা জাতীয় খাদ্য উৎপাদন করে এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডের সম-অণু অক্সিজেন ত্যাগ করে। এই শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়াকে উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষ বলে। ইংরাজিতে সালোকসংশ্লেষকে ফটোসিন্থেসিস (Photosynthesis) বলে। এখানে উল্লেখ করা যায় যে, Photo শব্দটির অর্থ আলো এবং Synthesis শব্দটির অর্থ সংশ্লেষ।

যে প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ আলোর ফোটন কণা গ্রহণ করে আলোকশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে তাকেও সালোকসংশ্লেষ বলা হয়।

Scanned with CamScanner

১৮৯৮ সালে বিজ্ঞানী বার্নেস (Barnes) ফটোসিন্থেসিস বা সালোকসংশ্লেষ শব্দটি প্রথম ব্যবহার করেন।

সবুজ উদ্ভিদ মাটি থেকে শিকড়ের সাহায্যে জল শোষণ করে পাতার মেসোফিল[1] কলায় পাঠায়। অন্যদিকে, গাছ পাতার সাহায্যে বায়ু থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস শোষণ করে মেসোফিল কলায় পাঠিয়ে দেয়। সূর্যালোকের উপস্থিতিতে মেসোফিল কলার কোষগুলিতে এই জল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড ক্লোরোফিলের সাহায্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া করে। ফলে পাতার কোষে শর্করা জাতীয় খাদ্য, গ্লুকোজ তৈরি হয়। এইভাবে সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষ করে এবং নিজের প্রয়োজনীয় খাদ্য তৈরি করতে সমর্থ হয়।

সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ার রাসায়নিক সমীকরণ হল–

$$\underset{\text{(কার্বন ডাই-অক্সাইড)}}{6CO_2} + \underset{\text{(জল)}}{12H_2O} \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{সূর্যালোক}} \underset{\text{(গ্লুকোজ)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(জল)}}{6H_2O} + \underset{\text{(অক্সিজেন)}}{6O_2}$$

❑ সালোকসংশ্লেষের পরিবেশগত গুরুত্ব কি?

(১) সালোকসংশ্লেষের সাহায্যে সবুজ উদ্ভিদ বায়ু থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণ করে সম-অণু অক্সিজেন বায়ুমন্ডলে পরিত্যাগ করে। ফলে পরিবেশের মধ্যে অক্সিজেনের নিয়মিত যোগান পাওয়া যায়। সেই কারণে সবুজ উদ্ভিদ ধ্বংস হয়ে গেলে প্রাণীজগতের অস্তিত্ব বিপন্ন হওয়ার আশঙ্কা থাকে।

(২) সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ার সাহায্যে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এবং রাসায়নিক শক্তি খাদ্যের মধ্যে স্থৈতিক শক্তিরূপে সঞ্চিত হয়। এর পরে খাদ্যের মাধ্যমে ঐ স্থৈতিক শক্তি প্রাণী ও মানুষের দেহে তাপশক্তি বা গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে থাকে। ফলে সালোকসংশ্লেষ শক্তিচক্রকে অক্ষুণ্ণ রাখে।

(৩) মানুষ তার দৈনন্দিন কাজকর্মের জন্য, কল-কারখানা চালু রাখার জন্য কয়লা ও খনিজ তেলকে জ্বালানী হিসাবে ব্যবহৃত করে। এই কয়লা ও খনিজ তেল যথাক্রমে গাছপালা ও জীবজন্তুর দেহ ভূ-আন্দোলনের ফলে মাটির নিচে চাপা পড়ে থাকা অবস্থায় কোটি কোটি বছর ধরে রূপান্তরিত হওয়ার ফলে সৃষ্টি হয়েছে। সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তি ও স্থৈতিক শক্তিরূপে কয়লা ও পেট্রোলিয়ামের মধ্যে সঞ্চিত রয়েছে বলেই মানুষ এই জ্বালানী উপাদানগুলি থেকে শক্তি আহরণ করতে পারে। এ ছাড়া, মানুষ তুলা, কাগজ, রবার, গঁদ, কুইনাইন প্রভৃতি প্রয়োজনীয় বস্তুগুলি ও গাছপালা থেকেই সংগ্রহ করে। সালোকসংশ্লেষ ছাড়া মানুষের পক্ষে এই সম্পদগুলি কিছুতেই সংগ্রহ করা সম্ভব হত না।

(৪) সালোকসংশ্লেষের সাহায্যে গ্লুকোজ উৎপাদিত হয়ে শ্বেতসার রূপে উদ্ভিদের মধ্যে সঞ্চিত হয়। সমস্ত প্রাণীজগৎ প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষভাবে এই খাদ্য গ্রহণ করে জীবনধারণ করে। মানুষ ও তৃণভোজী প্রাণী গাছপালার বিভিন্ন অংশ খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। যেমন--শাক-সব্জি, ধান, গম, ভুট্টা, আলু, মুলো, ছোলা, মটর ইত্যাদি। মাংসাশী প্রাণীরা তৃণভোজী প্রাণীদের খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে এবং উদ্ভিজ্জের রাসায়নিক শক্তি তৃণভোজী প্রাণীদের মাধ্যমে মাংসাশী প্রাণীর দেহে সঞ্চারিত হয়।

[1] সবুজ পাতার উপরের ত্বক ও নিচের ত্বকের মধ্যে অবস্থিত ক্লোরোফিলযুক্ত কলাকে মেসোফিল কলা বলে।

❑ জীব-ভূ-রাসায়নিক চক্র কাকে বলে?

জীবদেহের একান্ত প্রয়োজনীয় মৌলগুলি, যেমন— কার্বন (C), হাইড্রোজেন (H), অক্সিজেন (O) নাইট্রোজেন (N), ফসফরাস (P), সালফার (S), ক্যালসিয়াম (Ca) ইত্যাদি পরিবেশ থেকে জীবদেহে এবং জীবদেহ থেকে পরিবেশের মধ্যে চক্রাকার পথে আবর্তিত হয়। একে জীব-ভূ-রাসায়নিক চক্র বা জৈব-ভূ-রাসায়নিক চক্র বলা হয়। ইংরাজি ভাষান্তরে এই চক্রকে বায়ো-জিওকেমিক্যাল সাইক্ল (Bio-geochemical Cycle) বলে। আলোচ্য চক্র দু'ধরনের। যেমন— (১) গ্যাসীয় চক্র (Gaseous Cycle); (২) পলল চক্র (Sedimentary Cycle)।

❑ জীব-ভূ-রাসায়নিক চক্রের পরিবেশগত গুরুত্ব কি?

জীব-ভূ-রাসায়নিক চক্রের সাহায্যে পরিবেশের মধ্যে জীবনের অস্তিত্বের জন্য প্রয়োজনীয় ছয়টি উপাদানের যোগান অক্ষুণ্ণ থাকে। এই ছয়টি মৌল হল— কার্বন (C), হাইড্রোজেন (H), অক্সিজেন (O), নাইট্রোজেন (N), ফসফরাস (P) ও সালফার (S)। পৃথিবীর সমস্ত উদ্ভিদ, প্রাণী, মানুষ ও জীবাণুর দেহ গঠনের জন্য এই মৌলগুলির আমরণ যোগ্যান একান্ত প্রয়োজন।

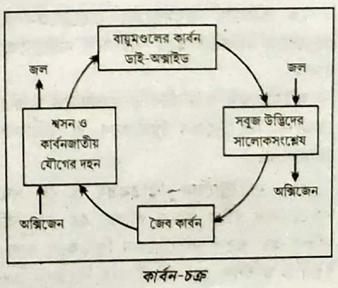
জীব-ভূ-রাসায়নিক চক্র আছে বলেই সমগ্র জীবজগৎ এই অত্যাবশ্যক মৌলগুলিকে নিজেদের প্রয়োজনে ব্যবহার করে শেষ করতে পারে না। জীব-ভূ-রাসায়নিক চক্রের অস্তিত্ব না থাকলে পরিবেশে এই মৌলগুলির অফুরন্ত যোগান সম্ভব হত না। ফলে জীবজগৎ ধ্বংস হয়ে যেত।

❑ জীব-ভূ-রাসায়নিক চক্রকে পরিপোষক চক্র বলে কেন?

পরিপোষক বা নিউট্রিয়েন্ট (Nutrients) কথাটির অর্থ হল সেই সমস্ত জৈব এবং অজৈব বস্তু যা জীবদেহে প্রবেশ করে বেঁচে থাকার জন্য জীবনীশক্তির যোগান দেয়। এই জীবনীশক্তির জন্য প্রয়োজন হল খাদ্য এবং খাদ্যের মাধ্যমে সমগ্র জীবজগতে কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, সালফার, ফসফরাস মৌলগুলির সরবরাহ অক্ষুণ্ণ থাকে। যেমন, শর্করা বা কার্বোহাইড্রেটের উপাদান হল কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন (যেমন— গ্লুকোজ, $C_6H_{12}O_6$)। আবার প্রোটিন বা আমিষের উপাদান হল কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, সালফার এবং ফসফরাস। জীব-ভূ-রাসায়নিক চক্রের সাহায্যে পরিবেশে এবং জীবজগতের মধ্যে পরিপোষকের যোগান অক্ষুণ্ণ থাকে বলে একে পরিপোষক চক্র বলে। পরিপোষক চক্রকে ইংরাজি অভিধায় নিউট্রিয়েন্ট সাইক্ল (Nutrient Cycle) বলে।

❑ কার্বন-চক্র বলতে কি বোঝায়? কার্বন-চক্র কিভাবে কাজ করে?

যে প্রক্রিয়ায় কার্বন মৌল কার্বন ডাই- অক্সাইড গ্যাস রূপে পরিবেশ থেকে জীবদেহে এবং জীবদেহ থেকে পরিবেশে আবর্তিত হয়ে পরিবেশের মধ্যে কার্বনের সমতা বজায় রাখে তাকে কার্বন-চক্র বলে। এখানে উল্লেখ করা যায় যে, কার্বন একটি মৌলিক পদার্থ। প্রাকৃতিক পরিবেশে কার্বনের অনেক রকম যৌগ পাওয়া যায়। যেমন— কয়লা, খনিজ তেল, লবণ, চুনাপাথর, বিভিন্ন হাইড্রোকার্বন গ্যাস ইত্যাদি। সমস্ত জীবজগতের একান্ত প্রয়োজনীয় শর্করা বা কার্বোহাইড্রেটের অন্যতম উপাদান হল কার্বন।



কার্বন-চক্র

Scanned with CamScanner

বায়ুমন্ডলে, সমুদ্রের জলে এবং বারিমন্ডলের অন্যান্য অংশে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস আছে। বায়ুমন্ডলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসীয় অবস্থায়, জলে দ্রবীভূত অবস্থায় এবং সমুদ্রের জলে বাই-কার্বোনেট যৌগ হিসাবে রয়েছে।

সবুজ উদ্ভিদ কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নিজেদের খাদ্য উৎপাদনের জন্য সালোক-সংশ্লেষের সময়ে শোষণ করে। সালোকসংশ্লেষের ইংরাজি শব্দ হল ফটোসিন্‌থেসিস্।

পরিবেশের মধ্যে খাদ্যশৃঙ্খল বা ফুড চেনের (food chain) সাহায্যে যখন তৃণভোজী প্রাণী উদ্ভিদকে খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে বা মাংসাশী প্রাণী তৃণভোজীদের খায়, তখন প্রকৃতির কার্বন জীবদেহের মধ্যে সঞ্চারিত হয়। এর পরে শ্বাসকার্যের মাধ্যমে বা শরীরের মধ্যে দহন ক্রিয়ার মাধ্যমে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং প্রকৃতিতে ফিরে যায়।

উদ্ভিদ ও প্রাণীর মৃত্যুর পরে জীবাণুরা ওই মৃতদেহে পচন ধরায়। এর ফলেও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস তৈরি হয় এবং পরিবেশে আবার ফিরে যায়। এইভাবে পরিবেশ থেকে জীবদেহে এবং জীবদেহ থেকে পরিবেশে কার্বন ডাই-অক্সাইডের আবর্তন ঘটে। ফলে পরিবেশের মধ্যে কার্বন ডাই-অক্সাইডের যোগান অক্ষুণ্ণ থাকে ও সমতা বজায় থাকে।

❑ পরিবেশে কার্বন ডাই-অক্সাইডের উৎসগুলি কি কি? কার্বন-চক্রের জন্য পরিবেশের কোন্ কোন্ উৎস থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায়?

(১) **কার্বন ডাই-অক্সাইডের উৎস ঃ**

(ক) জীবের শ্বসনের ফলে (respiration) কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

(খ) মৃত জীবদেহ এবং জৈব বস্তুর পচনের ফলে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

(গ) কয়লা, পেট্রোল, ডিজেল, কেরোসিন, কাঠ প্রভৃতি জৈব জ্বালানীগুলির দহনের ফলে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

(ঘ) চুনাপাথর, ফেলসপার প্রভৃতি শিলা ও খনিজের সাথে অ্যাসিডের রাসায়নিক বিক্রিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে।

(ঙ) আগ্নেয়গিরি থেকে অগ্ন্যুৎপাতের সময়ে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়।

(২) **জলে কার্বন ডাই-অক্সাইডের উৎস ঃ** বায়ুমন্ডলের কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হয়। জলজ প্রাণীর শ্বসনের ফলেও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়ে থাকে।

❑ নাইট্রোজেন চক্র কাকে বলে? নাইট্রোজেন চক্র কিভাবে কাজ করে?

যে প্রক্রিয়ায় বায়ুমন্ডলের নাইট্রোজেন জীবজগতে এবং জীবজগৎ থেকে নাইট্রোজেন বায়ুমন্ডলে আবর্তিত হয়ে পরিবেশে নাইট্রোজেনের সমতা বজায় রাখে তাকে নাইট্রোজেন চক্র বলে।

নাইট্রোজেন চক্র জীব-ভূ-রাসায়নিক চক্রের অন্যতম অঙ্গ। এই চক্রের দুটি পর্যায় আছে। যেমন— নাইট্রোজেন স্থিতিকরণ বা স্থায়ীকরণ (Nitrogen fixation) এবং নাইট্রোজেন মোচন (denitrification)।

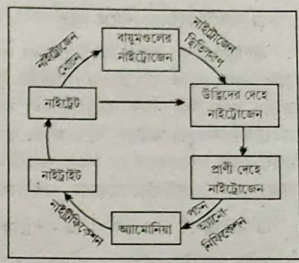
(১) **নাইট্রোজেন স্থিতিকরণ ঃ** যে পদ্ধতির মাধ্যমে বায়ুমন্ডলের নাইট্রোজেন গ্যাস নাইট্রোজেন ঘটিত যৌগে পরিণত হয় এবং বিভিন্ন জীবাণুদের দ্বারা মাটির মধ্যে আবদ্ধ হয় বা সঞ্চিত হয় তাকে নাইট্রোজেন স্থিতিকরণ বলে। একে নাইট্রোজেন স্থায়ীকরণও বলা যায়। এর ইংরাজি প্রতিশব্দ হল নাইট্রোজেন ফিক্সেশন (Nitrogen Fixation)।

◆ নাইট্রোজেন স্থিতিকরণের পদ্ধতি ঃ

(ক) বজ্রপাত হলে বা আকাশে বিদ্যুৎ চমকালে বিদ্যুতক্ষরণের জন্য বাতাসের নাইট্রোজেন গ্যাস অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে নাইট্রিক অক্সাইড তৈরি করে।

দ্বিতীয় পর্বে নাইট্রিক অক্সাইড বাতাসের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে নাইট্রোজেন পার-অক্সাইডে পরিণত হয়।

তৃতীয় পর্বে বৃষ্টির জলের সাথে নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড বিক্রিয়া করে নাইট্রাস ও নাইট্রিক অ্যাসিড তৈরি করে। বৃষ্টির জল এই অ্যাসিডকে মাটিতে পৌঁছে দেয়।



নাইট্রোজেন চক্র

চতুর্থ পর্বে এই দুই ধরনের অ্যাসিড মাটির মধ্যে ক্যালসিয়াম, পটাসিয়াম প্রভৃতি লবণ-গুলির সাথে মিশে নানারকম নাইট্রেট যৌগ তৈরি করে। যেমন— ক্যালসিয়াম নাইট্রেট, পটাসিয়াম নাইট্রেট প্রভৃতি। এইভাবে বায়ুমন্ডলের নাইট্রোজেন মাটিতে মিশে যায়।

(খ) মাটিতে নাইট্রোজেনকে স্থায়ী করার জন্য কিছু ব্যাকটিরিয়া, শৈবাল প্রভৃতি ক্ষুদ্র জীবগুলিও কাজ করে। এরা বায়ু থেকে সরাসরি নাইট্রোজেন শোষণ করে মাটিতে নাইট্রেট রূপে আবদ্ধ করে। যেমন— রাইজোবিয়াম (Rhizobium) নামক ব্যাকটিরিয়া[১]। এ ছাড়া, অ্যাজোটোব্যাকটার (Azotobacter), ক্লসট্রিডিয়াম (Clostridium), সায়ানোব্যাকটিরিয়া (Cyanobacteria), নীলাভ সবুজ শৈবাল (Anabina) ইত্যাদি জীবাণু ও শৈবালগুলি মাটিতে নাইট্রোজেনকে অ্যামোনিয়াম-এ ও পরে নাইট্রেটরূপে সরাসরি আবদ্ধ করে।

(গ) জীবজন্তুর মল-মূত্র এবং উদ্ভিদ ও প্রাণীর মৃতদেহ পচনের সময়ে অ্যামোনিয়া তৈরি হয়। এই অ্যামোনিয়া নাইট্রোসোমোনাস ব্যাকটিরিয়া দ্বারা নাইট্রেটে পরিণত হয়। এইভাবে বায়ুমন্ডলের নাইট্রোজেন মাটিতে আবদ্ধ হয়ে থাকে।

(২) মাটিতে আবদ্ধ নাইট্রেট যৌগ সিউডোমোনাস (Pseudomonus) এবং প্যারাকক্কাস (Paracoccus) নামক ব্যাকটিরিয়া বা জীবাণুর দ্বারা প্রথমে নাইট্রাস অক্সাইড ও পরে নাইট্রোজেন গ্যাসে রূপান্তরিত হয়। এই নাইট্রোজেন বায়ুমন্ডলে ফিরে যায়। যে ব্যাকটিরিয়াগুলি মাটির নাইট্রেট যৌগকে নাইট্রোজেন গ্যাসে রূপান্তরিত করে তাদের ডি-নাইট্রিফাইং (Denitrifying) ব্যাকটিরিয়া বলে। এইভাবে নাইট্রোজেন মৌল পরিবেশে আবর্তিত হয়। এবং নাইট্রোজেন গ্যাসের সমতা বজায় রাখে।

[এখানে আরও উল্লেখ করা যায় যে, মাটিতে নাইট্রোজেন ঘটিত সার দিলে নাইট্রোজেনের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।]

❑ অ্যামোনিফিকেশন কাকে বলে?

যে পদ্ধতির সাহায্যে মাটিতে বসবাসকারী ব্যাকটিরিয়া [যেমন ব্যাসিলাস মাইকয়ডিস (*Bacillus mycoides*), ব্যাসিলাস র‍্যামোসাস (*Bacillus ramosus*), ব্যাসিলাস ভালগারিস (*Bacillus vulgaris*)]

[১] রাইজোবিয়াম নামক ব্যাকটিরিয়া মটর, বিন, আলফালফা, শিম, ধঞ্চে প্রভৃতি শিম্বি গোত্রের (লেগুমিনেসি— Leguminasae গোত্রীয়) উদ্ভিদের মূলের গুটির মধ্যে (nodules) বসবাস করে।

Scanned with CamScanner

নাইট্রোজেন যৌগকে অ্যামোনিয়ামে পরিণত করে তাকে অ্যামোনিফিকেশন বলে। আসলে মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহে পচনের সময়ে এই ব্যাকটিরিয়াগুলি অতিরিক্ত বা উদ্বৃত্ত অ্যামোনিয়াকে পরিবেশমুক্ত করে দেয়।

❑ নাইট্রিফিকেশন কাকে বলে?

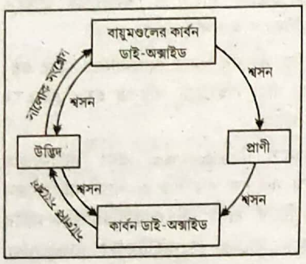
নাইট্রিফিকেশন বলতে নাইট্রোজেনের সংযোজনকে বোঝায়। মৃত উদ্ভিদ, প্রাণীদেহ ও অন্যান্য জৈব পদার্থ থেকে নাইট্রোজেন যৌগগুলি বিভিন্ন ব্যাকটিরিয়ার সাহায্যে বিয়োজিত হওয়ার ফলে প্রথমে অ্যামোনিয়া, পরে নাইট্রাইট এবং সবশেষে নাইট্রেট যৌগে পরিণত হয়। জীবদেহ থেকে নাইট্রোজেনের এই মাটিতে ফিরে আসার বা পুনঃপ্রবেশ করার পদ্ধতিকে নাইট্রিফিকেশন বলা হয়। নাইট্রোজেন সংযোজনে যে সমস্ত ব্যাকটিরিয়া অংশগ্রহণ করে তাদের নাইট্রিফাইং ব্যাকটিরিয়া বলে। যেমন— নাইট্রোসোমোনাস, নাইট্রোব্যাক্টর ইত্যাদি।

❑ নাইট্রোজেন মোচন বা ডি-নাইট্রিফিকেশন কথাটির অর্থ কি?

মাটির নাইট্রেট যৌগ যে প্রক্রিয়ায় ব্যাকটিরিয়ার দ্বারা রূপান্তরিত হয়ে আবার নাইট্রোজেন গ্যাস হিসাবে বায়ুমন্ডলে ফিরে যায় তাকে নাইট্রোজেন মোচন বা ডি-নাইট্রিফিকেশন বলে। সিউডোমোনাস, থিওব্যাসিলাস ব্যাকটিরিয়া নাইট্রোজেন মোচনে সাহায্য করে।

❑ অক্সিজেন চক্র কাকে বলে? পরিবেশে এই চক্র কিভাবে কাজ করে?

যে প্রক্রিয়ায় পরিবেশের অক্সিজেন দহন ও শ্বসনের জন্য ব্যবহৃত হয় এবং সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে আবার অক্সিজেন তৈরি করে পরিবেশের মধ্যে অক্সিজেনের সমতা বজায় রাখে, সেই চক্রাকার প্রণালীকে অক্সিজেন চক্র বলে।



অক্সিজেন চক্র

অক্সিজেন চক্রের দুটি পর্যায় আছে। প্রথম পর্যায়ে শ্বাসকার্য ও দহনের জন্য পরিবেশ থেকে অক্সিজেন গৃহীত হয় এবং দ্বিতীয় পর্যায়ে সালোক- সংশ্লেষের ফলে সবুজ উদ্ভিদ অক্সিজেন তৈরি করে বাতাসে ছেড়ে দেয়। ফলে পরিবেশে অক্সিজেনের ভারসাম্য বজায় থাকে।

জীবদেহে খাদ্যশৃঙ্খলের মাধ্যমে যে রাসায়নিক শক্তি স্থৈতিক শক্তি হিসাবে সঞ্চিত হয় তাকে গতিশক্তিতে রূপান্তরিত করার জন্য অক্সিজেন দরকার। প্রধানত শ্বসনের সাহায্যে জীবদেহে শক্তির এই রূপান্তর ঘটে। প্রাণীর শ্বসনের জন্য দরকার অক্সিজেন এবং পরিবেশ সেই অক্সিজেনের যোগান দেয়। এর পরে প্রশ্বাসের মাধ্যমে প্রাণীদেহ থেকে যে কার্বন ডাই-অক্সাইড বেরিয়ে আসে উদ্ভিদ সেই কার্বন ডাই-অক্সাইডকে সালোকসংশ্লেষের সময়ে শোষণ করে ও বায়ুমন্ডলে অক্সিজেন ছেড়ে দেয়। এইভাবে পরিবেশের মধ্যে অক্সিজেন চক্রের মাধ্যমে অক্সিজেন গ্যাসের সমতা বজায় থাকে।

এ ছাড়া, বায়ুমন্ডলে অতি বেগুনী রশ্মির প্রভাবে ওজোন গ্যাস থেকে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। আকাশে বিদ্যুৎ চমকালেও বিদ্যুৎ ক্ষরণের ফলে বাতাসের জলীয় বাষ্প থেকে আলোক রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় অক্সিজেন তৈরি হয় ও বায়ুমন্ডলে মিশে যায়।

❑ ফসফরাস চক্র কাকে বলে? পরিবেশে এই চক্র কিভাবে কাজ করে?

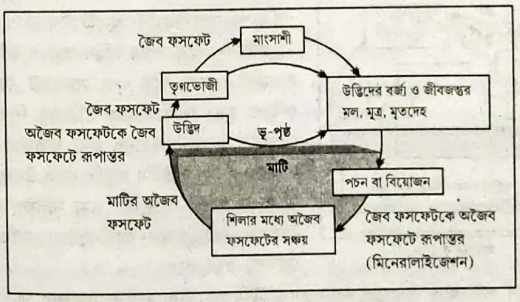
যে প্রক্রিয়ায় ফসফরাস মৌল পরিবেশ থেকে জীবদেহে এবং জীবদেহ থেকে পরিবেশে আবর্তিত হয়ে পরিবেশে ফসফরাসের সমতা বজায় রাখে তাকে ফসফরাস চক্র বলে।

(১) খনিজ ফসফেট দ্রবণীয় এবং দ্রবণীয় অবস্থায় শিলা ও মাটির মধ্যে পাওয়া যায়। গাছপালা মাটি থেকে এই অজৈব ফসফেট সংগ্রহ করে জৈব ফসফেট তৈরি করে। এর মধ্যে কিছুটা খাদ্যের মাধ্যমে তৃণভোজী প্রাণীদের যোগান দেয়। আর কিছুটা উদ্ভিদের শারীরবৃত্তীয় প্রয়োজন মেটানোর পরে বর্জ্য পদার্থের মাধ্যমে মাটিতে ফিরে যায়।

(২) অন্যদিকে তৃণভোজী প্রাণীরা রেচন (যেমন— মূত্রত্যাগ, মলত্যাগ), ও নিজেদের মৃতদেহের মাধ্যমে মাটিতে জৈব ফসফেট ফিরিয়ে দেয়।

(৩) আবার মাংসাশী প্রাণীরা তৃণভোজীদের খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করার ফলে যে জৈব ফসফেটের যোগান পায়, তার কিছুটা নিজেদের প্রয়োজনে খরচ করার পরে, বাকিটা রেচন, বর্জন, ও মৃতদেহের মাধ্যমে মাটিতে ফিরিয়ে দেয়। (সামুদ্রিক পাখিদের কাছ থেকে এই চক্রাকার পরিবর্তনের একটি সুন্দর উদাহরণ পাওয়া যায়। যেমন, সমুদ্রের জলে রয়েছে ফসফরাস। তাই সামুদ্রিক মাছের দেহে জৈব ফসফেট পাওয়া যায়। সামুদ্রিক পাখিরা ঐ মাছ খেলে তাদের দেহেও জৈব ফসফেট স্থানান্তরিত হয়। তাই পাখির বিষ্ঠায় থাকে প্রচুর ফসফেট। একে গুয়ানো (Guano) বলে। পেরু, চিলি প্রভৃতি দেশ জৈব সার হিসাবে এই "গুয়ানো" বিক্রি করে লক্ষ লক্ষ টাকা রোজগার করে।)

(৪) মাটিতে বসবাসকারী জীবাণুরা উদ্ভিদ ও প্রাণীর মৃতদেহ, মল, মূত্রকে পচিয়ে (বিয়োজিত করে) জৈব ফসফেট থেকে অজৈব ফসফেট তৈরি করে। একে "খনিজভবন" বা "মিনেরালাইজেশন" (Mineralisation) বলে। এই অজৈব ফসফেট শিলা ও মাটির মধ্যে সঞ্চিত হয়।

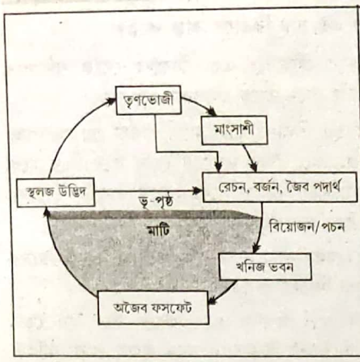


ফসফরাস চক্র

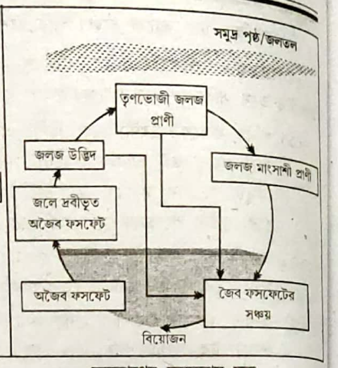
❑ ফসফরাস চক্রের বৈশিষ্ট্য ঃ

(১) এই চক্রের দুটি "দশা" আছে। একটি স্থলভাগের মধ্যে আবদ্ধ। অন্যটি জলভাগের মধ্যে সীমাবদ্ধ। স্থলভাগে উদ্ভিদ ⟶ প্রাণী ⟶ বিয়োজক অবস্থা হল ফসফরাস চক্রের "স্থলভাগ দশা"। অন্যদিকে জলজ উদ্ভিদ ⟶ জলজ প্রাণী ⟶ বিয়োজক অবস্থা হল ফসফরাস চক্রের 'জলভাগের দশা'। সংশ্লিষ্ট ছবি দু'টিতে এই দশা দেখানো হল।

Scanned with CamScanner



স্থলভাগের ফসফরাস চক্র



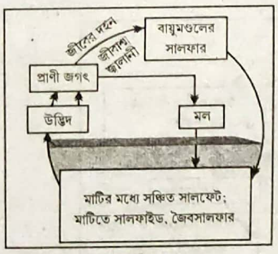
জলভাগের ফসফরাস চক্র

(২) ফসফরাস চক্র পরিবেশে ফসফরাস মৌলের যোগান অক্ষুণ্ণ রাখে। প্রাণীর হাড় ও দাঁত মজবুত রাখার জন্য ফসফরাস দরকার হয়। এ ছাড়া, কোষ ঝিল্লি গঠনের জন্য (cell-membrane), বংশগতির উপাদান DNA, RNA-র জন্য ফসফরাসের প্রয়োজন হয়।

(৩) কার্বন, অক্সিজেন বা নাইট্রোজেন চক্রের মত ফসফরাস চক্রের প্রক্রিয়া দ্রুত নয়।

❑ সালফার চক্র কাকে বলে? সালফার চক্রের গুরুত্ব কি?

যে পদ্ধতিতে পরিবেশ থেকে জীবদেহে এবং জীবদেহ থেকে পরিবেশে সালফার আবর্তিত হয় এবং পরিবেশে সালফারের সমতা বজায় রাখে তাকে সালফার চক্র বলা হয়।



সালফার চক্র

সালফার চক্রে দুটি পর্ব আছে। একটি প্রাকৃতিক পরিবেশ পর্ব বা পরিবেশ দশা এবং অন্যটি জীবপর্ব বা জীবদশা।

পরিবেশ পর্বে সবুজ উদ্ভিদ জল ও মাটিতে দ্রবীভূত সালফেট শোষণ করে এবং সালফেট প্রোটিন অণুতে পরিণত হয়। শিম্বিগোত্রের উদ্ভিদের শিকড়ে গুটি বা নোডিউল (nodule) গঠনের জন্য সালফার দরকার হয়। এ ছাড়া, তিসি, সয়াবীন প্রভৃতি তেল উৎপাদক ফসলের উৎপাদন ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য সালফার দরকার হয়। উদ্ভিদের নাইট্রোজেন আত্তীকরণের কাজেও সালফার যোগসূত্র রক্ষা করে।

জীবপর্বে পরিবেশে খাদ্যশৃঙ্খলের সাহায্যে উদ্ভিদের মধ্যে সঞ্চিত সালফার খাদ্যস্তর অনুযায়ী বিভিন্ন প্রাণীর মধ্যে ছড়িয়ে পড়ে। এরপরে জীবজন্তুর বর্জিত পদার্থ বিয়োজনের মাধ্যমে অতিরিক্ত সালফার পরিবেশে ফিরে আসে।

বিভিন্ন ব্যাকটিরিয়া, ছত্রাক ইত্যাদির সাহায্যে জৈব প্রোটিন ভেঙেও সালফেট পরিবেশে মুক্ত হয়। এখানে উল্লেখ করা যায় যে, উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহের গুরুত্বপূর্ণ উপাদান অ্যামিনো অ্যাসিড ও প্রোটিন তৈরি করার জন্য সালফার একান্ত প্রয়োজনীয়।

বায়ুতে অ্যাসপারজিলাস (Aspergillus) এবং নিউরোসপোরা (Neurospora) ছত্রাক এবং অবায়ুজীবী ইসচেরিসিয়া (Escherichia) এবং প্রোটিয়াস (Proteus) ব্যাকটিরিয়া প্রোটিনকে বিয়োজিত করে পরিবেশের মধ্যে সালফেটকে ফিরিয়ে দেয়। এইভাবে বাস্তুতন্ত্রে সালফার মৌলের যোগান অক্ষুণ্ণ থাকে।

❑ পরিবেশে সালফারের উৎসগুলি কি কি?

সালফারের উৎস হল মূলত হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) এবং সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস (SO_2)। আগ্নেয়গিরি থেকে অগ্ন্যুৎপাতের সময়ে এই দুটি গ্যাস প্রচুর পরিমাণে ভূ-গর্ভ থেকে বেরিয়ে আসে।

কয়লা, পেট্রোলিয়াম প্রভৃতি জীবাশ্ম জ্বালানীগুলির দহনের ফলেও বায়ুমন্ডলে হাইড্রোজেন সালফাইড এবং সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস মুক্ত হয়।

প্রশ্নাবলী

★ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন (প্রতিটির মান ১ বা ২) ★

১. কে সর্বপ্রথম বাস্তুতন্ত্র বা ইকোসিস্টেম কথাটি ব্যবহার করেন? **[১৯৩৫ সালে বিজ্ঞানী ট্যান্‌স্‌লে]**

২. বাস্তুতন্ত্রের উপাদানগুলি কি কি? **[দুটি প্রধান উপাদান। যেমন— অজীবজাত উপাদান, যেমন— নাইট্রোজেন, অক্সিজেন ইত্যাদি এবং জীবজাত উপাদান, যেমন— শৈবাল, উদ্ভিদ ইত্যাদি]**

৩. প্রাথমিক খাদক কি? **[সবুজ উদ্ভিদের উপর নির্ভর করে যে সমস্ত শাকাশী তৃণভোজী প্রাণী বেঁচে থাকে, তাদের প্রাথমিক খাদক বলে। যেমন— গরু, ভেড়া]**

৪. গৌণ খাদক কাদের বলে? **[প্রাথমিক খাদকদের যারা খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে, তাদের গৌণ খাদক বলে। যেমন— জলজ পতঙ্গ, ছোট মাছ, কুকুর, বিড়াল]**

৫. প্রগৌণ খাদক কাদের বলে? **[গৌণ খাদকদের যারা খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে, তাদের প্রগৌণ খাদক বলে। যেমন— বক, পানকৌড়ি, সাপ, মানুষ]**

৬. বিয়োজক কাদের বলে? **[উদ্ভিদ ও প্রাণীর মৃতদেহ যারা বিয়োজিত করে সরল রাসায়নিক যৌগে পরিণত করে, তাদের বিয়োজক বলে। যেমন— ব্যাকটিরিয়া, ছত্রাক]**

৭. মানব বাস্তুসংস্থান কাকে বলে? **[মানুষকে কেন্দ্র করে বাস্তুতন্ত্র ও মানুষের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ককে মানব বাস্তুসংস্থান বা হিউম্যান ইকলজি (Human Ecology) বলে]**

৮. সম্প্রদায় বা গোষ্ঠী বাস্তুসংস্থান কি? **[কোন নির্দিষ্ট স্থানে বসবাসকারী বিভিন্ন প্রজাতির জীবগোষ্ঠীকে সেই স্থানের পরিবেশ এবং ঐ জীবগোষ্ঠীর মধ্যে সম্পর্কের ভিত্তিতে যখন আলোচনা করা হয়, তখন তাকে সম্প্রদায় বা গোষ্ঠী বাস্তুসংস্থান বলে]**

৯. জনসংখ্যা বাস্তুসংস্থান কাকে বলে? **[কোন নির্দিষ্ট স্থানে বসবাসকারী একটি প্রজাতির জনসংখ্যাকে যখন সেই স্থানের পরিবেশ এবং ঐ প্রজাতির জনসংখ্যার ভিত্তিতে যখন আলোচনা করা হয়, তখন তাকে জনসংখ্যা বাস্তুসংস্থান বলে]**

Scanned with CamScanner

১০. জীবভর বলতে কি বোঝায়? **[বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে কোন নির্দিষ্ট স্থানে বসবাসকারী জীবিত প্রাণী ও উদ্ভিদের মোট পরিমাণ বা ভরকে জীবভর (Biomass) বলে]**

১১. বাস্তুতন্ত্রের 'নিসে' বা ইকলজিক্যাল নিসে (Ecological Niche) কাকে বলে? **[বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে কোন নির্দিষ্ট জীবের নির্দিষ্ট অবস্থান, জীবনযাত্রার উপায় ও ভূমিকাকে বাস্তুতন্ত্রের 'নিসে' বলে]**

১২. স্বভোজী জীব কাকে বলে? **[স্বভোজী জীব বলতে সেই সব জীবকে বোঝায় যারা সৌরশক্তি শোষণ ক'রে কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন প্রভৃতি বিভিন্ন অজৈব উপাদানের সাহায্যে নিজেদের খাদ্য তৈরি করতে পারে। যেমন— শৈবাল, সবুজ উদ্ভিদ ইত্যাদি]**

১৩. পরভোজী জীব কাকে বলে? **[বাস্তুরীতির মধ্যে যে সমস্ত জীব নিজের খাদ্য উৎপাদন করতে পারে না এবং খাদ্যের জন্য উৎপাদকের উপর নির্ভরশীল, তাদের পরভোজী জীব বলে, যেমন— বাঘ, সিংহ ইত্যাদি]**

১৪. বনভূমি এলাকার খাদ্যশৃঙ্খলের উদাহরণ দাও। **[উদ্ভিদ ⟶ হরিণ ⟶ বাঘ]**

১৫. গ্রেজিং খাদ্যশৃঙ্খলের উদাহরণ দাও। **[ডাঙায় ঃ উদ্ভিদ ⟶ হরিণ ⟶ বাঘ; জলে ঃ উদ্ভিদ ⟶ পতঙ্গ ⟶ মাছ ⟶ বক]**

১৬. পুষ্টির গঠন বা ট্রাফিক গঠন কাকে বলে? **[একটি বাস্তুতন্ত্রের মধ্যে জীবগোষ্ঠীর বিভিন্ন স্তরের সমবেত বা সম্মিলিত গঠনকে পুষ্টির গঠন বা ট্রাপিক গঠন বলে]**

১৭. উৎপাদনশীলতা বা প্রোডাকটিভিটি বলতে কি বোঝায়? **[একটি বাস্তুতন্ত্রে প্রতি একক সময়ে ও প্রতি একক আয়তনে যে হারে বা যে পরিমাণে জৈব পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাকে উৎপাদনশীলতা বা প্রোডাকটিভিটি (Productivity) বলে]**

১৮. মাটিতে নাইট্রেজেনকে ধরে রাখতে পারে বা স্থায়ী করতে পারে, এমন একটা ব্যাকটিরিয়ার নাম দাও। **[রাইজোবিয়াম]**

১৯. জীবের শ্বসনের ফলে কি গ্যাস উৎপন্ন হয়? **[কার্বন ডাই-অক্সাইড]**

২০. কোন্ ব্যাকটিরিয়া অ্যামোনিয়াকে নাইট্রেটে পরিণত করে? **[নাইট্রোসোমোনাস]**

২১. ডি-নাইট্রিফাইং ব্যাকটিরিয়া কি? **[যে ব্যাকটিরিয়াগুলি মাটির নাইট্রেট যৌগকে নাইট্রোজেন গ্যাসে রূপান্তরিত করে, তাদের ডি-নাইট্রিফাইং ব্যাকটিরিয়া বলে]**

২২. অক্সিজেন চক্রের প্রধান কাজ কি? **[পরিবেশের মধ্যে অক্সিজেনের সমতা বজায় রাখা]**

২৩. ইকোলজি (Ecology) শব্দটি কোন্ বিজ্ঞানী প্রথম ব্যবহার করেন? **[জার্মান জীববিজ্ঞনী আরনস্ট হেকেল (Ernst Haeckel) ১৮৬৯ সালে]**

২৪. ইকোসিস্টেম বা বাস্তুতন্ত্রের উপাদানগুলি কি কি? **[বাস্তুতন্ত্রের দু'টি প্রধান উপাদান আছে। যথা— জড় উপাদান এবং সজীব উপাদান। সজীব উপাদানের মধ্যে রয়েছে উৎপাদক শ্রেণী, খাদক শ্রেণী ও বিয়োজক শ্রেণী]**

২৫. একটি বিয়োজক শ্রেণীর জীবের নাম কর। **[ব্যাকটিরিয়া]** অথবা **[অ্যাকটিনোমাইসিটিস]** অথবা **[ছত্রাক]**

২৬. স্বভোজী জীব বা উৎপাদক শ্রেণীর একটি জীবের উদাহরণ দাও। **[শৈবাল]** বা **[সবুজ উদ্ভিদ]** বা **[সালোক সংশ্লেষকারী ব্যাকটিরিয়া]**

২৭. একটি খাদক শ্রেণীর জীবের উদাহরণ দাও। **[তৃণভোজী খাদক (যেমন, গরু, ছাগল, ভেড়া)]** বা **[মাংশাসী-স্তন্যপায়ী খাদক (যেমন, বাঘ, সিংহ)]** বা **[সর্বভুক খাদক (যেমন, মানুষ)]**

২৮. বাস্তুসংস্থান বা ইকোলজি (Ecology) কয় প্রকার? **[বাস্তুসংস্থান বা ইকোলজি (Ecology) চার প্রকার, যথা (ক) জনসংখ্যা বাস্তুসংস্থান বা পপুলেশন ইকোলজি; (খ) গোষ্ঠী বাস্তুসংস্থান বা কমিউনিটি ইকোলজি; (গ) বাস্তুতন্ত্র বাস্তুসংস্থান বা ইকোসিস্টেম ইকোলজি এবং (ঘ) জীবমণ্ডল বাস্তুসংস্থান বা বায়োস্ফিয়ার ইকোলজি]**

২৯. ট্রফিক গঠন বা ট্রফিক স্ট্রাকচার (Trophic Structure) বা পুষ্টির গঠন কাকে বলে? **[একটি বাস্তুতন্ত্রে জীবগোষ্ঠীর বিভিন্ন স্তরের সম্মিলিত গঠনকে ট্রফিক গঠন বা ট্রফিক স্ট্রাকচার বা পুষ্টির গঠন বলে]**

৩০. বাস্তুতন্ত্রের উৎপাদনশীলতা কয় প্রকার? **[উৎপাদনশীলতা দুই প্রকার। যথা, (ক) প্রাথমিক উৎপাদনশীলতা বা প্রাইমারি প্রোডাকটিভিটি ও (খ) গৌণ উৎপাদনশীলতা। প্রাথমিক উৎপাদনশীলতাকে আবার দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যেমন— (১) সামগ্রিক প্রাথমিক উৎপাদনশীলতা (GPP) এবং (২) নীট প্রাথমিক উৎপাদনশীলতা (NPP)]**

৩১. সামগ্রিক প্রাথমিক উৎপাদনশীলতা বা গ্রস প্রাইমারি প্রোডাকটিভিটি (GPP) কি ভাবে মাপা হয়? **[জীবভর/একক সময়/একক আয়তন ($g/m_2/day$)]**

৩২. নীট প্রাথমিক উৎপাদনশীলতা বা নীট প্রাইমারি প্রোডাকটিভিটি (NPP) কি ভাবে মাপা হয়? **[সামগ্রিক প্রাথমিক উৎপাদনশীলতা (GPP) , শ্বসন (R) অর্থাৎ GPP – R]**

৩৩. পদার্থের মধ্যে সঞ্চিত রাসায়নিক শক্তিকে কি বলে? **[স্থিতি শক্তি]**

৩৪. শক্তি কোন্ এককের সাহায্যে মাপা হয়? **[জুল একক বা ক্যালরি একক]**

৩৫. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি কি? **[শক্তির সৃষ্টি বা ধ্বংস হয় না। শক্তির এক রূপ থেকে অন্য রূপে রূপান্তরিত হয়]**

৩৬. তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি কি? **[যে কোন কাজে শক্তির ১০০ ভাগই কার্যকর হয় না বা ১০০ ভাগ শক্তিকেই সাশ্রয় করা যায় না। যে পরিমাণ শক্তি কাজে লাগে তা পুনর্ব্যবহারযোগ্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয় আর বাকিটা অব্যবহারযোগ্য তাপশক্তিতে পরিণত হয়]**

৩৭. জু-প্লাঙ্কটন কাকে বলে? **[জলে ভাসমান আণুবীক্ষণিক জীবদের জু-প্লাঙ্কটন বা প্রাণী প্লাঙ্কটন বলে]**

৩৮. ফাইটোপ্লাঙ্কটন কাকে বলে? **[জলে ভাসমান আণুবীক্ষণিক উদ্ভিদদের ফাইটোপ্লাঙ্কটন বলে]**

৩৯. লিভিং ফসিল বা জীবন্ত জীবাশ্ম কাকে বলে? **[সমসাময়িক অন্যান্য জীব অবলুপ্ত হলেও যে সমস্ত জীব সুদূর অতীতে সৃষ্টি হয়ে কোন পরিবর্তন ছাড়াই এখনও পৃথিবীতে টিকে আছে, সেই সমস্ত জীবকে জীবন্ত জীবাশ্ম বা লিভিং ফসিল বলে। যেমন, স্পেলোডন, লিমিউলাস ইত্যাদি]**

৪০. দ্বিপদ নামকরণ পদ্ধতির প্রবক্তা কে? **[ক্যারোলাস লিনিয়াস]**

৪১. আলোক বিশ্লেষণ কাকে বলে? **[সূর্যালোকের উপস্থিতিতে যে প্রক্রিয়ায় সক্রিয় ক্লোরোফিল জলকে হাইড্রোজেন এবং হাইড্রক্সিল আয়নে বিশ্লিষ্ট করে, তাকে আলোক বিশ্লেষণ বলে]**

৪২. পরিব্যক্তি বা মিউটেশন কাকে বলে? **[জীবকোষের প্রোটোপ্লাজমের রাসায়নিক সংগঠনের আকস্মিক পরিবর্তন ঘটিয়ে নতুন কোন প্রজাতির সৃষ্টিকে পরিব্যক্তি বা মিউটেশন বলে]**

৪৩. প্রজাতি বা স্পিসিস বলতে কি বুঝি? **[অন্যান্য জীব থেকে জননগতভাবে আলাদা ও জীবতত্ত্ব অনুসারে স্বতন্ত্র, এমন কতকগুলি জীবের সমাহারকে প্রজাতি বা স্পিসিস বলে]**

৪৪. জীব বিবর্তন বলতে কি বোঝায়? **[যে ধীর, গতিশীল প্রক্রিয়ায় পূর্বপুরুষ থেকে নতুন জীবের উদ্ভব হয়, তাকে জীব বিবর্তন বলে। যেমন, মাছ থেকে উভচর প্রাণীর উদ্ভব]**

Scanned with CamScanner

৪৫. ব্যাকটিরিয়া কাকে বলে? [আণুবীক্ষণীক, আদি নিউক্লিয়াসযুক্ত, কোষপ্রাচীর বিশিষ্ট, এককোষী সরল প্রকৃতির জীবকে ব্যাকটিরিয়া বলে। ব্যাকটিরিয়া উপকারী এবং অপকারী দু'ধরনের হতে পারে]

৪৬. পরজীবী বলতে কি বোঝায়? [যে খাদক পোষকের দেহ থেকে পুষ্টিরস গ্রহণ করে জীবন ধারণ করে এবং পোষকের ক্ষতি করে, সেই খাদককে পরজীবী বলে। যেমন, কৃমি]

৪৭. ভেক্টর কাকে বলে? [যে সমস্ত বাহক পরজীবী বা রোগজীবাণু বহন করে ও এক পোষক থেকে অন্য পোষকে রোগ বিস্তার করে, তাকে ভেক্টর বলে। যেমন, মশা হল ম্যালেরিয়া, ফাইলেরিয়া প্রভৃতি রোগের ভেক্টর]

৪৮. বাষ্পমোচন কাকে বলে? [যে জৈব প্রক্রিয়ায় সজীব কোশ জলীয় বাষ্পকে পরিবেশে মুক্ত করে তাকে বাষ্পমোচন বলে]

৪৯. বাষ্পীভবন কাকে বলে? [যে ভৌত প্রক্রিয়ায় জল বাষ্পে পরিণত হয়, তাকে বাষ্পীভবন বলে]

৫০. পেস্ট কাকে বলে? [যে সমস্ত ক্ষতিকারক জীব প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে মানুষের ক্ষতি করে, বিশেষভাবে গৃহপালিত জীবজন্তু ও অর্থনৈতিক ভাবে গুরুত্বপূর্ণ উদ্ভিদের ক্ষতি করে, তাদের পেস্ট বলে। যেমন, প্রোটোজোয়া, ব্যাকটিরিয়া, ছত্রাক, কীটপতঙ্গ ইত্যাদি]

৫১. সামাজিক পতঙ্গ কাকে বলে? [যে সব পতঙ্গ দলবদ্ধভাবে ও সুশৃঙ্খলভাবে নিজেদের উপনিবেশ তৈরি করে বসবাস করে, তাদের সামাজিক পতঙ্গ বলে। যেমন, পিঁপড়ে, উইপোকা, মৌমাছি ইত্যাদি]

৫২. ভাইরাস কাকে বলে? [ভাইরাস জীব ও জড়ের মধ্যে একধরনের বস্তু। ভাইরাসকে ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহয্যে দেখা যায়। এটি নিউক্লিওপ্রোটিন দ্বারা গঠিত, রোগসৃষ্টিকারী, অকোশীয় বস্তু]

৫৩. পুষ্টি কাকে বলে? [যে বিপাকীয় প্রক্রিয়ার সাহায্যে জীবদেহে অর্জিত শক্তি ও পদার্থ ঐ জীবদেহের সুষ্ঠু বৃদ্ধি ও বিকাশ ঘটায়, তাকে পুষ্টি বলে]

৫৪. বেন্‌থস কাকে বলে [যে সামুদ্রিক জীবগোষ্ঠী জোয়ার-ভাটার অন্তর্বর্তী অঞ্চলে মোটামুটি স্থিরভাবে বসবাস করে তাদের বেন্‌থস বলে। যেমন, কাঁকড়া, সি অ্যানিমোন ইত্যাদি]

৫৫. নেক্‌টন কাকে বলে? [মাছ, কচ্ছপ, তিমি প্রভৃতি বড় এবং সাঁতারু জলজ প্রাণীদের নেক্‌টন বলে।]

৫৬. ইকোলজি কথাটি কোন্ কোন্ গ্রিক শব্দ থেকে এসেছে? তাদের অর্থ কি? [ইকোলজি কথাটি দুটি গ্রিক শব্দ থেকে এসেছে। শব্দ দুটি হল যথাক্রমে "OIKOS" (অর্থাৎ বাড়ি বা গৃহ বা বাসস্থান। ইংরেজিতে home এবং "logos" অর্থাৎ জ্ঞান বা knowledge)]

৫৭. জলে বা জলভাগে খাদ্য-খাদক খাদ্যশৃঙ্খলের উদাহরণ দাও। [ফাইটোপ্ল্যাংটন ⟶ জুপ্ল্যাংটন ⟶ ছোট মাছ ⟶ বড় মাছ]

৫৮. সাইটোলজি কাকে বলে? [জীববিজ্ঞানের যে শাখায় কোশের আকৃতি ও কার্যকারিতা সম্বন্ধে জানা যায় তাকে সাইটোলজি বা কোশবিদ্যা বলে]

৫৯. কলা বা টিসু কাকে বলে? [যে সমস্ত কোশের উৎপত্তি ও কাজ মূলত একইরকম ও গঠন-প্রণালী অভিন্ন, সেইরকম কোশসমষ্টিকে কলা বা টিসু বলে]

★ সঠিক উত্তরটি নির্বাচন কর (প্রতিটির মান ২) ★

১. একটি স্থানের পরিবেশ, ঐ পরিবেশে বসবাসকারী জীবগোষ্ঠী, এবং ঐ জীবগোষ্ঠী ও পরিবেশের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্কের ফলে উদ্ভূত অবস্থাকে এক কথায় বলা হয়— বাস্তুতন্ত্র / উৎপাদক / বিয়োজক / পরজীবীতা [উঃ বাস্তুতন্ত্র]

২. পুষ্টিস্তর অনুসারে মানুষের শ্রেণী— উৎপাদক / শাকাশী / মাংসাশী / সর্বভুক [উঃ সর্বভুক]

৩. স্বাভাবিক বিয়োজক-এর উদাহরণ— ব্যাকটিরিয়া ও ছত্রাক / শৈবাল / ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র প্রাণী / মাটি [উঃ ব্যাকটিরিয়া ও ছত্রাক]

৪. পৃথিবীতে জীবের বাসযোগ্য অঞ্চলগুলিকে এক কথায় বলা হয়— বসবাসক্ষেত্র / জীবমন্ডল / বাস্তুতন্ত্র / প্রাণিজগৎ [উঃ জীবমন্ডল]

৫. একটি নির্দিষ্ট প্রজাতির বাস্তুসংস্থান সম্পর্কিত আলোচনা— অট্‌ইকোলজি / সিন্‌ইকোলজি / বায়োস্ফিয়ার / বায়োম [উঃ অট্‌ইকোলজি]

৬. একটি নির্দিষ্ট অঞ্চলের জীবসম্প্রদায়ের বাস্তুসংস্থান-সম্পর্কিত আলোচনা— অট্‌ইকোলজি / সিন্‌ইকোলজি / বায়োস্ফিয়ার / বায়োম [উঃ সিন্‌ইকোলজি]

৭. যে পরিবেশে এক বা একাধিক জীবপ্রজাতি প্রাকৃতিক, রাসায়নিক ও আপেক্ষিক অবস্থার মধ্যে সুস্থভাবে পারস্পরিক দেওয়া-নেওয়ার ভিত্তিতে বেঁচে থাকে, তাকে বলে— প্রাকৃতিক বাসভূমি বা হ্যাবিট্যাট / বায়োস্ফিয়ার / বায়োম / বায়োমাস [উঃ প্রাকৃতিক বাসভূমি বা হ্যাবিট্যাট]

৮. বাস্তুতন্ত্রের বিভিন্ন স্তরে শক্তির প্রবাহ— বায়োএনার্জিটিক্‌স / এনার্জিবায়োটিক্‌স / বায়োএনার্জিস / ইকোবায়োএনার্জিটিক্‌স [উঃ বায়োএনার্জিটিক্‌স]

৯. বাস্তুতন্ত্রে উদ্ভিদগোষ্ঠী সংক্রান্ত আলোচনা— ফেনোলজি / ইকোবায়োলজি / ফনেটিক্‌স / বটানি [উঃ ফেনোলজি]

১০. ইকোলজিক্যাল পিরামিড প্রথম প্রবর্তন করেন— ট্যান্‌সলে / এলটন / ডারউইন / হেকেল [উঃ এলটন]

১১. জীবভরের একক— ক্যালোরি / কিলোগ্রাম / পাউন্ড / আউন্স [উঃ ক্যালোরি]

১২. বাস্তুতন্ত্রে শক্তিপ্রবাহের একক— কিলোক্যালরি / কিলোওয়াট / কিলোভোল্ট / অ্যামপিয়ার [উঃ কিলোক্যালরি]

১৩. এলটোনিয়ান পিরামিড হল— শক্তির পিরামিড / সংখ্যার পিরামিড / ইজিপ্টের পিরামিড / জীবভরের পিরামিড [উঃ জীবভরের পিরামিড]

১৪. স্ট্যান্ডিং ক্রপ বলতে বোঝায়— সমস্ত উৎপাদক / সমস্ত উদ্ভিদ / সমস্ত খাদক / বিভিন্ন খাদ্যস্তরের সমস্ত জীব [উঃ বিভিন্ন খাদ্যস্তরের সমস্ত জীব]

১৫. বাদাবনের বাস্তুতন্ত্রের একটি প্রাণী— বাঘ / সিংহ / জিরাফ / চমরি গাই [উঃ বাঘ]

১৬. খাদ্যশৃঙ্খলের মাধ্যমে দূষণকারী বস্তুর বিস্তারকে বলা হয়— খাদ্য বিস্তার / দূষক বিস্তার / জৈব বিস্তার / জৈবাজৈব বিস্তার [উঃ জৈব বিস্তার]

১৭. পৃথিবীর স্থায়ী বৃহত্তম বাস্তুতন্ত্র— এশিয়ার বাস্তুতন্ত্র / স্থলভাগের বাস্তুতন্ত্র / সমুদ্রের বাস্তুতন্ত্র / উত্তর ও দক্ষিণ আমেরিকার মিলিত বাস্তুতন্ত্র [উঃ সমুদ্রের বাস্তুতন্ত্র]

Scanned with CamScanner

১৮. যে বাস্তুতন্ত্রে জীবভর বেশি— তুষার মেরু / উষ্ণ মরু / চারণভূমি / জঙ্গল [উঃ জঙ্গল]

১৯. আলোক শক্তির রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরের হার— মোট রাসায়নিক শক্তি উৎপাদন / মোট প্রাথমিক উৎপাদন / নিট প্রাথমিক শক্তি উৎপাদন / মোট প্রাথমিক রাসায়নিক শক্তি উৎপাদন [উঃ মোট প্রাথমিক উৎপাদন]

২০. সূর্য থেকে আসা এক-একক শক্তির যতটা সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় উৎপাদক স্তরে আবদ্ধ হয় ০.১% / ০.০১% / ০.০০১% / ০.০০০১% [উঃ ০.১%]

২১. ডেট্রিটাস কনজ্যুমার বা কর্কর ভক্ষকের উদাহরণ— কাঁকড়া / নিমাটোড / পায়রা / মাছ. [উঃ নিমাটোড]

২২. খাদ্যশৃঙ্খলের যে স্তরে জীবের সংখ্যা সবচেয়ে বেশি— উৎপাদক / প্রাথমিক খাদক / গৌণ খাদক / কোনোটিই নয় [উঃ উৎপাদক]

২৩. খাদ্যশৃঙ্খলের সূচনা হয়— সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে / বনসৃজনের মাধ্যমে / সূর্যোদয়ের মাধ্যমে / কোনোটিই ঠিক নয় [উঃ সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে]

২৪. ফান্ডামেনটাল্‌স অব ইকোলজি বইটির লেখক— ওডাম / লিন্ডেম্যান / চ্যাপম্যান / হাচিনসন [উঃ ওডাম]

★ সঠিক উত্তরটি নির্বাচন কর (প্রতিটির মান ২) ★

১. পশ্চিমবঙ্গ গন্ডার সংরক্ষণ প্রকল্প— জলদাপাড়া / চাপড়ামারি / বেলাকোবা / মহানন্দা [উঃ জলদপাড়া]

২. জীববৈচিত্র্যের সুপারমার্কেট বা বড়বাজার হল— মাটিগাড়া বাজার / হাতিবাগান বাজার / জলাভূমি / তিস্তা বাজার [উঃ জলাভূমি]

৩. রামসার ক্ষেত্র বলতে বোঝায়— মরুভূমি / জলাভূমি / মালভূমি / সমভূমি [উঃ জলাভূমি]

৪. ন্যাশনাল ওয়েস্টল্যান্ড ডেভেলপমেন্ট বোর্ড গঠন করা হয়— ১৯৫৫ / ১৯৬৫ / ১৯৭৫ / ১৯৮৫ সালে [উঃ ১৯৮৫ সালে]

CHAPTER 14

ECOSYSTEM

14.1 Ecosystem–Structure and Function

14.2. Productivity

14.3 Decomposition

14.4 Energy Flow

14.5 Ecological Pyramids

14.6 Ecological Succession

14.7 Nutrient Cycling

14.8 Ecosystem Services

An ecosystem can be visualised as a functional unit of nature, where living organisms interact among themselves and also with the surrounding physical environment. Ecosystem varies greatly in size from a small pond to a large forest or a sea. Many ecologists regard the entire biosphere as a global ecosystem, as a composite of all local ecosystems on Earth. Since this system is too much big and complex to be studied at one time, it is convenient to divide it into two basic categories, namely the **terrestrial** and the **aquatic**. Forest, grassland and desert are some examples of terrestrial ecosystems; pond, lake, wetland, river and estuary are some examples of aquatic ecosystems. Crop fields and an aquarium may also be considered as man-made ecosystems.

We will first look at the structure of the ecosystem, in order to appreciate the input (productivity), transfer of energy (food chain/web, nutrient cycling) and the output (degradation and energy loss). We will also look at the relationships – cycles, chains, webs – that are created as a result of these energy flows within the system and their inter- relationship.

© NCERT not to be republished

Scanned with CamScanner

14.1 Ecosystem – Structure and Function

In chapter 13, you have looked at the various components of the environment- abiotic and biotic. You studied how the individual biotic and abiotic factors affected each other and their surrounding. Let us look at these components in a more integrated manner and see how the flow of energy takes place within these components of the ecosystem.

Interaction of biotic and abiotic components result in a physical structure that is characteristic for each type of ecosystem. Identification and enumeration of plant and animal species of an ecosystem gives its species composition. Vertical distribution of different species occupying different levels is called **stratification**. For example, trees occupy top vertical strata or layer of a forest, shrubs the second and herbs and grasses occupy the bottom layers.

The components of the ecosystem are seen to function as a unit when you consider the following aspects:

(i) Productivity;
(ii) Decomposition;
(iii) Energy flow; and
(iv) Nutrient cycling.

To understand the ethos of an aquatic ecosystem let us take a small pond as an example. This is fairly a self-sustainable unit and rather simple example that explain even the complex interactions that exist in an aquatic ecosystem. A pond is a shallow water body in which all the above mentioned four basic components of an ecosystem are well exhibited. The abiotic component is the water with all the dissolved inorganic and organic substances and the rich soil deposit at the bottom of the pond. The solar input, the cycle of temperature, day-length and other climatic conditions regulate the rate of function of the entire pond. The autotrophic components include the phytoplankton, some algae and the floating, submerged and marginal plants found at the edges. The consumers are represented by the zooplankton, the free swimming and bottom dwelling forms. The decomposers are the fungi, bacteria and flagellates especially abundant in the bottom of the pond. This system performs all the functions of any ecosystem and of the biosphere as a whole, i.e., conversion of inorganic into organic material with the help of the radiant energy of the sun by the autotrophs; consumption of the autotrophs by heterotrophs; decomposition and mineralisation of the dead matter to release them back for reuse by the autotrophs, these event are repeated over and over again. There is unidirectional movement of energy towards the higher trophic levels and its dissipation and loss as heat to the environment.

14.2. Productivity

A constant input of solar energy is the basic requirement for any ecosystem to function and sustain. **Primary production** is defined as the amount of

Scanned with CamScanner

biomass or organic matter produced per unit area over a time period by plants during photosynthesis. It is expressed in terms of weight (g^{-2}) or energy (kcal m^{-2}). The rate of biomass production is called **productivity**. It is expressed in terms of g^{-2} yr^{-1} or (kcal m^{-2}) yr^{-1} to compare the productivity of different ecosystems. It can be divided into gross primary productivity (GPP) and net primary productivity (NPP). **Gross primary productivity** of an ecosystem is the rate of production of organic matter during photosynthesis. A considerable amount of GPP is utilised by plants in respiration. Gross primary productivity minus respiration losses (R), is the **net primary productivity** (NPP).

$$GPP - R = NPP$$

Net primary productivity is the available biomass for the consumption to heterotrophs (herbiviores and decomposers). **Secondary productivity** is defined as the rate of formation of new organic matter by consumers.

Primary productivity depends on the plant species inhabiting a particular area. It also depends on a variety of environmental factors, availability of nutrients and photosynthetic capacity of plants. Therefore, it varies in different types of ecosystems. The annual net primary productivity of the whole biosphere is approximately 170 billion tons (dry weight) of organic matter. Of this, despite occupying about 70 per cent of the surface, the productivity of the oceans are only 55 billion tons. Rest of course, is on land. *Discuss the main reason for the low productivity of ocean with your teacher.*

14.3 Decomposition

You may have heard of the earthworm being referred to as the farmer's 'friend'. This is so because they help in the breakdown of complex organic matter as well as in loosening of the soil. Similarly, decomposers break down complex organic matter into inorganic substances like carbon dioxide, water and nutrients and the process is called **decomposition**. Dead plant remains such as leaves, bark, flowers and dead remains of animals, including fecal matter, constitute **detritus**, which is the raw material for decomposition. The important steps in the process of decomposition are fragmentation, leaching, catabolism, humification and mineralisation.

Detritivores (e.g., earthworm) break down detritus into smaller particles. This process is called **fragmentation.** By the process of **leaching,** water-soluble inorganic nutrients go down into the soil horizon and get precipitated as unavailable salts. Bacterial and fungal enzymes degrade detritus into simpler inorganic substances. This process is called as **catabolism**.

It is important to note that all the above steps in decomposition operate simultaneously on the detritus (Figure 14.1). Humification and mineralisation occur during decomposition in the soil. **Humification** leads

Scanned with CamScanner

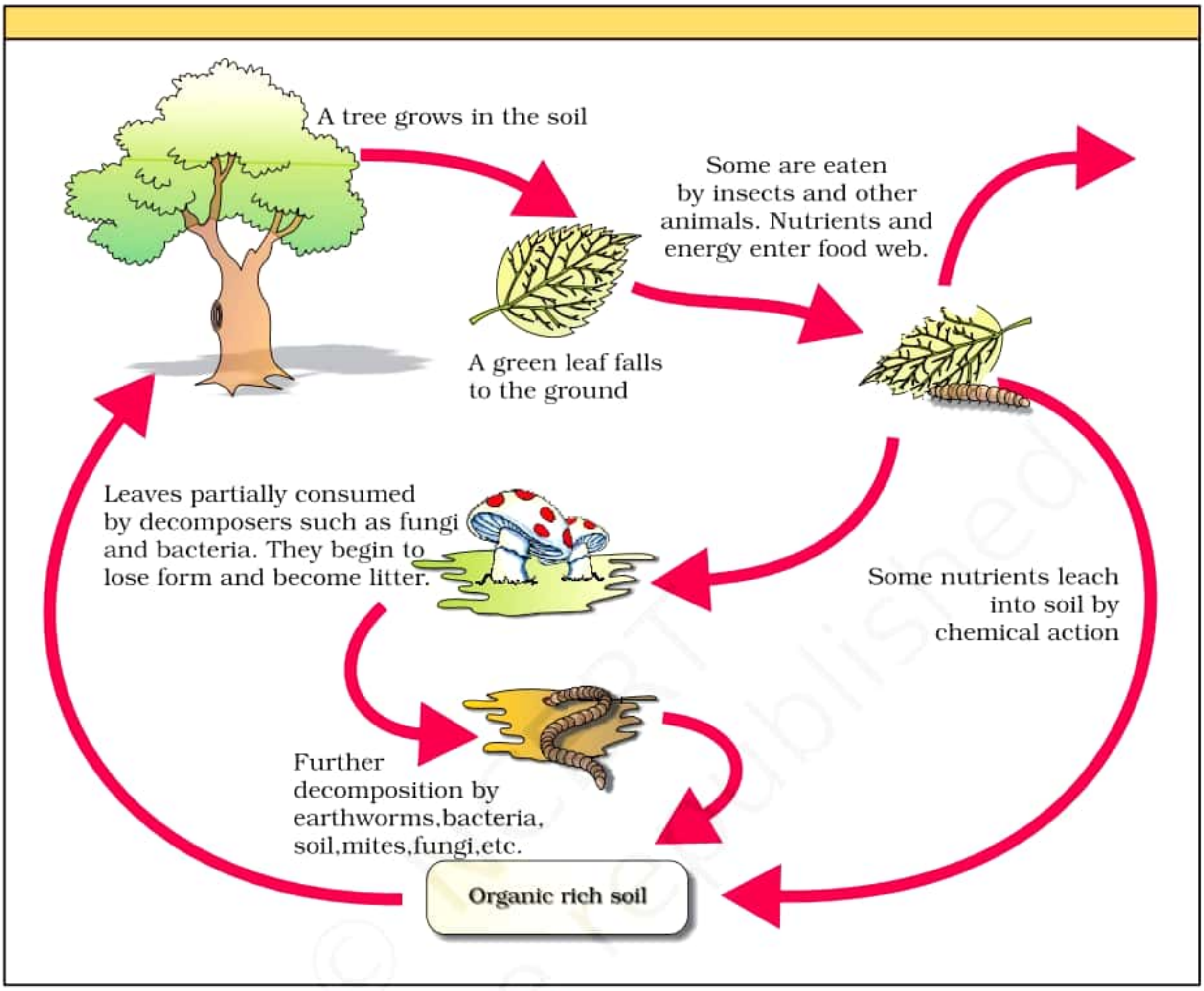


Figure 14.1 Diagrammatic representation of decomposition cycle in a terrestrial ecosystem

to accumulation of a dark coloured amorphous substance called **humus** that is highly resistant to microbial action and undergoes decomposition at an extremely slow rate. Being colloidal in nature it serves as a reservoir of nutrients. The humus is further degraded by some microbes and release of inorganic nutrients occur by the process known as **mineralisation**.

Decomposition is largely an oxygen-requiring process. The rate of decomposition is controlled by chemical composition of detritus and climatic factors. In a particular climatic condition, decomposition rate is slower if detritus is rich in lignin and chitin, and quicker, if detritus is rich in nitrogen and water-soluble substances like sugars. Temperature and soil moisture are the most important climatic factors that regulate decomposition through their effects on the activities of soil microbes. Warm and moist environment favour decomposition whereas low temperature and anaerobiosis inhibit decomposition resulting in build up of organic materials.

Scanned with CamScanner

14.4 Energy Flow

Except for the deep sea hydro-thermal ecosystem, sun is the only source of energy for all ecosystems on Earth. Of the incident solar radiation less than 50 per cent of it is **photosynthetically active radiation** (PAR). We know that plants and photosynthetic bacteria (autotrophs), fix suns' radiant energy to make food from simple inorganic materials. Plants capture only 2-10 per cent of the PAR and this small amount of energy sustains the entire living world. So, it is very important to know how the solar energy captured by plants flows through different organisms of an ecosystem. All organisms are dependent for their food on producers, either directly or indirectly. So you find unidirectional flow of energy from the sun to producers and then to consumers. *Is this in keeping with the first law of thermodynamics?*

Further, ecosystems are not exempt from the Second Law of thermodynamics. They need a constant supply of energy to synthesise the molecules they require, to counteract the universal tendency toward increasing disorderliness.

The green plant in the ecosystem-terminology are called **producers**. In a terrestrial ecosystem, major producers are herbaceous and woody plants. Likewise, primary producers in an aquatic ecosystem are various species like phytoplankton, algae and higher plants.

You have read about the food chains and webs that exist in nature. Starting from the plants (or producers) food chains or rather webs are formed such that an animal feeds on a plant or on another animal and in turn is food for another. The chain or web is formed because of this interdependency. No energy that is trapped into an organism remains in it for ever. The energy trapped by the producer, hence, is either passed on to a consumer or the organism dies. Death of organism is the beginning of the detritus food chain/web.

All animals depend on plants (directly or indirectly) for their food needs. They are hence called **consumers** and also heterotrophs. If they feed on the producers, the plants, they are called primary consumers, and if the animals eat other animals which in turn eat the plants (or their produce) they are called secondary consumers. Likewise, you could have tertiary consumers too. Obviously the primary consumers will be **herbivores**. Some common herbivores are insects, birds and mammals in terrestrial ecosystem and molluscs in aquatic ecosystem.

The consumers that feed on these herbivores are carnivores, or more correctly **primary carnivores** (though secondary consumers). Those animals that depend on the primary carnivores for food are labelled **secondary carnivores.** A simple grazing food chain (GFC) is depicted below:

Grass - - - - - → Goat - - - - - → Man - - - - - →
(Producer) (Primary Consumer) (Secondary consumer)

© NCERT not to be republished

Scanned with CamScanner

The **detritus food chain** (DFC) begins with dead organic matter. It is made up of **decomposers** which are heterotrophic organisms, mainly fungi and bacteria. They meet their energy and nutrient requirements by degrading dead organic matter or detritus. These are also known as **saprotrophs** (*sapro:* to decompose). Decomposers secrete digestive enzymes that breakdown dead and waste materials into simple, inorganic materials, which are subsequently absorbed by them.

In an aquatic ecosystem, GFC is the major conduit for energy flow. As against this, in a terrestrial ecosystem, a much larger fraction of energy flows through the detritus food chain than through the GFC. Detritus food chain may be connected with the grazing food chain at some levels: some of the organisms of DFC are prey to the GFC animals, and in a natural ecosystem, some animals like cockroaches, crows, etc., are omnivores. These natural interconnection of food chains make it a **food web**. *How would you classify human beings!*

Organisms occupy a place in the natural surroundings or in a community according to their feeding relationship with other organisms. Based on the source of their nutrition or food, organisms occupy a specific place in the food chain that is known as their **trophic level**. Producers belong to the first trophic level, herbivores (primary consumer) to the second and carnivores (secondary consumer) to the third (Figure 14.2).

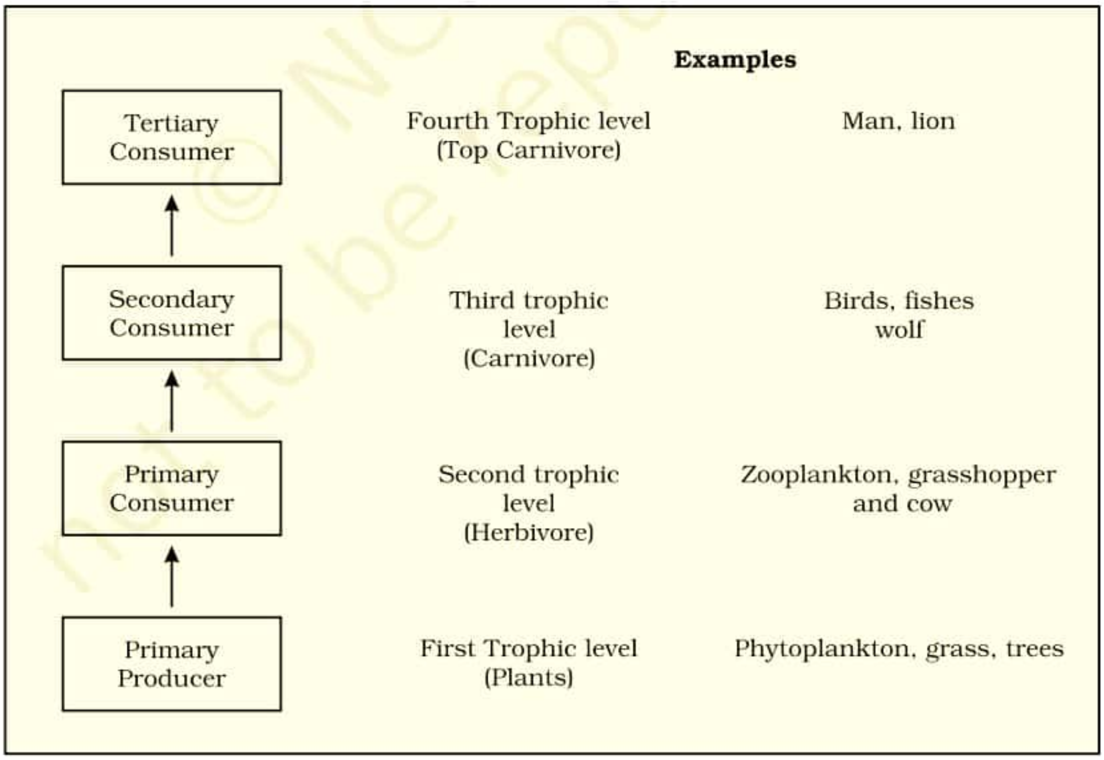


Figure 14.2 Diagrammatic representation of trophic levels in an ecosystem

Scanned with CamScanner

The important point to note is that the amount of energy decreases at successive trophic levels. When any organism dies it is converted to detritus or dead biomass that serves as an energy source for decomposers. Organisms at each trophic level depend on those at the lower trophic level for their energy demands.

Each trophic level has a certain mass of living material at a particular time called as the **standing crop**. The standing crop is measured as the mass of living organisms (**biomass**) or the number in a unit area. The biomass of a species is expressed in terms of fresh or dry weight. Measurement of biomass in terms of dry weight is more accurate. *Why?*

The number of trophic levels in the grazing food chain is restricted as the transfer of energy follows 10 per cent law – only 10 per cent of the energy is transferred to each trophic level from the lower trophic level. In nature, it is possible to have so many levels – producer, herbivore, primary carnivore, secondary carnivore in the grazing food chain (Figure 14.3) . *Do you think there is any such limitation in a detritus food chain?*

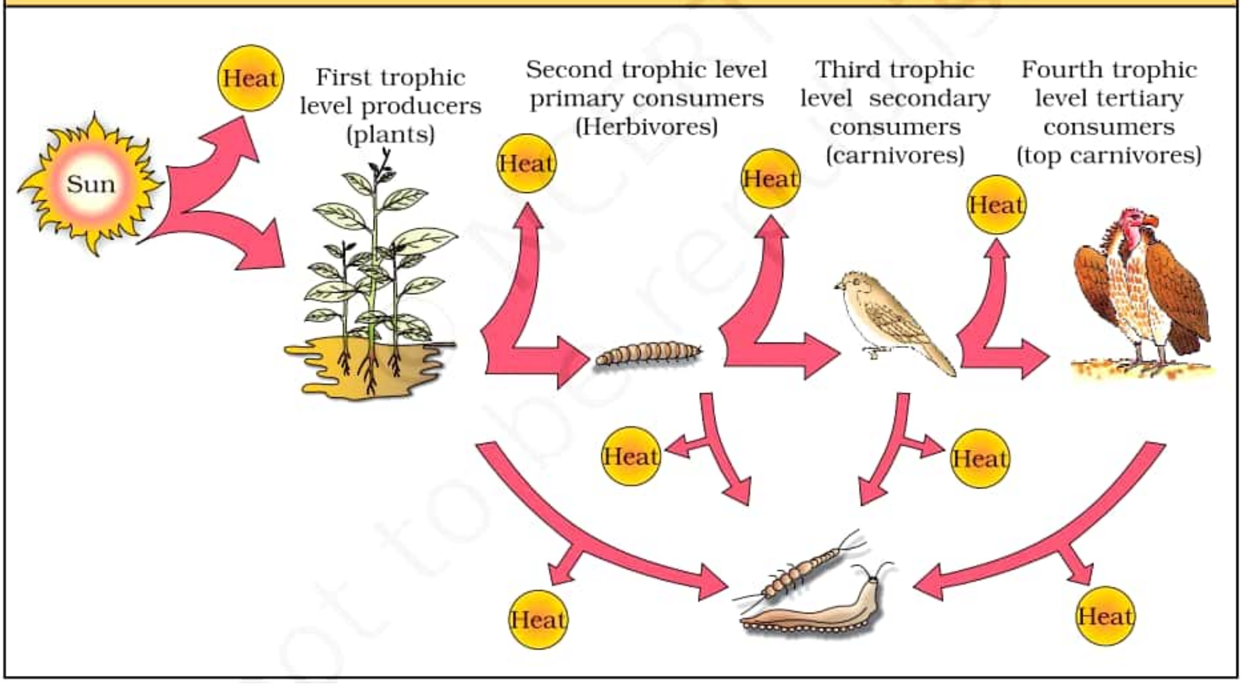


Figure 14.3 Energy flow through different trophic levels

14.5 Ecological Pyramids

You must be familiar with the shape of a pyramid. The base of a pyramid is broad and it narrows down at the apex. One gets a similar shape, whether you express the food or energy relationship between organisms

not to be republished
© NCERT

Scanned with CamScanner

at different trophic level. Thus, relationship is expressed in terms of number, biomass or energy. The base of each pyramid represents the producers or the first trophic level while the apex represents tertiary or top level consumer. The three ecological pyramids that are usually studied are (a) pyramid of number; (b) pyramid of biomass and (c) pyramid of energy. For detail (see Figure 14.4 a, b, c and d).

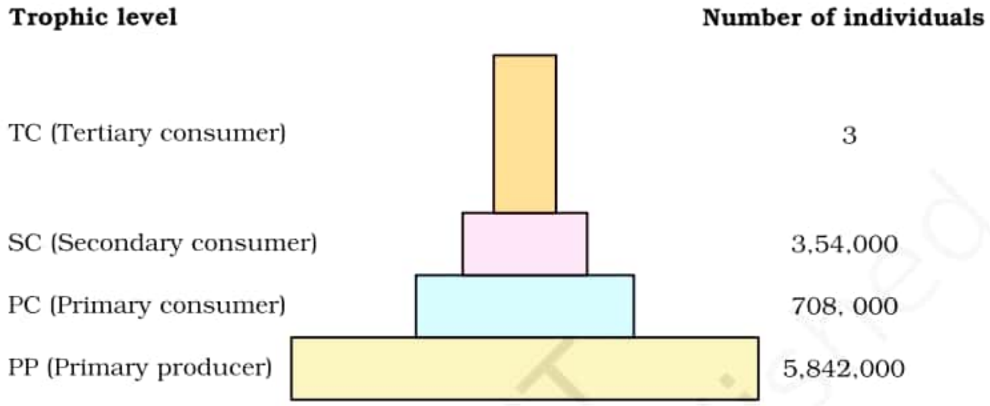


Figure 14.4 (a) Pyramid of numbers in a grassland ecosystem. Only three top-carnivores are supported in an ecosystem based on production of nearly 6 millions plants

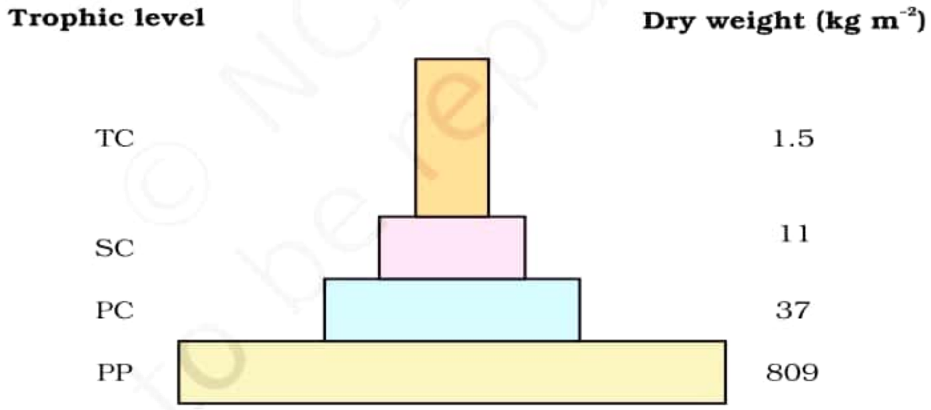


Figure 14.4 (b) Pyramid of biomass shows a sharp decrease in biomass at higher trophic levels

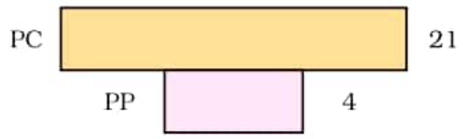


Figure 14.4 (c) Inverted pyramid of biomass-small standing crop of phytoplankton supports large standing crop of zooplankton

© NCERT not to be republished

Scanned with CamScanner

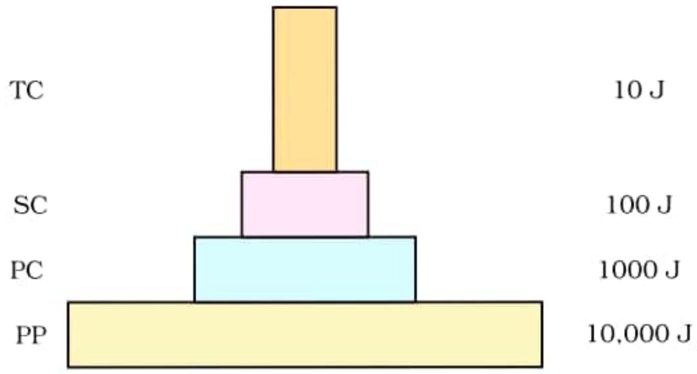


Figure 14.4 (d) An ideal pyramid of energy. Observe that primary producers convert only 1% of the energy in the sunlight available to them into NPP

Any calculations of energy content, biomass, or numbers has to include all organisms at that trophic level. No generalisations we make will be true if we take only a few individuals at any trophic level into account. Also a given organism may occupy more than one trophic level simultaneously. One must remember that the trophic level represents a functional level, not a species as such. A given species may occupy more than one trophic level in the same ecosystem at the same time; for example, a sparrow is a primary consumer when it eats seeds, fruits, peas, and a secondary consumer when it eats insects and worms. *Can you work out how many trophic levels human beings function at in a food chain?*

In most ecosystems, all the pyramids, of number, of energy and biomass are upright, i.e., producers are more in number and biomass than the herbivores, and herbivores are more in number and biomass than the carnivores. Also energy at a lower trophic level is always more than at a higher level.

There are exceptions to this generalisation: If you were to count the number of insects feeding on a big tree what kind of pyramid would you get? Now add an estimate of the number of small birds depending on the insects, as also the number of larger birds eating the smaller. Draw the shape you would get.

The pyramid of biomass in sea is also generally inverted because the biomass of fishes far exceeds that of phytoplankton. *Isn't that a paradox? How would you explain this?*

Pyramid of energy is always upright, can never be inverted, because when energy flows from a particular trophic level to the next trophic level, some energy is always lost as heat at each step. Each bar in the energy pyramid indicates the amount of energy present at each trophic level in a given time or annually per unit area.

Scanned with CamScanner

However, there are certain limitations of ecological pyramids such as it does not take into account the same species belonging to two or more trophic levels. It assumes a simple food chain, something that almost never exists in nature; it does not accommodate a food web. Moreover, saprophytes are not given any place in ecological pyramids even though they play a vital role in the ecosystem.

14.6 Ecological Succession

You have learnt in Chapter 13, the characteristics of population and community and also their response to environment and how such responses vary from an individual response. Let us examine another aspect of community response to environment over time.

An important characteristic of all communities is that their composition and structure constantly change in response to the changing environmental conditions. This change is orderly and sequential, parallel with the changes in the physical environment. These changes lead finally to a community that is in near equilibrium with the environment and that is called a **climax community**. The gradual and fairly predictable change in the species composition of a given area is called **ecological succession**. During succession some species colonise an area and their populations become more numerous, whereas populations of other species decline and even disappear.

The entire sequence of communities that successively change in a given area are called **sere(s)**. The individual transitional communities are termed seral stages or seral communities. In the successive seral stages there is a change in the diversity of species of organisms, increase in the number of species and organisms as well as an increase in the total biomass.

The present day communities in the world have come to be because of succession that has occurred over millions of years since life started on earth. Actually succession and evolution would have been parallel processes at that time.

Succession is hence a process that starts where no living organisms are there – these could be areas where no living organisms ever existed, say bare rock; or in areas that somehow, lost all the living organisms that existed there. The former is called primary succession, while the latter is termed secondary succession.

Examples of areas where primary succession occurs are newly cooled lava, bare rock, newly created pond or reservoir. The establishment of a new biotic community is generally slow. Before a biotic community of diverse organisms can become established, there must be soil. Depending mostly on the climate, it takes natural processes several hundred to several thousand years to produce fertile soil on bare rock.

Scanned with CamScanner

Secondary succession begins in areas where natural biotic communities have been destroyed such as in abandoned farm lands, burned or cut forests, lands that have been flooded. Since some soil or sediment is present, succession is faster than primary succession.

Description of ecological succession usually focuses on changes in vegetation. However, these vegetational changes in turn affect food and shelter for various types of animals. Thus, as succession proceeds, the numbers and types of animals and decomposers also change.

At any time during primary or secondary succession, natural or human induced disturbances (fire, deforestation, etc.), can convert a particular seral stage of succession to an earlier stage. Also such disturbances create new conditions that encourage some species and discourage or eliminate other species.

14.6.1 Succession of Plants

Based on the nature of the habitat – whether it is water (or very wet areas) or it is on very dry areas – succession of plants is called hydrarch or xerarch, respectively. **Hydrarch succession** takes place in wetter areas and the successional series progress from hydric to the mesic conditions. As against this, **xerarch succession** takes place in dry areas and the series progress from xeric to mesic conditions. Hence, both hydrarch and xerarch successions lead to medium water conditions (mesic) – neither too dry (xeric) nor too wet (hydric).

The species that invade a bare area are called **pioneer species**. In primary succession on rocks these are usually lichens which are able to secrete acids to dissolve rock, helping in weathering and soil formation. These later pave way to some very small plants like bryophytes, which are able to take hold in the small amount of soil. They are, with time, succeeded by bigger plants, and after several more stages, ultimately a stable climax forest community is formed. The climax community remains stable as long as the environment remains unchanged. With time the xerophytic habitat gets converted into a mesophytic one.

In primary succession in water, the pioneers are the small phytoplanktons, they are replaced with time by rooted-submerged plants, rooted-floating angiosperms followed by free-floating plants, then reed-swamp, marsh-meadow, scrub and finally the trees. The climax again would be a forest. With time the water body is converted into land (Figure 14.5).

In secondary succession the species that invade depend on the condition of the soil, availability of water, the environment as also the seeds or other propagules present. Since soil is already there, the rate of succession is much faster and hence, climax is also reached more quickly.

What is important to understand is that succession, particularly primary succession, is a very slow process, taking maybe thousands of

Scanned with CamScanner

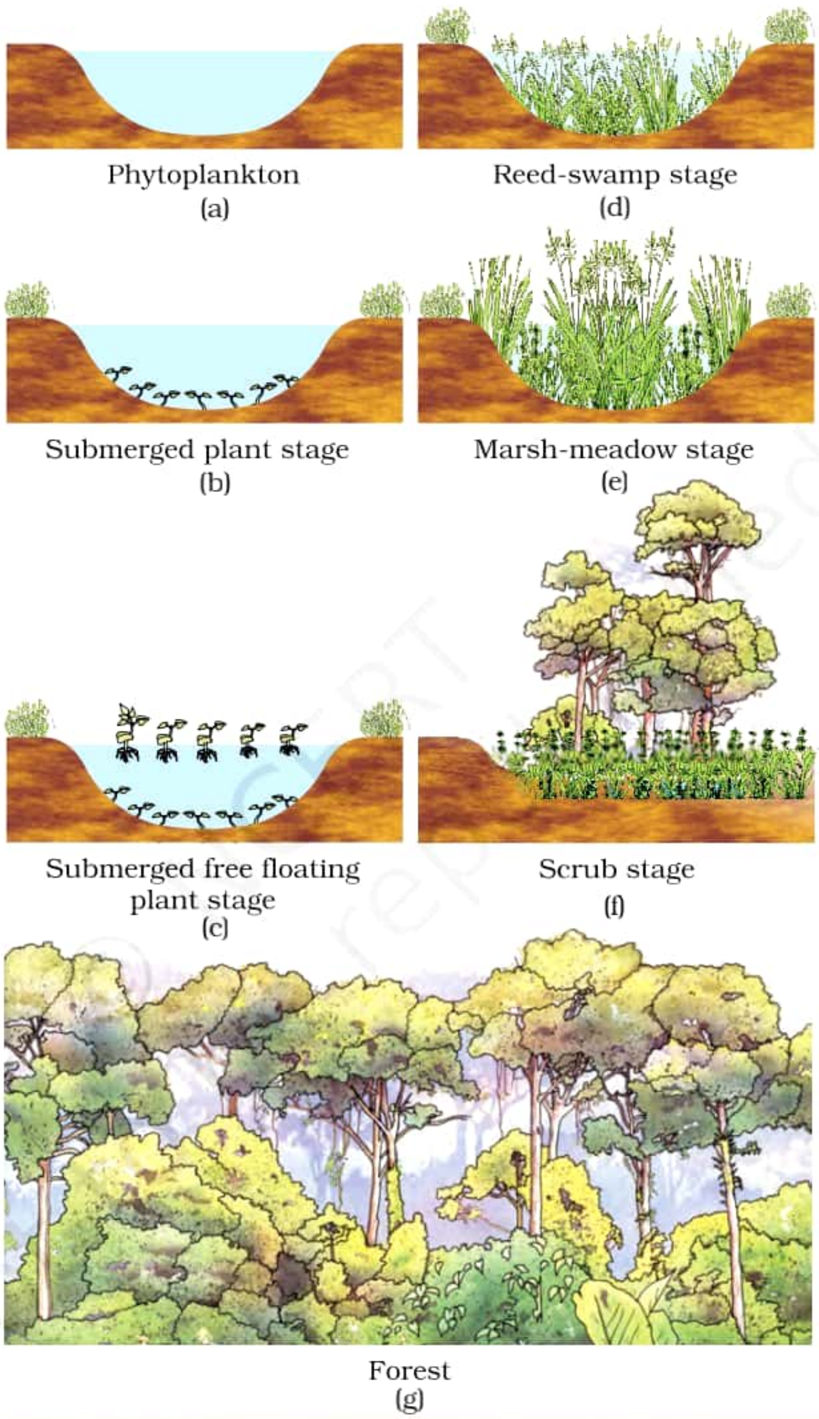


Figure 14.5 Diagrammatic representation of primary succession

years for the climax to be reached. Another important fact is to understand that all succession whether taking place in water or on land, proceeds to a similar climax community – the mesic.

Scanned with CamScanner

14.7 Nutrient Cycling

You have studied in Class XI that organisms need a constant supply of nutrients to grow, reproduce and regulate various body functions. The amount of nutrients, such as carbon, nitrogen, phosphorus, calcium, etc., present in the soil at any given time, is referred to as the **standing state**. It varies in different kinds of ecosystems and also on a seasonal basis.

What is important is to appreciate that nutrients which are never lost from the ecosystems, are recycled time and again indefinitely. The movement of nutrient elements through the various components of an ecosystem is called **nutrient cycling**. Another name of nutrient cycling is **biogeochemical** cycles (bio: living organism, geo: rocks, air, water). Nutrient cycles are of two types: (a) **gaseous** and (b) **sedimentary.** The

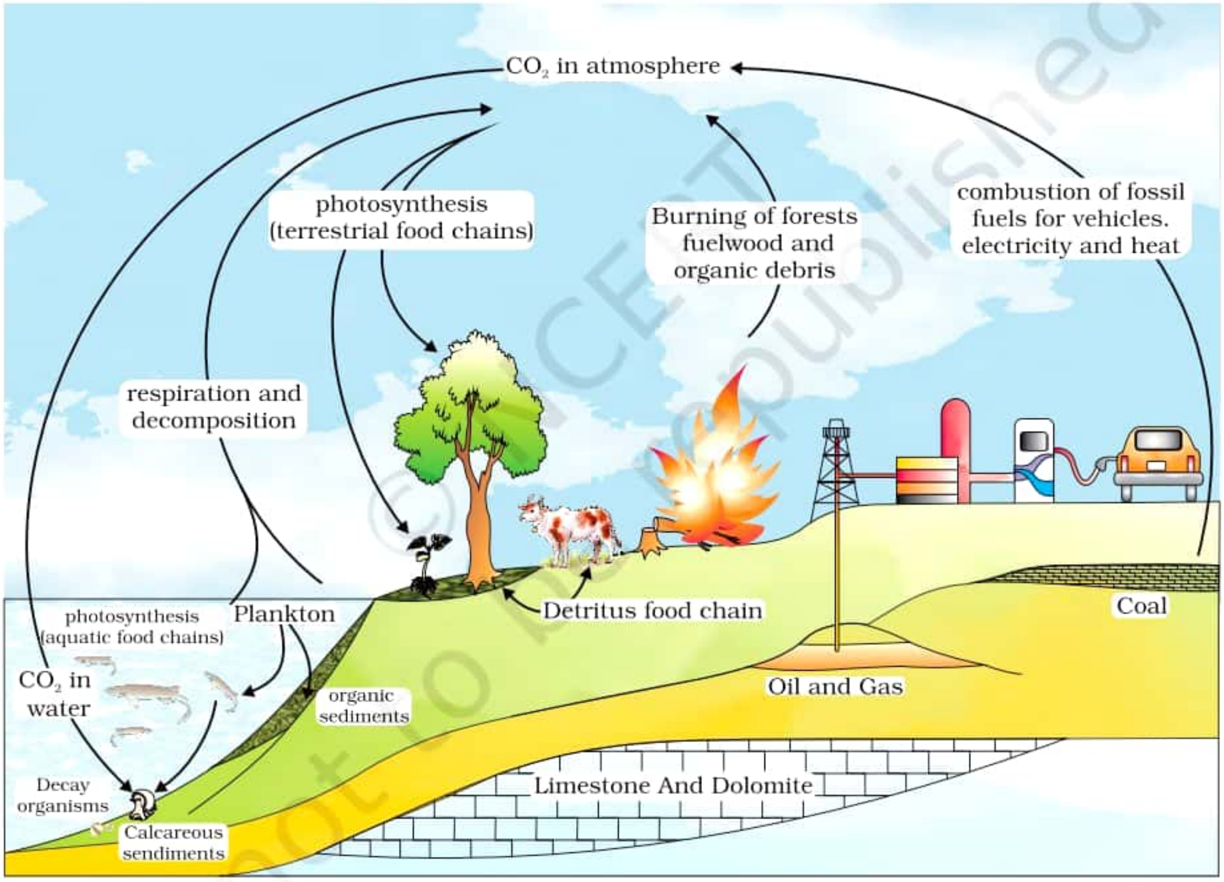


Figure 14.6 Simplified model of carbon cycle in the biosphere

reservoir for gaseous type of nutrient cycle (e.g., nitrogen, carbon cycle) exists in the atmosphere and for the sedimentary cycle (e.g., sulphur and phosphorus cycle), the reservoir is located in Earth's crust. Environmental factors, e.g., soil, moisture, pH, temperature, etc., regulate the rate of release of nutrients into the atmosphere. The function of the reservoir is

Scanned with CamScanner

to meet with the deficit which occurs due to imbalance in the rate of influx and efflux.

You have made a detailed study of nitrogen cycle in class XI. Here we discuss carbon and phosphorus cycles.

14.7.1 Ecosystem – Carbon Cycle

When you study the composition of living organisms, carbon constitutes 49 per cent of dry weight of organisms and is next only to water. If we look at the total quantity of global carbon, we find that 71 per cent carbon is found dissolved in oceans. This oceanic reservoir regulates the amount of carbon dioxide in the atmosphere (Figure 14.6). *Do you know that the atmosphere only contains about 1per cent of total global carbon?*

Fossil fuel also represent a reservoir of carbon. Carbon cycling occurs through atmosphere, ocean and through living and dead organisms. According to one estimate 4×10^{13} kg of carbon is fixed in the biosphere through photosynthesis annually. A considerable amount of carbon returns to the atmosphere as CO_2 through respiratory activities of the producers and consumers. Decomposers also contribute substantially to CO_2 pool by their processing of waste materials and dead organic matter of land or oceans. Some amount of the fixed carbon is lost to sediments and removed from circulation. Burning of wood, forest fire and combustion of organic matter, fossil fuel, volcanic activity are additional sources for releasing CO_2 in the atmosphere.

Human activities have significantly influenced the carbon cycle. Rapid deforestation and massive burning of fossil fuel for energy and transport have significantly increased the rate of release of carbon dioxide into the atmosphere (see greenhouse effect in Chapter 16).

14.7.2 Ecosystem – Phosphorus Cycle

Phosphorus is a major constituent of biological membranes, nucleic acids and cellular energy transfer systems. Many animals also need large quantities of this element to make shells, bones and teeth. The natural reservoir of phosphorus is rock, which contains phosphorus in the form of phosphates. When rocks are weathered, minute amounts of these phosphates dissolve in soil solution and are absorbed by the roots of the plants (Figure 14.7). Herbivores and other animals obtain this element from plants. The waste products and the dead organisms are decomposed by phosphate-solubilising bacteria releasing phosphorus. Unlike carbon cycle, there is no respiratory release of phosphorus into atmosphere. *Can you differentiate between the carbon and the phosphorus cycle?*

The other two major and important differences between carbon and phosphorus cycle are firstly, atmospheric inputs of phosphorus through rainfall are much smaller than carbon inputs, and, secondly, gaseous

2015-16

Scanned with CamScanner

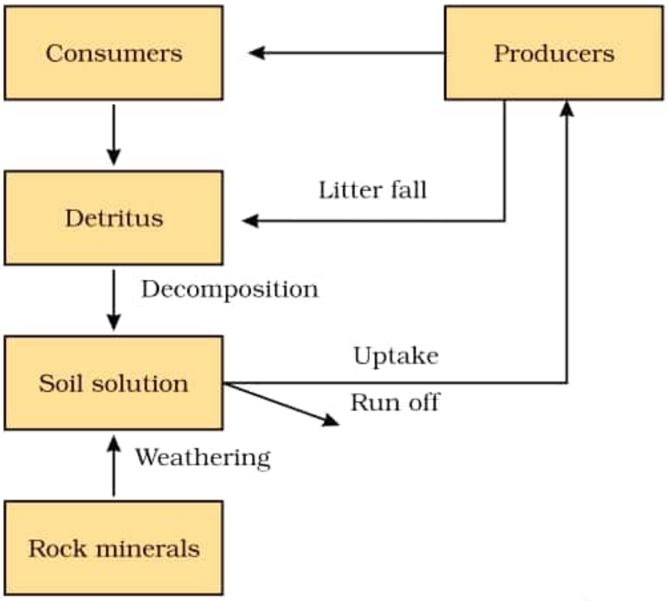


Figure 14.7 A simplified model of phosphorus cycling in a terrestrial ecosystem

exchanges of phosphorus between organism and environment are negligible.

14.8 Ecosystem Services

Healthy ecosystems are the base for a wide range of economic, environmental and aesthetic goods and services. The products of ecosystem processes are named as **ecosystem services**, for example, healthy forest ecosystems purify air and water, mitigate droughts and floods, cycle nutrients, generate fertile soils, provide wildlife habitat, maintain biodiversity, pollinate crops, provide storage site for carbon and also provide aesthetic, cultural and spiritual values. Though value of such services of biodiversity is difficult to determine, it seems reasonable to think that biodiversity should carry a hefty price tag.

Robert Constanza and his colleagues have very recently tried to put price tags on nature's life-support services. Researchers have put an average price tag of US $ 33 trillion a year on these fundamental ecosystems services, which are largely taken for granted because they are free. This is nearly twice the value of the global gross national product GNP which is (US $ 18 trillion).

Out of the total cost of various ecosystem services, the soil formation accounts for about 50 per cent, and contributions of other services like recreation and nutrient cycling, are less than 10 per cent each. The cost of climate regulation and habitat for wildlife are about 6 per cent each.

Scanned with CamScanner

SUMMARY

An ecosystem is a functional unit of nature and comprises abiotic and biotic components. Abiotic components are inorganic materials- air, water and soil, whereas biotic components are producers, consumers and decomposers. Each ecosystem has characteristic physical structure resulting from interaction amongst abiotic and biotic components. Species composition and stratification are the two main structural features of an ecosystem. Based on source of nutrition every organism occupies a place in an ecosystem.

Productivity, decomposition, energy flow, and nutrient cycling are the four important components of an ecosystem. Primary productivity is the rate of capture of solar energy or biomass production of the producers. It is divided into two types: gross primary productivity (GPP) and net primary productivity (NPP). Rate of capture of solar energy or total production of organic matter is called as GPP. NPP is the remaining biomass or the energy left after utilisation of producers. Secondary productivity is the rate of assimilation of food energy by the consumers. In decomposition, complex organic compounds of detritus are converted to carbon dioxide, water and inorganic nutrients by the decomposers. Decomposition involves three processes, namely fragmentation of detritus, leaching and catabolism.

Energy flow is unidirectional. First, plants capture solar energy and then, food is transferred from the producers to decomposers. Organisms of different trophic levels in nature are connected to each other for food or energy relationship forming a food chain. The storage and movement of nutrient elements through the various components of the ecosystem is called nutrient cycling; nutrients are repeatedly used through this process. Nutrient cycling is of two types—gaseous and sedimentary. Atmosphere or hydrosphere is the reservoir for the gaseous type of cycle (carbon), whereas Earth's crust is the reservoir for sedimentary type (phosphorus). Products of ecosystem processes are named as ecosystem services, e.g., purification of air and water by forests.

The biotic community is dynamic and undergoes changes with the passage of time. These changes are sequentially ordered and constitute ecological succession. Succession begins with invasion of a bare lifeless area by pioneers which later pave way for successors and ultimately a stable climax community is formed. The climax community remains stable as long as the environment remains unchanged.

EXERCISES

1. Fill in the blanks.
   (a) Plants are called as_________because they fix carbon dioxide.
   (b) In an ecosystem dominated by trees, the pyramid (of numbers) is_________type.
   (c) In aquatic ecosystems, the limiting factor for the productivity is_________.

Scanned with CamScanner

(d) Common detritivores in our ecosystem are________.

(e) The major reservoir of carbon on earth is________.

2. Which one of the following has the largest population in a food chain?
   (a) Producers
   (b) Primary consumers
   (c) Secondary consumers
   (d) Decomposers
3. The second trophic level in a lake is
   (a) Phytoplankton
   (b) Zooplankton
   (c) Benthos
   (d) Fishes
4. Secondary producers are
   (a) Herbivores
   (b) Producers
   (c) Carnivores
   (d) None of the above
5. What is the percentage of photosynthetically active radiation (PAR) in the incident solar radiation?
   (a) 100%
   (b) 50 %
   (c) 1-5%
   (d) 2-10%
6. Distinguish between
   (a) Grazing food chain and detritus food chain
   (b) Production and decomposition
   (c) Upright and inverted pyramid
   (d) Food chain and Food web
   (e) Litter and detritus
   (f) Primary and secondary productivity
7. Describe the components of an ecosystem.
8. Define ecological pyramids and describe with examples, pyramids of number and biomass.
9. What is primary productivity? Give brief description of factors that affect primary productivity.
10. Define decomposition and describe the processes and products of decomposition.
11. Give an account of energy flow in an ecosystem.
12. Write important features of a sedimentary cycle in an ecosystem.
13. Outline salient features of carbon cycling in an ecosystem.

© NCERT not to be republished

Scanned with CamScanner