

## उच्च पादों में प्रकाश संश्लेषण

पत्तियों में मीसोफिल कोशिकाएँ होती हैं जिनमें क्लोरोप्लास्ट पाए जाते हैं। इनमें एक झिल्ली तन्त्र होता है जो प्रकाश ऊर्जा को ग्रहण करता है और ATP व NADPH का संश्लेषण करता है जिसे प्रकाश-रासायनिक अभिक्रिया कहते हैं।

\* स्ट्रोमा में एंजाइमैटिक प्रतिक्रिया होती है यह  $CO_2$  से शर्करा का संश्लेषण करती है व बाद में स्टार्च में बदल जाती है यह अंधेरे में सम्पन्न होती है अतः इसे रासायनिक प्रकाशहीन अभिक्रिया कहते हैं।

### प्रकाश की प्रकृति — ०

- \* सूर्य की प्रकाश ऊर्जा सौर ऊर्जा कहलाती है। सूर्य के प्रकाश में कई तरंगदैर्घ्य का प्रकाश पाया जाता है
- \* सूर्य के प्रकाश को किसी काँच के प्रिज्म से होकर गुजारने पर आखों पर जो रंगों का पुंज दिखता है उसे दृश्य स्पेक्ट्रम कहते हैं।
- \* इसमें सात रंग होते हैं जिसमें लाल रंग की तरंगदैर्घ्य सबसे अधिक होती है और बैंगनी रंग की तरंगदैर्घ्य सबसे कम होती है।

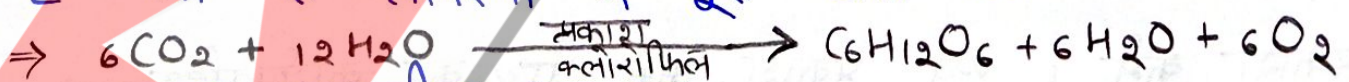


## प्रकाश संश्लेषण वर्णक —:

- वे अणु जो प्रकाश को अवशोषित करते हैं प्रकाश संश्लेषण वर्णक कहलाते हैं जैसे - पर्णहरिम a, पर्णहरिम b आदि।
- \* ये वर्णक हरित लवक के श्लेष्म के झिल्लियों पर पाए जाते हैं।
  - \* हरे रंग की प्रकाश किरणों को परावर्तित करने के कारण पत्तियाँ हरे रंग की दिखाई देती हैं।
  - \* सभी वर्णक भिन्न-भिन्न तरंगदैर्घ्य वाली किरणों का अवशोषण करते हैं जैसे पर्णहरिम a, नीले, बैंगनी व लाल प्रकाश का तथा पर्णहरिम मुख्य रूप से नीले प्रकाश का अवशोषण करता है।

## प्रकाश संश्लेषण की क्रियाविधि —:

इस प्रक्रिया में जल का ऑक्सीकरण होने से ऑक्सीजन मुक्त होती है और कार्बन - डाई ऑक्साइड के अपचयन से कार्बोहाइड्रेट बनता है। अतः प्रकाश संश्लेषण एक ऑक्सीकरण, अपचयन क्रिया है जो दो प्रावस्था में पूरी होती है।



1- प्रकाश रासायनिक प्रावस्था

2- रासायनिक प्रकाशहीन अभिक्रिया या जैव संश्लेषित अवस्था या ब्लैकमैन अभिक्रिया।



## 1- प्रकाश रासायनिक प्रवस्था - ०

यह सिर्फ प्रकाश की उपस्थिति में होती है। इसमें वर्णक दो प्रकाश रसायन लाइट हार्वैस्टिंग कॉम्प्लेक्स (LHC) जिन्हे फोरोसिस्टम I तथा फोरोसिस्टम II कहते हैं में गठित होता है।

- \* LHC का निर्माण प्रोटीन के द्वारा वर्णक अणुओं से होता है।
- \* कई एन्टीना अणु प्रकाश को अवशोषित करके उसे अभिक्रिया केन्द्र में स्थानान्तरित करते हैं जो प्रकाश संश्लेषण को दक्ष बनाते हैं।

### वर्णक तन्त्र I - ०

(PS-I) इसमें पार्गटोरिम ११०० अभिक्रिया केन्द्र का कार्य करता है और यह ७०० nm तरंगदैर्घ्य वाली प्रकाश किरण का अवशोषण करता है इसलिए इसे P१०० या chl. ११०० से प्रदर्शित करते हैं।

### वर्णक तन्त्र II - ०

यह ६८० nm तरंगदैर्घ्य वाली प्रकाश किरण का अवशोषण करता है। इसलिए इसे P६८० या chl. १६८० से प्रदर्शित करते हैं।

### प्रकाश कर्म I एवं प्रकाश कर्म II की कार्यविधि - ०

PS-II में उपस्थित क्लोरोफिल १६८० nm वाले लाल प्रकाश को अवशोषित करता है और इलेक्ट्रान उत्सर्जित



करता है वह उत्सर्जित इलेक्ट्रान नाभिक से इर चला जाता है और इसे एक इलेक्ट्रान ग्राही द्वारा ले लिया जाता है और साइटोक्रोम के पास पहुँचा दिया जाता है परिवहन तन्त्र से इलेक्ट्रान के गुणधर्म पर उसे फोटोसिस्टम 1 के वर्णको को दिया जाता है।

• इसी के साथ PS-1 में उपस्थित इलेक्ट्रान 300nm तरंगदैर्घ्य को अवशोषित करता है और उत्तेजित होकर किसी इसरे ग्राही अणु में स्थानान्तरित होता है। ये इलेक्ट्रान  $NADP^+$  को अपचायित कर  $NADPH + H^+$  को बनाते हैं।

• यह सारी प्रक्रिया Z के आकार की होती है अतः इसे Z-स्कीम कहते हैं।

• Z-स्कीम का वर्णन रोबिन विल और फे बेडल ने किया।

चक्रिय और अचक्रिय फोटो फोस्फोरिलेशन—:

कोशिकाओं के

द्वारा ATP के संश्लेषण की प्रक्रिया फास्फोरिलेशन कहलाती है। और प्रकाश की उपस्थिति में ADP तथा अकार्बनिक फॉस्फेट से ATP का संश्लेषण होना फोटो-फास्फोरिलेशन कहलाता है।

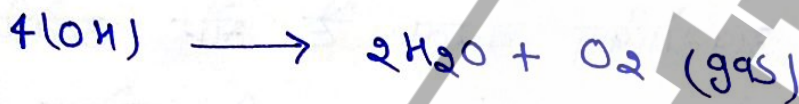
अचक्रिय फोटो फोस्फोरिलेशन—:

दो फोटोसिस्टम का

क्रमिक रूप से कार्य करना जिसमें PS-11 पहले व PS-1 इसरे क्रम में कार्य करे तो इस धरना को अचक्रिय फोटो फोस्फोरिलेशन कहते हैं।



- \* इस क्रिया में प्रकाश की उपस्थिति में जल के अणुओं का  $H^+$  तथा  $OH^-$  में विघटन होता है इसे जल का प्रकाशीय विघटन कहते हैं।



- \* मुक्त डाइऑक्सीजन परमाणु  $H^+$   $NADP^+$  को  $NADPH_2$  में अपचयित करता है।
- \* अचक्रिय फोटोफोस्फोरिलेशन में  $Cyt. b_6-f$  जटिल पर मुक्त ऊर्जा का उपयोग  $ADP$  से  $ATP$  के निर्माण में होता है।

चक्रीय फोटो फोस्फोरिलेशन —:

चक्रीय फोटो फोस्फोरिलेशन

में  $PS-1$  ( $P700$ ) से मुक्त अधिक ऊर्जा वाले इलेक्ट्रॉन  $PS-2$  से क्रमशः  $P680$ ,  $Cyt\ b_6f$  जटिल तथा पुनः  $PS-1$  को चले जाते हैं।  $H_2O$  का विघटन नहीं होगा।

- \* इसमें ऑक्सीजन मुक्त नहीं होती है और  $NADPH_2$  जो अपचयित हुआ उसका भी निर्माण नहीं होता। सिर्फ  $P680$  एवं  $Cyt. b_6f$  जटिल के बीच इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरण के दौरान  $ADP$  व  $IP$  से  $ATP$  का निर्माण होता है।



## रासायनिक प्रकाशहीन अभिक्रिया या क्लेकमैन अभिक्रिया — ० (PCR चक्र)

ATP और NADPH का उपयोग प्रकाश संश्लेषण की अप्रकाशीय अभिक्रिया में होता है तथा  $O_2$  क्लोरोप्लास्ट के बाहर विसरित होता है। यह अभिक्रिया प्रकाश पर निर्भर करती है और प्रकाश की अनुपस्थिति में यह धरितलवक के स्ट्रोमा भाग में सम्पन्न होता है।

- मैल्विन कैल्विन ने इसकी खोज की और इसे कैल्विन चक्र नाम से जाना गया।
- इन्होंने पता लगाया कि  $CO_2$  योगिकीकरण में पहला उत्पाद एक 3 कार्बन वाला कार्बनिक अम्ल (PGA) था।
- प्रकाशहीन अभिक्रिया में पौधे में कार्बन योगिकीकरण निम्न तीन प्रकार से होता है—

- 1- कैल्विन चक्र या कैल्विन-बैन्सन चक्र
- 2- हैच स्लैक चक्र या C<sub>4</sub> पथ
- 3- केम चक्र

### 1- कैल्विन चक्र या कैल्विन बैन्सन चक्र —

रम. कैल्विन, ए. बेन्सन तथा इनके सहकर्मियों ने एक कोशिकाप हरे शैवाल जिसका नाम क्लोरेला था प्रयोग किया और पता लगाया कि यह एक चक्रीय क्रम में संचालित होता है इसमें RuBP पुनः उत्पादित होता है।

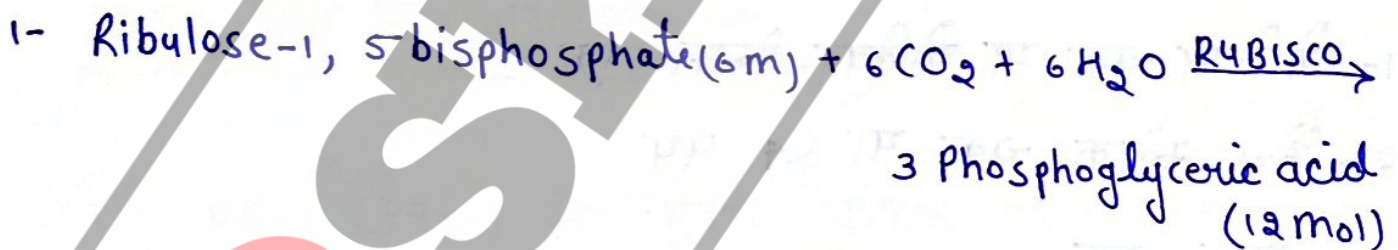


वे पौधे जो प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया करते हैं उनमें केल्विन चक्र पाया जाता है चाहे उनका पत्त (3 हो या 4) यह प्रक्रिया तीन चरणों में होती है -

- 1- कार्बोक्सिलिककरण
- 2- रिडक्सन
- 3- रिजिनेरेशन

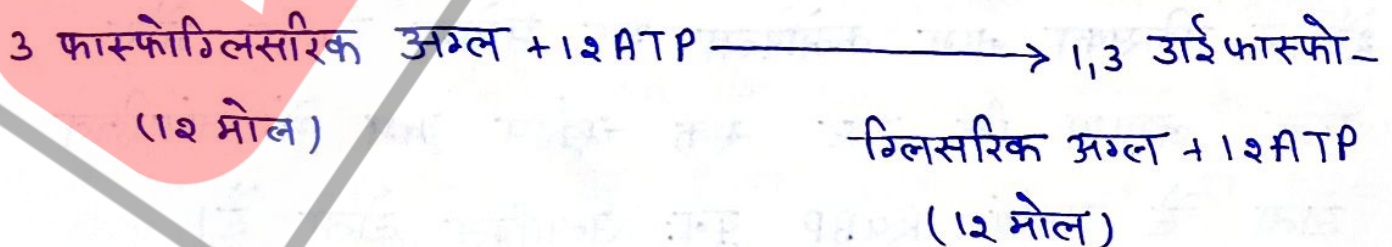
1- कार्बोक्सिलिककरण —°

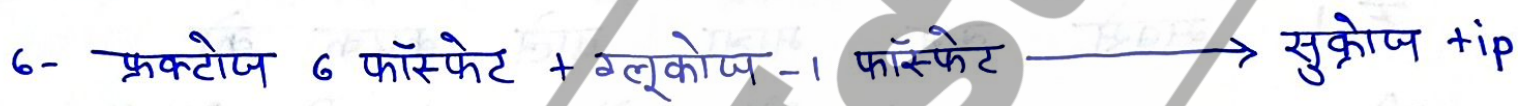
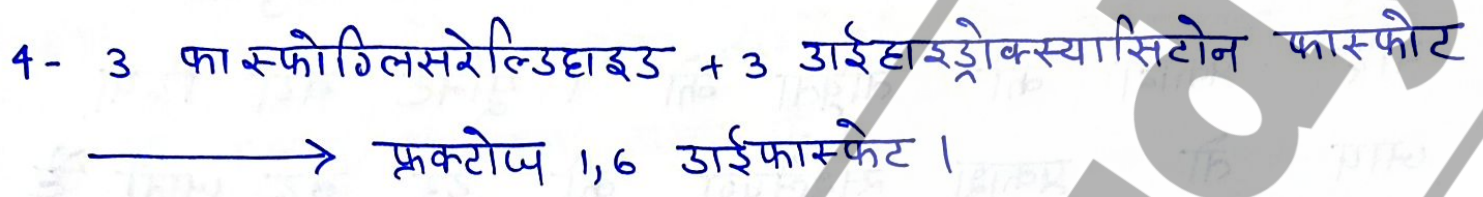
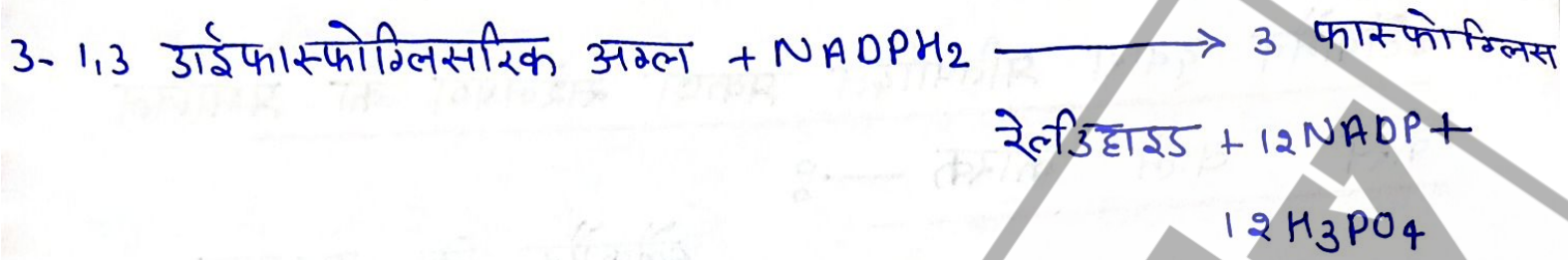
इस चरण में RuBP कार्बोक्सिलेज द्वारा उत्प्रेरित होती है और 3PGA के दो अणु बनते हैं। RuBP को रुबिस्को या RuBP कार्बोक्सिलेस-आक्सिजिनेस कहते हैं।



2- रिडक्सन —°

इसमें ग्लूकोज बनता है CO<sub>2</sub> के 6 अणु के यौगिकीकरण से ग्लूकोज का एक अणु बनता है





सुक्रोज से कई प्रकार के कार्बोहाइड्रेट जैसे सेल्यूलोज, स्टार्च का निर्माण होता है।

### 3- रिजिनेरेशन — :

3 फास्फोग्लिसरेल्लिडाइड एवं डाइहाइड्रोक्स्यासिटोन सक्रिय रूप से क्रिया करते हैं व राइब्यूलोज 1-5, डाइफास्फेट का पुनः निर्माण करते हैं। यह एक जटिल प्रक्रिया है।

× केल्विन चक्र में CO<sub>2</sub> के प्रवेश के लिए ATP के 3 अणु व NADPH के 2 अणुओं की जरूरत पड़ती है।



ढलैकमैन द्वारा प्रतिपादित प्रकाश संश्लेषण को प्रभावित करने वाले कारक —:

ढलैकमैन के अनुसार

यदि प्रकाश की तीव्रता को 1 यूनिट बना दिया जाय तो प्रकाश संश्लेषण की दर बढ़ जाती है

• अतः प्रकाश संश्लेषण की दर सबसे कम मात्रा या सान्द्रता में उपस्थित कारक पर निर्भर करती है। सबसे कम मात्रा वाले कारक को सीमावद्ध कारक कहते हैं और इसे ही ढलैकमैन का सीमावद्ध कारक नियम कहते हैं।

प्रकाश संश्लेषण को प्रभावित करने वाले कारक —

1- प्रकाश —:

यह प्रकाश संश्लेषण को प्रभावित करने वाला एक महत्वपूर्ण कारक है इसके अन्तर्गत निम्न बिन्दुओं को समझने की आवश्यकता होती है —

(a) प्रकाश की तीव्रता —:

प्रातः काल प्रकाश की तीव्रता कम होती है। इस स्थिति में आपतित प्रकाश तथा  $CO_2$  के यौगिकीकरण की दर के बीच एक रेखीय सम्बन्ध होता है। प्रकाश की तीव्रता उच्च होने पर इस दर में कोई वृद्धि नहीं होती।



(b) प्रकाश की गुणवत्ता — ०

दृश्य स्पेक्ट्रम में ही प्रकाश की क्रिया होती है। हरे रंग का तरंगदैर्घ्य सबसे कम होता है। लाल तरंगदैर्घ्य में अधिकांश पौधे अधिक प्रकाश संश्लेषण करते हैं।

(c) प्रकाश की अवधि — ०

पौधों को प्रकाश संश्लेषण के लिए 10 - 12 घंटे के प्रकाश की आवश्यकता होती है।

2- कार्बन-डाई-ऑक्साइड की सान्द्रता — ०

$\text{CO}_2$  की सान्द्रता वायुमण्डल में बहुत कम है। 0.05% वृद्धि हो जाने कारण  $\text{CO}_2$  के योगिकीकरण दर में वृद्धि हो सकती है। परन्तु इससे अधिक मात्रा हानिकारक सिद्ध हो सकती है।

3- ताप — ०

प्रकाश संश्लेषण के लिए कई पौधों के इष्टतम ताप उनके अनुकूलतम आवास पर निर्भर करता है। उष्णकटिबंधीय पौधों के लिए यह ताप उच्च होता है। वे पौधे जो समशीतोष्ण जलवायु में उगते हैं, कम ताप की जरूरत होती है।

4- पत्ती की आन्तरिक संरचना — ०

पत्ती पर पार जाने वाले पर्णहरिम की संख्या एवं पत्ती पर रन्ध्रों की



संक्रां व रन्ध्रो के खुलने एवं बन्द होने की क्रियाविधि का प्रकाश संश्लेषण की दर पर प्रभाव पड़ता है।

### 5- पर्णहरिम—:

पत्ती पर उपस्थित पर्णहरिम की मात्रा प्रकाश - संश्लेषण पर प्रत्यक्ष प्रभाव डालती है।

### प्रकाश संश्लेषण का महत्व

#### 1- भोजन सामग्री का उत्पादन —:

प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा केवल पौधे ही कार्बोहाइड्रेट बनाते हैं। इसी से वसा एवं प्रोटीन का निर्माण होता है। अतः भोजन सामग्री के उत्पादन में इसका अत्यधिक महत्व है।

#### 2- वायुमण्डलीय नियन्त्रण एवं शुद्धिकरण —:

कार्बन डाई ऑक्साइड गैस का वायुमण्डल में एकत्रित होने से मनुष्य व अन्य जीवों की मृत्यु हो जायेगी लेकिन प्रकाश संश्लेषण की क्रिया में पौधों द्वारा  $CO_2$  गैस लगातार प्रयोग में आती है। इसी के साथ ही पौधों द्वारा ऑक्सीजन का उत्पादन होता है। जो लगातार वायुमण्डल में मिलती रहती है। अतः प्रकाश संश्लेषण द्वारा लगातार वायु का शुद्धिकरण होता रहता है।