

# মেডিকেল এন্ড ডেন্টাল এডমিশন প্রোগ্রাম ২০২১

## জীববিজ্ঞান

লেকচার : B-03

অধ্যায় ০৯ : উদ্ভিদ শারীরতত্ত্ব (খনিজ লবণ পরিশোষণ,  
প্রস্তেন, সালোকসংশ্লেষণ) (১ম পত্র)

ডঃ কেন্দ্ৰীয়া  
বৈজ্ঞানিক  
(২০২১)



# উচ্চদের শারীরতত্ত্ব

গুরুত্ব	টপিক	ভর্তি পরীক্ষায় যে বছর প্রশ্ন এসেছে
★ ★ ★ *	খনিজ লবণ পরিশোষণ	MAT: 20-21, 17-18, 11-12, 10-11, 09-10, 08-09, 00-01; DAT: 10-11, 09-10
★ ★	প্রস্তেদন	MAT: 16-17, 14-15, 11-12, 03-04
★ ★ ★	সালোকসংশ্লেষণ	MAT: 18-19, 15-16, 14-15, 13-14, 10-11, 05-06, 04-05, 03-04; DAT: 19-20, 18-19, 10-11, 09-10, 08-09, 06-07, 04-05, 00-01

# খনিজ লবণ পরিশোষণ

লবণ পরিশোষণ অঙ্গ

খনিজ লবণ সরবরাহের উৎস

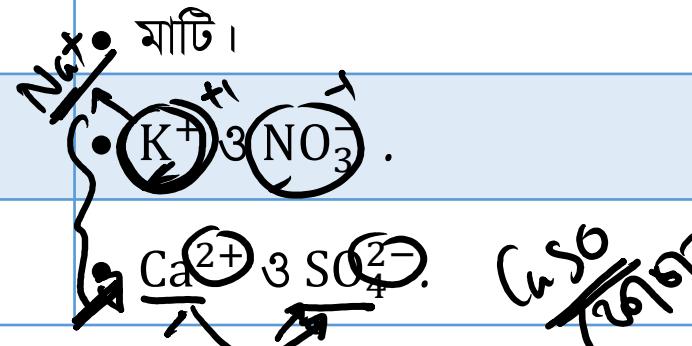
সর্বাপেক্ষা দ্রুতগতিতে শোষিত আয়ন

সর্বাপেক্ষা মন্ত্র গতিতে শোষিত আয়ন

অত্যাবশ্যকীয় পুষ্টি উপাদান

উপকারী মৌল

- মূলের অগ্রভাগের কোষ বিভাজন অঞ্চলের নব গঠিত কোষগুলো এবং মূলরোম।

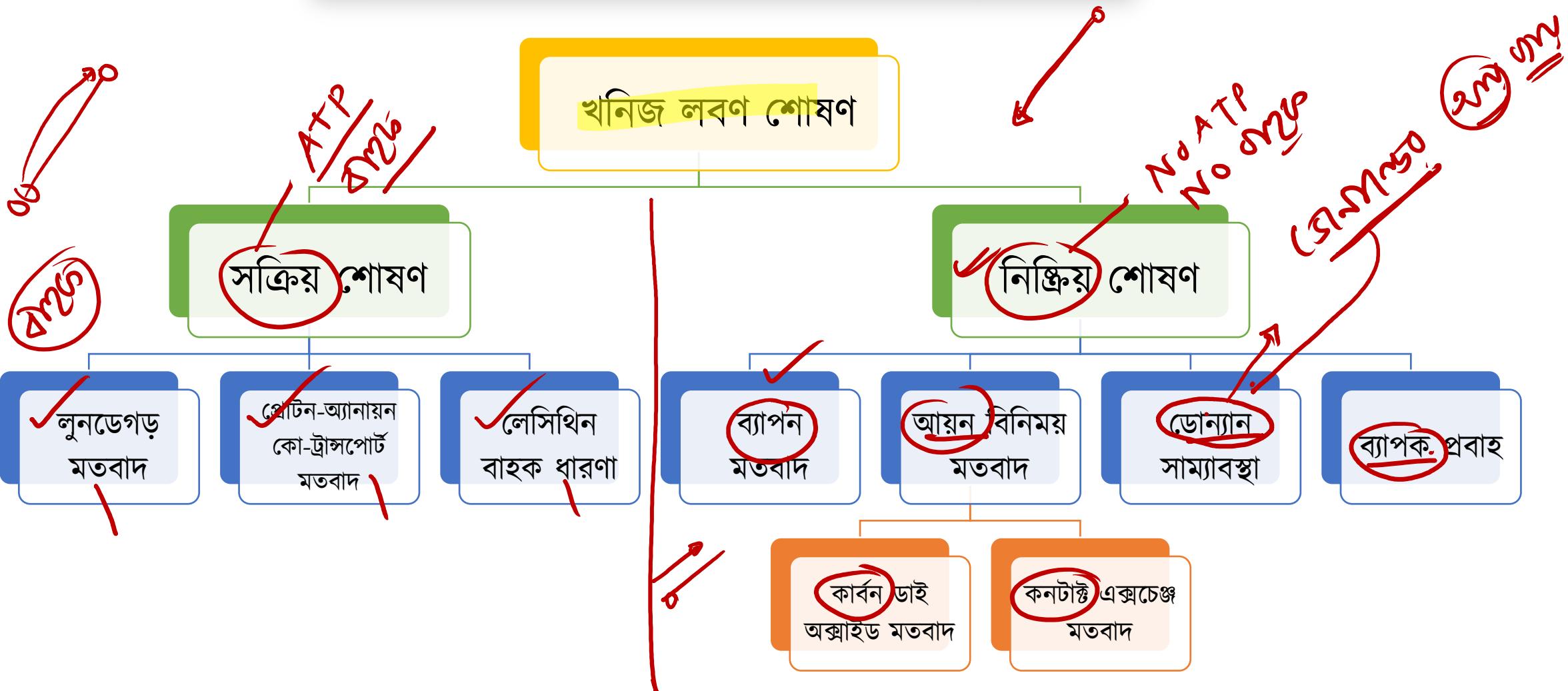


- ডিডিদের অত্যাবশ্যকীয় পুষ্টি উপাদান ১৭টা।
- ম্যাক্রোমৌল ৯ টি: H, C, O, N, K, Ca, Mg, P, S.
- মাইক্রোমৌল ৮টি : Cl, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Mo .

- ঘাসের জন্য: সলিকন (ম্যাক্রোমৌল)
- $C_4$  ডিডিদের জন্য: সোডিয়াম (মাইক্রোমৌল)
- নাইট্রোজেন ফিল্কসিং লিগিউমের জন্য: কার্বাল্ট
- সামুদ্রিক শৈবালের জন্য: আয়োডিন।

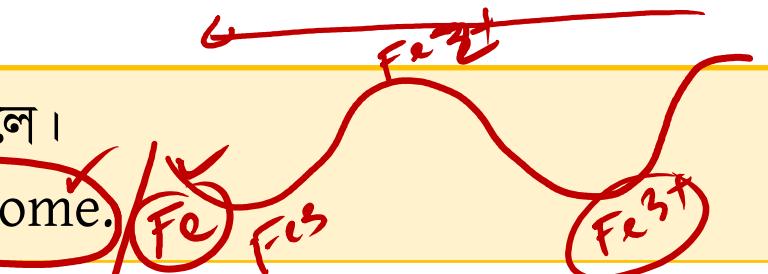


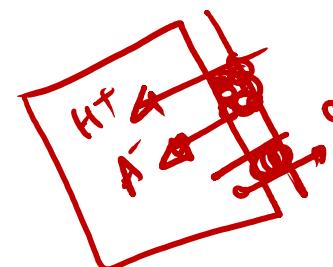
# উত্তিরের খনিজ লবণ পরিশোষণ প্রক্রিয়া

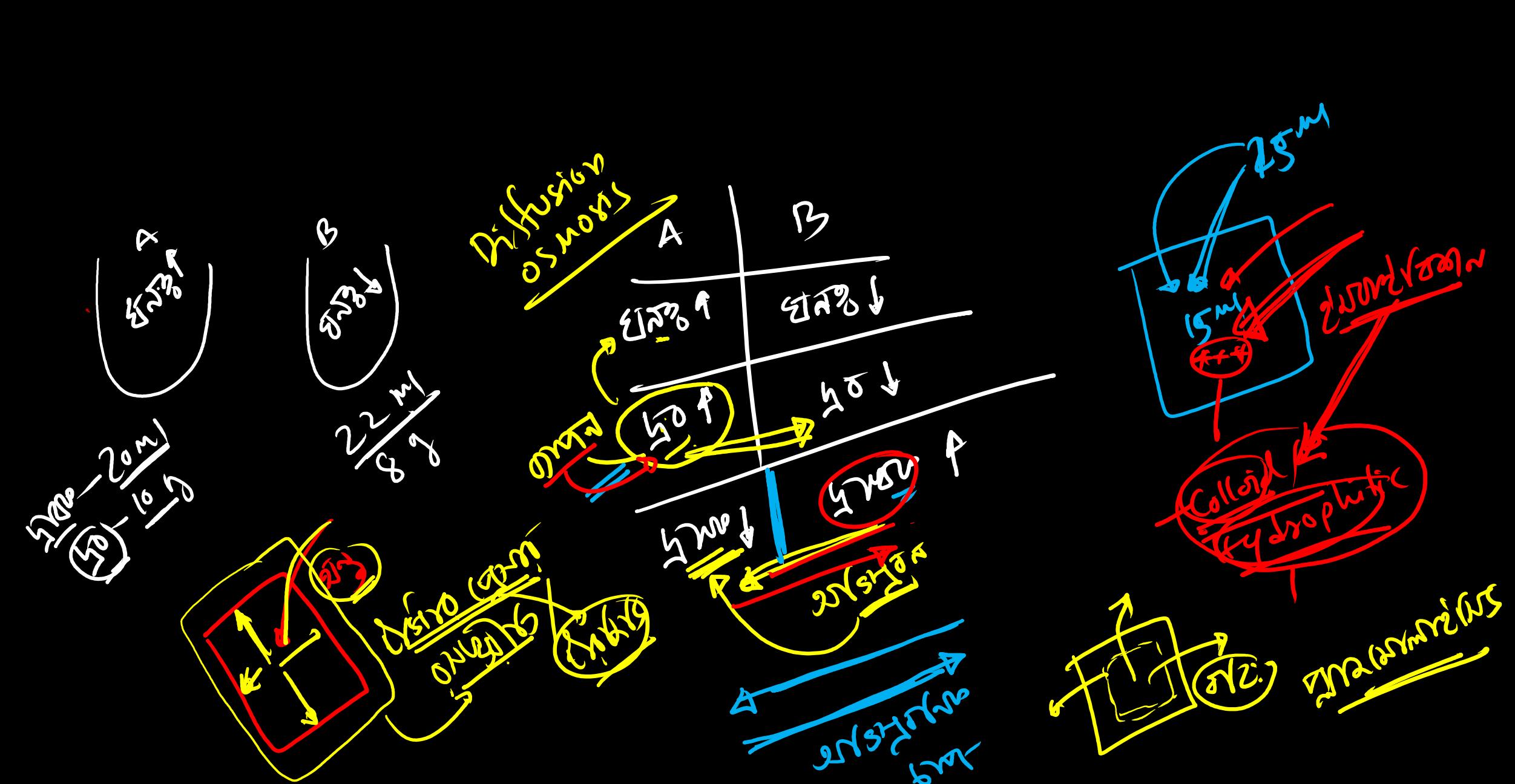


# উজ্জিদের খনিজ লবণ পরিশোষণ প্রক্রিয়া

## সক্রিয় পরিশোষণ

(i) লুনডেগড় মতবাদ	<ul style="list-style-type: none"><li>একে <u>Cytochrome Pump</u> মতবাদও বলে।</li><li>এ মতবাদ অনুযায়ী বাহক হচ্ছে <u>Cytochrome</u>. </li></ul>
(ii) প্রোটেন-অ্যানায়ন কো-ট্রাঙ্সপোর্ট মতবাদ	<ul style="list-style-type: none"><li>নির্দিষ্ট <u>প্রোটিন</u> নির্দিষ্ট আয়নের বাহক হিসেবে কাজ করে।</li><li>এ ধারণাটি <u>Peter Mitchel</u> এর কেমি-অসমোটিক মডেলের ভিত্তিতে প্রতিষ্ঠিত।</li></ul>
(iii) লেসিথিন বাহক ধারণা	<ul style="list-style-type: none"><li>Bennet <u>Clark</u> এর প্রবক্তা।</li><li>লেসিথিন নামক <u>ফসফোলিপিড</u> আয়ন বাহক হিসেবে কাজ করে।</li></ul>





# উত্তিরের খনিজ লবণ পরিশোষণ প্রক্রিয়া

নিষ্ক্রিয় পরিশোষণ	
(i) ব্যাপন মতবাদ	<ul style="list-style-type: none"><li>Hope &amp; Stevens এই মতবাদের প্রবক্তা।</li></ul>
(ii) আয়ন বিনিময় মতবাদ	<ul style="list-style-type: none"><li>ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন একসাথে পরিশোষিত হয় না। ডেভলিন, পাল্ডে, সিনহা এই মতবাদের প্রবক্তা।</li></ul>
(iii) ডোন্যান সাম্যাবস্থা মতবাদ	<ul style="list-style-type: none"><li>বিজ্ঞানী F.G. Donnan এই মতবাদের প্রবক্তা।</li></ul>
(iv) ব্যাপক প্রবাহ মতবাদ	<ul style="list-style-type: none"><li>Hylmo ও Kramen এই মতবাদের প্রবক্তা।</li></ul>



# উভিদের খনিজ লবণ পরিশোষণ প্রক্রিয়া

পার্থক্যের বিষয়	সক্রিয় পরিশোষণ <sup>ATP</sup>	নিষ্ক্রিয় পরিশোষণ
১. বিপাকীয় শক্তি	<ul style="list-style-type: none"> <li>সক্রিয় পরিশোষণে <u>বিপাকীয় শক্তির</u> প্রত্যক্ষ প্রয়োগের প্রয়োজন পড়ে।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>নিষ্ক্রিয় পরিশোষণে বিপাকীয় শক্তির প্রত্যক্ষ প্রয়োগের প্রয়োজন পড়ে <u>না</u>।</li> </ul>
২. শ্঵সন হার	<ul style="list-style-type: none"> <li>সক্রিয় পরিশোষণে শ্বসন হার <u>বৃদ্ধি</u> পায়।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>নিষ্ক্রিয় পরিশোষণে শ্বসন হার <u>স্বাভাবিক</u> থাকে।</li> </ul>
৩. ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন শোষণ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ক্যাটায়ন (+) ও অ্যানায়ন (-) এর শোষণ <u>একই সাথে</u> সংঘটিত হয়।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ক্যাটায়ন (+) ও অ্যানায়ন (-) এর শোষণ একই সাথে সংঘটিত হয় <u>না</u>।</li> </ul>
৪. আয়ন বাহক	<ul style="list-style-type: none"> <li>সক্রিয় পরিশোষণ বাহক আয়ন বা অণু দ্বারা সম্পন্ন হয়।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>নিষ্ক্রিয় পরিশোষণে কোনো বাহক আয়ন বা অণুর দরকার হয় <u>না</u>।</li> </ul>
৫. এনজাইম বা উৎসেচক	<ul style="list-style-type: none"> <li>সক্রিয় শোষণে এনজাইম গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>এনজাইমের কোনো ভূমিকা <u>নেই</u>।</li> </ul>

# খনিজ লবণ পরিশোষণের প্রভাবকসমূহ

প্রভাবক	প্রভাব
↑ আয়নের ঘনত্ব	• ↑ খনিজ লবণ পরিশোষণ (একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত)।
↑ তাপমাত্রা	• ↑ খনিজ লবণ পরিশোষণ।
আলো	• পরোক্ষ প্রভাব ফেলে।
↓ শ্বসনিক বস্তু	• ↓ খনিজ লবণ পরিশোষণ।
↓ অক্সিজেন	• ↓ খনিজ লবণ পরিশোষণ।
আয়নের পারস্পরিক ক্রিয়া	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{Ca}</math>, <math>\text{Mg}</math> আয়নের উপস্থিতি <math>\text{K}</math> আয়নের শোষণকে বাধাগ্রস্ত করতে পারে।</li> </ul>

## Poll Question-01

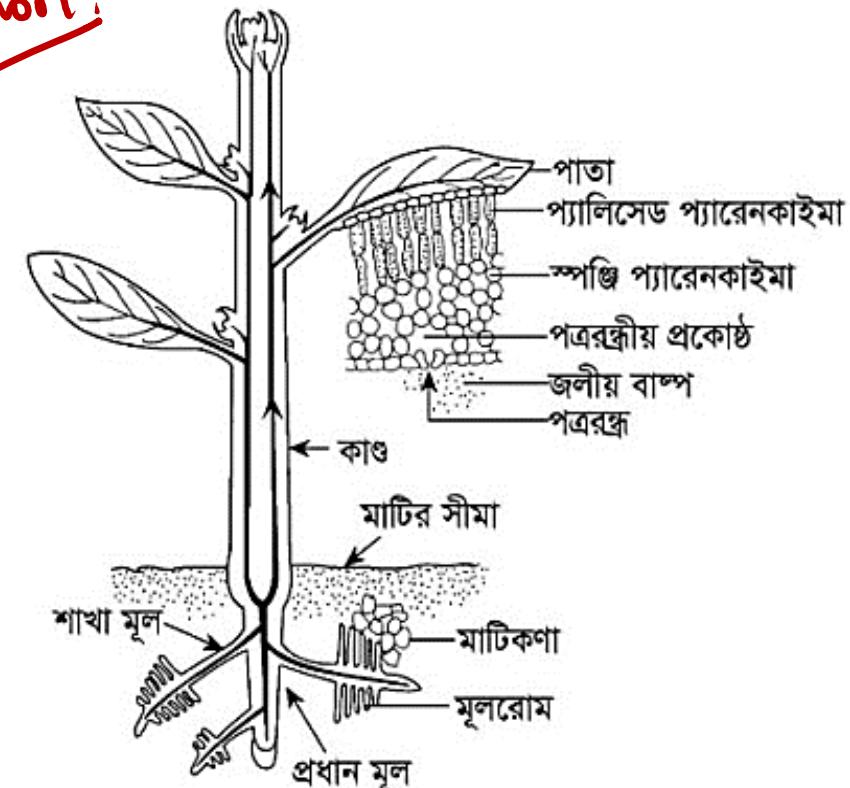
সর্বাপেক্ষা মন্ত্র গতিতে শোষিত হয় কোন আয়ন ?



## প্রস্তুতি

- যে শারীরতাত্ত্বিক (physiological) প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদের বায়বীয় অঙ্গ (সাধারণ পাতা) হতে অতিরিক্ত পানি বাস্পাকারে বের হয়ে যায়, তাকে প্রস্তুতি বলে। বায়ুমণ্ডলে উন্মুক্ত উদ্ভিদের যে কোনো অংশে প্রস্তুতি সংঘটিত হয়। তবে পাতাই উদ্ভিদের প্রধান প্রস্তুতি অঙ্গ।
- (শতকরা ৯৯ ভাগ পর্যন্ত) পানি বাস্পাকারে বের হয়ে যায়।

চিত্রণ



চিত্র : উদ্ভিদে মূল কর্তৃক পানি পরিশোষণ এবং  
পাতা কর্তৃক প্রস্তুতি প্রক্রিয়ায় নির্গমন

৬০

চিত্রণ  
প্রস্তুতি

## প্রস্তেবন

প্রস্তেবনের প্রকার: যে পথে পানি বাষ্পাকারে উত্তিদ দেহাভ্যন্তর হতে বায়ুমণ্ডলে ছড়িয়ে পড়ে সে পথের ভিন্নতার উপর নির্ভর করে প্রস্তেবনকে **তিন ভাগে** ভাগ করা হয়; যথা:-

### পত্ররন্ধীয় প্রস্তেবন

- শতকরা ৯০-৯৫% ভাগ

✓  
পাতাই প্রস্তেবনের  
প্রধান অঙ্গ

২৫-৩০%

### লেন্টিকুলার প্রস্তেবন

২০%

- খুব কম পরিমাণ
- কাণ্ডের লেন্টিসেলের  
মধ্য দিয়ে প্রস্তেবন

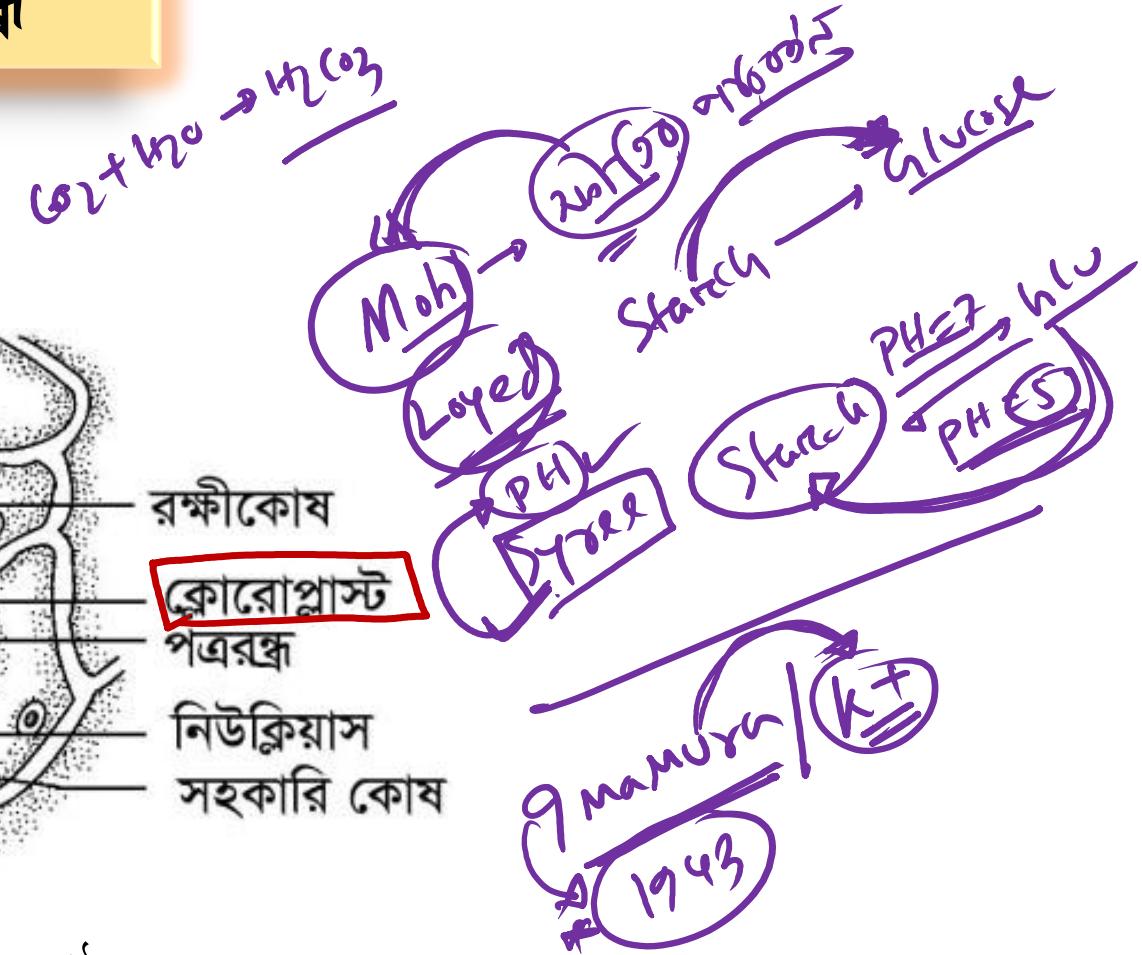
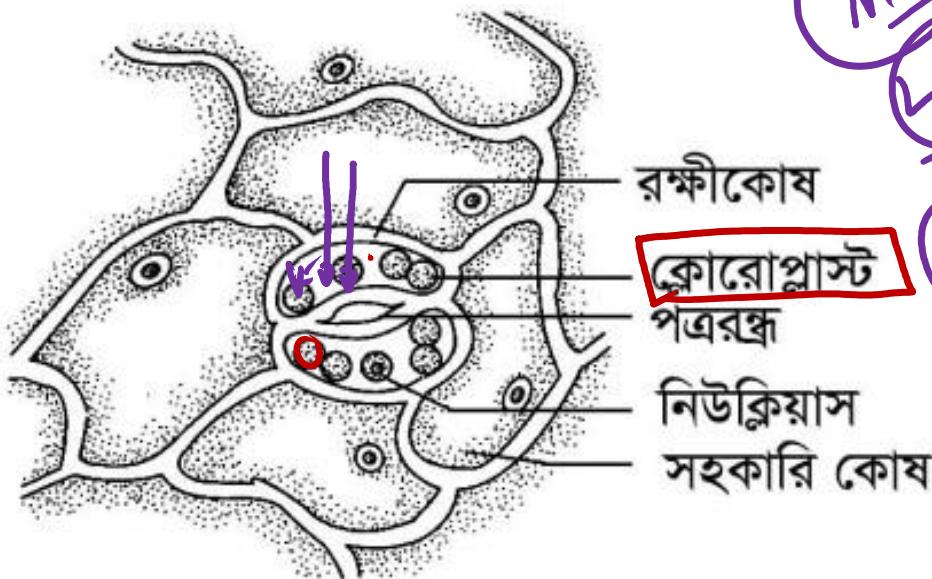
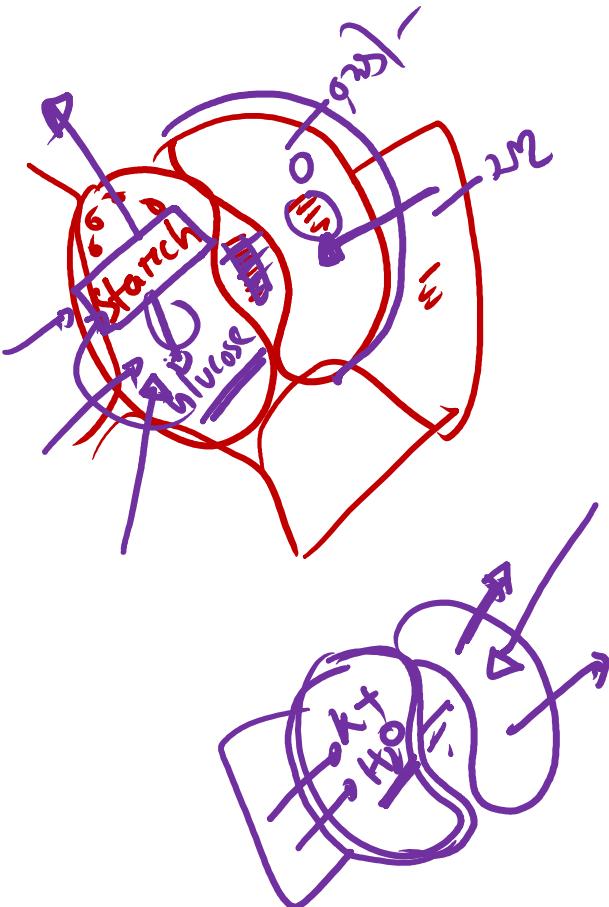
### ত্বকীয় প্রস্তেবন

১০-১৫%

- অত্যধিক শুষ্কাবস্থায়  
যখন পত্ররন্ধ বন্ধ হয়ে  
যায় তখনও ত্বকীয়  
প্রস্তেবন চলতে পারে

২-৫%

## পত্ররঞ্জ



চিত্র : পত্ররঞ্জের গঠন

# পত্রন্ত্র

 <b>গঠন</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>পাতার উপরিতলে অবস্থিত দুটি <b>অর্ধচন্দ্রাকৃতির</b> রক্ষীকোষ এবং এদের দিয়ে বেষ্টিত রন্ধন নিয়ে গঠিত।</li> <li>রক্ষীকোষে একটি <b>সুস্পষ্ট</b> নিউক্লিয়াস, <b>বহু ক্লোরোপ্লাস্ট</b> ও ঘন সাইটোপ্লাজম থাকে।</li> <li><b>স্টোম্যাটার</b> নিচে একটি বড় <b>বায়ুকুঠির</b> থাকে।</li> </ul>
<b>সংখ্যামূলক তথ্য</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>প্রজাতির উপর নির্ভর করে পাতার প্রতি <b>বর্গ সেন্টিমিটার</b> এলাকায় <b>১,০০০ হতে ৬০,০০০ পত্রন্ত্র</b> থাকতে পারে।</li> <li>অধিকাংশ <b>উডিদের</b> পত্রন্ত্র পূর্ণ খোলা থাকে সকাল <b>১০-১১</b> টা এবং বিকাল <b>২-৩</b> টায়।</li> </ul>
<b>বিশেষ তথ্য</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>রাতের বেলায় <b>পত্রন্ত্র</b> বন্ধ থাকে। (ব্যক্তিগত: <b>পাথর কুচি</b>)</li> <li><b>বু</b> <b>লাইট</b> <b>পত্রন্ত্র</b> খোলা ত্বরিত করে।</li> <li>লুক্ষণ্যত পত্রন্ত্র প্রস্তেবনের হার <b>হাস</b> করে।</li> </ul>
<b>কাজ</b>	উডিদের প্রধান তিনটি শারীরবৃত্তীয় কাজে পত্রন্ত্র অংশগ্রহণ করে থাকে। যথা- <b>সালোকসংশ্লেষণ</b> , <b>শ্বসন</b> ও <b>প্রস্তেবন</b> ।



# পত্ররঞ্জ খোলা ও বন্ধ হওয়ার কৌশল

- বিজ্ঞানী F. E. Loyd এর **স্টাচ-শ্যুগার মতবাদ**
- বিজ্ঞানী H. Von Mohl এর মতবাদ

• পত্ররঞ্জে রক্ষীকোষস্থ কোষরসের **অভিস্রবণিক চাপের তারতম্যের** উপর পত্ররঞ্জের খোলা বা বন্ধ হওয়া নির্ভরশীল।

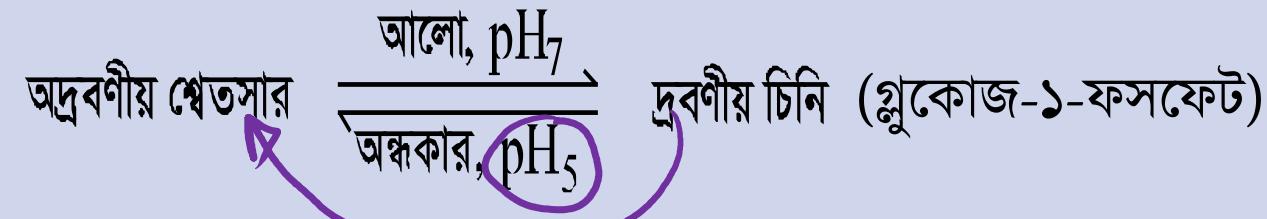
• **রক্ষীকোষের স্ফীতির** পরিবর্তনই পত্ররঞ্জ খোলা ও বন্ধ হওয়ার প্রধান কারণ।

- বিজ্ঞানী স্যারের এর মতবাদ

→ *Qmawra*

বিজ্ঞানী **স্টিওয়ার্ড** এর স্টাচ-গ্লুকোজ পরম্পর রূপান্তর মতবাদ

• শ্বেতসার ও চিনির আন্তঃপরিবর্তন কোষ রসের **pH** এর জন্য ঘটে থাকে।

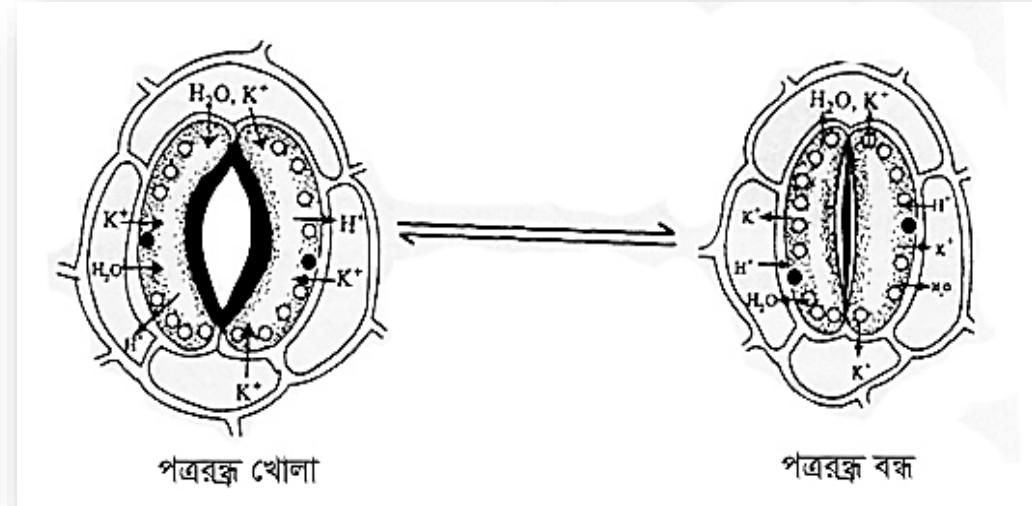


• শ্বেতসার ও গ্লুকোজ -১-ফসফেট উপাদান উভয়ই অদ্রবণীয় হওয়ায় অভিস্রবণিক চাপের কোন পরিবর্তন হয় না।

# পত্ররন্ধ খোলা ও বন্ধ হওয়ার কৌশল

আধুনিক মতবাদ বা প্রাটন প্রবাহ মতবাদঃ

- S. Imamura রক্ষীকোষে পটাশিয়াম আয়ন প্রবেশ প্রমাণ করেন।
- কোষে  $\text{CO}_2$  এর পরিমাণ কমে গেলে রক্ষীকোষে  $\text{K}^+$  প্রবেশ বৃদ্ধি পায়, ফলে পার্শ্ববর্তী কোষ থেকে রক্ষীকোষে পানি প্রবেশ করে ও রক্ষীকোষ ফিল হয়ে পত্ররন্ধ খুলে যায়।
- রক্ষীকোষ থেকে সক্রিয়ভাবে  $\text{H}^+$  বের হয়ে গেলেও পত্ররন্ধ খুলে যায়।



## Poll Question-02

অত্যধিক শুষ্ক অবস্থায় কোন প্রস্তেদন চলে ?

(a) পত্ররক্ষায়

(b) লেন্টিকুলার

(c) কিউটিকুলার 

(d) সবগুলোই

# প্রভাবকসমূহ

৩০৮K ১০ম

## বাহ্যিক প্রভাবকসমূহ

- ✓  $\uparrow$  প্রথর সূর্যালোক  $\rightarrow$   $\uparrow$  প্রস্তেদন  
(ব্লু লাইট পত্ররক্ষ খোলা ভৱান্বিত করে।)
  - ✓  $\uparrow$  বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা  $\rightarrow$   $\uparrow$  প্রস্তেদন
  - ~~•  $\downarrow$  আপেক্ষিক আর্দ্রতা  $\rightarrow$   $\uparrow$  প্রস্তেদন~~
  - $\uparrow$  বায়ু প্রবাহ  $\rightarrow$   $\uparrow$  প্রস্তেদন
  - $\uparrow$  মাটিস্থ পানি  $\rightarrow$   $\uparrow$  প্রস্তেদন
  - ~~•  $\uparrow$  চাপ  $\rightarrow$   $\downarrow$  প্রস্তেদন~~
- গোপনীয়

## অভ্যন্তরীণ প্রভাবকসমূহ

- মূল - বিটপ অনুপাত
  - পাতার গঠন
  - $\uparrow$  পাতার আয়তন ও সংখ্যা  $\rightarrow$   $\uparrow$  প্রস্তেদন
  - $\uparrow$  মেসোফিল টিস্যুতে পানির পরিমাণ  $\rightarrow$   $\uparrow$  প্রস্তেদন
  - $\uparrow$  জীবনীশক্তি  $\rightarrow$   $\uparrow$  প্রস্তেদন
  - $\uparrow$  পত্ররক্ষ  $\rightarrow$   $\uparrow$  প্রস্তেদন
- ২০৮K  
ব্যবস্থা

S. Hale  
৩০৮K ১০ম

৫.১৫ ৭৮৫  
৫.১৫

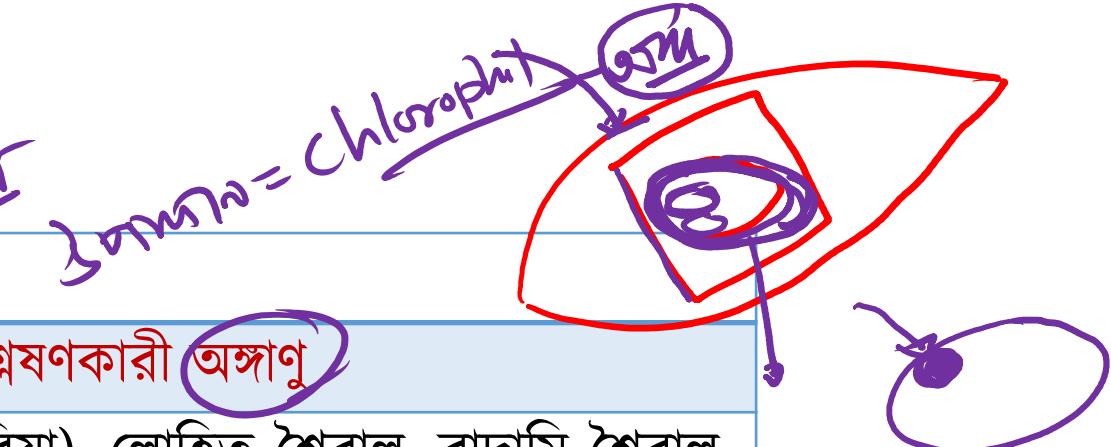
# সালোকসংশ্লেষণ

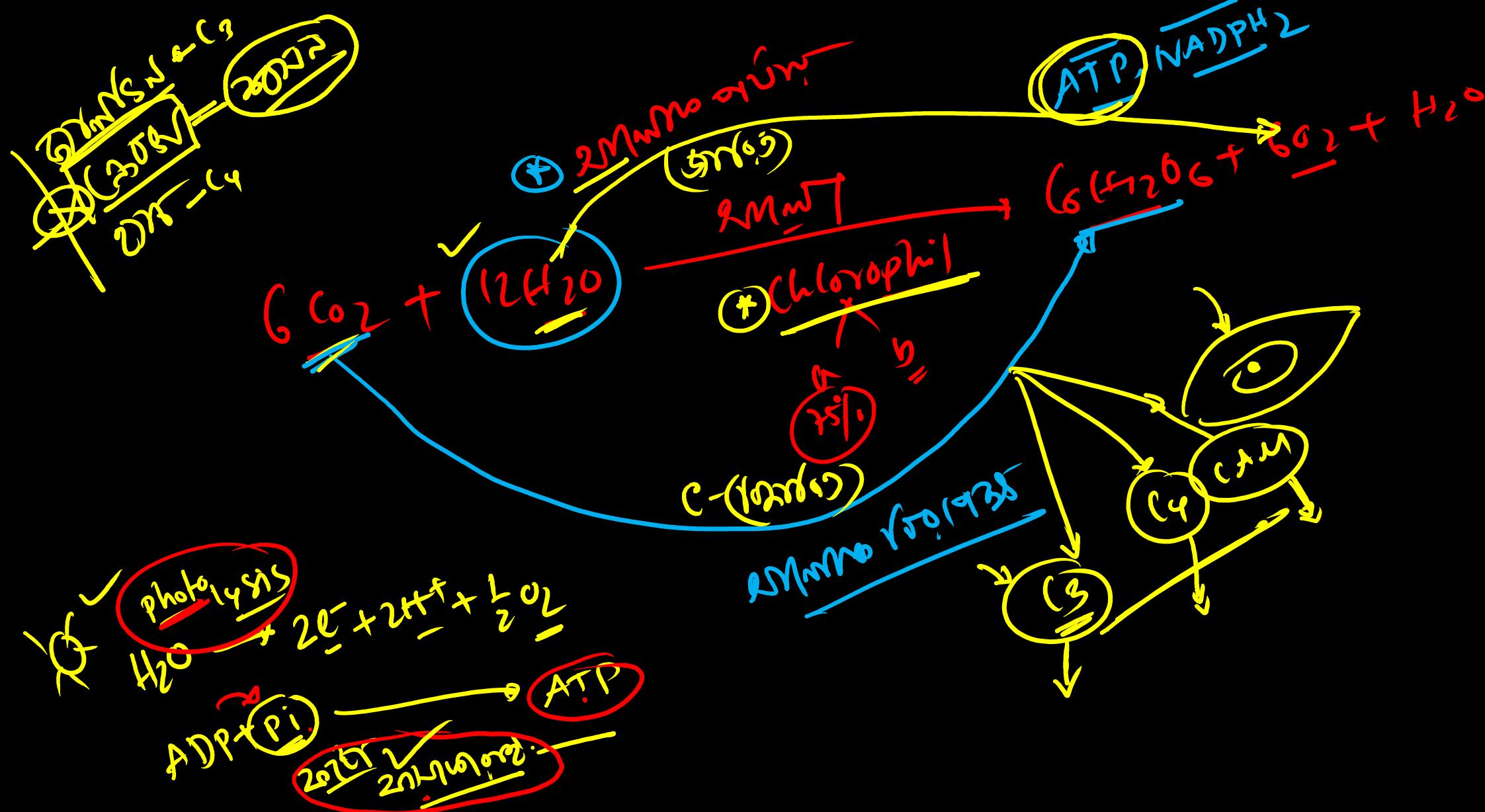
✓ Photosynthesis শব্দটি সর্বপ্রথম ব্যবহার করেন বিজ্ঞানী বার্নেস (C.R Barnes) ১৮৯৮ খ্রিস্টাব্দে।



## সালোকসংশ্লেষণ অঙ্গাঙুঃ

- সবুজ পাতাই সালোকসংশ্লেষণের প্রধান অঙ্গ পর্যটা
- উন্নত উদ্ভিদের ক্ষেত্রে ক্লোরোপ্লাস্ট-কে সালোকসংশ্লেষণকারী অঙ্গ
- ✓ ব্যাকটেরিয়া, নীলাভ-সবুজ শৈবাল (সায়ানোব্যাকটেরিয়া), লোহিত শৈবাল, বাদামি শৈবাল ইত্যাদির সালোকসংশ্লেষণকারী অঙ্গ হলো ক্রোমাটোফোর







# সালোকসংশ্লেষণ অঙ্গ ও রঞ্জক পদার্থ

**রঞ্জক পদার্থ :** যে সব রঞ্জক পদার্থ সালোকসংশ্লেষণে জড়িত সেগুলো হচ্ছে-

ক্লোরোফিল, ক্যারোটিনয়েডস ও ফাইকোবিলিন।

১. **ক্লোরোফিল (Chlorophyll):** ক্লোরোফিল -a (হলদে সবুজ রঙের), ক্লোরোফিল -b (নীলাভ সবুজ রঙের)
২. **ক্যারোটিনয়েডস (Carotinoids) :** ক্যারোটিন (কমলা রঙের), জ্যান্থোফিল (হলুদ রঙের)
৩. **ফাইকোবিলিন (Phycobilins) :** ফাইকোসায়ানিন (নীল রঙের), ফাইকোইরেথ্রিন (লাল রঙের)

# আলোর বর্ণালির কর্মক্ষমতা

আপত্তি সূর্যালোক

- ৮-৩% ক্লোরোপ্লাস্টে শোষিত হয়।
- ১২% বায়ুমণ্ডলে প্রতিফলিত হয়।
- ৫% ভূগর্ভে প্রতিসরিত বা বিলীন হয়।

ব্যবহার

- শোষিত সৌররশ্মির মাত্র  $0.5-3.5\%$  ক্লোরোফিল ও অন্যান্য রঞ্জক পদার্থ কর্তৃক শোষিত হয়।

বেশি ব্যবহৃত আলো

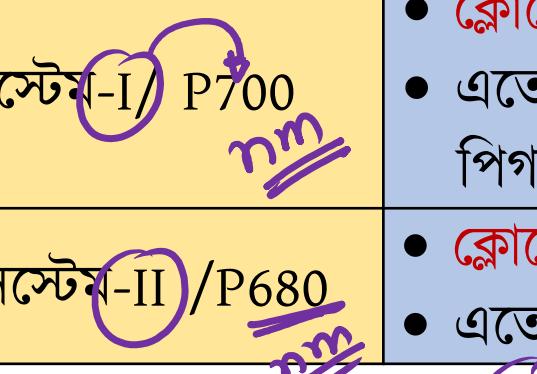
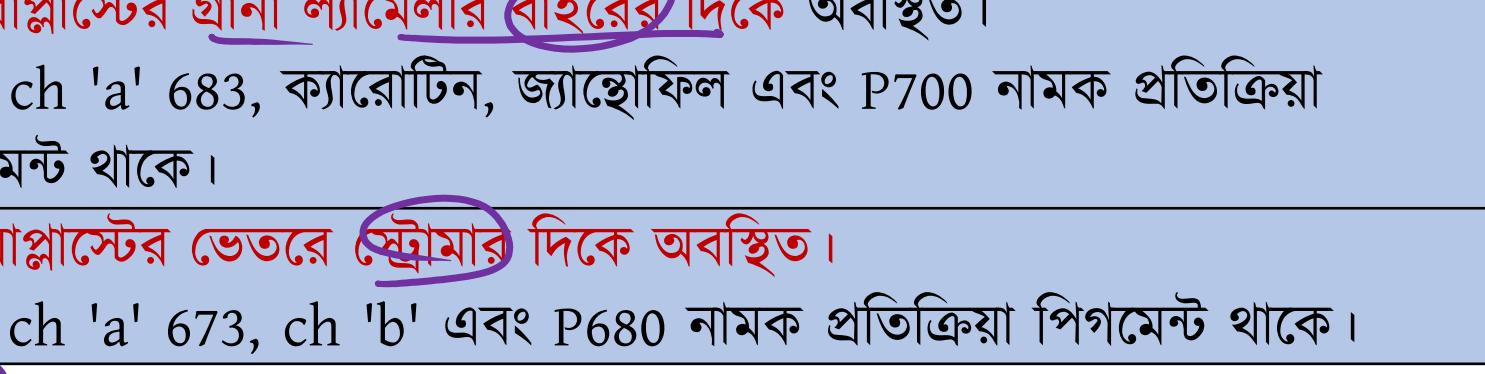
- বেগুনি-নীল ও কমলা-লাল।

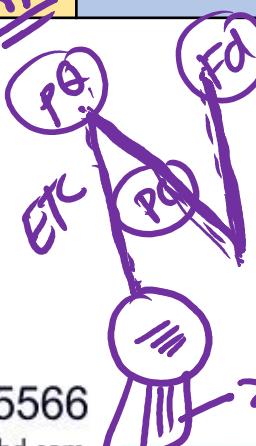
সালোকসংশ্লেষণ বেশি হয়

- লাল আলোতে।

নম-পুরুষ

# ফটোসিস্টেম

অবস্থান	• থাইলাকয়েড <u>মেম্ব্রেন</u> অবস্থান করে এবং <u>এতে ৪০০ পর্যন্ত ক্লোরোফিল</u> অণু থাকতে পারে।
অংশ	• তিনটি। যথা: <u>আলোক শোষণ অংশ</u> , <u>বিক্রিয়া কেন্দ্র</u> এবং <u>ইলেকট্রন ট্রান্সপোর্ট চেইন</u> । ETC
প্রকারভেদ	
(i) ফটোসিস্টেম-I/P700 	• ক্লোরোপ্লাস্টের <u>গ্রানা ল্যামেলীর বাইরের</u> দিকে অবস্থিত। • এতে ch 'a' 683, ক্যারোটিন, জ্যান্থোফিল এবং P700 নামক প্রতিক্রিয়া পিগমেন্ট থাকে।
(ii) ফটোসিস্টেম-II/P680 	• ক্লোরোপ্লাস্টের ভেতরে <u>স্ট্রোমার</u> দিকে অবস্থিত। • এতে ch 'a' 673, ch 'b' এবং P680 নামক প্রতিক্রিয়া পিগমেন্ট থাকে।



# ইলেকট্রন ট্রান্সপোর্ট চেইন

অংশ	রাসায়নিক গঠন
(i) ফিরোফাইটিন	<ul style="list-style-type: none"> <li>একটি রূপান্তরিত ক্লোরোফিল-a অণু। <b>MAT</b></li> </ul>
(ii) প্লাস্টেকুলিন	<ul style="list-style-type: none"> <li>অতি ছাট চলনশীল <b>লিপিড</b>।</li> </ul>
(iii) সাইটোক্রোম	<ul style="list-style-type: none"> <li>গৌহ ঘটিত হিম গ্রুপবিশিষ্ট প্রোটিন।</li> </ul>
(iv) প্লাস্টেসায়ানিন	<ul style="list-style-type: none"> <li>অত্যন্ত চলনশীল একটি ক্ষুদ্র মেম্ব্রেন <b>প্রোটিন</b> যার ইলেকট্রন গ্রহীতা গ্রুপ ক্পার।</li> </ul>
(v) ফেরিডক্সিন	<ul style="list-style-type: none"> <li>এটি একটি <b>আয়রন-সালফার (Fe-S)</b> প্রোটিন।</li> </ul>
(vi) NADP reductase	<ul style="list-style-type: none"> <li>এটি আসলে একটি ফ্ল্যাভোপ্রোটিন এবং বাউড কো-এনজাইম FAD. ইলেকট্রন গ্রহীতা হলো ফ্ল্যাভিন গ্রুপ।</li> </ul>

# সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার কলাকৌশল

১৯০৫ খ্রিস্টাব্দে ইংরেজ শারীরতত্ত্ববিদ **ব্ল্যাকম্যান** সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়াকে দুটি অধ্যায়ে ভাগ করেন; যথা-

- (ক) আলোকনির্ভর অধ্যায় এবং
- (খ) আলোক নিরপেক্ষ অধ্যায়।

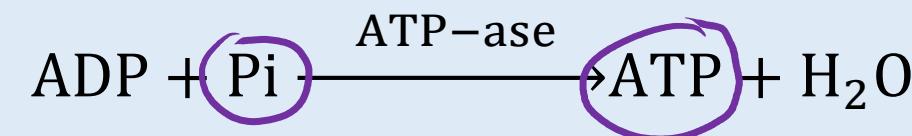
আলোকনির্ভর অধ্যায়: বিক্রিয়াসমূহ থাইলাকয়েড মেম্ব্রেন-এ সংঘটিত হয়। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় যে অধ্যায়ে  
আলোক শক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে ATP ও NADPH + H<sup>+</sup> তে সঞ্চারিত হয়, তাকে আলোকনির্ভর  
অধ্যায় বলে। এ অংশের জন্য আলো অপরিহার্য।

photolyase



## ফটোফসফোরাইলেশন

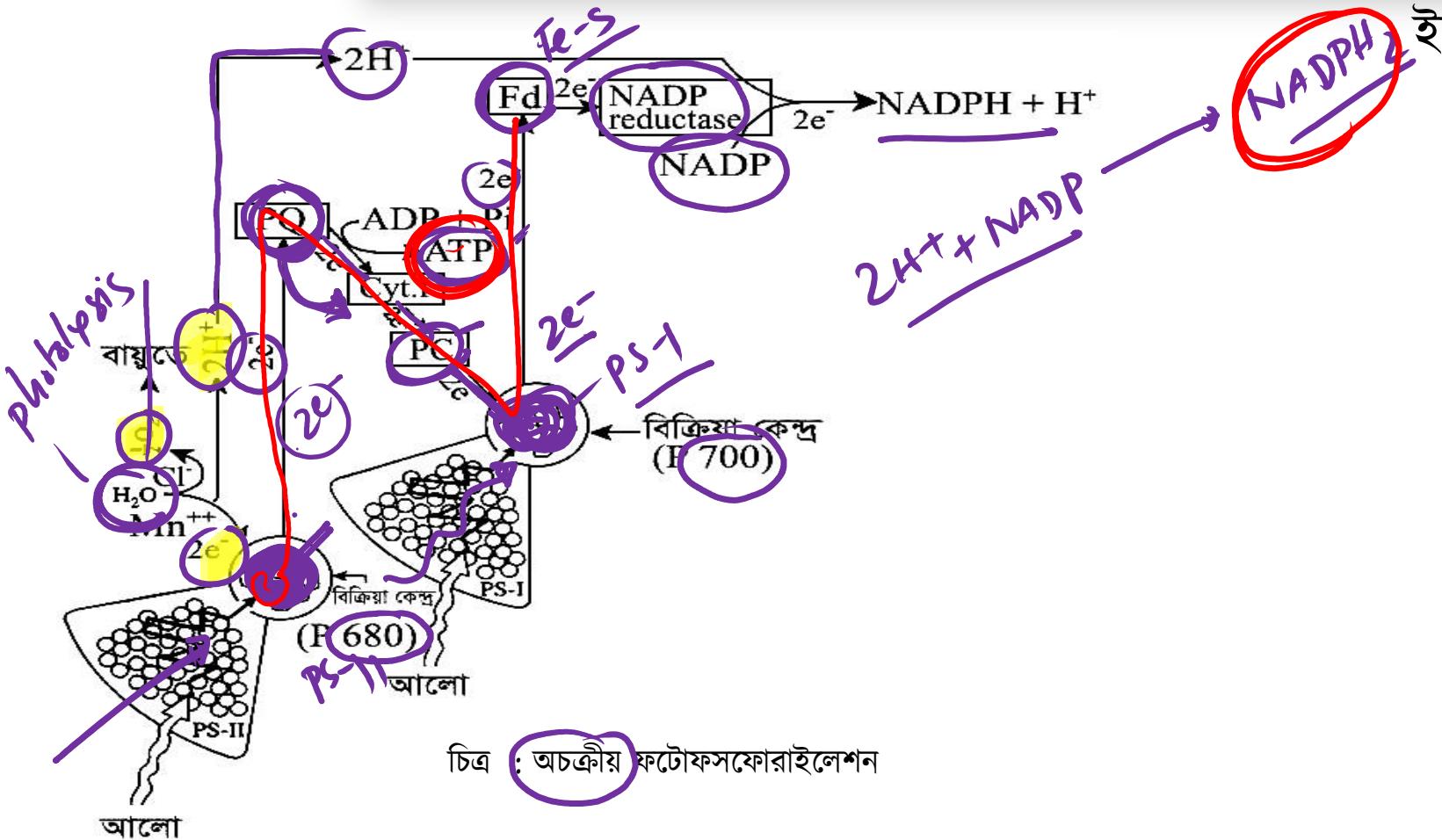
- কোনো ঘৌগের সাথে ফসফেট সংযুক্তি প্রক্রিয়াকে বলা হয় ফসফোরাইলেশন; আর আলোক শক্তি ব্যবহার করে ফসফোরাইলেশন ঘটানোকে বলা হয় ফটোফসফোরাইলেশন। **সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়** আলোক শক্তি ব্যবহার করে ATP তৈরি প্রক্রিয়াকে বলা হয় **ফটোফসফোরাইলেশন**



✓ ফটোফসফোরাইলেশন দু'ভাবে হতে পারে

- ১। অচক্রীয় (non-cyclic)      ] গাম্ভী  
২। চক্রীয় (cyclic)

# অচক্রীয় (non-cyclic) ফটোফসফোরাইলেশন



ইলেকট্রন প্রবাহের ক্রম  
PS-II (P680)

ফিয়োফাইটিন

প্লাস্টেকুইন

সাইটোক্রোম - এফ

প্লাস্টেসায়ানিন

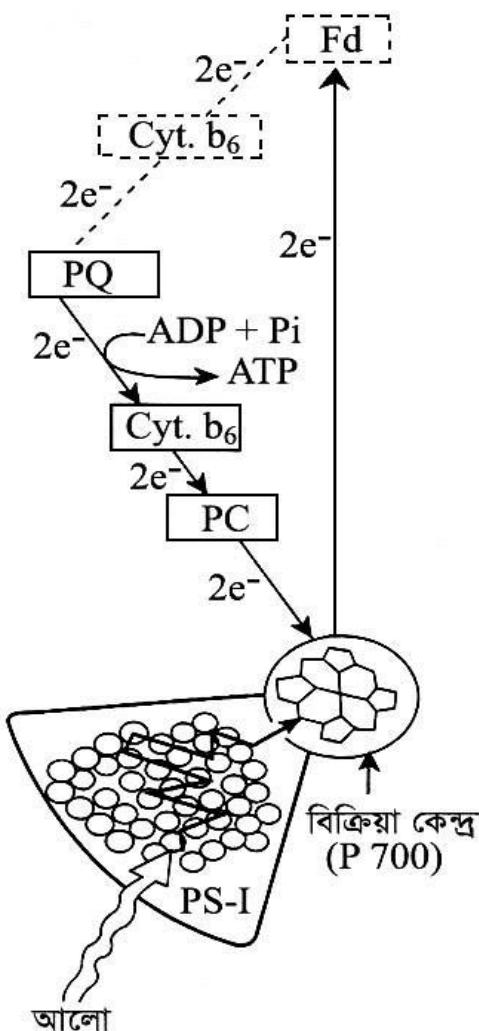
PS-I (P700)

ফেরিডক্সিন

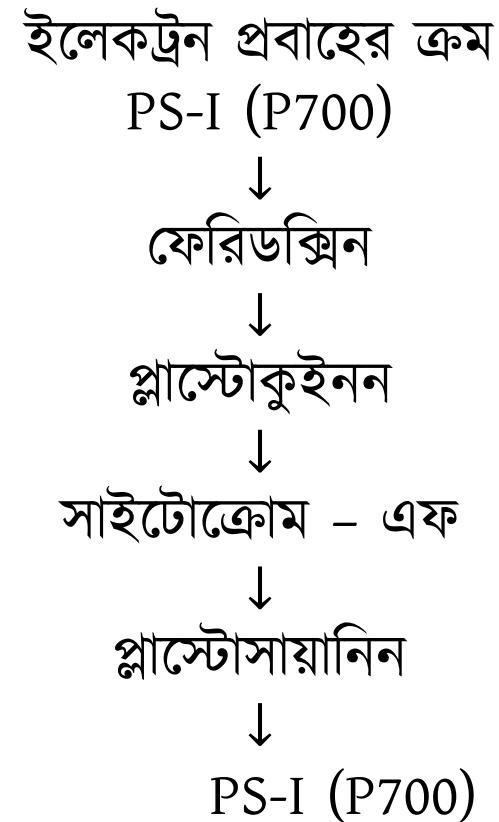
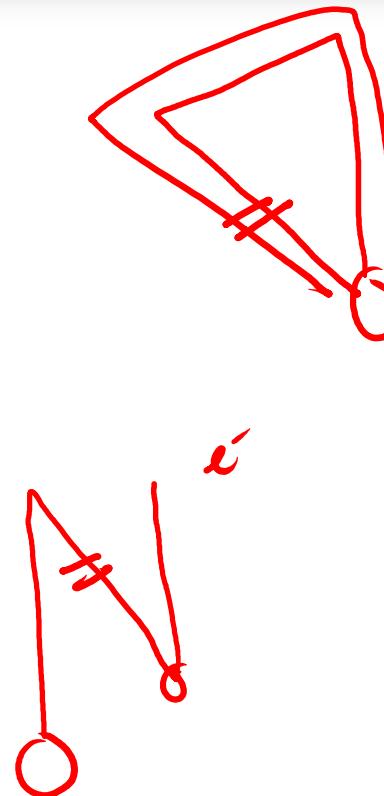
NADP- reductase

জীববিজ্ঞান

# চক্রীয় (cyclic) ফটোফসফোরাইলেশন



চিত্র : চক্রীয় ফটোফসফোরাইলেশন



# অচক্রীয় ও চক্রীয় ফটোফসফোরাইলেশন-এর মধ্যে পার্থক্য

পার্থক্যের বিষয়	অচক্রীয় ফটোফসফোরাইলেশন	চক্রীয় ফটোফসফোরাইলেশন
১. উৎক্ষিপ্ত ইলেকট্রন	<ul style="list-style-type: none"> <li>PS-II হতে উৎক্ষিপ্ত ইলেকট্রন পুনরায় PS-II তে ফিরে আসে না।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PS-I হতে উৎক্ষিপ্ত ইলেকট্রন বিভিন্ন বাহকের মাধ্যমে বাহিত হয়ে পুনরায় PS-I এ ফিরে আসে।</li> </ul>
২. ফটোসিস্টেম	<ul style="list-style-type: none"> <li>PS-I ও PS-II উভয়ই অংশগ্রহণ করে।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>কেবলমাত্র PS-I অংশগ্রহণ করে।</li> </ul>
৩. পানির প্রয়োজন	<ul style="list-style-type: none"> <li>পানির প্রয়োজন হয়। কারণ পানির ইলেকট্রন ও প্রোটন এ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>পানির প্রয়োজন হয় না।</li> </ul>
৪. $O_2$ উৎপন্ন	<ul style="list-style-type: none"> <li>পানির ভাঙনের ফলে <math>O_2</math> উৎপন্ন হয় যা পরে নির্গত হয়।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>কোনো <math>O_2</math> উৎপন্ন হয় না কারণ এ প্রক্রিয়ায় কোনো পানি ব্যবহৃত হয় না।</li> </ul>
৫. NADP এর জারণ	<ul style="list-style-type: none"> <li>এক অণু NADP বিজারিত হয়ে এক অণু <math>NADPH + H^+</math> সৃষ্টি করে।</li> <li>অচক্রীয় ফটোফসফোরাইলেশনে কম তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহৃত হয়।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>কোনো NADP বিজারিত হয় না।</li> <li>তুলনামূলকভাবে অধিক তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহৃত হয়।</li> </ul>
৬. আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য		

## Poll Question-03

ফটোসিস্টেম **-1** এ শোষিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কোনটি ?

- (a) P680
- (b) P860
- (c) P700
- (d) P086

~~P<sub>S-1</sub>  
680~~

## আলোক নিরপেক্ষ অধ্যায় (Light independent reactions)

- কার্বোহাইড্রেট তৈরি বা কার্বন বিজারণ পদ্ধতি।
  - আলোকনির্ভর অধ্যায়ে সৃষ্টি ATP ও NADPH+H<sup>+</sup> বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে CO<sub>2</sub> হতে কার্বোহাইড্রেট (শর্করা) উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।
  - আবহমণ্ডলের CO<sub>2</sub> হতে বিভিন্ন রাসায়নিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে কার্বহাইড্রেট সৃষ্টির তিনটি স্বীকৃত পথ আছে, তা হল-
- (১) ক্যালভিন চক্র, ৩  
(২) হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র ৪  
(৩) CAM প্রক্রিয়া।
- CO<sub>2</sub>

# ক্যালভিন চক্র (পথ) বা $C_3$ চক্র

ক্যালভিন ও তাঁর সহযোগীরা

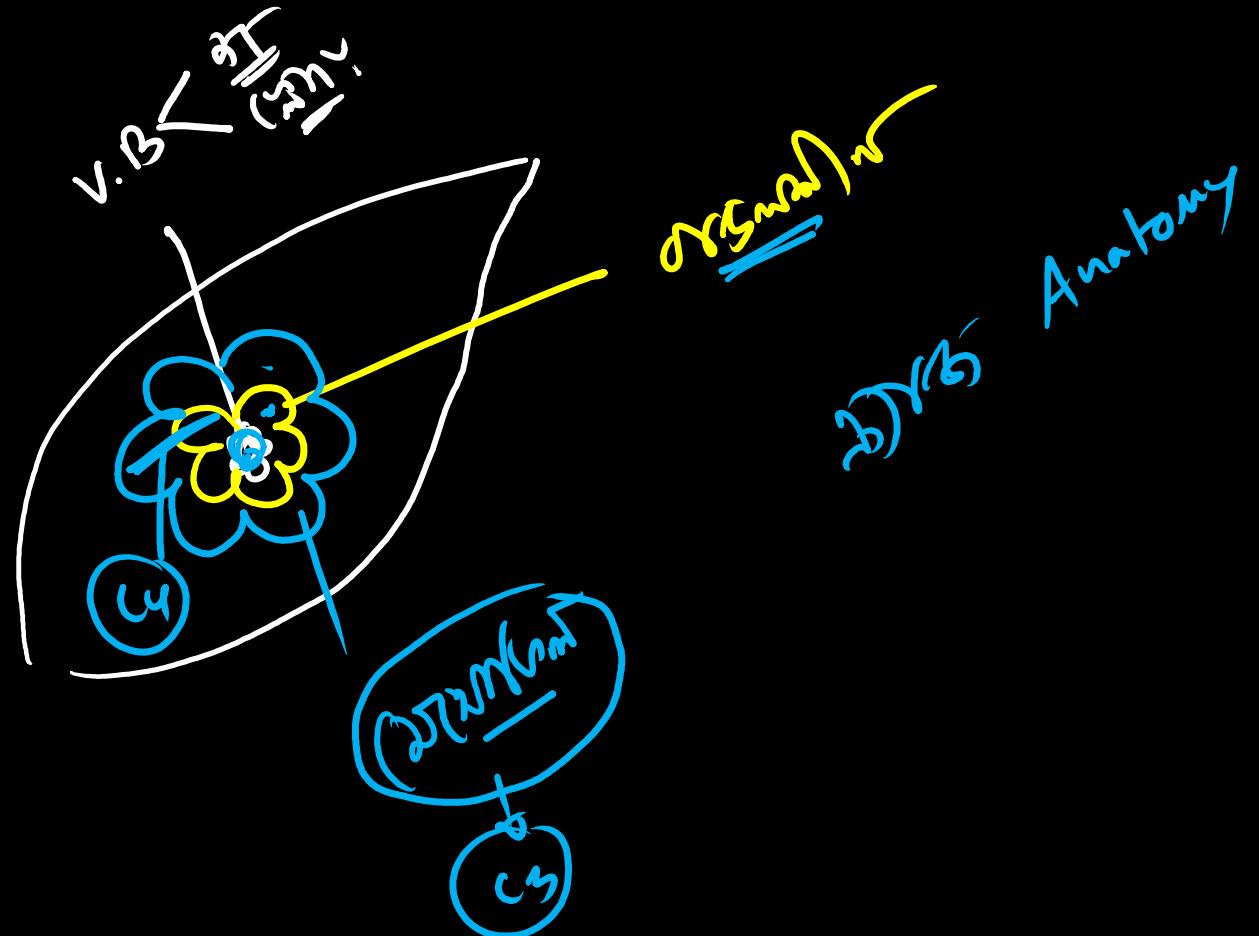
তেজস্ক্রিয় কার্বন ( $^{14}C$  - কার্বনের আইসোটোপ) ব্যবহার করে

~~সন্ধানী~~ পদ্ধতিতে (tracer technique)

*Chlorella* নামক এককোষী শৈবালে কার্বন বিজ্ঞারণের চক্রাকার গতিপথ।

সংক্ষেপে ক্যালভিন চক্র ৪ ধাপেঃ

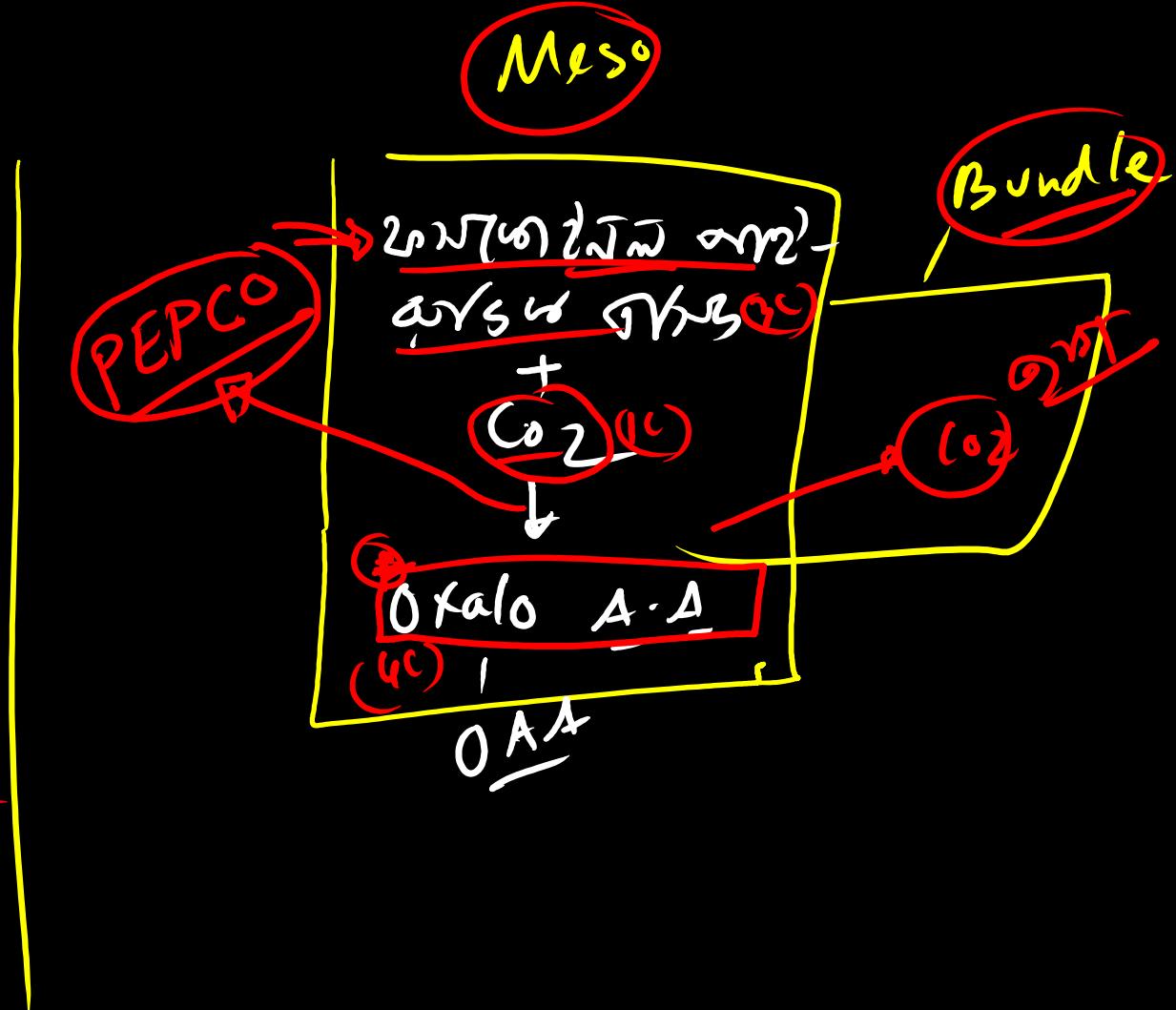
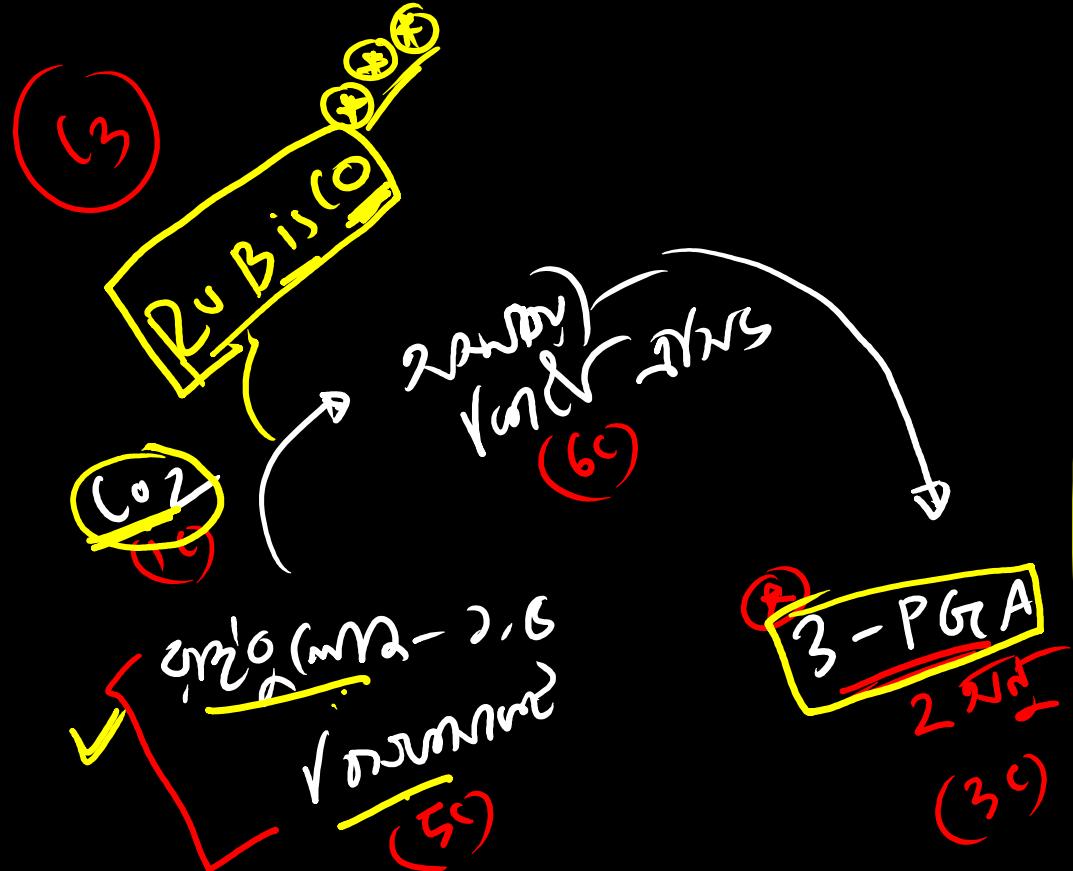
১. কার্বন যোগ(কার্বোক্সাইলেশন)
২. ফসফেট যোগ (ফসফোরাইলেশন)
৩. হাইড্রোজেন যোগ (রিডাকশন)
৪. RuBP পুনঃউৎপাদন ~~এবং~~ দ্রব্য (স্টার্চ, সুক্রেজ) উৎপাদন



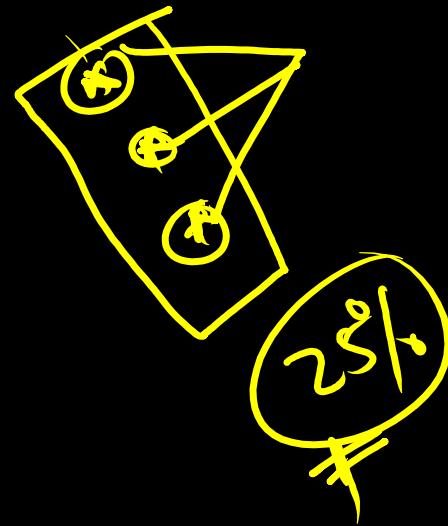
organ

Anatomy

C<sub>3</sub>)C<sub>4</sub>



<u>mitochondria</u>	$O_2 = \uparrow$
$\downarrow$	$2N_{2}O_{4} \uparrow$
$\downarrow$	$2NH_4^{+} \rightarrow 2NH_3 \uparrow$
2	$2O_2 \text{ from O}_2$
2	$2 \text{ Chloroplast}$
(N <sub>2</sub> )	$2NO_2 \text{ from N}_2$
N <sub>2</sub>	$2NH_4^{+} \text{ from NH}_3$
$CO_2 \text{ (from)}$	$\oplus CO_2 \text{ का}$
P-1,5 Bis	PEP Acid
Rubisco	PEPCO
3 phat	OAA

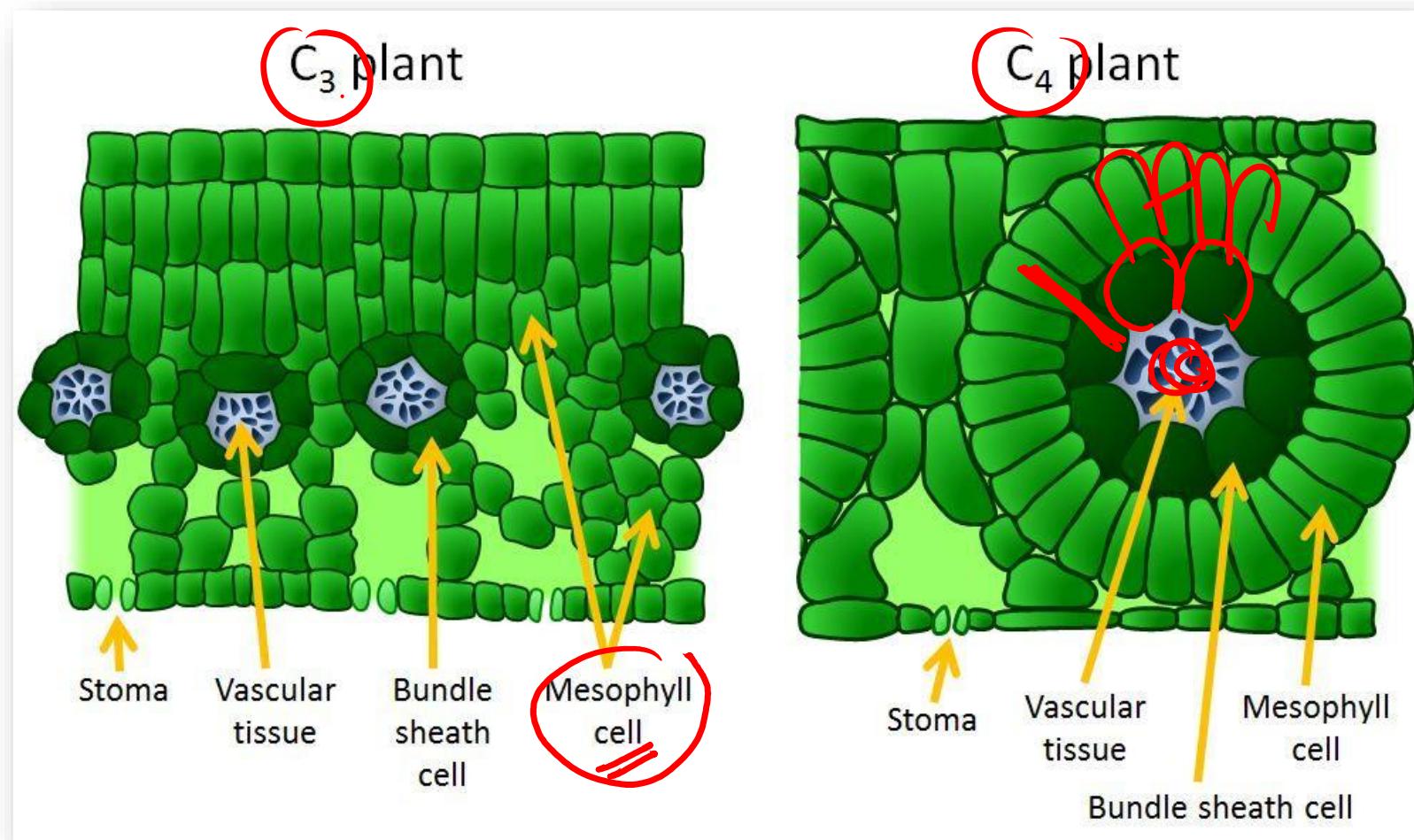


# হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র বা $C_4$ চক্র

- ✓ M. D. Hatch and C. R. Slack নামক দু'জন অস্ট্রেলীয় বিজ্ঞানী
- ✓ ইক্ষু উদ্ভিদ নিয়ে বিস্তারিত গবেষণা করে কার্বন বিজ্ঞানের এ ভিন্ন পথকে সুন্দরভাবে ব্যাখ্যা করেন
- ✓ এটি ডাই-কার্বোক্লিক চক্র নামেও এটি পরিচিত।

- (A) NADP-malic enzyme  
প্রকার- ভূট্টা, ইক্ষু, সরগাম,  
ক্যাব ঘাস
- (B) NAD-malic enzyme  
প্রকার- মিল্লাত, কাউন,  
চিনা।
- (C) Phosphoenolpyruvate  
carboxykinase প্রকার-  
গিনি ঘাস

## $C_3$ ও $C_4$ উভিদের মধ্যে পার্থক্য



# $C_3$ ও $C_4$ উত্তিদের মধ্যে পার্থক্য

পার্থক্যের বিষয়	$C_3$ উত্তি 	$C_4$ উত্তি
১। তাপমাত্রা	উচ্চ তাপমাত্রায় খাপখাইয়ে নিতে সক্ষম নয়।	উচ্চ তাপমাত্রায় খাপখাইয়ে নিতে সক্ষম।
২। <u>ক্র্যাঙ্গ অ্যানাটমি</u>	পাতার বাণিজ্যিক ঘরে মেসোফিল কোষের কোনো পৃথক স্তর থাকে না। 	পাতার বাণিজ্যিক ঘরে <u>অরীয়ভাবে</u> সজিত মেসোফিল কোষের ঘন স্তর বিদ্যমান ( <u>ক্র্যাঙ্গ অ্যানাটমি</u> )।
৩। ক্লোরোপ্লাস্টের প্রকার	গঠনগতভাবে ক্লোরোপ্লাস্ট <u>একই</u> রকম।	গঠনগতভাবে ক্লোরোপ্লাস্ট <u>দুই</u> রকম: (i) গ্রানাযুক্ত মেসোফিল ক্লোরোপ্লাস্ট এবং (ii) গ্রানাবিহীন বাণিজ্যিক ক্লোরোপ্লাস্ট
৪। <u><math>CO_2</math></u> এর ঘনত্ব	সালোকসংশ্লেষণের জন্য বায়ুমণ্ডলে $CO_2$ এর ঘনত্ব কমপক্ষে <u>৫০ ppm</u> (parts per million) প্রয়োজন ( <u>৫০-১৫০ ppm</u> )।	সালোকসংশ্লেষণের জন্য বায়ুমণ্ডলে $CO_2$ এর ঘনত্ব কমপক্ষে <u>০.১০ ppm</u> প্রয়োজন (০.১০-১০ ppm)। 
৫। <u>বিক্রিয়া</u>	 <u>মেসোফিল</u> কোষে আলোক বিক্রিয়া এবং <u>ক্যালভিন চক্র</u> সম্পন্ন হয়।	<u>মেসোফিল</u> কোষে আলোক বিক্রিয়া এবং বাণিজ্যিক কোষে $CO_2$ সৃষ্টি ও ক্যালভিন চক্র সম্পন্ন হয়।
৬। উৎপত্তি	মনে করা হয় বেশির ভাগ $C_3$ উত্তি অপেক্ষাকৃত <u>শীতপ্রধান</u> অঞ্চলে উৎপত্তি লাভ করেছে।	মনে করা হয় বেশির ভাগ $C_4$ উত্তি <u>উষ্ণমণ্ডলে</u> উৎপত্তি লাভ করেছে।

# ক্যালভিন চক্র এবং হ্যাচ এ্যান্ড স্ল্যাক চক্রের পার্থক্য

পার্থক্যের বিষয়	ক্যালভিন চক্র (১)	হ্যাচ ও স্ল্যাক চক্র
যে কোষে ঘটে	কেবল মেসোফিল কোষে হয়।	মেসোফিল ও বান্ডলসীথ কোষে হয়।
ফটোরেসপিরেশন	ঘটে।	ঘটে না।
প্রাথমিক $CO_2$ গ্রহণ	রাইবুলোজ ১,৫ বিস ফসফেট (RuBP).	ফসফোইনল পাইরুভিক অ্যাসিড (PEP).
$CO_2$ ফিকসিং এনজাইম	রুবিস্কো।	PEP কর্বোক্সিলেজ।
প্রথম স্থায়ী দ্রব্য	৩ ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড [3PGA] (৩-কার্বন)।	অক্সালো অ্যাসিটিক অ্যাসিড [OAA] (৪-কার্বন)।
এর জন্য কার্বোক্সিলেজ এর দক্ষতা	মধ্যম।	উচ্চ।
ক্লোরোপ্লাস্টের ধরন	একই রকম।	ব্যবহৃত ক্লোরোপ্লাস্টের ধরন দু'টি কম (বান্ডলসীথ ক্লোরোপ্লাস্টে উন্নত গ্রনাম থাকে না।)
আদর্শ তাপমাত্রা	১০ সে. থেকে ২৫ সে.	৩০ সে. থেকে ৪৫ সে.
$CO_2$ এর ঘনত্ব	প্রতিমিলিয়নে কমপক্ষে ৫০ ppm $CO_2$ থাকা প্রয়োজন	বায়ুমণ্ডলে প্রতিমিলিয়নে কমপক্ষে ০.১০ ppm $CO_2$ থাকলেও চলে।

## আলোক শ্বসন/ফটোরেসপিরেশন

C<sub>3</sub>

- আলোর সাহয়ে O<sub>2</sub> গ্রহণ ও CO<sub>2</sub> ত্যাগ করার প্রক্রিয়া হলো **ফটোরেসপিরেশন**। সবুজ উডিদে C<sub>3</sub> চক্র তথা কেলভিন চক্র চলাকালে পরিবেশে তাৰ আলো ও উচ্চ তাপমাত্রা সৃষ্টি হলে ফটোসিনথেসিস না হয়ে ফটোরেসপিরেশন ঘটে।
- ক্লোরোপ্লাস্টে CO<sub>2</sub> এর পরিমাণ কম এবং O<sub>2</sub> এর পরিমাণ বেশি হলেই ফটোরেসপিরেশন হয়।
- ফটোরেসপিরেশন প্রক্রিয়ায় **ক্লোরোপ্লাস্ট**, **পারঅক্সিসোম** এবং **মাইটোকন্ড্রিয়া**- এ তিনটি অঙ্গগু অংশগ্রহণ করে। **ফটোরেসপিরেশন C<sub>3</sub> উডিদের ফটোসিনথেসিস হার ২৫% পর্যন্ত কমাতে পারে।**

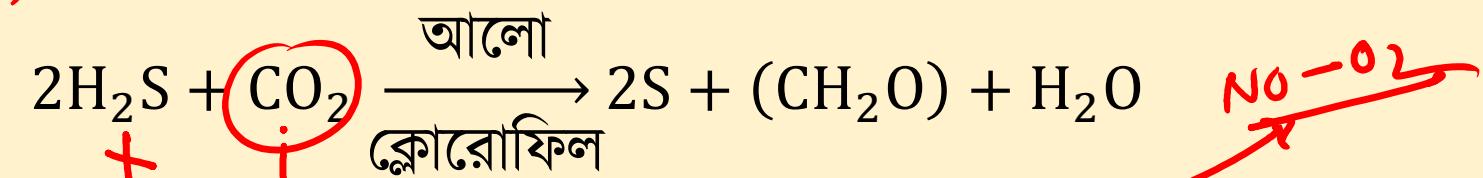
# সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নির্গত অক্সিজেন ( $O_2$ )- এর উৎস

Hill

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



**ভ্যান নীল (Van Niel)-এর পরীক্ষা :**



# সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নির্গত অক্সিজেন ( $O_2$ )- এর উৎস

রবেন ও কামেন-এর ত্রিত্ব চিহ্নিকরণ পরীক্ষা:



# সালোকসংশ্লেষণের প্রভাবকসমূহ

## বাহ্যিক প্রভাবকসমূহ

- আলো (লাল ও নীল আলো সর্বাধিক সক্রিয়)
- কার্বন ডাই অক্সাইড
- তাপমাত্রা: অপ্টিমাম তাপমাত্রা  $22^{\circ} - 35^{\circ}\text{C}$ .
- পানি
- অক্সিজেন
- খনিজ পদার্থ  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2\text{O}$
- ভিটামিন ও অন্যান্য রাসায়নিক দ্রব্য

## অভ্যন্তরীণ প্রভাবকসমূহ

- ↑ শর্করা পরিমাণ  $\rightarrow$  সালোকসংশ্লেষণ
- ↓ পটাশিয়াম (অনুঘটক)  $\rightarrow$  সালোকসংশ্লেষণ
- পাতার বয়স: মাঝারি বয়সী পাতায় বেশি।
- পাতার অন্তর্গঠন
- ক্লোরোফিল
- প্রোটোপ্লাজম
- এনজাইম  $\text{ATP} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

# সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় লিমিটিং ফ্যাক্টর বা সীমাবদ্ধতা ফ্যাক্টর

বিজ্ঞানী	<ul style="list-style-type: none"><li>বিজ্ঞানী <u>লিবিগ</u> 'ল অব মিনিমাম' (Law of minimum) প্রস্তাব করেন।</li><li>ব্র্যাকম্যান <u>১৯০৫</u> সালে 'ল অব লিমিটিং ফ্যাক্টর সূত্র' বা 'সীমাবদ্ধতা ফ্যাক্টর সূত্র' প্রস্তাব করেন।</li></ul>
সংখ্যামূলক তথ্য	<ul style="list-style-type: none"><li><u>৩০°-৩৫°</u> তাপমাত্রায় সালোকসংশ্লেষণ হার সবচেয়ে বেশি। তাই <u>৩০ – ৩৫°</u> তাপমাত্রা হলো <u>অপটিমাম</u>।</li><li>গম গাছে <u>০.১৫%</u> <math>\text{CO}_2</math> ঘনত্বে সবচেয়ে বেশি সালোকসংশ্লেষণ হয়।</li><li>জলজ উডিদে <math>\text{CO}_2</math> এর ঘনত্ব <u>১.১%</u> পর্যন্ত সালোকসংশ্লেষণের হার <u>বাড়ে</u>।</li></ul>

সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ৩টি লিমিটিং ফ্যাক্টর কাজ করে

১. তাপমাত্রা
২. আলোর তীব্রতা
৩.  $\text{CO}_2$  এর ঘনত্ব

২২-৩৫°

## সালোকসংশ্লেষণের হার

নির্দিষ্ট সময়ে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়  $O_2$  এবং  $CO_2$  এর পরিমাণের অনুপাতকে সালোকসংশ্লেষণ হার বলে। সংক্ষেপে একে PQ বলে।

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

*৬ মৃচ্ছা*  
*৬ মৃচ্ছা*

$CO_2$  এর পরিমাণ কমে গেলে সালোকসংশ্লেষণের হার কম হয়। আবার  $CO_2$  এর পরিমাণ বেড়ে গেলে এর হারও বৃদ্ধি পায়।

## Poll Question-04

$C_3$  চক্রের প্রথম স্থায়ী ঘোগ কোনটি?

- (a) সাইট্রিক এসিড
- (b) পাইরান্তিক এসিড
- (~~c~~) ৩-ফসফোগ্লিসারিক এসিড
- (d) আলফা-কিটোগ্লুটামিক এসিড

লেগে থাকো সংভাবে  
**স্বপ্নজয়**  
তোমারই হবে

