



দ্বাদশ শ্রেণি একাডেমিক প্রোগ্রাম ২০২০

জীববিজ্ঞান ১ম পত্র

লেখক : B-17

অধ্যায় ৯ : উদ্ভিদ শারীরতত্ত্ব



সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নির্গত অক্সিজেন (O₂)- এর উৎস



এ প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ তৈরি হওয়ার মাধ্যমে ৬ অণু O₂ নির্গত হয়। বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে CO₂ ও H₂O। অতএব, সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নির্গত অক্সিজেনের দুটি উৎস হতে পারে-একটি হলো CO₂ এবং অপরটি হলো H₂O। নিম্নবর্ণিত পরীক্ষাগুলো হতে এটি নিঃসন্দেহে প্রমাণিত হয়েছে যে, সালোকসংশ্লেষণের সময় যে O₂ নির্গত হয় তা H₂O হতে আসে, CO₂ হতে নয়, অর্থাৎ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নির্গত অক্সিজেনের উৎস হলো পানি (H₂O)।

সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নির্গত অক্সিজেন (O_2)- এর উৎস

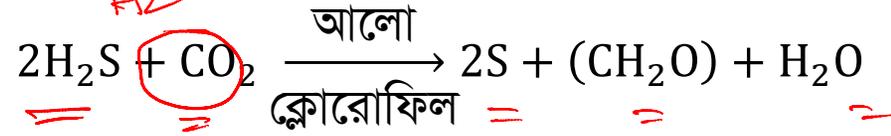
হিল বিক্রিয়া: ১৯৩৭ খ্রিষ্টাব্দে রবিন হিল (Robin Hill) নামক ইংরেজ প্রাণরসায়নবিদ একটি পরীক্ষা করেন।

Hill



ভ্যান নীল (Van Niel)-এর পরীক্ষা: H_2O X

Van-Niel
 H_2



✓ রুবেন ও কামেন-এর তেজস্ক্রিয় চিহ্নিতকরণ পরীক্ষা:



সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নির্গত অক্সিজেন (O₂)- এর উৎস

রুবেন ও কামেন-এর তেজস্ক্রিয় চিহ্নিতকরণ পরীক্ষা:



সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নির্গত সবটুকু অক্সিজেনের উৎসই পানি। এর সামান্যতম অংশও কার্বন ডাইঅক্সাইড থেকে আসে না।

সালোকসংশ্লেষণের প্রভাবকসমূহ

(ক) বাহ্যিক প্রভাবকসমূহ:

- ১। আলো : একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত আলোর পরিমাণ বেড়ে গেলে সালোকসংশ্লেষণের পরিমাণও বেড়ে যায়। আলোক বর্ণালির সাতটি রঙের মধ্যে লাল, কমলা, নীল ও বেগুনি অংশই সালোকসংশ্লেষণে বেশি ব্যবহৃত হয়।
- ২। কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) : বায়ুমণ্ডলে CO_2 -এর পরিমাণ শতকরা ০.০৩ ভাগ, কিন্তু এ প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ শতকরা এক ভাগ পর্যন্ত O_2 ব্যবহার করতে পারে, তাই বায়ুমণ্ডলে কার্বন ডাইঅক্সাইডের পরিমাণ ১% পর্যন্ত বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সামঞ্জস্য রেখে সালোকসংশ্লেষণের পরিমাণও বেড়ে যায়।
- ৩। পানি : পানির পরিমাণ কমে গেলে সালোকসংশ্লেষণের হার কমে আসে।
- ৪। তাপমাত্রা : উদ্ভিদের বিভিন্নতার উপর নির্ভর করে অপ্টিমাম তাপমাত্রা 22° সে. হতে 35° সে. পর্যন্ত হয়ে থাকে।
- ৫। অক্সিজেন : বায়ুমণ্ডলে অক্সিজেনের ঘনত্ব বেড়ে গেলে অধিকাংশ উদ্ভিদেই সালোকসংশ্লেষণের হার কিছুটা কমে যায়। আর ঘনত্ব কমে গেলে সালোকসংশ্লেষণ হার বেড়ে যায়।
- ৬। খনিজ পদার্থ : ক্লোরোফিল তৈরির জন্য লৌহ, ম্যাগনেশিয়াম ইত্যাদির প্রয়োজন হয়। মাটিতে এসব খনিজ পদার্থের অভাব হলে ক্লোরোফিল তৈরি কমে যায়, ফলে সালোকসংশ্লেষণ হারও কমে যায়।

সালোকসংশ্লেষণের প্রভাবকসমূহ

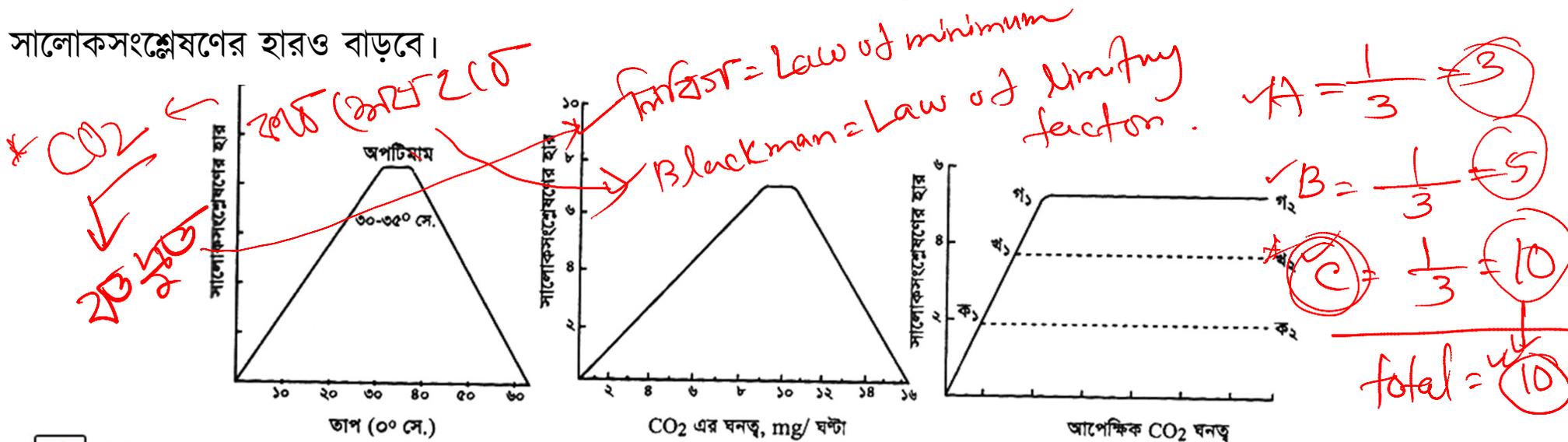
(খ) অভ্যন্তরীণ প্রভাবকসমূহ :

- ৮। পাতার বয়স : একেবারে কচি পাতা এবং একেবারে বৃদ্ধ পাতায় ক্লোরোফিলের পরিমাণ কম থাকে বলে সালোকসংশ্লেষণ কম হয়। মাঝারি বয়সের পাতাই অধিক পরিমাণে সালোকসংশ্লেষণ করতে পারে।
- ৯। পাতার অন্তর্গঠন :
- ১০। ক্লোরোফিল : ক্লোরোপ্লাস্টের অভ্যন্তরে সালোকসংশ্লেষণ হয়ে থাকে।
- ১১। শর্করার পরিমাণ : পাতার অভ্যন্তরে শর্করার পরিমাণ বেড়ে গেলে সালোকসংশ্লেষণ কম হয়ে থাকে।
- ১২। প্রোটোপ্লাজম:
- ১৩। পটাসিয়াম: পটাশিয়ামের অভাবে সালোকসংশ্লেষণের পরিমাণ কমে যেতে দেখা যায়। কারণ সম্ভবত এ প্রক্রিয়ার অণুঘটক হিসেবে পটাসিয়াম কাজ করে।
- ১৪। এনজাইম: বিক্রিয়া সম্পন্নকারী প্রয়োজনীয় এনজাইমের উপস্থিতি ও পরিমাণও সালোকসংশ্লেষণ হার নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় লিমিটিং ফ্যাক্টর বা সীমাবদ্ধতা ফ্যাক্টর

১৯০৫ সালে ব্ল্যাকম্যান (Blackman, 1905) 'ল অব মিনিমাম' (Law of minimum) এর উপর ভিত্তি করে 'ল অব লিমিটিং ফ্যাক্টর সূত্র' (Law of limiting factor) বা সীমাবদ্ধতা ফ্যাক্টর সূত্র প্রস্তাব করেন।

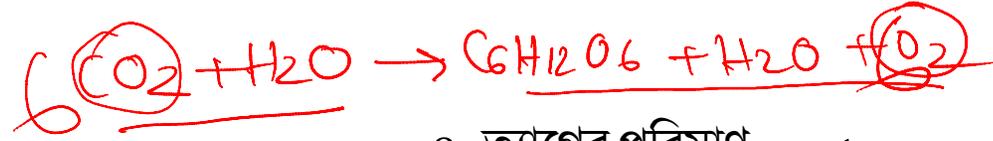
লিমিটিং ফ্যাক্টরের নীতি অনুযায়ী সালোকসংশ্লেষণ যে কোনো নির্দিষ্ট সময়ে শুধুমাত্র একটি ফ্যাক্টর দ্বারা সীমাবদ্ধ হয়। সালোকসংশ্লেষণের হার ঐ নির্দিষ্ট ফ্যাক্টরের সমানুপাতিক (Proportional) অর্থাৎ ফ্যাক্টরটির পরিমাণ বাড়লে সালোকসংশ্লেষণের হারও বাড়বে।



CO₂ গ্রহণের সমানুপাতিক

সালোকসংশ্লেষণের হার

- সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে CO₂ বিজারণের মাধ্যমে কার্বোহাইড্রেট উৎপাদন করে ও CO₂ পরিত্যক্ত হয়। এ প্রক্রিয়ায় শোষিত CO₂ এর প্রায় সমপরিমাণ CO₂ পরিত্যক্ত হয়। নির্দিষ্ট সময়ে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় O₂ এবং CO₂ এর পরিমাণের অনুপাতকে সালোকসংশ্লেষণ হার বলে। সংক্ষেপে একে PQ বলে। সালোকসংশ্লেষণের হার নিম্নলিখিত সমীকরণের মাধ্যমে হিসাব করা হয়।



CO₂ ✓

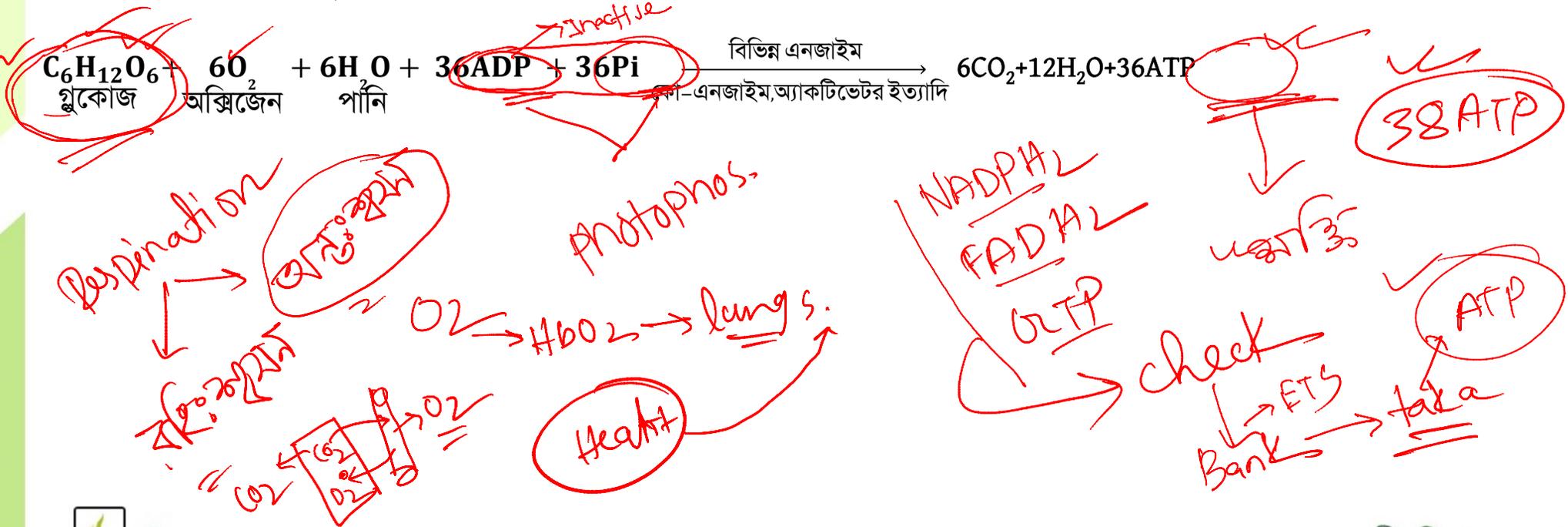
$$\text{সালোকসংশ্লেষণের হার, PQ} = \frac{\text{O}_2 \text{ ত্যাগের পরিমাণ}}{\text{CO}_2 \text{ গ্রহণের পরিমাণ}} = \frac{1}{1} = 1$$

$$\text{O}_2 * \text{PQ} = \frac{\text{উৎপাদ}}{\text{চিক্নিকরণ}} = \frac{\text{O}_2}{\text{CO}_2} = \frac{6}{6} = 1$$

CO₂ এর পরিমাণ কমে গেলে সালোকসংশ্লেষণের হার কম হয়। আবার CO₂ এর পরিমাণ বেড়ে গেলে এর হারও বৃদ্ধি পায়।

শক্তি উৎপাদন / শ্বসন / Respiration

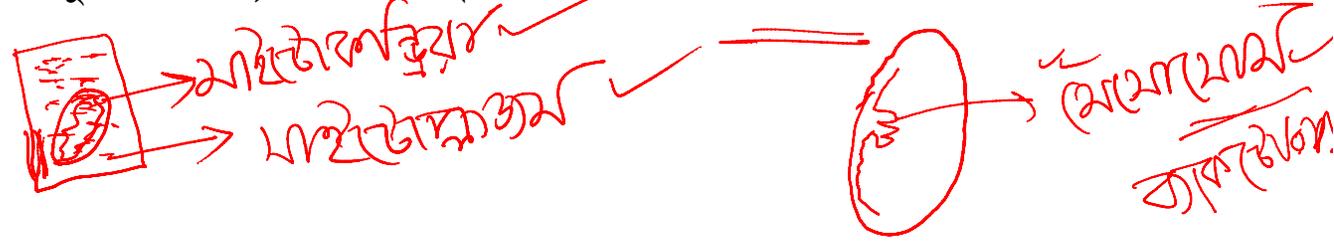
যে জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় জীবকোষস্থ জটিল জৈবযৌগ জারিত হয়, ফলে জৈবযৌগে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি রূপান্তরিত হয়ে গতিশক্তিতে পরিণত হয়, তাকে শ্বসন বলে। শ্বসনের ফলে যে শক্তি নির্গত হয় তা জীবের বিভিন্ন শক্তি শোষণকারী কার্যকলাপে ব্যয় হয়। গ্লুকোজকে প্রাথমিক শ্বসনিক বস্তু ধরলে শ্বসনের রাসায়নিক সংকেত নিম্নরূপ দাঁড়ায় :



শ্বসন অঙ্গ ও শ্বসনিক বস্তু

শ্বসন অঙ্গ : উদ্ভিদের প্রতিটি জীবন্ত কোষেই দিন-রাত্রি ২৪ ঘণ্টা শ্বসনকার্য চলতে থাকে। কোষীয় সাইটোপ্লাজম ও মাইটোকন্ড্রিয়াই শ্বসনক্রিয়ার প্রধান অঙ্গ।

প্রোক্যারিওটিক জীবে (ব্যাকটেরিয়া, নীলাভ সবুজ শৈবালে) মাইটোকন্ড্রিয়া না থাকায় সাইটোপ্লাজমের এনজাইমের সাহায্যে শ্বসন সম্পন্ন হয়।



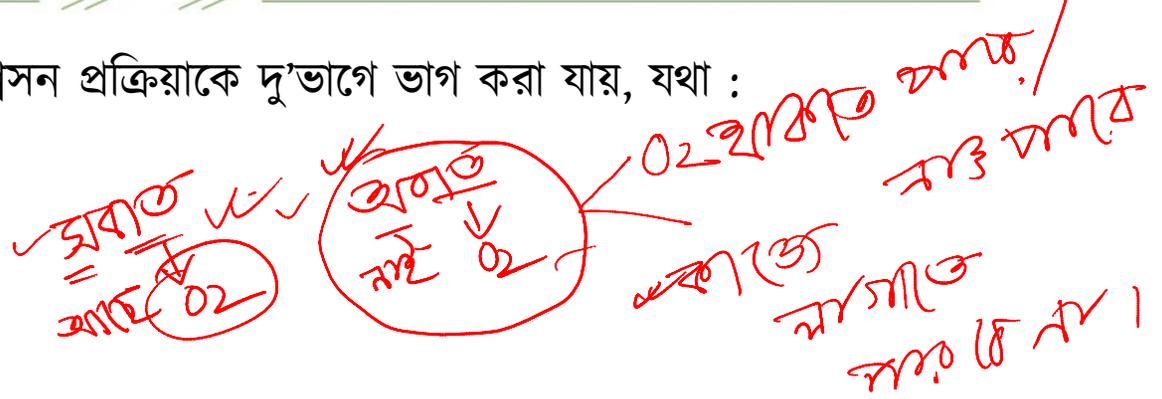
শ্বসনিক বস্তু : শ্বসন প্রক্রিয়ায় যে যৌগিক বস্তুসমূহ জারিত হয়ে সরল বস্তুতে পরিণত হয় সেসব বস্তুকে শ্বসনিক বস্তু বলে। **কার্বোহাইড্রেট (শর্করা)**, **প্রোটিন (আমিষ)**, **চর্বি** এবং **জৈবিক এসিডসমূহ** শ্বসনিক বস্তু হিসেবে ব্যবহৃত হয়। সূর্যালোকের আলোকশক্তিই এ সব বস্তুতে রাসায়নিক স্থিতিশক্তি হিসেবে জমা থাকে শ্বসনের ফলে স্থিরশক্তি গতিশক্তি হিসেবে নির্গত হয়। কাজেই আলোকশক্তিই সকল শক্তির মূল উৎস।

শ্বসনের প্রকারভেদ

✓ অক্সিজেনের প্রয়োজনীয়তার উপর নির্ভর করে শ্বসন প্রক্রিয়াকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যথা :

✓ (ক) সবাত শ্বসন / Aerobic respiration এবং

✓ (খ) অবাত শ্বসন / Anaerobic respiration।



✓ সবাত শ্বসন: যে শ্বসন ক্রিয়ার জন্য মুক্ত অক্সিজেনের প্রয়োজন হয়, তাকে সবাত শ্বসন বলে

✓ অবাত শ্বসন: যে শ্বসন ক্রিয়া মুক্ত অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সংঘটিত হয়, তাকে অবাত শ্বসন বলে।

সবাত শ্বসন

যে শ্বসন প্রক্রিয়ায় মুক্ত অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় এবং শ্বসনিক বস্তু সম্পূর্ণভাবে জারিত হয়ে CO₂, H₂O ও বিপুল পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন করে তাকে সবাত শ্বসন বলে।



সবাত শ্বসন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া হলেও বিক্রিয়ার স্থান ও কাজের ধারা অনুযায়ী একে তিনটি ধারাবাহিক ধাপ বা পর্যায়ে ভাগ করা হয়ে থাকে।

- ✓ 1. গ্লাইকোলাইসিস ✓
- ✓ 2. ক্রেবস্ চক্র বা ট্রাইকার্বোক্সিলিক অ্যাসিড (TCA) চক্র বা সাইট্রিক অ্যাসিড চক্র -
- ✓ 3. ইলেকট্রন ট্রান্সপোর্ট ~~চক্র~~ পর্যায়।

মাইটোকন্ড্রিয়াম

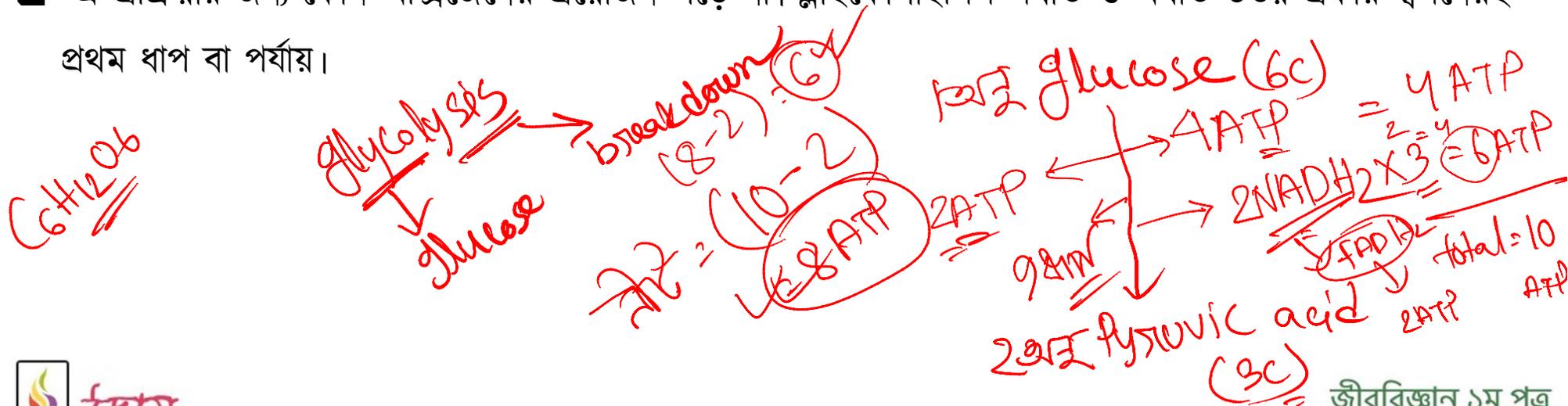
* মাইটোকন্ড্রিয়ামের জারণ / অক্সিডেশন
মাইটোকন্ড্রিয়ামের মাধ্যমে

গ্লাইকোলাইসিস

□ যে প্রক্রিয়ায় এক অণু গ্লুকোজ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে দুই অণু পাইরুভিক অ্যাসিডে পরিণত হয়, তাকে গ্লাইকোলাইসিস বলে। গ্লাইকোলাইসিসকে EMP (এই প্রক্রিয়ায় প্রতিষ্ঠাতা তিনজন বিজ্ঞানী Embden, Meyerhof and Parnas এর নাম অনুযায়ী) পাথওয়ে, শ্বসনের সাধারণ গতিপথ বা সাইটোপ্লাজমিক শ্বসনও বলা হয়

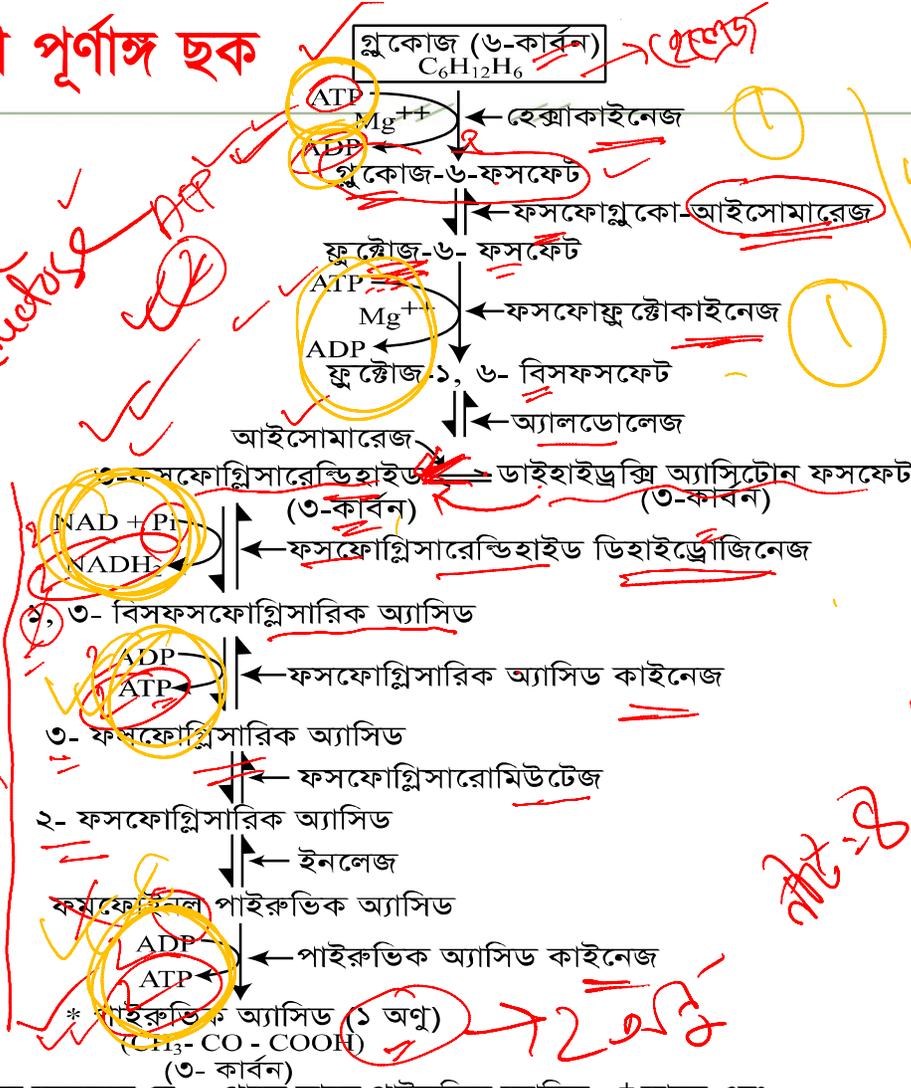
Common pathway cytoplasm

□ এ প্রক্রিয়ার জন্য কোন অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে না। গ্লাইকোলাইসিস সবাত ও অবাত উভয় প্রকার শ্বসনেরই প্রথম ধাপ বা পর্যায়।



গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়া পূর্ণাঙ্গ ছক

ATP → ক্যাটালিস্ট
 2 ATP → ক্যাটালিস্ট
 2 NADH → 6
 2 ATP → ক্যাটালিস্ট
 2 NADH → 6
 2 ATP → ক্যাটালিস্ট
 2 NADH → 6



গ্লুকোজ
 ফসফোগ্লুকো-আইসোমারেজ
 ফসফোফ্রুক্টোকাইনেজ
 অ্যালডোলেজ
 ডাইহাইড্রক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট
 ডাইহাইড্রোজিনেজ
 3-ক্যাটালিস্ট
 3- = CO
 ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড
 ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড ক্যাটালিস্ট
 ফসফোগ্লিসারোমিউটেজ
 ইনলেজ
 ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড ক্যাটালিস্ট
 পাইরুভিক অ্যাসিড
 পাইরুভিক অ্যাসিড ক্যাটালিস্ট
 পাইরুভিক অ্যাসিড (3-কার্বন)
 3- = CO



* কোষের অভ্যন্তরে যে pH থাকে তাতে পাইরুভিক অ্যাসিড H⁺ আয়ন এবং পাইরুভেট আয়ন হিসেবে অবস্থান করে, তাই পাইরুভেটও বলা হয়।

Poll Question-01

➤ গ্লাইকোলাইসিসের বিক্রিয়াগুলো কোথায় ঘটে?

(a) মাইটোকন্ড্রিয়া

(b) সাইটোপ্লাজম*

(c) প্লাস্টিড

(d) রাইবোসোম

তৃতীয় ধাপ : ইলেকট্রন স্থানান্তর ও ATP তৈরি

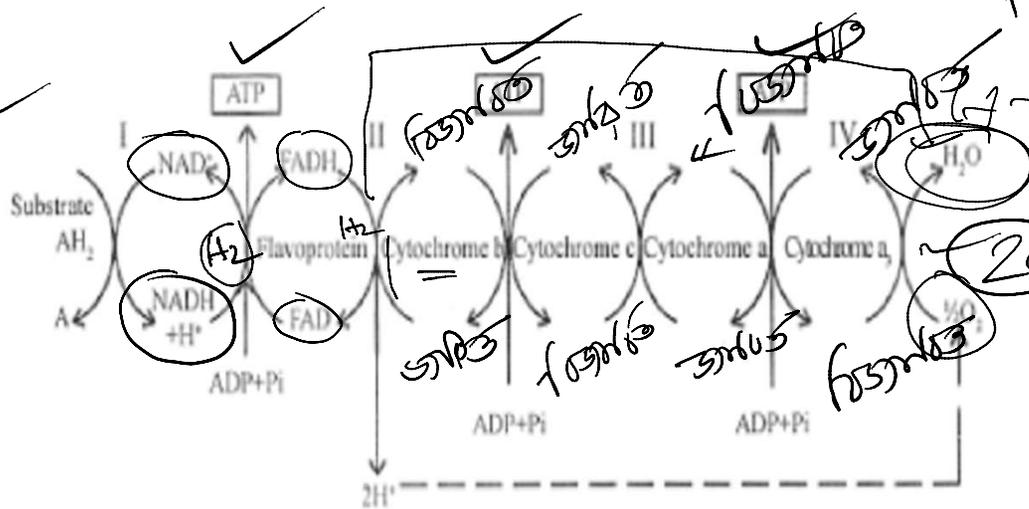
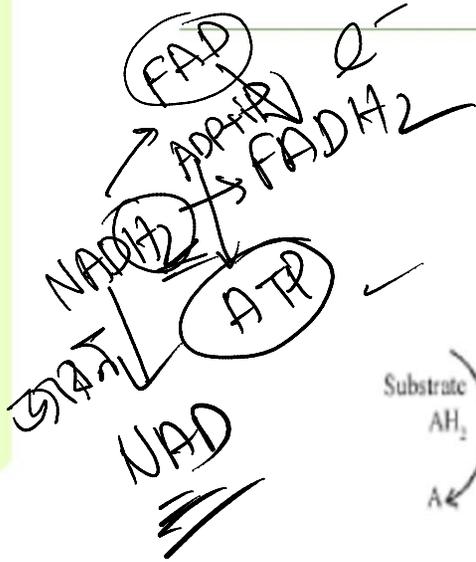
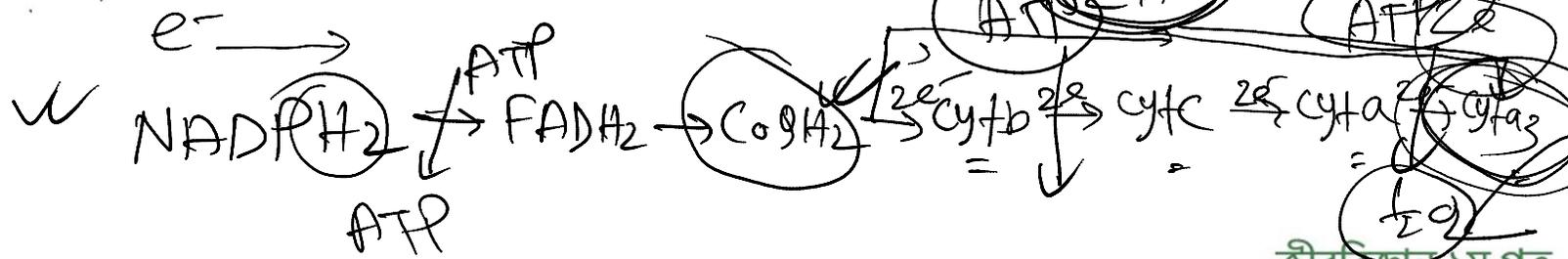
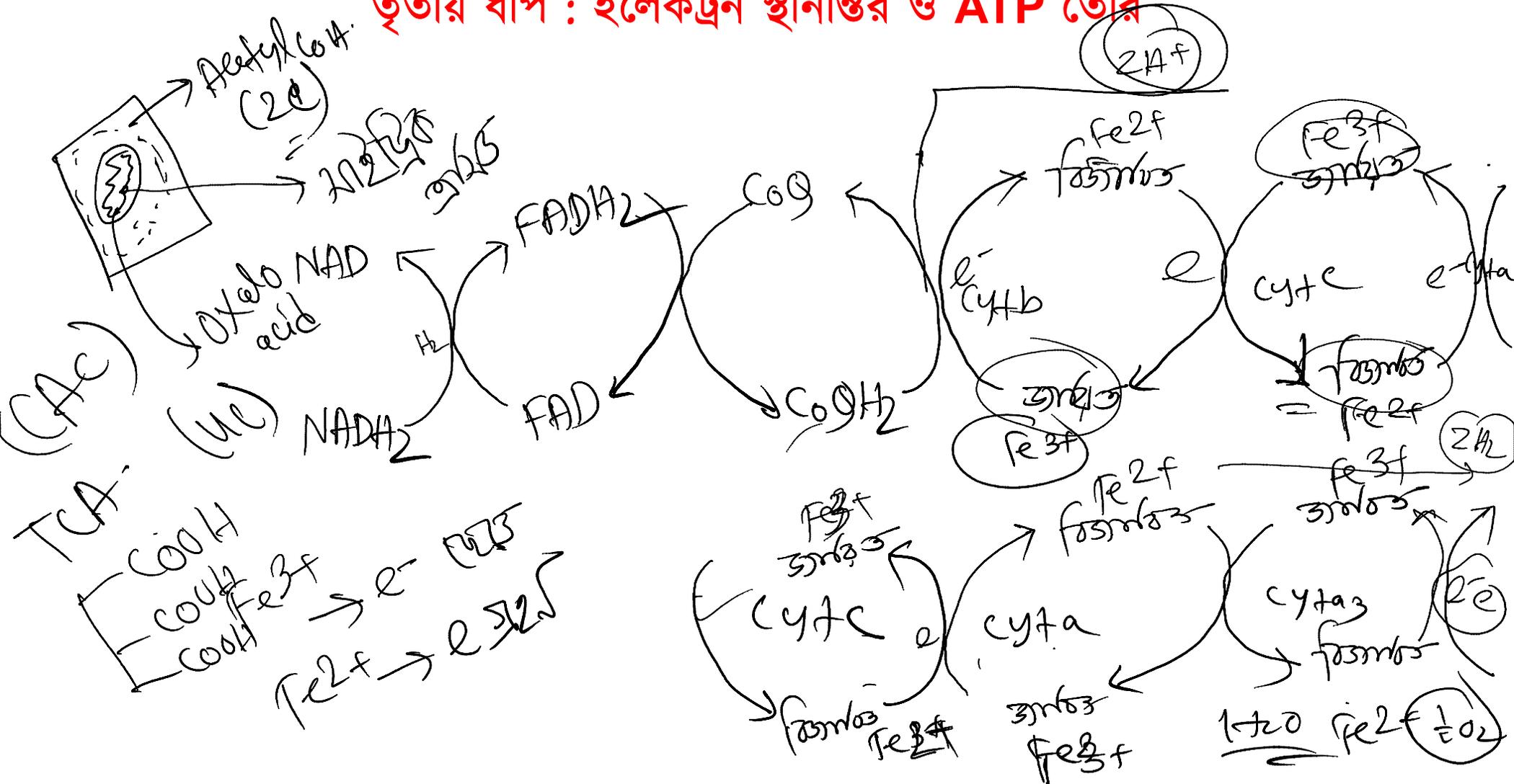


Fig. Electron transport system

$Fe^{3+} \rightarrow$ জরুরি
 $Fe^{2+} =$ সিস্টেমের
 অপ্রতিদ
 ব্যবহারের
 প্রয়োজন



তৃতীয় ধাপ : ইলেকট্রন স্থানান্তর ও ATP তৈরি



সবাত শ্বসনে এক অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণ জারিত হয়ে CO₂ ও পানি উৎপাদনকালে নিম্নরূপ শক্তি উৎপাদন করে :

গ্লাইকোলাইসিস	ক্রেবস্ চক্র/TCA চক্র	ETS	সর্বমোট ATP
2ATP..... 2NADH + H ⁺ (যা সাইটোপ্লাজম থেকে মাইটোকন্ড্রিয়াল ম্যাট্রিক্স - এ প্রবেশ কালে একটি ATP হারিয়ে FADH ₂ তে পরিণত হয়) অ্যাসিটাইল Co - A সৃষ্টিকালে → 2NADH + H ⁺ মূল ক্রেবস চক্রে → 6NADH + H ⁺ 2FADH ₂ 2ATP 4ATP 6ATP 18ATP 4ATP 32ATP	2ATP = 4ATP = 6ATP = 18ATP = 4ATP 2ATP 36ATP 38ATP

সবাত শ্বসনে এক অণু গ্লুকোজ সম্পূর্ণ জারিত হয়ে CO₂ ও পানি উৎপাদনকালে নিম্নরূপ শক্তি উৎপাদন করে :

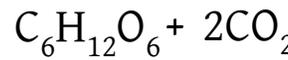
এখানে উল্লেখ্য যে, এক মোল গ্লুকোজকে পোড়ালে ৬৮৬ কিলোক্যালরি শক্তি বের হয় কিন্তু বায়োলজিক্যাল সিস্টেমে মাত্র ৩৮০ কিলোক্যালরি কার্যকরী শক্তি পাওয়া যায় এবং বাকি শক্তি তাপশক্তি হিসেবে নষ্ট হয়ে যায়। বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় প্রতিটি ATP হতে মাত্র ১০ কিলোক্যালরি হিসেবে ৩৮ টি ATP হতে ৩৮০ কিলোক্যালরি অথবা ৩৬ টি ATP হতে ৩৬০ Kcal শক্তি সরবরাহ হয়, যার ফলে কার্যক্ষমতা দাঁড়ায় প্রায় ৫৫.৪% বা তারও কম। অনেকের মতে ৪০%।

$$\begin{aligned} 38 \text{ ATP} \\ 1 \text{ ATP} &= 10 \text{ Kcal.} \\ 38 \text{ ATP} &= 380 \text{ Kcal.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{কার্যক্ষমতা} &= \frac{380 \text{ (কার্যকরী)}}{686 \text{ (মোট)}} \times 100\% \\ &= 55.4\% \end{aligned}$$

অবাত শ্বসন

অবাত শ্বসন প্রক্রিয়ায় কোন মুক্ত অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় না। যে শ্বসন প্রক্রিয়ায় অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে সম্পন্ন হয়, তাকে অবাত শ্বসন বলে



২০ কিলোক্যালরি শক্তি।

2 ATP $\times 10$
= 20

অবাত শ্বসনকে দুটি পর্যায়ে ভাগ করা যায়; যথা :

১। গ্লাইকোলাইসিস ও

২। পাইরুভিক অ্যাসিডের অসম্পূর্ণ জারণ।

অবাত শ্বসন

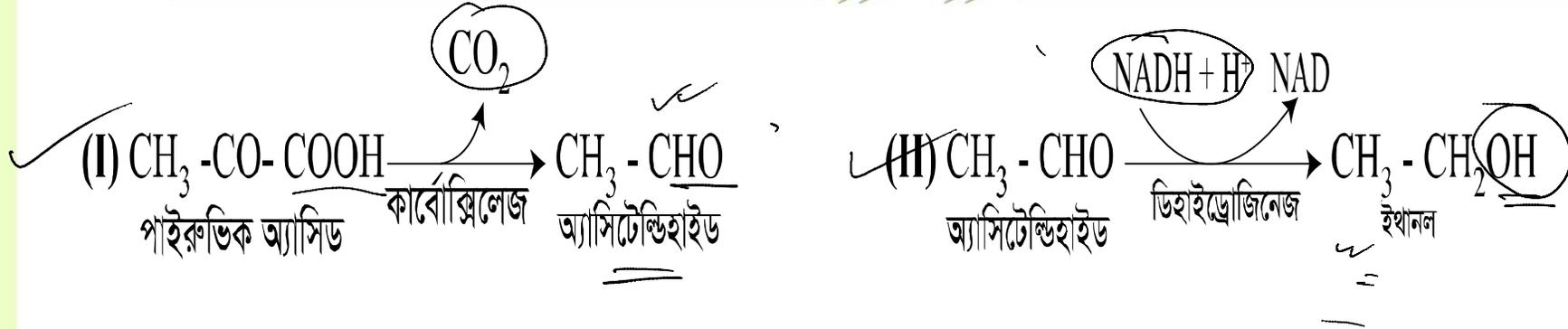
১। গ্লাইকোলাইসিস : এটি সবাত শ্বসনের গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়ার অনুরূপ, গ্লাইকোলাইসিস উভয় প্রকার শ্বসনেরই প্রথম পর্যায়।

এ ধাপে এক অণু গ্লুকোজ থেকে ২ অণু পাইরুভিক অ্যাসিড, ২ অণু $\text{NADH} + \text{H}^+$ ও ২ অণু ATP উৎপন্ন হয়।

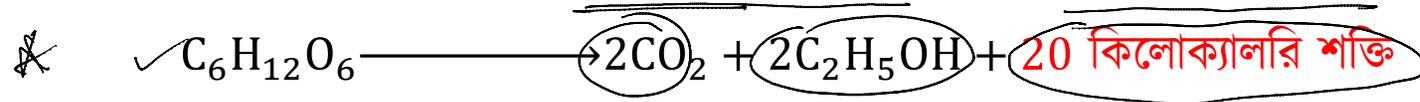
২। পাইরুভিক অ্যাসিডের (অসম্পূর্ণ) জারণ (পাইরুভিক অ্যাসিড থেকে ইথানল অথবা ল্যাকটিক অ্যাসিড সৃষ্টি) : এ প্রক্রিয়ায় পাইরুভিক অ্যাসিড অসম্পূর্ণভাবে জারিত হয়ে ইথানল ও CO_2 অথবা শুধু ল্যাকটিক অ্যাসিড সৃষ্টি করে।

Bant
ETS

অ্যালকোহলিক ফার্মেন্টেশন তথা ইথানল সৃষ্টি



অবাত শ্বসনে ১ অণু গ্লুকোজ ভেঙ্গে ২ অণু ইথানল অ্যালকোহল ও ২ অণু CO_2 উৎপন্ন হয়।



অবাত শ্বসনে গ্লাইকোলাইসিসে যে $\text{NADH} + \text{H}^+$ উৎপন্ন হয়েছিল তা এক্ষেত্রে খরচ হয়ে গেল। কাজেই

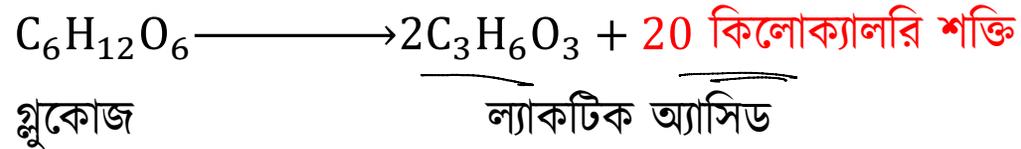
অবাত শ্বসনে গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়ায় জমানো দুটি ATP-ই শক্তির একমাত্র উৎস। দুটি ATP হতে

শেষপর্যন্ত $10 \times 2 = 20$ কিলোক্যালরি শক্তি পাওয়া যায়।

ল্যাকটিক এসিড সৃষ্টি



অবাত শ্বসনে ১ অণু গ্লুকোজ হতে ২ অণু ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



Poll Question-02

- নিচের কোনটি অবাত শ্বসনের বিক্রিয়ার প্রোডাক্ট নয়?
- (a) অ্যাসিটালডিহাইড
 - (b) ল্যাক্টিক অ্যাসিড
 - (c) সাইট্রিক অ্যাসিড*
 - (d) ইথানল

প্রকৃতকোষী এবং আদিকোষী জীবে শ্বসনের স্থান

প্রকৃতকোষী	আদিকোষী
<p>(ক) মাইটোকন্ড্রিয়নের বাইরে (সাইটোপ্লাজমে)</p> <p>১। গ্লাইকোলাইসিস</p> <p>২। ফার্মেন্টেশন</p> <p>(খ) মাইটোকন্ড্রিয়নের ভেতরে ম্যাট্রিক্স-এ:</p> <p>৩। ক্রেবস চক্র মাইটোকন্ড্রিয়নের ইনারমেমব্রেন-এ</p> <p>৪। ইলেকট্রন ট্রান্সপোর্ট সিস্টেম।</p>	<p>(ক) সাইটোপ্লাজমে</p> <p>১। গ্লাইকোলাইসিস</p> <p>২। ফার্মেন্টেশন</p> <p>৩। ক্রেবস চক্র</p> <p>(খ) প্লাজমামেমব্রেনের ভেতরের তল (surface)</p> <p>৪। ইলেকট্রন ট্রান্সপোর্ট সিস্টেম।</p>

Poll Question-03

➤ ম্যালিক অ্যাসিডের শ্বাসনিক হার কত?

(a) ১

(b) ১.৩৩*

(c) ০.৭১

(d) ০.৩৩



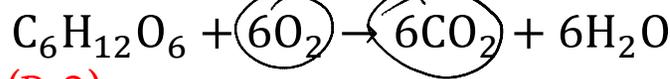
বিভিন্ন শিল্পে অবাত শ্বসনের তথা ফার্মেন্টেশনের ব্যবহার

- (i) বেকারি শিল্পে :
- (ii) মদ্য শিল্পে :
- (iii) অ্যালকোহল প্রস্তুত :
- (iv) দুধ শিল্পে :
- (v) আয়ুর্বেদিক ওষুধ শিল্প :
- (vi) চা ও কফি প্রক্রিয়াজাতকরণে :
- (vii) মাংস ও মাছ শিল্পে :
- (viii) ভিটামিন তৈরিতে :
- (ix) ভিনেগার উৎপাদন:
- (x) কোমল পানীয় শিল্পে :

শ্বসনিক হার বা কোশেন্ট

শ্বসনিক প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ যে পরিমাণ CO₂ ত্যাগ করে এবং যে পরিমাণ অক্সিজেন (O₂) গ্রহণ করে তার অনুপাতকে শ্বসনিক কোশেন্ট (Respiratory quotient/R.Q.) বলে। বিভিন্ন শ্বসনিক বস্তু জন্য শ্বসনিক কোশেন্ট বিভিন্ন রকম হয়ে থাকে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় শ্বসনিক বস্তু যদি গ্লুকোজ হয় তবে এটি সবাত শ্বসনের মাধ্যমে ৬ অণু CO₂ ত্যাগ করে এবং ৬ অণু O₂ গ্রহণ করে।

এক্ষেত্রে শ্বসন হার নির্ণয়ের জন্য নিম্নের সমীকরণ ব্যবহার করা হয়।



✓ কাজেই সবাত শ্বসনের শ্বসনিক হার (R.Q) =

$$\therefore R.Q = \frac{6CO_2}{6O_2} = \frac{6}{6} = 1$$

$$R.Q = \frac{\text{উদ্ভাসিত}}{\text{চিহ্নিত}} = \frac{CO_2}{O_2} = \frac{6}{6} = 1$$

শ্বসন প্রক্রিয়ায় কার্বোহাইড্রেট, জৈব অ্যাসিড, চর্বি ও আমিষ শ্বসনিক বস্তু হিসেবে জারিত হয়। শ্বসনিক বস্তু ও শ্বসনের ধরনের উপর শ্বসন হার (R.Q) ভিন্ন ভিন্ন হতে দেখা যায়। যেমন-

✓ ম্যালিক অ্যাসিডের R.Q = $\frac{4CO_2}{3O_2} = \frac{4}{3} = 1.33$ *

ওলিক অ্যাসিডের R.Q = $\frac{36CO_2}{51O_2} = \frac{36}{51} = 0.71$ *

glucose 1 ৬
Protein 1 ১

আমিষে O₂ এর পরিমাণ কম থাকে এবং আমিষ শ্বসনিক বস্তু হিসেবে ব্যবহৃত হলে এদের R.Q এর মান 1 এর কম হয়ে থাকে।

✓ শ্বসনের প্রভাবক

(ক) বাহ্যিক প্রভাবকসমূহ :

১। তাপমাত্রা : তাপমাত্রা 0° সে. থেকে 30° সে. পর্যন্ত বাড়ার সাথে সাথে শ্বসন হারও ক্রমাগত বাড়ে। 0° সে. শ্বসন হার খুবই কম থাকে। সাধারণত $20^{\circ}-35^{\circ}$ সে. তাপমাত্রায় শ্বসন প্রক্রিয়া ভালোভাবে চলে। 45° সে. এর উপরের তাপমাত্রায় উৎসেচকসমূহের বিক্রিয়ার হার তথা শ্বসনের হার বেশ কমে যায়।

২। অক্সিজেন : কেবল সবাত শ্বসনেই অক্সিজেনের প্রয়োজন পড়ে।

৩। পানি : পানি সরবরাহও শ্বসন ক্রিয়াকে প্রভাবিত করে থাকে।

৪। আলো : দিনের বেলায় আলোর উপস্থিতিতে পত্ররন্ধ্র খোলা থাকায় O_2 গ্রহণ ও CO_2 ত্যাগ করা সহজ হয় বলে শ্বসন হার একটু বেড়ে যায়।

৫। কার্বন ডাইঅক্সাইড-এর ঘনত্ব : বায়ুতে CO_2 - এর ঘনত্ব বেড়ে গেলে শ্বসন হার কিঞ্চিৎ কমে যায়।

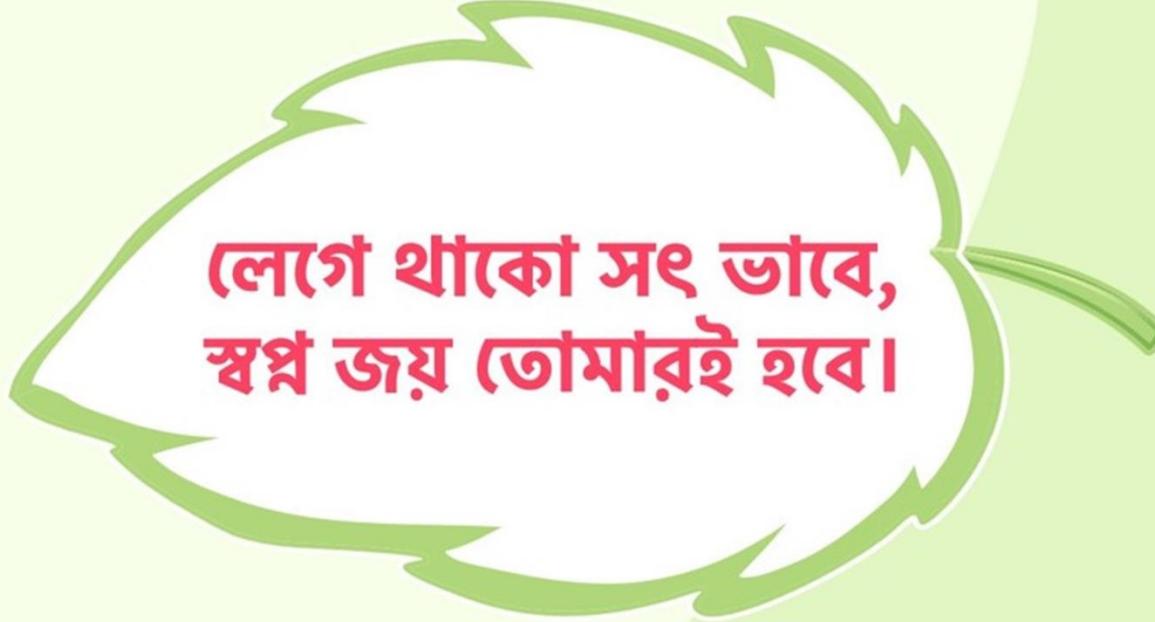
শ্বসনের প্রভাবক

৭(খ) অভ্যন্তরীণ প্রভাবকসমূহ :

- ১। জটিল খাদ্যদ্রব্য : বিভিন্ন বিক্রিয়ায় কোষস্থ জটিল খাদ্যই গ্লুকোজে রূপান্তরিত হয়। কাজেই জটিল খাদ্যদ্রব্যের পরিমাণ ও ধরন শ্বসন প্রক্রিয়ার হারকে নিয়ন্ত্রণ করে।
- ২। উৎসেচক : শ্বসন প্রক্রিয়ার বিভিন্ন বিক্রিয়ায় অসংখ্য উৎসেচক অংশগ্রহণ করে, তাদের উপস্থিতির উপরই সম্পূর্ণ শ্বসন প্রক্রিয়াটি নির্ভরশীল।
- ৩। কোষের বয়স : যে কোষে প্রোটোপ্লাজম অধিক (অল্প বয়সের) সেসব কোষ শ্বসন অধিক হয়।
- ৪। কোষস্থ অজৈব লবণ : কোষে অজৈব লবণ অধিক পরিমাণে থাকলে শ্বসন হার বেড়ে যায়।
- ৫। কোষ মধ্যস্থ পানি : কোষে প্রয়োজনীয় পানির অভাব হলে শ্বসন হার কমে যায়।
- ৬। মাটিতে অজৈব লবণ : মাটিতে NaCl , KCl , CaCl_2 ও MgCl_2 এর দ্রবণের সরবরাহ বৃদ্ধি ঘটিয়ে শ্বসন হার বৃদ্ধি করা যায়।

শ্বসনের গুরুত্ব

- ১। জীবের দেহে শক্তি সরবরাহ
- ২। খাদ্য প্রস্তুত
- ৩। খনিজ লবণ পরিশোধন
- ৪। কোষ বিভাজন ও দৈহিক বৃদ্ধি
- ৫। এনজাইম ও জৈব এসিড উৎপাদন
- ৬। বায়ুমণ্ডলে CO_2 ও O_2 এর ভারসাম্য রক্ষা
- ৭। শিল্পে ব্যবহার
- ৮। বেকারী ও দুগ্ধজাত শিল্প



**লেগে থাকো সৎ ভাবে,
স্বপ্ন জয় তোমারই হবে।**

