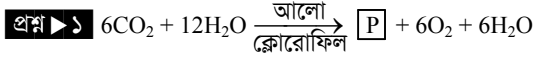


# মূল বইয়ের অতিরিক্ত অংশ

## চতুর্থ অধ্যায় : জীবনীশক্তি



পরীক্ষায় কমন পেতে আরও প্রশ্ন ও উত্তর



◀ পিখনফল-৫ ও ৮ (রা. বো. ২০১৬/)

- ক. অমরা কী? ১  
খ. মিউচুয়ালিজম বলতে কী বোঝ? ২  
গ. আলোর অনুপস্থিতিতে 'P' কিভাবে উৎপন্ন হয়-ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. জীবজগতের জন্য উপরিউক্ত সমীকরণটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ করো। ৪

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে অঙ্গের কলার মাধ্যমে মাতৃ জরায়ুর টিস্যু এবং ভ্রূণ-এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপিত হয় সেই অঙ্গই হলো অমরা।

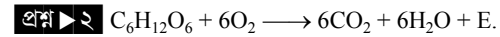
**খ** যে আন্তঃসম্পর্কে পারস্পরিক সহাবস্থানে দু'টি জীব একে অন্যকে সহায়তা করে এবং দু'জনেই উপকৃত হয় তাই হলো মিউচুয়ালিজম। মিউচুয়ালিজমে কোনো জীবের ক্ষতির কোনো আশঙ্কা থাকে না। যেমন— লাইকেন। এখানে শৈবাল সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে খাদ্য তৈরি করে এবং ছত্রাক শৈবালকে আবাস প্রদানসহ বায়ু থেকে জলীয়বাষ্প সংগ্রহ ও উভয়ের ব্যবহারের জন্য খনিজ লবণ সংগ্রহ করে।

**গ** উদ্ভীপকে উল্লিখিত সালোকসংশ্লেষণের রাসায়নিক সমীকরণটিতে 'P' হলো গ্লুকোজ। আলোর অনুপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষণের যে পর্যায়টি সংঘটিত হয় তাকে আলোক নিরপেক্ষ পর্যায় বলা হয়। সালোকসংশ্লেষণের আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়ে  $CO_2$  বিজারিত হয়ে শর্করা তথা গ্লুকোজ তৈরি হয়। কার্বন বিজারণের মাধ্যমে গ্লুকোজ তৈরির সর্বাধিক গ্রহণযোগ্য গতিপথ হলো ক্যালভিন চক্র। নিচে ক্যালভিন চক্রের মাধ্যমে P তথা গ্লুকোজ তৈরির ধাপগুলো আলোচনা করা হলো—

এই গতিপথের প্রথমে কোষে অবস্থিত রাইবুলোজ-১,৫-ডাইফসফেটের সাথে পত্ররন্ধ্রের মাধ্যমে কোষে প্রবেশ করা  $CO_2$  মিলিত হয়ে ৬-কার্বন বিশিষ্ট অস্থায়ী কিটো এসিড তৈরি হয়। এটি সাথে সাথে ভেঙ্গে ৩-কার্বন বিশিষ্ট দুই অণু ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড (3 PGA) উৎপন্ন করে। আলোক পর্যায়ে তৈরি ATP ও  $NADPH_2$  ব্যবহার করে 3PGA, ৩-ফসফোগ্লিসারলডিহাইড ও ডাই-হাইড্রোক্সি এসিটোন ফসফেট তৈরি করে। ৩-ফসফোগ্লিসারলডিহাইড ও ডাই-হাইড্রোক্সি এসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিভিন্ন বিক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে গ্লুকোজ এবং অপরদিকে রাইবুলোজ-১,৫-ডাইফসফেট তৈরি হতে থাকে। পুনঃসংশ্লেষিত রাইবুলোজ-১,৫-ডাইফসফেট পুনরায় এক অণু  $CO_2$  গ্রহণ করে ক্যালভিন চক্রে প্রবেশ করে। এভাবে ৬ অণু  $CO_2$  ক্যালভিন চক্রে ৬ বার ঘুরে এক অণু গ্লুকোজ তৈরি করে।

**ঘ** উদ্ভীপকে সালোকসংশ্লেষণের রাসায়নিক সমীকরণটিকে দেখানো হয়েছে। জীবজগতের জন্য এ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি অপরিহার্য। 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 বায়ুমণ্ডলে  $O_2$  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 বায়ুমণ্ডলে  $O_2$  ও  $CO_2$  গ্যাসের ভারসাম্য বজায় রয়েছে, বেঁচে রয়েছে জীবকূল। তাই বলা যায়, জীবজগতের জন্য উদ্ভীপকের সমীকরণটি অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব অপরিসীম।



◀ পিখনফল-৬ ও ৭ (সি. বো. ২০১৬/)

- ক. সালোকসংশ্লেষণ কী? ১  
খ. ক্যান্সার কীভাবে সৃষ্টি হয়? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. কোষীয় ক্ষুদ্রাণু E উৎপাদনের চক্রাকার ধাপটি বর্ণনা করো। ৩  
ঘ. উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি পরোক্ষভাবে সৌরশক্তির উপর নির্ভরশীল → বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সবুজ উদ্ভিদের সূর্যালোকের উপস্থিতিতে ক্লোরোফিলের সাহায্যে  $CO_2$  ও  $H_2O$ -র রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে শর্করা তৈরির প্রক্রিয়াই হলো সালোকসংশ্লেষণ।

**খ** অনিয়ন্ত্রিত মাইটোসিস কোষ বিভাজনের কারণেই ক্যান্সার সৃষ্টি হয়। গবেষণায় দেখা গেছে বিভিন্ন প্রকার প্যাপিলোমা ভাইরাস ক্যান্সার কোষ সৃষ্টিতে সহায়তা করে। এ ভাইরাসের ই<sub>১</sub> এবং ই<sub>২</sub> নামের দু'টি জিন বিভাজন নিয়ন্ত্রক দু'টি প্রোটিন অণুকে স্থানচ্যুত করে। এতে কোষের বিভাজন নিয়ন্ত্রণকারী প্রোটিন অণুসমূহের কাজ বন্ধ হয়ে যায়, ফলে সৃষ্টি হয় ক্যান্সার কোষ।

**গ** উদ্ভীপকে রাসায়নিক সমীকরণটি দ্বারা সবাত শ্বসনকে বোঝানো হয়েছে। সবাত শ্বসনে বিপুল পরিমাণ শক্তি তথা ATP তৈরি হয়। এখানে E দ্বারা ঐ শক্তি বা ATP কেই বোঝানো হয়েছে। শ্বসন ক্রিয়ায় শক্তি উৎপাদনের চক্রাকার ধাপটি হলো ক্রেবস চক্র। এটি কোষের মাইটোকন্ড্রিয়াতে সম্পন্ন হয়। নিচে এ চক্রাকার ধাপ তথা ক্রেবস চক্র বর্ণনা করা হলো—

এ ধাপের শুরুতে অ্যাসিটাইল Co-A মাইটোকন্ড্রিয়ায় প্রবেশ করে। পরে এই অ্যাসিটাইল Co-A সেখানে অবস্থিত অক্সালো এসিটিক এসিডের সঙ্গে যুক্ত হয়ে সাইট্রিক এসিড তৈরি হয়। পরবর্তী ধাপ সমূহে এ সাইট্রিক এসিড বিভিন্ন ধরনের এসিডে পরিণত হয়। যেমন— আইসোসাইট্রিক এসিড,  $\alpha$ -কিটোগ্লুটারিক এসিড, সাকসিনিক এসিড,

ফিউমারিক এসিড, ম্যালিক এসিড ইত্যাদি। এক্ষেত্রে প্রতিটি ধাপে ভিন্ন ভিন্ন এনজাইম ক্রিয়া করে থাকে। এই ধাপগুলো সম্পন্ন হওয়ার সময় এক অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে ৩ অণু NADH<sub>2</sub>, ১ অণু FADH<sub>2</sub> এবং ১ অণু GTP তৈরি হয়। ক্রেবস চক্র দুই অণু অ্যাসিটাইল Co-A অংশগ্রহণ করে তাই দুই অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে ৬ অণু NADH<sub>2</sub>, ২ অণু FADH<sub>2</sub> এবং ২ অণু GTP তৈরি হয়ে থাকে, যা প্রকৃতপক্ষে সর্বমোট ২৪ অণু ATP-র সমান। সর্বশেষ ধাপে উৎপন্ন ম্যালিক এসিড দু'টি হাইড্রোজেন হারিয়ে পুনরায় অক্সালো এসিটিক এসিডে পরিণত হয় এবং অ্যাসিটাইল Co-A-র সাথে মিলিত হয়ে চক্রটিকে চালু রাখে।

**ঘ** উদ্ভীপকের রাসায়নিক বিক্রিয়া দ্বারা সবাত শ্বসনকে বোঝানো হয়েছে। এই সবাত শ্বসনের শ্বসনিক বস্তু হলো গ্লুকোজ। গ্লুকোজ O<sub>2</sub> এর উপস্থিতিতে সম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে CO<sub>2</sub>, 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 শ্বসনিক বস্তু- গ্লুকোজ ঠিকভাবে তৈরি হবে। গ্লুকোজ তৈরি না হলে উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি অর্থাৎ সবাত শ্বসন সম্ভব নয়। আবার উদ্ভিদ কেবলমাত্র সৌরশক্তির উপস্থিতিতেই CO<sub>2</sub> ও পানির রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজ তৈরি করতে পারে। সালোকসংশ্লেষণের সময় সৌরশক্তি গ্লুকোজের মধ্যে স্বেতিক শক্তিরূপে আবদ্ধ থাকে যা শ্বসনের সময় তাপশক্তিরূপে উদ্ভূত হয়ে রাসায়নিক শক্তিরূপে (ATP) মুক্ত হয়।

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

**প্রশ্ন ৩**  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{বিভিন্ন এনজাইম}} 6 \text{ [X]} + 6H_2O + \text{[Y]}$   
 ◀ পিখনফল-৭/ঘ. বো. ২০১৬/

- ক. শক্তির মূল উৎস কী? ১  
 খ. রাত্রিবেলা বড় গাছের নিচে ঘুমালে শ্বাস কষ্ট দেখা দেয় কেন? ২  
 গ. 'Y' উদ্ভিদ দেহের কোথায় এবং কিভাবে তৈরি হয়? ব্যাখ্যা করো। ৩  
 ঘ. বিক্রিয়াটির শেষে উৎপন্ন 'X' এবং 'Y' -এর প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শক্তির মূল উৎস হলো সূর্য।

**খ** রাতের বেলা উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণ বন্ধ থাকে। ফলে উদ্ভিদদেহ থেকে O<sub>2</sub> নির্গত হয় না। এর ফলে রাতে শুধুমাত্র শ্বসন ক্রিয়া চলার ফলে উদ্ভিদ তার চারিদিক থেকে O<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং CO<sub>2</sub> নির্গত করে। এতে গাছের নিচে রাতের বেলা O<sub>2</sub> এর ঘাটতি দেখা দেয়। এ কারণে রাতে বড় গাছের নিচে ঘুমালে শ্বাসকষ্ট দেখা দেয়।

**গ** 'y' দ্বারা সবাত শ্বসনে উৎপন্ন শক্তি তথা ৩৮টি ATP কে বুঝানো হয়েছে। এই ATP উদ্ভিদ কোষের সাইটোপ্লাজম এবং মাইটোকন্ড্রিয়নে তৈরি হয়ে থাকে। সবাত শ্বসনের মাধ্যমে শক্তি তথা ATP তৈরি নিম্ন লিখিত চারটি ধাপের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়ে থাকে। যথা—

- গ্লাইকোলাইসিস:** কোষের সাইটোপ্লাজমে গ্লাইকোলাইসিস ঘটে থাকে। এখানে ১ অণু গ্লুকোজ থেকে ২ অণু পাইরুভিক এসিড তৈরি হয়। এ সময় ১০ অণু ATP তৈরি হয়, যার মধ্যে ২ অণু খরচ হয়ে যায়।
- অ্যাসিটাইল CoA সৃষ্টি:** এক্ষেত্রে প্রতি অণু পাইরুভিক এসিড পর্যায়ক্রমিকভাবে এক অণু অ্যাসিটাইল CoA, এক অণু CO<sub>2</sub> ও এক অণু NADH<sub>2</sub> উৎপন্ন করে। এ সময় ৩ অণু ATP তৈরি হয় (২ অণু পাইরুভিক এসিড থেকে ৬ অণু)।
- ক্রেবস চক্র:** এটি মাইটোকন্ড্রিয়নে ঘটে। এখানে এক অণু অ্যাসিটাইল CoA থেকে ৩ অণু NADH<sub>2</sub>, এক অণু FADH<sub>2</sub> ও এক অণু GTP উৎপন্ন হয়। এ সময় ১২ অণু ATP তৈরি হয় (২ অণু পাইরুভিক এসিড থেকে ২৪ অণু)।
- ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র:** এ প্রক্রিয়ার মাধ্যমেই মাইটোকন্ড্রিয়নে উপরের ৩টি ধাপে উৎপন্ন NADH<sub>2</sub>, FADH<sub>2</sub>, GTP জারিত হয়ে ATP উৎপন্ন করে থাকে।

এভাবে শ্বসন প্রক্রিয়ায় প্রতি গ্লুকোজ অণু হতে সবাত শ্বসনে সর্বশেষ নীট ৩৮টি ATP উৎপন্ন হয়ে থাকে।

**ঘ** সবাত শ্বসন বিক্রিয়ার শেষে উৎপন্ন 'y' দ্বারা ATP তথা শক্তিকে বুঝানো হয়েছে। ATP কে বায়োএনার্জি বা জীবনী শক্তি বলে। জীবন পরিচালনার জন্য জীবকোষে তথা জীবদেহে প্রতিনিয়ত হাজারো রকমের জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটছে। এসব বিক্রিয়া পরিচালিত হয় বায়োএনার্জি তথা ATP দ্বারা। উদ্ভিদ এবং প্রাণীর সুস্থ স্বাভাবিকভাবে বেঁচে থাকার জন্য এদের দেহে বিভিন্ন ধরনের শারীরবৃত্তীয় ক্রিয়াকলাপ চলে। যেমন- শ্বসন, প্রস্বেদন, রেচন, পরিপাক, সালোকসংশ্লেষণ, পরিবহন, শোষণ ইত্যাদি। এ কাজগুলো পরিচালনার জন্য প্রয়োজন হয় শক্তির যা প্রকৃতপক্ষে ATP থেকেই আসে। ATP শক্তি সরবরাহ না করলে এ সকল শারীরবৃত্তীয় কাজ বন্ধ হয়ে যেত ফলে উদ্ভিদ এবং প্রাণী তথা জীবের মৃত্যু ঘটত। সুতরাং জীবের সুস্থ স্বাভাবিক বৃদ্ধি ও বিকাশের জন্য 'y' অর্থাৎ ATP এর প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

অন্যদিকে 'x' দ্বারা CO<sub>2</sub> বোঝানো হয়েছে। জীবের জন্য পরিবেশে CO<sub>2</sub> এর প্রয়োজন রয়েছে। সবুজ উদ্ভিদ পরিবেশ থেকে CO<sub>2</sub> গ্রহণ করে সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরির পাশাপাশি পরিবেশে O<sub>2</sub> নির্গত করে। সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে তৈরি খাদ্যের উপর সমগ্র জীবজগৎ নির্ভরশীল। আবার CO<sub>2</sub> এর অনুপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষণ অসম্ভব। ফলে সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে পরিবেশে O<sub>2</sub> এর স্বল্পতা দেখা দিতো, এতে পরিবেশ দূষণের মাধ্যমে প্রাণিজগৎ প্রকৃতি থেকে বিলীন হতো। সুতরাং প্রকৃতিতে জীবজগতকে টিকিয়ে রাখতে 'x' অর্থাৎ CO<sub>2</sub>-এর পরোক্ষ ভূমিকা রয়েছে।

**প্রশ্ন ৪**  $CO_2 + \text{আক্সীকরণ শক্তি} \xrightarrow{\text{বিজারিত}} \text{শর্করা}$

◀ পিখনফল-২ ও ৫ /স. বো. ২০১৫/

- ক. জৈবমুদ্রা কী? ১  
 খ. গ্লাইকোলাইসিস বলতে কী বোঝায়? ২  
 গ. উদ্ভীপকের আলোকে শর্করা তৈরির এ প্রক্রিয়াটি বর্ণনা করো। ৩  
 ঘ. “উদ্ভীপকের সংশ্লিষ্ট প্রক্রিয়াটি জীবজগতের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব-রাসায়নিক প্রক্রিয়া”— উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যা শক্তি জমা রাখে এবং প্রয়োজনে বিভিন্ন বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে, তাই জৈবমুদ্রা।

**খ** গ্লাইকোলাইসিস জীবের সবাত ও অবাত উভয় প্রকার শ্বসনের প্রথম ধাপ। যা কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে থাকে। এ ধাপে কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় না। এ প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দু'অণু পাইরুভিক অ্যাসিড, চার অণু ATP (দুই অণু খরচ হয়) এবং দুই অণু NADH + H<sup>+</sup> উৎপন্ন হয়।

**গ** উদ্ভীপকের সমীকরণের মাধ্যমে শর্করা তৈরির অন্ধকার পর্যায় নির্দেশ করা হয়েছে। এ পর্যায় আক্সীকরণ শক্তির (ATP ও NADPH + H<sup>+</sup>) সহায়তায় CO<sub>2</sub> বিজারিত হয়ে শর্করা উৎপন্ন হয়।

নিচে শর্করা তৈরির ক্যালভিন চক্রটি দেখানো হলো—

বায়ুমণ্ডলের CO<sub>2</sub> পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে। কোষে অবস্থিত ৫-কার্বন বিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেটের সাথে CO<sub>2</sub> মিলিত হয়ে ৬-কার্বন বিশিষ্ট অস্থায়ী কিটো অ্যাসিড তৈরি করে। এটি সাথে সাথে ভেঙ্গে এ চক্রের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হিসেবে দু'অণু তিন কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড (3PGA) উৎপন্ন করে। তাই এ চক্রকে C<sub>3</sub> গতিপথ বলে। ATP ও NADPH+H<sup>+</sup> ব্যবহার করে 3PGA, ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট তৈরি হয়। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা ও অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হতে থাকে। পুনঃসংশ্লেষিত রাইবুলোজ-১, ৫- ডাইফসফেট পুনরায় এক অণু CO<sub>2</sub> গ্রহণ করে ক্যালভিন চক্রে প্রবেশ করে। অতএব, ৬-অণু CO<sub>2</sub> থেকে এক অণু গ্লুকোজ তৈরির সময় ক্যালভিন চক্র ছয়বার ঘুরবে।

**ঘ** উদ্ভীপকে সংশ্লিষ্ট প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমেই সূর্যালোক ও জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধন সৃষ্টি হয়েছে। একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে সৌর শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করে খাদ্যের মধ্যে আবদ্ধ করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। আমরা খাদ্য হিসেবে যাই গ্রহণ করি না কেন, তার সবই প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে সবুজ উদ্ভিদ হতে পেয়ে থাকি। কাজেই, খাদ্যের জন্য সমগ্র প্রাণিকূল সবুজ উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল, আর সবুজ উদ্ভিদ এ খাদ্য প্রস্তুত করে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়। পৃথিবীতে উদ্ভিদ ও প্রাণীর স্বাভাবিক বৃদ্ধি ও জীবনযাপনের জন্য বায়ুতে O<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> এর পরিমাণ স্বাভাবিক পর্যায়ে থাকতে হয়। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব O<sub>2</sub> গ্রহণ ও CO<sub>2</sub> ত্যাগ করে আবার সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO<sub>2</sub> গ্রহণ ও O<sub>2</sub> ত্যাগ করে। ফলে বায়ুমণ্ডলে O<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> এর সঠিক অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। মানব সভ্যতার অগ্রগতিও অনেকাংশে সালোকসংশ্লেষণের উপর প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল। অন্ন, বস্ত্র, শিল্পসামগ্রী, ঔষধ, জ্বালানী কয়লা, পেট্রোল, গ্যাস প্রভৃতি উদ্ভিদ হতে পাওয়া যায়। তাই সালোকসংশ্লেষণ না ঘটলে ধ্বংস হবে মানব সভ্যতা, বিলুপ্ত হবে জীবজগত। তাই, উদ্ভীপকের উক্তিটি যথার্থ বলে আমি মনে করি।

**প্রশ্ন ▶ ৫** দশম শ্রেণির ছাত্রী বিভা তার বান্ধবীকে সালোকসংশ্লেষণের গুরুত্ব বুঝিয়ে দিল। বিভা বলল যে, এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ায় পানির সালোক বিভাজন ঘটে এবং CO<sub>2</sub> বিজারিত হয়ে শর্করা উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়ায় কিছু প্রভাবকের গুরুত্ব আছে।

- ক. গ্লাইকোলাইসিস কী? ১  
খ. সালোকসংশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় প্রভাবক কী কী? ব্যাখ্যা করো। ২

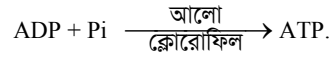
- গ. উদ্ভীপকে বিভার আলোচিত প্রক্রিয়ায় পানির সালোক বিভাজন ও ATP উৎপাদন প্রক্রিয়া যুগপৎ ঘটে— বিশ্লেষণ করো। ৩  
ঘ. জীবজগতের উপর উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটির প্রভাব বর্ণনা করো। ৪

#### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোষের সাইটোপ্লাজমে এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক অ্যাসিড তৈরির প্রক্রিয়াই হলো গ্লাইকোলাইসিস।

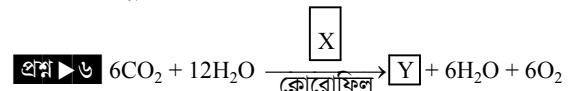
**খ** সালোকসংশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় কতগুলো বাহ্যিক ও অভ্যন্তরীণ প্রভাবক রয়েছে। বাহ্যিক প্রভাবকের মধ্যে রয়েছে আলো, CO<sub>2</sub>, তাপমাত্রা, পানি, অক্সিজেন, খনিজ ও রাসায়নিক পদার্থ। অভ্যন্তরীণ প্রভাবকের মধ্যে রয়েছে ক্লোরোফিল, পাতায় বয়স ও সংখ্যা, পটাসিয়াম ও কিছু এনজাইম।

**গ** উদ্ভীপকে আলোচ্য প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। এ প্রক্রিয়ায় একদিকে সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন করে। এ প্রক্রিয়াকে পানির সালোক বিভাজন (Photolysis) বলা হয়। অন্যদিকে, ক্লোরোফিল অণু আলোকরশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে। আলোর উপস্থিতিতে ATP তৈরির এই প্রক্রিয়াকে ফটোফসফোরাইলেশন বলে।



কাজেই বলা যায়, বিভার আলোচিত প্রক্রিয়ায় পানির সালোক বিভাজন ও ATP উৎপাদন প্রক্রিয়া যুগপৎ ঘটে থাকে।

**ঘ** উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। জীবজগতের জন্য এ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি অপরিহার্য। 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<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> এর সঠিক অনুপাত রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এক বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে। পরিবেশের ভারসাম্য নষ্ট হলে তা হবে জীবজগতের জন্য হুমকি স্বরূপ। সকল জীব শ্বসন প্রক্রিয়ায় O<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং CO<sub>2</sub> ত্যাগ করে। কেবলমাত্র শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমণ্ডলে O<sub>2</sub> গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO<sub>2</sub> গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং O<sub>2</sub> ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমণ্ডলে O<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> গ্যাসের ভারসাম্য বজায় রয়েছে, বেঁচে রয়েছে জীবকূল। তাই বলা যায় জীবজগতের জন্য উদ্ভীপকের সমীকরণটি অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব অপরিসীম।



- ক. C<sub>3</sub>-উদ্ভিদ কী? ১  
খ. গ্লাইকোলাইসিস বলতে কী বোঝ? ২

◀ শিখনফল-২ ও ৫/দি. বো. ২০১৫/

◀ শিখনফল-২/ক্. বো. ২০১৫/

- গ. উদ্ভিদদেহে 'Y' কীভাবে তৈরি হয়? ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. 'X' এর অনুপস্থিতি উপরোক্ত বিক্রিয়াটিতে কী প্রভাব ফেলতে পারে? তোমার মতামত দাও। ৪

#### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা তৈরিতে ক্যালভিন ও ব্যাশাম গতিপথ অনুসারী উদ্ভিদই হলো  $C_3$  উদ্ভিদ।

**খ** যে প্রক্রিয়ায় কোষের সাইটোপ্লাজমে এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক অ্যাসিড তৈরি করে তাকে গ্লাইকোলাইসিস বলে। এই ধাপে চার অণু ATP এবং দুই অণু  $NADH+H^+$  উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়েনা, তাই গ্লাইকোলাইসিস সবাত ও অবাত উভয় প্রকার শ্বসনেরই প্রথম পর্যায়।

**গ** উদ্ভীপকে 'Y' হচ্ছে গ্লুকোজ। উদ্ভীপকের 'X' আলো এবং বিক্রিয়াটি সালোকসংশ্লেষণ। এটি একটি জটিল ও দীর্ঘ প্রক্রিয়া। প্রক্রিয়াটি আলোক ও অন্ধকার নামক দু'টি পর্যায়ে সম্পন্ন হয়। আলোক পর্যায়ে সৌর শক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। আলোর উপস্থিতিতে ক্লোরোফিল অণু হতে ইলেকট্রন উৎক্ষিপ্ত হয়ে বিভিন্ন বাহকের মধ্য দিয়ে পূর্বের ক্লোরোফিল অণুতে বা অন্য ক্লোরোফিল অণুতে পৌঁছায়। এ সময় পথিমধ্যে ATP তৈরি হয়। আবার অচক্রীয় পথে  $NADPH_2$  তৈরি হয়। এই পর্যায়েই অচক্রীয় পথে  $H_2O$ -এর সালোক-বিভাজন ঘটে এবং  $O_2$  নির্গত হয়। অপরদিকে অন্ধকার পর্যায়ে আলোর প্রয়োজন পড়ে না। আলোক পর্যায়ে উৎপন্ন ATP ও  $NADPH_2$ -এর সহায়তায় অন্ধকার পর্যায়ে  $CO_2$  বিজারিত হয়ে 'Y' বা গ্লুকোজ তৈরি হয়।

**ঘ** বিক্রিয়াটিতে 'X' হলো আলো। এখানে 'Y' হলো গ্লুকোজ এবং বিক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। এটি একটি জটিল ও দীর্ঘ প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ায় আলো ও ক্লোরোফিলের উপস্থিতিতে  $CO_2$  ও  $H_2O$ -র রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয় এবং  $O_2$  নির্গত হয়। এই প্রক্রিয়াটি দু'টি পর্যায়ে সম্পন্ন হয়। একটি আলোক নির্ভর পর্যায় এবং অন্যটি হলো অন্ধকার পর্যায়। আলোক নির্ভর পর্যায়েই সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এই পর্যায়ে ক্লোরোফিল অণু আলোকরশ্মির ফোটন শোষণ করে। শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চার করে ADP-এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে। এই পর্যায়ে পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। ইলেকট্রন  $NADP$ -কে বিজারিত করে  $NADPH+H^+$  উৎপন্ন করে। আবার সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায়ের ক্ষেত্রে আলোক পর্যায়ে উৎপন্ন ATP ও  $NADPH+H^+$  এর সহায়তায়  $CO_2$  বিজারিত হয়ে শর্করা উৎপন্ন হয় যা উদ্ভিদের খাদ্য। অন্ধকার পর্যায়ে আলোর প্রত্যক্ষ প্রয়োজন হয় না। কিন্তু আলোক পর্যায়ে উৎপন্ন ATP ও  $NADPH+H^+$  ছাড়া গাছের খাদ্য তৈরি হবে না, এবং আলো ছাড়া ATP ও  $NADPH+H^+$  উৎপন্ন হওয়া সম্ভব নয়। তাই বলা যায়, 'X' অর্থাৎ আলোর অনুপস্থিতিতে উক্ত বিক্রিয়াটি ঘটবে না, অর্থাৎ উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি বন্ধ থাকবে।

**প্রশ্ন ৭**  $CO_2$ + আত্মীকরণ শক্তি  $\xrightarrow{\text{বিজারিত}}$  শর্করা

◀ শিখনফল-২ / চ. বো. ২০১৫/

- ক. জৈবমুদ্রা কী? ১  
খ. গ্লাইকোলাইসিস বলতে কী বোঝ? ২  
গ. উদ্ভীপকের আলোকে শর্করা তৈরির এ প্রক্রিয়াটি বর্ণনা করো। ৩  
ঘ. “উদ্ভীপকসংশ্লিষ্ট প্রক্রিয়াটি জীবজগতের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ জৈব-রাসায়নিক প্রক্রিয়া”—উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** ATP-কে দেহের জৈবমুদ্রা বলা হয়, কারণ, এটি শক্তি জমা রাখে এবং প্রয়োজনে বিভিন্ন বিক্রিয়ায় তা সরবরাহ করে।

**খ** গ্লাইকোলাইসিস জীবের সবাত ও অবাত উভয় প্রকার শ্বসনের প্রথম ধাপ। যা কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে থাকে। এ ধাপে কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় না। এ প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দু'অণু পাইরুভিক অ্যাসিড, চার অণু ATP (দুই অণু খরচ হয়) এবং দুই অণু  $NADH+H^+$  উৎপন্ন করে।

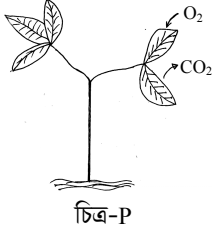
**গ** উদ্ভীপকের সমীকরণের মাধ্যমে শর্করা তৈরির অন্ধকার পর্যায় নির্দেশ করা হয়েছে। এ পর্যায়ে আত্মীকরণ শক্তির (ATP ও  $NADPH+H^+$ ) সহায়তায়  $CO_2$  বিজারিত হয়ে শর্করা উৎপন্ন হয়। সবুজ উদ্ভিদের  $CO_2$  বিজারণের মাধ্যমে শর্করা তৈরির তিনটি গতিপথ শনাক্ত করা হয়েছে যথা: (i) ক্যালভিন চক্র, (ii) হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র ও (iii) ক্রেসুলেসিয়ান অ্যাসিড বিপাক চক্র।

শর্করা তৈরির ক্যালভিন চক্রটি বর্ণনা করা হলো— (i) ক্যালভিন চক্র: বায়ুমণ্ডলের  $CO_2$  পত্রন্থের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে। কোষে অবস্থিত ৫-কার্বন বিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেটের সাথে  $CO_2$  মিলিত হয়ে ৬-কার্বন বিশিষ্ট অস্থায়ী কিটো অ্যাসিড তৈরি করে। এটি সাথে সাথে ভেঙ্গে এ চক্রের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হিসেবে তিন কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড (3PGA) (দু'অণু) উৎপন্ন করে। তাই এ চক্রকে  $C_3$  গতিপথ বলে। ATP ও  $NADPH+H^+$  ব্যবহার করে 3PGA, ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট তৈরি হয়। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা ও অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হতে থাকে। পুনঃসংশ্লেষিত রাইবুলোজ-১, ৫- ডাইফসফেট পুনরায় এক অণু  $CO_2$  গ্রহণ করে ক্যালভিন চক্রে প্রবেশ করে। অতএব, ৬-অণু  $CO_2$  থেকে এক অণু গ্লুকোজ তৈরির সময় ক্যালভিন চক্রকে ছয়বার ঘুরতে হয়।

**ঘ** উদ্ভীপকে সংশ্লিষ্ট প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমেই সূর্যালোক ও জীবনের মধ্যে সেতুবন্ধন সৃষ্টি হয়েছে।

জীবজগতের জন্য এ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি অপরিহার্য। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য তৈরি করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য নিজে তৈরি করতে পারে না। খাদ্যের জন্য তাই সমগ্র প্রাণিকুলকে 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 হুমকি স্বরূপ। সকল জীব শ্বসন প্রক্রিয়ায়  $O_2$  গ্রহণ করে এবং  $CO_2$  ত্যাগ করে। কেবলমাত্র শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমণ্ডলে  $O_2$  গ্যাসের স্বল্পতা এবং  $CO_2$  গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়  $CO_2$  গ্রহণ করে এবং  $O_2$  ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমণ্ডলে  $O_2$  ও  $CO_2$  গ্যাসের ভারসাম্য বজায় রয়েছে, বেঁচে রয়েছে জীবকূল। তাই বলা যায় জীবজগতের জন্য উদ্ভীপকের সমীকরণটি অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব অপরিসীম।

প্রশ্ন ▶ ৮



চিত্র-P



চিত্র-Q

◀ শিখনফল-৬ [রা. বো. ২০১৫]

- ক. প্রস্বেদন কী? ১  
 খ. গ্লাইকোলাইসিস বলতে কী বোঝ? ২  
 গ. চিত্র-P-এ দেখানো প্রক্রিয়াটি চিত্র-Q-এ কীভাবে সংঘটিত হয়—ব্যাখ্যা করো। ৩  
 ঘ. চিত্র-P-এ দেখানো প্রক্রিয়াটি উদ্ভিদ ও প্রাণী উভয় জীবের জন্য সমান গুরুত্বপূর্ণ- যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** উদ্ভিদ যে শারীরতাত্ত্বীয় প্রক্রিয়ায় তার বায়বীয় অঙ্গের মাধ্যমে প্রয়োজনের অতিরিক্ত পানি বাষ্পাকারে বের করে দেয় তাই প্রস্বেদন।

**খ** যে প্রক্রিয়ায় কোষের সাইটোপ্লাজমে এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক অ্যাসিডে পরিণত হয় তাকে গ্লাইকোলাইসিস বলে। গ্লাইকোলাইসিসকে EMP পাথওয়ে বা সাইটোপ্লাজমিক শ্বসনও বলা হয়। এ প্রক্রিয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে না, তাই গ্লাইকোলাইসিস সবাত ও অবাত উভয় শ্বসনেরই প্রথম ধাপ।

**গ** চিত্র-P-এ দেখানো প্রক্রিয়াটি হচ্ছে শ্বসন। শ্বসনকার্যে সাহায্য করা চিত্র-Q অর্থাৎ মাইটোকন্ড্রিয়নের কাজ। শ্বসনের অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ ক্রেবসচক্র ও অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশন মাইটোকন্ড্রিয়নে সংঘটিত হয়। ক্রেবস চক্রে অংশগ্রহণকারী সব এনজাইম মাইটোকন্ড্রিয়নে উপস্থিত থাকায়, শ্বসনে সর্বোচ্চ শক্তি উৎপাদনকারী এ ধাপটি মাইটোকন্ড্রিয়নেই সংঘটিত হয়। ক্রেবস চক্রের মাধ্যমে দুই অণু অ্যাসিটাইল কো-এ হতে চার অণু CO<sub>2</sub>, ছয় অণু NADH+H<sup>+</sup>, দুই অণু FADH<sub>2</sub> এবং দুই অণু GTP তৈরি হয়। মাইটোকন্ড্রিয়নের ভেতরের মেমব্রেনে অবস্থিত NAD, FAD, কো-এনজাইম এবং সাইটোক্রোম এনজাইমসমূহ দিয়ে ইলেকট্রন পরিবহনতন্ত্র (Electron Transport System) গঠিত। এরা শক্তিমাত্রার ক্রমধারায় পরস্পর সজ্জিত এবং একটি হতে অন্যটিতে ইলেকট্রন স্থানান্তরে সক্ষম। একজোড়া ইলেকট্রন ETS-এর মাধ্যমে উচ্চ শক্তিমাত্রা হতে নিম্নশক্তিমাত্রায় ক্রমান্বয়ে স্থানান্তরিত হয়। ইলেকট্রন স্থানান্তরের সময় যে শক্তি নির্গত হয় তা দিয়ে ADP-এর সাথে অজৈব ফসফেট (Pi) যুক্ত হয়ে ATP তৈরি করে।

**ঘ** চিত্র-P এ দেখানো প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন। শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে উদ্ভিদ ও প্রাণীর সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে ২৪ ঘন্টাই এ প্রক্রিয়া চলে। শ্বসনে নির্গত CO<sub>2</sub>, জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদে খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। উদ্ভিদ ও প্রাণীর কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া থেকে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধিওনিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপ-ক্ষার ও জৈব অ্যাসিড সৃষ্টিতে সহায়তা করার মাধ্যমে জীবনের

অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। তাছাড়া উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও বিকাশের জন্য যে শক্তির প্রয়োজন তা শ্বসন প্রক্রিয়া থেকেই আসে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন CO<sub>2</sub>, সালোকসংশ্লেষণে অংশ নিয়ে খাদ্য তৈরির পাশাপাশি O<sub>2</sub> উৎপন্ন করে। এই O<sub>2</sub> প্রাণীদের বেঁচে থাকার জন্য আবশ্যিক। এছাড়া পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায়ও প্রক্রিয়াটি পরোক্ষভাবে ভূমিকা রাখে, যা সকল জীবের জন্য গুরুত্বপূর্ণ। কাজেই উপরিউক্ত বর্ণনা থেকে বোঝা যায় যে, চিত্র-P-এ দেখানো শ্বসন প্রক্রিয়াটি উদ্ভিদ ও প্রাণী উভয় জীবের জন্য সমান গুরুত্বপূর্ণ।

প্রশ্ন ▶ ৯ C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> + A → 6CO<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O + শক্তি

◀ শিখনফল-৭ [ব. বো. ২০১৫]

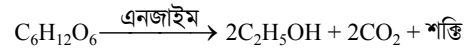
- ক. গ্লাইকোলাইসিস কোথায় ঘটে? ১  
 খ. C<sub>4</sub> উদ্ভিদ বলতে কী বোঝ? ২  
 গ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটি A-এর অনুপস্থিতিতে কীভাবে ঘটে? ব্যাখ্যা করো। ৩  
 ঘ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটি জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় কী ধরনের ভূমিকা রাখে? মতামত দাও। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** গ্লাইকোলাইসিস জীবকোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে।

**খ** সবুজ উদ্ভিদে সংঘটিত সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায়ে CO<sub>2</sub> বিজারনের তিনটি গতিপথের একটি হলো হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র বা C<sub>4</sub> গতিপথ। এ চক্রের প্রথম অস্থায়ী পদার্থ হলো ৪ কার্বন বিশিষ্ট অক্সালো অ্যাসিটিক অ্যাসিড। যেসব উদ্ভিদে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র বা C<sub>4</sub> গতিপথের মাধ্যমে CO<sub>2</sub>-এর বিজারন সংঘটিত হয় যেসব উদ্ভিদই হলো C<sub>4</sub> উদ্ভিদ। যেমন: ভুট্টা, আখ, অন্যান্য ঘাস জাতীয় উদ্ভিদ।

**গ** উদ্দীপকের 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 ঘটলে তাকে বলে অবাত শ্বসন। কেবল মাত্র কতিপয় অণুজীব (ব্যাকটেরিয়া, ইস্ট ইত্যাদি) অবাত শ্বসন ঘটে। অবাত শ্বসনে শ্বসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষ মধ্যস্থ এনজাইম দ্বারা অংশিকরূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ, CO<sub>2</sub> ও সামান্য শক্তি উৎপন্ন হয়।



অবাত শ্বসন দু'টি ধাপে সম্পন্ন হয়, যা নিম্নে দেওয়া হলো—

**গ্লাইকোলাইসিস:** এ ধাপে এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক অ্যাসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু খরচ হয়ে যায়) ও দুই অণু NADH+H<sup>+</sup> উৎপন্ন হয়। এ ধাপে কোনো অক্সিজেন প্রয়োজন হয় না।

**পাইরুভিক অ্যাসিডের অসম্পূর্ণ জারণ:** সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড অসম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে CO<sub>2</sub> এবং ইথাইল অ্যালকোহল (উদ্ভিদে) অথবা ল্যাকটিক অ্যাসিড (প্রাণিতে) উৎপন্ন হয়। এ ধাপটিও অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সম্পন্ন হয়।

**ঘ** উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন প্রক্রিয়া। শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে উদ্ভিদ ও প্রাণীর সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে ২৪ ঘন্টাই এ প্রক্রিয়া চলে। শ্বসনে

নির্গত CO<sub>2</sub>, জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদে খনিজ লবণ পরিশোধনে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। উদ্ভিদ ও প্রাণীর কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ শ্বসন প্রক্রিয়া থেকে আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধিও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপ-ক্ষার ও জৈব অ্যাসিড সৃষ্টিতে সহায়তা করার মাধ্যমে জীবনের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের একমাত্র উপায় হলো অবাত শ্বসন। তাছাড়া উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও বিকাশের জন্য যে শক্তির প্রয়োজন তা শ্বসন প্রক্রিয়া থেকেই আসে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন CO<sub>2</sub>, সালোকসংশ্লেষণে অংশ নিয়ে খাদ্য তৈরির পাশাপাশি O<sub>2</sub> উৎপন্ন করে। এই O<sub>2</sub> প্রাণীদের বেঁচে থাকার জন্য আবশ্যিক। এছাড়া পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায়ও প্রক্রিয়াটি পরোক্ষভাবে ভূমিকা রাখে, যা সকল জীবের জন্য গুরুত্বপূর্ণ। কাজেই উপরিউক্ত বর্ণনা থেকে বোঝা যায় যে, উদ্ভীপকের শ্বসন প্রক্রিয়াটি জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় বিশেষ ভূমিকা পালন করে।

**প্রশ্ন ১০**  $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 686 \text{ KCal}$ .

◀ **শিখনফল-২ ও ৫/ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ/**

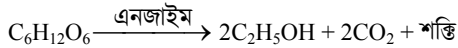
- কোনটিকে বায়োলজিক্যাল কয়েন বলা হয়? ১
- ম্যাক্রোউপাদান বলতে কী বোঝ? ২
- অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে বিক্রিয়াটির কিরূপ পরিবর্তন ঘটবে? ৩
- উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** ATP কে বায়োলজিক্যাল কয়েন বা জৈব মুদ্রা বলা হয়।

**খ** উদ্ভিদের স্বাভাবিক বৃদ্ধির জন্য যেসব উপাদান বেশি পরিমাণে দরকার হয় সেগুলোই ম্যাক্রোনিউট্রিয়েন্ট বা ম্যাক্রোউপাদান। ম্যাক্রোনিউট্রিয়েন্ট ১০টি যথা— নাইট্রোজেন (N), পটাসিয়াম (K), ফসফরাস (P), ক্যালসিয়াম (Ca), ম্যাগনেসিয়াম (Mg), কার্বন (C), হাইড্রোজেন (H), অক্সিজেন (O), সালফার (S) এবং লৌহ (Fe)।

**গ** উদ্ভীপকের সমীকরণ দ্বারা শ্বসন প্রক্রিয়াকে বোঝানো হয়েছে। শ্বসন প্রক্রিয়াটি অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে ঘটলে তাকে বলে অবাত শ্বসন। অবাত শ্বসনে শ্বসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষ মধ্যস্থ এনজাইম দ্বারা অংশিকরূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ, CO<sub>2</sub> ও সামান্য শক্তি উৎপন্ন হয়।



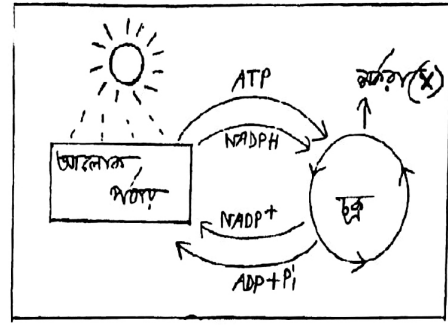
অবাত শ্বসন দু'টি ধাপে সম্পন্ন হয়, যা নিম্নে দেওয়া হলো—

**গ্লাইকোলাইসিস:** এ ধাপে এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক অ্যাসিড, চার অণু ATP (এর মধ্যে দুই অণু খরচ হয়ে যায়) ও দুই অণু NADH+H<sup>+</sup> উৎপন্ন হয়। এ ধাপে কোনো অক্সিজেন প্রয়োজন হয় না।

**পাইরুভিক অ্যাসিডের অসম্পূর্ণ জারণ:** সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক অ্যাসিড অসম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে CO<sub>2</sub> এবং ইথাইল অ্যালকোহল (উদ্ভিদে) অথবা ল্যাকটিক অ্যাসিড (প্রাণীতে) উৎপন্ন হয়। এ ধাপটিও অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সম্পন্ন হয়।

**ঘ** উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন। সবাত শ্বসনই হলো উদ্ভিদ ও প্রাণীর স্বাভাবিক শ্বসন প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সব ধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। শ্বসনে নির্গত CO<sub>2</sub> উদ্ভিদের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদে খনিজ লবণ পরিশোধনে সাহায্য করে। যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। উদ্ভিদের কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি ও কিছু আনুষঙ্গিক পদার্থ এ প্রক্রিয়া থেকেই আসে। তাই এ প্রক্রিয়া জীবের দৈহিক বৃদ্ধিও নিয়ন্ত্রণ করে। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদে বিভিন্ন উপক্ষার ও জৈব এসিড সৃষ্টিতে সহায়তা করার মাধ্যমে উদ্ভিদ জীবনের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। উপরের আলোচনা হতে দেখা যায়, সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া বাধাগ্রস্ত হলে উদ্ভিদের জীবন ধারণ অর্থাৎ চলন, ক্ষয়পূরণ, বৃদ্ধি, জনন প্রভৃতি কাজ সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন হবে না।

#### প্রশ্ন ১১



চিত্র : Y

◀ **শিখনফল-২/রাজেন্দ্রপুর ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, গাজীপুর/**

- ক. শ্বসনের কতটি ধাপ সাইটোপ্লাজমে ঘটে? ১
- খ. গ্লাইকোলাইসিস বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. অধিকাংশ ক্ষেত্রে X যে প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন হয় তা বর্ণনা করো। ৩
- ঘ. চিত্র Y বিশ্বের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ একটি রাসায়নিক প্রক্রিয়া উক্তিটি বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শ্বসনের প্রথম দুইটি ধাপ সাইটোপ্লাজমে ঘটে।

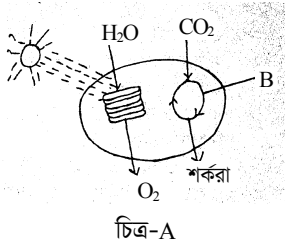
**খ** যে প্রক্রিয়ায় কোষের সাইটোপ্লাজমে এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক অ্যাসিডে পরিণত হয় তাকে গ্লাইকোলাইসিস বলে। গ্লাইকোলাইসিসকে EMP পাথওয়ে বা সাইটোপ্লাজমিক শ্বসনও বলা হয়। এ প্রক্রিয়ার জন্য কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে না, তাই গ্লাইকোলাইসিস সবাত ও অবাত উভয় শ্বসনেরই প্রথম ধাপ।

**গ** উদ্ভীপকের X হলো শর্করা। সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায়ের ক্যালভিন চক্রের মাধ্যমে অধিকাংশ সময় শর্করা তৈরি হয়। নিচে ক্যালভিন চক্রের মাধ্যমে শর্করা তৈরির প্রক্রিয়াটি বর্ণনা করা হলো—  
বায়ুমণ্ডলের CO<sub>2</sub> পত্রন্থের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে। কোষে অবস্থিত ৫-কার্বন বিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেটের সাথে CO<sub>2</sub> মিলিত হয়ে ৬-কার্বন বিশিষ্ট অস্থায়ী কিটো অ্যাসিড তৈরি করে। এটি সাথে সাথে ভেঙ্গে এ চক্রের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হিসেবে দু'অণু তিন কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড (3PGA) উৎপন্ন করে। তাই এ চক্রকে C<sub>3</sub> গতিপথ বলে। ATP ও NADPH+H<sup>+</sup> ব্যবহার করে 3PGA, ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি অ্যাসিটোন

ফসফেট তৈরি হয়। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা ও অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হতে থাকে। পুনঃসংশ্লেষিত রাইবুলোজ-১, ৫- ডাইফসফেট পুনরায় এক অণু CO<sub>2</sub> গ্রহণ করে ক্যালভিন চক্রে প্রবেশ করে। অতএব, ৬-অণু CO<sub>2</sub> থেকে এক অণু গ্লুকোজ তৈরির সময় ক্যালভিন চক্র ছয়বার ঘুরবে।

**ঘ** উদ্ভীপকের চিত্র: Y প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ। জীবজগতের জন্য এ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি অপরিহার্য। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য তৈরি করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য নিজে তৈরি করতে পারে না। খাদ্যের জন্য তাই সমগ্র প্রাণিকুলকে 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<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> এর সঠিক অনুপাত রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এক বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে। পরিবেশের ভারসাম্য নষ্ট হলে তা হবে জীবজগতের জন্য হুমকি স্বরূপ। সকল জীব শ্বসন প্রক্রিয়ায় O<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং CO<sub>2</sub> ত্যাগ করে। কেবলমাত্র শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমণ্ডলে O<sub>2</sub> গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO<sub>2</sub> গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং O<sub>2</sub> ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমণ্ডলে O<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> গ্যাসের ভারসাম্য বজায় রয়েছে, বেঁচে রয়েছে জীবকুল। তাই বলা যায়, সালোকসংশ্লেষণ বিশ্বের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ একটি রাসায়নিক প্রক্রিয়া।

**প্রশ্ন ▶ ১২**



◀ শিখনফল-২ [নরসিংদী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. লোকাস কী? ১
- খ. মানুষ পরভোজী কেন? ২
- গ. উদ্ভীপকের 'B' পর্যায়টি বর্ণনা করো। ৩
- ঘ. জীবজগতের জন্য চিত্র-A প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ করো। ৪

**১২ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** ক্রোমোসোমের যে স্থানে জিন অবস্থান করে তাই-ই লোকাস।

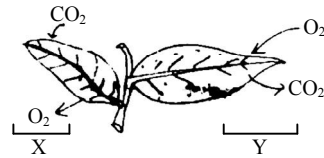
**খ** উদ্ভিদ ক্লোরোফিলের সাহায্যে নিজের খাদ্য তৈরি করতে পারে। কিন্তু মানুষের দেহে এরকম কোন অঙ্গাণু থাকে না। তাই জৈবিক কার্যক্রম অব্যাহত রাখতে মানুষকে অন্য খাদ্য উৎসের উপর নির্ভর করতে হয়। এজন্য মানুষকে বলা হয় পরভোজী।

**গ** উদ্ভীপকের 'B' পর্যায়টি হলো সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায় এর ক্যালভিন চক্র। নিচে এর বর্ণনা করা হলো—  
বায়ুমণ্ডলের CO<sub>2</sub> পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়ে কোষে প্রবেশ করে। কোষে অবস্থিত ৫-কার্বন বিশিষ্ট রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেটের সাথে CO<sub>2</sub> মিলিত হয়ে ৬-কার্বন বিশিষ্ট অস্থায়ী কিটো অ্যাসিড তৈরি করে। এটি সাথে সাথে ভেঙ্গে এ চক্রের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হিসেবে দু'অণু তিন কার্বন বিশিষ্ট ৩-ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড (3PGA) উৎপন্ন করে।

তাই এ চক্রকে C<sub>3</sub> গতিপথ বলে। ATP ও NADPH+H<sup>+</sup> ব্যবহার করে 3PGA, ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট তৈরি হয়। ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিক্রিয়ার মাধ্যমে একদিকে শর্করা ও অপরদিকে রাইবুলোজ-১, ৫-ডাইফসফেট তৈরি হতে থাকে। পুনঃসংশ্লেষিত রাইবুলোজ-১, ৫- ডাইফসফেট পুনরায় এক অণু CO<sub>2</sub> গ্রহণ করে ক্যালভিন চক্রে প্রবেশ করে। অতএব, ৬-অণু CO<sub>2</sub> থেকে এক অণু গ্লুকোজ তৈরির সময় ক্যালভিন চক্র ছয়বার ঘুরবে।

**ঘ** উদ্ভীপকে চিত্র-A তে সালোকসংশ্লেষণ পর্যায়টি দেখানো হয়েছে। জীবজগতের জন্য এ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি অপরিহার্য। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য তৈরি করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য নিজে তৈরি করতে পারে না। খাদ্যের জন্য তাই সমগ্র প্রাণিকুলকে 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<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> এর সঠিক অনুপাত রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এক বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে। পরিবেশের ভারসাম্য নষ্ট হলে তা হবে জীবজগতের জন্য হুমকি স্বরূপ। সকল জীব শ্বসন প্রক্রিয়ায় O<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং CO<sub>2</sub> ত্যাগ করে। কেবলমাত্র শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমণ্ডলে O<sub>2</sub> গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO<sub>2</sub> গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং O<sub>2</sub> ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমণ্ডলে O<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> গ্যাসের ভারসাম্য বজায় রয়েছে, বেঁচে রয়েছে জীবকুল। তাই বলা যায় জীবজগতের জন্য সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব অপরিসীম।

**প্রশ্ন ▶ ১৩**



◀ শিখনফল-৬ ও ৮ [গভঃ ল্যাবরেটরি হাই স্কুল, ঢাকা]

- ক. সারকোলেমা কী? ১
- খ. মুখা ঘাসে সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি কেন? ২
- গ. Y তে সংঘটিত প্রক্রিয়ার মাইটোকন্ড্রিয়াল ধাপের ব্যাখ্যা করো। ৩
- ঘ. X ও Y প্রক্রিয়া দুটি ভিন্ন হলেও সম্পর্ক বিদ্যমান — বিশ্লেষণ করো। ৪

**১৩ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** পেশিতত্তুর আবরণই হলো সারকোলেমা।

**খ** C<sub>4</sub> উদ্ভিদে একই সাথে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র এবং ক্যালভিন চক্র পরিচালিত হয় বলে C<sub>4</sub> উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি। মুখা ঘাস একটি C<sub>4</sub> জাতীয় উদ্ভিদ। তাই মুখা ঘাসে সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি।

**গ** উদ্ভীপকের 'Y' তে সংঘটিত প্রক্রিয়াটি হলো শ্বসন। মাইটোকন্ড্রিয়াতে শ্বসনের ক্রেবস চক্র ও ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র সংঘটিত হয়। নিচে ধাপদ্বয় বর্ণনা করা হলো —

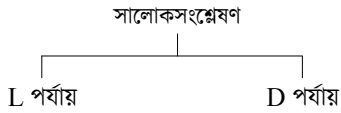


**ক্রেবস চক্র :** ক্রেবস চক্রে ২ কার্বন বিশিষ্ট অ্যাসিটাইল কো-এ জারিত হয়ে দুই অণু  $CO_2$  উৎপন্ন হয়। কার্বন ডাইঅক্সাইড ছাড়াও এ চক্রে এক অণু অ্যাসিটাইল কো-এ থেকে তিন অণু  $NADH + H^+$ , এক অণু  $FADH_2$  এবং এক অণু  $GTP$  উৎপন্ন হয়। ক্রেবস চক্রে মোট দুই অণু অ্যাসিটাইল কো-এ থেকে মোট চার অণু  $CO_2$ , ৬ অণু  $NADH+H^+$ , দুই অণু  $FADH_2$  এবং দুই অণু  $GTP$  উৎপন্ন হয়।

**ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্র :** এ ধাপে পূর্ব ধাপসমূহে উৎপন্ন  $NADH+H^+$ ,  $FADH_2$  জারিত হয়ে  $ATP$ , পানি, ইলেকট্রন ও প্রোটন উৎপন্ন হয়। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন প্রবাহতন্ত্রের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় শক্তি নির্গত হয়। সেই শক্তি  $ATP$  তৈরীতে ব্যবহৃত হয়।

**ঘ** উদ্ভীপকের  $X$  এবং  $Y$  প্রক্রিয়া দু'টি যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণ এবং শ্বসন। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সবুজ উদ্ভিদে ঘটে থাকে। এ প্রক্রিয়ায় সূর্যালোক,  $CO_2$ , পানি এবং ক্লোরোফিল আবশ্যিক। সূর্যালোকের উপস্থিতিতে পানি ও  $CO_2$  এর রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে সবুজ উদ্ভিদের পাতায় শর্করা জাতীয় খাদ্য ( $C_6H_{12}O_6$ ) তৈরি হয়। এ ধরনের খাদ্য তৈরির প্রক্রিয়াই হলো সালোকসংশ্লেষণ।  $CO_2$  এর অনুপস্থিতিতে সবুজ উদ্ভিদ এ শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করতে পারে না। সালোকসংশ্লেষণের সময় শর্করা তৈরির পাশাপাশি  $O_2$  উৎপন্ন হয়ে থাকে। সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত  $CO_2$  শ্বসনের ফলেই তৈরি হয়ে থাকে। সকল জীবকোষেই শ্বসন ক্রিয়া দিন-রাত ২৪ ঘণ্টা চলতে থাকে। শ্বসন ক্রিয়ার শর্করা, তথা গ্লুকোজ অক্সিজেনের মাধ্যমে জারিত হয়ে শক্তি ও  $CO_2$  উৎপন্ন করে। শ্বসনে ব্যবহৃত শর্করা (গ্লুকোজ) ও  $O_2$  সালোকসংশ্লেষণেই তৈরি হয়ে থাকে। তাই দেখা যায় যে, সালোকসংশ্লেষণে শর্করা এবং  $O_2$  তৈরি না হলে শ্বসন ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যেত। আবার শ্বসন ক্রিয়ার ফলে  $CO_2$  তৈরি না হলে সালোকসংশ্লেষণও ঘটত না। সুতরাং, উদ্ভীপকের প্রক্রিয়া দু'টি অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন একে অন্যের উপর নির্ভরশীল।

#### প্রশ্ন ▶ ১৪



◀ শিখনফল-২

- |  |   |
|--|---|
| ক. জীবনীশক্তি কী?  | ১ |
| খ. গ্লাইকোলাইসিস বলতে কী বোঝ?  | ২ |
| গ. L পর্যায়ের ব্যাখ্যা করো।   | ৩ |
| ঘ. L পর্যায় যদি $ATP$ ও $NADPH_2$ তৈরি না হয় তাহলে D পর্যায়টি সম্পন্ন হবে না-বিবেচনা করো। | ৪ |

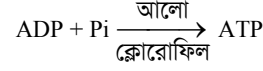
#### ১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** জীব কর্তৃক তার দেহে শক্তির উৎপাদন ও ব্যবহারের মৌলিক কৌশলই জীবনীশক্তি।

**খ** যে প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক অ্যাসিডে পরিণত হয় তাকে গ্লাইকোলাইসিস বলে। এখানে চার অণু  $ATP$  ও দুই অণু  $NADH_2$  উৎপন্ন হয়, যার মধ্যে দুই অণু  $ATP$  খরচ হয়ে যায়। এ প্রক্রিয়াটি সবাত শ্বসন ও অবাত শ্বসন উভয় ক্ষেত্রে ঘটে এবং এর জন্য কোনো  $O_2$ -এর প্রয়োজন হয় না।

**গ** উদ্ভীপকের L পর্যায়টি হলো সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়। আলোকনির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়ায়  $ATP$  এবং  $NADPH +$

$H^+$  উৎপন্ন হয়। এই রূপান্তরিত শক্তি  $ATP$  এর মধ্যে সঞ্চিত হয়।  $ATP$  এবং  $NADPH + H^+$  সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোকরশ্মির ফোটন শোষণ করে। শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চার করে  $ADP$  এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে  $ATP$  তৈরি করে।  $ATP$  তৈরির এই প্রক্রিয়াকে ফটোফসফোরাইলেশন বলে।

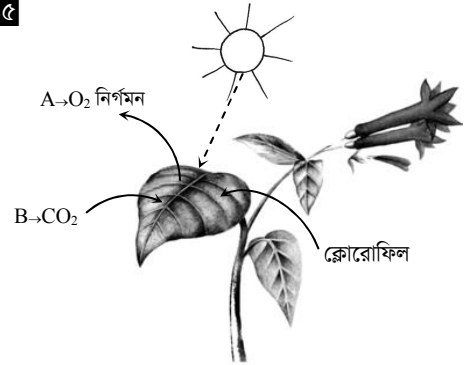


ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায়  $ATP$  উৎপন্ন হয়। ইলেকট্রন  $NADP$ -কে বিজারিত করে  $ATP$  এবং  $NADPH+H^+$  উৎপন্ন করে।

**ঘ** উদ্ভীপকের L ও D পর্যায় দুইটি যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণের আলোক ও অন্ধকার পর্যায়। L পর্যায়ে  $ATP$  ও  $NADPH_2$  হচ্ছে উদ্ভিদের আত্মিকরণ শক্তি। এটি আলোক নির্ভর পর্যায়ে উৎপন্ন হয়।  $ATP$  ও  $NADPH_2$  উৎপাদন বাধাগ্রস্ত হলে উদ্ভিদে গ্লুকোজ তৈরি হবে না।

$ATP$  ও  $NADPH_2$  সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে ফোটন হতে শক্তি সঞ্চার করে  $ADP$  ও অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে  $ATP$  তৈরি করে। সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় ফটোলাইসিস প্রক্রিয়ায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন করে। এভাবে আলোক নির্ভর পর্যায়ে আত্মিকরণ শক্তি  $ATP$  ও  $NADPH_2$  তৈরি হয়। উৎপন্ন  $ATP$  ও  $NADPH_2$  অন্ধকার পর্যায়ে  $CO_2$  এর সাথে যুক্ত হয়ে সর্বশেষ শর্করা উৎপন্ন করে। উপরের বিশ্লেষণ থেকে বলা যায়, উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা তৈরির জন্য আলোক পর্যায়ে তৈরি আত্মিকরণ শক্তি অর্থাৎ  $ATP$  ও  $NADPH_2$  প্রয়োজন হয়। ফলে যদি  $ATP$  ও  $NADPH_2$  তৈরি না হয় তাহলে সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায় সম্পন্ন হবে না। ফলশ্রুতিতে গ্লুকোজ তথা শর্করা তৈরি হবে না।

#### প্রশ্ন ▶ ১৫



◀ শিখনফল-২ ও ৫

- |  |   |
|--|---|
| ক. বায়োএনার্জি কী?  | ১ |
| খ. $CO_2$ কীভাবে পাতার অভ্যন্তরে পৌঁছায়?                                | ২ |
| গ. চিত্রে প্রদর্শিত প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা করো।                           | ৩ |
| ঘ. চিত্রের প্রক্রিয়াটি জীবকুলের জন্য অতীব জরুরি— 'উক্তিটি বিশ্লেষণ করো। | ৪ |

#### ১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক**  $ATP$  ও  $NADPH_2$  হলো বায়োএনার্জি।

**খ** পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশের ক্ষেত্রে  $CO_2$  প্রথমে পত্ররন্ধ্রের ভেতর দিয়ে পত্ররন্ধ্রের পেছনের বায়ুকুঠুরিতে পৌঁছায়। বায়ুকুঠুরি হতে  $CO_2$



ব্যাপন প্রক্রিয়ায় মেসোফিল টিস্যুর ক্লোরোপ্লাস্টে প্রবেশ করে। এভাবে বায়ুমণ্ডল থেকে CO<sub>2</sub> পাতার অভ্যন্তরে প্রবেশ করে।

**গ** চিত্রে প্রদর্শিত প্রক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ায় আলো ও ক্লোরোফিলের উপস্থিতিতে CO<sub>2</sub> ও H<sub>2</sub>O-র রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি হয় এবং O<sub>2</sub> নির্গত হয়। প্রক্রিয়াটি আলোক ও অন্ধকার পর্যায়ে সম্পন্ন হয়। আলোক পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ পর্যায়ে ATP ও NADPH<sub>2</sub> তৈরি হয়। আলোর উপস্থিতিতে ক্লোরোফিল অণু হতে ইলেকট্রন (e<sup>-</sup>) উৎক্ষিপ্ত হয় এবং বিভিন্ন বাহকের মধ্য দিয়ে পূর্বের ক্লোরোফিল অণুতে অথবা অন্য ক্লোরোফিল অণুতে পৌঁছায়। এ সময় পথিমধ্যে ATP তৈরি হয়। আবার অচক্রীয় পথে NADPH<sub>2</sub> তৈরি হয়। সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়ে অচক্রীয় পথে H<sub>2</sub>O-র সালোক বিভাজন ঘটে এবং সেখান থেকে O<sub>2</sub> নির্গত হয়। অন্ধকার পর্যায়ে আলোর কোনো প্রয়োজন হয় না। এ পর্যায়ে আলোক পর্যায়ে উৎপন্ন ATP ও NADPH<sub>2</sub> এর সহায়তা CO<sub>2</sub> বিজারিত হয়ে শর্করা জাতীয় খাদ্য গ্লুকোজ তৈরি হয়।

**ঘ** চিত্রে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াকে বুঝানো হয়েছে। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সমগ্র জীবকুলের জন্য অপরিহার্য। প্রকৃতিতে একমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য তৈরি করতে পারে। কোনো প্রাণীই তার নিজের খাদ্য নিজে তৈরি করতে পারে না। খাদ্যের জন্য তাই সমগ্র প্রাণিকুলকে 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<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> এর সঠিক অনুপাত রক্ষায় সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এক বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে। পরিবেশের ভারসাম্য নষ্ট হলে তা জীবজগতের জন্য হয় হুমকি স্বরূপ। সকল জীব শ্বসন প্রক্রিয়ায় O<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং CO<sub>2</sub> ত্যাগ করে। কেবলমাত্র শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকলে বায়ুমণ্ডলে O<sub>2</sub> গ্যাসের স্বল্পতা এবং CO<sub>2</sub> গ্যাসের আধিক্য দেখা দিত। কিন্তু সবুজ উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং O<sub>2</sub> ত্যাগ করে বলে এখনও বায়ুমণ্ডলে O<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> গ্যাসের ভারসাম্য বজায় রয়েছে। বৈঁচে রয়েছে জীবকুল। তাই বলা যায় যে, প্রকৃতিতে জীবকুলকে বাঁচিয়ে রাখতে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি অতীব জরুরি।

**প্রশ্ন ▶ ১৬** উদ্ভিদের খাদ্য প্রস্তুতের প্রক্রিয়াটি অত্যন্ত জটিল প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ার প্রথম পর্যায়ে সূর্যালোকের উপস্থিতি অপরিহার্য। অবশ্য দ্বিতীয় পর্যায়ে আলোর প্রয়োজন হয় না।

- ◀ **শিখনফল-২**
- জীবনীশক্তি কী? ১
  - অবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় কম শক্তি উৎপন্ন হয় কেন? ২
  - প্রথম পর্যায় ব্যাখ্যা করো। ৩
  - প্রথম পর্যায় যদি ATP ও NADPH<sub>2</sub> তৈরি না হয় তাহলে দ্বিতীয় পর্যায়টি সম্পন্ন হবে না-বিশ্লেষণ করো। ৪

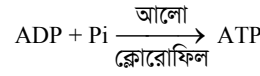
**১৬ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** জীব কর্তৃক তার দেহে শক্তির উৎপাদন ও ব্যবহারের মৌলিক কৌশলই জীবনী শক্তি।

**খ** অবাত শ্বসন দুটি ধাপে সম্পন্ন হয়। প্রথম ধাপে এক অনু গ্লুকোজ থেকে দুই অনু পাইরুভিক এসিড, চার অনু ATP এবং দুই অনু NADH+H<sup>+</sup> উৎপন্ন হয়। এর মধ্যে দুই অনু ATP খরচ হয়ে যায়। অন্যদিকে অবাত শ্বসনে ৩৮টি ATP উৎপন্ন হয়। অবাত শ্বসনের

দ্বিতীয় ধাপে সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত এনজাইমের কার্যকারিতায় পাইরুভিক এসিড অসম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে CO<sub>2</sub> এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুধু ল্যাকটিক এসিড উৎপন্ন হয়। এসব কারণে অবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় কম শক্তি উৎপন্ন হয়।

**গ** উদ্ভীপকের প্রথম পর্যায়টি হলো সালোকসংশ্লেষণের আলোক পর্যায়। আলোকনির্ভর পর্যায়ের জন্য আলো অপরিহার্য। এ পর্যায়ে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়ায় ATP এবং NADPH + H<sup>+</sup> উৎপন্ন হয়। এই রূপান্তরিত শক্তি ATP এর মধ্যে সঞ্চিত হয়। ATP এবং NADPH + H<sup>+</sup> সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোকরশ্মির ফোটন শোষণ করে। শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে। ATP তৈরির এই প্রক্রিয়াকে ফটোফসফোরাইলেশন বলে।



ফটোফসফোরাইলেশন প্রক্রিয়ায় ATP উৎপন্ন হয়। ইলেকট্রন NADP-কে বিজারিত করে ATP এবং NADPH+H<sup>+</sup> উৎপন্ন করে।

**ঘ** উদ্ভীপকের প্রথম ও দ্বিতীয় পর্যায় দুইটি যথাক্রমে সালোকসংশ্লেষণের আলোক ও অন্ধকার পর্যায়। প্রথম পর্যায়ে ATP ও NADPH<sub>2</sub> হচ্ছে উদ্ভিদের আত্মীকরণ শক্তি। এটি আলোক নির্ভর পর্যায়ে উৎপন্ন হয়। ATP ও NADPH<sub>2</sub> উৎপাদন বাধাগ্রস্ত হলে উদ্ভিদে গ্লুকোজ তৈরি হবে না।

ATP ও NADPH<sub>2</sub> সৃষ্টিতে ক্লোরোফিল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্লোরোফিল অণু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে ফোটন হতে শক্তি সঞ্চয় করে ADP ও অজৈব ফসফেট মিলিত হয়ে ATP তৈরি করে। সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় ফটোলাইসিস প্রক্রিয়ায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন করে। এভাবে আলোক নির্ভর পর্যায়ে আত্মীকরণ শক্তি ATP ও NADPH<sub>2</sub> তৈরি হয়। উৎপন্ন ATP ও NADPH<sub>2</sub> অন্ধকার পর্যায়ে CO<sub>2</sub> এর সাথে যুক্ত হয়ে সর্বশেষ শর্করা উৎপন্ন করে। উপরের বিশ্লেষণ থেকে বলা যায়, উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা তৈরির জন্য আলোক পর্যায়ে তৈরি আত্মীকরণ শক্তি অর্থাৎ ATP ও NADPH<sub>2</sub> প্রয়োজন হয়। ফলে যদি ATP ও NADPH<sub>2</sub> তৈরি না হয় তাহলে সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায় সম্পন্ন হবে না। ফলশ্রুতিতে গ্লুকোজ তথা শর্করা তৈরি হবে না।

**প্রশ্ন ▶ ১৭**



চিত্র-X



চিত্র-Y

◀ **শিখনফল-২ ও ৫**

- সবাত শ্বসন কী? ১
- ক্রেবস চক্র বলতে কী বোঝায়? ২
- X জীব কীভাবে খাদ্য তৈরি করে? ব্যাখ্যা করো। ৩
- Y জীবটি কীভাবে X জীবের উপর নির্ভরশীল? উদ্ভীপকের আলোকে বিশ্লেষণ করো। ৪

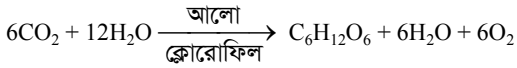
## ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে শ্বসন প্রক্রিয়ায় অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় এবং শ্বসনিক বস্তু সম্পূর্ণভাবে জারিত হয়ে  $CO_2$ ,  $H_2O$  ও বিপুল পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হয় তাই সবাত শ্বসন।

**খ** ক্রেবস চক্র সবাত শ্বসনের একটি ধাপ যা সম্পন্ন হয় কোষের মাইটোকন্ড্রিয়াতে। ইংরেজ প্রাণরসায়নবিদ Sir Hans Krebs এ চক্রটি আবিষ্কার করেন বলে একে ক্রেবস চক্র বলা হয়। এ চক্রে ২ কার্বন বিশিষ্ট অ্যাসিটাইল Co-A জারিত হয়ে দুই অণু  $CO_2$  উৎপন্ন হয়।  $CO_2$  ছাড়াও এ চক্রে এক অণু অ্যাসিটাইল Co-A থেকে তিন অণু  $NADH+H^+$ , এক অণু  $FADH_2$  এবং এক অণু  $GTP$  উৎপন্ন হয়।

**গ** 'X' জীবটি হলো সবুজ উদ্ভিদ। এটি সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য তৈরি করে।

পাতার মেসোফিল টিস্যু সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার প্রধান স্থান এখানে ক্লোরোফিল, কার্বন ডাই অক্সাইড ও পানির সহায়তায় সূর্যালোকের উপস্থিতিতে শর্করা জাতীয় খাদ্য উৎপন্ন হয়।



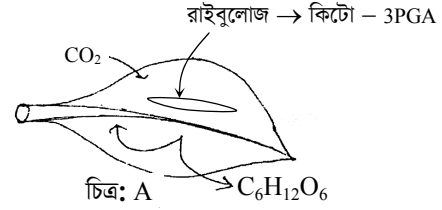
সালোকসংশ্লেষণ একটি জটিল ও দীর্ঘ প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়াকে দুটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়। যথা- আলোক নির্ভর পর্যায় ও আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়।

আলোক নির্ভর পর্যায়ে সবুজ উদ্ভিদের ক্লোরোফিল অনু আলোক রশ্মির ফোটন শোষণ করে এবং শোষণকৃত ফোটন হতে শক্তি সঞ্চার করে ATP গঠন করে। আলোক নিরপেক্ষ বা অন্ধকার পর্যায়ে কোন আলোর প্রয়োজন পড়ে না, তবে আলোর উপস্থিতিতেও এই প্রক্রিয়া চলতে পারে। এই পর্যায়ে আলোক পর্যায়ে উৎপন্ন ATP ও  $NADPH+H^+$  এর সহায়তায়  $CO_2$  বিজারিত হয়ে কার্বোহাইড্রেট জাতীয় খাদ্য উৎপন্ন হয়।

এভাবেই সবুজ উদ্ভিদ সূর্যালোককে কাজে লাগিয়ে ক্লোরোফিল, পানি ও কার্বন ডাই-অক্সাইডকে ব্যবহার করে খাদ্য তৈরি করে থাকে।

**ঘ** উদ্ভীপকের 'X' জীবটি ক্লোরোফিলযুক্ত সবুজ শৈবাল এবং Y জীবটি ক্লোরোফিলবিহীন অসবুজ উদ্ভিদ- ছত্রাক। জীবের বেঁচে থাকার জন্য খাদ্য অপরিহার্য। খাদ্য ছাড়া কোন জীবই বাঁচতে পারে না। প্রকৃতিতে কেবলমাত্র সবুজ উদ্ভিদই সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে নিজের খাদ্য নিজে তৈরি করতে পারে এবং এদের উপরই প্রকৃতির সকল জীব পরোক্ষ বা প্রত্যক্ষভাবে নির্ভরশীল। X জীবটি ক্লোরোফিলযুক্ত সবুজ শৈবাল হওয়ায় সে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য তৈরি করতে পারে। পক্ষান্তরে Y জীবটি অর্থাৎ ছত্রাকে ক্লোরোফিল না থাকায় কোন খাদ্য তৈরি করতে পারে না। এ কারণে তাকে পরোক্ষভাবে সবুজ উদ্ভিদের (X) উপর নির্ভর করতে হয়। শুধু তাই নয়, শারীরবৃত্তীয় বিভিন্ন কাজের জন্য শক্তির প্রয়োজন যা শ্বসন প্রক্রিয়ায় তৈরি হয়। শ্বসন প্রক্রিয়ার জন্য প্রয়োজন হয়  $O_2$ । এ  $O_2$  সালোকসংশ্লেষণের সময় উৎপন্ন হয়। তাই X উদ্ভিদটি সালোকসংশ্লেষণের সময়  $O_2$  তৈরি না করলে Y উদ্ভিদ শ্বসন প্রক্রিয়া সম্পন্ন করতে পারত না। ফলে কোন শক্তি তৈরি হতো না। আবার শক্তি তৈরি না হলে বিভিন্ন ধরনের শারীরবৃত্তীয় কাজে বিঘ্ন ঘটতো। এতে Y জীবটির বেঁচে থাকা কঠিন হতো। তাই সংক্ষিপ্ত এ আলোচনা থেকে বুঝা যায় যে, Y জীবটি X জীবের উপর সম্পূর্ণরূপে নির্ভরশীল।

## প্রশ্ন ১৮



◀ শিখনফল-২ ও ৫

ক. শক্তির প্রধান উৎস কী? ১

খ. ADP ও AMP কী ও কীভাবে তৈরি হয়- বুঝিয়ে লেখো। ২

গ. চিত্রে A তে সংঘটিত রাসায়নিক ক্রিয়াটির বিস্তারিত ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় A প্রক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ করো। ৪

## ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শক্তির প্রধান উৎস হলো সূর্যালোক।

**খ** ADP হলে Adenosine Diphosphate এবং AMP হলে Adenosine Monophosphate।

ATP হলো মুক্ত শক্তির বাহক, জৈব সংশ্লেষণ, পরিবহন ও অন্যান্য বিপাকীয় কাজে শক্তি প্রয়োজন হলে ATP ভেঙে ADP ও AMP তৈরি হয়।

**গ** চিত্রে A হলো সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া। এতে সংঘটিত রাসায়নিক ক্রিয়াটি হলো  $CO_2$  বিজারণের মাধ্যমে গ্লুকোজ তৈরি। এটি  $C_3$  গতিপথের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়। এ পর্যায়ে বায়ুমন্ডলের  $CO_2$  পত্ররন্ধ্রের মধ্যদিয়ে কোষে প্রবেশ করে। কোষে অবস্থিত ৫-কার্বন বিশিষ্ট রাইবুলোজ-১,৫ ডাইফসফেট এর সাথে  $CO_2$  মিলিত হয়ে ৬-কার্বন বিশিষ্ট অস্থায়ী কিটোএসিড তৈরি করে। এটি সাথে সাথে ভেঙে তিন কার্বন বিশিষ্ট দুই অণু ৩- ফসফোগ্লিসারিক এসিড (3PGA) উৎপন্ন করে। আলোক পর্যায়ে তৈরি ATP ও  $NADPH+H^+$  ব্যবহার করে 3PGA, ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি এসিটোন ফসফেট তৈরি করে। ৩- ফসফোগ্লিসারালডিহাইড ও ডাইহাইড্রোক্সি এসিটোন ফসফেট থেকে ক্রমাগত বিভিন্ন বিক্রিয়ার মাধ্যমে এক দিকে শর্করা বা গ্লুকোজ এবং অপর দিকে রাইবুলোজ-১,৫ ডাইফসফেট তৈরি হতে থাকে।

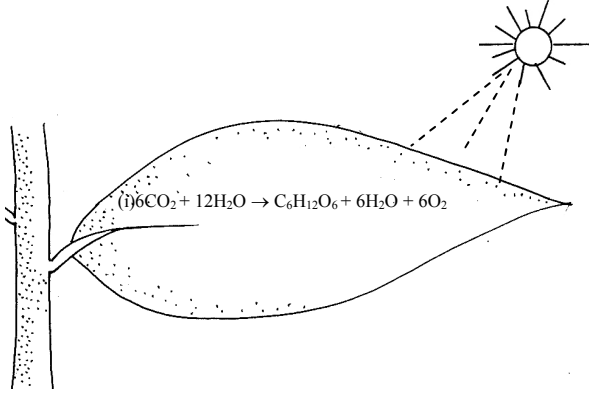
এভাবেই চিত্র A তে অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার রাসায়নিক ক্রিয়াটি সংঘটিত হয়।

**ঘ** পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায়, বিশেষ করে  $O_2$  ও  $CO_2$  এর সঠিক অনুপাত রক্ষায় A প্রক্রিয়াটি অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া এক বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে।

আমরা জানি, সকল জীবই সব সময়ের জন্য শ্বসন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীব  $O_2$  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  $O_2$  বায়ু মন্ডলে ত্যাগ করে বলে এখনো বায়ুমন্ডলে  $O_2$  ও  $CO_2$  গ্যাসের অনুপাত রক্ষিত হচ্ছে। এই অনুপাত ঠিক না থাকলে বায়ুমন্ডল জীবজগতের জন্য ক্ষতিকর হয়ে উঠবে।

তাই বলা যায়, পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় A অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার গুরুত্ব অপরিসীম।

প্রশ্ন ▶ ১৯



◀ শিখনফল- ৫ ও ৭

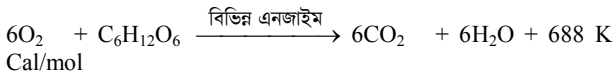
- ক. স্টোমাটা কী? ১  
 খ. উদ্ভিদ দেহে সংঘটিত পানির ফটোলাইসিস বলতে কী বোঝায়? ২  
 গ. উদ্ভীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়া দুটির মধ্যে কোনটি প্রাণী ও উদ্ভিদ দেহে সংঘটিত একটি শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়া? ব্যাখ্যা করো। ৩  
 ঘ. উদ্ভীপকের জীবে সংঘটিত বিক্রিয়া দুটির মধ্যে গ্যাসীয় বিনিময়ের সম্পর্ক বিশ্লেষণ করো। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** পাতা, কচি কাণ্ড, ফুলের বৃতি ও পাপড়িতে প্রাপ্ত দুটি রক্ষীকোষ সম্বলিত এক প্রকার রন্ধ্রই হলো স্টোমাটা।

**খ** উদ্ভিদ দেহে সালোকসংশ্লেষণ সংঘটনের সময় পানির ফটোলাইসিস ঘটে। এক্ষেত্রে সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়াকেই পানির ফটোলাইসিস বলে।

**গ** জীব অর্থাৎ উদ্ভিদ ও প্রাণীর জীবন ধারণ তথা জৈবিক প্রক্রিয়াগুলো সম্পন্ন করার জন্য শক্তির প্রয়োজন। শ্বসন প্রক্রিয়ায় জীবদেহে বর্তমান খাদ্যস্থ শৈথিকশক্তি তাপরূপে উভূত হয়ে রাসায়নিক শক্তিরূপে মুক্ত হয় এবং জীবের বিভিন্ন শারীরবৃত্তীয় কাজের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি যোগায়। উদ্ভীপকের (ii) নং বিক্রিয়াটিই হলো এই শ্বসন নামক শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়া যা উদ্ভিদ ও প্রাণী উভয় দেহে সংঘটিত হয়।



উদ্ভিদ ও প্রাণী কোষে সংঘটিত উপর্যুক্ত বিক্রিয়ায় অক্সিজেন সহযোগে শ্বসনিক বস্তু (শর্করা) সম্পূর্ণভাবে জারিত হয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইড, পানি ও বিপুল পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হয়। এরূপ সবাত শ্বসনই হলো উদ্ভিদ ও প্রাণীর স্বাভাবিক শ্বসন প্রক্রিয়া যা দেহের প্রয়োজনেই খাদ্য ভেঙ্গে শক্তির অবমুক্তি ঘটায়।

**ঘ** উদ্ভিদ জীবনে সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ দুটি প্রক্রিয়া। মূলত এই দুইটি শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ার মাধ্যমে উদ্ভিদে গ্যাস বিনিময় ঘটে। এই প্রক্রিয়া দুটি সংঘটিত হয় রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে যা চিত্রের উদ্ভিদের পাতার মধ্যে তুলে ধরা হয়েছে। পাতার মধ্যে উপস্থাপিত (i) নং বিক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ ও (ii) নং বিক্রিয়াটি হলো শ্বসন এর বিক্রিয়া। উদ্ভিদে পাতার পত্ররন্ধ্র বা স্টোমাটা ও পরিণত কাণ্ডের বাকলের লেন্টিসেল-এর মাধ্যমে অক্সিজেন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড

গ্যাসের বিনিময় ঘটে। শ্বসন প্রক্রিয়ার সময় জীব তথা উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণের সময় নির্গত  $O_2$  গ্রহণ করে এবং  $CO_2$  ত্যাগ করে। আবার শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপাদিত  $CO_2$  গ্যাসের কিছু অংশ সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। তাই আদান-প্রদানকৃত অক্সিজেন ও কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাসের পরিমাণ প্রায় সমান। চিত্রে পাতার মধ্যে সংঘটিত দুটি প্রক্রিয়ার  $O_2$  ও  $CO_2$  বিনিময় তীর চিহ্নের মাধ্যমে নির্দেশ করা হয়েছে। কাজেই উদ্ভিদে সংঘটিত সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়ার বিক্রিয়ায় পরস্পরের মধ্যে  $O_2$  ও  $CO_2$  এর বিনিময় ঘটে।

প্রশ্ন ▶ ২০

- (i) গ্লুকোজ + অক্সিজেন  $\xrightarrow{\text{এনজাইম}}$  কার্বন ডাইঅক্সাইড + পানি + শক্তি  
 (ii) গ্লুকোজ  $\xrightarrow{\text{এনজাইম}}$  জৈব এসিড + কার্বন ডাইঅক্সাইড + শক্তি

◀ শিখনফল- ৭

- ক. জীবনীশক্তি কী? ১  
 খ. জৈবমুদ্রা বলতে কী বোঝায়? ২  
 গ. উপর্যুক্ত বিক্রিয়া দুটি সংঘটনের সাধারণ ধাপটি বর্ণনা করো। ৩  
 ঘ. জীবজগতে বিক্রিয়া দুটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ করো। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** জীব কর্তৃক তার দেহে শক্তির উৎপাদন ও ব্যবহারের মৌলিক কৌশলই হচ্ছে জীবনীশক্তি।

**খ** ATP-কে জৈবমুদ্রা বা Biological Coin বলা হয়। কারণ দেহে ATP শক্তি জমা করে রাখে এবং প্রয়োজন অনুসারে দেহের অন্যান্য বিক্রিয়ায় শক্তি সরবরাহ করে।

**গ** (i) নং বিক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন এবং (ii) নং বিক্রিয়াটি হলো অবাত শ্বসন। সবাত শ্বসন চারটি ধাপে ও অবাত শ্বসন দুইটি ধাপে সংঘটিত হয়। তবে দুরকম শ্বসনেরই প্রথম ধাপ সম্পন্ন হতে অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে না বলে এ ধাপটি একই রকম। প্রথম ধাপটি গ্লাইকোলাইসিস নামে পরিচিত যা নিম্নরূপে সম্পন্ন হয় :

শ্বসনের এই প্রথম ধাপে এক অনু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অনু পাইরুভিক এসিড উৎপন্ন হয়। এই ধাপে চার অণু ATP (দুই অনু খরচ হয়ে যায়) এবং দুই অণু  $NADH+H^+$  উৎপন্ন হয়। গ্লাইকোলাইসিসের বিক্রিয়াগুলি কোষের সাইটোপ্লাজমে ঘটে থাকে।

**ঘ** উদ্ভীপকের বিক্রিয়া দুটি যথাক্রমে সবাত ও অবাত শ্বসন প্রক্রিয়া। উচ্চতর উদ্ভিদ ও প্রাণিতে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে গ্লুকোজ জারণ হয়ে শক্তি নির্গত হয় যা উদ্ভীপকের (i) নং বিক্রিয়ায় উপস্থাপন করা হয়েছে। এটি সবাত শ্বসন নামে পরিচিত। আর অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে কতিপয় অনুজীবে অবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় যেভাবে শক্তি উৎপন্ন হয় তা (ii) নং বিক্রিয়ায় দেখানো হয়েছে।

শ্বসন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি দিয়ে জীবের সবধরনের ক্রিয়া-বিক্রিয়া ও কাজকর্ম পরিচালিত হয়। 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 সহায়তা করার মাধ্যমে জীবনের অন্যান্য জৈবিক কাজেও সহায়তা করে। শ্বসনে নির্গত কার্বন ডাইঅক্সাইড জীবের প্রধান খাদ্য শর্করা উৎপন্নের জন্য সালোকসংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়া উদ্ভিদে খনিজ লবণ পরিশোধণে সাহায্য করে, যা পরোক্ষভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও অন্যান্য জৈবিক প্রক্রিয়া চালু রাখে। কিছু কিছু ব্যাকটেরিয়া অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বাঁচতে পারে না। এদের শক্তি উৎপাদনের

একমাত্র উপায় হলো অবাৎ শ্বসন। অবাৎ শ্বসন প্রক্রিয়ায় কতগুলো অনুজীবে ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি হয়, যা বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ল্যাকটিক এসিড ফার্মেন্টেশনের মাধ্যমে এ প্রক্রিয়ায় দধি ও পনির উৎপাদিত হয়। রুটি তৈরিতেও এ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে CO<sub>2</sub> গ্যাস এর চাপে রুটি ফাঁপা হয়। ঙ্গেস্টের অবাৎ শ্বসনের ফলে CO<sub>2</sub> গ্যাস তৈরির পাশাপাশি অ্যালকোহল উৎপাদিত হয়। কাজেই মানবজীবন তথা জীবজগতে সবাত শ্বসন ও অবাৎ শ্বসন উভয় প্রকার শ্বসনেরই ব্যাপক গুরুত্ব রয়েছে।

**প্রশ্ন ১১** হাসিব ভাত খেতে পছন্দ করে। সে ভাতে উপস্থিত গ্লুকোজ থেকে শক্তি পায়। তার ছোট ভাই তাকে জিজ্ঞাসা করলো - উদ্ভিদ কীভাবে শক্তি অর্জন করে বেড়ে উঠে। হাসিব তার ছোটভাইকে জানালো যে, উদ্ভিদ গ্লুকোজ হতে শক্তি অর্জন করে যা শ্বসন প্রক্রিয়ায় ভাঙে।

◀ পিখনফল-৭

- ক. ফটোলাইসিস কী? ১  
খ. C<sub>4</sub> উদ্ভিদ বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. ক্রেবস চক্রে হাসিব কর্তৃক গৃহীত ২-অণু গ্লুকোজ হতে কীভাবে শক্তি উৎপন্ন হয়— ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. যদি উল্লিখিত পদ্ধতিটি বাধাগ্রস্ত হয় তবে তা উদ্ভিদজগতে কী প্রভাব ফেলবে— মূল্যায়ন করো। ৪

### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সুর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াই হলো ফটোলাইসিস।

**খ** যে সকল উদ্ভিদে একই সাথে হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র এবং ক্যালভিন চক্র পরিচালিত হয় তাদের C<sub>4</sub> উদ্ভিদ বলা হয়। এসব উদ্ভিদ উচ্চ তাপমাত্রায় খাপ খাইয়ে নিতে সক্ষম। C<sub>3</sub> উদ্ভিদের তুলনায় C<sub>4</sub> উদ্ভিদে সালোকসংশ্লেষণ হার বেশি এবং উৎপাদন ক্ষমতাও বেশি। সাধারণত ভুট্টা, আখ, ঘাস জাতীয় উদ্ভিদ ইত্যাদিতে C<sub>4</sub> চক্র পরিচালিত হয়। তাই এরা C<sub>4</sub> উদ্ভিদ নামে পরিচিত।

**গ** উদ্ভিদকে উল্লিখিত হাসিব কর্তৃক গৃহীত দুই অণু গ্লুকোজ, গ্লাইকোলাইসিস ও অ্যাসিটাইল কো-এ ধাপ অতিক্রম করে ক্রেবস চক্রে প্রবেশ করে। এ চক্রের সকল বিক্রিয়াই মাইটোকন্ড্রিয়াতে সংঘটিত হয়। ক্রেবস চক্রে এক অণু অ্যাসিটাইল কো-এ হতে তিন অণু NADH+H<sup>+</sup>, এক অণু FADH<sub>2</sub> এবং এক অণু GTP উৎপন্ন হয়। সমগ্র প্রক্রিয়ায় ২ অণু গ্লুকোজ হতে ৪ অণু অ্যাসিটাইল Co-A এবং পরবর্তিতে ক্রেবস চক্রে নিম্নরূপ শক্তি তৈরি হয়।

৪ অণু অ্যাসিটাইল Co-A

↓

১২ অণু NADH+H<sup>+</sup> + ৪ অণু FADH<sub>2</sub> + ৪ অণু GTP

= (১২ × ৩) + (৪ × ২) + (৪ × ১) ATP

= (৩৬ + ৮ + ৪) ATP = ৪৮ ATP

উল্লেখ্য, ১ অণু NADH + H<sup>+</sup> = ৩ অণু ATP

১ অণু FADH<sub>2</sub> = ২ অণু ATP

১ অণু GTP = ১ অণু ATP

অর্থাৎ হাসিবের গৃহীত খাদ্যের মাধ্যমে সর্বমোট ৪৮ ATP শক্তি উৎপন্ন হয়।

**ঘ** উদ্ভিদকে উল্লিখিত পদ্ধতিটি অর্থাৎ শ্বসন প্রক্রিয়া জীবদেহের জন্য অত্যাবশ্যকীয় প্রক্রিয়া। জীবের জৈবিক কাজগুলো সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন করার জন্য শক্তির প্রয়োজন হয়। এ শক্তির প্রধান উৎস সুর্যালোক। সালোকসংশ্লেষণের সময় উদ্ভিদ সৌরশক্তিকে শর্করা জাতীয় খাদ্যবস্তুর মধ্যে স্থৈতিক শক্তিরূপে সঞ্চার করে রাখে। খাদ্যের মধ্যে সঞ্চিত ঐ প্রকার শক্তি উদ্ভিদ তার জীবন ধারণের জন্য সরাসরি ব্যবহার করতে পারে না। শ্বসনের সময় উদ্ভিদেহে বিদ্যমান এই স্থৈতিক শক্তি তাপরূপে উদ্ভূত হয়ে রাসায়নিক শক্তি (ATP) রূপে মুক্ত হয় এবং উদ্ভিদের বিভিন্ন শারীরবৃত্তীয় কাজের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি যোগায়। যদি এই প্রক্রিয়া অর্থাৎ শ্বসন প্রক্রিয়া বাধাগ্রস্ত হয়, তবে উদ্ভিদ গ্লুকোজ ভেঙে শক্তি উৎপন্ন করতে পারবে না। ফলে উদ্ভিদে স্বাভাবিক শারীর বৃত্তীয় প্রক্রিয়া বন্ধ হয়ে যাবে এবং উদ্ভিদের বৃদ্ধি, প্রজনন, সর্বোপরি জীবন ধারণ অসম্ভব হয়ে পড়বে। একসময় সমগ্র উদ্ভিদ জগৎ ধ্বংস হয়ে যাবে। তাই বলা যায় শ্বসন প্রক্রিয়া উদ্ভিদ জগতের অবিচ্ছেদ্য অংশ। এই প্রক্রিয়া বাধাগ্রস্ত হলে উদ্ভিদজগতও বিলুপ্ত হয়ে যাবে।

**প্রশ্ন ১২** C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> + A → 6CO<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O + শক্তি

◀ পিখনফল-৭

- ক. ফটোফসফোরাইলেশন কী? ১  
খ. C<sub>3</sub> ও C<sub>4</sub> উদ্ভিদের মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. উদ্ভিদকের প্রক্রিয়াটি A এর অনুপস্থিতিতে কীভাবে ঘটে? ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. উদ্ভিদকের প্রক্রিয়াটি জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় কী ধরনের ভূমিকা রাখে? বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** আলোর উপস্থিতিতে ADP-এর সঙ্গে অজৈব ফসফেট (Pi) যুক্ত হয়ে ATP তৈরির প্রক্রিয়াই হলো ফটোফসফোরাইলেশন।

**খ** C<sub>3</sub> উদ্ভিদের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো ৩ কার্বন বিশিষ্ট, অপরদিকে C<sub>4</sub> উদ্ভিদের প্রথম স্থায়ী পদার্থ হলো ৪- কার্বন বিশিষ্ট। C<sub>3</sub> উদ্ভিদগুলো সাধারণত উচ্চ তাপমাত্রায় নিজেদেরকে খাপ খাইয়ে নিতে অক্ষম, তুলনামূলকভাবে C<sub>4</sub> উদ্ভিদগুলো নিজেদেরকে উচ্চ তাপমাত্রায় খাপ খাইয়ে নিতে সক্ষম। এছাড়াও C<sub>3</sub> উদ্ভিদের তুলনায় C<sub>4</sub> উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণের হার বেশি।

**গ** উদ্ভিদকের প্রক্রিয়াটি হলো সবাত শ্বসন প্রক্রিয়া এবং A হলো অক্সিজেন (O<sub>2</sub>)। জীবদের বিভিন্ন এনজাইম ও কো-এনজাইমের উপস্থিতিতে শর্করা (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) বাতাসের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন-ডাই অক্সাইড (CO<sub>2</sub>), পানি (H<sub>2</sub>O) ও শক্তি উৎপন্ন করে। A- এর অনুপস্থিতিতে অর্থাৎ অক্সিজেনের (O<sub>2</sub>) এর অনুপস্থিতিতেও শ্বসন ঘটে যা অবাৎ শ্বসন নামে পরিচিত। সাধারণত নিম্ন শ্রেণির জীবে এই ধরনে শ্বসন ঘটে। এই প্রক্রিয়ায় কোন শ্বসনিক বস্তু অক্সিজেনের সাহায্য ছাড়াই কোষ মধ্যস্থ এনজাইম দ্বারা আংশিকরূপে জারিত হয়ে বিভিন্ন প্রকার জৈব যৌগ যেমন— ইথাইল অ্যালকোহল, ল্যাকটিক এসিড ইত্যাদি উৎপন্ন হয়। তবে এতে সামান্য পরিমাণ CO<sub>2</sub> ও শক্তিও উৎপন্ন হয়।

C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>  $\xrightarrow{\text{এনজাইম}}$  2C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH+2CO<sub>2</sub>+শক্তি

(শর্করা)

(অ্যালকোহল)

ব্যাকটেরিয়া ও ইস্টে এই প্রক্রিয়ার শ্বসন ঘটে।

ঘ উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি হলো জীবের সবাত শ্বসন। এই প্রক্রিয়া জীবকোষের সঞ্চিত শর্করা ( $C_6H_{12}O_6$ ) বাতাসের অক্সিজেনের ( $O_2$ ) সাথে বিক্রিয়া করে কার্বনডাই অক্সাইড ( $CO_2$ ), পানি ( $H_2O$ ) ও শক্তি উৎপন্ন করে। এই উৎপন্ন শক্তি দিয়ে সজীব কোষের যাবতীয় জৈব রাসায়নিক কাজ সম্পন্ন করে। অক্সিজেনের উপস্থিতিতে হয় তাই এই প্রক্রিয়াটি সবাত শ্বসন নামে পরিচিত। এই শ্বসন প্রক্রিয়া হলো উদ্ভিদ ও প্রাণীর স্বাভাবিক শ্বসন প্রক্রিয়া। জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় এই প্রক্রিয়াটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করছে। উদ্ভিদ ও প্রাণী দুই ক্ষেত্রেই এই প্রক্রিয়ায় কোষকে শক্তি প্রদান করছে এবং পাশাপাশি উপজাত হিসেবে

কার্বন ডাইঅক্সাইড ও পানি উৎপন্ন করছে। উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় যখন খাদ্য উৎপন্ন করে তখন উৎস থেকে সৃষ্ট কার্বন ডাইঅক্সাইডকে কাজে লাগিয়ে শর্করা জাতীয় খাদ্য উৎপন্ন করছে। অপরদিকে উদ্ভিদের উৎপন্ন এ খাদ্যের ওপর সমগ্র প্রাণীকূল নির্ভরশীল। তাই এই প্রক্রিয়াটি উদ্ভিদ ও প্রাণীর মধ্যে একটি ভারসাম্য বজায় রাখছে। এই প্রক্রিয়াটি ব্যাঘাত ঘটলে উদ্ভিদ ও প্রাণী উভয়ই অস্তিত্বই সংকটের মধ্যে পড়ত। তাই নিঃসন্দেহে বলা যায় উদ্ভীপকের সংঘটিত প্রক্রিয়াটি অর্থাৎ সবাত শ্বসন প্রক্রিয়াটি জীবের অস্তিত্ব রক্ষায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করছে।



## সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

### ► উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

**প্রশ্ন ► ১৩** সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করে। এই প্রক্রিয়ায় আলোক শক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এটি একটি জটিল এবং দীর্ঘ প্রক্রিয়া। ১৯০৫ সালে ব্ল্যাকম্যান প্রক্রিয়াটিকে ২টি পর্যায় ভাগ করা যায়, আলোক পর্যায় এবং অন্ধকার পর্যায়।

◀ শিখনফল-১

- ক. সালোকসংশ্লেষণ কাকে বলে? ১
- খ. সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সূর্যের আলোর প্রয়োজন হয় কেন? ২
- গ. উদ্ভীপকে উল্লেখিত প্রক্রিয়াটির মধ্যে কোনটিতে শর্করা উৎপন্ন হয়? প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা করো। ৩
- ঘ. উক্ত প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন না হলে জীবকূলের জন্য কি সমস্যা সৃষ্টি হতো? মতামত দাও। ৪

### ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সবুজ উদ্ভিদ যে প্রক্রিয়ায় সূর্যালোকের উপস্থিতিতে ক্লোরোফিলের সাহায্যে কার্বন ডাই অক্সাইড ও পানি থেকে শর্করা জাতীয় খাদ্য তৈরি করে তাকে সালোকসংশ্লেষণ বলে।

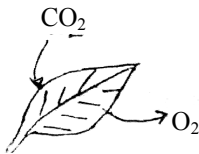
**খ** সালোকসংশ্লেষণে সূর্যের আলো অর্থাৎ সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে ATP ও NADPH<sub>2</sub> তে আবদ্ধ হয়। এই ATP ও NADPH<sub>2</sub> কে বলা হয় আভীকরণ শক্তি। অন্ধকার পর্যায়ে এই আভীকরণ শক্তি CO<sub>2</sub> বিজারণে ভূমিকা রেখে শর্করা তৈরিতে সাহায্য করে। তাই সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায়ে শর্করা তৈরির ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় আভীকরণ শক্তি ATP ও NADPH<sub>2</sub> তৈরির জন্য সালোকসংশ্লেষণে সূর্যের আলোর প্রয়োজন হয়।



**সুপার টিপস:** প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্য অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

- গ. সালোকসংশ্লেষণের পর্যায়টি ব্যাখ্যা করো।
- ঘ. সালোকসংশ্লেষণের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করো।

**প্রশ্ন ► ২৪**



◀ শিখনফল-৩ ও ৫

- ক. NADPH<sub>2</sub>-এর পূর্ণরূপ কী? ১
- খ. সবাত শ্বসন বলতে কী বোঝায়? ২

গ. আলোর প্রত্যক্ষ প্রয়োজন ছাড়াও উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি সংঘটিত হতে পারে ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি জীবজগতের জন্য গুরুত্বপূর্ণ বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** NADPH<sub>2</sub>-এর পূর্ণরূপ হলো— Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate।

**খ** যে শ্বসন প্রক্রিয়ায় অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় তাকে বলা হয় সবাত শ্বসন। এ প্রক্রিয়ায় শ্বসনিক বস্তু সম্পূর্ণভাবে জারিত হয়ে CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O ও বিপুল পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন করে। স্ববাত শ্বসনই হলো উদ্ভিদ ও প্রাণীর স্বাভাবিক শ্বসন প্রক্রিয়া।



**সুপার টিপস:** প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্য অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

**গ** সালোকসংশ্লেষণের অন্ধকার পর্যায়টি ব্যাখ্যা করো।

**ঘ** সালোকসংশ্লেষণের উপর জীবের নির্ভরশীলতা বিশ্লেষণ করো।

**প্রশ্ন ► ২৫** দিনের বেলায় কিছু জীব বায়ু থেকে CO<sub>2</sub> গ্রহণ করে এবং পরিবেশে এটি একমাত্র প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে CO<sub>2</sub> ব্যবহৃত হয়ে পরিবেশের গুরুত্বপূর্ণ ভারসাম্য রক্ষিত হয়।

◀ শিখনফল-৫

- ক. কো-এনজাইম কী? ১
- খ. পাইরুভিক এসিডের অসম্পূর্ণ জারণ বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. উদ্ভীপক অনুযায়ী উপরের প্রক্রিয়াটি বর্ণনা করো। ৩
- ঘ. উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি সকল জীবের বেঁচে থাকার জন্য আবশ্যিক— বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** এনজাইমের প্রোসথোটিক গ্রুপটি কোনো জৈব রাসায়নিক পদার্থ হলে সেই এনজাইমই হলো কো-এনজাইম।

**খ** অবাত শ্বসনের যে পর্যায়ে পাইরুভিক এসিড থেকে CO<sub>2</sub> এবং ইথাইল অ্যালকোহল অথবা শুধু ল্যাকটিক এসিড উৎপন্ন হয় সেই পর্যায়ে বলা হয় পাইরুভিক এসিডের অসম্পূর্ণ জারণ পর্যায়। এখানে পাইরুভিক এসিড প্রথম পর্যায়ে অসম্পূর্ণরূপে জারিত হয়ে CO<sub>2</sub> ও ইথাইল অ্যালকোহল তৈরি করে। আবার ল্যাকটিক এসিড তৈরির সময় পাইরুভিক এসিড NADH<sub>2</sub> হতে হাইড্রোজেন গ্রহণ করে ল্যাকটিক এসিডে পরিণত হয়।

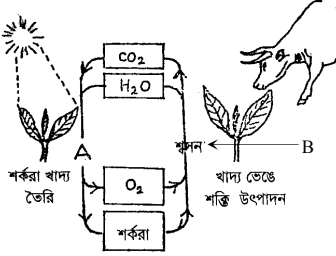


**সুপার টিপস:** প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্য অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ. সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি বর্ণনা করো।

ঘ. সালোকসংশ্লেষণের উপর জীবের নির্ভরশীলতার কারণ বিশ্লেষণ করো।

প্রশ্ন ▶ ২৬



◀ শিখনফল-৭

- ক. সালোকবিভাজন কী? ১
- খ. C<sub>4</sub> উদ্ভিদ বলতে কী বোঝ? ২
- গ. আলোর অনুপস্থিতি A প্রক্রিয়াতে কিভাবে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে তা ব্যাখ্যা করো। ৩
- ঘ. প্রক্রিয়াটি প্রকৃতিতে ঘটলে উদ্ভূত অবস্থা বিশ্লেষণ করো। ৪

**২৬ নং প্রশ্নের উত্তর**

ক. সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের সহায়তায় পানি বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও ইলেকট্রন উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াই হলো সালোকবিভাজন।

খ. যেসব সবুজ উদ্ভিদের CO<sub>2</sub> বিজারণে প্রথম স্থায়ী পদার্থ ৪ কার্বন বিশিষ্ট তারাই হলো C<sub>4</sub> উদ্ভিদ। এই উদ্ভিদের প্রথম স্থায়ী পদার্থটি হলো ৪ কার্বন বিশিষ্ট অক্সালো এসিটিক এসিড। এসব উদ্ভিদের C<sub>3</sub> উদ্ভিদের তুলনায় সালোকসংশ্লেষণের হার অনেক বেশি হয়। উদাহরণ: ভুট্টা, আখ, ঘাস জাতীয় উদ্ভিদ, অ্যামার্যান্থাস ইত্যাদি।

সুপার টিপস: প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্য অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

- গ. আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়ে শর্করা প্রস্তুতি ব্যাখ্যা করো।
- ঘ. সালোকসংশ্লেষণ ও শ্বসন প্রক্রিয়ার গুরুত্ব বিশ্লেষণ করো।

▶ অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

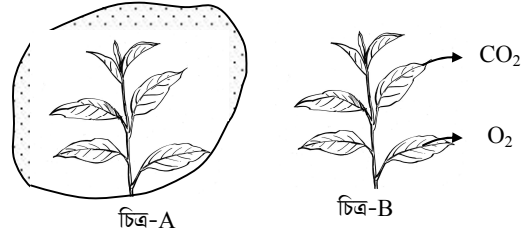
প্রশ্ন ▶ ২৭



◀ শিখনফল-১ ও ৫ (ভিকারুনানিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা)

- ক. ইমবাইভিশন কী? ১
- খ. কিউটিকল বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. Q উপাদানটি কীভাবে তৈরি হয়- ব্যাখ্যা করো। ৩
- ঘ. উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি জীবজগতের জন্য গুরুত্বপূর্ণ- বিশ্লেষণ করো। ৪

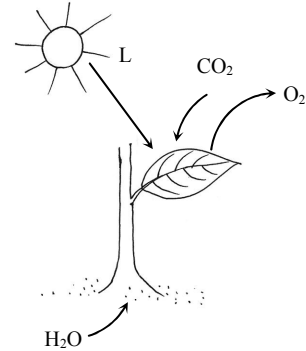
প্রশ্ন ▶ ২৮



◀ শিখনফল-২ (বগুড়া সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়)

- ক. আদর্শ খাদ্য পিরামিড কাকে বলে? ১
- খ. খাদ্য শিকল বলতে কী বোঝ? ২
- গ. চিত্রের B চিত্রের মাধ্যমে কিভাবে C<sub>3</sub> Cycle সংঘটিত হয় লেখো। ৩
- ঘ. উদ্ভীপকে A ও B চিত্রের প্রকৃতিতে কি কি অবদান রাখছে বলে তুমি মনে করো। ৪

প্রশ্ন ▶ ২৯



◀ শিখনফল-৫

- ক. উদ্ভিদে ATP তৈরির প্রক্রিয়াকে কী বলে? ১
- খ. কোন ধরনের কোষে উদ্ভিদের শ্বসনের হার বেশি হয়? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. 'L' উপাদানের উপস্থিতি ছাড়াও উদ্ভীপকে সংঘটিত প্রক্রিয়ার কোন অংশটি সম্পন্ন হতে পারে? ব্যাখ্যা করো। ৩
- ঘ. উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি মানব জীবনের জন্য কতটা গুরুত্বপূর্ণ? মূল্যায়ন করো। ৪





নিজেকে যাচাই করি

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

সময়: ২৫ মিনিট; মান-২৫

- সালোকসংশ্লেষণকালে সবুজ উদ্ভিদ সূর্য হতে গৃহীত শক্তি কী পরিমাণ রাসায়নিক শক্তি হিসেবে শর্করায় সংরক্ষণ করে?
 

ক) ২%	খ) ৪%
গ) ৬%	ঘ) ৮%
- অবাত ও সবাত শ্বসনের অভিন্ন ধাপ কোনটি?
 

ক) গ্লাইকোলাইসিস
খ) অ্যাসিটাইল কো-এ তৈরি
গ) ক্রেবস চক্র
ঘ) ইটিএস
- আখের আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়ে প্রথম স্থায়ী পদার্থ কোনটি?
 

ক) ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড
খ) ৩-ফসফোগ্লিসারালডিহাইড
গ) অক্সালো এসিটিক এসিড
ঘ) কিটো এসিড
- অবাত শ্বসনের ফলে উৎপন্ন হয় কোনটি?
 

ক) পানি
খ) ল্যাকটিক এসিড
গ) মিথাইল অ্যালকোহল
ঘ) মিথানল
- সবুজ উদ্ভিদ খাদ্য তৈরি করতে পারে কারণ—
  - প্রচুর সূর্যালোক পায়
  - পাতায় ক্লোরোফিল থাকে
  - মাটি থেকে পানি গ্রহণ করে
 নিচের কোনটি সঠিক?
 

ক) i ও ii	খ) ii ও iii
গ) i ও iii	ঘ) i, ii ও iii
- সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়—
 

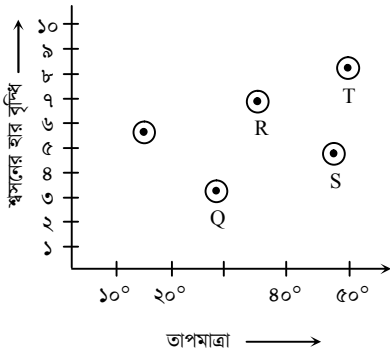
i. H <sub>2</sub> O	ii. CO <sub>2</sub>
iii. O <sub>2</sub>	

 নিচের কোনটি সঠিক?
 

ক) i	খ) ii
গ) i ও iii	ঘ) iii

গ্রাফটি লক্ষ করো এবং ৭ ও ৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

নিচের গ্রাফে একটি উদ্ভিদের শ্বসনের হার বৃদ্ধির তালিকা উপস্থাপন করা হলো :



- গ্রাফের কোনটি ভুল অবস্থান?
 

ক) P	খ) Q
গ) R	ঘ) T
- গ্রাফের সঠিক মান প্রকাশক অবস্থান হলো—
 

i. Q ও R	ii. R ও S
iii. S ও T	

 নিচের কোনটি সঠিক?
 

ক) i ও ii	খ) i ও iii
গ) ii ও iii	ঘ) i, ii ও iii
- এক অণু FADH<sub>2</sub> কয় অণু ATP এর সমান?
 

ক) ২	খ) ৩
গ) ৪	ঘ) ৫
- হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্রের প্রথম স্থায়ী পদার্থ কোনটি?
 

ক) কিটো এসিড
খ) এসিটিক এসিড
গ) পাইরুভিক এসিড
ঘ) অক্সালো এসিটিক এসিড
- সবাত শ্বসনে উৎপন্ন ATP এর সংখ্যা কত?
 

ক) ৩৮	খ) ৬
গ) ১২	ঘ) ১৮
- কত তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোতে সালোকসংশ্লেষণ সবচেয়ে ভালো হয়?
 

ক) ৪০০nm-৬০০nm এবং ৬৮০nm
খ) ৩০০nm-৩৮০nm এবং ৭৮০nm
গ) ৪০০nm-৪৮০nm এবং ৬৮০nm
ঘ) ৩০০nm-৫০০nm এবং ৭৮০nm
- সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়—
 

i. H <sub>2</sub> O	ii. CO <sub>2</sub>
iii. O <sub>2</sub>	

 নিচের কোনটি সঠিক?
 

ক) i	খ) ii
গ) i ও iii	ঘ) iii
- গ্লাইকোলাইসিসের জন্য প্রয়োজ্য—
  - অক্সিজেন আবশ্যিক
  - ২ অণু পাইরুভিক এসিড উৎপন্ন হয়
  - সাইটোপ্লাজমে হয়
 নিচের কোনটি সঠিক?
 

ক) i ও ii	খ) i ও iii
গ) ii ও iii	ঘ) i, ii ও iii

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে ১৫ ও ১৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: রাফি ব পাউরুটি খেতে গিয়ে তার বাবাকে জিজ্ঞেস করল, কেনো পাউরুটি ফুলে উঠে। তার বাবা উত্তর দেয় যে, ছত্রাকের একপ্রকার শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়া এর জন্য দায়ী।

- উদ্দীপকে উল্লিখিত শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়াটি কী?
 

ক) সালোকসংশ্লেষণ	খ) অভিস্রবণ
গ) অবাত শ্বসন	ঘ) সবাত শ্বসন
- উদ্দীপকে উল্লিখিত শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় —
  - শ্বসনিক বস্তুর আংশিক জারণ হয়
  - ল্যাকটিক এসিড উৎপন্ন হয়
  - বিপুল পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হয়
 নিচের কোনটি সঠিক?
 

ক) i ও ii	খ) i ও iii
গ) ii ও iii	ঘ) i, ii ও iii

- অবাত শ্বসনে এক অণু গ্লুকোজ জারিত হয়ে কী পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হয়?
 

ক) 56 K.Cal	খ) 686 K.Cal
গ) 38 ATP	ঘ) 688 K.Cal
- পানিতে কতভাগ CO<sub>2</sub> আছে?
 

ক) ০.৩%	খ) ০.০৩%
গ) ০.০০৩%	ঘ) ০.০০০৩%
- শ্বসনের জন্য উত্তম তাপমাত্রা কত?
 

ক) ২০°-৩৫° সে.	খ) ২২°-৩৫° সে.
গ) ২০°-৪৫° সে.	ঘ) ২২°-৪৫° সে.
- শর্করা জাতীয় খাদ্যের মধ্যে সৌরশক্তি কীভাবে সঞ্চিত থাকে?
 

ক) গতিশক্তি	খ) স্থিতিশক্তি
গ) তাপশক্তি	ঘ) আলোকশক্তি
- ADP এর সাথে অজৈব ফসফেট যুক্ত হওয়াকে বলা হয়—
 

ক) ফটোফসফোরাইলেশন
খ) ফসফোরাইলেশন
গ) ফটোলাইসিস
ঘ) গ্লাইকোলাইসিস
- $$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow[\text{কো-এনজাইম}]{\text{বিভিন্ন এনজাইম}} 6CO_2 + 6H_2O + \text{শক্তি}$$
  - উপরের সমীকরণটি সবাত শ্বসনের
  - এই প্রক্রিয়ায় বেশী শক্তি উৎপাদিত হয়
  - এই প্রক্রিয়ায় কম শক্তি উৎপাদিত হয়
 নিচের কোনটি সঠিক?
 

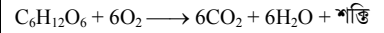
ক) i ও ii	খ) ii ও iii
গ) i ও iii	ঘ) i, ii ও iii
- ক্রেবস চক্রে উৎপন্ন হয়—
 

i. ৪ অণু CO <sub>2</sub>	ii. ২ অণু ATP
iii. ৬ অণু NaDH+H <sup>+</sup>	

 নিচের কোনটি সঠিক?
 

ক) i ও ii	খ) ii ও iii
গ) i ও iii	ঘ) i, ii ও iii

উদ্দীপক থেকে ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



- উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির নাম কী?
 

ক) সালোকসংশ্লেষণ	খ) শ্বসন
গ) ব্যাপন	ঘ) অভিস্রবণ
- বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে ঘটে—
  - CO<sub>2</sub> ও পানি উৎপন্ন করে
  - 38 ATP শক্তি উৎপন্ন করে
  - 36 ATP উৎপন্ন করে
 নিচের কোনটি সঠিক?
 

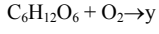
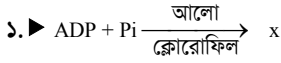
ক) i ও ii	খ) i ও iii
গ) ii ও iii	ঘ) i, ii ও iii



সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

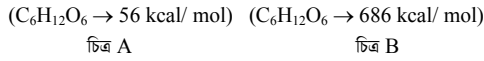
## সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্ন

মান-৫০



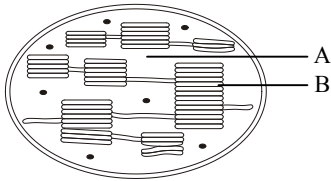
- ক. ফটোসিসিস কী? ১  
খ. আভীকরণ বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. y-এর প্রক্রিয়াটির প্রথম ধাপটি বর্ণনা করো। ৩  
ঘ. x-প্রক্রিয়াটি ব্যতীত উদ্ভিদ তথা সমগ্র জীবকূল ধ্বংসের সম্মুখীন হবে—  
উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ করো। ৪

২. ▶



- ক. গ্লাইকোলাইসিস কী? ১  
খ. C<sub>4</sub> উদ্ভিদ বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. উদ্ভীপকের জীব দুটিতে সংঘটিত প্রক্রিয়া তুলনা করো। ৩  
ঘ. 'মাইটোকন্ড্রিয়ার অনুপস্থিতিই ১ম জীবে কম শক্তি উৎপাদনের প্রধান কারণ' বিশ্লেষণ করো। ৪
৩. ▶ তুমি সবুজ পাতাবিশিষ্ট একটি গাছ, কালো কাগজ, ৯৫% ইথাইল অ্যালকোহল, ১% আয়োডিন দ্রবণ, ক্লিপ নিয়ে একটি পরীক্ষণ সম্পন্ন করলে।  
ক. ATP কে কী বলা হয়? ১  
খ. সালোকসংশ্লেষণের অভ্যন্তরীণ প্রভাবক সমূহের বর্ণনা দাও। ২  
গ. তুমি উক্ত পরীক্ষাটি কীভাবে সম্পন্ন করলে? ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. পর্যবেক্ষণপূর্বক উক্ত পরীক্ষাটির সিদ্ধান্তটি মূল্যায়ন করো। ৪

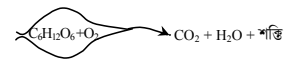
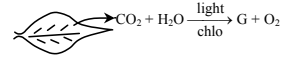
৪. ▶



- ক. অবাত শ্বসন কাকে বলে? ১  
খ. গ্লাইকোলাইসিস বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. A চিহ্নিত স্থানে CO<sub>2</sub> বিজারণ প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. A এবং B চিহ্নিত স্থানে সংঘটিত প্রক্রিয়াটির প্রভাবকসমূহের ভূমিকা বিশ্লেষণ করো। ৪
৫. ▶ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ শর্করা জাতীয় খাদ্য প্রস্তুত করে যা স্থিতি শক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকে। শ্বসন প্রক্রিয়ায় খাদ্য স্থিতিশক্তি তাপ ও গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

- ক. প্রস্বেদন কী? ১  
খ. C<sub>3</sub> ও C<sub>4</sub> উদ্ভিদ বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়া দুটির পার্থক্য নিরূপণ করো। ৩  
ঘ. উদ্ভীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়ায় শক্তি উৎপাদন প্রক্রিয়ার ধাপগুলো আলোচনা করো। ৪

৬. ▶

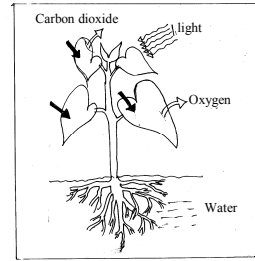


চিত্র- A

চিত্র- B

- ক. ফটোসফোরাইলেশন কী? ১  
খ. সালোকসংশ্লেষণে সৃষ্ট O<sub>2</sub> এর উৎস ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. চিত্র A সংঘটিত প্রক্রিয়াটি প্রবাহ চিত্রের মাধ্যমে দেখাও। ৩  
ঘ. চিত্র A ও B এর মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ করে দেখাও যে কোনটি শিল্প সহায়ক? ৪

৭. ▶



- ক. আলোক শ্বসন কী? ১  
খ. সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলো প্রয়োজন কেন? ২  
গ. উদ্ভীপকের চিত্রে দেখানো প্রক্রিয়াটির আলোক নিরপেক্ষ পর্যায়- ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. প্রাণিজগতের খাদ্য সরবরাহ এবং বাস্তুতন্ত্রের সাম্যতা রক্ষায় প্রক্রিয়াটির ভূমিকা বিশ্লেষণ করো। ৪

৮. ▶



- ক. ফটোসিনথেসিস কী? ১  
খ. "শক্তি মুদ্রা" বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. Q প্রক্রিয়ায় শক্তির নির্গমন ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. P ও Q উভয় প্রকার শক্তি নির্গমন প্রক্রিয়ার তুলনা করো। ৪

## সৃজনশীল বহুনির্বাচনি

## মডেল প্রশ্নপত্রের উত্তর

- ১ ক ২ ক ৩ গ ৪ খ ৫ ঘ ৬ গ ৭ ক ৮ ক ৯ ক ১০ ঘ ১১ ক ১২ গ ১৩ গ  
১৪ খ ১৫ গ ১৬ ক ১৭ ক ১৮ ক ১৯ গ ২০ খ ২১ ক ২২ ক ২৩ গ ২৪ খ ২৫ ক