1. मॉड्यूल और इसकी संरचना

मॉड्यूल विस्तार	
विषय का नाम	जीव विज्ञान
पाठ्यक्रम का नाम	जीव विज्ञान 02 (कक्षा XI, छमाही-2)
मॉड्यूल का नाम / शीर्षक	प्रारंभिक प्रयोग: भाग - 1
मॉड्यूल आईडी	kebo_21301
पूर्व-अपेक्षित	प्रकाश-संश्लेषण की पूर्व सूचना
उद्देश्य	इस पाठ के अध्ययन के पश्चात् शिक्षार्थी निम्नलिखित को समझने में सक्षम होंगे: • प्रकाश संश्लेषण और निम्नलिखित के द्वारा किए गए प्रयोग: • जोसेफ प्रिस्टले और बेल-जार प्रयोग • जन इन्जिनहोज़ • जीन सेनेबियर • निकोलस थियोडोर डी सॉसर • जूलियस वॉन सच्स • थियोडोर विल्हेम एंगेलमैन • फ्रेडरिक फ्रॉस्ट ब्लैकमैन • कॉर्नेलियस बर्नार्डस वैन निएल
मुख्य शब्द	प्रकाश संश्लेषण, प्रकाश संश्लेषण में किए गए प्रयोग

2. विकास दल

भूमिका	नाम	सम्बद्धता
राष्ट्रीय MOOC समन्वयक (NMC)	प्रो. अमरेंद्र पी बेहरा	सीआईईटी, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
कार्यक्रम के समन्वयक	डॉ. मो. ममूर अली	सीआईईटी, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
पाठ्यक्रम समन्वयक (सीसी) / पीआई	डॉ सुनीता फरक्या	डी.इ.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नई दिल्ली
पाठ्यक्रम सह समन्वयक/ सह-पी.आई.	डॉ. यश पॉल शर्मा	सी.आइ.इ.टी., एन.सी.ई.आर.टी., नई दिल्ली
विषय वस्तु विशेषज्ञ	डॉ मधुमिता बनर्जी	रामजस कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय
समीक्षा दल	डॉ. पी. चित्रलेखा	दयाल सिंह कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली
अनुवादक	ज़ैनब गौसिया	पोस्ट ग्रेजुएट गवर्नमेंट कॉलेज, सेक्टर 11, चंडीगढ़

विषयसूची

1. प्रकाश संश्लेषण

2. जोसेफ प्रिस्टले तथा बेल-जार प्रयोग

3. जन इन्जिनहोज़

4. जीन सेनेबियर

5. निकोलस थियोडोर डी सॉसर

6. थियोडोर विल्हेम एंगेलमैन

7. फ्रेडरिक फ्रॉस्ट ब्लैकमैन

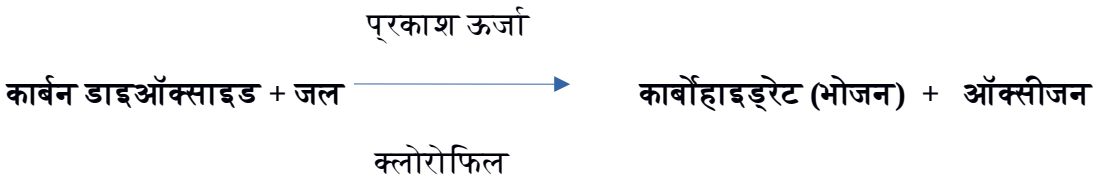
8. कॉर्नेलियस बर्नार्डस वैन निएल

9. रॉबर्ट हिल

10. प्रकाश संश्लेषण

1. प्रकाश संश्लेषण

प्रकाश संश्लेषण, प्रकाश ऊर्जा की सहायता से कार्बनिक यौगिकों (भोजन) का संश्लेषण है। यह एक भौतिक-रासायनिक प्रक्रिया है जो सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में हरे पौधों द्वारा की जाती है। इस प्रक्रिया में पौधे (हरे) प्रकाश ऊर्जा का उपयोग करके कार्बन डाइऑक्साइड और पानी को कार्बोहाइड्रेट (भोजन) में परिवर्तित करते हैं, और ऑक्सीजन छोड़ते हैं। प्रकाश संश्लेषण इस पृथ्वी पर सबसे बड़ा रासायनिक कारखाना है जो हर दिन लाखों टन ठोस संयंत्र सामग्री का उत्पादन करता है। प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से, इस पृथ्वी पर अधिकांश जीव भोजन तथा ऑक्सीजन के लिए प्रकाश संश्लेषण पर निर्भर करते हैं।



प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया का तंत्र क्या है?

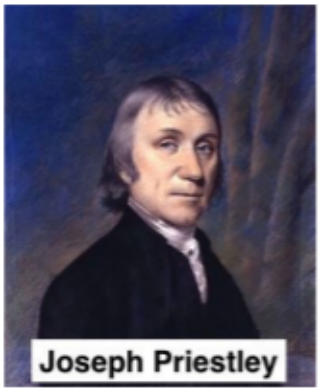
<u>मॉड्यूल 1- प्रारंभिक प्रयोग</u>

परिचय

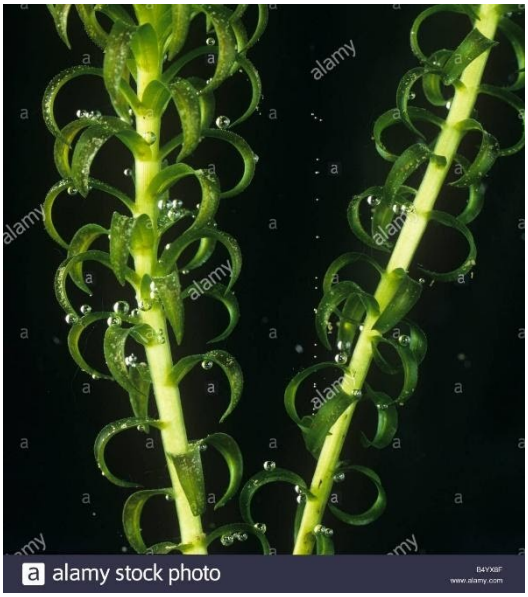
प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया एक दिलचस्प खोज है और इसका दो शताब्दियों का लंबा इतिहास है। पौधों के विकास और कार्यप्रणाली को समझने की कोशिश कर रहे जांचकर्ताओं द्वारा किये गए सरल प्रयोगों से प्रकाश संश्लेषण के तंत्र का अनावरण हुआ। जोसेफ प्रीस्टले, जान इंगेज, जीन सेनेबियर,

जूलियस वॉन सच्स, टी. डब्ल्यू. एंगेलमैन, एफ. ब्लैकमैन, कॉर्नेलियस वैन निएल, आर.हिल, रॉबर्ट इमर्सन, मेल्विन केल्विन, डैनियल आई. अर्नोन द्वारा किये गए प्रयोग प्रमुख हैं।

2. जोसेफ प्रिस्टले और बेल-जार प्रयोग



1770 और 1772 के बीच, जोसेफ प्रिस्टले, जो एक ब्रिटिश रसायनज्ञ और मंत्री थे, उन्होंने पौधों और जानवरों पर गैसों के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए कई प्रयोग किए। उन्होंने एक वायु रोधक बेल जार (चित्र 1 ए) के अंदर एक जलती हुई मोमबत्ती रखी और देखा कि कुछ मिनटों के भीतर आग बुझ गई (चित्र। 1 बी) और इस सेटअप को बिना हिलाए फिर से नहीं जलाया जा सकता है। इसी तरह, जब उन्होंने जार के अंदर एक चूहा रखा, तो कुछ ही मिनटों के बाद चूहा मर गया। उन्होंने यह भी पाया कि जिस जार में मोमबत्ती बुझ गयी उसमें चूहे को रखने से उसका दम घुट गया और वह मर गया (चित्र 1 डी) या वह सांस ले चूका था और पहले ही मर गया था। प्रस्टले ने यह निष्कर्ष निकाला कि मोमबत्ती जलाना और चूहों या जानवरों द्वारा सांस लेना वायु को 'आहत' कर देता है या इसे अशुद्ध बना देता है।



स्रोत: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d5/Priestley.jpg/250px-Priestley.jpg

अपने अगले प्रयोग में, प्रीस्टले ने जलती हुई मोमबत्ती (ई) के साथ बेल जार के अंदर पुदीने के पौधे की एक टहनी रखी। हालांकि मोमबत्ती पिछले प्रयोग की तुलना में अधिक समय तक जलती रही, लेकिन लौ बुझ गई (एफ)।

लेकिन, सात दिन बाद वह मोमबत्ती को दोबारा जलने में सफल हो गये जो कि सील बेल जार के अन्दर पुदीने की टहनी के साथ रखी थी(जी) । प्रेस्टले इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि पौधे जलती हुई मोमबत्ती और जानवरों की सांस लेने से 'आहत' हुई वायु को 'ताज़ा' करने या शुद्ध करने में सक्षम थे ।

प्रेस्टले ने एक महत्वपूर्ण अवलोकन किया कि, "इतनी बड़ी संख्या में जानवरों द्वारा लगातार की जाने वाली क्षति, कुछ हद तक पौधों द्वारा ठीक की जाती है।"

1774 में, प्रिस्टले ने रासायनिक रूप से एक गैस (ऑक्सीजन) का उत्पादन किया, जिसने मोमबत्तियों को उज्जवल और चूहों को अधिक सक्रिय बना दिया, लेकिन उन्होंने इसे पौधों की 'शुद्ध' करने की क्षमता से संबंधित नहीं किया। एंटोइन लावोइसियर ने 1777 में गैस को "ऑक्सीजन" नाम दिया। लावोइसियर ने यह भी दिखाया कि स्थिरित वायु' या 'अशुद्ध वायु' कार्बन और ऑक्सीजन से बना है, और वह कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) है।

पौधे ⟶ हवा को शुद्ध करते हैं

3. जन इन्जिनहोज़

एक डच जीवविज्ञानी, जेन इनगेन्होज़, प्रिस्टले के निष्कर्षों से बहुत प्रभावित हुए और उनके प्रयोगों को दोबारा करना शुरू कर दिया। 1779 में जलीय पौधों के साथ काम करते हुए, उन्होंने यह देखा कि पौधे के हरे भाग से प्रकाश की उपस्थिति में गैस के बुलबुले निकलते हैं परन्तु जब पौधे को छाया में या अंधेरे में रखा गया था तो बुलबुले नहीं बने। उन्होंने बुलबुलों की गैस की पहचान ऑक्सीजन के रूप में की। इस प्रकार उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला है कि अंधेरे में पौधे जानवरों की तरह व्यवहार करते हैं और हवा को अशुद्ध करते हैं |

स्रोत: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cf/Jan_Ingenhousz.jpg/230px-Jan_Ingenhousz.jpg

इस प्रकार वह इनगेन्होज़ थे जिन्होंने यह प्रमुख तथ्य स्थापित किए कि पौधों के हरे हिस्से प्रकाश की उपस्थिति में ऑक्सीजन का उत्पादन करते हैं।

प्रकाश

पौधों के हरे भाग ⟶ ऑक्सीजन

4. जीन सेनेबियर

जीन सेनेबियर, जोएक स्विस वनस्पतिशास्त्री थे, वह जन इन्जिनहोज़ (1780) की एक अन्य खोज के कारण उत्सुक थे, वह प्रयोग था कि, उबलते हुए आसुत जल में मौजूद पौधे जिनमें अशुद्ध वायु नहीं थी, उनमें प्रकाश की उपस्थिति में भी बुलबुले बने। उन्होंने प्रयोग पुनः किया और देखा कि पौधों द्वारा बुलबुले या ऑक्सीजन कि उत्त्पत्ति उस जल में भी हुई जो कि 'अशुद्ध वायु' से संतृप्त थी | सेनेबियर (1782) ने इसके लिए तर्क दिया कि ऑक्सीजन का उत्पादन करने के लिए पौधों को अशुद्ध हवा की आवश्यकता होती है।

1783 में पियरे लाप्लास ने प्रदर्शित किया कि शरीर में जमा कार्बन, हवा में उपस्थित ऑक्सीजन के साथ जलता है और हवा में कार्बन डाइऑक्साइड का उत्पादन करता है।

इसके बाद, 1788 में सेनेबियर ने निष्कर्ष निकाला कि ऑक्सीजन के उत्पादन में पौधों द्वारा कार्बन डाइऑक्साइड का सेवन किया जाता है, और कार्बन डाइऑक्साइड में कार्बन का उपयोग पौधों द्वारा पोषण के रूप में किया जाता है।

प्रकाश

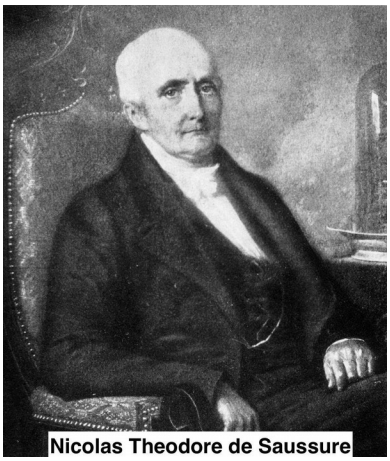
कार्बन डाइऑक्साइड ⟶ **संयंत्र द्रव्यमान + ऑक्सीजन**

पौधों के हरे भाग

स्रोत: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/comons/thumb/0/0b/Jean_Senebier.jpg/1200px-Jean_Senebier.jpg

5. निकोलस थियोडोर डी सॉसर

एन.टी. डी सॉसेज, एक स्विस पादप क्रियाविज्ञानी (प्लांट फिजियोलॉजिस्ट) थे , उन्होंने वैज्ञानिक तरीकों का उपयोग करके नियंत्रित प्रयोगों को अंजाम दिया। उन्होंने वायुरोधक ग्लास कंटेनर में पौधों को संलग्न किया और न केवल संयंत्र को भारित किया, बल्कि प्रयोगों से पहले और बाद में मौजूद गैसों को भी निर्धारित किया। उन्होंने साबित किया कि पौधों द्वारा खपत कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा लगभग ऑक्सीजन मुक्त होने की मात्रा के बराबर है। डी सॉसेज ने यह भी देखा कि अवशोषित कार्बन का वजन पौधे के वजन में वृद्धि से कम था। 1804 में, उन्होंने कहा कि चूंकि पानी भी पौधों द्वारा अवशोषित किया जाता है, इसलिए कार्बन डाइऑक्साइड और पानी दोनों पौधे के द्रव्यमान के निर्माण में योगदान करते हैं |



स्रोत:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/Nicolas-Théodore_de_Saussure.jpg

प्रकाश

कार्बन डाइऑक्साइड + **जल** ⟶ **संयंत्र द्रव्यमान** + **ऑक्सीजन**

हरे पौधे के भाग

1817 में, जोसेफ बायनेमी कैवेंटो और पियरे जोसेफ पेलेटियर ने पौधे से हरे वर्णक को अलग किया और इसका नाम "**क्लोरोफिल**" रखा। हालांकि, वह 1837 में ह्यूगो वॉन मोहल थे, जिन्होंने हरे पौधों की कोशिकाओं के भीतर **क्लोरोफिल ग्रेन** 'के रूप में डिस्क्रीट बॉडीज का वर्णन किया था जिसमें क्लोरोफिल होते हैं। बाद में, 1883 में, ए.एफ. डब्ल्यू. स्कीम्पीर द्वारा 'क्लोरोफिल ग्रेन' को "**क्लोरोप्लास्टिड**" नाम दिया गया और ई. स्ट्रैसबर्गर (1884) द्वारा "**क्लोरोप्लास्ट**" के रूप में अपनाया गया।

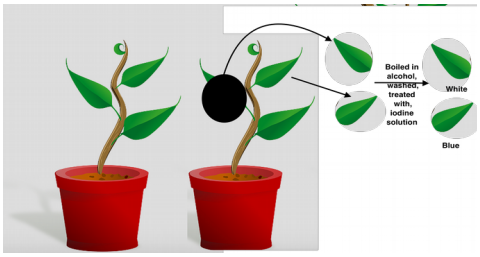
6. जूलियस वॉन सच्स

1860 के दशक में, एक जर्मन वनस्पतिशास्त्री जूलियस वॉन सच्स ने अनेक प्रयोग किये (जो अब नियमित रूप से कक्षाओं में प्रकाश संश्लेषण का प्रदर्शन करने के लिए

उपयोग कियाजाता है)जिससे प्रकाश संश्लेषण की संपूर्ण अभिक्रिया प्रस्तुत करने में सहायता मिली। उन्होंने पाया कि सूर्य के प्रकाश के संपर्क में आने वाला पत्ता, फिर सफेद रंग का प्रक्षालित होता है और आयोडीन के साथ इलाज करने से स्टार्च की उपस्थिति का संकेत मिलता है, जबकि उसी पौधे का एक पत्ता जो प्रकाश के संपर्क में नहीं आता है वह स्टार्च की अनुपस्थिति का संकेत देता है। उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि स्टार्च प्रकाश संश्लेषण का पहला उत्पाद है और प्रकाश की उपस्थिति में कार्बन डाइऑक्साइड के अवशोषण द्वारा बनता है। उन्होंने विशेष निकायों के अंदर क्लोरोफिल की मौजूदगी की भी पुष्टि की, 'क्लोरोफिल अनाज' और यह प्रदर्शित किया कि अकार्बनिक पदार्थ से बने स्टार्च अनाज केवल 'क्लोरोफिल अनाज' के अंदर हैं।

इसलिए, प्रकाश संश्लेषण के दौरान प्रकाश की उपस्थिति में, क्लोरोफिल के दानों में स्टार्च में कार्बन डाइऑक्साइड को ठीक करने में क्लोरोफिल की भागीदारी को खोजने का श्रेय सच्स को दिया जाता है।

पुनर्नवा होना



प्रकाश

कार्बन डाइऑक्साइड + जल ⟶ **स्टार्च** + ऑक्सीजन

क्लोरोफिल / क्लोरोप्लास्ट

स्रोत: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/Julius_Sachs.npg

उन्होंने कहा कि पौधे के विकास के लिए स्टार्च आवश्यक है, और यह स्टार्च जो दिन के दौरान पत्तियों में जमा हो जाता है, को भंग कर दिया जाता है और रात के समय सुक्रोज जैसे पौधों के अन्य भागों में ले जाया जाता है, जहां इसका उपयोग विकास और विकास के लिए किया जाता है।

चूंकि स्टार्च ग्लूकोज से बना होता है, इसलिए उपरोक्त समीकरण को फिर से लिखा गया

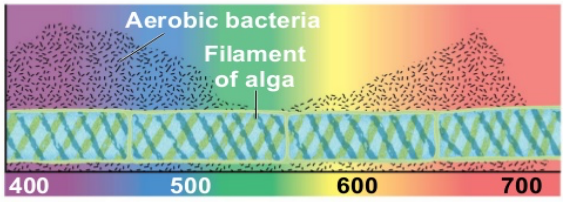
प्रकाश ऊर्जा

कार्बन डाइऑक्साइड + पानी ⟶ ग्लूकोज + ऑक्सीजन

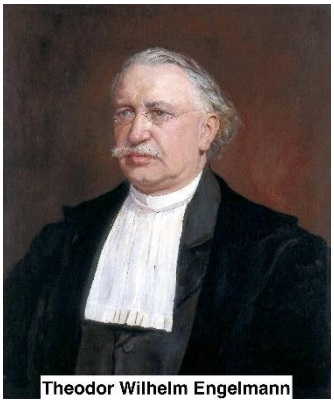
6(CO2) 6(H2O) क्लोरोफिल (C6H12O6) 6(O2)

7. थियोडर विल्हेम एंगेलमैन

जर्मन वनस्पतिशास्त्री, टी.डब्ल्यू. एंगेलमैन ने प्रकाश संश्लेषण की समझ के लिए महत्वपूर्ण योगदान दिया है। 1881 में, उन्होंने पाया कि जब उन्होंने जब पानी की एक बूंद में बैक्टीरिया के साथ स्पाइरोग्रा का एक किनारा रखा और प्रकाश को प्रवाहित किया, तो जीवाणु सर्पिल क्लोरोप्लास्ट के पास एकत्रित हो। उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि आक्सी बैक्टीरिया क्लोरोप्लास्ट के पास एकत्रित होते हैं क्योंकि वे ऑक्सीजन मुक्त करते हैं | अगले वर्ष (1882) उन्होंने सामान प्रयोग यह जानने क लिए किया कि क्या हरे पौधे प्रकाश की सभी तरंग दैर्ध्य में समान रूप से ऑक्सीजन का उत्पादन करते हैं। उन्होंने एक सूक्ष्म-स्पेक्ट्रोस्कोप, एक प्रिज्म के साथ एक माइक्रोस्कोप, का उपयोग किया जो प्रकाश को विभाजित कर सकता है और माइक्रोस्कोप के मंच पर प्रकाश के स्पेक्ट्रम को केंद्रित कर सकता है। सूक्ष्म-स्पेक्ट्रोस्कोप में क्लैडोफोरा के विभिन्न क्षेत्रों को विभिन्न तरंग दैर्ध्य में उजागर करने में सक्षम हुए। उन्होंने लाल और नीले-बैंगनी प्रकाश के क्षेत्रों के पास बैक्टीरिया की उच्चतम सांद्रता की उपस्थिति देखी और निष्कर्ष निकाला कि प्रकाश के इन तरंग दैर्ध्य ने अन्य तरंगों दैर्ध्यों की तुलना में अधिक ऑक्सीजन का उत्पादन किया और इसलिए, प्रकाश संश्लेषक के लिए ये अधिक दक्ष हैं |



Engelmann's experiment



स्रोत: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Theodor-Wilhelm-Engelmann.jpg

यह प्रकाश संश्लेषण की क्रिया स्पेक्ट्रम का पहला प्रदर्शन है। सक्रिय स्पेक्ट्रम(एक्शन स्पेक्ट्रम) प्रकाश की विभिन्न तरंग दैर्ध्य पर एक प्रक्रिया या गतिविधि की दर है और आमतौर पर रेखांकन द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। सबसे प्रभावी ढंग से जो प्रक्रिया को चलाती है वह प्रकाश तरंग दैर्ध्य, ऐसे ग्राफ से प्राप्त की जा सकती है।

प्रकाश संश्लेषण की क्रिया स्पेक्ट्रम।

प्रकाश संश्लेषण की दर बैंगनी-नीले और लाल तरंग दैर्ध्य की लंबाई पर अधिकतम होती है और हरे रंग की तरंग दैर्ध्य की लंबाई में न्यूनतम होती है।

पहली बार चार्ल्स बार्न्स द्वारा प्रस्तावित प्रकाश संश्लेषण शब्द 1893 में अस्तित्व में आया।

8. फ्रेडरिक फ्रॉस्ट ब्लैकमैन

एक ब्रिटिश पादप क्रियाविज्ञानी, फ्रेडरिक ब्लैकमैन ने प्रकाश संश्लेषण को प्रभावित करने वाले विभिन्न कारकों का अध्ययन किया और 1905 में प्रदर्शित किया, कि प्रकाश संश्लेषण प्रकाश, तापमान और कार्बन डाइऑक्साइड सांद्रता जैसे कई कारकों द्वारा नियंत्रित होता है और "कारकों को सीमित करने के कानून" का पालन करते हैं। प्रकाश संश्लेषण की दर उस कारक द्वारा सीमित होती है जो सबसे धीमी या कम हो।

ब्लैकमैन के प्रयोगों से प्राप्त एक अन्य प्रमुख निष्कर्ष यह है कि प्रकाश संश्लेषण दो चरण की प्रक्रिया है; पहली - प्रकाश ऊर्जा संग्रहण चरण (**प्रकाश अभिक्रियाएँ या प्रकाश-आश्रित अभिक्रियाएँ**) और दूसरा -वह चरण जिसमे सीधे प्रकाश की आवश्यकता नहीं होती है, लेकिन इसमें जैव रासायनिक अभिक्रियाएँ (**अप्रकाशित अभिक्रिया**) सम्मिलित होती हैं।

9. कॉर्नेलियस बर्नार्डस वैन निएल

1931 में एक डच-अमेरिकन सूक्ष्मजीव वैज्ञानिक, कॉर्नेलियस वैन निएल ने अवायवीय पर्पल सल्फर और ग्रीन सल्फर बैक्टीरिया का अध्ययन करते हुए पाया कि यह प्रकाश संश्लेषक में जल (H2O) के स्थान पर हाइड्रोजन सल्फाइड (H2S) का उपयोग करते हैं और ऑक्सीजन के स्थान पर सल्फर या सल्फर यौगिक को मुक्त करते हैं। । उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि ये जीवाणु और हरे पौधे प्रकाश ऊर्जा की मदद से क्रमशः H2S और जल को विभाजित करते हैं तथा ऊर्जा और हाइड्रोजन को मुक्त करते हैं, जिसका प्रयोग कार्बन डाइऑक्साइड से कार्बोहाइड्रेट बनाने में होता है |

$$CO2 + 2H2A \rightarrow CH2O + 2A + H2O$$

जहाँ **CH2O** कार्बोहाइड्रेट का प्रतिनिधित्व करता है और **A** ऑक्सीकरण का उत्पाद है, जो हरे रंग के पौधों में ऑक्सीजन है और उपरोक्त संश्लेषक बैक्टीरिया में सल्फर है। इसका मतलब है कि प्रकाश संश्लेषण के दौरान जारी सभी ऑक्सीजन प्रकाश ऊर्जा द्वारा जल के अणुओं के विभाजन का परिणाम है, और कार्बन डाइऑक्साइड से विकसित नहीं होता है जैसा कि पहले माना जाता था। बाद में, सैमुएल बेन, मार्टिन कामेन और उनके सहयोगियों ने 1941 में, ऑक्सीजन के भारी आइसोटोप, 18O का उपयोग करके वैन निएल के सिद्धांत की पुष्टि की। 18O का उपयोग जल (H218O) और कार्बन डाइऑक्साइड (C18O2) दोनों में ऑक्सीजन को लेबल करने के लिए किया गया था, जो पौधों को अलग से प्रदान किए गए। उन्होंने पाया कि जब पौधों को जब H218O से जल दिया गया था, तो उन्होंने 18O2 का उत्पादन किया, लेकिन जब C18O2 प्रदान किया गया, तो पौधों ने सामान्य O2 का उत्पादन किया ,जो दर्शाता है कि प्रकाश संश्लेषण के दौरान निकलने वाली ऑक्सीजन जल से आती है, कार्बन डाइऑक्साइड से नहीं।

हरे पौधों में प्रकाश संश्लेषण की प्रतिक्रिया को संशोधित किया गया और इसे व्यक्त किया गया

$$\text{कार्बन डाइऑक्साइड} + \text{जल} \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{\text{प्रकाश ऊर्जा}} \text{ग्लूकोज} + \text{ऑक्सीजन} + \text{जल}$$

$$6(CO2)\quad 12(H2O) \qquad\qquad (C6H12O6)\quad 6(O2)\quad 6(H2O)$$

10. रॉबर्ट हिल

रॉबर्ट हिल, जिन्हें रॉबिन हिल के नाम से भी जाना जाता है, एक ब्रिटिश बायोकेमिस्ट है, उन्होंने 1937 में खोजा कि पृथक क्लोरोप्लास्ट सूर्य के प्रकाश और उपयुक्त इलेक्ट्रॉन स्वीकर्ता जैसे की फेरिकसाइनाइड की उपस्थिति में ऑक्सीजन का विकास कर सकते हैं। प्रक्रिया के दौरान कोई कार्बन डाइऑक्साइड कम नहीं होता है।

इस प्रकार, हिल के प्रयोगों ने निम्नलिखित के लिए साक्षय प्रदान किए:

• प्रकाश संश्लेषण दो चरण की प्रक्रिया है, जिसमें प्रकाश-निर्भर और प्रकाश-स्वतंत्र (अप्रकाशी) अभिक्रियाऐ होती हैं , यह ब्लैकमैन के प्रयोगों के निष्कर्ष का समर्थन करती हैं |

• प्रकाश अभिक्रिया अप्रकाशी प्रतिक्रिया से स्वतंत्र हो सकती है।

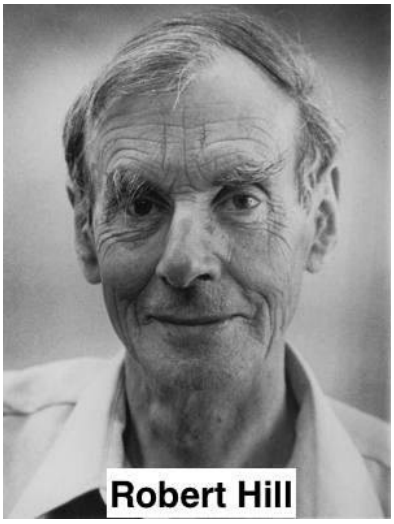
• प्रकाश अभिक्रिया में, जिसे "**हिल रिएक्शन**" के रूप में भी जाना जाता है, प्रकाश ऊर्जा का उपयोग पानी को विभाजित कर ऑक्सीजन, हाइड्रोजन आयनों और इलेक्ट्रॉनों को विकसित करने के लिए किया जाता है। इलेक्ट्रॉनों का उपयोग कोशिकाओं में प्राकृतिक इलेक्ट्रॉन स्वीकर्ता को अपचयित करने में होता है, जिसे बाद में निकोटिनमाइड एडेनिन डाइन्यूक्लियोटाइड फॉस्फेट (एनएडीपी+) के रूप में खोजा गया था। इसलिए, इलेक्ट्रॉनों का स्थानांतरण प्रकाश ऊर्जा द्वारा संचालित हो कर जल से इलेक्ट्रॉन स्वीकर्ता में विभव प्रवणता के विरुद्ध होता है |

• ऑक्सीजन एक अलग प्रक्रिया में उत्पन्न होती है जो कार्बन डाइऑक्साइड को अपचयित वाली प्रक्रिया से अलग होती है, जो एक प्रकाश स्वतंत्र या "अप्रकाशी" जैव रासायनिक अभिक्रिया है।

• ऑक्सिजन जल से विकसित होता है, यह वान निएल की खोज की पुष्टि करता है।

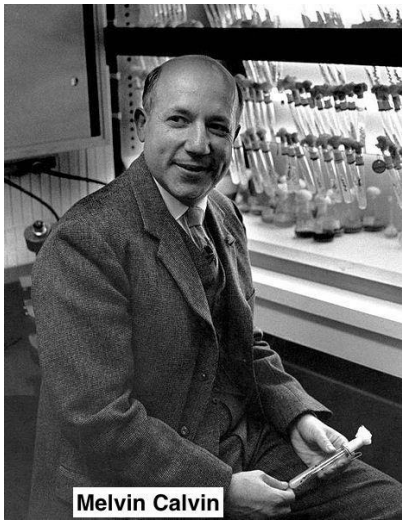
• कुछ प्रकाश संश्लेषण प्रतिक्रियाओं के लिए संपूर्ण कोशिकाओं की आवश्यकता नहीं होती है; पृथक क्लोरोप्लास्ट प्रकाश संश्लेषण की आंशिक अभिक्रिया कर सकते हैं।

प्रकाश अभिक्रिया



$$\mathbf{2H_2O + 2NADP^+} \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{\text{प्रकाश ऊर्जा}} \mathbf{O_2 + 2NADPH + 2H^+}$$

स्रोत: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/2/2f/Robert_Hill_%28biochemist%29.jpg



स्रोत: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/04/Melvin_Calvin.jpg/462px-Melvin_Calvin.jpg

डैनियल आई. अर्नोन (1954) ने प्रकाश संश्लेषण के दौरान चक्रीय और अचक्रीय फोटो-फॉस्फोरीलेशन या एटीपी गठन की खोज की।

$$2H_2O + 2NADP^+ + 3ADP + 3Pi \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{\text{प्रकाश ऊर्जा}} O_2 + 2NADPH + 2H^+ + 3ATP$$

रॉबर्ट एमर्सन ने अपने सहकर्मियों के साथ लाल ड्रॉप और वृद्धि प्रभाव प्रयोगों से निष्कर्ष निकला के दो फोटोसिस्टम हैं, पीएस-I जिसका अभिक्रिया केंद्र क्लोरोफिल 'ए' अणु – पी 700 है, और पीएस-II जिसका अभिक्रिया केंद्र क्लोरोफिल 'ए' अणु – पी 680 है, जो प्रकाश प्रतिक्रिया के दौरान काम करते हैं। 1960 में, आर. हिल और एफ. बेंडल ने क्लोरोप्लास्ट में पाए गए साइटोक्रोमेस के माध्यम से दो फोटोसिस्टम को जोड़ने की एक योजना का सुझाव दिया, जिसे प्रकाश प्रतिक्रिया को समझाने के लिए अपनाया गया है। चूंकि योजना का चित्रमय प्रतिनिधित्व "Z" अक्षर से मिलता जुलता है, इसलिए इसे Z- स्कीम कहा जाता है।

प्रकाश-स्वतंत्र (अप्रकाशी) अभिक्रिया

1953 में मेल्विन केल्विन, जेम्स बाशम और एंड्रयू बेन्सन ने कार्बन डाइऑक्साइड (14C) रेडियोधर्मी आइसोटोप का उपयोग करके प्रकाश स्वतंत्र या कार्बन डाइऑक्साइड अपचयित अभिक्रियाओं की

खोज की (जिसे केल्विन चक्र भी कहा जाता है) इस प्रक्रिया में प्रकाश अभि किक्रिया में निर्मित उच्च-ऊर्जा उत्पादों का उपयोग करके कार्बन डाइऑक्साइड को कार्बोहाइड्रेट में अपचयित किया जाता है

CO_2 + 2NADPH + 2H++ 3ATP → CH_2O + H_2O + 2NADP++ 3ADP + 3Pi

11. सारांश

प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया को स्पष्ट करने में लगभग दो शताब्दियों समय लगा। जोसेफ प्रीस्टले (1771) के प्रारंभिक प्रयोगों ने संकेत दिया कि जानवरों द्वारा अशुद्ध कि गयी वायु को पौधे शुद्ध करते हैं | ऑक्सीजन को मुक्त करके वायु को शुद्ध करने में सौर ऊर्जा और पौधों के हरे भाग कि भूमिका को जेन इनगेन्होज़ ने प्रदर्शित किया । बाद में जीन सेनेबियर ने निष्कर्ष निकाला कि ऑक्सीजन के उत्पादन के लिए पौधों द्वारा कार्बन डाइऑक्साइड की आवश्यकता होती है, और कार्बन डाइऑक्साइड में उपस्थित कार्बन का उपयोग पौधों द्वारा भोजन बनाने के लिए किया जाता है। सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में भोजन को संश्लेषित करने के लिए कार्बन डाइऑक्साइड के अलावा, हरे पौधों द्वारा पानी की आवश्यकता को मात्रात्मक विश्लेषण के माध्यम से. डी. सॉसर द्वारा प्रमाणित किया गया। जूलियस वॉन सच्स ने स्टार्च को प्रकाश संश्लेषण का पहला दृश्यमान उत्पाद पाया और स्टार्च के संश्लेषण में प्रकाश, कार्बन डाइऑक्साइड और क्लोरोफिल की भूमिका का महत्व दिया । प्रकाश संश्लेषण की क्रिया स्पेक्ट्रम टी. डब्ल्यू. एंगेलमैन (1882) द्वारा पहली बार की गई थी जिन्होंने पाया कि प्रकाश संश्लेषण लाल और नीले-बैंगनी प्रकाश में सबसे अधिक दक्ष है। प्रकाश संश्लेषण एक दो-चरण की प्रक्रिया है जिसमें प्रकाश-आश्रित और प्रकाश स्वतंत्र (अप्रकाशी) चरणों या अभिक्रियों का खुलासा एफ. एफ. ब्लैकमैन के प्रयोगों द्वारा 1905 में किया गया था।

सी.बी. वैन निएल, रॉबर्ट हिल और डी. आई.अर्नोन द्वारा की गई जाँच ने साबित किया कि प्रकाश अभिक्रिया में प्रकाश ऊर्जा का उपयोग क्लोरोफिल की उपस्थिति में पानी को विभाजित करने, ऑक्सीजन मुक्त करने और उच्च ऊर्जा अणु, एनएडीपीएच और एटीपी बनाने के लिए किया जाता है। प्रकाश अभिक्रिया में दो फोटोसिस्टम की भागीदारी आर. इमर्सन द्वारा स्थापित की गई थी।

मेल्विन केल्विन, जेम्स बाशम और एंड्रयू बेन्सन को 1953 में अप्रकाशी या प्रकाश-स्वतंत्र प्रतिक्रियाओं की खोज का श्रेय दिया जाता है, जिसमें कार्बन डाइऑक्साइड कार्बोहाइड्रेट में अपचयित हो जाता है।