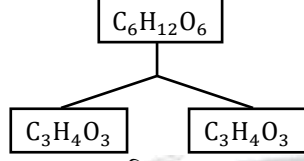


১. নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর-



চিত্র : P



চিত্র : S [ঢাকা বোর্ড-২০২৪]

- (ক) হৃদস্পন্দন কাকে বলে? ১
(খ) সঠিক জীবনধারা হৃদযন্ত্রকে সুস্থ রাখে- ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্ভীপকের 'S' উচ্চ ও নিম্নশ্রেণির সকল জীব সংঘটিত হয়- ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উল্লিখিত 'P' প্রক্রিয়াটি বাধাগ্রস্ত হলে 'S' এর ক্ষেত্রে জীবজগতে কী কী প্রভাব পড়বে? বিশ্লেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) হৃৎপিণ্ডের একবার সিস্টোল (সংকোচন) এবং ডায়াস্টোল (প্রসারণ) কে একত্রে হৃদস্পন্দন (Heart beat) বলে।
(খ) মানুষ পৃথিবীতে ভূমিষ্ঠ হওয়ার আগে থেকেই তার হৃৎপিণ্ড কাজ করা শুরু করে এবং মৃত্যুর পূর্ব মুহূর্ত পর্যন্ত নির্দিষ্ট গতিতে চলতে থাকে। মানুষের বাঁচা-মরায় হৃদযন্ত্রের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। হৃদযন্ত্রের সুস্থ রাখার জন্য সঠিক জীবনধারা এবং খাদ্য নির্বাচনের প্রয়োজন রয়েছে। নানা ধরনের তেল বা চর্বিজাতীয় খাদ্য হৃদযন্ত্রের কার্যক্রমকে ব্যাহত করে। রক্তের কোলেস্টেরল হৃৎপিণ্ডের রক্তনালিতে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করে হৃদযন্ত্রের ক্ষতি করে। তাই মেদ সৃষ্টিকারী খাদ্য যেমন তেল, চর্বি, অতিরিক্ত শর্করা, পরিহার এবং সুস্বাদু খাদ্য গ্রহণ করবো। সঠিক খাদ্য নির্বাচনের মাধ্যমে হৃৎপিণ্ড সুস্থ রাখা যায়। এছাড়াও প্রতিদিন পরিমিত ব্যায়াম এবং হাঁটা-চলা করতে হবে। এতে হৃৎপিণ্ডে রক্ত সঞ্চালন স্বাভাবিক থাকবে। সুস্থ জীবন লাভের পাশাপাশি হৃৎপিণ্ডও সুস্থ থাকবে।

- (গ) উদ্ভীপকের চিত্র: S হলো শ্বসন প্রক্রিয়ার গ্লাইকোলাইসিস ধাপ। এটি সবাত ও অবাত শ্বসন প্রক্রিয়ার প্রথম ধাপ। উচ্চ ও নিম্নশ্রেণির সকল জীব গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

উচ্চ শ্রেণির জীবের ক্ষেত্রে: উচ্চ শ্রেণির জীবের ক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জড়িত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক এসিড ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$) উৎপন্ন করে। এই ধাপে চার অণু ATP (এর মাঝে প্রায় দুই অণু খরচ হয়ে যায়) এবং দুই অণু $\text{NADH}+\text{H}^+$ উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় না। গ্লাইকোলাইসিসের বিক্রিয়াগুলো উচ্চ শ্রেণির জীবের কোষের সাইটোপ্লাজমে সংঘটিত হয় এবং শক্তি উৎপন্ন হয়।

নিম্নশ্রেণির জীবের ক্ষেত্রে: নিম্ন শ্রেণির জীবের ক্ষেত্রেও গ্লাইকোলাইসিসের বিক্রিয়াগুলো কোষের সাইটোপ্লাজমে সংঘটিত হয়। এক্ষেত্রে সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO_2 এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুণু ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ $\text{NADH}+\text{H}^+$) জারিত হয়ে যে ইলেক্ট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ক্ষেত্রবিশেষে ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।

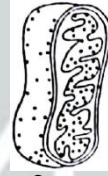
- (ঘ) উদ্ভীপকের P ও S দ্বারা যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। P অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি যদি বাধাগ্রস্ত হয় তাহলে S অর্থাৎ শ্বসন প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন ধরনের ক্ষতিকর প্রভাব পড়বে। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-

জীবের জীবন ধারণ অর্থাৎ চলন, ক্ষয়পূরণ, বৃদ্ধি, জনন প্রভৃতি জীবজ কাজগুলো সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন করার জন্য শক্তির প্রয়োজন হয়। সালোকসংশ্লেষণের সময় উদ্ভিদ সৌরশক্তিকে শর্করা জাতীয় খাদ্য বস্তুর মধ্যে স্থৈতিক শক্তিরূপে সঞ্চয় করে রাখে। খাদ্যের মধ্যে সঞ্চিত এই শক্তি জীব তার জীবন ধারণের জন্য সরাসরি ব্যবহার করতে পারে না। শ্বসনের সময় জীবদেহে বর্তমান এই স্থৈতিক শক্তি তাপরূপে উদ্ভূত হয়ে রাসায়নিক শক্তিরূপে মুক্ত হয় এবং জীবের বিভিন্ন শারীরবৃত্তীয় কাজের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি যোগায়। কিন্তু সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া বাধাগ্রস্ত হলে শ্বসন প্রক্রিয়াও বাধাগ্রস্ত হবে এবং জীব তার প্রয়োজনীয়

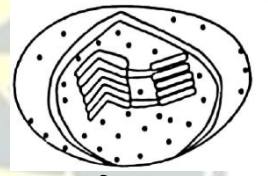
শক্তি পাবে না। কারণ শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীবের দেহস্থ জটিল যৌগগুলো (শর্করা জাতীয় খাদ্য) ভেঙে সরল যৌগে পরিণত হয় এবং জারিত হয়ে রাসায়নিক শক্তিতে (ATP) পরিণত হয়। শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 উদ্ভিদের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপাদনের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদে খনিজ লবণ পরিশোধে সাহায্য করে যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। তাই উদ্ভিদের দৈহিক বৃদ্ধিতে এমনকি জননকোষ তৈরিতেও শ্বসন ক্রিয়া বিশেষ ভূমিকা রেখে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়াটি বাধাগ্রস্ত হলে উদ্ভিদে বিরূপ প্রভাব পরিলক্ষিত হবে। নিচে এর প্রভাব তুলে ধরা হলো-

- উদ্ভিদদেহে খাদ্য তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) এর সরবরাহ কমে যাবে।
 - উদ্ভিদের স্বাভাবিক জৈবিক প্রক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি সরবরাহ ঘটবে না।
 - উদ্ভিদের শারীরবৃত্তীয় কাজকর্ম ব্যাহত হওয়ায় উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও বিকাশ ব্যাহত হবে।
 - উদ্ভিদের কোষ বিভাজন তথা জননকোষ তৈরি বাধাগ্রস্ত হবে।
 - সকল শারীরবৃত্তীয় কাজকর্ম ব্যাহত হওয়ায় একসময় উদ্ভিদের মৃত্যু ঘটতে পারে।
- সুতরাং, উদ্ভিদের জীবনচক্রে শ্বসন প্রক্রিয়া অতীব গুরুত্বপূর্ণ যা বাধাগ্রস্ত হলে উদ্ভিদ এবং উদ্ভিদের উপর নির্ভরশীল প্রাণিজগত হুমকির মুখে পড়বে।

২. নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর-



চিত্র : P



চিত্র : Q

[রাজশাহী বোর্ড-২০২৪]

- (ক) ভূগবিদ্যা কাকে বলে? ১
(খ) মাশরুমকে মৃতজীবী জীব বলা হয় কেন? ২
(গ) চিত্রের 'Q' অঙ্গাণুটি কীভাবে শর্করা তৈরি করে? বর্ণনা কর। ৩
(ঘ) জীবদেহে শক্তি উৎপন্ন হওয়ার সাথে চিত্র P অঙ্গাণুর সম্পর্ক বিশ্লেষণ কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ভৌত বিজ্ঞানের যে শাখায় জনন কোষের উৎপত্তি, নিষিক্ত জাইগোট থেকে ভূগের সৃষ্টি, গঠন, পরিস্ফুটন, বিকাশ প্রভৃতি নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে ভূগবিদ্যা বলে।
(খ) মাশরুম এক ধরনের ছত্রাক। এটি সাধারণত পঁচা কাঠ বা বস্ত্র বা মৃত জীবদেহ থেকে খনিজ লবণ, পানি অথবা পুষ্টি পদার্থ শোষণ করে নিজের খাদ্য সংগ্রহ করে বা পুষ্টি সাধন করে। যেহেতু মাশরুম মৃত জীব থেকেই খাদ্য সংগ্রহ করে বেঁচে থাকে এজন্য মাশরুমকে মৃতজীবী বলা হয়।
(গ) চিত্রের 'Q' অঙ্গাণুটি হলো ক্লোরোপ্লাস্ট। ক্লোরোপ্লাস্টে সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায় সংঘটিত হয়। এ পর্যায়ের শর্করা তৈরি হয়। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা প্রস্তুত করে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক পর্যায়ের ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ক্লোরোফিল অণু সূর্য থেকে আলোক ফোটন শোষণ করে, পানির উপস্থিতিতে ATP ও $\text{NADPH}+\text{H}^+$ তৈরি করে। এদেরকে আভীকরণ শক্তি বলে। এ শক্তিকে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোপ্লাস্টে অন্ধকার পর্যায়ের CO_2 বিজারিত হয়ে শর্করা খাদ্য তৈরি হয়। এক্ষেত্রে বায়ুস্থ CO_2 পত্রবৃন্তের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে, কোষে অবস্থিত ৫-কার্বনবিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট এর সাথে মিলিত হয়ে ৬-কার্বনবিশিষ্ট কিটো এসিড তৈরি করে যা সাথে সাথে ভেঙে গিয়ে তিন কার্বনবিশিষ্ট দুই অণু ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড তৈরি হয়। অতঃপর আলোক পর্যায়ের সৃষ্টি আভীকরণ শক্তি ATP ও $\text{NADPH}+\text{H}^+$ কে ব্যবহার করে ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড ৩-কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড

ডাইহাইড্রোজেন এসিটোন ফসফেট তৈরি করে। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোজেন এসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা এবং অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হয়ে থাকে। এভাবে আত্মিকরণ শক্তি ATP ও $\text{NADPH} + \text{H}^+$ কার্বন ডাইঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে বিজারিত হয়ে শর্করা উৎপন্ন করে।

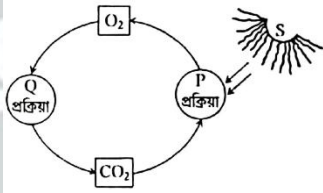
(ঘ) উদ্ভীপকের চিত্র-P হলো মাইটোকন্ড্রিয়া। জীবদেহে শক্তি উৎপন্ন হওয়ার সাথে মাইটোকন্ড্রিয়া ওতপ্রোতভাবে জড়িত। এ অঙ্গাণুতে সবাত শ্বসনের অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র এ তিনটি ধাপ সম্পন্ন হওয়ার মাধ্যমে শক্তি (ATP) উৎপন্ন হয়। নিচে শক্তি উৎপন্ন হওয়ার ধাপ তিনটি ব্যাখ্যা করা হলো-

অ্যাসিটাইল Co-A সৃষ্টি: গ্লাইকোলাইসিস পর্যায়ে সৃষ্ট প্রতি অণু পাইরুভিক এসিড পর্যায়ক্রমে বিক্রিয়া শেষে ২ কার্বন বিশিষ্ট ১ অণু অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম এ, এক অণু CO_2 এবং এক অণু $\text{NADH} + \text{H}^+$ উৎপন্ন করে। দুই অণু পাইরুভিক এসিড হতে দুই অণু অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম এ, দুই অণু CO_2 এবং দুই অণু $\text{NADH} + \text{H}^+$ উৎপন্ন হয়।

ক্রেবস চক্র: এ পর্যায়ে অ্যাসিটাইল Co-A মাইটোকন্ড্রিয়াতে প্রবেশ করে এবং ক্রেবস চক্রে অংশগ্রহণ করে। এ চক্রের সকল বিক্রিয়াই মাইটোকন্ড্রিয়াতে সংঘটিত হয়। এই চক্রে এক অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে দুই অণু কার্বন ডাইঅক্সাইড, তিন অণু $\text{NADH} + \text{H}^+$ এক অণু FADH_2 এবং এক অণু GTP উৎপন্ন হয়। (অর্থাৎ দুই অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে চার অণু CO_2 , ৬ অণু $\text{NADH} + \text{H}^+$, দুই অণু FADH_2 এবং দুই অণু GTP উৎপন্ন হয়।)

ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র: গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি এবং ক্রেবস চক্রে $\text{NADH} + \text{H}^+$ (বিজারিত NAD), FADH_2 (বিজারিত FAD) উৎপন্ন হয়, এই ধাপে সেগুলো জারিত হয়ে ATP, পানি, উচ্চশক্তির ইলেকট্রন এবং প্রোটন উৎপন্ন হয়। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রনগুলো ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় যে শক্তি প্রদান করে সেই শক্তি ATP তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

৩. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



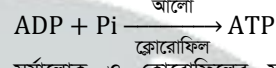
[যশোর বোর্ড-২০২৪]

- | | |
|---|---|
| (ক) অ্যাডিনোসিন কী? | ১ |
| (খ) ATP একটি জৈবশক্তি- কেন? | ২ |
| (গ) 'S' নির্ভর 'P' প্রক্রিয়াটির ধাপ বর্ণনা কর। | ৩ |
| (ঘ) উল্লিখিত 'Q' প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) DNA এবং RNA-এর গাঠনিক উপাদানগুলোর একটি হলো অ্যাডেনিন। এটি একটি নাইট্রোজেন বেস। এর সাথে পাঁচ কার্বনবিশিষ্ট রাইবোজ সুগার অণু যুক্ত হয়ে তৈরি হয় অ্যাডিনোসিন।
- (খ) জীবন পরিচালনার জন্য জীবকোষে তথা জীবদেহে প্রতিনিয়ত হাজারো রকমের রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। আমরা যে খাবার খাই তা জারিত হয়, সেই জারণ থেকে নির্গত শক্তি দ্বারা ফসফোরাইলেশনের মাধ্যমে আবার সেই ভাঙা দুই টুকরা জোড়া লেগে ATP তৈরি হয়। শক্তির প্রয়োজন হলে তা আবার ভাঙে। তারপর খাদ্য থেকে শক্তি নিয়ে আবার জোড়া লাগে। এ যেন এক রিচার্জবল ব্যাটারি। ATP শক্তি জমা করে রাখে এবং প্রয়োজন অনুসারে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে। এজন্য ATP একটি 'জৈবশক্তি'।
- (গ) উদ্ভীপকের চিত্রে 'P' প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ এবং এর S নির্ভর ধাপ বলতে সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়কে বুঝানো হয়েছে। নিচে সালোকসংশ্লেষণের আলোকনির্ভর ধাপের বর্ণনা করা হলো-
সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিলের সহায়তায় ATP তৈরি হয়। এ পর্যায়ে

সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও $\text{NADPH} + \text{H}^+$ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও $\text{NADPH} + \text{H}^+$ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।

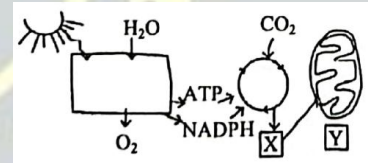


সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে $\text{NADPH} + \text{H}^+$ উৎপন্ন করে। ATP এবং $\text{NADPH} + \text{H}^+$ কে আত্মিকরণ শক্তি বলা হয়।

(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত 'Q' প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া। নিচে শ্বসন প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ করা হলো-

শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপক্ষার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।
পরিশেষে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৪.



[কুমিল্লা বোর্ড-২০২৪]

- | | |
|--|---|
| (ক) জীবনীশক্তি কী? | ১ |
| (খ) মূলে শ্বসনক্রিয়ার হার বেশি কেন? | ২ |
| (গ) উদ্ভীপকে 'X' কীভাবে উৎপন্ন হয়? বর্ণনা কর। | ৩ |
| (ঘ) 'Y' এ সংঘটিত প্রক্রিয়াটি জীব জগতের জন্য গুরুত্বপূর্ণ-বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

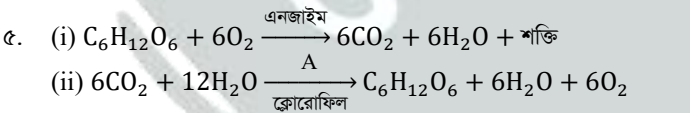
- (ক) জীব কর্তৃক তার দেহে শক্তির উৎপাদন ও ব্যবহারের মৌলিক কৌশলই হচ্ছে জীবনীশক্তি।
- (খ) জীবের জীবন ধারণ অর্থাৎ চলন, ক্ষয়পূরণ, বৃদ্ধি জনন প্রভৃতি জৈবিক কাজগুলো সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন করার জন্য শক্তির প্রয়োজন হয়। শক্তির প্রধান উৎস হলো সূর্যালোক। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করার সময় সৌরশক্তিকে স্থিতিশক্তিরূপে জমা রাখে। পরে শ্বসন প্রক্রিয়ায় এই স্থিতিশক্তিকে কাজে লাগিয়ে রাসায়নিক শক্তি (ATP) রূপে মুক্ত করে এবং জীবের বিভিন্ন শারীরবৃত্তীয় কাজে প্রয়োজনীয় শক্তি যোগায়। সাধারণ তাপমাত্রায় জীবদেহের প্রতিটি কোষে দিবারাত্রি ২৪ ঘণ্টাই শ্বসন চলতে থাকে। তবে উদ্ভিদের বর্ধিষ্ণু অঞ্চলে (ফুল ও পাতার কুড়ি, অঙ্কুরিত বীজ, মূল ও কাণ্ডের অগ্রভাগ) শ্বসন ক্রিয়ার হার অনেক বেশি। উদ্ভিদের বর্ধিষ্ণু অঞ্চলগুলোতে বৃদ্ধি বেশি হয় এবং নতুন কোষ তৈরি হয়। নতুন কোষ তৈরি হওয়ার ফলে এখানে বিপাকীয়

ক্রিয়া বেশি হয় ফলে Metabolic rate ও বেড়ে যায়। এখানে বেশি শক্তির প্রয়োজন পড়ে বলে শ্বসন হারও বেশি হয়। এ কারণেই মূলে শ্বসন ক্রিয়ার হার বেশি হয়।

(গ) উদ্ভীপকের X হলো কার্বাইড্রেট বা শর্করা। নিচে শর্করা উৎপাদন প্রক্রিয়া বর্ণনা করা হলো-

সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা প্রস্তুত করে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক পর্যায়ে ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ক্লোরোফিল অণু সূর্য থেকে আলোক ফোটন শোষণ করে, পানির উপস্থিতিতে ATP ও NADPH+H⁺ তৈরি করে। এদেরকে আন্তীকরণ শক্তি বলে। এ শক্তিকে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোপ্লাস্টে অন্ধকার পর্যায়ে CO₂ বিজারিত হয়ে শর্করা খাদ্য তৈরি হয়। এক্ষেত্রে বায়ুস্থ CO₂ পত্রবৃক্ষের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে, কোষে অবস্থিত ৫-কার্বনবিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট এর সাথে মিলিত হয়ে ৬-কার্বনবিশিষ্ট কিটো এসিড তৈরি করে যা সাথে সাথে ভেঙে গিয়ে তিন কার্বনবিশিষ্ট দুই অণু ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড তৈরি হয়। অতঃপর আলোক পর্যায়ে সৃষ্ট আন্তীকরণ শক্তি ATP ও NADPH+H⁺ কে ব্যবহার করে ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড ৩-কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ডাইহাইড্রক্সি এসিটোন ফসফেট তৈরি করে। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রক্সি এসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা এবং অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হয়ে থাকে। এভাবে আন্তীকরণ শক্তি ATP ও NADPH+H⁺ কার্বন ডাইঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে বিজারিত হয়ে শর্করা উৎপন্ন করে।

(ঘ) উদ্ভীপকের Y হলো মাইটোকন্ড্রিয়া, এ অঙ্গাণুতে শ্বসন প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়। শ্বসন প্রক্রিয়া জীবজগতের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো- শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO₂ জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধিও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপক্ষার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO₂ গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O₂ নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO₂ গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়। উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় শ্বসন প্রক্রিয়ার গুরুত্ব অপরিসীম।



[সিলেট বোর্ড-২০২৪]

- (ক) ফটোলাইসিস কী? ১
(খ) নটে গাছকে কেন C₄ উদ্ভিদ বলা হয়? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত (i) নং প্রক্রিয়ার ১ম ধাপটি ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত (ii) নং প্রক্রিয়াটিতে A এর ভূমিকা বিশ্লেষণ কর। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে প্রক্রিয়ায় সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয় তাই ফটোলাইসিস।
(খ) নটে ঘাসকে C₄ উদ্ভিদ বলা হয়। কারণ এই উদ্ভিদে ক্যালভিন চক্রের পাশাপাশি হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্রও পরিচালিত হয়। বিজ্ঞানী হ্যাচ ও স্ল্যাক ১৯৬৬ সালে CO₂ বিজারণের এই গতিপথ আবিষ্কার করেন, যেখানে এই গতিপথের প্রথম স্থায়ী

পদার্থ হিসেবে ৪-কার্বনবিশিষ্ট অক্সালো অ্যাসিটিক এসিড পাওয়া যায়। নটে ঘাসে এই চক্র সম্পন্ন হয় বিধায় নটে ঘাসকে C₄ উদ্ভিদ বলা হয়।

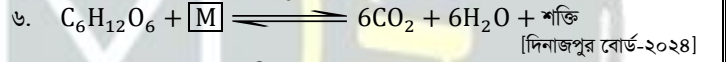
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত (i) নং প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া চারটি ধাপে সম্পন্ন হয়। সবাত শ্বসনের প্রথম ধাপটি হলো গ্লাইকোলাইসিস। নিচে ধাপটি ব্যাখ্যা করা হলো-

গ্লাইকোলাইসিস: এই প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ (C₆H₁₂O₆) বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক এসিড উৎপন্ন করে। এই ধাপে চার অণু ATP (দুই অণু খরচ হয়ে যায়) এবং দুই অণু NADH+H⁺ উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে না। তাই গ্লাইকোলাইসিস সবাত ও অবাত উভয় প্রকার শ্বসনেরই প্রথম পর্যায়। গ্লাইকোলাইসিসের বিক্রিয়াগুলো কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে থাকে।

(ঘ) উদ্ভীপকের (ii) নং প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াতে A হলো আলো। নিচে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলোর ভূমিকা বিশ্লেষণ করা হলো-

সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলোর গুরুত্ব অপরিসীম। পানি এবং CO₂ থেকে শর্করা তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস আলো। সূর্যালোক ক্লোরোফিল সৃষ্টিতে অংশগ্রহণ করে। সূর্যালোকের প্রভাবেই পত্রবৃক্ষ উন্মুক্ত হয়, CO₂ পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পারে এবং খাদ্য প্রস্তুতকরণে অংশগ্রহণ করে। কিন্তু পাতায় যেটুকু আলো পড়ে, তার অতি সামান্য অংশই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। আবার আলোকবর্ণালির লাল, নীল, কমলা এবং বেগুনি অংশটুকুতেই সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয়। সবুজ কিংবা হলুদ আলোতে সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয় না। একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত আলোর পরিমাণ বাড়লে সালোকসংশ্লেষণের হারও বেড়ে যায়। কিন্তু আলোর পরিমাণ অত্যধিক বেড়ে গেলে পাতার ভিতরকার এনজাইম নষ্ট হয়ে যায়, ক্লোরোফিল উৎপাদন কম হয়। ফলে সালোকসংশ্লেষণের হারও কমে যায়। সাধারণত 400 nm থেকে 480 nm এবং 680 nm (ন্যানোমিটার) তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোতে সালোকসংশ্লেষণ সবচেয়ে ভালো হয়।

Enzyme



- (ক) ফসফোরাইলেশন কী? ১
(খ) জীবের জিনগত বৈচিত্র্য সৃষ্টিতে মিয়োসিস গুরুত্বপূর্ণ কেন? ২
(গ) উদ্ভীপকে 'M' এর অনুপস্থিতিতে প্রক্রিয়াটি কীভাবে সংগঠিত হয়? ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অ্যাডিনোসিন অণুর সাথে পর্যায়ক্রমে ফসফেট যুক্ত করতে বাইরে থেকে শক্তি দিতে হয় তাই ফসফোরাইলেশন।
(খ) যৌন জনন করে এমন সকল জীব মিয়োসিসের মাধ্যমে একইভাবে জিনগত বৈচিত্র্য সৃষ্টি হয়ে থাকে। কোনো প্রজাতির টিকে থাকা বা না থাকা মূলত নির্ভর করে তার সদস্য জীবদের মধ্যে কতটা বৈচিত্র্য আছে, তার উপর। পরিবেশ প্রতিনিয়ত পরিবর্তনশীল সেইসব প্রজাতি টিকে থাকে, যাদের অন্তত কিছু সদস্যের মধ্যে সেই পরিবর্তন পরিবেশের সাথে খাপ খাইয়ে নেওয়ার মতো বৈশিষ্ট্য রয়েছে। যদি কোনো প্রজাতির জীবদের মধ্যে বৈচিত্র্য কম থাকে তাহলে নতুন কোনো পরিবেশে খাপ খাওয়ানোর মতো বৈশিষ্ট্য কারো মধ্যে থাকার সম্ভাবনাও হবে কম। ফলে হয়তো পুরো প্রজাতিটাই বিলুপ্ত হয়ে যাবে। তাই মিয়োসিস কোনো জীবের জিনগত বৈচিত্র্য সৃষ্টি করে প্রজাতির টিকে থাকার সম্ভাবনা বাড়িয়ে দেয়।

(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়াটি দ্বারা শ্বসন প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে এবং 'M' দ্বারা অক্সিজেনকে নির্দেশ করেছে। অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে শ্বসন প্রক্রিয়াটি কীভাবে সংঘটিত হয় তা নিচে ব্যাখ্যা করা হলো-

আমরা জানি, সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ঘটে। কিন্তু উক্ত বিক্রিয়ায় অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সবাত শ্বসন না ঘটে অবাত শ্বসন ঘটবে। কেবলমাত্র কতিপয় অণুজীব (ব্যাকটেরিয়া, ঈস্ট ইত্যাদি) অবাত শ্বসন ঘটায়। অবাত শ্বসনে শ্বাসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষ মধ্যস্থ এনজাইম দ্বারা আংশিক রূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ, (CO₂) ও সামান্য শক্তি উৎপন্ন হয়।

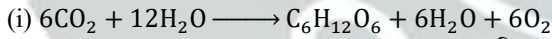
$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{এনজাইম}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{শক্তি}$
অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া নিম্নোক্ত দুইটি ধাপে সম্পন্ন হয়।

ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু $NADH+H^+$ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।

ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকরিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO_2 এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুধু ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ $NADH+H^+$) জারিত হয়ে যে ইলেকট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ফের্ভবিশেষ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।

(ঘ) উদ্ভীপকের উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া, যা সকল জীবের জন্য গুরুত্বপূর্ণ। নিচে এর গুরুত্ব সম্পর্কে মতামত দেওয়া হলো- শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈনিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপকার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়। পরিশেষে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৭. নিচের উদ্ভীপকটি লক্ষ কর-



- (ক) জীবনীশক্তি কী? ১
(খ) সব আলোতে সালোকসংশ্লেষণ সমান হয় না- ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) (ii) নং বিক্রিয়ায় ১ অণু গ্লুকোজ ভেঙ্গে কত অণু ATP উৎপন্ন হয়? হিসাবসহ দেখাও। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের (i) ও (ii) প্রক্রিয়া দুটির তুলনামূলক পার্থক্য বিশ্লেষণ কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) জীবদেহ বা জৈব অণুর রাসায়নিক বন্ধন ছিন্ন করার মাধ্যমে প্রাপ্ত শক্তিই হচ্ছে জীবনীশক্তি বা জৈবশক্তি।
(খ) আলোক বর্ণালির লাল, নীল, কমলা, বেগুনী অংশটুকুতে সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয়। কিন্তু সবুজ বা হলুদ আলোতে সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয় না। গাছের পাতার রং সবুজ আর ক্লোরোফিলের অভাবে হয়ে যায় হলুদ। সবুজ ও হলুদ রং পাতায় প্রতিফলিত হওয়ার পর আমরা দেখতে পাই। যেহেতু আলো প্রতিফলিত হয়ে পাতা ত্যাগ করে চলে যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ সম্ভব হয় না। কারণ হলো আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য। তরঙ্গদৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে আলোর বর্ণ। সবুজ উদ্ভিদের পাতায় থাকা ক্লোরোপ্লাস্ট আলোকে বর্ণালির সবুজ বাদে বাকী সব তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো শোষণ করে এবং সবুজ রংকে প্রতিফলিত করে। সবুজ বাদে

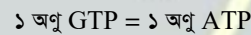
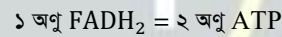
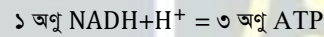
বাকী সব তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোর শক্তি নিয়েই গাছ সালোকসংশ্লেষণ করে। আর এই শক্তির অভাব হলেই সালোকসংশ্লেষণ ও ভালোভাবে হবে না।

(গ) উদ্ভীপকের (ii) নং প্রক্রিয়া হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। নিচে সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় ১ অণু গ্লুকোজ থেকে উৎপন্ন ATP অর্থাৎ শক্তি উৎপাদন ছকের মাধ্যমে দেখানো হলো-

সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় ১ অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি, ফ্রেবস চক্র ও শেষে ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মাধ্যমে মোট ৩৮ অণু ATP তৈরি করে। যার হিসাব নিচের ছকের মাধ্যমে দেওয়া হলো-

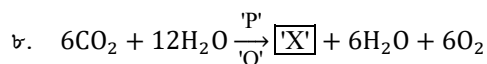
শ্বসনের পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	ব্যয়িত বস্তু	নীট উৎপাদন
গ্লাইকোলাইসিস	২ অণু পাইরুভিক এসিড ২ অণু $NADH+H^+$ ৪ অণু ATP	২ অণু ATP	৬ অণু ATP ২ অণু ATP
অ্যাসিটাইল কো-এ	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ ২ অণু CO_2 ২ অণু $NADH+H^+$	২ অণু পাইরুভিক এসিড	২ অণু CO_2 ৬ অণু ATP
ফ্রেবস চক্র	৪ অণু CO_2 ৬ অণু $NADH+H^+$ ২ অণু $FADH_2$ ২ অণু GTP	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ	৪ অণু CO_2 ১৮ অণু ATP ৪ অণু ATP ২ অণু ATP
			৩৮ অণু ATP (নীট মোট ATP) + ৬ অণু CO_2

এক্ষেত্রে:



(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত (i) ও (ii) প্রক্রিয়া দুটি হলো যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণ এবং শ্বসন। নিচে সালোকসংশ্লেষণ এবং শ্বসন এর মধ্যে তুলনামূলক পার্থক্য বিশ্লেষণ করা হলো-

সালোকসংশ্লেষণ	শ্বসন
১. সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলোক শক্তি রাসায়নিক স্থিতিশক্তি পরিনত হয়।	১. শ্বসনে রাসায়নিক স্থিতিশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
২. সালোকসংশ্লেষণে শক্তি সঞ্চিত হয়।	২. শ্বসনে শক্তি নির্গত হয়।
৩. সালোকসংশ্লেষণ কেবলমাত্র ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত কোষেই ঘটে।	৩. শ্বসন সকল সজীব কোষে ঘটে থাকে।
৪. সালোকসংশ্লেষণ সূর্যালোকের উপস্থিতিতে কেবলমাত্র দিনের বেলা চলে।	৪. শ্বসন ক্রিয়া দিন-রাত ২৪ ঘন্টা চলতে থাকে।
৫. সালোকসংশ্লেষণে সাধারণত শর্করা ও O_2 উৎপন্ন হয়।	৫. শ্বসনে শক্তি পানি ও CO_2 উৎপন্ন হয়।
৬. সালোকসংশ্লেষণের প্রধান কাঁচামাল পানি ও CO_2 ।	৬. শ্বসনের শক্তি, পানি ও CO_2 উৎপন্ন হয়।



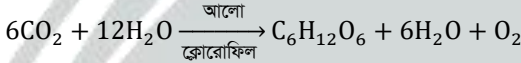
(ক) শ্বসনিক বস্তু কী?

[ঢাকা বোর্ড-২০২৩]

- (খ) অণুজীবে অবাত শ্বসন ঘটে কেন? ২
(গ) উদ্ভীপকে 'P' এর অনুপস্থিতিতে 'X' এর উৎপাদন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়ায় 'P' ও 'Q' উপাদান অপরিহার্য বিশ্লেষণ কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) শ্বসন প্রক্রিয়ায় যেসব বস্তু (শর্করা, প্রোটিন, চর্বি ও বিভিন্ন জৈব এসিড) জারিত হয়ে CO_2 ও শক্তি উৎপাদন করে সেসব বস্তুই হলো শ্বসনিক বস্তু।
(খ) যে শ্বসন প্রক্রিয়ায় কোনো শ্বসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষের ভিতরকার এনজাইম দিয়ে আংশিকরূপে জারিত হয়ে। বিভিন্ন প্রকার জৈব যৌগ (ইথাইল অ্যালকোহল, ল্যাকটিক এসিড ইত্যাদি), ঈণ্ড, এবং সামান্য পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন করে, তাকে অবাত শ্বসন বলে। কেবলমাত্র কিছু অণুজীবে যেমন- ব্যাকটেরিয়া, ইস্ট ইত্যাদিতে অবাত শ্বসন হয়ে থাকে। কারণ কিছু কিছু অণুজীব অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এজন্য অণুজীবে সবাত না হয়ে। অবাত শ্বসন হয়।
(গ) উদ্ভীপকের রাসায়নিক বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ করলে দাঁড়ায়-

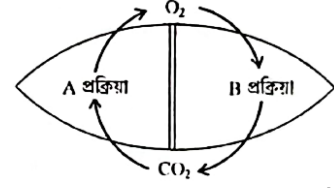


উদ্ভীপকের বিক্রিয়াটিতে P হলো আলো এবং X হলো $C_6H_{12}O_6$ (শর্করা)। অর্থাৎ আলোর অনুপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায়ে শর্করা ($C_6H_{12}O_6$) উৎপন্ন হয়। নিচে অন্ধকার পর্যায়টি ব্যাখ্যা করা হলো- সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা প্রস্তুত করে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক পর্যায়ে ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ক্লোরোফিল অণু সূর্য থেকে আলোক ফোটন শোষণ করে, পানির উপস্থিতিতে ATP ও $NADPH+H^+$ তৈরি করে। এদেরকে আভীকরণ শক্তি বলে। এ শক্তিকে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোপ্লাস্টে অন্ধকার পর্যায়ে CO_2 বিজারিত হয়ে শর্করা খাদ্য তৈরি হয়। এক্ষেত্রে বায়ুস্থ CO_2 পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে, কোষে অবস্থিত ৫-কার্বনবিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট এর সাথে মিলিত হয়ে ৬-কার্বনবিশিষ্ট কিটো এসিড তৈরি করে যা সাথে সাথে ভেঙে গিয়ে তিন কার্বনবিশিষ্ট দুই অণু ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড তৈরি হয়। অতঃপর আলোক পর্যায়ে সৃষ্ট আভীকরণ শক্তি ATP ও $NADPH+H^+$ কে ব্যবহার করে ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড ৩-কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ডাইহাইড্রক্সি এসিটোন ফসফেট তৈরি করে। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রক্সি এসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা এবং অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হয়ে থাকে। এভাবে আভীকরণ শক্তি ATP ও $NADPH+H^+$ কার্বন ডাইঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে বিজারিত হয়ে শর্করা ($C_6H_{12}O_6$) উৎপন্ন করে।

- (ঘ) উদ্ভীপকে সালোকসংশ্লেষণে রাসায়নিক বিক্রিয়া দেখানো হয়েছে। বিক্রিয়াটিতে P ও Q হলো যথাক্রমে আলো ও ক্লোরোফিল। এগুলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার জন্য অপরিহার্য উপাদান। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-

১. সালোকসংশ্লেষণে আলোর ভূমিকা: পানি ও CO_2 থেকে শর্করা তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস আলো। সূর্যালোকের প্রভাবেই পত্ররন্ধ্র উন্মুক্ত হয়। CO_2 পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পারে এবং খাদ্য প্রস্তুতকরণে অংশগ্রহণ করে। কিন্তু পাতায় যেটুকু আলো পড়ে তার অতি সামান্য অংশই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। আলোকবর্ণালির লাল, নীল, কমলা ও বেগুনি অংশটুকুতেই সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয়। সবুজ ও হলুদ আলোতে সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয় না। সাধারণত 400 nm থেকে 480 nm এবং 680 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোতে সালোকসংশ্লেষণ সবচেয়ে ভালো হয়।
২. সালোকসংশ্লেষণে ক্লোরোফিলের ভূমিকা: পাতার ক্লোরোফিলের পরিমাণের সাথে সালোকসংশ্লেষণের হারের সরাসরি সম্পর্ক বিদ্যমান। কারণ একমাত্র ক্লোরোফিলই আলোকশক্তি গ্রহণ করতে সক্ষম। ক্লোরোপ্লাস্টের উপাদান সৃষ্টির হারের উপর সালোকসংশ্লেষণের হার নির্ভরশীল। তবে কোষে খুব বেশি পরিমাণ ক্লোরোফিল থাকলে এনজাইমের অভাব দেখা দেয় এবং সালোকসংশ্লেষণ হ্রাস পায়।

৯. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-

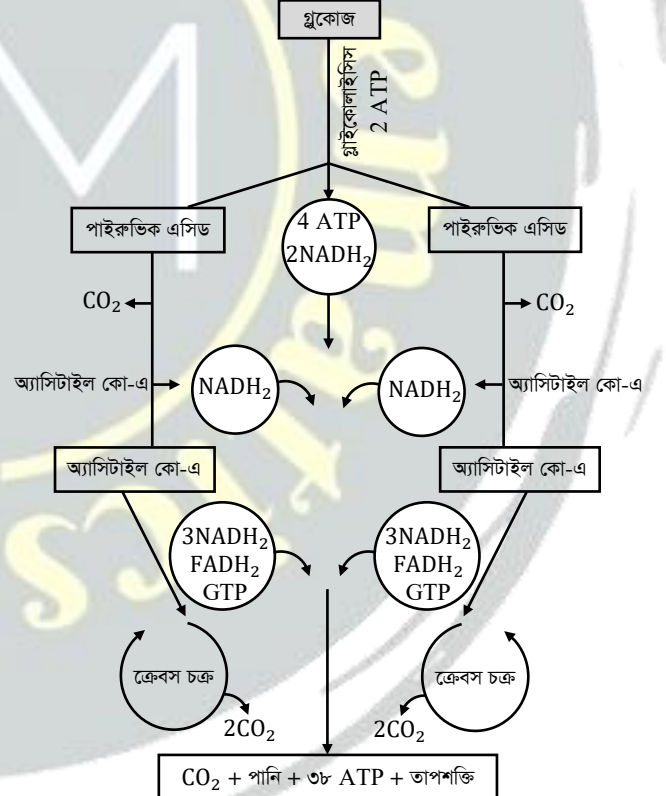


[রাজশাহী বোর্ড-২০২৩]

- (ক) নিউক্লিওটাইড কাকে বলে? ১
(খ) কীভাবে ADP সৃষ্টি হয়? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) B প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হওয়ার প্রবাহচিত্র আঁক। ৩
(ঘ) জীবজগতে A প্রক্রিয়ার প্রভাব বিশ্লেষণ কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) এক অণু নিউক্লিওটাইড (১ অণু পেন্টোজ সুগার + ১ অণু নাইট্রোজেন বেস) এর সাথে এক অণু ফসফেট যুক্ত হয়ে যে যৌগ গঠন করে তাকে নিউক্লিওটাইড বলে।
(খ) DNA এবং RNA-এর গাঠনিক উপাদানগুলোর একটি হলো অ্যাডেনিন। এটি একটি নাইট্রোজেন বেস। এর সাথে পাঁচ কার্বনবিশিষ্ট রাইবোজ সুগার অণু যুক্ত হয়ে তৈরি হয় অ্যাডিনোসিন। অ্যাডিনোসিন অণুর সাথে পর্যায়ক্রমে দুটি ফসফেট/ফসফোরিক এসিড গ্রুপ যুক্ত হয়ে অ্যাডিনোসিন ডাইফসফেট (ADP) গঠন করে। এভাবে ফসফেট যুক্ত করতে বাইরে থেকে শক্তি দিতে হয়। এই বিক্রিয়ার নাম ফসফোরাইলেশন। আবার এর বিপরীত প্রক্রিয়ায়, ফসফেট গ্রুপ বিচ্ছিন্ন হলে শক্তি বের হয়ে আসে। এই বিক্রিয়ার নাম ডিফসফোরাইলেশন। এভাবেই অ্যাডিনোসিন ডাইফসফেট (ADP) সৃষ্টি হয়।
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত 'B' প্রক্রিয়া বলতে শ্বসন প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। নিচে শ্বসন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হওয়ার প্রবাহচিত্র অঙ্কন করা হলো-



চিত্র : সাবত শ্বসন প্রক্রিয়া

- (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত A প্রক্রিয়া দ্বারা সালোকসংশ্লেষণকে বুঝানো হয়েছে। জীবজগতে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার প্রভাব অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো- সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো

প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণিকূল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমণ্ডল থেকে CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ।

১০. 'X' সাহেব সকালের নাতায় মধু এবং এক গ্লাস ফলের রস খেলেন। এক ধরনের শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ার মাধ্যমে এগুলো 'X' সাহেবকে শক্তির যোগান দেয়।

[যশোর বোর্ড-২০২৩]

- (ক) ফসফোরাইলেশন কাকে বলে? ১
(খ) বিকেলে সালোকসংশ্লেষণের হার মন্ডুর হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) 'X' সাহেবের গৃহীত খাদ্য উপাদানের ২ অণু থেকে প্রক্রিয়াটির তৃতীয় ধাপে কয়টি ATP উৎপন্ন হবে? তালিকা তৈরি কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি জীবজগতের জন্য তাৎপর্যপূর্ণ ব্যাখ্যা কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অ্যাডিনোসিন অণুর সাথে পর্যায়ক্রমে ফসফেট যুক্ত করতে বাইরে থেকে শক্তি দিতে হয় তাই ফসফোরাইলেশন।
(খ) সালোকসংশ্লেষণের অন্যতম প্রভাবক হলো সূর্যালোক ও তাপমাত্রা। সূর্যালোক ও তাপমাত্রার পরিমাণ কমে গেলে, সালোকসংশ্লেষণের হারও কমে যায়। বিকেল বেলা পৃথিবীতে আলোক তীব্রতা ও তাপমাত্রা উভয়ই হ্রাস পায়। এছাড়াও পাতায় বেশি শর্করা জমা হয় বলে বিকেল বেলা সালোকসংশ্লেষণের গতি মন্ডুর হয়।
(গ) উদ্ভীপকের 'X' সাহেবের গৃহীত খাদ্য উপাদানগুলো হলো শর্করা এবং শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়াটির চারটি ধাপের মধ্যে তৃতীয় ধাপটি হলো ক্রেবস চক্র। শ্বসন প্রক্রিয়ায় ১ অণু গ্লুকোজ বা শর্করা জারিত হয়ে ক্রেবস চক্রে উৎপন্ন ATP এর হিসাব নিচের ছকে উপস্থাপন করা হলো-

শ্বসনের পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	নীট উপাদান
ক্রেবস চক্র	৬ অণু $NADH+H^+$ ২ অণু $FADH_2$ ২ অণু GTP	১৮ ATP [১ অণু $NADH+H^+$ = ৩ অণু ATP] ৮ ATP [১ অণু $FADH_2$ = ২ অণু ATP] ২ ATP [১ অণু GTP = ১ অণু ATP]
		২৮ ATP [নীট ATP]

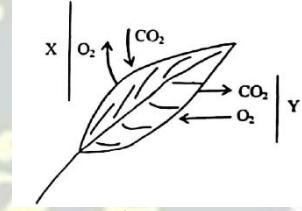
উক্ত চক্রে ১ অণু গ্লুকোজ থেকে উৎপন্ন ২৮টি ATP

∴ ২ অণু গ্লুকোজ থেকে উৎপন্ন হয় (২৮ × ২)টি ATP = ৫৬টি ATP

- (ঘ) উদ্ভীপকের শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া। জীবজগতের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া খুবই তাৎপর্যপূর্ণ। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-
শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপকার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক

কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকূলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।
পরিশেষে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

১১. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



চিত্র : 'A'

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২৩]

- (ক) জৈবমুদ্রা কী? ১
(খ) বাতাসে মিথেনের প্রভাবে গ্লুকোজ উৎপন্নে ব্যাঘাত ঘটে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্ভীপকের 'X' প্রক্রিয়ায় প্রস্তুতকৃত খাবার কীভাবে উদ্ভিদের সকল অংশে পৌঁছায় ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় 'X' ও 'Y' একে অপরের পরিপূরক বিশ্লেষণ কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন ATP-ই হলো জৈবমুদ্রা, যা শক্তি জমা রাখে এবং প্রয়োজনে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে।
(খ) মিথেন একটি রাসায়নিক পদার্থ, যা সালোকসংশ্লেষণের একটি বাহ্যিক প্রভাবক। বাতাসে মিথেনের আধিক্য থাকলে সালোকসংশ্লেষণে ব্যাঘাত ঘটে বা একেবারেই বন্ধ হয়ে যায়। আর সালোকসংশ্লেষণে ব্যাঘাত ঘটলে গ্লুকোজ উৎপাদনে ব্যাঘাত ঘটবে আর সালোকসংশ্লেষণ বন্ধ হলে গ্লুকোজ উৎপাদনও বন্ধ হয়ে যাবে। আর এজন্যই বাতাসে মিথেনের প্রভাবে গ্লুকোজ উৎপন্নে ব্যাঘাত ঘটে।
(গ) উদ্ভীপকের চিত্রে 'X' প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় প্রস্তুতকৃত খাবার কীভাবে উদ্ভিদের সকল অংশে পৌঁছায় তা নিচে ব্যাখ্যা করা হলো-
উদ্ভিদের পাতায় সংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয়। পাতায় প্রস্তুতকৃত খাদ্য ফ্লোয়েম টিস্যুর মাধ্যমে উদ্ভিদদেহের বিভিন্ন অংশে পরিবাহিত হয়। তবে উদ্ভিদের মূল এবং পাতা পরস্পর থেকে দূরে অবস্থান করায় খাদ্য চলাচলে একটি দ্রুত ও কার্যকর পরিবহন ব্যবস্থা থাকা আবশ্যিক। এ কাজটি ফ্লোয়েমের সিভনল করে থাকে। ফ্লোয়েম পরিবহন কলাপুচ্ছের অন্যতম গুচ্ছ। পরিবহন কলাপুচ্ছ জাইলেমগুচ্ছ এবং ফ্লোয়েমগুচ্ছ থাকে। ফ্লোয়েমগুচ্ছ সিভনল, সঙ্গীকোষ, ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা ও বাস্ট ফাইবার থাকে। সিভনল এক ধরনের কেন্দ্রিকাবিহীন ও পাতলা প্রাচীরযুক্ত সজীব কোষ। লম্বালম্বিভাবে এরা একটির সাথে অন্যটি যুক্ত হয়ে উদ্ভিদদেহে জালের মতো গঠন সৃষ্টি করে। দুটো, কোষের মধ্যবর্তী অনুপ্রস্থ প্রাচীরটি স্থানে স্থানে বিলুপ্ত হয়ে চালুনির মতো আকার ধারণ করে। এর ফলে খাদ্যদ্রব্য সহজেই এক কোষ থেকে অন্য কোষে চলাচল করতে পারে। শীতকালে এ রক্তগুলোতে ক্যালোজ নামক রাসায়নিক পদার্থ জমা হয়ে। রক্ত ছোট হয়, তাই খাদ্য চলাচলে বিঘ্ন ঘটে। গ্রীষ্মের আগমনে ক্যালোজ গলে যায়, তাই খাদ্য চলাচল বেড়ে যায়।
(ঘ) উদ্ভীপকের চিত্রে 'X' ও 'Y' দ্বারা যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় উভয় প্রক্রিয়া একে অপরের পরিপূরক। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-
সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সবুজ উদ্ভিদে ঘটে থাকে। সূর্যালোকের উপস্থিতিতে পানি ও CO_2 এর রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে সবুজ উদ্ভিদের ক্লোরোপ্লাস্টে

শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয়। CO_2 -এর অনুপস্থিতিতে সবুজ উদ্ভিদ এ শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করতে পারে না। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা তৈরির পাশাপাশি O_2 উৎপন্ন হয়। আবার, সকল জীবকোষে দিনরাত ২৪ ঘণ্টা শ্বসন প্রক্রিয়া চলে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় শর্করা বা গ্লুকোজ O_2 -এর মাধ্যমে জারিত হয়ে শক্তি ও CO_2 উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে শ্বসনে ব্যবহৃত শর্করা ও O_2 সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে তৈরি হয়ে থাকে। আবার সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত CO_2 শ্বসন প্রক্রিয়ার মাধ্যমেই তৈরি হয়ে থাকে। কাজেই শ্বসন প্রক্রিয়ার ফলে CO_2 তৈরি না হলে সালোকসংশ্লেষণে ব্যাঘাত ঘটতো। আবার সালোকসংশ্লেষণে শর্করা ও O_2 তৈরি না হলে শ্বসন প্রক্রিয়া হতো না। ফলে পরিবেশের ভারসাম্যও রক্ষিত হতো না।

সুতরাং উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে একথা স্পষ্টভাবে বলা যায় যে, উদ্ভিদপকের X ও Y প্রক্রিয়া অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়া পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় একে অন্যের পরিপূরক।

১২. (i) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow[\text{E}]{\text{এনজাইম}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + \text{শক্তি}$
(ii) $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{E}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$
- [চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২৩]
- (ক) জটিল টিস্যু কাকে বলে? ১
(খ) ATP কে রিচার্জবল ব্যাটারি বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্ভিদপকের (i) নং বিক্রিয়াটি সংঘটিত হওয়ার প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভিদপকের (ii) নং বিক্রিয়ায় E নিরপেক্ষ পর্যায় ভিন্ন ভিন্ন উদ্ভিদে ভিন্নভাবে সংঘটিত হয়- বিশ্লেষণ কর। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) বিভিন্ন প্রকার কোষের সমন্বয়ে যে স্থায়ী টিস্যু গঠিত হয় তাকে জটিল টিস্যু বলে। যেমন- জাইলেম, ফ্লোয়েম।
(খ) ATP-কে জৈবমুদ্রা বা শক্তিমুদ্রা বলা হয়। ATP-এর রাসায়নিক বন্ধন ভেঙে যে শক্তি বের হয় সেই শক্তি দিয়ে জীবদেহের প্রতিটি জৈবনিক কাজ সম্পন্ন হয়। জীব যে খাবার খায় তা জারিত হয়। সেই জারণ থেকে নির্গত শক্তি দ্বারা ফসফোরাইলেশনের মাধ্যমে আবার সেই ভাঙা দুই টুকরা জোড়া লেগে ATP তৈরি হয় শক্তির প্রয়োজন হলে তা আবার ভাঙে, তারপর খাদ্য থেকে শক্তি নিয়ে আবার জোড়া লাগে। এ কারণে ATP কে রিচার্জবল ব্যাটারির সঙ্গে তুলনা করা হয়।
(গ) উদ্ভিদপকের (i) নং বিক্রিয়াটিতে অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে অবাত শ্বসন ঘটে। অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া নিম্নোক্ত দুইটি ধাপে সম্পন্ন হয়।
ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু $\text{NADH} + \text{H}^+$ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্রাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।
ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO_2 এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুধু ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্রাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ $\text{NADH} + \text{H}^+$) জারিত হয়ে যে ইলেক্ট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ক্ষেত্রবিশেষ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্রাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।
(ঘ) উদ্ভিদপকের (ii) নং প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এবং E হলো আলো। অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক নিরপেক্ষ বা অন্ধকার পর্যায়টি ভিন্ন ভিন্ন উদ্ভিদে ভিন্নভাবে সংঘটিত হয়। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-
আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়ে আলোর প্রত্যক্ষ প্রয়োজন পড়ে না, তবে আলোর উপস্থিতিতেও এই প্রক্রিয়া চলতে পারে। বায়ুমন্ডলের CO_2 পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে। আলোক পর্যায়ে তৈরি ATP, NADPH এবং H^+ এর

সাহায্যে আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়ে CO_2 বিজারিত হয়ে কার্বোহাইড্রেটে পরিণত হয়। সবুজ উদ্ভিদে CO_2 বিজারণের তিনটি গতিপথ শনাক্ত করা হয়েছে সেগুলো হচ্ছে ক্যালভিন চক্র, হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র এবং ক্রেসুলেসিয়ান এসিড বিপাক। এদের মধ্যে প্রথম দুটির সংক্ষিপ্ত আলোচনা দেওয়া হলো।

১. ক্যালভিন চক্র বা C_3 গতিপথ: CO_2 আকর্ষণের এ গতিপথকে আবিষ্কারকদের নামানুসারে ক্যালভিন-বেনসন ও ব্যাশাম চক্র বা সংক্ষেপে ক্যালভিন চক্র বলা হয়। অধিকাংশ উদ্ভিদে এই প্রক্রিয়ায় শর্করা তৈরি হয়। এর প্রথম স্থায়ী পদার্থ ৩-কার্বনবিশিষ্ট ফসফোগ্লিসারিক এসিড, সেজন্য এ ধরনের গতিপথকে C_3 গতিপথ এবং যেসব উদ্ভিদে এই চক্র সম্পন্ন হয় তাদেরকে C_3 উদ্ভিদ বলে।
২. হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র বা C_4 গতিপথ: অস্ট্রেলীয় বিজ্ঞানী M.D. Hatch ও C.R. Slack (1966 সালে) CO_2 বিজারণের আর একটি গতিপথ আবিষ্কার করেন। এই গতিপথের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো ৪-কার্বনবিশিষ্ট অক্সালো এসিটিক এসিড, সেজন্য একে C_4 গতিপথ এবং যেসব উদ্ভিদে এই চক্র সম্পন্ন হয় তাদেরকে C_4 উদ্ভিদ বলে। C_4 উদ্ভিদে একই সাথে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র এবং ক্যালভিন চক্র পরিচালিত হতে দেখা যায়। C_3 উদ্ভিদের তুলনায় C_4 উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি এবং উৎপাদন ক্ষমতাও বেশি। সাধারণত ভুট্টা, আখ, অন্যান্য ঘাসজাতীয় উদ্ভিদ, মুখা ঘাস, নটে গাছ (Amaranthus) ইত্যাদি উদ্ভিদে C_4 পরিচালিত হয়।

১৩. বিদ্যালয়ে পিটি চলাকালীন কিছু শিক্ষার্থী ক্লাস্ত অনুভব করায় বিজ্ঞান শিক্ষক তাদেরকে এক গ্লাস করে শরবত খেতে দিলেন। ফলে তারা শক্তি ফিরে পেল এবং শিক্ষকের নিকট এই শক্তি ফিরে পাওয়ার কারণ জানতে চাইলে শিক্ষক বলেন- “এটি একটি জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে জটিল খাদ্য জারিত হয়ে শক্তি উৎপাদন করে।”

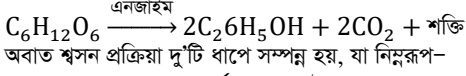
[সিলেট বোর্ড-২০২৩]

- (ক) C_4 গতিপথ কাকে বলে? ১
(খ) পাতায় ক্লোরোফিলের অধিকা সালোকসংশ্লেষণের হারের কীরূপ পরিবর্তন ঘটায়? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্ভিদকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি বাহ্যিকভাবে প্রভাবিত হয় এমন তিনটি প্রভাবকের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) ইস্টে কীভাবে উদ্ভিদকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি সংঘটিত হয়? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

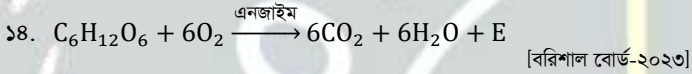
- (ক) হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্রে CO_2 বিজারণের যে গতিপথের প্রথম স্থায়ী পদার্থ ৪-কার্বনবিশিষ্ট অক্সালো এসিটিক এসিড তাকে C_4 গতিপথ বলে।
(খ) পাতায় ক্লোরোফিলের পরিমাণের সাথে সালোকসংশ্লেষণের হারের সরাসরি সম্পর্ক রয়েছে, কারণ একমাত্র ক্লোরোফিলই আলোকশক্তি গ্রহণ করতে পারে। পুরাতন ক্লোরোপ্লাস্ট নষ্ট হয়ে যায় এবং তখন নতুন ক্লোরোপ্লাস্ট সংশ্লেষিত হয়। নতুন ক্লোরোপ্লাস্ট এবং ক্লোরোপ্লাস্টের উপাদান সৃষ্টির হারের উপর সালোকসংশ্লেষণের হার নির্ভরশীল। সালোকসংশ্লেষণ ক্ষমতা রক্ষা করার জন্য ক্লোরোপ্লাস্টের বিভিন্ন উপাদান দ্রুত এবং প্রচুর পরিমাণে পুনর্গঠিত হওয়া প্রয়োজন। তবে কোষে খুব বেশি পরিমাণ ক্লোরোফিল থাকলে এনজাইমের অভাব দেখা দেয় এবং সালোকসংশ্লেষণ কমে যায়।
(গ) উদ্ভিদকে উল্লিখিত জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া। প্রক্রিয়াটি বাহ্যিক ও অভ্যন্তরীণ উভয় ধরনের প্রভাবক দ্বারা প্রভাবিত হয়। নিচে তিন ধরনের বাহ্যিক প্রভাবকের প্রভাব ব্যাখ্যা করা হলো-
তাপমাত্রা: ২০° সে. এর নিচে এবং ৪৫° সে. এর উপরের তাপমাত্রায় শ্বসন হার কমে যায়। শ্বসনের জন্য উত্তম তাপমাত্রা ২০° সে. থেকে ৪৫° সে.।
অক্সিজেন: সবাত শ্বসনে পাইরুভিক এসিড জারিত হয়ে CO_2 এবং H_2O উৎপন্ন করে। কাজেই অক্সিজেনের অভাবে সবাত শ্বসন কোনোক্রমেই চলতে পারে না। পানি: পরিমিত পানি সরবরাহ শ্বসন প্রক্রিয়াকে স্বাভাবিক রাখে। কিন্তু অত্যন্ত কম কিংবা অতিরিক্ত পানির উপস্থিতিতে শ্বসন প্রক্রিয়া ব্যাহত হয়।
(ঘ) উদ্ভিদকে উল্লিখিত বিক্রিয়াটি দ্বারা শ্বসন প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। শ্বসন প্রক্রিয়া দু'ধরনের, সবাত শ্বসন ও অবাত শ্বসন। শ্বসন প্রক্রিয়াটি অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে ঘটলে তাকে অবাত শ্বসন বলে। ইস্টে অবাত শ্বসন হয়ে থাকে। অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে বিক্রিয়াটিতে কীরূপ পরিবর্তন ঘটবে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

অবাত শ্বসনে শ্বাসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষ মধ্যস্থ এনজাইম দ্বারা আংশিক রূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ, CO₂ ও সামান্য শক্তি উৎপন্ন হয়।



ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু NADH+H⁺ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।

ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO₂ এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুধু ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ NADH+H⁺) জারিত হয়ে যে ইলেকট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ফেরিবিশেষ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।



- (ক) জৈবমুদ্রা কী? ১
(খ) ভুট্টাকে কেন C₄ উদ্ভিদ বলে? ২
(গ) উদ্ভিদকে E উৎপাদনের প্রবাহ চিত্রটি ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভিদপকের প্রক্রিয়াটি পরোক্ষভাবে সৌর শক্তির উপর নির্ভরশীল বিশ্লেষণ কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন ATP-ই হলো জৈবমুদ্রা, যা শক্তি জমা রাখে এবং প্রয়োজনে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে।
(খ) যে সব উদ্ভিদে C₄ চক্র ঘটে এবং প্রথম স্থায়ী উপাদান হিসেবে চার কার্বন বিশিষ্ট অক্সালো অ্যাসিটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়, তাদেরকে C₄ উদ্ভিদ বলে। C₄ উদ্ভিদে একই সাথে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র এবং ক্যালভিন চক্র পরিচালিত হতে দেখা যায়। C₄ সাধারণত ভুট্টা, আখ অন্যান্য ঘাস জাতীয় উদ্ভিদ, মুখা ঘাস, অ্যামারেনথাস ইত্যাদি উদ্ভিদে C₄ চক্র পরিচালিত হয়। তাই, ভুট্টাকে C₄ উদ্ভিদ বলা হয়।

- (গ) উদ্ভিদপকের প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া এবং E হচ্ছে ATP অর্থাৎ শক্তি। নিচে সবাত শ্বসনে ATP উৎপাদনের প্রবাহ চিত্রটি ব্যাখ্যা করা হলো- সবাত শ্বসন প্রক্রিয়াটি সাধারণত চারটি ধাপে সম্পন্ন হয়। ধাপগুলো নিম্নরূপ-
ধাপ-১: গ্লাইকোলাইসিস: এই প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক এসিড উৎপন্ন করে। এই ধাপে চার অণু ATP এবং দুই অণু NADH+H⁺ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ এখানে ১০ অণু ATP তৈরি হয়, যার মধ্যে ২ অণু খরচ হয়ে যায়। গ্লাইকোলাইসিসের বিক্রিয়াগুলো কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে।

ধাপ-২: অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি: গ্লাইকোলাইসিস পর্যায়ে সৃষ্ট প্রতি অণু পাইরুভিক এসিড পর্যায়ক্রমে বিক্রিয়া শেষে ২ কার্বনবিশিষ্ট ১ অণু অ্যাসিটাইল Co-A, এক অণু CO₂ এবং এক অণু NADH+H⁺ উৎপন্ন করে। এখানে ৩ অণু ATP তৈরি হয় (২ অণু পাইরুভিক এসিড হতে ৬ অণু)।

ধাপ-৩: ক্রেবস চক্র: এ চক্রে এক অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে দুই অণু কার্বন ডাইঅক্সাইড, ৩ অণু NADH+H⁺, এক অণু FADH₂, এবং এক অণু GTP উৎপন্ন হয়। এখানে ১২ অণু ATP তৈরি হয়। (২ অণু পাইরুভিক এসিড থেকে ২৪ অণু) এ ধাপটি মাইটোকন্ড্রিয়াতে সম্পন্ন হয়।

ধাপ-৪: ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র: এ প্রক্রিয়ায় উপরিউক্ত তিনটি ধাপে উৎপন্ন NADH+H⁺, FADH₂, জারিত হয়ে ATP, পানি, ইলেকট্রন এবং প্রোটন উৎপন্ন হয়। ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রও মাইটোকন্ড্রিয়াতে সংঘটিত হয়।

এভাবে সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় প্রতি অণু গ্লুকোজ হতে উল্লিখিত ধাপগুলোর মাধ্যমে সর্বশেষ নিট ৩৮ অণু ATP উৎপন্ন হয়ে থাকে।

- (ঘ) উদ্ভিদপকের রাসায়নিক বিক্রিয়া দ্বারা সবাত শ্বসনকে বোঝানো হয়েছে। সবাত শ্বসন পরোক্ষভাবে সৌরশক্তির উপর নির্ভরশীল। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো- সবাত শ্বসনের শ্বাসনিক বস্তু হলো গ্লুকোজ। গ্লুকোজ O₂-এর উপস্থিতিতে সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে CO₂, পানি এবং ATP তথা শক্তি (E) উৎপন্ন করে। সবাত শ্বসন চারটি ধাপের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়ে থাকে। যথা- গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল Co-A সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র এবং ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র। সবাত শ্বসনের উল্লিখিত ধাপগুলো তখনই সঠিকভাবে সম্পন্ন হবে যখন শ্বাসনিক বস্তু গ্লুকোজ ঠিকভাবে তৈরি হবে। গ্লুকোজ তৈরি না হলে উদ্ভিদপকের প্রক্রিয়াটি অর্থাৎ সবাত শ্বসন সম্ভব নয়। আবার উদ্ভিদ কেবলমাত্র সৌরশক্তির উপস্থিতিতেই CO₂ ও পানির রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজ তৈরি করতে পারে। সালোকসংশ্লেষণের সময় সৌরশক্তি গ্লুকোজের মধ্যে স্থৈতিক শক্তিরূপে আবদ্ধ থাকে যা শ্বসনের সময় তাপশক্তিরূপে উদ্ধৃত হয়ে রাসায়নিক শক্তিরূপে (ATP) মুক্ত হয়।

এ আলোচনা থেকে বোঝা যায় যে, সৌরশক্তির অনুপস্থিতিতে গ্লুকোজ তৈরি সম্ভব নয়। আবার গ্লুকোজ তৈরি না হলে উদ্ভিদপকের সবাত শ্বসন প্রক্রিয়াটিও অসম্ভব। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, উদ্ভিদপকের প্রক্রিয়াটি অর্থাৎ সবাত শ্বসন পরোক্ষভাবে সৌরশক্তির উপরই নির্ভরশীল।

১৫. উদ্ভিদপকটি পড় এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

- (i) $6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{A} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$
(ii) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow[\text{এনজাইম}]{} 6CO_2 + 6H_2O + B$
- [দিনাজপুর বোর্ড-২০২৩]

- (ক) সালোকসংশ্লেষণ কাকে বলে? ১
(খ) মধ্যবয়সী পাতায় সালোকসংশ্লেষণ বেশি ঘটে কেন? ২
(গ) উদ্ভিদপকের (i) নং প্রক্রিয়ায় অ এর ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) (ii) নং প্রক্রিয়ায় ই এর উৎপাদন ছকের মাধ্যমে দেখাও। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে প্রক্রিয়ায় সবুজ উদ্ভিদ সূর্যালোকের উপস্থিতিতে CO₂ ও H₂O সহযোগে শর্করা জাতীয় খাদ্য প্রস্তুত করে সেই প্রক্রিয়াকে সালোকসংশ্লেষণ বলে।
(খ) একেবারে কচিপাতা এবং একেবারে বয়স্ক পাতায় ক্লোরোফিলের পরিমাণ কম থাকে বলে সালোকসংশ্লেষণ কম হয়। বয়স্ক পাতার সাথে সাথে ক্লোরোপ্লাস্টের সংখ্যাও বেশি হয়। মধ্যবয়সী পাতায় সবচেয়ে বেশি ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে। মধ্যবয়সী পাতায় ক্লোরোপ্লাস্টের সংখ্যা সবচেয়ে বেশি থাকে বলে সালোকসংশ্লেষণ বেশি ঘটে।

- (গ) উদ্ভিদপকের (i) নং প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এবং A দ্বারা সূর্যালোককে নির্দেশ করা হয়েছে। নিচে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার সূর্যালোকের ভূমিকা ব্যাখ্যা করা হলো-

সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলোর গুরুত্ব অপরিমীম। পানি এবং CO₂ থেকে শর্করা তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস আলো। সূর্যালোক ক্লোরোফিল সৃষ্টিতে অংশগ্রহণ করে। সূর্যালোকের প্রভাবেই পত্ররন্ধ্র উন্মুক্ত হয়, CO₂ পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পারে এবং খাদ্য প্রস্তুতকরণে অংশগ্রহণ করে। কিন্তু পাতায় যেটুকু আলো পড়ে, তার অতি সামান্য অংশই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। আবার আলোকবর্ণালির লাল, নীল, কমলা এবং বেগুনি অংশটুকুতেই সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয়। সবুজ কিংবা হলুদ আলোতে সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয় না। একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত আলোর পরিমাণ বাড়লে সালোকসংশ্লেষণের হারও বেড়ে যায়। কিন্তু আলোর পরিমাণ অত্যধিক বেড়ে গেলে পাতার ভিতরকার এনজাইম নষ্ট হয়ে যায়, ক্লোরোফিল উৎপাদন কম হয়। ফলে সালোকসংশ্লেষণের হারও কমে যায়। সাধারণত 400 nm থেকে 480 nm এবং 680 nm (ন্যানোমিটার) তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোতে সালোকসংশ্লেষণ সবচেয়ে ভালো হয়।

- (ঘ) উদ্ভিদপকের (ii) নং প্রক্রিয়া হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া এবং B দ্বারা ATP অর্থাৎ শক্তিকে বুঝানো হয়েছে। নিচে সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন ATP অর্থাৎ শক্তি উৎপাদন ছকের মাধ্যমে দেখানো হলো-

সৃজনশীল (সিকিউ) নোট

জীববিজ্ঞান

২য় অধ্যায়

কোষ বিভাজন

Prepared by: **SAJJAD HOSSAIN**

সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় ১ অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও শেষে ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মাধ্যমে মোট ৩৮ অণু ATP তৈরি করে। যার হিসাব নিচের ছকের মাধ্যমে দেওয়া হলো-

শ্বসনের পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	ব্যয়িত বস্তু	নীট উৎপাদন
গ্লাইকোলাইসিস	২ অণু পাইরুভিক এসিড ২ অণু NADH+H ⁺ ৪ অণু ATP	২ অণু ATP	৬ অণু ATP ২ অণু ATP
অ্যাসিটাইল কো-এ	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ ২ অণু CO ₂ ২ অণু NADH+H ⁺	২ অণু পাইরুভিক এসিড	২ অণু CO ₂ ৬ অণু ATP
ক্রেবস চক্র	৪ অণু CO ₂ ৬ অণু NADH+H ⁺ ২ অণু FADH ₂ ২ অণু GTP	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ	৪ অণু CO ₂ ১৮ অণু ATP ৪ অণু ATP ২ অণু ATP
			৩৮ অণু ATP (নীট মোট ATP) + ৬ অণু CO ₂

এক্ষেত্রে:

১ অণু NADH+H⁺ = ৩ অণু ATP

১ অণু FADH₂ = ২ অণু ATP

১ অণু GTP = ১ অণু ATP

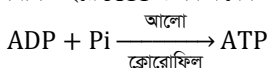
১৬. খাদ্য উৎপাদনের দু'টি পর্যায়ের মধ্যে P একটি যেখানে আলো অপরিহার্য। দ্বিতীয় পর্যায়টি Q যেখানে আলোর প্রত্যক্ষ প্রয়োজন পড়ে না।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২৩]

- (ক) জৈবমুদ্রা কী? ১
- (খ) সবাত ও অবাত উভয় প্রকার শ্বসনের প্রথম পর্যায়- ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত 'P' পর্যায় ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্ভীপকের 'Q' এর CO₂ বিজারণের দুটি গতিপথের মধ্যে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন ATP-ই হলো জৈবমুদ্রা, যা শক্তি জমা রাখে এবং প্রয়োজনে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে।
- (খ) গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়া সবাত ও অবাত শ্বসনের প্রথম পর্যায়। এ প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ (C₆H₁₂O₆) বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক এসিড (C₃H₄O₃) উৎপন্ন করে। এই ধাপে চার অণু ATP (এর মাঝে দুই অণু খরচ হয়ে যায়) এবং দুই অণু NADH+H⁺ উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় না, তাই গ্লাইকোলাইসিস সবাত ও অবাত উভয় প্রকার শ্বসনেরই প্রথম পর্যায়।
- (গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত 'P' দ্বারা সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়কে বুঝানো হয়েছে। যেখানে আলো অপরিহার্য। নিচে আলোক পর্যায় ব্যাখ্যা করা হলো- আলোক নির্ভর পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও NADPH+H⁺ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও NADPH+H⁺ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।



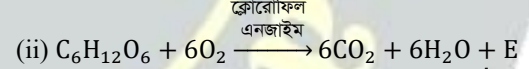
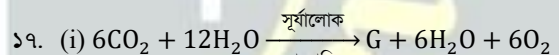
সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে NADPH+H⁺ উৎপন্ন করে। ATP এবং NADPH+H⁺ কে আত্মীকরণ শক্তি বলা হয়।

(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত 'Q' দ্বারা সালোকসংশ্লেষণের আলোক নিরপেক্ষ বা অন্ধকার পর্যায়কে বুঝানো হয়েছে। এ পর্যায়ে CO₂ বিজারণের দুটি গতিপথ হলো C₃ এবং C₄ গতিপথ। নিচে গতিপথ দুটির সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য বিশ্লেষণ করা হলো- সাদৃশ্য:

১. ক্লোরোপ্লাস্টের স্ট্রোমার মধ্যে ঘটে।
২. আলোক শক্তির প্রয়োজন হয় না।
৩. CO₂ থেকে শর্করা উৎপন্ন হওয়ার জন্য ATP ও NADPH₂ থেকে শক্তি সরবরাহ হয়।
৪. বিজারিত NADP জারিত হয়।

বৈসাদৃশ্য:

ক্যালভিন চক্র (C ₃)	হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র (C ₄)
১. CO ₂ এর গ্রহীতা হলো- রাইবুলোজ 1.5 বিসফসফেট।	১. CO ₂ এর গ্রহীতা ফসফোইনোল পাইরুভিক এসিড।
২. CO ₂ ফিক্সিং এনজাইম রুবিসকো।	২. CO ₂ ফিক্সিং এনজাইম হলো কার্বোক্সিলেজ।
৩. প্রথম স্থায়ী পদার্থ 3- ফসফোগ্লিসারিক এসিড।	৩. প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো অক্সালো অ্যাসিটিক এসিড (C ₄)
৪. অধিক আলোর প্রখরতায় এ চক্র অচল।	৪. অধিক আলোতেও এ প্রক্রিয়া সচল।
৫. আদর্শ তাপমাত্রা (10- 25)°C।	৫. আদর্শ তাপমাত্রা (30- 45)°C।
৬. সালোকসংশ্লেষণের জন্য CO ₂ এর প্রয়োজন (50- 150) PPM।	৬. সালোকসংশ্লেষণের জন্য CO ₂ এর প্রয়োজন (0.10- 10) PPM।
৭. ফটোরেসপিরেশন ঘটে।	৭. ফটোরেসপিরেশন ঘটে না।
৮. সালোকসংশ্লেষণ হার কম।	৮. সালোকসংশ্লেষণ হার বেশি।

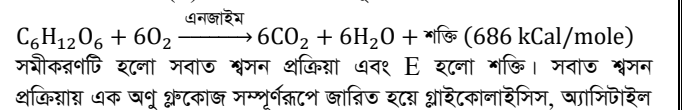


[রাজশাহী বোর্ড-২০২২]

- (ক) ফসফোরাইলেশন কী? ১
- (খ) স্থলজ উদ্ভিদের তুলনায় জলজ উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি কেন? ২
- (গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত (ii) নং প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন 'উ' এর হিসাব ছকের মাধ্যমে দেখাও। ৩
- (ঘ) অস্তিত্ব রক্ষায় সকল জীব (i) নং প্রক্রিয়াটির উপর নির্ভরশীল- যুক্তিসহ আলোচনা কর। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) অ্যাডিনোসিন ডাইফসফেট (ADP) এর সাথে অজৈব ফসফেট (Pi) যুক্ত হয়ে অ্যাডিনোসিন ট্রাইফসফেট (ATP) তৈরির প্রক্রিয়াই হলো ফসফোরাইলেশন।
- (খ) সালোকসংশ্লেষণের জন্য CO₂ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ একটি উপাদান। উদ্ভিদ যতো বেশি CO₂ পাবে সালোকসংশ্লেষণের হার ততো বৃদ্ধি পাবে। বায়ুমন্ডলে ০.০৩% এবং পানিতে ০.৩% CO₂ থাকে। অর্থাৎ বায়ুমন্ডলের তুলনায় পানিতে CO₂ বেশি থাকে। তাই স্থলজ উদ্ভিদের তুলনায় জলজ উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি হয়।
- (গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত (ii) নং সমীকরণের সম্পূর্ণরূপ হলো-



কো-এ সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও শেষে ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মাধ্যমে মোট ৩৮ অণু ATP তৈরি করে। অক্সিজেনের উপস্থিতিতে অর্থাৎ সবাত শ্বসনের শেষে যা ঘটবে বা যে শক্তি উৎপন্ন হবে তার হিসাব নিচের ছকের মাধ্যমে দেখানো হলো-

শ্বসনের পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	ব্যয়িত বস্তু	নীট উৎপাদন
গ্লাইকোলাইসিস	২ অণু পাইরুভিক এসিড ২ অণু NADH+H ⁺ ৪ অণু ATP	২ অণু ATP	৬ অণু ATP ২ অণু ATP
অ্যাসিটাইল কো-এ	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ ২ অণু CO ₂ ২ অণু NADH+H ⁺	২ অণু পাইরুভিক এসিড	২ অণু CO ₂ ৬ অণু ATP
ক্রেবস চক্র	৪ অণু CO ₂ ৬ অণু NADH+H ⁺ ২ অণু FADH ₂ ২ অণু GTP	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ	৪ অণু CO ₂ ১৮ অণু ATP ৪ অণু ATP ২ অণু ATP
			৩৮ অণু ATP (নীট মোট ATP) + ৬ অণু CO ₂

এক্ষেত্রে:

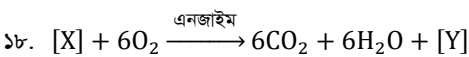
১ অণু NADH+H⁺ = ৩ অণু ATP

১ অণু FADH₂ = ২ অণু ATP

১ অণু GTP = ১ অণু ATP

অর্থাৎ, ১ অণু গ্লুকোজ হতে নির্গত হয় ৩৮ অণু ATP।

- (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত (i) নং প্রক্রিয়াটি হলো মূলত সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া, যার উপর সকল জীবের অস্তিত্ব নির্ভর করে। নিচে যুক্তিসহ আলোচনা করা হলো- সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণিকূল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O₂ গ্রহণ করে এবং CO₂ ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O₂ গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO₂ গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমন্ডল থেকে CO₂ গ্রহণ করে এবং O₂ ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O₂ ও CO₂ গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ। অর্থাৎ অস্তিত্ব রক্ষায় সকল জীব সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার উপর নির্ভরশীল।



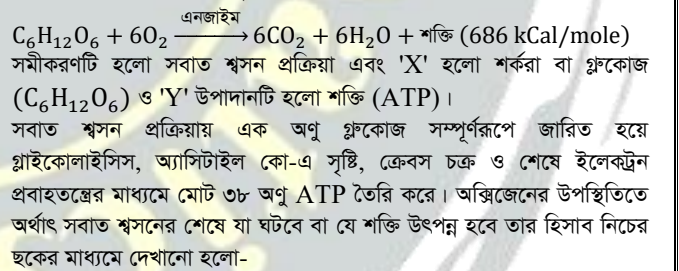
[যশোর বোর্ড-২০২২]

- (ক) C₃ উদ্ভিদ কাকে বলে? ১
(খ) ATP- কে জৈবমুদ্রা বলা হয় কেন? ২
(গ) উদ্ভীপকে আলোর উপস্থিতিতে 'X' উৎপাদন পর্যায়টি ব্যাখ্যা কর। ৩

- (ঘ) উদ্ভীপকে ১ অণু 'X' ভেঙে কত অণু 'Y' উৎপন্ন হয়? চার্টের মাধ্যমে দেখাও। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যেসব উদ্ভিদে ক্যালভিন চক্রের সাহায্যে শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয় এবং প্রথম স্থায়ী পদার্থ হিসেবে ৩-কার্বন বিশিষ্ট ফসফোগ্লিসারিক এসিড উৎপন্ন হয় তাদেরকে C₃ উদ্ভিদ বলে।
(খ) জীবন পরিচালনার জন্য জীবকোষে তথা জীবদেহে প্রতিনিয়ত হাজারো রকমের রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। আমরা যে খাবার খাই তা জারিত হয়, সেই জারণ থেকে নির্গত শক্তি দ্বারা ফসফোরাইলেশনের মাধ্যমে আবার সেই ভাঙা দুই টুকরা জোড়া লেগে ATP তৈরি হয়। শক্তির প্রয়োজন হলে তা আবার ভাঙে। তারপর খাদ্য থেকে শক্তি নিয়ে আবার জোড়া লাগে। এ যেন এক রিচার্জবল ব্যাটারি। ATP শক্তি জমা করে রাখে এবং প্রয়োজন অনুসারে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে। এজন্য ATP কে অনেক সময় 'জৈবমুদ্রা' বা 'শক্তি মুদ্রা' বলা হয়।
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত 'X' দ্বারা শর্করা বা গ্লুকোজ (C₆H₁₂O₆) জাতীয় খাদ্যকে বুঝানো হয়েছে এবং শর্করা তৈরির প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াকে দুটি পর্যায়ে ভাগ করা যায়। যথা- আলোক নির্ভর পর্যায় এবং আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়। সূর্যালোকের উপস্থিতিতে আলোক পর্যায় সম্পন্ন হয়। আলোক নির্ভর পর্যায়টি ব্যাখ্যা করা হলো- আলোক নির্ভর পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়ায় ATP ও NADPH+H⁺ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও NADPH+H⁺ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।
ADP + Pi $\xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{আলো}}$ ATP
সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে NADPH+H⁺ উৎপন্ন করে। এভাবেই আত্মীকরণ শক্তি ATP এবং NADPH+H⁺ তৈরি করে।
(ঘ) উদ্ভীপকের সমীকরণটির সম্পূর্ণরূপ হলো-



শ্বসনের পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	ব্যয়িত বস্তু	নীট উৎপাদন
গ্লাইকোলাইসিস	২ অণু পাইরুভিক এসিড ২ অণু NADH+H ⁺ ৪ অণু ATP	২ অণু ATP	৬ অণু ATP ২ অণু ATP
অ্যাসিটাইল কো-এ	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ ২ অণু CO ₂ ২ অণু NADH+H ⁺	২ অণু পাইরুভিক এসিড	২ অণু CO ₂ ৬ অণু ATP
ক্রেবস চক্র	৪ অণু CO ₂ ৬ অণু NADH+H ⁺ ২ অণু FADH ₂	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ	৪ অণু CO ₂ ১৮ অণু ATP ৪ অণু ATP

সৃজনশীল (সিকিউ) নোট

জীববিজ্ঞান

২য় অধ্যায়

কোষ বিভাজন

Prepared by: SAJJAD HOSSAIN

	২ অণু GTP		২ অণু ATP
			৩৮ অণু ATP (নীট মোট ATP) + ৬ অণু CO ₂

এক্ষেত্রে:

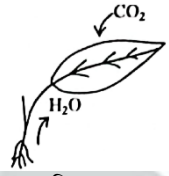
১ অণু NADH+H⁺ = ৩ অণু ATP

১ অণু FADH₂ = ২ অণু ATP

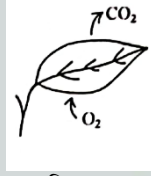
১ অণু GTP = ১ অণু ATP

অর্থাৎ, ১ অণু গ্লুকোজ (C₆H₁₂O₆) হতে নির্গত হয় ৩৮ অণু ATP।

১৯. নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর-



চিত্র : E



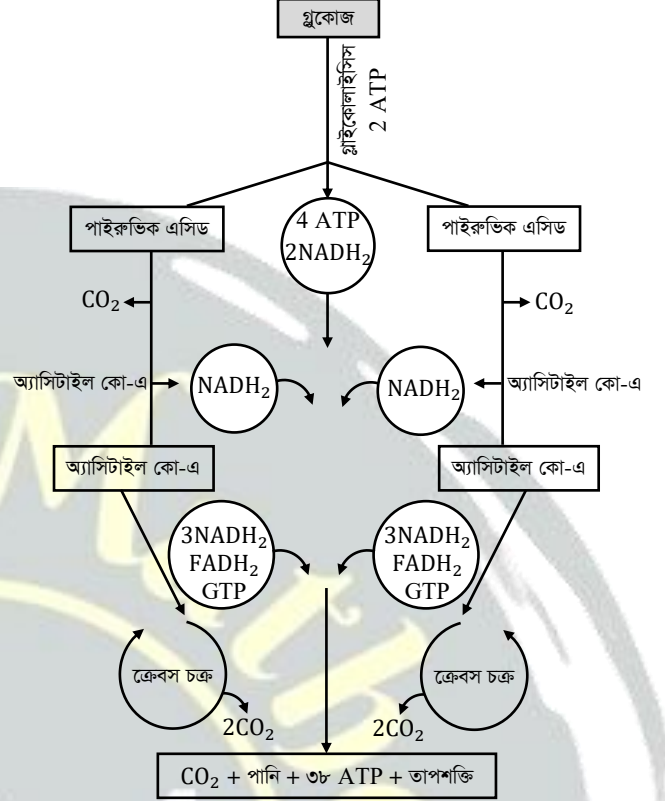
চিত্র : F

[ঢাকা বোর্ড-২০২২]

- (ক) কিউটিকল কাকে বলে? ১
- (খ) নিষ্ক্রিয় শোষণ থেকে সক্রিয় শোষণ আলাদা কেন? ২
- (গ) চিত্র 'F'-এ উৎপন্ন শক্তির প্রবাহচিত্র লেখ। ৩
- (ঘ) জীবজগতে চিত্র 'E' ও 'F' এর প্রক্রিয়া দুটি একে অপরের পরিপূরক মূল্যায়ন কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

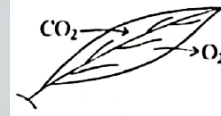
- (ক) উদ্ভিদের বহিঃত্বকে বিশেষ করে পাতার উপরে এবং নিচে কিউটিনের যে আবরণ থাকে তাকে কিউটিকল বলে।
- (খ) যে শোষণ প্রক্রিয়ায় আয়ন শোষণের জন্য কোনো বিপাকীয় শক্তির প্রত্যক্ষ প্রয়োগের প্রয়োজন হয় না তাকে নিষ্ক্রিয় শোষণ বলে। উদ্ভিদ এ প্রক্রিয়ায় মূলরোম দ্বারা ইমবাইবিশন ও অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় লবণ শোষণ করে। অন্যদিকে, যে শোষণ প্রক্রিয়ায় খনিজ লবণ পরিবহনের জন্য কোষে উৎপন্ন বিপাকীয় শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে সক্রিয় শোষণ বলে। উদ্ভিদ এ প্রক্রিয়ায় মূলরোমের সাহায্যে মাটি থেকে আয়ন হিসেবে খনিজ লবণ শোষণ করে। এজন্যই বলা হয় যে, নিষ্ক্রিয় শোষণ থেকে সক্রিয় শোষণ আলাদা।
- (গ) উদ্ভীপকের চিত্র 'F' তে দেখানো প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। নিচে সবাত শ্বসন প্রক্রিয়াটির মাধ্যমে উৎপন্ন শক্তির প্রবাহচিত্র দেখানো হলো-



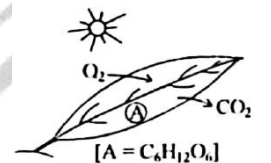
চিত্র : সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া

- (ঘ) উদ্ভীপকের চিত্র 'E' ও 'F' দ্বারা যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। এই প্রক্রিয়া দুটি একে অপরে পরিপূরক। নিচে বিষয়টি মূল্যায়ন করা হলো-
- সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সবুজ উদ্ভিদে ঘটে থাকে। দিনের বেলায় সূর্যালোকের উপস্থিতিতে H₂O ও CO₂ এর রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে সবুজ উদ্ভিদের পাতায় শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয়। অর্থাৎ শর্করা তৈরির প্রধান কাঁচামাল হলো CO₂ ও H₂O। কাজেই CO₂ এর অনুপস্থিতিতে সবুজ উদ্ভিদ এ শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করতে পারে না। কিন্তু সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত এ CO₂ শ্বসনের ফলে তৈরি হয়।। সকল সজীব কোষে দিবাৱাত্রি ২৪ ঘণ্টাই শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন ক্রিয়ায় শর্করা তথা গ্লুকোজ অক্সিজেনের মাধ্যমে জারিত হয়ে শক্তি ও CO₂ উৎপন্ন হয়। শ্বসনে ব্যবহৃত এ শর্করা (গ্লুকোজ) ও O₂ সালোকসংশ্লেষণেই তৈরি হয়ে থাকে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, সালোকসংশ্লেষণে শর্করা এবং O₂ তৈরি না হলে শ্বসন ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যেতো। আবার শ্বসন ক্রিয়ার ফলে CO₂ তৈরি না হলে সালোকসংশ্লেষণেও ব্যাঘাত ঘটতো। পরিশেষে বলা যায় যে, প্রক্রিয়া দুটি অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন একে অপরের পরিপূরক।

২০. নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর-



প্রক্রিয়া-১



প্রক্রিয়া-২

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২২]

- (ক) ফটোলাইসিস কী? ১
- (খ) ATP রিচার্জবল ব্যাটারির সাথে তুলনীয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) ৩ অণু A-এর দহনে প্রক্রিয়া-২ তে কী পাওয়া যায় তার তালিকা প্রস্তুত কর। ৩
- (ঘ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়া দুটি পরস্পরের উপর নির্ভরশীল- বিশ্লেষণ কর। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াই হলো ফটোসিন্থেসিস।
- (খ) ATP-কে জৈবমুদ্রা বা শক্তিমুদ্রা বলা হয়। ATP-এর রাসায়নিক বন্ধন ভেঙে যে শক্তি বের হয় সেই শক্তি দিয়ে জীবদেহের প্রতিটি জৈবনিক কাজ সম্পন্ন হয়। জীব যে খাবার খায় তা জারিত হয়। সেই জারণ থেকে নির্গত শক্তি দ্বারা ফসফোরাইলেশনের মাধ্যমে আবার সেই ভাঙা দুই টুকরা জোড়া লেগে ATP তৈরি হয়। শক্তির প্রয়োজন হলে তা আবার ভাঙে, তারপর খাদ্য থেকে শক্তি নিয়ে আবার জোড়া লাগে। এ কারণে ATP কে রিচার্জবল ব্যাটারির সঙ্গে তুলনা করা হয়।
- (গ) উদ্ভিদকে উল্লিখিত প্রক্রিয়া-২ হলো শ্বসন প্রক্রিয়া এবং 'A' হলো শর্করা ($C_6H_{12}O_6$)। শ্বসন প্রক্রিয়ায় ৩ অণু গ্লুকোজ বা শর্করা থেকে যে পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায় তার তালিকা নিচে প্রস্তুত করা হলো-
সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় ১ অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও শেষে ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মাধ্যমে মোট ৩৮ অণু ATP তৈরি করে। যার হিসাব নিচের ছকের মাধ্যমে দেওয়া হলো-

শ্বসনের পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	ব্যয়িত বস্তু	নীট উৎপাদন
গ্লাইকোলাইসিস	২ অণু পাইরুভিক এসিড ২ অণু $NADH+H^+$ ৪ অণু ATP	২ অণু ATP	৬ অণু ATP ২ অণু ATP
অ্যাসিটাইল কো-এ	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ ২ অণু CO_2 ২ অণু $NADH+H^+$	২ অণু পাইরুভিক এসিড	২ অণু CO_2 ৬ অণু ATP
ক্রেবস চক্র	৪ অণু CO_2 ৬ অণু $NADH+H^+$ ২ অণু $FADH_2$ ২ অণু GTP	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ	৪ অণু CO_2 ১৮ অণু ATP ৪ অণু ATP ২ অণু ATP
			৩৮ অণু ATP (নীট মোট ATP) + ৬ অণু CO_2

এক্ষেত্রে:

$$১ \text{ অণু } NADH+H^+ = ৩ \text{ অণু ATP}$$

$$১ \text{ অণু } FADH_2 = ২ \text{ অণু ATP}$$

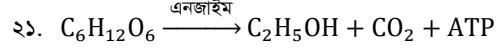
$$১ \text{ অণু GTP} = ১ \text{ অণু ATP}$$

অর্থাৎ, ১ অণু গ্লুকোজ হতে নির্গত হয় ৩৮ অণু ATP।

$$\therefore ৩ \text{ অণু গ্লুকোজ হতে নির্গত হয় } (৩৮ \times ৩) \text{ অণু ATP} = ১১৪ \text{ অণু ATP}।$$

- (ঘ) উদ্ভিদকে প্রক্রিয়া-১ দ্বারা সালোকসংশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়া-২ দ্বারা শ্বসন প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। এই প্রক্রিয়া দুটি পরস্পরের উপর পুরোপুরি নির্ভরশীল। নিচে বিষয়টি বিশ্লেষণ করা হলো-
সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সবুজ উদ্ভিদে ঘটে থাকে। দিনের বেলায় সূর্যালোকের উপস্থিতিতে H_2O ও CO_2 এর রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে সবুজ উদ্ভিদের পাতায় শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয়। অর্থাৎ শর্করা তৈরির প্রধান কাঁচামাল হলো CO_2 ও H_2O । কাজেই CO_2 এর অনুপস্থিতিতে সবুজ উদ্ভিদ এ শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করতে পারে না। কিন্তু সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত এ CO_2 শ্বসনের ফলে তৈরি হয়। সকল সজীব কোষে দিবাৱাত্রি ২৪ ঘণ্টাই শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় শর্করা তথা গ্লুকোজ অক্সিজেনের মাধ্যমে জারিত হয়ে শক্তি ও CO_2 উৎপন্ন হয়। শ্বসনে ব্যবহৃত এ শর্করা (গ্লুকোজ) ও O_2 সালোকসংশ্লেষণেই তৈরি হয়ে থাকে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, সালোকসংশ্লেষণে

শর্করা এবং O_2 তৈরি না হলে শ্বসন প্রক্রিয়া বন্ধ হয়ে যেতো। আবার শ্বসন প্রক্রিয়ার ফলে CO_2 তৈরি না হলে সালোকসংশ্লেষণেও ব্যাঘাত ঘটতো।

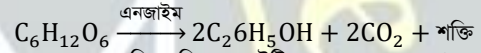


[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২২]

- (ক) C_3 উদ্ভিদ কী? ১
(খ) ফটোসিন্থেসিস বলতে কী বোঝায়? ২
(গ) উদ্ভিদকে প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভিদকে প্রক্রিয়াটি O_2 এর উপস্থিতিতে ঘটলে ATP উৎপাদনে কীরূপ পরিবর্তন হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যেসব উদ্ভিদে ক্যালভিন চক্রের সাহায্যে শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয় এবং প্রথম স্থায়ী পদার্থ হিসেবে ৩-কার্বন বিশিষ্ট ফসফোগ্লিসারিক এসিড উৎপন্ন হয় তাদেরকে C_3 উদ্ভিদ বলে।
- (খ) যে প্রক্রিয়ায় সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয় তাকে ফটোসিন্থেসিস বলে। ফটোসিন্থেসিস হচ্ছে পানির সালোক বিভাজন। পানি ফটোসিন্থেসিস প্রক্রিয়ায় ভেঙে O_2 হিসেবে বায়ুতে নির্গত হয় এবং $2H^+$, NADP কে বিজারিত করে $NADPH+H^+$ সৃষ্টি করতে ব্যবহৃত হয়।
- (গ) উদ্ভিদকে প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া। আমরা জানি, সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ঘটে। কিন্তু উক্ত বিক্রিয়ায় অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সবাত শ্বসন না ঘটে অবাত শ্বসন ঘটবে। কেবলমাত্র কতিপয় অণুজীব (ব্যাকটেরিয়া, দ্রুত ইত্যাদি) অবাত শ্বসন ঘটায়। অবাত শ্বসনে শ্বাসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষ মধ্যস্থ এনজাইম দ্বারা আংশিক রূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ, (CO_2) ও সামান্য শক্তি উৎপন্ন হয়।



অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া নিম্নোক্ত দুইটি ধাপে সম্পন্ন হয়ে থাকে। যথা-

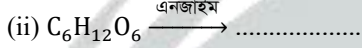
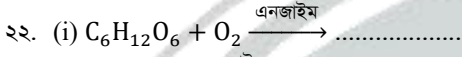
ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু $NADH+H^+$ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।

ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO_2 এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুধু ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ $NADH+H^+$) জারিত হয়ে যে ইলেকট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ক্ষেত্রবিশেষ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।

- (ঘ) উদ্ভিদকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া, যা অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে ঘটে থাকে। অর্থাৎ এটি অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। যে শ্বসন প্রক্রিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ঘটে তাকে সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া বলে। O_2 -এর উপস্থিতিতে সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া থেকে বেশি শক্তি উৎপন্ন হয়। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-

সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া চারটি ধাপের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়। গ্লাইকোলাইসিস ধাপে ১ অণু গ্লুকোজ থেকে ২ অণু পাইরুভিক এসিড তৈরি হয়। এ সময় ১০ অণু ATP তৈরি হয়। যার ২ অণু খরচ হয়ে যাবে। অ্যাসিটাইল Co-A ধাপে প্রতি অণু পাইরুভিক এসিড পর্যায়ক্রমে ১ অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে ১ অণু CO_2 , ও ১ অণু $NADH_2$, উৎপন্ন করে। এ সময় ৩ অণু ATP তৈরি হয় (২ অণু পাইরুভিক এসিড থেকে ৬ অণু ATP)। ক্রেবস চক্র এক অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে ৩ অণু $NADH_2$, ১ অণু $FADH_2$ ও ১ অণু GTP উৎপন্ন হয়। এ সময় ১২ অণু ATP তৈরি হয় (২ অণু পাইরুভিক এসিড থেকে ২৪ অণু)। উক্ত ধাপসমূহে উৎপন্ন $NADH+H^+$ ও $FADH_2$ ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রে জারিত

হয়ে ATP, পানি, ইলেকট্রন ও প্রোটন উৎপন্ন হয়। এভাবে সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় ১ অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে ৩৮টি ATP উৎপন্ন করে। অন্যদিকে, অবাত শ্বসনে, গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD জারিত হয়ে ইলেকট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে। তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক এসিডকে ল্যাকটিক এসিড বা ক্ষেত্র বিশেষে ইথানল উৎপাদনের জন্য। আবার, অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনে ১ অণু গ্লুকোজ থেকে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়। উপরিউক্ত ATP এর হিসাব অনুযায়ী দেখা যায় যে, অবাত শ্বসন থেকে সবাত শ্বসনে অধিক শক্তি বা ATP উৎপন্ন হয়।



[সিলেট বোর্ড-২০২২]

- (ক) পাইরুভিক এসিডের রাসায়নিক সংকেত লিখ। ১
(খ) ক্যালভিন চক্রকে C_3 গতিপথ বলা হয় কেন? ২
(গ) উদ্ভীপকের (i) নং বিক্রিয়ার মাইটোকন্ড্রিয়াতে সংঘটিত ধাপগুলো বর্ণনা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের (i) ও (ii) নং প্রক্রিয়ার তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) পাইরুভিক এসিডের রাসায়নিক সংকেত হলো- $C_3H_4O_3$ ।
(খ) CO_2 আত্মীকরণের এ গতিপথকে আবিষ্কারকদের নামানুসারে ক্যালভিন-বেনসন ও ব্যাশাম চক্র বা সংক্ষেপে ক্যালভিন চক্র বলা হয়। এ চক্রে অধিকাংশ উদ্ভিদে শর্করা তৈরি হয় এবং প্রথম স্থায়ী পদার্থ ৩-কার্বন বিশিষ্ট ফসফোগ্লিসারিক এসিড বলে ক্যালভিন চক্রকে C_3 গতিপথ বলা হয়।
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত (i) নং প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। সবাত শ্বসন প্রক্রিয়াটি চারটি ধাপে সম্পন্ন হয়। তার মধ্যে মাইটোকন্ড্রিয়াতে সবাত শ্বসনের অ্যাসিটাইল Co-A সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র এই তিনটি ধাপ সংঘটিত হয়। নিচে ধাপ তিনটি বর্ণনা করা হলো-

অ্যাসিটাইল Co-A সৃষ্টি: গ্লাইকোলাইসিস পর্যায়ে সৃষ্ট প্রতি অণু পাইরুভিক এসিড পর্যায়ক্রমে বিক্রিয়া শেষে ২ কার্বন বিশিষ্ট ১ অণু অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম এ, এক অণু CO_2 এবং এক অণু $NADH+H^+$ উৎপন্ন করে। দুই অণু পাইরুভিক এসিড হতে দুই অণু অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম এ, দুই অণু CO_2 এবং দুই অণু $NADH+H^+$ উৎপন্ন হয়।

ক্রেবস চক্র: এ পর্যায়ে অ্যাসিটাইল Co-A মাইটোকন্ড্রিয়াতে প্রবেশ করে এবং ক্রেবস চক্রে অংশগ্রহণ করে। এ চক্রের সকল বিক্রিয়াই মাইটোকন্ড্রিয়াতে সংঘটিত হয়। এই চক্রে এক অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে দুই অণু কার্বন ডাইঅক্সাইড, তিন অণু $NADH+H^+$ এক অণু $FADH_2$ এবং এক অণু GTP উৎপন্ন হয়। (অর্থাৎ দুই অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে চার অণু CO_2 , ৬ অণু $NADH+H^+$, দুই অণু $FADH_2$ এবং দুই অণু GTP উৎপন্ন হয়।)
ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র: গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি এবং ক্রেবস চক্রে $NADH+H^+$ (বিজারিত NAD), $FADH_2$ (বিজারিত FAD) উৎপন্ন হয়, এই ধাপে সেগুলো জারিত হয়ে ATP, পানি, উচ্চশক্তির ইলেকট্রন এবং প্রোটন উৎপন্ন হয়। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রনগুলো ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় যে শক্তি প্রদান করে সেই শক্তি ATP তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

- (ঘ) উদ্ভীপকের (i) ও (ii) নং প্রক্রিয়া দুটি হলো যথাক্রমে শ্বসন প্রক্রিয়ার দুটি ধাপ সবাত শ্বসন এবং অবাত শ্বসন। নিচে সবাত শ্বসন ও অবাত শ্বসনের মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা করা হলো-

- সবাত শ্বসনে O_2 -এর প্রয়োজন হয়। কিন্তু অবাত শ্বসনে O_2 -এর প্রয়োজন হয় না।
- সবাত শ্বসনে শ্বসনিক বস্তু সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়। কিন্তু অবাত শ্বসনে শ্বাসনিক বস্তু আংশিকভাবে জারিত হয়।
- সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় পানি উৎপন্ন হয়। অপরদিকে অবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় পানি উৎপন্ন হয় না।

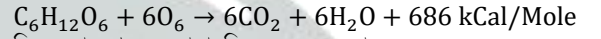
৪. সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় বিপুল পরিমাণ শক্তি (686 kCal/Mole) উৎপন্ন হয়। অপরদিকে অবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় সামান্য পরিমাণ শক্তি (56 Kcal/Mole) উৎপন্ন হয়।

৫. সবাত শ্বসনে অ্যালকোহল বা ল্যাকটিক এসিড উৎপন্ন হয় না। কিন্তু অবাত শ্বসনে অ্যালকোহল বা ল্যাকটিক এসিড উৎপন্ন হয়।

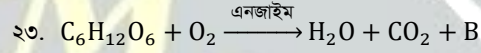
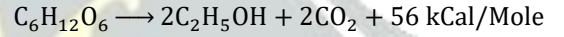
৬. সবাত শ্বসন প্রক্রিয়াটি হলো উদ্ভিদ ও প্রাণীর স্বাভাবিক শ্বসন প্রক্রিয়া। কিন্তু অবাত শ্বসন প্রক্রিয়াটি উদ্ভিদ ও প্রাণীর স্বাভাবিক শ্বসন প্রক্রিয়া নয়।

৭. সবাত শ্বসন প্রক্রিয়াটি ব্যাকটেরিয়া, ইস্টে ঘটে না। অন্যদিকে অবাত শ্বসন প্রক্রিয়াটি ব্যাকটেরিয়া, ইস্টে ঘটে থাকে।

৮. সবাত শ্বসনের রাসায়নিক সংকেত হলো-



কিন্তু অবাত শ্বসনের রাসায়নিক সংকেত হলো-



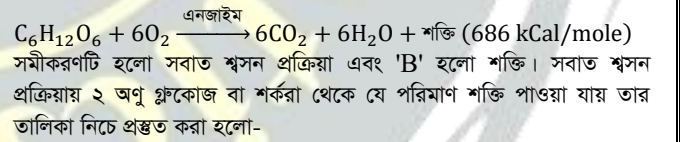
[বরিশাল বোর্ড-২০২২]

- (ক) পানির ফটোলাইসিস কী? ১
(খ) জীবকোষে শক্তি সবায় ও শক্তি নির্গমন চক্রাকারে চলে- ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্ভীপকে বিক্রিয়াটির ২ অণু গ্লুকোজ থেকে কত অণু 'B' উৎপন্ন হয়? নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে- যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াই হলো ফটোলাইসিস।
(খ) প্রতিটি সজীব উদ্ভিদে প্রতিনিয়ত নানা রকমের জৈবনিক প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়। এ সমস্ত জৈবনিক প্রক্রিয়া সংঘটিত হতে শক্তির দরকার হয়। শক্তির মূল উৎস সূর্য। সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌর শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করে। প্রাণী ও অসবুজ জীব সৌর শক্তিকে সরাসরি আবদ্ধ করে দৈহিক কাজে ব্যবহার করতে পারে না। জীবন পরিচালনার জন্য যে শক্তির দরকার হয় সে শক্তির জন্য তাদের প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে সবুজ উদ্ভিদের উপর নির্ভর করতে হয়। সবুজ উদ্ভিদ সূর্যের আলোর ফটন কণা ব্যবহার করে ATP তৈরি করে, যা জৈবনিক শক্তি হিসেবে কোষে জমা থাকে। আবার জীবের প্রয়োজন অনুসারে ATP ভেঙ্গে কোষের ব্যবহার উপযোগী করে তুলতে পারে এবং খরচ করতে পারে। এজন্যই বলা হয় জীবকোষে শক্তি সঞ্চয় ও শক্তি নির্গমন চক্রাকারে চলে।

- (গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়াটির সম্পূর্ণরূপ হলো-



সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও শেষে ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মাধ্যমে মোট ৩৮ অণু ATP তৈরি করে। যার হিসাব নিচের ছকের মাধ্যমে দেখানো হলো-

শ্বসনের পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	ব্যয়িত বস্তু	নীট উৎপাদন
গ্লাইকোলাইসিস	২ অণু পাইরুভিক এসিড ২ অণু $NADH+H^+$ ৪ অণু ATP	২ অণু ATP	৬ অণু ATP ২ অণু ATP
অ্যাসিটাইল কো-এ	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ ২ অণু CO_2 ২ অণু $NADH+H^+$	২ অণু পাইরুভিক এসিড	২ অণু CO_2 ৬ অণু ATP

ক্রমস চক্র	৪ অণু CO_2 ৬ অণু $\text{NADH}+\text{H}^+$ ২ অণু FADH_2 ২ অণু GTP	২ অণু অ্যাসিটাইল কো-এ	৪ অণু CO_2 ১৮ অণু ATP ৪ অণু ATP ২ অণু ATP
			৩৮ অণু ATP (নীট মোট ATP) + ৬ অণু CO_2

এক্ষেত্রে:

১ অণু $\text{NADH}+\text{H}^+ = ৩$ অণু ATP

১ অণু $\text{FADH}_2 = ২$ অণু ATP

১ অণু $\text{GTP} = ১$ অণু ATP

অর্থাৎ, ১ অণু গ্লুকোজ হতে নির্গত হয় ৩৮ অণু ATP ।

∴ ২ অণু গ্লুকোজ হতে উৎপন্ন শক্তির হিসাব হলো $৩৮ \times ২ = ৭৬$ অণু ATP ।

- (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি দ্বারা শ্বসন প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। শ্বসন প্রক্রিয়াটি যথাযথভাবে সংঘটিত না হলে জীবকূল ধ্বংসের সম্মুখীন হবে। জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় শ্বসন প্রক্রিয়ার ভূমিকা সম্পর্কে নিচে বিশ্লেষণ করা হলো- শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপকার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়ার অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।
- উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় শ্বসন প্রক্রিয়ার গুরুত্ব অপরিসীম।

২৪. সবুজ উদ্ভিদ আলো ও ক্লোরোফিলের উপস্থিতিতে এক বিশেষ প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজ তৈরি করে। জীব উক্ত গ্লুকোজ জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় জারিত করে শক্তি উৎপন্ন করে।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২২]

- (ক) শ্বসনিক বস্তু কী? ১
(খ) বিকেল বেলা উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণের হার কমে যায় কেন? ২
(গ) উদ্ভীপকের দ্বিতীয় প্রক্রিয়াটির সাইটোপ্লাজমিক ধাপের বর্ণনা দাও। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের প্রথম প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন না হলে জীবজগৎ বিলীন হয়ে যেত- তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

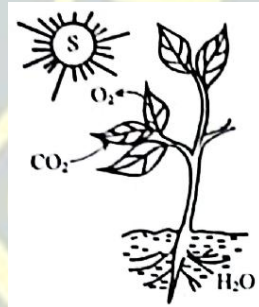
২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) শ্বসন প্রক্রিয়ায় যেসব বস্তু (শর্করা, প্রোটিন, চর্বি ও বিভিন্ন জৈব এসিড) জারিত হয়ে CO_2 ও শক্তি উৎপাদন করে সেসব বস্তুই হলো শ্বসনিক বস্তু।
(খ) সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় যে শক্তির প্রয়োজন হয় তা প্রধান উৎস সূর্যালোক। সালোকসংশ্লেষণের আলোক বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণের জন্য সূর্যালোক প্রয়োজন। একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত আলোর পরিমাণ বাড়লে সালোকসংশ্লেষণের হারও বেড়ে যায়। কিন্তু বিকেল বেলা আলোর পরিমাণ কমে থাকে বিধায় সালোকসংশ্লেষণের গতিও কমে যায়।
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত দ্বিতীয় প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া সাধারণত চারটি ধাপে সম্পন্ন হয় যার প্রথম ধাপটি অর্থাৎ গ্লাইকোলাইসিস সাইটোপ্লাজমে সংঘটিত হয়। আর অ্যাসিটাইল কো-এ,

ক্রমসচক্র ও ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র মাইটোকন্ড্রিয়ায় সংঘটিত হয়। নিচে সাইটোপ্লাজমিক ধাপ অর্থাৎ গ্লাইকোলাইসিস ধাপের বর্ণনা দেওয়া হলো- গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক এসিড উৎপন্ন করে। এই ধাপে চার অণু ATP (দুই অণু খরচ হয়ে যায়) এবং দুই অণু $\text{NADH}+\text{H}^+$ উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে না।

- (ঘ) উদ্ভীপকের প্রথম প্রক্রিয়াটি দ্বারা উদ্ভিদের খাদ্য তৈরির প্রক্রিয়া সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি যথাযথভাবে সংঘটিত না হলে জীবজগৎ বিলীন হয়ে যেত। জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার ভূমিকা সম্পর্কে নিচে যুক্তি দ্বারা বুঝানো হলো- সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণিকূল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 গ্যাসের অধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমন্ডল থেকে CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। ন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ।
- পরিশেষে বলা যায়, জীবজগতের জন্য সালোকসংশ্লেষণের গুরুত্ব অপরিসীম।

২৫. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



চিত্র : M

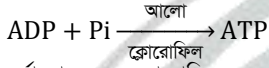
[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২২]

- (ক) শ্বসন কী? ১
(খ) পাউরুটি ফাঁপা হয় কেন? ২
(গ) চিত্রের 'S' নির্ভর প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) চিত্রের প্রক্রিয়ার উপর জীবের নির্ভরশীলতা মূল্যায়ন কর। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় জীবকোষস্থ জটিল জৈবযৌগ জারিত হয় ফলে জৈব যৌগে সংযুক্ত স্থিতিশক্তি রূপান্তরিত হয়ে গতিশক্তিতে পরিণত হয় তাই শ্বসন।
(খ) ময়দা-চিনির সাথে ঈস্ট যোগ করে পাউরুটি তৈরি করা হয়। এখানে ঈস্টের এনজাইম নিঃসৃত হয়ে ফার্মেন্টেশন ঘটে এবং অ্যালকোহল ও CO_2 উৎপন্ন হয়। CO_2 ময়দার ভিতর বদবদ সৃষ্টি করে এবং তা প্রসারিত হয়ে চাপে পাউরুটি ফুলে উঠে ও ভিতরে ফাঁপা হয়।
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত 'S' দ্বারা সূর্যালোককে বুঝানো হয়েছে এবং এর উপর নির্ভর প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণ একটি দীর্ঘ ও জটিল

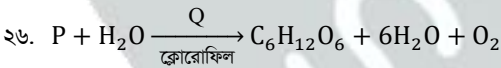
প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়াকে দুটি পর্যায়ে ভাগ করা যায়। পর্যায় দুটি হলো, আলোক নির্ভর ও আলোকনিরপেক্ষ পর্যায়। নিচে আলোকনির্ভর পর্যায় ব্যাখ্যা করা হলো- সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিলের সহায়তায় ATP তৈরি হয়। এ পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।



সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$ উৎপন্ন করে। ATP এবং $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$ কে আত্মীকরণ শক্তি বলা হয়।

(ঘ) উদ্ভীপকে চিত্রের প্রক্রিয়াটি হলো উদ্ভিদের খাদ্য তৈরির প্রক্রিয়া সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া। এই প্রক্রিয়াটির উপর জীবজগৎ সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল। নিচে তা মূল্যায়ন করা হলো-

সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণিকূল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমণ্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমণ্ডল থেকে CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমণ্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। নুন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ।



[ঢাকা বোর্ড-২০২১]

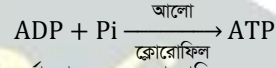
- (ক) সালোকসংশ্লেষণ কী? ১
(খ) ATP কে জৈব মুদ্রা বলা হয় কেন? ২
(গ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটির আলোক-নির্ভর পর্যায়টি বর্ণনা কর। ৩
(ঘ) “উদ্ভীপকের Q এর অনুপস্থিতি এবং P এর ঘাটতি উক্ত প্রক্রিয়ায় বিঘ্ন সৃষ্টি করতে পারে”- বিশ্লেষণ কর। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে প্রক্রিয়ায় সবুজ উদ্ভিদ সূর্যালোকের উপস্থিতিতে CO_2 ও H_2O সহযোগে শর্করা জাতীয় খাদ্য প্রস্তুত করে তাই সালোকসংশ্লেষণ।
(খ) ATP জীবন পরিচালনার জন্য, জীবকোষে তথা জীবদেহে প্রতিনিয়ত হাজারো রকমের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শক্তি যোগায়। ATP শক্তি জমা রাখে এবং প্রয়োজন অনুসারে অন্য বিক্রিয়ার জন্য উক্ত শক্তি সরবরাহ করে। এজন্য ATP কে জৈবমুদ্রা বলা হয়।
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণ একটি দীর্ঘ এবং জটিল প্রক্রিয়া। এটি দুটি পর্যায়ে বিভক্ত; যথা- (১) আলোক নির্ভর পর্যায় এবং (২) আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়। আলোর উপস্থিতিতে

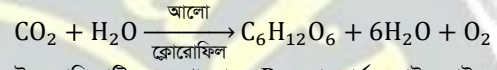
সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়টি সংঘটিত হয়। নিচে পর্যায়টি ব্যাখ্যা করা হলো-

সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিলের সহায়তায় ATP তৈরি হয়। এ পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।



সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$ উৎপন্ন করে। ATP এবং $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$ কে আত্মীকরণ শক্তি বলা হয়।

(ঘ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি সম্পূর্ণ করে পাই-



উক্ত প্রক্রিয়াটিতে দেখা যায়, P হলো কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2), Q হলো সূর্যালোক। অর্থাৎ প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণের প্রয়োজনীয় উপকরণগুলোর মধ্যে সূর্যালোক ও কার্বন ডাইঅক্সাইড অন্যতম। নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-

কার্বন ডাইঅক্সাইড ছাড়া সালোকসংশ্লেষণ চলতে পারে না। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় যে খাদ্য প্রস্তুত হয় তা CO_2 বিজারণের ফলেই হয়ে থাকে। বায়ুমণ্ডলে কার্বন ডাইঅক্সাইডের পরিমাণ ০.০৩ ভাগ, কিন্তু এ প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ শতকরা এক ভাগ পর্যন্ত কার্বন ডাইঅক্সাইড ব্যবহার করতে পারে। তাই বায়ুমণ্ডলে কার্বন ডাইঅক্সাইডের পরিমাণ বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সামঞ্জস্য রেখে সালোকসংশ্লেষণের পরিমাণও বেড়ে যায়।

অন্যদিকে, সালোকসংশ্লেষণের প্রক্রিয়ায় আলোর গুরুত্ব অপরিসীম। পানি এবং CO_2 থেকে শর্করা তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস আলো। সূর্যালোকের উপস্থিতিতেই আলোর ফোটন কণা হতে আলোক শক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। সূর্যালোক ক্লোরোফিল সৃষ্টিতে অংশগ্রহণ করে। সূর্যালোকের প্রভাবেই পত্ররন্ধ্র উন্মুক্ত হয়, CO_2 পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পারে এবং খাদ্য প্রস্তুতকরণে অংশগ্রহণ করে। পৃথিবীতে যদি সূর্যের আলো না থাকত, তাহলে সালোকসংশ্লেষণ হতো না। সালোকসংশ্লেষণ না হলে কোনো প্রকার খাদ্য প্রস্তুত হতো না। ফলে কোনো জীবেরই অস্তিত্ব থাকত না।

তাই উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, সূর্যালোকের অনুপস্থিতি এবং CO_2 এর ঘাটতি সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বিঘ্ন সৃষ্টি করবে।

২৭. জীবকোষে অবস্থিত একটি অঙ্গাণু দেহ পরিচালনায় বিশেষ ভূমিকা পালন করে। উক্ত অঙ্গাণুতে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপ ও শক্তিকে কাজে লাগিয়ে জীবের সকল শারীরবৃত্তীয় কাজ সম্পন্ন হয়। উক্ত প্রক্রিয়াটি যথাযথভাবে সংঘটিত না হলে জীবকূল ধ্বংসের সম্মুখীন হতো।

[ঢাকা বোর্ড-২০২১]

- (ক) শ্বসনিক বস্তু কী? ১
(খ) ব্যাকটেরিয়াতে সবার শ্বসন হয় না কেন? ২
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত অঙ্গাণুটিতে সংঘটিত বিক্রিয়ার ধাপগুলো বর্ণনা কর। ৩
(ঘ) “উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি যথাযথভাবে সংঘটিত না হলে জীবকূল ধ্বংসের সম্মুখীন হতো।”-উক্তিটি বিশ্লেষণ কর। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) শ্বসন প্রক্রিয়ায় যেসব বস্তু (শর্করা, প্রোটিন, চর্বি ও বিভিন্ন জৈব এসিড) জারিত হয়ে CO_2 ও শক্তি উৎপাদন করে সেসব বস্তুই হলো শ্বসনিক বস্তু।
(খ) যে শ্বসন প্রক্রিয়ায় কোন শ্বসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষের ভিতরের এনজাইম দিয়ে আংশিকরূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন প্রকার জৈব যৌগ, CO_2 এবং সামান্য পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন করে তাকে অবাত শ্বসন বলে। আমরা

জানি, ব্যাকটেরিয়াতে সবাত শ্বসন না হয়ে অবাত শ্বসন ঘটে। কারণ কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া আছে যারা অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। ফলে তাদের কোষের ভিতরে উপস্থিত এনজাইম দিয়ে শ্বসনিক বস্তু আংশিকরূপে জারিত করে বিভিন্ন প্রকার জৈব যৌগ, CO_2 এবং সামান্য পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন করে।

(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত অঙ্গাণুটি হলো মাইটোকন্ড্রিয়া আর প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। মাইটোকন্ড্রিয়াতে সবাত শ্বসনের অ্যাসিটাইল $Co-A$ সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র এই তিনটি ধাপ সংঘটিত হয়। নিচে ধাপ তিনটি বর্ণনা করা হলো-

অ্যাসিটাইল $Co-A$ সৃষ্টি: গ্লাইকোলাইসিস পর্যায়ে সৃষ্টি প্রতি অণু পাইরুভিক এসিড পর্যায়ক্রমে বিক্রিয়া শেষে ২ কার্বন বিশিষ্ট ১ অণু অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম এ, এক অণু CO_2 এবং এক অণু $NADH+H^+$ উৎপন্ন করে। দুই অণু পাইরুভিক এসিড হতে দুই অণু অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম এ, দুই অণু CO_2 এবং দুই অণু $NADH+H^+$ উৎপন্ন হয়।

ক্রেবস চক্র: এ পর্যায়ে অ্যাসিটাইল $Co-A$ মাইটোকন্ড্রিয়াতে প্রবেশ করে এবং ক্রেবস চক্রে অংশগ্রহণ করে। এ চক্রের সকল বিক্রিয়াই মাইটোকন্ড্রিয়াতে সংঘটিত হয়। এই চক্রে এক অণু অ্যাসিটাইল $Co-A$ থেকে দুই অণু কার্বন ডাইঅক্সাইড, তিন অণু $NADH+H^+$ এক অণু $FADH_2$ এবং এক অণু GTP উৎপন্ন হয়। (অর্থাৎ দুই অণু অ্যাসিটাইল $Co-A$ থেকে চার অণু CO_2 , ৬ অণু $NADH+H^+$, দুই অণু $FADH_2$ এবং দুই অণু GTP উৎপন্ন হয়।)

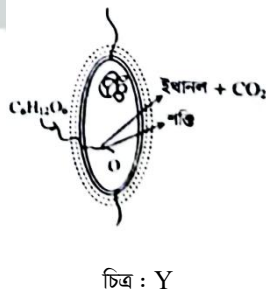
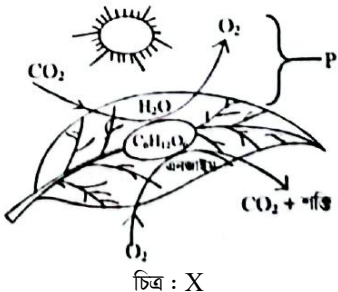
ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র: গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি এবং ক্রেবস চক্রে $NADH+H^+$ (বিজারিত NAD), $FADH_2$ (বিজারিত FAD) উৎপন্ন হয়, এই ধাপে সেগুলো জারিত হয়ে ATP , পানি, উচ্চশক্তির ইলেকট্রন এবং প্রোটন উৎপন্ন হয়। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রনগুলো ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় যে শক্তি প্রদান করে সেই শক্তি ATP তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি মূলত শ্বসন প্রক্রিয়া। শ্বসন প্রক্রিয়াটি যথাযথ সংঘটিত না হলে জীবকুল ধ্বংসের সম্মুখীন হবে। জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় শ্বসন প্রক্রিয়ার ভূমিকা সম্পর্কে নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-

শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপকার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। বুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।

উপর্যুক্ত আলোচনা হতে এটাই প্রতীয়মান হয় যে, শ্বসন প্রক্রিয়াটি যথাযথভাবে সংঘটিত না হলে জীবের অস্তিত্ব বিলীন হয়ে যাবে।

২৮. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



- (ক) জৈব মুদ্রা কী? ১
- (খ) আলোক পর্যায়ে পানি ভাঙ্গনের গুরুত্ব ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) চিত্র-X এ প্রদর্শিত P প্রক্রিয়াটির জীবজগতে কীরূপ অবদান রাখছে তা ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) চিত্র-X ও চিত্র-Y এর উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ কী একই? তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ফটোসিসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন ATP -ই হলো জৈবমুদ্রা, যা শক্তি জমা রাখে এবং প্রয়োজনে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে।
- (খ) আলোক পর্যায়ে পানি ভাঙ্গনের গুরুত্ব অপরিসীম। যে প্রক্রিয়ায় সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয় তাকে ফটোলাইসিস বলে। ফটোলাইসিস হলো পানির সালোক বিভাজন। পানি ফটোলাইসিস প্রক্রিয়ায় ভেঙ্গে O_2 হিসেবে বায়ুতে নির্গত হয় এবং $2H^+$, $NADP$ কে বিজারিত করে $NADPH+H^+$ সৃষ্টি করতে ব্যবহৃত হয়। অনেকের মতে, আলোক পর্যায়ে পানির এই ভাঙ্গন না হলে $NADPH+H^+$ উৎপন্ন হবে না এবং বায়ুতে O_2 আসবে না। আত্মীকরণ শক্তি $NADPH+H^+$ তৈরি না হলে শর্করাও তৈরি হবে না।
- (গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত চিত্র-X এ প্রদর্শিত P-প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া, যার উপর জীবজগতের অস্তিত্ব নির্ভর করে। নিচে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি জীবজগতে কীরূপ অবদান রাখছে তা ব্যাখ্যা করা হলো- সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণিকূল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমন্ডল থেকে CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ।
- সুতরাং সালোকসংশ্লেষণ জীবজগতের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়া।
- (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত চিত্র-X হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া যা, উন্নত শ্রেণির উদ্ভিদে ঘটে এবং চিত্র-Y হলো অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া যা, মূলত নিম্নশ্রেণির অণুজীব বিশেষ করে ব্যাকটেরিয়া, ইস্ট ইত্যাদিতে ঘটে থাকে। যেহেতু উন্নত জীব O_2 এর উপস্থিতিতে সবাত শ্বসন ঘটে সেহেতু আমি মনে করি, অবাত শ্বসন অপেক্ষা সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় বেশি শক্তি উৎপন্ন হয়। এ সম্পর্কে আমার মতামত নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-

সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও শেষে ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মাধ্যমে মোট ৩৮ অণু ATP তৈরি করে। অক্সিজেনের উপস্থিতিতে অর্থাৎ সবাত শ্বসনের শেষে যা ঘটবে বা যে শক্তি উৎপন্ন হবে তার হিসেব নিচের ছকে উপস্থাপন করা হলো-

শ্বসনের পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	ব্যয়িত বস্তু	নীট উৎপাদন
গ্লাইকোলাইসিস	২ অণু পাইরুভিক এসিড	২ অণু ATP	৬ অণু ATP
	২ অণু		২ অণু ATP

	NADH+H ⁺ ৪ অণু ATP		
অ্যাসিটাইল Co-A	২ অণু অ্যাসিটাইল Co-A ২ অণু CO ₂ ২ অণু NADH+H ⁺	২ অণু পাইরুভিক এসিড	২ অণু CO ₂ ৬ অণু ATP
ক্রেন্স চক্র	৪ অণু CO ₂ ৬ অণু NADH+H ⁺ ২ অণু FADH ₂ ২ অণু GTP	২ অণু অ্যাসিটাইল Co-A	৪ অণু CO ₂ ১৮ অণু ATP ৪ অণু ATP ২ অণু ATP
			মোট: ৩৮ অণু ATP + ৬ অণু CO ₂

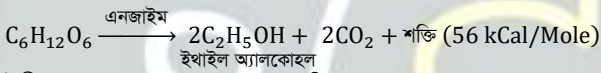
এক্ষেত্রে:

১ অণু NADH+H⁺ = ৩ অণু ATP

১ অণু FADH₂ = ২ অণু ATP

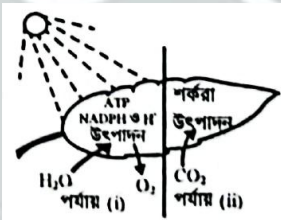
১ অণু GTP = ১ অণু ATP

অপরদিকে, যে শ্বসন প্রক্রিয়া অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে হয় তাকে অবাত শ্বসন বলে। অর্থাৎ যে শ্বসন প্রক্রিয়ায় কোনো শ্বসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষের ভিতরকার এনজাইম দিয়ে আংশিকরূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন প্রকার জৈব যৌগ (ইথাইল অ্যালকোহল, ল্যাকটিক এসিড ইত্যাদি), CO₂ এবং সামান্য পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন করে, তাকে অবাত শ্বসন বলে।



উদ্ভীপকের সবাত ও অবাত শ্বসনের দিকে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে, সবাত শ্বসনে উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ (৩৮ × ৭.৩) বা ২৭৭.৪ k Cal এবং অবাত শ্বসনে উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ (২ × ৭.৩) বা ১৪.৬ কিলোক্যালরি। অথচ আমাদের পাওয়ার কথা ছিল যথাক্রমে ৬৮৬ কিলোক্যালরি এবং ৫৬ কিলোক্যালরি শক্তি। কিন্তু উভয় প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তিতে ভিন্নতা দেখা যায়। সুতরাং বলা যায় সবাত শ্বসন এবং অবাত শ্বসন উভয় প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ একই নয়। প্রথম সমীকরণ তথা সবাত শ্বসনে উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ বেশি।

২৯. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



চিত্র : A

[যশোর বোর্ড-২০২১]

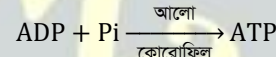
- (ক) C₃ উদ্ভিদ কাকে বলে? ১
- (খ) তাপমাত্রা সালোকসংশ্লেষণের একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রভাবক-ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্ভীপকে পর্যায় (i) নং এর নাম উল্লেখপূর্বক প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) মানব সভ্যতার অগ্রগতিতে চিত্র 'A' প্রক্রিয়ার গুরুত্ব বহুবিধ যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যেসব উদ্ভিদে ক্যালভিন চক্রের সাহায্যে শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয় এবং প্রথম স্থায়ী পদার্থ ৩-কার্বনবিশিষ্ট, এসব উদ্ভিদই হলো C₃ উদ্ভিদ।
- (খ) তাপমাত্রা সালোকসংশ্লেষণের জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রভাবক। কারণ- পরিবেশের তাপমাত্রা উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা বিশেষ প্রভাবক হিসেবে কাজ করে। সাধারণত অতি নিম্ন তাপমাত্রা এবং অতি উচ্চ

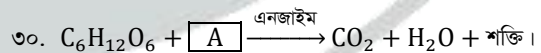
তাপমাত্রায় এ প্রক্রিয়া চলতে পারে না। সালোকসংশ্লেষণের জন্য পরিমিত তাপমাত্রা হলো ২২° সেলসিয়াস থেকে ৩৫° সেলসিয়াস পর্যন্ত। তাপমাত্রা ২২° সেলসিয়াসের কম বা ৩৫° সেলসিয়াসের বেশি হলে সালোকসংশ্লেষণের হার কমে যায়।

- (গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত (i) নং প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়। আলোর উপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়টি সংঘটিত হয়। নিচে পর্যায়টি ব্যাখ্যা করা হলো- সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ের সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিলের সহায়তায় ATP তৈরি হয়। এ পর্যায়ের সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও NADPH⁺+H⁺ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও NADPH⁺+H⁺ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।



সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে NADPH⁺+H⁺ উৎপন্ন করে। ATP এবং NADPH⁺+H⁺ কে আত্মীকরণ শক্তি বলা হয়।

- (ঘ) উদ্ভীপকে চিত্র 'A' হলো উদ্ভিদের খাদ্য তৈরির প্রক্রিয়া সালোকসংশ্লেষণ। মানব সভ্যতার অগ্রগতিতে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার গুরুত্ব বহুবিধ। নিচে এই প্রক্রিয়ার গুরুত্ব যুক্তিসহ মতামত দেওয়া হলো- সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণিকূল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবেরই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O₂ গ্রহণ করে এবং CO₂ ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O₂ গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO₂ গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমন্ডল থেকে CO₂ গ্রহণ করে এবং O₂ ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O₂ ও CO₂ গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ। সুতরাং সালোকসংশ্লেষণ জীবজগতের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়া।



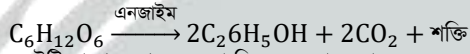
[কুমিল্লা বোর্ড-২০২১]

- (ক) জীবনীশক্তি কী? ১
- (খ) C₄ উদ্ভিদ বলতে কী বুঝায়? ২
- (গ) উদ্ভীপকের A এর অনুপস্থিতিতে বিক্রিয়াটিতে কীরূপ পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্ভীপকের বিক্রিয়াটি জীবজগতের জন্য গুরুত্বপূর্ণ- মতামত দাও। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) জীব কর্তৃক তার দেহে শক্তির উৎপাদন ও ব্যবহারের মৌলিক কৌশলই হচ্ছে জীবনীশক্তি।

- (খ) সবুজ উদ্ভিদে সংঘটিত সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায়ে CO_2 বিজারণের তিনটি গতিপথ রয়েছে। অর্থাৎ যেসব উদ্ভিদের এসব গতিপথের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো ৪-কার্বনবিশিষ্ট অক্সালো অ্যাসিটিক এসিড এবং যেসব উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণের হার এবং উৎপাদন ক্ষমতা C_3 উদ্ভিদের চেয়ে বেশি তাকে C_4 উদ্ভিদ বলে।
- (গ) উদ্ভীপকের সমীকরণ দ্বারা শ্বসন প্রক্রিয়াকে বোঝানো হয়েছে যেখানে A হলো অক্সিজেন। শ্বসন প্রক্রিয়া দু'ধরনের-সবাত শ্বসন ও অবাত শ্বসন। শ্বসন প্রক্রিয়াটি A অর্থাৎ অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সবাত শ্বসন না ঘটে অবাত শ্বসন ঘটে। কেবলমাত্র কতিপয় অণুজীব (ব্যাকটেরিয়া, ইস্ট ইত্যাদি) অবাত শ্বসন ঘটায়। অবাত শ্বসনে শ্বাসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষ মধ্যস্থ এনজাইম দ্বারা আংশিক রূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ, (CO_2) ও সামান্য শক্তি উৎপন্ন হয়।



অবাত শ্বসন দুইটি ধাপে সম্পন্ন হয়, যা নিম্নে দেওয়া হলো-

ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু $\text{NADH}+\text{H}^+$ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।

ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকরিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO_2 এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুণ্ড ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ $\text{NADH}+\text{H}^+$) জারিত হয়ে যে ইলেক্ট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ফেব্রিবেশ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।

- (ঘ) উদ্ভীপকের উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া যা সকল জীবের জন্য গুরুত্বপূর্ণ। নিচে এর গুরুত্ব সম্পর্কে মতামত দেওয়া হলো-
- শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপকার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ইস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।
- পরিশেষে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৩১. উদ্ভিদের একটি জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়া যাতে পানির সালোক বিভাজন ঘটে এবং CO_2 বিজারিত হয়ে 'S' উৎপন্ন হয়।

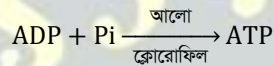
[কুমিল্লা বোর্ড-২০২১]

- (ক) শ্বসনিক বস্তু কী? ১
- (খ) গ্লাইকোলাইসিস বলতে কী বুঝায়? ২
- (গ) উদ্ভীপকের 'S' তৈরির প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উল্লিখিত প্রক্রিয়াটিতে “পানির সালোক বিভাজন ও ATP উৎপাদন প্রক্রিয়া যুগপৎ ঘটে”-বিশ্লেষণ কর। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

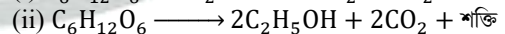
- (ক) শ্বসন প্রক্রিয়ায় যেসব বস্তু (শর্করা, প্রোটিন, চর্বি ও বিভিন্ন জৈব এসিড) জারিত হয়ে CO_2 ও শক্তি উৎপাদন করে সেসব বস্তুই হলো শ্বসনিক বস্তু।
- (খ) কোষের সাইটোপ্লাজমে শ্বসনের যে পর্যায়ে এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন উৎসেচকের সহায়তায় তিন কার্বনবিশিষ্ট দুই অণু পাইরুভিক এসিডে পরিণত হয়, তাকে গ্লাইকোলাইসিস বলে। এ প্রক্রিয়ায় চার অণু ATP যার দুই অণু খরচ হয়ে যায় এবং দুই অণু $\text{NADH}+\text{H}^+$ উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে না।
- (গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এবং 'S' দ্বারা শর্করা জাতীয় উপাদানকে বুঝানো হয়েছে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আত্মীকরণ শক্তি শর্করা তৈরিতে সহায়তা করে। নিচে শর্করা তৈরির প্রক্রিয়াটি বর্ণনা করা হলো-
- সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা প্রস্তুত করে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক পর্যায়ে ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ক্লোরোফিল অণু সূর্য থেকে আলোক ফোটন শোষণ করে, পানির উপস্থিতিতে ATP ও $\text{NADPH}+\text{H}^+$ তৈরি করে। এদেরকে আত্মীকরণ শক্তি বলে। এ শক্তিকে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোপ্লাস্টে অন্ধকার পর্যায়ে CO_2 বিজারিত হয়ে শর্করা খাদ্য তৈরি হয়। এক্ষেত্রে বায়ুস্থ CO_2 পত্ররঞ্জের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে, কোষে অবস্থিত ৫-কার্বন বিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট এর সাথে মিলিত হয়ে ৬-কার্বন বিশিষ্ট কিটো এসিড তৈরি করে যা সাথে সাথে ভেঙে গিয়ে তিন কার্বনবিশিষ্ট দুই অণু ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড তৈরি হয়। অতঃপর আলোক পর্যায়ে সৃষ্ট আত্মীকরণ শক্তি ATP ও $\text{NADPH}+\text{H}^+$ কে ব্যবহার করে ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড, ৩-কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড, ডাইহাইড্রোক্সি এসিটোন ফসফেট তৈরি করে। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি এসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা এবং অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হয়ে থাকে। এভাবে আত্মীকরণ শক্তি ATP ও $\text{NADPH}+\text{H}^+$ কার্বন ডাইঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে বিজারিত হয়ে শর্করা উৎপন্ন করে।
- (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণ একটি দীর্ঘ এবং জটিল প্রক্রিয়া। এটি দুটি পর্যায়ে বিভক্ত। যথা- ১. আলোক নির্ভর পর্যায় এবং ২. আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়। আলোর উপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়টি সংঘটিত হয়। সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়েই সাধারণত পানির সালোক বিভাজন ও ATP উৎপাদন প্রক্রিয়া এক সঙ্গে ঘটে থাকে। নিচে পর্যায়টি বিশ্লেষণ করা হলো-

সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিলের সহায়তায় ATP তৈরি হয়। এ পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও $\text{NADPH}+\text{H}^+$ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও $\text{NADPH}+\text{H}^+$ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।



সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে $\text{NADPH}+\text{H}^+$ উৎপন্ন করে। ATP এবং $\text{NADPH}+\text{H}^+$ কে আত্মীকরণ শক্তি বলা হয়।

৩২. (i) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{শক্তি}$



[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২১]

- (ক) ATP কী? ১
- (খ) C_3 ও C_4 উদ্ভিদের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখ। ২
- (গ) উদ্ভীপকের (ii) নং বিক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) (ii) নং থেকে (i) নং বিক্রিয়ায় অধিক শক্তি উৎপন্ন হয়- যুক্তি দেখাও। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) Adenosine Triphosphate কেই বলা হয় ATP।

(খ) C₃ ও C₄ উদ্ভিদের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ-

C ₃ উদ্ভিদ	C ₄ উদ্ভিদ
১. যে সব উদ্ভিদে ক্যালভিন চক্রের সাহায্যে শর্করা তৈরি হয় তাদের C ₃ উদ্ভিদ বলে।	১. যে সব উদ্ভিদে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র এবং ক্যালভিন চক্র চলে তাদেরকে C ₄ উদ্ভিদ বলে।
২. প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো ৩-কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড।	২. প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো ৪-কার্বন বিশিষ্ট অক্সালো এসিটিক এসিড।

(গ) উদ্ভীপকের উল্লিখিত (ii) নং বিক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়ার। আমরা জানি সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ঘটে। কিন্তু উক্ত বিক্রিয়ায় অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সবাত শ্বসন না ঘটে অবাত শ্বসন ঘটবে। অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া নিম্নোক্ত দুই ধাপে সম্পন্ন হয়ে থাকে। যথা-

ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু NADH+H⁺ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।

ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO₂ এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুণ্ড ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ NADH+H⁺) জারিত হয়ে যে ইলেক্ট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ফেব্রিশেষ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।

(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়া (i) এবং বিক্রিয়া (ii) নং হলো যথাক্রমে সবাত শ্বসন এবং অবাত শ্বসন। অবাত শ্বসন অপেক্ষা সবাত শ্বসনে অধিক শক্তি উৎপন্ন হয় তা যুক্তিসহকারে নিচে বর্ণনা করা হলো-

সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও শেষে ইলেক্ট্রন প্রবাহতন্ত্রের মাধ্যমে মোট ৩৮ অণু ATP তৈরি করে। অক্সিজেনের উপস্থিতিতে অর্থাৎ সবাত শ্বসনের শেষে যা ঘটবে বা যে শক্তি উৎপন্ন হবে তার হিসেব নিচের ছকে উপস্থাপন করা হলো-

শ্বসনের পর্যায়	উৎপাদিত বস্তু	ব্যয়িত বস্তু	নিট উৎপাদন
গ্লাইকোলাইসিস	২ অণু পাইরুভিক এসিড ২ অণু NADH+H ⁺ ৪ অণু ATP	২ অণু ATP	৬ অণু ATP ২ অণু ATP
অ্যাসিটাইল Co-A	২ অণু অ্যাসিটাইল Co-A ২ অণু CO ₂ ২ অণু NADH+H ⁺	২ অণু পাইরুভিক এসিড	২ অণু CO ₂ ৬ অণু ATP
ক্রেবস চক্র	৪ অণু CO ₂ ৬ অণু NADH+H ⁺ ২ অণু FADH ₂ ২ অণু GTP	২ অণু অ্যাসিটাইল Co-A	৪ অণু CO ₂ ১৮ অণু ATP ৪ অণু ATP ২ অণু ATP
			মোট: ৩৮ অণু ATP + ৬ অণু CO ₂

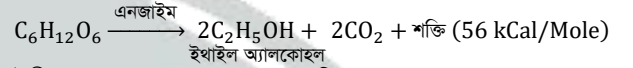
এক্ষেত্রে:

১ অণু NADH+H⁺ = ৩ অণু ATP

১ অণু FADH₂ = ২ অণু ATP

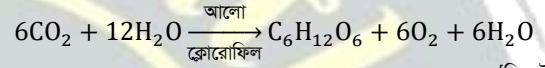
১ অণু GTP = ১ অণু ATP

অপরদিকে, যে শ্বসন প্রক্রিয়া অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে হয় তাকে অবাত শ্বসন বলে। অর্থাৎ যে শ্বসন প্রক্রিয়ায় কোনো শ্বসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষের ভিতরকার এনজাইম দিয়ে আংশিকরূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন প্রকার জৈব যৌগ (ইথাইল অ্যালকোহল, ল্যাকটিক এসিড ইত্যাদি), CO₂ এবং সামান্য পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন করে, তাকে অবাত শ্বসন বলে।



উদ্ভীপকের সবাত ও অবাত শ্বসনের দিকে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে, সবাত শ্বসনে উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ (৩৮ × ৭.৩) বা ২৭৭.৪ k Cal এবং অবাত শ্বসনে উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ (২ × ৭.৩) বা ১৪.৬ কিলোক্যালরি। অথচ আমাদের পাওয়ার কথা ছিল যথাক্রমে ৬৮৬ কিলোক্যালরি এবং ৫৬ কিলোক্যালরি শক্তি। কিন্তু উভয় প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তিতে ভিন্নতা দেখা যায়। সুতরাং বলা যায় সবাত শ্বসন এবং অবাত শ্বসন উভয় প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ একই নয়। প্রথম সমীকরণ তথা সবাত শ্বসনে অধিক শক্তি উৎপন্ন হয়।

৩৩. নিচের উদ্ভীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[সিলেট বোর্ড-২০২১]

- (ক) ডিফসফোরাইলেশন কাকে বলে? ১
(খ) ATP কে শক্তি মুদ্রা বলা হয় কেন? ২
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

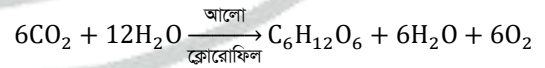
৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) যে প্রক্রিয়ায় ফসফেট যুক্ত যৌগ থেকে (ATP, ADP, AMP) ফসফেট গ্রুপ (Pi) বিচ্ছিন্ন হয়ে শক্তি বের হয়ে আসে, তাকে ডিফসফোরাইলেশন বলে।

(খ) জীবন পরিচালনার জন্য জীবকোষে তথা জীবদেহে প্রতিনিয়ত হাজারো রকমের রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। আমরা যে খাবার খাই তা জরিত হয়, সেই জারণ থেকে নির্গত শক্তি দ্বারা ফসফোরাইলেশনের মাধ্যমে আবার সেই ভাঙা দুই টুকরা জোড়া লেগে ATP তৈরি হয়। শক্তির প্রয়োজন হলে তা আবার ভাঙে। তারপর খাদ্য থেকে শক্তি নিয়ে আবার জোড়া লাগে। এ যেন এক রিচার্জবল ব্যাটারি। ATP শক্তি জমা করে রাখে এবং প্রয়োজন অনুসারে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে। এজন্য ATP কে অনেক সময় ‘জৈবমুদ্রা’ বা ‘শক্তি মুদ্রা’ বলা হয়।

(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি দ্বারা সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াকে বোঝানো হয়েছে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সবুজ উদ্ভিদ সূর্যালোকের উপস্থিতিতে ক্লোরোফিলের সহায়তায় CO₂ ও H₂O থেকে শর্করা জাতীয় খাদ্য প্রস্তুত করে এবং উপজাত হিসেবে O₂ নির্গত করে। নিচে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা করা হলো- সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সবুজ উদ্ভিদ কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO₂), পানি, সূর্যালোক এবং ক্লোরোফিল এর সহায়তায় কার্বোহাইড্রেট বা শর্করা জাতীয় খাদ্য প্রস্তুত করে। এই প্রক্রিয়ায় আলোকশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। সবুজ উদ্ভিদে প্রস্তুতকৃত খাদ্য উদ্ভিদ নিজে বেঁচে থাকার জন্য প্রয়োজনীয় বিপাকীয় প্রক্রিয়া সম্পাদন করতে ব্যবহার করে এবং অবশিষ্ট খাদ্য ফল, মূল, কাণ্ড অথবা পাতায় সঞ্চিত থাকে।

সালোকসংশ্লেষণ একটি জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া যা নিম্নরূপ:



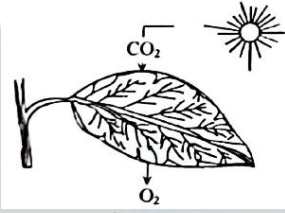
অক্সিজেন (O₂) ও পানি (H₂O), সালোকসংশ্লেষণের উপজাত দ্রব্য। এটি একটি জারণ-বিজারণ প্রক্রিয়া। এর দুটি পর্যায় বিদ্যমান।

১. আলোক নির্ভর পর্যায়: এই প্রক্রিয়ায় ATP ও NADPH₂ তৈরি হয়।
২. আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়: ATP ও NADPH₂ কে কাজে লাগিয়ে শর্করা তৈরি করা হয়।

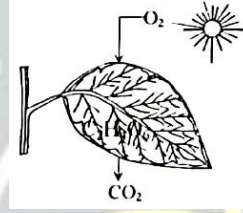
(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়। নিচে বিষয়টি যুক্তি দ্বারা বিশ্লেষণ করা হলো-

প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য তৈরি করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য নিজে তৈরি করতে পারে না। খাদ্যের জন্য তাই সমগ্র প্রাণিকূলকে সম্পূর্ণভাবেই সবুজ উদ্ভিদের ওপর নির্ভর করতে হয়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ ও প্রাণীর খাদ্য তৈরি হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায়, বিশেষ করে O_2 ও CO_2 এর সঠিক অনুপাত রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এক বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে। পরিবেশের ভারসাম্য নষ্ট হলে তা হবে জীবজগতের জন্য হুমকিস্বরূপ। সকল জীব শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবলমাত্র শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের ভারসাম্য বজায় রয়েছে, বেঁচে রয়েছে জীবকূল। তাই বলা যায়, পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব অপরিণীম।

৩৪. নিচের চিত্রগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



চিত্র : A



চিত্র : B

[সিলেট বোর্ড-২০২১]

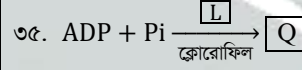
- (ক) ফটোসাইনস কী? ১
(খ) অ্যামারন্যাথাসকে C_4 উদ্ভিদ বলা হয় কেন? ২
(গ) চিত্র B এর প্রথম ধাপটি ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) চিত্র A ও B পরস্পরের উপর নির্ভরশীল- বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে প্রক্রিয়ায় সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয় তাই ফটোসাইনস।
(খ) C_4 উদ্ভিদে একই সাথে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র এবং ক্যালভিন চক্র পরিচালিত হতে দেখা যায়। তাছাড়া C_3 উদ্ভিদের তুলনায় C_4 উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি এবং উৎপাদিত ক্ষমতাও বেশি। অ্যামারন্যাথাস উদ্ভিদে C_4 পরিচালিত হয় বলে অ্যামারন্যাথাসকে C_4 উদ্ভিদ বলা হয়।
(গ) উদ্ভীপকে চিত্র : B দ্বারা সবাত শ্বসন প্রক্রিয়াকে নির্দেশ করা হয়েছে। সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া সাধারণত চারটি ধাপে সম্পন্ন হয় যার প্রথম ধাপটি হলো গ্লাইকোলাইসিস। নিচে গ্লাইকোলাইসিস ধাপটি ব্যাখ্যা করা হলো-
গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$) বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক এসিড ($C_3H_4O_3$) উৎপন্ন করে। এই ধাপে চার অণু ATP (দুই অণু খরচ হয়ে যায়) এবং দুই অণু $NADH+H^+$ উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে না, তাই গ্লাইকোলাইসিস সবাত ও অবাত উভয় প্রকার শ্বসনেরই প্রথম পর্যায়। গ্লাইকোলাইসিসের বিক্রিয়াগুলো কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে থাকে।
(ঘ) উদ্ভীপকে প্রদর্শিত চিত্র A ও B যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়ার প্রতিনিধিত্ব করে। নিচে সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন পরস্পরের ওপর নির্ভরশীল তা বিশ্লেষণ করা হলো-

সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সবুজ উদ্ভিদে ঘটে থাকে। দিনের বেলায় সূর্যালোকের উপস্থিতিতে H_2O ও CO_2 এর রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে সবুজ উদ্ভিদের পাতায় শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয়। অর্থাৎ শর্করা তৈরির প্রধান কাঁচামাল হলো CO_2 ও H_2O । কাজেই CO_2 এর অনুপস্থিতিতে সবুজ উদ্ভিদ এ শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করতে পারে না। কিন্তু সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত এ CO_2 শ্বসনের ফলে তৈরি হয়। সকল সজীব কোষে দিবারাত্রি ২৪ ঘন্টাই এ শ্বসন

প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় শর্করা তথা গ্লুকোজ অক্সিজেনের মাধ্যমে জারিত হয়ে শক্তি ও CO_2 উৎপন্ন হয়। শ্বসনে ব্যবহৃত এ শর্করা (গ্লুকোজ) ও O_2 সালোকসংশ্লেষণেই তৈরি হয়ে থাকে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, সালোকসংশ্লেষণে শর্করা এবং O_2 তৈরি না হলে শ্বসন প্রক্রিয়া বন্ধ হয়ে যেতো। আবার শ্বসন প্রক্রিয়ার ফলে CO_2 তৈরি না হলে সালোকসংশ্লেষণেও ব্যাঘাত ঘটতো। অতএব, উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে একথা স্পষ্টভাবে প্রতীয়মান হয় যে, উদ্ভীপকের চিত্র A ও B দ্বারা নির্দেশিত সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়া পরস্পরের উপর নির্ভরশীল।



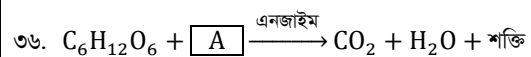
[বরিশাল বোর্ড-২০২১]

- (ক) শ্বসন কী? ১
(খ) C_4 উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্ভীপকের বিক্রিয়ার 'L' এর ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের 'Q' উপাদান ব্যবহার করে শর্করা তৈরির কৌশল বর্ণনা কর। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় জীবকোষে জটিল জৈবযোগ্য জারিত হয় ফলে জৈব যোগ্যে সমৃদ্ধ স্থিতিশক্তি রূপান্তরিত হয়ে গতিশক্তিতে পরিণত হয় তাকে শ্বসন বলে।
(খ) C_4 উদ্ভিদে একই সাথে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র এবং ক্যালভিন চক্র উভয়ই পরিচালিত হয়। বাস্তবসিদ্ধি কোষে C_4 এর কোনো অভাব হয় না, তাই কোনো ফটোরেসপিরেশন হয় না। ফলে কার্বন বিজারণ হার অধিক হওয়ায় C_4 উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি হয়।
(গ) উদ্ভীপকের সমীকরণ দ্বারা সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়ের বিক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। যেখানে L দ্বারা সূর্যালোককে নির্দেশ করা হয়েছে। নিচে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলোর ভূমিকা ব্যাখ্যা করা হলো-
পানি ও CO_2 থেকে শর্করা তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস আলো। সূর্যালোকের প্রভাবেই পত্ররন্ধ্র উন্মুক্ত হয়। CO_2 পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পারে এবং খাদ্য প্রস্তুতকরণে অংশগ্রহণ করে। কিন্তু পাতায় যেটুকু আলো পড়ে তার অতি সামান্য অংশই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। আলোকবর্ণালির লাল, নীল, কমলা ও বেগুনি অংশটুকুতেই সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয়। সবুজ ও হলুদ আলোতে সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয় না। সাধারণত 400 nm থেকে 480 nm এবং 680 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোতে সালোকসংশ্লেষণ সবচেয়ে ভালো হয়।
(ঘ) উদ্ভীপকে 'Q' দ্বারা আত্মীকরণ শক্তি ATP কে বুঝানো হয়েছে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আত্মীকরণ শক্তি শর্করা তৈরিতে সহায়তা করে। নিচে তা বর্ণনা করা হলো-

সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা প্রস্তুত করে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক পর্যায় ফটোসিসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ক্লোরোফিল অণু সূর্য থেকে আলোক ফোটন শোষণ করে, পানির উপস্থিতিতে ATP ও $NADPH+H^+$ তৈরি করে। এদেরকে আত্মীকরণ শক্তি বলে। এ শক্তিকে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোপ্লাস্টে অন্ধকার পর্যায় CO_2 বিজারিত হয়ে শর্করা খাদ্য তৈরি হয়। এক্ষেত্রে বায়ুজ CO_2 পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে, কোষে অবস্থিত ৫-কার্বন বিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট এর সাথে মিলিত হয়ে ৬-কার্বন বিশিষ্ট কিটো এসিড তৈরি করে যা সাথে সাথে ভেঙে গিয়ে তিন কার্বনবিশিষ্ট দুই অণু ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড তৈরি হয়। অতঃপর আলোক পর্যায় সৃষ্ট আত্মীকরণ শক্তি ATP ও $NADPH+H^+$ কে ব্যবহার করে ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড, ৩-কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড, ডাইহাইড্রক্সি এসিটোন ফসফেট তৈরি করে। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রক্সি এসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা এবং অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হয়ে থাকে। এভাবে আত্মীকরণ শক্তি ATP ও $NADPH+H^+$ কার্বন ডাইঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে বিজারিত হয়ে শর্করা উৎপন্ন করে।

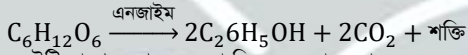


[বরিশাল বোর্ড-২০২১]

- (ক) গ্লাজমালেমা কী? ১
(খ) জটিল টিস্যুকে পরিবহন টিস্যু বলা হয় কেন? ২
(গ) A এর অনুপস্থিতি বিক্রিয়াটিতে কীরূপ পরিবর্তন হবে- ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের বিক্রিয়াটি জীবজগতের জন্য গুরুত্বপূর্ণ- মতামত দাও। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোষের প্রোটোপ্লাজমের বাইরে যে দ্বিগুণবিশিষ্ট পর্দা থাকে তাই কোষঝিল্লি বা গ্লাজমালেমা।
(খ) বিভিন্ন প্রকার কোষের সমন্বয়ে যে স্থায়ী টিস্যু গঠিত হয় তাকে জটিল টিস্যু বলে। জটিল টিস্যু দুই ধরনের- জাইলেম ও ফ্লোয়েম। এরা উদ্ভিদে খাদ্য, পানি ও খনিজ লবণ পরিবহনে সাহায্য করে। তাই জটিল টিস্যুকে পরিবহন টিস্যু বলা হয়।
(গ) উদ্ভীপকের সমীকরণ দ্বারা শ্বসন প্রক্রিয়াকে বোঝানো হয়েছে যেখানে A হলো অক্সিজেন। শ্বসন প্রক্রিয়া দু'ধরনের-সবাত শ্বসন ও অবাত শ্বসন। শ্বসন প্রক্রিয়াটি A অর্থাৎ অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সবাত শ্বসন না ঘটে অবাত শ্বসন ঘটে। কেবলমাত্র কতিপয় অণুজীব (ব্যাকটেরিয়া, ইস্ট ইত্যাদি) অবাত শ্বসন ঘটায়। অবাত শ্বসনে শ্বাসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষ মধ্যস্থ এনজাইম দ্বারা আংশিক রূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ, (CO₂) ও সামান্য শক্তি উৎপন্ন হয়।



অবাত শ্বসন দুইটি ধাপে সম্পন্ন হয়, যা নিম্নে দেওয়া হলো-

ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু NADH+H⁺ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।

ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO₂ এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুণ্ড ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ NADH+H⁺) জারিত হয়ে যে ইলেক্ট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ক্ষেত্রবিশেষ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।

- (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি মূলত শ্বসন প্রক্রিয়া। জীবজগতের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়ার গুরুত্ব সম্পর্কে, নিচে মতামত ব্যক্ত করা হলো-

শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO₂ জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপক্ষার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ইস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO₂ গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O₂ নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO₂ গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।

পরিশেষে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৩৭. সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াকে দুটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়। এর প্রথম পর্যায়ে ATP তৈরি হয় এবং অপর পর্যায়ে CO₂ বিজারিত হয়।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২১]

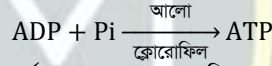
- (ক) জটিল টিস্যু কাকে বলে? ১
(খ) তাপমাত্রা কীভাবে সালোকসংশ্লেষণকে প্রভাবিত করে? ২
(গ) উদ্ভীপকের প্রথম পর্যায়ে ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের শেষ পর্যায়ের সংশ্লিষ্ট গ্যাস বিজারণের দুইটি গতিপথের তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) বিভিন্ন প্রকার কোষের সমন্বয়ে যে স্থায়ী টিস্যু গঠিত হয় তাকে জটিল টিস্যু বলে। যেমন- জাইলেম, ফ্লোয়েম।
(খ) পরিবেশের তাপমাত্রা উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বিশেষ প্রভাবক হিসেবে কাজ করে। সাধারণত অতি নিম্ন তাপমাত্রা এবং অতি উচ্চ তাপমাত্রায় সালোকসংশ্লেষণ চলতে পারে না। সালোকসংশ্লেষণের জন্য পরিমিত তাপমাত্রা হলো ২২° সেলসিয়াস থেকে ৩৫° সেলসিয়াস পর্যন্ত। তাপমাত্রা ২২° সেলসিয়াসের কম বা ৩৫° সেলসিয়াসের বেশি হলে সালোকসংশ্লেষণের হার কমে যায়।

- (গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রথম পর্যায়ে দ্বারা সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক পর্যায়ে বুঝানো হয়েছে। নিচে সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়ে ব্যাখ্যা করা হলো-

সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিলের সহায়তায় ATP তৈরি হয়। এ পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও NADPH⁺+H⁺ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও NADPH⁺+H⁺ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP অজৈব ফসফেট এর সাথে মিলিত হয়ে ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP তৈরি করে।



সূর্যালোক এবং ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেক্ট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়।

- (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত শেষ পর্যায়ে দ্বারা সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়ে বুঝানো হয়েছে। আলোক পর্যায়ে তৈরি ATP, NADPH এবং H⁺ এর সাহায্যে আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়ে CO₂ বিজারিত হয়ে শর্করা উৎপন্ন করে। সবুজ উদ্ভিদে CO₂ বিজারণের দুটি গুরুত্বপূর্ণ গতিপথ হলো ক্যালভিন চক্র বা C₃ চক্র এবং হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র বা C₄ চক্র। নিচে গতিপথ দুটির তুলনামূলক বিশ্লেষণ করা হলো-

১. ক্যালভিন চক্রের প্রথম CO₂ এর গ্রহীতা হলো রাইবুলোজ ১, ৫-ভাই ফসফেট। অপরদিকে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্রের প্রথম CO₂ গ্রাহক হলো ফসফোইনল পাইরুভিক এসিড।
২. C₃ চক্রের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো ৩ কার্বন বিশিষ্ট ফসফোগ্লিসারিক এসিড। অন্যদিকে- C₄ চক্রের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো ৪-কার্বন বিশিষ্ট অক্সালো এসিটিক এসিড।
৩. C₃ চক্র কেবল বাম্বলশীথ ক্লোরোপ্লাস্টে ঘটে এবং C₄ চক্র মেসোফিল ও বাম্বলশীথ ক্লোরোপ্লাস্টে ঘটে থাকে।
৪. C₃ চক্রে সালোকসংশ্লেষণের হার কম। অপরদিকে C₄ চক্রে সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি।
৫. C₃ চক্রের উৎপাদন ক্ষমতা কম। অপরপক্ষে C₄ চক্রের উৎপাদন ক্ষমতা বেশি।
৬. অধিক আলোর প্রখরতায় ক্যালভিন চক্র অচল। কিন্তু অধিক আলোর প্রখরতায় হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র সচল।

৩৮. জীবের শক্তি উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াটি কিছু জীবে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে এবং কিছু জীবে অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে ঘটে। এর মধ্যে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ঘটা প্রক্রিয়াটি চারটি ধাপে সম্পন্ন হয়।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২১]

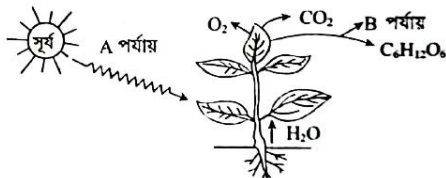
- (ক) লিউকোপ্লাস্ট কাকে বলে? ১
(খ) লোহিত রক্তকণিকা কীভাবে অক্সিজেন পরিবহন করে? ২
(গ) উদ্ভীপকের চারটি ধাপের শেষ দুইটি ধাপ যে কোষ অঙ্গাণুতে ঘটে তার গঠন ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) জীবের জন্য উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব মূল্যায়ন কর। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যেসব প্লাস্টিডে কোনো রঞ্জক পদার্থ থাকে না সেগুলোকে লিউকোপ্লাস্ট বলে।
(খ) লোহিত রক্তকণিকার সাইটোপ্লাজমে হিমোগ্লোবিন নামক একটি লৌহজাত যৌগ থাকে, যার জন্য রক্ত লাল হয়। হিমোগ্লোবিন হিম নামক লৌহ ধারণকারী রঞ্জক এবং গ্লোবিন নামক প্রোটিনের সমন্বয়ে গঠিত। হিমোগ্লোবিনের হিম (বা লৌহ) অংশটি অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে অক্সিহিমোগ্লোবিন যৌগ গঠন করে। লোহিত রক্তকণিকা এই অক্সিহিমোগ্লোবিনরূপে শরীরের বিভিন্ন স্থানে অক্সিজেন পরিবহন করে।
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া। শ্বসন প্রক্রিয়ায় দুটি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা- সবাত শ্বসন এবং অবাত শ্বসন। অক্সিজেনের উপস্থিতিতে যে শ্বসন ঘটে তাকে সবাত শ্বসন বলে। সবাত শ্বসনের আবার চারটি ধাপের মধ্যে শেষ দুটি ধাপ হলো ক্রেবস চক্র এবং ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র। ক্রেবসচক্র এবং ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র কোষের মাইটোকন্ড্রিয়াতে ঘটে থাকে। নিচে মাইটোকন্ড্রিয়ার গঠন ব্যাখ্যা করা হলো-

১. মাইটোকন্ড্রিয়া গোলাকার বা দণ্ডাকার হয়ে থাকে।
 ২. মাইটোকন্ড্রিয়া দুই স্তরবিশিষ্ট আবরণী বা ঝিল্লি দিয়ে ঘেরা।
 ৩. ভিতরের স্তরটি ভিতরের দিকে ভাঁজ হয়ে থাকে। এদের ক্রিস্ট বলে।
 ৪. ক্রিস্টের গায়ে বৃত্তাকার গোলাকার বস্তু থাকে। এদের অক্সিজোম বলে।
 ৫. অক্সিজোমে উৎসেচকগুলো সাজানো থাকে।
 ৬. মাইটোকন্ড্রিয়নের (এক বচন) ভিতরে থাকে ম্যাট্রিক্স।
- (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া। শ্বসন প্রক্রিয়াটি জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। নিচে শ্বসন প্রক্রিয়ার গুরুত্ব মূল্যায়ন করা হলো-
- শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপকার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।
- পরিশেষে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৩৯. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-

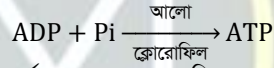


[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২১]

- (ক) ATP কাকে বলে? ১
(খ) সালোকসংশ্লেষণের হার কীভাবে ক্লোরোপ্লাস্ট সৃষ্টির সাথে সম্পর্কিত? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটির A-পর্যায় ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উক্ত প্রক্রিয়াটি না ঘটলে জীবজগতে কী প্রভাব পড়বে? তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ATP হলো জৈবমুদ্রা বা শক্তি মুদ্রা, যা শক্তি জমা রাখে এবং প্রয়োজন অনুসারে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে।
(খ) পাতায় ক্লোরোফিলের পরিমাণের সাথে সালোকসংশ্লেষণের হারের সরাসরি সম্পর্ক রয়েছে, কারণ একমাত্র ক্লোরোফিলই আলোকশক্তি গ্রহণ করতে পারে। পুরাতন ক্লোরোপ্লাস্ট নষ্ট হয়ে যায় এবং তখন নতুন ক্লোরোপ্লাস্ট সংশ্লেষিত হয়। নতুন ক্লোরোপ্লাস্ট এবং ক্লোরোপ্লাস্টের উপাদান সৃষ্টির হারের উপর সালোকসংশ্লেষণের হার নির্ভরশীল। সালোকসংশ্লেষণ ক্ষমতা রক্ষা করার জন্য ক্লোরোপ্লাস্টের বিভিন্ন উপাদান দ্রুত এবং প্রচুর পরিমাণে পুনর্গঠিত হওয়া প্রয়োজন। তবে কোষে খুব বেশি পরিমাণ ক্লোরোফিল থাকলে এনজাইমের অভাব দেখা দেয় এবং সালোকসংশ্লেষণ কমে যায়।
(গ) উদ্ভীপকে এ দ্বারা সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক পর্যায়ে উৎপন্ন ATP (অ্যাডিনোসিন ট্রাইফসফেট) এবং $NADPH+H^+$ (বিজারিত নিকোটিনামাইড অ্যাডিনিন ডাই নিউক্লিওটাইড ফসফেট) কে বুঝানো হয়েছে। নিচে এ উপাদান দুটি তৈরির প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করা হলো-



- সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন $NADP$ কে বিজারিত করে $NADPH+H^+$ উৎপন্ন করে। এভাবেই আত্মীকরণ শক্তি ATP এবং $NADPH+H^+$ তৈরি করে।
(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া। নিচে জীবজগতে সালোকসংশ্লেষণের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করা হলো-
- সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণীকূল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমন্ডল থেকে CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ।
- সুতরাং সালোকসংশ্লেষণ জীবজগতের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়া।

৪০. রুনা ব্যাডমিন্টন খেলতে গিয়ে বেশ ক্লান্ত বোধ করে। তার বাবা তাকে এক গ্লাস শরবত খেতে দিলেন এবং সে তাতে শক্তি ফিরে পেল ও স্বস্তিবোধ করল। রুনা বাবাকে জিজ্ঞেস করল, এই শক্তি আমরা পাই কীভাবে? উত্তরে বাব বললেন, 'একটি জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় জীবদেহে জটিল খাদ্যদ্রব্য জারিত করে শক্তি উৎপাদন করে।'

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২১]

- (ক) সেন্টিওল কাকে বলে? ১
(খ) কোষ কক্ষালের গঠন ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে উক্ত জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়াটির বর্ণনা দাও। ৩
(ঘ) জীবজগতের অস্তিত্ব রক্ষায় উদ্ভীপকের জৈব প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) নিউক্লিয়াসের কাছে দুটি ফাঁপা নলাকার বা দণ্ডাকার অঙ্গাণু দেখা যায় তাদের সেন্টিওল বলে।
(খ) প্রকৃত কোষের কোষঝিল্লি অতিক্রম করে কোষের সাইটোপ্লাজমের কক্ষাল গঠনকারী প্রোটিন নির্মিত তন্তুময় অংশ বিশেষই হলো কোষ কক্ষাল বা সাইটোস্কেলিটন। এরা মাইক্রোটবিউল, মাইক্রোফিলামেন্ট ও ইন্টারমিডিয়েট ফিলামেন্ট নিয়ে গঠিত। এরা কোষীয় চলনে এবং সেন্টিওল, সিলিয়া ও ফ্লাজেলা সৃষ্টিতে অংশগ্রহণ করে।
(গ) অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে যে জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন হয় তা হলো অবাত শ্বসন। নিচে প্রক্রিয়াটির বর্ণনা করা হলো:
অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া নিম্নোক্ত দুই ধাপে সম্পন্ন হয়, যথা-
ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু $NADH+H^+$ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।
ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO_2 এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুধু ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ $NADH+H^+$) জারিত হয়ে যে ইলেকট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ফেট্রিশেষ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।
(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত বুন্যর দেহে সংঘটিত প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন যা সকল জীবজগতের অস্তিত্ব রক্ষায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। নিচে এর গুরুত্ব বিশ্লেষণ করা হলো-
শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপকার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।
পরিশেষে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৪১. (i) $6CO_2 + 12H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$
(ii) $C_6H_{12}O_6 + O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + ATP$

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২০]

- (ক) বাস্ট ফাইবার কী? ১
(খ) অসমোরেগুলেশন ঘটে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) সূর্যালোকের উপস্থিতিতে উদ্ভীপকের (i) নং প্রক্রিয়াটি কীভাবে ঘটে? ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) জীবের জীবন (i) ও (ii) উভয় প্রক্রিয়ার উপর পুরোপুরি নির্ভরশীল ব্যাখ্যা কর। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ক্লোরোফাইল কোষ সমন্বয়ে গঠিত ফ্লোয়েম ফাইবারই হলো বাস্ট ফাইবার।
(খ) দেহে পানি, সোডিয়াম ও পটাশিয়াম লবণ এবং ক্লোরাইড আয়নের মধ্যে একটি আন্তঃসম্য রক্ষার প্রক্রিয়া হলো অসমোরেগুলেশন। মানবদেহে যাবতীয় শারীরবৃত্তীয় কাজ সম্পাদনের জন্য দেহে পরিমিত পানি থাকা অপরিহার্য। কিন্তু দেহে পানির পরিমাণ বেড়ে গেলে রক্ত বেশি তরল হয়ে যায়। এতে দেহে নানা রকম জটিলতা সৃষ্টি হয়, যেমন- রক্তে নাইট্রোজেনের অধিক্য, কোষের ক্ষতি, রক্ত সংবহনে ব্যর্থতা ইত্যাদি। এসব কারণেই দেহে অসমোরেগুলেশন ঘটে এবং অতিরিক্ত পানি বৃক্কের মাধ্যমে বের হয়ে যায়।
(গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত (i) নং প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণ একটি দীর্ঘ এবং জটিল প্রক্রিয়া। এটি দুটি পর্যায়ে বিভক্ত; যথা- (১) আলোক নির্ভর পর্যায় এবং (২) আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়। আলোর উপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়টি সংঘটিত হয়। নিচে পর্যায়টি ব্যাখ্যা করা হলো-
সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিলের সহায়তায় ATP তৈরি হয়। এ পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও $NADPH^+H^+$ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও $NADPH^+H^+$ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।
$$ADP + Pi \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{আলো}} ATP$$

সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে $NADPH^+H^+$ উৎপন্ন করে। ATP এবং $NADPH^+H^+$ কে আত্মীকরণ শক্তি বলা হয়।
(ঘ) উদ্ভীপকে (i) ও (ii) নং সমীকরণ দ্বারা যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়াকে বোঝানো হয়েছে। এই প্রক্রিয়া দুটির উপর জীবের জীবন পুরোপুরি নির্ভরশীল। নিচে বিষয়টি ব্যাখ্যা করা হলো-
প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য তৈরি করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য নিজে তৈরি করতে পারে না। খাদ্যের জন্য তাই সমগ্র প্রাণীকুলকে সম্পূর্ণভাবে সবুজ উদ্ভিদের উপর নির্ভর করতে হয়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ ও প্রাণীর খাদ্য তৈরি হয় সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায়, বিশেষ করে O_2 ও CO_2 এর সঠিক অনুপাত রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়া এক বিশেষ ভূমিকা পালন করে। সকল জীব শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O_2 এর স্বল্পতা এবং CO_2 এর অধিক্য দেখা দিবে। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO_2 গ্রহণ ও O_2 ত্যাগ করে বলে বায়ুমন্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের ভারসাম্য বজায় থাকে। এজন্য জীবকুল সুস্থভাবে বেঁচে রয়েছে। তাই বলা যায়, জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় তথা জীবের জীবন সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়া দুটির উপর পুরোপুরি নির্ভরশীল।

৪২. নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর-



চিত্র : X



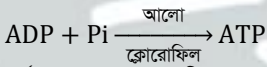
চিত্র : Y

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২০]

- | | |
|--|---|
| (ক) ফসফোরাইলেশন কী? | ১ |
| (খ) উদ্ভিদের খাদ্য তৈরিতে পাতার বয়সের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। | ২ |
| (গ) 'X' চিত্রটিতে সংঘটিত প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর। | ৩ |
| (ঘ) জীবজগতে 'Y' প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অ্যাডিনোসিন অণুর সাথে পর্যায়ক্রমে ফসফেট যুক্ত করতে বাইরে থেকে শক্তি দিতে হয় তাই ফসফোরাইলেশন।
- (খ) উদ্ভিদের খাদ্য তৈরিতে অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় পাতার বয়স এর প্রভাব গুরুত্বপূর্ণ। একেবারে কচি পাতা এবং একেবারে বয়স্ক পাতায় ক্লোরোফিলের পরিমাণ কম থাকে বলে সালোকসংশ্লেষণ রূম হয়। বয়স বাড়ার সাথে সাথে ক্লোরোপ্লাস্টের সংখ্যাও বেশি হয়। মধ্যবয়সী পাতায় সবচেয়ে বেশি সালোকসংশ্লেষণ ঘটে।
- (গ) উদ্ভিদপকের 'X' চিত্রটিতে সংঘটিত প্রক্রিয়াটি হচ্ছে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোকে নির্ভর পর্যায়। নিচে পর্যায়টি বর্ণনা করা হলো-
সালোকসংশ্লেষণের আলোকে নির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিলের সহায়তায় ATP তৈরি হয়। এ পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও $NADPH^+ + H^+$ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও $NADPH^+ + H^+$ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।



সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে $NADPH^+ + H^+$ উৎপন্ন করে। ATP এবং $NADPH^+ + H^+$ কে আত্মীকরণ শক্তি বলা হয়।

- (ঘ) উদ্ভিদপকে উল্লেখিত প্রক্রিয়া দ্বারা শ্বসন প্রক্রিয়াকে বোঝানো হয়েছে। জীবজগতে শ্বসন একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রক্রিয়া। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-
শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপকার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।

উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় শ্বসন প্রক্রিয়ার গুরুত্ব অপরিণীম।

৪৩. নিচের উদ্ভিদপকটি লক্ষ কর-

X → উদ্ভিদের খাদ্য তৈরির প্রক্রিয়া
Y → উদ্ভিদের শক্তি উৎপাদন প্রক্রিয়া

[সিলেট বোর্ড-২০২০]

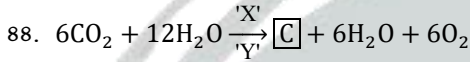
- | | |
|---|---|
| (ক) ফটোলাইসিস কী? | ১ |
| (খ) ATP রিচার্জবল ব্যাটারির সঙ্গে তুলনীয় কেন? | ২ |
| (গ) উল্লিখিত 'Y' প্রক্রিয়ার যে ধাপগুলো শক্তিঘরে সংঘটিত হয় তা ব্যাখ্যা কর। | ৩ |
| (ঘ) 'X' এর গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াই হলো ফটোলাইসিস।
- (খ) ATP-কে জৈবমুদ্রা বা শক্তিমুদ্রা বলা হয়। ATP-এর রাসায়নিক বন্ধন ভেঙে যে শক্তি বের হয় সেই শক্তি দিয়ে জীবদেহের প্রতিটি জৈবিক কাজ সম্পন্ন হয়। জীব যে খাবার খায় তা জারিত হয়। সেই জারণ থেকে নির্গত শক্তি দ্বারা ফসফোরাইলেশনের মাধ্যমে আবার সেই ভাঙা দুই টুকরা জোড়া লেগে ATP তৈরি হয়। শক্তির প্রয়োজন হলে তা আবার ভাঙ্গে, তারপর খাদ্য থেকে শক্তি নিয়ে আবার জোড়া লেগে। এ কারণে ATP কে রিচার্জবল ব্যাটারির সঙ্গে তুলনা করা হয়।
- (গ) উদ্ভিদপকে উল্লেখিত প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া আর শক্তিঘর বলতে মাইটোকন্ড্রিয়াকে বোঝানো হয়েছে। মাইটোকন্ড্রিয়ায় সবাত শ্বসনের অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি, ক্রেবস চক্র ও ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র এই তিনটি ধাপ সংঘটিত হয়। নিচে ধাপ তিনটি ব্যাখ্যা করা হলো-
অ্যাসিটাইল Co-A সৃষ্টি: গ্লাইকোলাইসিস পর্যায়ে সৃষ্ট প্রতি অণু পাইরুভিক এসিড পর্যায়ক্রমে বিক্রিয়া শেষে ২ কার্বন বিশিষ্ট ১ অণু অ্যাসিটাইল কো এনজাইম এ, এক অণু CO_2 এবং এক অণু $NADH + H^+$ উৎপন্ন করে। দুই অণু পাইরুভিক এসিড হতে দুই অণু অ্যাসিটাইল কো এনজাইম এ, দুই অণু CO_2 এবং দুই অণু $NADH + H^+$ উৎপন্ন হয়।
- ক্রেবস চক্র: এ পর্যায়ে অ্যাসিটাইল Co-A মাইটোকন্ড্রিয়াতে প্রবেশ করে এবং ক্রেবস চক্রে অংশগ্রহণ করে। এ চক্রের সকল বিক্রিয়াই মাইটোকন্ড্রিয়াতে সংঘটিত হয়। এই চক্রে এক অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে দুই অণু কার্বন ডাইঅক্সাইড, তিন অণু $NADH + H^+$ এক অণু $FADH_2$ এবং এক অণু GTP উৎপন্ন হয়। (অর্থাৎ দুই অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে চার অণু CO_2 , ৬ অণু $NADH + H^+$, দুই অণু $FADH_2$ এবং দুই অণু GTP উৎপন্ন হয়।)
- ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র: গ্লাইকোলাইসিস, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি এবং ক্রেবস চক্রে $NADH + H^+$ (বিজারিত NAD), $FADH_2$ (বিজারিত FAD) উৎপন্ন হয়, এই ধাপে সেগুলো জারিত হয়ে ATP, পানি, উচ্চশক্তির ইলেকট্রন এবং প্রোটন উৎপন্ন হয়। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রনগুলো ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় যে শক্তি প্রদান করে সেই শক্তি ATP তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

- (ঘ) উদ্ভিদপকের X অর্থাৎ উদ্ভিদের খাদ্য তৈরির প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। নিচে সালোকসংশ্লেষণের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করা হলো-
সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণিকুল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন

প্রক্রিয়ায় জীব O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমণ্ডল থেকে CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ। সুতরাং সালোকসংশ্লেষণ জীবজগতের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়া।



[দিনাজপুর বোর্ড-২০২০]

- (ক) আকর্ষণ তত্ত্ব কী? ১
- (খ) খাদদ্রব্যে ফরমালিন ব্যবহার কিরূপ স্বাস্থ্যঝুঁকি তৈরি করতে পারে? ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়ার 'C' উৎপাদনে 'X' ও 'Y' এর কার্যকারিতা ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) “উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটির উপর জীবজগতের অস্তিত্ব নির্ভর করে।” তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

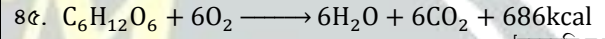
- (ক) যেসব স্পিন্ডল তন্তুর সাথে ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার সংযুক্ত থাকে সেগুলোই হলো আকর্ষণ তন্ত্ব।
- (খ) ফরমালিন খাদ্য দ্রব্য সংরক্ষণে ব্যবহৃত হলেও তা দেহে মারাত্মক স্বাস্থ্যঝুঁকি তৈরি করে। গবেষণায় দেখা গেছে, মাছে ব্যবহৃত এই ফরমালিন মাছের কোষের সাথে যৌগ তৈরি করে ফেলে। মাছ ধোয়া হলেও ঐ যৌগটি মাছের দেহে থেকে যায়। যা পরে রান্না করা মাছের সাথে মানবদেহে প্রবেশ করে। এই বিষাক্ত যৌগ নানা রকম জটিল রোগের উপসর্গের কারণসহ অনেক ক্ষেত্রে ক্যান্সারজাতীয় রোগের সৃষ্টি করে।
- (গ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি হচ্ছে সালোকসংশ্লেষণ এবং X, Y ও C হলো যথাক্রমে সূর্যালোক, ক্লোরোফিল এবং গ্লুকোজ বা শর্করা। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা উৎপাদনে সূর্যালোক ও ক্লোরোফিল এর কার্যকারিতা ব্যাপক। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

১. সালোকসংশ্লেষণে আলোর ভূমিকা: পানি ও CO_2 থেকে শর্করা তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস আলো। সূর্যালোকের প্রভাবেই পত্ররঞ্জ উন্মুক্ত হয়। CO_2 পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পারে এবং খাদ্য প্রস্তুতকরণে অংশগ্রহণ করে। কিন্তু পাতায় যেটুকু আলো পড়ে তার অতি সামান্য অংশই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। আলোকবর্ণালির লাল, নীল, কমলা ও বেগুনি অংশটুকুতেই সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয়। সবুজ ও হলুদ আলোতে সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয় না। সাধারণত 400 nm থেকে 480 nm এবং 680 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোতে সালোকসংশ্লেষণ সবচেয়ে ভালো হয়।

২. সালোকসংশ্লেষণে ক্লোরোফিলের ভূমিকা: পাতার ক্লোরোফিলের পরিমাণের সাথে সালোকসংশ্লেষণের হারের সরাসরি সম্পর্ক বিদ্যমান। কারণ একমাত্র ক্লোরোফিলই আলোকশক্তি গ্রহণ করতে সক্ষম। ক্লোরোপ্লাস্টের উপাদান সৃষ্টির হারের উপর সালোকসংশ্লেষণের হার নির্ভরশীল। তবে কোষে খুব বেশি পরিমাণ ক্লোরোফিল থাকলে এনজাইমের অভাব দেখা দেয় এবং সালোকসংশ্লেষণ হ্রাস পায়।

- (ঘ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি হলো মূলত সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া যার উপর জীবজগতের অস্তিত্ব নির্ভর করে। নিচে এর সপক্ষে যুক্তি উপস্থাপন করা হলো- সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র

প্রাণিকূল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমণ্ডল থেকে CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ।



[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২০]

- (ক) মোল বিপাক কী? ১
- (খ) কখন বড় গাছের নিচে ঘুমাতে নিষেধ করা হয়? ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে বিক্রিয়ার কী পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উপরের প্রক্রিয়ার গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

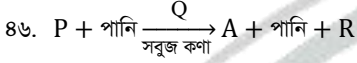
- (ক) বিশ্রামের অবস্থায় মানবদেহে সংঘটিত বিপাক ক্রিয়াই হলো মোল বিপাক।
- (খ) রাত্রিবেলা গাছে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া বন্ধ থাকে, ফলে অক্সিজেন উৎপন্ন হয় না এবং CO_2 গ্যাস শোষিত হয় না। কিন্তু রাত্রিবেলা গাছে শ্বসনের কার্যক্রম চলতে থাকে এবং বিপুল পরিমাণ CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। ফলে বড় গাছের নিচে বাতাসে CO_2 এর ঘনমাত্রা অনেক বেশি থাকে। তাই অধিক CO_2 যুক্ত বাতাসে রাত্রিবেলায় ঘুমাতে স্বাস্থ্যকষ্ট হয়। এ জন্যই রাত্রিবেলা বড় গাছের নিচে ঘুমাতে নিষেধ করা হয়।
- (গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত বিক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়ার। আমরা জানি সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ঘটে। কিন্তু উক্ত বিক্রিয়ায় অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সবাত শ্বসন না ঘটে অবাত শ্বসন ঘটবে। অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া নিম্নোক্ত দুই ধাপে সম্পন্ন হয়, যথা-

ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু $NADH+H^+$ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।

ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO_2 এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুধু ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD (অর্থাৎ $NADH+H^+$) জারিত হয়ে যে ইলেক্ট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ক্ষেত্রবিশেষ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।

- (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত প্রক্রিয়াটি মূলত শ্বসন প্রক্রিয়া। জীবজগতের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়ার গুরুত্ব সম্পর্কে নিচে মতামত ব্যক্ত করা হলো- শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপক্ষার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ

প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের আবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO₂ গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O₂ নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণীকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO₂ গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।
পরিশেষে বলা যায় যে, জীবজগতে উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সকল জীবের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।



[ঢাকা বোর্ড-২০১৯]

- (ক) ফটোফসফোরাইলেশন কী? ১
(খ) দুপুরের পর সালোকসংশ্লেষণের গতি কমে যাওয়ার কারণ কী? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্ভীপকের বিক্রিয়াটিতে রাতের বেলায় কীভাবে 'A' উৎপন্ন হয় তা ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) জীবজগতের ক্ষেত্রে উদ্ভীপকের বিপাকীয় প্রক্রিয়াটি এর উপর নির্ভরশীল যুক্তিসহ তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সূর্যালোকের উপস্থিতিতে ADP-এর সাথে অজৈব ফসফেট (Pi) মিলিত হয়ে ATP তৈরি প্রক্রিয়াই হলো ফটোফসফোরাইলেশন।
(খ) সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় যে শক্তির প্রয়োজন হয় তা প্রধান উৎস সূর্যালোক। সালোকসংশ্লেষণের আলোক বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণের জন্য সূর্যালোক প্রয়োজন। একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত আলোর পরিমাণ বাড়লে সালোকসংশ্লেষণের হারও বেড়ে যায়। কিন্তু দুপুরের আলোর পরিমাণ কমতে থাকে বিধায় সালোকসংশ্লেষণের গতিও কমে যায়।
(গ) উদ্ভীপকের বিক্রিয়ায় এ হলো গ্লুকোজ (C₆H₁₂O₆) এবং প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। শুধু দিনে নয় রাতের বেলায়ও আলোর অনুপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়। নিচে প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা করা হলো-
আলোর অনুপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায়ে ক্যালভিন চক্রে বায়ুস্থ CO₂ পত্ররঞ্জের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে, কোষে অবস্থিত ৫-কার্বন বিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট এর সাথে মিলিত হয়ে ৬-কার্বন বিশিষ্ট কিটো এসিড তৈরি করে যা সাথে সাথে ভেঙে গিয়ে তিন কার্বনবিশিষ্ট দুই অণু ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড তৈরি হয়। অতঃপর আলোক পর্যায়ে সৃষ্ট আত্মীকরণ শক্তি ATP ও NADPH+H⁺ কে ব্যবহার করে ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড ৩-কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ডাইহাইড্রোক্সি এসিটোন ফসফেট তৈরি করে। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি এসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা এবং অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হয়ে থাকে। এভাবে আত্মীকরণ শক্তি ATP ও NADPH+H⁺ কার্বন ডাইঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে বিজারিত হয়ে তথা শর্করা উৎপন্ন হয়।
(ঘ) উদ্ভীপকের বিক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। যেখানে P দ্বারা কার্বন ডাইঅক্সাইড এবং Q দ্বারা সূর্যালোককে নির্দেশ করা হয়েছে। নিচে জীবজগতের ক্ষেত্রে সালোকসংশ্লেষণে সূর্যালোকের ভূমিকা বিশ্লেষণ করা হলো-
সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সূর্যালোক তথা আলোর গুরুত্ব অপরিসীম। পানি ও CO₂ থেকে শর্করা তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস আলো। সূর্যালোক ক্লোরোফিল সৃষ্টিতে অংশগ্রহণ করে। সূর্যালোকের প্রভাবেই পত্ররঞ্জ উন্মুক্ত হয়। CO₂ পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে। পারে এবং খাদ্য প্রস্তুতকরণে অংশগ্রহণ করে। কিন্তু পাতায় যেটুকু আলো পড়ে তার অতি সামান্য অংশই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। আবার আলোকবর্ণালির লাল, নীল, কমলা ও বেগুনি অংশটুকুতেই সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয়। সবুজ ও হলুদ আলোতে সালোকসংশ্লেষণ ভালো হয় না। একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত আলোর পরিমাণ বাড়লে সালোকসংশ্লেষণের হারও বেড়ে যায়। কিন্তু আলোর পরিমাণ অত্যধিক বেড়ে গেলে পাতার অভ্যন্তরস্থ এনজাইম নষ্ট হয়ে যায়, ক্লোরোফিল উৎপাদন কম হয়। ফলে সালোকসংশ্লেষণের হারও কম যায়। সাধারণত 400 nm থেকে 480 nm এবং 680 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোতে সালোকসংশ্লেষণ সবচেয়ে ভালো হয়।

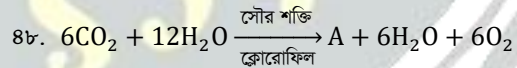
৪৭. একটি কোষীয় অঙ্গাণু উদ্ভিদে শর্করা তৈরি করে। এই উৎপাদিত বস্তু একটি শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় ভেঙ্গে শক্তি নির্গত করে।

[রাজশাহী বোর্ড-২০১৯]

- (ক) মধ্যচ্ছদা কী? ১
(খ) লিঙ্গ নির্ধারণে ক্রোমোজোম কীভাবে ভূমিকা রাখে? ২
(গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত অঙ্গাণুটির গঠন বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) পরিবেশীয় ভারসাম্য রক্ষায় উদ্ভীপকের প্রক্রিয়া দুটি কীভাবে সম্পর্কিত? বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) মানবদেহের বক্ষগহ্বর ও উদগহ্বর পৃথককারী পেশিবহুল পদার্থই হলো মধ্যচ্ছদা।
(খ) লিঙ্গ নির্ধারণে ক্রোমোজোম গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। মানবদেহে ২৩ জোড়া ক্রোমোজোমের মধ্যে ১ জোড়া অর্থাৎ X ও Y ক্রোমোজোম মানুষের লিঙ্গ নির্ধারণ করে থাকে। বাবার XY থেকে একটি এবং মায়ের XX থেকে একটি ক্রোমোজোম মিলিত হয়ে পুত্র অথবা কন্যা সন্তান হয়।
(গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত অঙ্গাণুটি হলো ক্লোরোপ্লাস্ট। নিচে ক্লোরোপ্লাস্টের গঠন বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করা হলো-
ক্লোরোপ্লাস্ট উদ্ভিদকোষের অনন্য বৈশিষ্ট্য। এটি দুই স্তরবিশিষ্ট ঝিল্লি দ্বারা আবৃত থাকে যা লিপিড ও প্রোটিন দ্বারা গঠিত। এই ঝিল্লি দ্বারা আবৃত পানিগ্রাহী ম্যাট্রিক্স বিদ্যমান যাদেরকে স্ট্রোমা বলা হয়। স্ট্রোমার ভিতরে অসংখ্য থলে আকৃতির থাইলাকয়েড বিদ্যমান। প্রতিটি থাইলাকয়েডে ৫০-৬০ টি গ্রানা থাকে। পাশাপাশি দুটি গ্রানার কিছু সংখ্যক থাইলাকয়েড সূক্ষ্ম নালিকা দ্বারা সংযুক্ত থাকে। এই সংযুক্তকারী নালিকে স্ট্রোমা ল্যামেলি বলে। এছাড়াও ক্লোরোপ্লাস্টে ফটোসিনথেটিক ইউনিট, DNA, রাইবোসোম প্রভৃতির উপস্থিতি দেখা যায়।
(ঘ) উদ্ভীপকে বর্ণিত প্রক্রিয়া দুটি হলো যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণ এবং শ্বসন। পরিবেশীয় ভারসাম্য রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়া দুটি গভীরভাবে সম্পর্কিত। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-
সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সবুজ উদ্ভিদে ঘটে থাকে। দিনের বেলায় সূর্যালোকের উপস্থিতিতে H₂O ও CO₂ এর রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে সবুজ উদ্ভিদের পাতায় শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয়। অর্থাৎ শর্করা তৈরির প্রধান কাঁচামাল হলো CO₂ ও H₂O। কাজেই CO₂ এর অনুপস্থিতিতে সবুজ উদ্ভিদ এ শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করতে পারে না। কিন্তু সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত এ CO₂ শ্বসনের ফলে তৈরি হয়। সকল সজীব কোষে দিবারাত্রি ২৪ ঘণ্টাই শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন ক্রিয়ায় শর্করা তথা গ্লুকোজ অক্সিজেনের মাধ্যমে জারিত হয়ে শক্তি ও CO₂ উৎপন্ন হয়। শ্বসনে ব্যবহৃত এ শর্করা (গ্লুকোজ) ও O₂ সালোকসংশ্লেষণেই তৈরি হয়ে থাকে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, সালোকসংশ্লেষণে শর্করা এবং O₂ তৈরি না হলে শ্বসন ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যেতো। আবার শ্বসন ক্রিয়ার ফলে CO₂ তৈরি না হলে সালোকসংশ্লেষণেও ব্যাঘাত ঘটতো। ফলে পরিবেশের ভারসাম্য বজায় থাকতো না।
তাই বলা যায় পরিবেশীয় ভারসাম্য রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন উভয় প্রক্রিয়াই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।



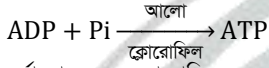
[যশোর বোর্ড-২০১৯]

- (ক) শ্বসন কাকে বলে? ১
(খ) কোষের কোন অঙ্গাণুটিকে শক্তির ঘর বলা হয় এবং কেন? ২
(গ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটির আলোকপর্যায় ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) উদ্ভীপকের এর উপরই প্রাণিকুল টিকে আছে- বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) অক্সিজেন সহযোগে খাদ্যদ্রব্য জারিত হয়ে জীবকোষে শক্তি ও CO₂ উৎপন্ন করার প্রক্রিয়াকে শ্বসন বলা হয়।
(খ) মাইটোকন্ড্রিয়া কোষের শ্বসন অঙ্গাণু। এতে ATP Synthases বা অক্সিজোমে শ্বসনের জন্য প্রয়োজনীয় এনজাইম ও কো-এনজাইম থাকে। এ কারণে শ্বসনের ক্রেবস চক্র, অ্যাসিটাইল কো-এ সৃষ্টি ও ইলেকট্রন প্রবাহ-এর মতো গুরুত্বপূর্ণ পর্যায়গুলো এ অঙ্গাণুতে সম্পন্ন হয়। শক্তি উৎপন্নকারী প্রক্রিয়া সম্পন্ন করে বলে একে কোষের শক্তি ঘর বলা হয়।

(গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত বিক্রিয়াটি দ্বারা সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াকে বোঝানো হয়েছে। নিচে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার আলোক পর্যায়ে ব্যাখ্যা করা হলো- সালোকসংশ্লেষণের আলোক নির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিলের সহায়তায় ATP তৈরি হয়। এ পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া ATP ও $NADPH^+ + H^+$ উৎপন্ন হয়। এ রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP ও $NADPH^+ + H^+$ সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে।

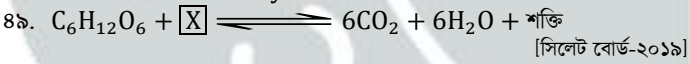


সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকে পানির ফটোলাইসিস বলা হয়। আবার ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয় এবং ইলেকট্রন NADP কে বিজারিত করে $NADPH^+ + H^+$ উৎপন্ন করে। ATP এবং $NADPH^+ + H^+$ কে আত্মীকরণ শক্তি বলা হয়।

(ঘ) উদ্ভীপকের সমীকরণে নির্দেশিত প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ এবং 'A' হচ্ছে শর্করা বা গ্লুকোজ। প্রতিটি জীবেরই বেঁচে থাকার জন্য শক্তির প্রয়োজন। জীব খাদ্যের মাধ্যমে প্রাপ্ত রাসায়নিক শক্তিকে ব্যবহার করে বিভিন্ন জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়া সচল রাখে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ নিজের খাদ্য নিজেই প্রস্তুত করে থাকে কিন্তু প্রাণীরা তা পারে না। ফলে তারা খাদ্যের জন্য উদ্ভিদের উপর নির্ভরশীল হয়। উদ্ভিদ তার প্রস্তুতকৃত খাদ্য বিভিন্ন জৈবিক কাজের জন্য ব্যবহার করে এবং বাকি অংশ সঞ্চিত রাখে। এই খাদ্য খেয়ে প্রাণীরা জীবনধারণ করে। আমরা খাদ্য হিসেবে ভাত, রুটি, ফলমূল, মাছ, মাংস, দুধ, ডিম ইত্যাদি যাই গ্রহণ করি না কেন তার সবই প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে সবুজ উদ্ভিদ থেকে এসে থাকে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা উৎপন্ন না হলে প্রাণী তার জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি লাভ করতে পারতো না। ফলে প্রাণীর অস্তিত্ব বিলীন হয়ে যেত।

অতএব, উপরোক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে এটাই প্রতীয়মান হয় যে, A অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শর্করা জাতীয় খাদ্যের উপরই প্রাণিকুল টিকে আছে।

Enzyme



[সিলেট বোর্ড-২০১৯]

- | | |
|--|---|
| (ক) জীবনীশক্তি কী? | ১ |
| (খ) আখকে C_4 উদ্ভিদ বলা হয় কেন? | ২ |
| (গ) X-এর অনুপস্থিতিতে প্রক্রিয়াটি কীভাবে ঘটে? ব্যাখ্যা কর। | ৩ |
| (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি উদ্ভিদের জন্য গুরুত্বপূর্ণ বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) জীবদেহ বা জৈব অনুর রাসায়নিক কন্ডান ছিন্ন করার মাধ্যমে প্রাপ্ত শক্তিই হচ্ছে জীবনীশক্তি বা জৈবশক্তি।

(খ) আখকে C_4 উদ্ভিদ বলা হয়, কারণ আখের ক্যালভিন চক্র পরিচালিত হওয়ার পাশাপাশি হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র পরিচালিত হয়। এসব উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণের হার তুলনামূলকভাবে বেশি হয়ে থাকে এবং উৎপাদন ক্ষমতাও বেশি।

(গ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। কিন্তু উক্ত প্রক্রিয়াটিতে X অর্থাৎ O_2 -এর অনুপস্থিতিতে ঘটলে তাকে বলে অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া নিম্নোক্ত দুটি ধাপে সম্পন্ন হয়-

ধাপ-১: গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ: এই ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে দুই অণু পাইরুভিক এসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু ব্যবহার হয়ে যায়) এবং দুই অণু $NADH + H^+$ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ আপাতদৃষ্টিতে এ পর্যন্ত বিক্রিয়া সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিসের অনুরূপ। তবে উৎপন্ন পাইরুভিক এসিড পরবর্তী ধাপে বিজারিত হয়ে যায় বলে অবাত শ্বসনে গ্লুকোজের অসম্পূর্ণ জারণ ঘটে- এমনটা বিবেচনা করা হয়।

ধাপ-২: পাইরুভিক অ্যাসিডের বিজারণ: সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড বিজারিত হয়ে CO_2 এবং ইথাইল অ্যালকোহল

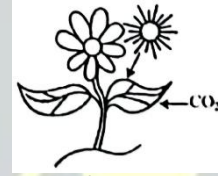
অথবা শুধু ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিসে উৎপন্ন বিজারিত NAD^+ (অর্থাৎ $NADH + H^+$) জারিত হয়ে যে ইলেকট্রন, প্রোটন ও শক্তি নির্গত করে, তা ব্যবহৃত হয় পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা ক্ষেত্রবিশেষ ইথানল উৎপাদনের জন্য। অন্যদিকে, অক্সিজেনের অভাবে তখন অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশনও চলে না। তাই অবাত শ্বসনের ক্ষেত্রে এক অণু গ্লুকোজের গ্লাইকোলাইসিসে নিট মাত্র ২ অণু ATP পাওয়া যায়।

(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত প্রক্রিয়াটি মূলত শ্বসন প্রক্রিয়া। জীবজগতের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়ার গুরুত্ব সম্পর্কে নিচে মতামত ব্যক্ত করা হলো-

শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO_2 জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া হতে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপক্ষার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তার মাধ্যমে জীবের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দধি, পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতে এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের অবাত শ্বসনের ফলে অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাস তৈরি হয়। তাছাড়া উদ্ভিদের শ্বসন প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত হয় যা সমগ্র প্রাণিকুলের বেঁচে থাকার একমাত্র নিয়ামক। অপরদিকে উদ্ভিদ CO_2 গ্রহণ করে ফলে পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষা হয়।

উপর্যুক্ত আলোচনা হতে এটাই প্রতীয়মান হয় যে, শ্বসন প্রক্রিয়াটি জীবজগতের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৫০. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



চিত্র : X

[বরিশাল বোর্ড ও দিনাজপুর বোর্ড-২০১৯]

- | | |
|---|---|
| (ক) জৈব মুদ্রা কী? | ১ |
| (খ) অবাত শ্বসন অপেক্ষা সবাত শ্বসনে বেশি শক্তি তৈরি হয় কেন? | ২ |
| (গ) চিত্র: X এ সংঘটিত প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। | ৩ |
| (ঘ) জীবজগতে উক্ত প্রক্রিয়ার গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) ATP শক্তি জমা করে রাখে এবং প্রয়োজন অনুসারে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে। এজন্য ATP কে শক্তিমুদ্রা বা জৈবমুদ্রা বলা হয়।

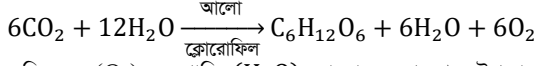
(খ) সবাত শ্বসনে অক্সিজেনের প্রয়োজন হয়। আর অক্সিজেন একটি জারক পদার্থ। যার ফলে শ্বসনিক বস্তু (শর্করা, প্রোটিন, লিপিড, বিভিন্ন ধরনের জৈব এসিড) সম্পূর্ণভাবে জারিত হয়ে CO_2 , H_2O এবং বিপুল পরিমাণে শক্তি উৎপন্ন করে। অপরদিকে অবাত শ্বসন অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে ঘটে। আর তাই শ্বসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষের ভিতরকার এনজাইম দিয়ে আংশিকরূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন প্রকার জৈব যৌগ, CO_2 এর সামান্য পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন করে। অবাত শ্বসনে এই অক্সিজেনের অনুপস্থিতির কারণে অবাত শ্বসন অপেক্ষা সবাত শ্বসনে শক্তি বেশি তৈরি হয়।

(গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত চিত্র-X এ সংঘটিত প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া।

সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সবুজ উদ্ভিদ কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2), পানি, সূর্যালোক এবং ক্লোরোফিল এর সহায়তায় কার্বোহাইড্রেট বা শর্করা জাতীয় খাদ্য প্রস্তুত করে। এই প্রক্রিয়ায় আলোকশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। সবুজ উদ্ভিদে প্রস্তুতকৃত খাদ্য উদ্ভিদ নিজে বেঁচে থাকার জন্য প্রয়োজনীয়

বিপাকীয় প্রক্রিয়া সম্পাদন করতে ব্যবহার করে এবং অবশিষ্ট খাদ্য ফল, মূল, কান্ড অথবা পাতায় সঞ্চিত থাকে।

সালোকসংশ্লেষণ একটি জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া যা নিম্নরূপ:



অক্সিজেন (O_2) ও পানি (H_2O) সালোকসংশ্লেষণের উপজাত দ্রব্য। এটি একটি জারণ-বিজারণ প্রক্রিয়া। এর দুটি পর্যায় বিদ্যমান। যথা-

১. আলোক নির্ভর পর্যায়: এই প্রক্রিয়ায় ATP ও NADPH_2 তৈরি হয়।

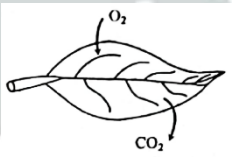
২. আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়: ATP ও NADPH_2 কে কাজে লাগিয়ে শর্করা তৈরি করা হয়।

(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত প্রক্রিয়াটি হচ্ছে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া যা জীবজগতের জন্য গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। নিচে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার গুরুত্ব বিশ্লেষণ করা হলো-

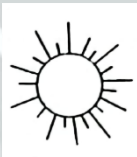
সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্যালোক এবং জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধ সৃষ্টি হয়েছে। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। কাজেই খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণিকুল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। কাজেই বলা যায়, পৃথিবীর সকল উদ্ভিদ এবং প্রাণীর খাদ্য প্রস্তুত হয় সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে। আমরা জানি, সব জীবই (উদ্ভিদ ও প্রাণী) সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 ত্যাগ করে। কেবল শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমন্ডলে O_2 গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO_2 গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বায়ুমণ্ডল থেকে CO_2 গ্রহণ করে এবং O_2 ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমন্ডলে O_2 ও CO_2 গ্যাসের সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। তাই আমাদেরকে অবশ্যই অধিক হারে গাছ লাগাতে হবে। মানবসভ্যতার অগ্রগতি অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানি কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ থেকে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে মানবসভ্যতা ধ্বংস হবে, বিলুপ্ত হবে জীবজগৎ।

সুতরাং সালোকসংশ্লেষণ জীবজগতের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়া।

৫১. নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর-



চিত্র : M



চিত্র : X

[সকল বোর্ড-২০১৮]

- (ক) শক্তি মুদ্রা কী? ১
- (খ) নতুন সৃষ্ট পাতাতে সালোকসংশ্লেষণের হার কীরূপ, ব্যাখ্যা দাও। ২
- (গ) চিত্র 'M' তে সংঘটিত প্রক্রিয়াটির সাইটোপ্লাজমিক ধাপের বর্ণনা দাও। ৩
- (ঘ) 'X' এর উপস্থিতি চিত্র 'M' এর শারীরবৃত্তীয় উপচিতিমূলক কার্যক্রমকে সচল রাখে। -বিশ্লেষণ কর। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ATP শক্তি জমা করে রাখে এবং প্রয়োজন অনুসারে অন্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে। তাই ATP কে শক্তি মুদ্রা বা Biological Coin or Energy Coin বলা হয়।
- (খ) নতুন সৃষ্ট পাতাতে সালোকসংশ্লেষণের হার কম হয়। কারণ কচি পাতায় ক্লোরোফিলের পরিমাণ কম থাকে তাই সালোকসংশ্লেষণও কম হয়। প্রাস্টিডে অবস্থিত ক্লোরোফিলের গ্রাণা অংশ সূর্যালোককে আবদ্ধ করে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে। এই আবদ্ধ সৌরশক্তি স্ট্রোমাতে অবস্থিত উৎসেচক সমষ্টি, বায়ু থেকে CO_2 ও কোষস্থ পানি থেকে সরল শর্করা তৈরি করে। তাই প্রাস্টিডে ক্লোরোফিলের পরিমাণ কম হলে সালোকসংশ্লেষণের হারও কমে যায়।