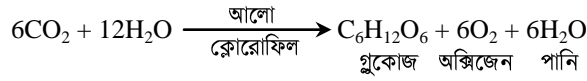


চতুর্থ অধ্যায়

জীবনীশক্তি

LECTURE SHEET

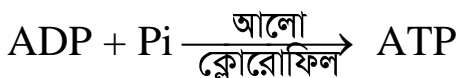
- সালোকসংশ্লেষণ : সালোকসংশ্লেষণকে ইংরেজিতে ফটোসিনথেসিস (Photosynthesis) বলা হয়। ফটোসিনথেসিস শব্দটি ‘ফোটোস’ (Photos) অর্থাৎ আলো এবং ‘সিনথেসিস (synthesis) অর্থাৎ সংশ্লেষ নিয়ে গঠিত। যে শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় সবুজ উদ্ভিদ সূর্যালোকের উপস্থিতিতে এবং ক্লোরোফিলের সাহায্যে পরিবেশ থেকে শোষিত পানি ও কার্বন ডাইঅক্সাইডের রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে সরল শর্করা (গ্লুকোজ) প্রস্তুত করে তাকে ফটোসিনথেসিস বা সালোকসংশ্লেষণ বলে। এটি একটি জটিল ও দীর্ঘ প্রক্রিয়া। সালোকসংশ্লেষণ একটি জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া যা নিম্নরূপ :



- সালোকসংশ্লেষণের উপজাত দ্রব্য হলো অক্সিজেন ও পানি।
- এটি একটি জারণ-বিজারণ প্রক্রিয়া।
- এ প্রক্রিয়ায় H_2O জারিত হয় এবং CO_2 বিজারিত হয়।
- ১৯০৫ সালে ইংরেজ শারীরতত্ত্ববিদ ব্ল্যাকম্যান (Blakman) সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াকে দুটি পর্যায়ে ভাগ করেন। যথা : আলোকনির্ভর পর্যায় ও আলোক নিরপেক্ষ বা অন্ধকার পর্যায়।

□ আলোকনির্ভর পর্যায় (Light dependent phase) :

- এ পর্যায়ে ATP ও $\text{NADPH} + \text{H}^+$ উৎপন্ন হয়।
- ক্লোরোফিল অণু আলোকরশ্মির ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP ও অজৈব ফসফেট ($\text{Pi} = \text{inorganic phosphate}$) থেকে ATP তৈরি করে। এ প্রক্রিয়াকে ফটোফসফোরাইলেশন বলে। এই বিক্রিয়াটি হলো :



সূর্যালোক অসংখ্য উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কণিকা বা ফোটন নিয়ে গঠিত। ফোটনে আবদ্ধ শক্তি হলো কোয়ান্টাম।

- সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানির ফটোলাইসিস ঘটে। এ বিক্রিয়াটি ক্লোরোপ্লাস্টে ঘটে।
- পানির ফটোলাইসিসে উৎপন্ন ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে $\text{NADPH} + \text{H}^+$ উৎপন্ন করে।
- ATP ও $\text{NADPH} + \text{H}^+$ কে আত্মীকরণ শক্তি বলে।

□ আলোক নিরপেক্ষ পর্যায় বা অন্ধকার পর্যায় (Light independent phase) :

■ আলোক পর্যায়ে উৎপন্ন ATP ও NADPH + H⁺ এর সহায়তায় CO₂ বিজারিত হয়ে কার্বোহাইড্রেট উৎপন্ন হয়।

■ এ পর্যায়ে CO₂ বিজারণের ৩টি গতিপথ শনাক্ত করা হয়েছে।

১. ক্যালভিন চক্র ২. হ্যাচ ও স্ল্যাকচক্র ও ৩. ক্রেসু লেসিয়ান এসিড বিপাক। এদের মধ্যে দুটি আলোচনা করা হলো :

□ C₃ গতিপথ বা ক্যালভিন চক্র :

■ এই চক্রের প্রথম স্থায়ী পদার্থ ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড।

■ এই চক্রে আবিষ্কারের জন্য বিজ্ঞানী ক্যালভিন ১৯৬১ সালে নোবেল পুরস্কার পান।

■ C₃ গতিপথ বিশিষ্ট উদ্ভিদকে C₃ উদ্ভিদ বলে।

□ C₄ গতিপথ বা হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র :

■ এই চক্রের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো ৪ কার্বনবিশিষ্ট অক্সালো এসিটিক এসিড।

■ C₄ গতিপথ বিশিষ্ট উদ্ভিদকে C₄ উদ্ভিদ বলে।

■ C₄ উদ্ভিদকে একই সাথে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র এবং ক্যালভিন চক্র পরিচালিত হতে দেখা যায়।

□ সালোকসংশ্লেষণের প্রভাবকসমূহ :

প্রভাবকগুলো হলো :

i) বাহ্যিক প্রভাবক : আলো, পানি, কার্বন ডাইঅক্সাইড, তাপমাত্রা, অক্সিজেন, খনিজ পদার্থ, রাসায়নিক পদার্থ।

ii) অভ্যন্তরীণ প্রভাবকসমূহ : ক্লোরোফিল, পাতার বয়স ও সংখ্যা, শর্করার পরিমাণ, পটাসিয়াম, এনজাইম।

□ শ্বসন : যে জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় কোষস্থ খাদ্য জারিত হয়ে (অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বা অনুপস্থিতিতে) খাদ্যস্থ শৈল্পিক শক্তি রাসায়নিক তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত ও মুক্ত হয় তাকে শ্বসন বলে।

শ্বসনের সামগ্রিক রাসায়নিক সমীকরণটি হলো :



গ্লুকোজ কার্বন ডাইঅক্সাইড পানি শক্তি

□ শ্বসন কোথায় এবং কখন হয় : জীবদেহের প্রতিটি সজীব কোষে শ্বসন দিনরাত ঘটে। শ্বসনের প্রথম পর্যায়ে কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে এবং দ্বিতীয় পর্যায় কোষের কোষ অঙ্গাণু মাইটোকন্ড্রিয়ায় ঘটে।

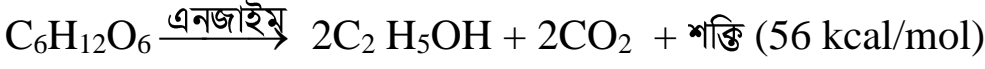
□ শ্বসন দুই প্রকার। একটি হলো সবাত শ্বসন যা অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ঘটে অপরটি অবাত শ্বসন বা অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে ঘটে।

■ সবাত শ্বসন চারটি এবং অবাত শ্বসন দুটি ধাপে সম্পন্ন হয়।

■ সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় চারটি পর্যায়ক্রমিক ধাপে এক অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে সর্বমোট ছয় অণু (CO₂), ছয় অণু পানি এবং ৩৮ টি ATP উৎপন্ন করে। বিক্রিয়াটি হলো :



অবাত শ্বসনের দুটি ধাপে গ্লুকোজ আংশিক জারিত হয়ে ইথাইল অ্যালকোহল ও CO₂ অথবা শুধু ল্যাকটিক এসিড উৎপন্ন করে।



গ্লুকোজ ইথাইল অ্যালকোহল

□ শ্বসনের গুরুত্ব :

- শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়।
- অ্যালকোহল, রুটি, দই, পনির ইত্যাদি অবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় তৈরি হয়।

□ শ্বসনের প্রভাবকসমূহ

বাহ্যিক প্রভাবক : বাহ্যিক প্রভাবকসমূহ হলো—

তাপমাত্রা, অক্সিজেন, পানি, আলো, কার্বন ডাইঅক্সাইড ইত্যাদি শ্বসনের বাহ্যিক প্রভাবক।

অভ্যন্তরীণ প্রভাবক : অভ্যন্তরীণ প্রভাবকসমূহ হলো—

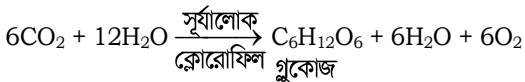
- খাদ্যদ্রব্যের পরিমাণ ও ধরন, উৎসেচক, কোষের বয়স, অজৈব লবণ, কোষমধ্যস্থ পানি ইত্যাদি শ্বসনের অভ্যন্তরীণ প্রভাবক।

□ সালোকসংশ্লেষণ এবং শ্বসন পরস্পরের ওপর নির্ভরশীল : সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO₂ গ্যাসের প্রয়োজন হয়। বায়ুমণ্ডলের কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাসের প্রধান উৎস জীবের শ্বসন প্রক্রিয়া। সুতরাং সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি CO₂ এর জন্য শ্বসনের ওপর নির্ভরশীল। শ্বসনের সময় জীবের প্রয়োজন খাদ্য এবং অক্সিজেন। জীবের খাদ্য এবং অক্সিজেনের প্রধান উৎস সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া। সুতরাং শ্বসন প্রক্রিয়াটি খাদ্য ও অক্সিজেনের জন্য সালোকসংশ্লেষণের ওপর নির্ভরশীল।

● ■ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১ ॥ সালোকসংশ্লেষণ কাকে বলে? বিক্রিয়ার মাধ্যমে দেখাও।

উত্তর : যে শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ তার ক্লোরোফিলযুক্ত কোষে সূর্যালোকের উপস্থিতিতে পরিবেশ থেকে গৃহীত পানি ও কার্বন ডাইঅক্সাইডের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সরল শর্করা (গ্লুকোজ) সংশ্লেষণ করে এবং উপজাত হিসেবে পানি ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে তাকে সালোকসংশ্লেষণ বলে।

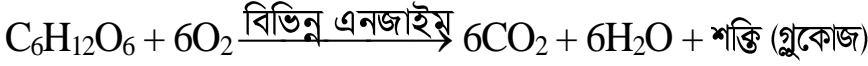


প্রশ্ন ২ ॥ সালোকসংশ্লেষণের কাঁচামাল কী কী?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণের কাঁচামালগুলো হলো : ১. পাতার ক্লোরোফিল, ২. আলো, ৩. পানি এবং ৪. কার্বন ডাইঅক্সাইড।

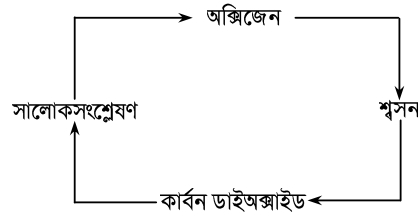
প্রশ্ন ৩ ॥ শ্বসন কাকে বলে? বিক্রিয়ার মাধ্যমে দেখাও।

উত্তর : যে জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় জীব কোষস্থ খাদ্যবস্তু অক্সিজেনের উপস্থিতিতে অথবা অনুপস্থিতিতে জারিত হয়ে খাদ্যস্থ শক্তি গতিশক্তি ও তাপশক্তিতে রূপান্তরিত ও মুক্ত হয় এবং কার্বন ডাইঅক্সাইড ও পানি উৎপন্ন হয় তাকে শ্বসন বলে।



প্রশ্ন ১৪ ৥ সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসনের মধ্যে সম্পর্ক কী?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া উৎপন্ন করে গ্লুকোজ এবং অক্সিজেন। আলোকশক্তিকে রূপান্তরিত করে গ্লুকোজের মধ্যে রাসায়নিক শক্তি হিসেবে আবদ্ধ করে। শ্বসন প্রক্রিয়া নির্গত অক্সিজেনকে গ্রহণ করে কোষস্থ গ্লুকোজের মধ্যে আবদ্ধশক্তিকে গতিশক্তিতে রূপান্তরিত করে এবং বায়ুমণ্ডলে কার্বন ডাইঅক্সাইড নির্গত করে। এভাবে সবুজ উদ্ভিদে দিনের বেলায় সূর্যালোকের উপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন ক্রিয়া এক সঙ্গে চলতে থাকে। সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসনের এই সম্পর্কের ফলে বায়ুমণ্ডলে O_2 এবং CO_2 এর ভারসাম্য রক্ষা হয়।



প্রশ্ন ১৫ ৥ অবাত ও সবাত শ্বসনের পার্থক্য লেখ।

উত্তর : অবাত ও সবাত শ্বসনের পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো :

অবাত শ্বসন	সবাত শ্বসন
১. অবাত শ্বসন মুক্ত অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে ঘটে।	১. সবাত শ্বসন মুক্ত অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ঘটে।
২. এ শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ হয়।	২. এ শ্বসনে গ্লুকোজের সম্পূর্ণ জারণ হয়।
৩. এরকম শ্বসনে শক্তির পরিমাণ অনেক কম। এ প্রক্রিয়ায় প্রতি অণু গ্লুকোজ দহনে মাত্র ৫০ kcal তাপশক্তি উৎপন্ন হয়।	৩. এরকম শ্বসনে শক্তির পরিমাণ অনেক বেশি। এ প্রক্রিয়ায় প্রতি অণু গ্লুকোজ দহনে ৬৮৬ kcal তাপশক্তি উৎপন্ন হয়।
৪. এ শ্বসন প্রক্রিয়ায় CO_2 , পানি এবং	৪. এ শ্বসন প্রক্রিয়ায় CO_2 এবং পানি

অবাত শ্বসন	সবাত শ্বসন
অক্সিজেনযুক্ত যৌগ উৎপন্ন হয়।	উৎপন্ন হয়। অন্য কোনো যৌগ উৎপন্ন হয় না।
৫. অবাত শ্বসন কেবলমাত্র কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে।	৫. শ্বসন কোষের সাইটোপ্লাজম এবং মাইটোকন্ড্রিয়াতে ঘটে।

● ■ রচনামূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১ ৥ জীবের সালোকসংশ্লেষণের উপর নির্ভরশীলতার কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : সমস্ত শক্তির উৎস হলো সূর্য। একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। আমরা খাদ্য হিসেবে ভাত, রুটি, ফলমূল, মাছ, মাংস, দুধ, ডিম ইত্যাদি যাই গ্রহণ করি না কেন, তার সবই প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে সবুজ উদ্ভিদ থেকে পেয়ে থাকি। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণীকুল সবুজ উদ্ভিদের ওপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ ও প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। পরিবেশের O_2 ও CO_2 -এর ভারসাম্য রক্ষায়, সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এক বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে।

এ পরিমাণের তারতম্য ঘটলে বায়ুমণ্ডল জীবজগতের জন্য ক্ষতিকর হয়ে উঠবে। আমরা জানি, সব জীবেই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন ক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল মাত্র শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমণ্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 -গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 বায়ুমণ্ডলে ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমণ্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। মানব সভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের ওপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অনু, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে ধ্বংস হবে মানব সভ্যতা, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ।

প্রশ্ন ২ ৥ শ্বসনের গুরুত্ব আলোচনা কর।

উত্তর : শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদে খনিজ লবণ পরিশোধনে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া থেকে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধিও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন ক্ষার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তা করার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। অবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে

ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশনের মাধ্যমে এ প্রক্রিয়ায় দই, পনির ইত্যাদি উৎপাদিত হয়। ইস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO₂ গ্যাস তৈরি হয়। CO₂ গ্যাস এর চাপে বুটি ফাঁপা হয়।

● ■ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ১ ১ ৥ গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়ায় কয় অণু NADH₂ উৎপন্ন হয়?

উত্তর : গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়ায় দুই অণু NADH₂ উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন ১ ২ ৥ ATP এর পূর্ণরূপ কী?

উত্তর : ATP এর পূর্ণরূপ হলো— Adenosine Triphosphate.

প্রশ্ন ১ ৩ ৥ পাতার কোন কলায় সালোকসংশ্লেষণ ঘটে?

উত্তর : পাতার মেসোফিল কলার ক্লোরোফিল যুক্ত কোষে সালোকসংশ্লেষণ সংঘটিত হয়।

প্রশ্ন ১ ৪ ৥ ক্যালভিন ও ব্যাশাম চক্র কাকে বলে?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায়ে বায়ুমণ্ডলের CO₂ গ্যাস পাতার কোষে প্রবেশ করে কোষে অবস্থিত ৫ কার্বন বিশিষ্ট রাইবুলোজ ১, ৫ ডাইফসফেটের সাথে যুক্ত হয়ে প্রথমে ফসফোগ্লিসারিক এসিড পরে ফসফোগ্লিসারালডিহাইডে পরিণত হয়। এরপর আবার রাইবুলোজ ডাইফসফেট উৎপন্ন করে। ঘটনাটি অন্ধকার দশায় চক্রাকারে ঘটে। এ চক্রটি অধ্যাপক ক্যালভিন ও ব্যাশাম আবিষ্কার করেছিলেন বলে এই চক্রটিকে ক্যালভিন ও ব্যাশাম চক্রও বলা হয়।

প্রশ্ন ১ ৫ ৥ সালোকসংশ্লেষণে অন্ধকার পর্যায়ের প্রথম স্থায়ী যৌগ কী?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণে প্রথম স্থায়ী জৈব যৌগ ও কার্বনবিশিষ্ট ফসফোগ্লিসারিক এসিড (PGA)।

প্রশ্ন ১ ৬ ৥ সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়ে উৎপন্ন যৌগগুলো কী কী?

উত্তর : আলোক পর্যায়ে উৎপন্ন যৌগগুলো— NADPH₂, ATP ও অক্সিজেন।

প্রশ্ন ১ ৭ ৥ আত্মীকরণ শক্তি কাকে বলে?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক পর্যায়ে আলোকশক্তি ও রাসায়নিক শক্তি হিসেবে সংগঠিত ATP ও NADPH₂ কে আত্মীকরণ শক্তি বলে।

প্রশ্ন ১ ৮ ৥ শ্বসন কোথায় সংঘটিত হয়?

উত্তর : প্রতিটি সজীব কোষে শ্বসন সংঘটিত হয়।

প্রশ্ন ১ ৯ ৥ গ্লাইকোলাইসিস কাকে বলে?

উত্তর : শ্বসনের যে পর্যায়ে কয়েক রকম উৎসেচকের প্রভাবে ১-অণু গ্লুকোজ কোষের সাইটোপ্লাজমে আংশিকভাবে জারিত হয়ে ২-অণু পাইরুভিক এসিড উৎপন্ন করে, তাকে গ্লাইকোলাইসিস বলে।

প্রশ্ন ১ ১০ ৥ গ্লাইকোলাইসিস কোথায় হয়?

উত্তর : গ্লাইকোলাইসিস কোষের সাইটোপ্লাজমে হয়।

প্রশ্ন ১ ১১ ৥ ক্রেবস চক্রে এক অণু গ্লুকোজ থেকে কত অণু ATP উৎপন্ন হয়?

উত্তর : ক্রেবস চক্রে এক অণু গ্লুকোজ থেকে ২৪ অণু ATP উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন ১২ ॥ গ্লাইকোলাইসিসে কত অণু ATP উৎপন্ন হয়?

উত্তর : গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়ায় মোট ১০ অণু ATP উৎপন্ন হয় এবং ২ অণু ব্যয় হয়। ফলে প্রকৃত লাভ হয় ৮ অণু ATP।

প্রশ্ন ১৩ ॥ এক অণু NADH₂ থেকে কত অণু ATP উৎপন্ন হয়?

উত্তর : এক অণু NADH₂ থেকে ৩ অণু ATP উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন ১৪ ॥ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার পার্শ্ব উৎপন্ন দ্রব্য কী?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার পার্শ্ব উৎপন্ন দ্রব্য হচ্ছে অক্সিজেন ও পানি।

প্রশ্ন ১৫ ॥ কোন অবস্থায় সালোকসংশ্লেষণ সম্পূর্ণ বন্ধ থাকে?

উত্তর : অক্সিজেনবিহীন পরিবেশে সালোকসংশ্লেষণ সম্পূর্ণ বন্ধ থাকে।

প্রশ্ন ১৬ ॥ ক্রেবস চক্র নামটি কার নাম অনুসারে হয়েছে?

উত্তর : ক্রেবস চক্র নামটি হয়েছে ইংরেজ প্রাণ রসায়নবিদ স্যার হ্যানস অ্যাডলফ ক্রেবস এর নামানুসারে।

প্রশ্ন ১৭ ॥ সালোকসংশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় উপাদানগুলো হলো— ক্লোরোফিল, আলো, পানি ও কার্বন ডাইঅক্সাইড।

প্রশ্ন ১৮ ॥ বায়ুমণ্ডলে CO₂ এর পরিমাণ কত?

উত্তর : বায়ুমণ্ডলে CO₂ এর পরিমাণ শতকরা ০.০৩ ভাগ।

প্রশ্ন ১৯ ॥ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় অবশেষে শক্তি কিসে আবদ্ধ হয়ে উদ্ভিদ দেহে সঞ্চিত হয়?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে গ্লুকোজে আবদ্ধ হয়ে উদ্ভিদের দেহে সঞ্চিত হয়।

● ■ অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ১ ॥ সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসনের চারটি পার্থক্য উল্লেখ কর।

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসনের চারটি পার্থক্য :

সালোকসংশ্লেষণ	শ্বসন
১.এ প্রক্রিয়া কেবলমাত্র ক্লোরোফিলযুক্ত সবুজ কোষে ঘটে।	১.এ প্রক্রিয়া সমস্ত সজীব কোষে ঘটে।
২.এ প্রক্রিয়া কেবল সূর্যালোকের উপস্থিতিতে দিনের বেলায় ঘটে।	২.এ প্রক্রিয়া দিবারাত্রি ঘটে।

৩. এর রাসায়নিক সমীকরণ : $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ সূর্যালোক ক্লোরোফিল $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ $+ 6\text{H}_2\text{O}$	৩. শ্বসনের রাসায়নিক সমীকরণ : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $+ \text{শক্তি}$
৪. সালোকসংশ্লেষণ কোষের অঙ্গাণু ক্লোরোপ্লাস্টের মধ্যে ঘটে।	৪. শ্বসন কোষের অঙ্গাণু মাইটোকন্ড্রিয়ার মধ্যে ঘটে।

প্রশ্ন ২ ২ ৥ গ্লাইকোলাইসিস ও ক্রেবস চক্রের মধ্যে পার্থক্যগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর :

গ্লাইকোলাইসিস	ক্রেবস্ চক্র
i) গ্লাইকোলাইসিস কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে।	i) ক্রেবস্ চক্র কোষের মাইটোকন্ড্রিয়াতে ঘটে।
ii) O_2 -এর উপস্থিতি বা অনুপস্থিতিতে এটি ঘটে।	ii) O_2 -এর উপস্থিতি ছাড়া এটি ঘটতে পারে না।
iii) এতে সামান্য পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়।	iii) এতে অধিক শক্তি নির্গত হয়।
iv) এটি অবাত ও সবাত শ্বসনের প্রথম ধাপ।	iv) এটি শুধু সবাত শ্বসনের দ্বিতীয় ধাপ।

প্রশ্ন ১৩ ৥ এক নজরে সবাত শ্বসনে ATP এর নিট উৎপাদনগুলো দেখাও ।

উত্তর : এক নজরে সবাত শ্বসনে নিট উৎপাদন—

সবাত শ্বসন পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	ব্যয়িত বস্তু	নিট উৎপাদন
গ্লাইকোলাইসিস	২ অণু পাইরুভিক এসিড ২ অণু NADH ₂ ৪ অণু ATP	২ অণু ATP	৬ অণু ATP
অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ ২ অণু CO ₂ ২ অণু NADH ₂	২ অণু পাইরুভিক এসিড	৬ অণু ATP
ক্রেবস্ চক্র	৪ অণু CO ₂ ৬ অণু NADH ₂ ২ অণু FADH ₂ ২ অণু GTP	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ	১৮ অণু ATP

প্রশ্ন ১৪ ৥ প্রাণী ও উদ্ভিদের শ্বসনের পার্থক্যগুলো উল্লেখ কর ।

উত্তর : প্রাণী ও উদ্ভিদের শ্বসনের পার্থক্য :

প্রাণীর শ্বসন	উদ্ভিদের শ্বসন
১. বেশিরভাগ প্রাণীর শ্বাস গ্রহণ ও শ্বাস ত্যাগের জন্য শ্বাসযন্ত্র থাকে ।	১. উদ্ভিদের কোনো নির্দিষ্ট শ্বাসযন্ত্র নেই ।
২. প্রাণীদের রক্ত ও নাসিকা শ্বাসবায়ু পরিবহন করে ।	২. উদ্ভিদের এরকম কোনো বাহক মাধ্যম নেই ।

৩. প্রাণীতে বহিঃ, অভঃ ও কোষীয় শ্বসন ঘটে।	৩. উদ্ভিদে কোষীয় শ্বসন ঘটে।	শুধু শ্বসন
---	------------------------------	------------

প্রশ্ন ৫ ৥ দিনের বেলায় সবুজ উদ্ভিদে শুধু সালোকসংশ্লেষণ ঘটে, শ্বসন ঘটে না- কথাটা কি সঠিক? উত্তরের সপক্ষে ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর : “দিনের বেলায় সবুজ উদ্ভিদে শুধু সালোকসংশ্লেষণ ঘটে শ্বসন ঘটে না” কথাটি সঠিক নয়। কারণ, প্রতিটি সজীব কোষে দিনরাত শ্বসন ক্রিয়া চলে এবং CO₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়।

দিনের বেলায় সবুজ উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন একই সঙ্গে সংঘটিত হয়। সালোকসংশ্লেষণে গ্লুকোজ উৎপন্ন হয় শ্বসনে নির্গত CO₂ ব্যবহার করে এবং শ্বসনে গ্লুকোজ জারিত হয় সালোকসংশ্লেষণে উৎপন্ন O₂ দ্বারা।

প্রশ্ন ৬ ৥ সবাত শ্বসনের পর্যায় দুটি কী কী এবং পর্যায়গুলো কোথায় ঘটে?

উত্তর : সবাত শ্বসনের বিক্রিয়াগুলো দুটি পর্যায়ে ঘটে-

একটিকে বলে গ্লাইকোলাইসিস অপরটিকে বলে ক্রেবস চক্র। গ্লাইকোলাইসিস কোষের সাইটোপ্লাজমে এবং ক্রেবস চক্র কোষের মাইটোকন্ড্রিয়ায় ঘটে।

প্রশ্ন ৭ ৥ পাতার যে কলায় সালোকসংশ্লেষণ ঘটে সংক্ষেপে তার গঠন ও ভূমিকার বর্ণনা দাও।

উত্তর : পাতার উপরের ত্বক ও নিচের ত্বকের মাঝখানে অবস্থান করে মেসোফিল টিস্যু। মেসোফিল টিস্যু স্পঞ্জি ও প্যালিসেড প্যারেনকাইমা নিয়ে গঠিত। প্যালিসেড প্যারেনকাইমা কোষে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে। ক্লোরোপ্লাস্টে গ্রানা ও স্ট্রোমা নামে দুটি অংশ থাকে। সালোকসংশ্লেষণের আলোক অধ্যায় গ্রানাতে ও অন্ধকার অধ্যায় স্ট্রোমাতে ঘটে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় পাতার মেসোফিল টিস্যুর গুরুত্ব সর্বাধিক। এ টিস্যুর ক্লোরোফিল-ই সূর্যালোক শোষণ করে। সালোকসংশ্লেষণের সময় পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইড পাতায় প্রবেশ করে এবং অক্সিজেন বের হয়ে যায়। মেসোফিল টিস্যুর স্পঞ্জি প্যারেনকাইমার কোষ অবকাশগুলো কার্বন ডাইঅক্সাইডকে সালোকসংশ্লেষণের স্থানে পৌঁছিয়ে দিয়ে সালোকসংশ্লেষণে উৎপন্ন অক্সিজেনকে বাইরে নির্গত করতে সাহায্য করে।

প্রশ্ন ৮ ৥ শ্বসন সমস্ত জীবের জন্য অপরিহার্য কেন?

উত্তর : শ্বসনে খাদ্যবস্তুর জারণ হয় এবং খাদ্যে আবদ্ধ সৌরশক্তি তথা শৈবিক শক্তি গতীয় শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। শ্বসনে উৎপন্ন কিছু শক্তি ATP-তে সঞ্চিত থাকে। এ শক্তির সাহায্যেই জীবদেহে চলন, গমন, বৃদ্ধি, জনন প্রভৃতি শারীরবৃত্তীয় ক্রিয়াগুলো সংঘটিত হয়। শক্তির বাকি অংশ তাপশক্তি, রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে প্রকাশ ঘটে। এ সমস্ত কারণে সমস্ত সজীব জীবের জন্য শ্বসন একটি অপরিহার্য প্রক্রিয়া।

প্রশ্ন ৯ ৥ প্রাণিদেহে গ্লাইকোজেন এবং উদ্ভিদেহে শর্করা সংশ্লেষকে শক্তি সঞ্চিত করার প্রক্রিয়া বলা যেতে পারে- ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর : উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে বিভিন্ন জটিল প্রক্রিয়ার মাধ্যমে গ্লুকোজে আবদ্ধ করে, যা খাদ্য হিসেবে প্রাণী গ্রহণ করে। অতিরিক্ত গ্লুকোজ প্রাণীর শরীরে গ্লাইকোজেন হিসেবে এবং উদ্ভিদ দেহে শর্করা হিসেবে সঞ্চিত থাকে। সুতরাং উদ্ভিদ ও প্রাণীর শক্তির উৎস হলো সালোকসংশ্লেষণ। এজন্য প্রাণিদেহে গ্লাইকোজেন এবং উদ্ভিদেহে শর্করা সংশ্লেষকে শক্তি সঞ্চিত করার প্রক্রিয়া বলা যেতে পারে।

প্রশ্ন ॥ ১০ ॥ সালোকসংশ্লেষণ পদ্ধতিতে ATP উৎপাদনকে ফটোফসফোরাইলেশন বলা হয় কেন?

উত্তর : সূর্যের আলো শোষণ করে উত্তেজিত ক্লোরোফিল অণু থেকে নির্গত উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন তার শক্তির সাহায্যে ADP ও Pi কে যুক্ত করে ATP উৎপন্ন করে। এজন্য সালোক সংশ্লেষণের আলোক বিক্রিয়ায় ATP উৎপাদন পদ্ধতিকে ফটোফসফোরাইলেশন বলে।

প্রশ্ন ॥ ১১ ॥ কৃত্রিম আলোকে সালোকসংশ্লেষণ ঘটবে কি? উত্তরের সপক্ষে ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণে ক্লোরোফিল কেবলমাত্র দ্রুত দৃশ্যমান আলোক বর্ণালির 800 nm থেকে 900 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোক শোষণ করে। ফলে এর বাইরের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোতে সালোকসংশ্লেষণ সম্ভব নয়। 800 nm থেকে 900 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোকে সালোকসংশ্লেষণের সক্রিয় অংশ সংঘটিত হয়। কৃত্রিম আলো যদি আলোক বর্ণালির 800 nm থেকে 900 nm এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট হয় তাহলে সে কৃত্রিম আলোতে সালোকসংশ্লেষণ ঘটবে।

প্রশ্ন ॥ ১২ ॥ আমরা কেন আম গাছকে C₃ উদ্ভিদ এবং ভুট্টা গাছকে C₄ উদ্ভিদ বলি?

উত্তর : আম গাছকে C₃ উদ্ভিদ বলে কারণ, এই গাছে সালোকসংশ্লেষণের CO₂ বিজারণে উৎপন্ন প্রথম স্থায়ী যৌগটি হলো 3-কার্বনযুক্ত ফসফোগ্লিসারিক এসিড (3PGA)। অপর দিকে ভুট্টা গাছকে C₄ উদ্ভিদ বলে কারণ, এই গাছে সালোকসংশ্লেষণ CO₂ বিজারণে উৎপন্ন প্রথম স্থায়ী যৌগটি হলো 4-কার্বনযুক্ত অক্সালো এসিটিক এসিড।

প্রশ্ন ॥ ১৩ ॥ C₃ উদ্ভিদ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার ক্যালভিন ও ব্যাশাম চক্রে বায়ুমণ্ডলের CO₂ ব্যবহার করে প্রথম স্থায়ী ৩ কার্বনবিশিষ্ট যৌগ উৎপন্ন হয়, যা থেকে পরবর্তীতে শর্করা তৈরি হয়। সালোকসংশ্লেষণে যে সমস্ত উদ্ভিদে প্রথম স্থায়ী পদার্থটি ৩ কার্বনবিশিষ্ট সে সমস্ত উদ্ভিদকে C₃ উদ্ভিদ বলা হয়।

প্রশ্ন ॥ ১৪ ॥ গ্লাইকোলাইসিসকে শ্বসনের প্রথম পর্যায় বলার কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : গ্লাইকোলাইসিস এর পুরো বিক্রিয়া কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে থাকে। প্রক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হওয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে না। তাই গ্লাইকোলাইসিসকে সবাত ও অবাত উভয় প্রকার শ্বসনেরই প্রথম পর্যায় বলা হয়।

প্রশ্ন ॥ ১৫ ॥ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলোর গুরুত্ব ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : খাদ্য প্রস্তুতকরণে যে শক্তির প্রয়োজন হয় তা সূর্যালোক হতে আসে। সূর্যালোক ক্লোরোফিল সৃষ্টিতে অংশগ্রহণ করে। এই সূর্যের আলোর প্রভাবেই পত্ররন্ধ্র উন্মুক্ত হয়। পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পারে এবং খাদ্য প্রস্তুতকরণে অংশগ্রহণ করে। একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত আলোর পরিমাণ বেড়ে গেলে সালোকসংশ্লেষণের পরিমাণও বেড়ে যায়।

অতএব, সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলোর গুরুত্ব অপরিসীম।

প্রশ্ন ॥ ১৬ ॥ হ্যাচ-স্ল্যাক ও ক্যালভিন চক্রের প্রধান পার্থক্যগুলো লেখ।

উত্তর : হ্যাচ-স্ল্যাক চক্র ও ক্যালভিন চক্রের প্রধান পার্থক্যগুলো নিম্নরূপ :

হ্যাচ-স্ল্যাক চক্র	কেলভিন চক্র
--------------------	-------------

i) অধিক আলোর প্রকরতায় হ্যাচ-স্ল্যাক চক্র চলতে পারে।	i) অধিক আলোর প্রখলতায় কেলভিন চক্র চলে না।
ii) প্রথম স্থায়ী পদার্থ ৪-কার্বন বিশিষ্ট অক্সালো অ্যাসিটিক এসিড।	ii) প্রথম স্থায়ী পদার্থ ৩-কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড।
iii) ফসফোইনল পাইরুভিক এসিড হলো CO ₂ এর প্রথম গ্রাহক।	iii) রাইবুলোজ ১, ৫-বিস ফসফেট হলো CO ₂ এর প্রথম গ্রাহক।

প্রশ্ন ১৭ ৥ পাতাকে শর্করা উৎপাদনের প্রাকৃতিক কারখানা বলা হয় কেন?

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণে শর্করা উৎপাদনের বেশির ভাগ প্রক্রিয়াই সবুজ পাতাতে ঘটে থাকে বলে পাতাকে শর্করা উৎপাদনের প্রাকৃতিক কারখানা বলা হয়।

সালোকসংশ্লেষণের জন্য প্রয়োজন পড়ে ক্লোরোফিলের। পাতায় ক্লোরোফিলের পরিমাণ খুব বেশি। তাই সূর্যালোকের উপস্থিতিতে সবুজ পাতা খাদ্য তৈরি করতে পারে। এক্ষেত্রে CO₂ এবং H₂O এর রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শর্করা (C₆H₁₂O₆) উৎপন্ন হয় এবং প্রক্রিয়াটি চলতে থাকে। তাই, পাতাকে শর্করা উৎপাদনের প্রাকৃতিক কারখানা বলা হয়।

প্রশ্ন ১৮ ৥ সবাত শ্বসনের কোন ধাপ কোথায় সংঘটিত হয় তা একটি ছকে উপস্থাপন কর।

উত্তর : সবাত শ্বসনের চারটি ধাপ রয়েছে। যথা—

ধাপ	সংঘটনের স্থান
i) গ্লাইকোলাইসিস	i) সাইটোপ্লাজম
ii) অ্যাসিটাইল কো-এ স্ফিট	ii) মাইটোকন্ড্রিয়া
iii) ক্রেবস চক্র	iii) মাইটোকন্ড্রিয়া
iv) ইলেকট্রন প্রবাহ তন্ত্র	iv) মাইটোকন্ড্রিয়া

প্রশ্ন ১৯ ৥ গ্লাইকোলাইসিস বলতে কী বোঝায়?

উত্তর : গ্লাইকোলাইসিস সবাত ও অবাত উভয় শ্বসনের প্রথম পর্যায়ে। এ পর্যায়ে কয়েক রকম উৎসেচকের প্রভাবে ১ অণু গ্লুকোজ কোষের সাইটোপ্লাজমে আংশিকভাবে জারিত হয়ে ২ অণু পাইরুভিক এসিড চার অণু ATP এবং দুই অণু NADPH + H⁺ উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন ২০ ॥ সালোকসংশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় প্রভাবক কী কী? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণের প্রয়োজনীয় প্রভাবগুলো কিছু বাহ্যিক ও কিছু অভ্যন্তরীণ।

i. বাহ্যিক প্রভাবকসমূহ : আলো, কার্বন ডাইঅক্সাইড, তাপমাত্রা, পানি, অক্সিজেন, খনিজ পদার্থ ও রাসায়নিক পদার্থ।

ii. অভ্যন্তরীণ প্রভাবকসমূহ : ক্লোরোফিল, পাতার বয়স ও সংখ্যা, শর্করার পরিমাণ, পটাসিয়াম ও এনজাইম।

প্রশ্ন ২১ ॥ উদ্ভিদে পরিবহন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর : উদ্ভিদে পরিবহন বলতে মাটি থেকে শোষিত পানি ও খনিজ লবণ এবং পাতায় প্রস্তুতকৃত খাদ্যের চলাচলকে বুঝায়।

জাইলেম ভেসেলের মাধ্যমে পানি ও খনিজ লবণ উদ্ভিদের পৌঁছায়। পাতায় পানি পৌঁছালে সেখানে খাদ্য প্রস্তুত হয়। প্রস্তুত খাদ্য উদ্ভিদের বিভিন্ন এলাকায় ফ্লোয়েম টিস্যু দ্বারা পরিবাহিত হয়। এভাবে উদ্ভিদের বিভিন্ন অজৈব পদার্থগুলো জাইলেম দ্বারা এবং বিভিন্ন জৈব যৌগগুলো ফ্লোয়েম দ্বারা পরিবাহিত হয়।

প্রশ্ন ২২ ॥ ফটোসিসফোরাইলেশন কী? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলোক শক্তি ব্যবহার করে ATP তৈরির প্রক্রিয়াকে ফটোসিসফোরাইলেশন বলা হয়। এ প্রক্রিয়ায় ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে এবং ইলেকট্রন NADP-কে বিজারিত করে NADPH+H⁺ উৎপন্ন করে।

প্রশ্ন ২৩ ॥ রাফেজ বলতে কী বোঝ?

উত্তর : শস্য দানার বহিরাবরণ, সবজি, ফলের খোসা, শাঁস, বীজ এবং উদ্ভিদের ডাটায় এক ধরনের আঁশ থাকে। এগুলোকে খাদ্য আঁশ বা রাফেজ বলে। এগুলো মূলত কোষ প্রাচীরের সেলুলোজ এবং লিগনিন। হাড় যেমন মানব দেহের কাঠামো গঠন করে, রাফেজ তেমনি উদ্ভিদের কাঠামো তৈরি করে। রাফেজ হজম হয় না। কিন্তু পানি শোষণ করে বৃহদন্ত্র থেকে মল নিষ্কাশনে সাহায্য করে। এটি ক্যান্সারের আশঙ্কা হ্রাস করে।

প্রশ্ন ২৪ ॥ প্রাণিজগতের সঙ্গে উদ্ভিদের সম্পর্ক কী?

উত্তর : প্রাণিজগতের সাথে উদ্ভিদজগতের সম্পর্ক অঙ্গাঙ্গিভাবে জড়িত। কারণ প্রাণীর শ্বাস-গ্রহণের প্রধান উপাদান O₂। যা উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় দেয়। প্রাণীকে খাদ্যের জন্য উদ্ভিদের ওপর সম্পূর্ণ নির্ভর করতে হয় কারণ উদ্ভিদ বাস্তুতন্ত্রের উৎপাদক।

