उच्च पादपों में प्रकाश-संश्लेषण

इस अध्याय के सभी महत्वपूर्ण प्रश्न – उत्तर सहित। पहले खुद हल करने की कोशिश करो, फिर उत्तर मिलाओ।

अभ्यास प्रश्न-उत्तर (हर टॉपिक से)

» प्रकाश-संश्लेषण: परिचय और महत्व

प्रश्न 1 (आसान). प्रकाश-संश्लेषण की प्रक्रिया कौन करते हैं?
उत्तर – हरे पौधे

प्रश्न 2 (आसान). पौधे जो अपना भोजन स्वयं बनाते हैं, उन्हें क्या कहते हैं?
उत्तर – स्वपोषी

प्रश्न 3 (मध्यम). प्रकाश-संश्लेषण के लिए सूर्य का प्रकाश क्यों ज़रूरी है?
उत्तर – क्योंकि सूर्य के प्रकाश से ही पौधे ऊर्जा प्राप्त करके भोजन बना पाते हैं।

प्रश्न 4 (कठिन). अगर प्रकाश-संश्लेषण रुक जाए, तो पृथ्वी पर जीवन पर क्या प्रभाव पड़ेगा? कोई दो प्रभाव बताओ।
उत्तर – पहला, खाने के लिए भोजन नहीं मिलेगा क्योंकि पौधे ही सबका आधार हैं। दूसरा, हमें साँस लेने के लिए ऑक्सीजन नहीं मिलेगी।

» प्रकाश-संश्लेषण के प्रारंभिक प्रयोग

प्रश्न 5 (आसान). किस वैज्ञानिक ने बताया कि पौधे का केवल हरा भाग ही ऑक्सीजन छोड़ता है?
उत्तर – जॉन इंजेनहाउज

प्रश्न 6 (आसान). ग्लूकोज और स्टार्च बनने की बात किस वैज्ञानिक ने बताई थी?
उत्तर – जूलियस वॉन सैच्स

प्रश्न 7 (मध्यम). एंजिलमैन के प्रयोग में बैक्टीरिया किस रंग के प्रकाश क्षेत्रों में ज़्यादा इकट्ठा हुए थे?
उत्तर – लाल और नीले प्रकाश क्षेत्रों में

प्रश्न 8 (कठिन). जोसेफ प्रीस्टले ने अपने प्रयोग में पुदीने के पौधे को बेल जार में क्यों रखा था?
उत्तर – प्रीस्टले ने पुदीने के पौधे को बेल जार में इसलिए रखा ताकि वह यह साबित कर सकें कि पौधे जलती मोमबत्ती और साँस लेने वाले जीव (चूहा) द्वारा 'खराब' की गई हवा को शुद्ध करते हैं, जिससे वे जीवित रह सकें और मोमबत्ती जलती रहे।

» प्रकाश-संश्लेषण का स्थान: क्लोरोप्लास्ट

प्रश्न 9 (आसान). प्रकाश-संश्लेषण किस अंगक (organelle) में होता है?
उत्तर – क्लोरोप्लास्ट

प्रश्न 10 (आसान). क्लोरोप्लास्ट पौधे के किस हिस्से में सबसे अधिक पाए जाते हैं?
उत्तर – पत्तियों की मेसोफिल कोशिकाओं में

प्रश्न 11 (मध्यम). क्लोरोप्लास्ट में मौजूद हरे रंग के वर्णक का नाम क्या है?
उत्तर – क्लोरोफिल

प्रश्न 12 (कठिन). क्लोरोप्लास्ट की संरचना का संक्षिप्त वर्णन कीजिए, जिसमें स्ट्रोमा और थायलाकोइड का उल्लेख हो।
उत्तर – क्लोरोप्लास्ट एक दोहरी झिल्ली वाला अंगक है। इसके अंदर तरल भाग को स्ट्रोमा कहते हैं। स्ट्रोमा के अंदर चपटी, झिल्लीदार थैलियां होती हैं जिन्हें थायलाकोइड कहते हैं। ये थायलाकोइड एक-दूसरे के ऊपर सिक्के की तरह जमा होकर ग्रैना बनाते हैं।

» प्रकाश-संश्लेषण के दो चरण: प्रकाश और अप्रकाशी अभिक्रिया

प्रश्न 13 (आसान). प्रकाश-संश्लेषण का कौन सा चरण सीधे प्रकाश पर निर्भर करता है?
उत्तर – प्रकाश अभिक्रिया

प्रश्न 14 (आसान). ATP और NADPH का निर्माण किस अभिक्रिया में होता है?
उत्तर – प्रकाश अभिक्रिया में

प्रश्न 15 (मध्यम). प्रकाश-संश्लेषण के अप्रकाशी अभिक्रिया में कौन से पदार्थ बनते हैं?
उत्तर – शर्करा (ग्लूकोज)

प्रश्न 16 (कठिन). यदि पौधे को पर्याप्त प्रकाश न मिले, तो अप्रकाशी अभिक्रिया पर क्या असर होगा?
उत्तर – यदि पर्याप्त प्रकाश न मिले तो प्रकाश अभिक्रिया नहीं होगी, जिससे ATP और NADPH नहीं बनेंगे। इसके अभाव में अप्रकाशी अभिक्रिया भी नहीं हो पाएगी और पौधे का भोजन नहीं बन पाएगा।

» प्रकाश-संश्लेषण में वर्णकों की भूमिका

प्रश्न 17 (आसान). प्रकाश-संश्लेषण में कौन से वर्णक सहायक वर्णक के रूप में काम करते हैं?
उत्तर – क्लोरोफिल b, ज़ैंथोफिल और कैरोटीनोइड।

प्रश्न 18 (आसान). पत्तियों का हरा रंग किस वर्णक की वजह से होता है?
उत्तर – क्लोरोफिल।

प्रश्न 19 (मध्यम). अगर किसी पौधे में क्लोरोफिल 'a' कम हो जाए, तो प्रकाश-संश्लेषण पर क्या असर पड़ेगा?
उत्तर – प्रकाश-संश्लेषण की दर बहुत कम हो जाएगी क्योंकि क्लोरोफिल 'a' ही मुख्य वर्णक है जो प्रकाश ऊर्जा को सीधे रासायनिक ऊर्जा में बदलता है।

प्रश्न 20 (कठिन). ज़ैंथोफिल और कैरोटीनोइड का पत्तियों में क्या काम है, सिर्फ रंग देना या कुछ और भी?
उत्तर – नहीं, सिर्फ रंग देना नहीं। वे सहायक वर्णक के रूप में क्लोरोफिल 'a' को विभिन्न तरंगदैर्ध्य के प्रकाश को अवशोषित करने में मदद करते हैं और उसे अत्यधिक प्रकाश से होने वाले नुकसान से भी बचाते हैं।

» प्रकाश अभिक्रिया और फोटोसिस्टम

प्रश्न 21 (आसान). प्रकाश अभिक्रिया में कौन से दो मुख्य ऊर्जा वाहक अणु बनते हैं?
उत्तर – ATP और NADPH

प्रश्न 22 (आसान). ऑक्सीजन गैस किस फोटोसिस्टम से निकलती है?
उत्तर – फोटोसिस्टम II (PSII)

प्रश्न 23 (मध्यम). PSII और PSI में से कौन-सा पहले काम करता है, और उन्हें किस तरंगदैर्ध्य के प्रकाश से पहचानते हैं?
उत्तर – PSII पहले काम करता है (P680, 680 nm), फिर PSI (P700, 700 nm)।

प्रश्न 24 (कठिन). जल विघटन का क्लोरोप्लास्ट में सटीक स्थान क्या है और इसके उत्पादों का क्या महत्व है?
उत्तर – जल विघटन थायलाकोइड झिल्ली की भीतरी सतह पर होता है। इसके इलेक्ट्रॉन PSII को मिलते हैं, प्रोटॉन ATP संश्लेषण में मदद करते हैं, और ऑक्सीजन वातावरण में जीवन के लिए महत्वपूर्ण है।

» इलेक्ट्रॉन परिवहन (Z-स्कीम) और जल का विघटन

प्रश्न 25 (आसान). Z-स्कीम में इलेक्ट्रॉन किस फोटोसिस्टम से शुरू होकर कहाँ तक जाते हैं?
उत्तर – PSII से शुरू होकर PSI और फिर NADP तक जाते हैं।

प्रश्न 26 (आसान). जल का विघटन किस फोटोसिस्टम के पास होता है?
उत्तर – PSII के पास।

प्रश्न 27 (मध्यम). जल के विघटन से निकलने वाली ऑक्सीजन का क्या होता है?
उत्तर – ऑक्सीजन पौधे से बाहर निकल जाती है और पर्यावरण में मुक्त हो जाती है।

प्रश्न 28 (कठिन). Z-स्कीम को अचक्रीय क्यों कहते हैं?
उत्तर – इसे अचक्रीय इसलिए कहते हैं क्योंकि इलेक्ट्रॉन एक बार PSII से निकलकर आगे बढ़ जाते हैं और वापस PSII में नहीं लौटते।

» चक्रीय और अचक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन

प्रश्न 29 (आसान). फोटोफॉस्फोरिलेशन का क्या अर्थ है?
उत्तर – प्रकाश की उपस्थिति में ADP से ATP का संश्लेषण।

प्रश्न 30 (आसान). कौन से फोटोफॉस्फोरिलेशन में PSII और PSI दोनों काम करते हैं?
उत्तर – अचक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन।

प्रश्न 31 (मध्यम). अगर सिर्फ ATP बन रहा है और इलेक्ट्रॉन वापस PSI में ही आ जा रहे हैं, तो यह कौन सा फोटोफॉस्फोरिलेशन है?
उत्तर – चक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन।

प्रश्न 32 (कठिन). स्ट्रोमा लैमिली में कौन सा फोटोफॉस्फोरिलेशन होता है और क्यों?
उत्तर – स्ट्रोमा लैमिली में चक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन होता है क्योंकि इसमें केवल PSI होता है और PSII तथा NADP रिडक्टेस नहीं होते।

» रसोपरासरणी परिकल्पना (केमिओस्मोटिक हाइपोथेसिस)

प्रश्न 33 (आसान). प्रकाश-संश्लेषण में ATP बनने की प्रक्रिया को किस परिकल्पना से समझाया जाता है?
उत्तर – रसोपरासरणी परिकल्पना (केमिओस्मोटिक हाइपोथेसिस)

प्रश्न 34 (आसान). प्रोटॉन प्रवणता कहाँ बनती है, यानी H+ आयन कहाँ जमा होते हैं?
उत्तर – थाइलेकोइड के ल्यूमेन में

प्रश्न 35 (मध्यम). रसोपरासरणी परिकल्पना के लिए कौन से चार मुख्य घटकों की आवश्यकता होती है?
उत्तर – झिल्ली (थाइलेकोइड झिल्ली), प्रोटॉन पंप, प्रोटॉन प्रवणता, और ATP सिंथेस एंजाइम।

प्रश्न 36 (कठिन). ATP सिंथेस एंजाइम के CF0 और CF1 भाग का क्या कार्य है?
उत्तर – CF0 भाग झिल्ली में अंतःस्थापित होता है और प्रोटॉन के लिए एक चैनल बनाता है। CF1 भाग स्ट्रोमा की ओर होता है और प्रोटॉन के प्रवाह से मिलने वाली ऊर्जा का उपयोग करके ATP का संश्लेषण करता है।

» कार्बन स्थिरीकरण: केल्विन चक्र (C3 पथ)

प्रश्न 37 (आसान). केल्विन चक्र का पहला स्थायी उत्पाद क्या है?
उत्तर – 3-फॉस्फोग्लिसरिक अम्ल (PGA)

प्रश्न 38 (आसान). किस एंजाइम को रुबिस्को कहते हैं?
उत्तर – RuBP कार्बोक्सिलेज-ऑक्सीजिनेस

प्रश्न 39 (मध्यम). केल्विन चक्र के तीन मुख्य चरण कौन-से हैं?
उत्तर – कार्बोक्सिलीकरण, अपचयन (रिडक्शन) और पुनरुद्भवन (रीजनरेशन)

प्रश्न 40 (कठिन). RuBP प्राथमिक CO2 ग्राही क्यों कहलाता है और इसमें कितने कार्बन परमाणु होते हैं?
उत्तर – RuBP कार्बन डाइऑक्साइड को सबसे पहले ग्रहण करता है, जिससे केल्विन चक्र शुरू होता है। इसमें 5 कार्बन परमाणु होते हैं।

» C4 पथ: शुष्क उष्णकटिबंधीय पौधों में अनुकूलन

प्रश्न 41 (आसान). C4 पौधों में CO2 का पहला स्थायी उत्पाद क्या है?
उत्तर – ऑक्सैलोएसिटिक एसिड (OAA)

प्रश्न 42 (आसान). क्रांज़ शारीरिकी किस प्रकार के पौधों में पाई जाती है?
उत्तर – C4 पौधों में

प्रश्न 43 (मध्यम). C4 पौधे, C3 पौधों की तुलना में प्रकाश-श्वसन क्यों कम करते हैं?
उत्तर – C4 पौधे CO2 को बंडल शीथ कोशिकाओं में पहुँचाते हैं जहाँ RuBisCO को ऑक्सीजन की बजाय CO2 ज़्यादा मिलती है, जिससे प्रकाश-श्वसन कम होता है।

प्रश्न 44 (कठिन). शुष्क उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में C4 पौधों का C3 पौधों पर क्या लाभ है?
उत्तर – C4 पौधे उच्च तापमान, तीव्र प्रकाश और कम पानी में भी अधिक कुशलता से CO2 का स्थिरीकरण कर पाते हैं क्योंकि उनमें क्रांज़ शारीरिकी और दोहरे CO2 स्थिरीकरण तंत्र होते हैं, जिससे प्रकाश-श्वसन कम होता है और उत्पादकता बढ़ती है।

» प्रकाश श्वसन: एक निरर्थक प्रक्रिया

प्रश्न 45 (आसान). प्रकाश-श्वसन की प्रक्रिया मुख्य रूप से किन पौधों में होती है?
उत्तर – C3 पौधों में।

प्रश्न 46 (आसान). प्रकाश-श्वसन में कौन सा एंजाइम O2 से जुड़ जाता है?
उत्तर – RuBisCO एंजाइम।

प्रश्न 47 (मध्यम). क्या प्रकाश-श्वसन में शर्करा या ATP का संश्लेषण होता है? समझाओ।
उत्तर – नहीं, प्रकाश-श्वसन में शर्करा या ATP का संश्लेषण नहीं होता। यह एक निरर्थक प्रक्रिया है जिसमें ऊर्जा की हानि होती है क्योंकि RuBisCO CO2 की बजाय O2 से जुड़ जाता है, जिससे केल्विन चक्र बाधित होता है।

प्रश्न 48 (कठिन). C4 पौधों में प्रकाश-श्वसन क्यों नहीं होता, जबकि C3 पौधों में होता है?
उत्तर – C4 पौधों में एक विशेष क्रियाविधि होती है जिसे 'क्रांज़ शारीरिकी' कहते हैं। इसमें CO2 को पहले मेसोफिल कोशिकाओं में PEPcase द्वारा पकड़ा जाता है और फिर बंडल शीथ कोशिकाओं में RuBisCO को दिया जाता है। बंडल शीथ कोशिकाओं में CO2 की सांद्रता बहुत ज़्यादा रखी जाती है, जिससे RuBisCO हमेशा CO2 से ही जुड़ता है, O2 से नहीं। इसलिए C4 पौधों में प्रकाश-श्वसन नहीं होता, जबकि C3 पौधों में ऐसा कोई तंत्र नहीं होता।

» प्रकाश-संश्लेषण को प्रभावित करने वाले कारक

प्रश्न 49 (आसान). पत्ती की आयु एक आंतरिक कारक है या बाह्य?
उत्तर – आंतरिक कारक

प्रश्न 50 (आसान). प्रकाश, प्रकाश-संश्लेषण के लिए कैसा कारक है?
उत्तर – बाह्य कारक

प्रश्न 51 (मध्यम). ब्लैकमैन के सीमित कारकों का नियम क्या कहता है?
उत्तर – यह नियम कहता है कि यदि कोई रासायनिक प्रक्रिया एक से अधिक कारकों द्वारा प्रभावित होती है, तो उसकी दर उस कारक द्वारा निर्धारित होती है जो न्यूनतम मात्रा में उपलब्ध होता है।

प्रश्न 52 (कठिन). अगर एक पौधे को उच्च CO2 सांद्रता में रखा जाए लेकिन तापमान बहुत कम हो, तो प्रकाश-संश्लेषण की दर पर क्या असर होगा और क्यों?

उत्तर – प्रकाश-संश्लेषण की दर बहुत कम या न के बराबर होगी। क्योंकि प्रकाश-संश्लेषण की अप्रकाशी अभिक्रिया एंजाइम-निर्भर होती है और कम तापमान में एंजाइम ठीक से काम नहीं कर पाते। इस स्थिति में, CO2 की अधिकता के बावजूद, तापमान एक सीमित कारक बन जाएगा।

हल किए हुए उदाहरण (step-by-step)

उदाहरण 1. एक पौधा प्रकाश-संश्लेषण के लिए किन-किन चीज़ों का इस्तेमाल करता है और क्या बनाता है?

› पहला कदम: पौधा ज़मीन से पानी (HO) लेता है।

› दूसरा कदम: हवा से कार्बन डाइऑक्साइड (CO) लेता है।

› तीसरा कदम: सूरज की रोशनी (प्रकाश ऊर्जा) को सोखता है, जो क्लोरोफिल की मदद से होता है।

› चौथा कदम: इन सबको मिलाकर वह अपना भोजन (ग्लूकोज/शर्करा) बनाता है।

› पाँचवाँ कदम: इस प्रक्रिया में हमें साँस लेने के लिए ऑक्सीजन (O) भी छोड़ता है।

उत्तर – पौधा पानी, कार्बन डाइऑक्साइड और सूर्य के प्रकाश का इस्तेमाल करके भोजन (ग्लूकोज) और ऑक्सीजन बनाता है।

उदाहरण 2. प्रश्न: जोसेफ प्रीस्टले ने अपने प्रयोग से क्या निष्कर्ष निकाला था और उन्होंने किस गैस की खोज की?

› पहला कदम: याद करो कि प्रीस्टले ने क्या-क्या चीज़ें बंद जार में रखी थीं? मोमबत्ती, चूहा, और फिर पुदीने का पौधा।

› दूसरा कदम: सोचो, मोमबत्ती और चूहे के साथ क्या हुआ? वे हवा 'खराब' कर रहे थे, जिससे मोमबत्ती बुझ गई और चूहे का दम घुट गया।

› तीसरा कदम: जब पुदीने का पौधा रखा, तो क्या हुआ? पौधा उस 'खराब' हवा को 'ठीक' कर रहा था, जिससे मोमबत्ती जलती रही और चूहा ज़िंदा रहा।

› चौथा कदम: तो इस 'ठीक' करने वाली हवा को प्रीस्टले ने क्या नाम दिया? उन्होंने इसे 'डिफ्लॉजिस्टिकेटेड एयर' कहा, जिसे बाद में ऑक्सीजन के रूप में पहचाना गया।

उत्तर – जोसेफ प्रीस्टले ने अपने प्रयोगों से निष्कर्ष निकाला कि पौधे उस वायु की क्षतिपूर्ति करते हैं, जिसे साँस लेने वाले प्राणी और जलती हुई मोमबत्ती कम कर देती है। उन्होंने ऑक्सीजन गैस की खोज की।

उदाहरण 3. पौधे की पत्ती की वह कौन सी कोशिकाएं हैं जहां सबसे ज्यादा क्लोरोप्लास्ट पाए जाते हैं और प्रकाश-संश्लेषण होता है?

› हमें यह समझना होगा कि पत्तियों में कई तरह की कोशिकाएं होती हैं।

› पौधे के हरे भाग में प्रकाश-संश्लेषण होता है, मुख्य रूप से पत्तियों में।

› पत्तियों के अंदर मेसोफिल कोशिकाएं होती हैं, जो विशेष रूप से प्रकाश-संश्लेषण के लिए बनी होती हैं।

› इन्हीं मेसोफिल कोशिकाओं में बड़ी संख्या में क्लोरोप्लास्ट होते हैं।

उत्तर – पौधे की पत्ती की मेसोफिल कोशिकाओं में सबसे ज्यादा क्लोरोप्लास्ट पाए जाते हैं और यहीं प्रकाश-संश्लेषण की प्रक्रिया होती है।

उदाहरण 4. प्रकाश-संश्लेषण के दो मुख्य चरणों के नाम और उनकी मुख्य भूमिका बताइए।

› पहला चरण है 'प्रकाश अभिक्रिया' (Light Reaction)।

› यह अभिक्रिया सूर्य के प्रकाश पर पूरी तरह निर्भर होती है।

› इसमें प्रकाश ऊर्जा का उपयोग करके ATP (एडिनोसिन ट्राइफॉस्फेट) और NADPH (निकोटिनामाइड एडेनिन डाइन्यूक्लियोटाइड फॉस्फेट हाइड्राइड) जैसे ऊर्जा वाहक अणु बनाए जाते हैं।

› दूसरा चरण है 'अप्रकाशी अभिक्रिया' (Dark Reaction) या 'केल्विन चक्र'।

› यह अभिक्रिया सीधे प्रकाश पर निर्भर नहीं करती, बल्कि प्रकाश अभिक्रिया में बने ATP और NADPH का उपयोग करती है।

› इसमें कार्बन डाइऑक्साइड (CO2) का उपयोग करके शर्करा (ग्लूकोज) यानी पौधे का भोजन बनाया जाता है।

उत्तर – प्रकाश-संश्लेषण के दो चरण हैं: 1. प्रकाश अभिक्रिया, जो प्रकाश पर निर्भर है और ATP व NADPH बनाती है। 2.

अप्रकाशी अभिक्रिया, जो ATP व NADPH का उपयोग करके शर्करा का संश्लेषण करती है।

उदाहरण 5. एक पत्ती में मुख्य प्रकाश-संश्लेषी वर्णक कौन सा है और उसका रंग कैसा होता है?

› पहला कदम यह है कि हमें पता होना चाहिए कि प्रकाश-संश्लेषण में कई वर्णक होते हैं।

› इनमें से 'मुख्य' वर्णक वो होता है जो सीधे प्रकाश ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा में बदलने का काम करता है।

› हमने पढ़ा है कि क्लोरोफिल 'a' ही वह मुख्य वर्णक है।

› क्लोरोफिल 'a' का रंग नीला-हरा होता है, जो हम आमतौर पर पत्तियों में देखते हैं।

उत्तर – मुख्य प्रकाश-संश्लेषी वर्णक क्लोरोफिल 'a' है, और उसका रंग नीला-हरा होता है।

उदाहरण 6. प्रकाश अभिक्रिया में जल के विघटन की भूमिका और उसके उत्पादों को समझाओ।

› जब प्रकाश PSII (फोटोसिस्टम II) पर पड़ता है, तो वह उत्तेजित होता है और इलेक्ट्रॉन खो देता है।

› इन खोए हुए इलेक्ट्रॉनों की भरपाई करने के लिए, PSII पानी (H2O) के अणुओं को तोड़ता है।

› इस जल के विघटन से इलेक्ट्रॉन (e-), प्रोटॉन (H+) और ऑक्सीजन गैस (O2) बनते हैं।

› इलेक्ट्रॉन PSII को वापस मिल जाते हैं, प्रोटॉन ATP बनाने में मदद करते हैं, और ऑक्सीजन गैस वातावरण में मुक्त हो जाती है।

उत्तर – जल के विघटन से ऑक्सीजन, इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन उत्पन्न होते हैं। इलेक्ट्रॉन PSII की भरपाई करते हैं, प्रोटॉन ATP नर्िमाण में सहायक होते हैं, और ऑक्सीजन गैस प्रकाश-संश्लेषण के उप-उत्पाद के रूप में नकिलती है।

उदाहरण 7. प्रकाश संश्लेषण में जल के विघटन से कौन-कौन से उत्पाद बनते हैं और इनकी क्या भूमिका है?

› सबसे पहले, जल (HO) के अणु टूटते हैं। यह क्रिया PSII के पास होती है।

› इस विघटन से तीन मुख्य चीजें बनती हैं: प्रोटॉन (H आयन), ऑक्सीजन (O) और इलेक्ट्रॉन (e)।

› ऑक्सीजन (O) पौधे से बाहर निकल जाती है और यही हमें साँस लेने के लिए मिलती है।

› इलेक्ट्रॉन (e) आगे 'Z-स्कीम' में जाकर NADPH बनाने में मदद करते हैं।

› प्रोटॉन (H) आयन ATP बनाने के लिए एक 'प्रवणता' (gradient) बनाने में भूमिका निभाते हैं।

उत्तर – जल के विघटन से प्रोटॉन (H), ऑक्सीजन (O) और इलेक्ट्रॉन (e) बनते हैं। ऑक्सीजन बाहर निकल जाती है, इलेक्ट्रॉन ऊर्जा बनाने में मदद करते हैं, और प्रोटॉन भी ATP बनाने में भूमिका निभाते हैं।

उदाहरण 8. प्रश्न: 'Z-स्कीम' कौन से प्रकार के फोटोफॉस्फोरिलेशन का उदाहरण है और इसमें क्या-क्या बनता है?

› पहला कदम, हम याद करेंगे कि Z-स्कीम में इलेक्ट्रॉन PSII से शुरू होकर PSI तक जाते हैं और वापस PSII में नहीं आते।

› दूसरा कदम, क्योंकि इलेक्ट्रॉन वापस नहीं आते और PSII तथा PSI दोनों शामिल होते हैं, तो यह अचक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन होगा।

› तीसरा कदम, Z-स्कीम के दौरान ATP और NADPH दोनों ऊर्जा अणु बनते हैं।

उत्तर – Z-स्कीम अचक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन का उदाहरण है और इसमें ATP तथा NADPH दोनों बनते हैं।

उदाहरण 9. रसोपरासरणी परिकल्पना में प्रोटॉन की सांद्रता कहाँ पर ज़्यादा होती है और कहाँ पर कम होती है? ATP बनने में ATP सिंथेस एंजाइम की क्या भूमिका है?

› सबसे पहले, समझो कि क्लोरोप्लास्ट के अंदर एक खास जगह होती है जिसे 'थाइलेकोइड' कहते हैं। ये सिक्के जैसे दिखते हैं।

› थाइलेकोइड की झिल्ली के अंदर वाले हिस्से को 'ल्यूमेन' कहते हैं और बाहर वाले हिस्से को 'स्ट्रोमा' कहते हैं।

› फोटोफॉस्फोरिलेशन के दौरान, जल के टूटने से (Photolysis of water) और इलेक्ट्रॉन परिवहन श्रृंखला के कारण, H+ आयन (प्रोटॉन) ल्यूमेन में जमा होते जाते हैं। इससे ल्यूमेन में H+ की सांद्रता बहुत बढ़ जाती है।

› वहीं, स्ट्रोमा में H+ आयन कम होते जाते हैं, क्योंकि वे या तो NADPH बनाने में इस्तेमाल हो जाते हैं या फिर ल्यूमेन में पंप कर दिए जाते हैं।

› तो अब, ल्यूमेन (अंदर) में प्रोटॉन ज़्यादा हैं और स्ट्रोमा (बाहर) में कम। इस अंतर को 'प्रोटॉन प्रवणता' कहते हैं।

› इस प्रवणता को तोड़ने के लिए, प्रोटॉन ल्यूमेन से स्ट्रोमा की ओर एक खास चैनल से भागते हैं। ये चैनल 'ATP सिंथेस' एंजाइम का हिस्सा होता है, जिसे CF0 (सी-एफ-जीरो) कहते हैं।

› जब प्रोटॉन इस चैनल से तेज़ी से गुजरते हैं, तो उनकी ऊर्जा से ATP सिंथेस एंजाइम का दूसरा हिस्सा, CF1 (सी-एफ-वन), घूमता है।

› यह घूमने की ऊर्जा ADP और अकार्बनिक फॉस्फेट (Pi) को जोड़कर ATP बनाने में मदद करती है।

उत्तर – रसोपरासरणी परिकल्पना में, प्रोटॉन की सांद्रता थाइलेकोइड के ल्यूमेन (अंदर) में ज़्यादा होती है और स्ट्रोमा (बाहर) में कम होती है। ATP सिंथेस एंजाइम इस प्रोटॉन प्रवणता को तोड़ने और मुक्त ऊर्जा का उपयोग करके ADP तथा Pi से ATP संश्लेषति करने में महत्वपूर्ण भूमकिा नभिाता है।

उदाहरण 10. ग्लूकोज के एक अणु (C6H12O6) के निर्माण के लिए केल्विन चक्र में CO2 के कितने अणु, ATP के कितने अणु और NADPH के कितने अणु की आवश्यकता होती है?

› सबसे पहले, ग्लूकोज में 6 कार्बन होते हैं। केल्विन चक्र में एक बार में एक CO2 अणु जुड़ता है, तो हमें 6 CO2 अणुओं को स्थिर करना होगा।

› हर एक CO2 अणु को स्थिर करने के लिए 3 ATP और 2 NADPH की आवश्यकता होती है।

› तो, 6 CO2 अणुओं के लिए: ATP = 6 × 3 = 18 ATP

› और NADPH = 6 × 2 = 12 NADPH

› याद रखना, पुनरुद्भवन के लिए भी ATP लगता है। इसलिए, कुल ATP की संख्या 18 होती है।

› कुल NADPH की संख्या 12 होती है।

› और कुल CO2 के अणु 6 होते हैं।

उत्तर – ग्लूकोज के एक अणु के लिए 6 CO2, 18 ATP और 12 NADPH की आवश्यकता होती है।

उदाहरण 11. एक C4 पौधे में CO2 का प्राथमिक स्थिरीकरण कहाँ और किस एंजाइम द्वारा होता है?

› सबसे पहले, हमें यह समझना होगा कि C4 पौधों में दो तरह की कोशिकाएँ होती हैं जो प्रकाश संश्लेषण में भाग लेती हैं: मेसोफिल कोशिकाएँ और बंडल शीथ कोशिकाएँ।

› C4 पथ की शुरुआत मेसोफलि कोशकिाओं में होती है।

› इन मेसोफिल कोशिकाओं में PEP carboxylase (PEPcase) नामक एक खास एंजाइम होता है।

› यह PEPcase एंजाइम CO2 को Phosphoenolpyruvate (PEP) नामक 3-कार्बन वाले अणु के साथ जोड़ता है।

› इस जुड़ने से 4-कार्बन वाला एक पहला स्थायी उत्पाद बनता है, जिसे Oxaloacetic acid (OAA) कहते हैं।

› तो, CO2 का प्राथमिक स्थिरीकरण मेसोफिल कोशिकाओं में PEPcase एंजाइम द्वारा होता है।

उत्तर – C4 पौधे में CO2 का प्राथमिक स्थिरीकरण मेसोफिल कोशिकाओं में PEP carboxylase (PEPcase) एंजाइम द्वारा होता है।

उदाहरण 12. एक C3 पौधे में, जब पत्ती के अंदर CO2 की सांद्रता बहुत कम हो जाती है और O2 की सांद्रता बढ़ जाती है, तो कौन सी प्रक्रिया शुरू हो जाती है और इसमें क्या होता है?

› सबसे पहले, जब पत्ती के अंदर CO2 कम और O2 ज़्यादा होती है, तो RuBisCO एंजाइम CO2 की बजाय O2 से जुड़ जाता है।

› इस जुड़ने की वजह से 'प्रकाश-श्वसन' की प्रक्रिया शुरू हो जाती है।

› इस प्रक्रिया में, पौधा शर्करा (खाना) या ATP (ऊर्जा) नहीं बना पाता।

› बल्कि, जो ATP बनी होती है, उसका उपयोग होता है और CO2 भी बाहर निकल जाती है, जिससे ऊर्जा की हानि होती है।

उत्तर – ऐसी स्थिति में 'प्रकाश-श्वसन' की प्रक्रिया शुरू हो जाती है, जिसमें ऊर्जा का नुकसान होता है और कोई भी उपयोगी उत्पाद (जैसे शर्करा या ATP) नहीं बनता।

उदाहरण 13. एक पौधा सामान्य CO2 सांद्रता और पर्याप्त पानी में रखा गया है। अगर हम उसकी प्रकाश की तीव्रता को धीरे-धीरे बढ़ाते हैं, तो प्रकाश-संश्लेषण की दर पर क्या असर होगा?

› सबसे पहले, प्रकाश-संश्लेषण की दर प्रकाश की तीव्रता के साथ बढ़ती है।

› लेकिन एक बिंदु पर पहुँचने के बाद, प्रकाश-संश्लेषण की दर बढ़ना बंद हो जाएगी, भले ही प्रकाश की तीव्रता और बढ़ा दी जाए।

› ऐसा इसलिए होगा क्योंकि अब प्रकाश एक 'सीमित कारक' नहीं रहा; कोई और कारक, जैसे CO2 सांद्रता या तापमान, अब प्रक्रिया को सीमित कर रहा है।

› उदाहरण के लिए, अगर CO2 कम है, तो प्रकाश कितना भी बढ़ा लो, पौधा उससे ज़्यादा प्रकाश-संश्लेषण नहीं कर पाएगा क्योंकि उसे CO2 नहीं मिल रही।

› तो, शुरुआत में दर बढ़ेगी, फिर स्थिर हो जाएगी।

उत्तर – प्रकाश-संश्लेषण की दर शुरुआत में बढ़ेगी और फिर एक निश्चित स्तर पर स्थिर हो जाएगी, क्योंकि कोई दूसरा कारक (जैसे CO2 या तापमान) सीमित हो जाएगा।

बोर्ड परीक्षा के लिए ख़ास

• यह विषय बोर्ड परीक्षा के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। प्रकाश-संश्लेषण की परिभाषा, इसका महत्व (भोजन और ऑक्सीजन), और स्वपोषी-विषमपोषी का अंतर अच्छे से याद कर लेना। ये सीधे सवाल अक्सर पूछे जाते हैं।

• इन वैज्ञानिकों के नाम और उनके प्रमुख निष्कर्षों को ज़रूर याद रखना, ये बोर्ड परीक्षाओं में अक्सर सीधे सवाल के रूप में पूछे जाते हैं!

• क्लोरोप्लास्ट की संरचना और प्रकाश-संश्लेषण में उसकी भूमिका बोर्ड परीक्षा में अक्सर पूछी जाती है, इसलिए इसके चित्र का अभ्यास ज़रूर करें।

• प्रकाश अभिक्रिया के चरणों और PSI व PSII के बीच के अंतर को आरेख (diagram) के साथ समझना और याद रखना बोर्ड परीक्षा के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। अक्सर इस पर सीधे सवाल आते हैं!

• यह कॉन्सेप्ट बोर्ड परीक्षा के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। Z-स्कीम का चित्र बनाना और उसके हर हिस्से को समझाना सीखो, खासकर जल का विघटन कहाँ होता है और उसके उत्पाद क्या हैं, इस पर अक्सर प्रश्न आते हैं।

• यह कॉन्सेप्ट बोर्ड परीक्षा के लिए बहुत महत्वपूर्ण है! चक्रीय और अचक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन के बीच के अंतरों को हमेशा याद रखना, खासकर कि कौन से फोटोसिस्टम शामिल होते हैं और कौन से ऊर्जा अणु बनते हैं। अक्सर सीधा तुलना करने वाला प्रश्न आता है।

• यह टॉपिक बोर्ड परीक्षाओं के लिए बहुत महत्वपूर्ण है! 'प्रोटॉन प्रवणता' कैसे बनती है और 'ATP सिंथेस' कैसे काम करता है, इसे डायग्राम के साथ समझाना सीख लो।

• केल्विन चक्र के चरण, RuBP और रुबिस्को एंजाइम की भूमिका, और ग्लूकोज बनाने के लिए ATP/NADPH की संख्या पर आधारित प्रश्न बोर्ड परीक्षा में अक्सर आते हैं। इसे अच्छे से समझ लेना।

• क्रांज़ शारीरिकी की संरचना और C4 पथ के CO2 स्थिरीकरण के दोनों चरणों को अच्छे से समझना और उसके डायग्राम का अभ्यास करना बोर्ड परीक्षा के लिए बहुत ज़रूरी है। यह अक्सर पूछा जाता है।

• यह प्रकाश-श्वसन और C3/C4 पौधों के बीच का अंतर बोर्ड परीक्षा के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। इसे अच्छी तरह से समझना और इन प्रक्रियाओं की तुलना करना अक्सर पूछा जाता है।

• ब्लैकमैन के सीमित कारकों का नियम बोर्ड परीक्षाओं के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। इसे उदाहरण के साथ अच्छे से समझकर याद करें।

एक नज़र में रिवीज़न

› प्रकाश-संश्लेषण: पौधे CO, जल, सूर्य प्रकाश से भोजन (ग्लूकोज) व ऑक्सीजन बनाते हैं।

› प्रीस्टले (ऑक्सीजन/हवा), इंजेनहाउज (सूर्यप्रकाश/हरा भाग), सैच्स (ग्लूकोज/स्टार्च), एंजिलमैन (स्पेक्ट्रम/लाल-नीला)।

› प्रकाश-संश्लेषण पत्तियों की मेसोफिल कोशिकाओं के क्लोरोप्लास्ट में होता है।

› प्रकाश अभिक्रिया: जल विघटन, O2 निष्कासन, ATP व NADPH निर्माण; PSII (P680), PSI (P700)

› Z-स्कीम: अचक्रीय इलेक्ट्रॉन परविहन, PSII से PSI, जल वघिटन O, e, H देता है।

› फोटोफॉस्फोरिलेशन: ADP से ATP। अचक्रीय: PSII+PSI, ATP+NADPH। चक्रीय: केवल PSI, केवल ATP।

› क्लोरोप्लास्ट में प्रोटॉन प्रवणता और ATP सिंथेस से ATP संश्लेषण की विधि।

› केल्विन चक्र: CO2शर्करा, रुबिस्को एंजाइम, RuBP प्राथमिक ग्राही (5C), PGA पहला उत्पाद (3C), 3 चरण।

› C4 पथ: शुष्क पौधों का अनुकूलन, क्रांज़ शारीरकिी, दोहरी CO2 स्थरीकरण, उच्च उत्पादकता।

› प्रकाश श्वसन: C3 पौधों में RuBisCO का O2 से जुड़ना, ऊर्जा की हानि, कोई उत्पादन नहीं।

› आंतरिक (पत्ती, क्लोरोफिल) और बाह्य (प्रकाश, CO2, ताप, जल) कारक प्रकाश-संश्लेषण को प्रभावित करते हैं; ब्लैकमैन का नियम: न्यूनतम कारक दर निर्धारित करता है।