Toppersnotes®
Unleash the topper in you

2nd – Grade

वरिष्ठ अध्यापक

राजस्थान लोक सेवा आयोग (RPSC)

भाग - 5

विज्ञान

जीव विज्ञान - II

SIERRA INNOVATIONS

INDEX

S.N.	Content	P.N.
1.	प्लांट फिजियोलॉजी श्रृंखला	1
2.	उच्च पौधों में प्रकाश संश्लेषण	15
3.	पौधों में श्वसन और गैसों का आदान-प्रदान	24
4.	पौधा - वृद्धि और विकास	31
5.	पौधों में प्रजनन	37
6.	आनुवंशिकी	55
7.	विकास	70
8.	जैव प्रौद्योगिकी	80
9.	जानवरों में प्रजनन और विकास	88
10.	उन्नत विकासात्मक जीव विज्ञान	119
11.	मानव स्वास्थ्य और रोग	128
12.	मानव कल्याण में जीव विज्ञान	139
13.	पारिस्थितिकीय	151
14.	पर्यावरण जीव विज्ञान	176
15.	भारतीय ज्ञान प्रणाली में जीवविज्ञान (आई के एस)	200

1 CHAPTER प्लांट फिजियोलॉजी श्रृंखला

पौधों में पानी के संबंध - बुनियादी बातें, ऑस्मोसिस और डिफ्यूजन प्रेशर डेफिसिट (DPD)

1. **परिचय: पौधों के जीवन में पानी का महत्व**
   पानी **पौधों के प्रोटोप्लाज्म का 70-95% हिस्सा होता है** और यह पौधों की ग्रोथ, मेटाबॉलिज्म और सर्वाइवल को कंट्रोल करने वाला सबसे ज़रूरी फैक्टर है।
   पौधों को पानी की ज़रूरत होती है:
   - प्रकाश संश्लेषण
   - खनिज अवशोषण
   - विलेय का स्थानांतरण
   - कोशिका स्फीति और वृद्धि
   - तापमान विनियमन
   - एंजाइमेटिक प्रतिक्रियाएं

   लगातार पानी की आवाजाही के बिना, पौधों का जीवन रुक जाता है।

2. **पौधों के जीवन के लिए पानी के भौतिक गुण**
   1. **ध्रुवीयता**
      पानी एक पोलर मॉलिक्यूल है, जो हाइड्रोजन बॉन्डिंग → हाई सॉल्वेंट पावर की इजाज़त देता है।
   2. **संलयन और आसंजन**
      - कोहेज़न: पानी के अणुओं के बीच आकर्षण
      - आसंजन: पानी और कोशिका भित्तियों के बीच आकर्षण

      ये गुण जाइलम में लगातार पानी के कॉलम को बनाए रखने में मदद करते हैं।
   3. **उच्च विशिष्ट ऊष्मा**
      तापमान में उतार-चढ़ाव के खिलाफ पौधों को बफर करता है।
   4. **वाष्पीकरण की उच्च गुप्त ऊष्मा**
      ट्रांसपिरेशन से ठंडक मिलती है।

3. **पौधों में पानी का संबंध - बेसिक कॉन्सेप्ट**
   जल संबंध इनसे संबंधित हैं:
   - पानी की गति
   - प्रवाह की दिशा
   - शामिल बल
   - सेलुलर जल संतुलन

   पानी का मूवमेंट **वॉटर पोटेंशियल ग्रेडिएंट से कंट्रोल होता है** ।

4. **डिफ्यूजन: बुनियादी फिजिकल प्रोसेस**
   परिभाषा
   डिफ्यूजन, **मॉलिक्यूल्स का ज़्यादा कंसंट्रेशन वाले एरिया से कम कंसंट्रेशन वाले एरिया में पैसिव मूवमेंट है** ।
   प्रमुख विशेषताऐं
   - ऊर्जा की आवश्यकता नहीं है
   - गैसों, द्रवों, ठोसों में पाया जाता है
   - लंबी दूरी पर धीमा

   जैविक प्रासंगिकता
   - गैस विनिमय (CO_2 , O_2)
   - झिल्लियों के आर-पार विलेय का आदान-प्रदान

5. **ऑस्मोसिस: एक खास तरह का डिफ्यूजन**
   परिभाषा
   सेमीपरमेबल मेम्ब्रेन के ज़रिए ज़्यादा वॉटर पोटेंशियल वाले एरिया से **कम वॉटर पोटेंशियल वाले एरिया** की ओर मूवमेंट है ।
   मुख्य शर्तें
   - अर्ध-पारगम्य झिल्ली की उपस्थिति
   - कम और अधिक घनत्व के बीच में एक घुले हुए पदार्थ का जमाव
   - चयनात्मक पारगम्यता

   ऑस्मोटिक विलयनों के प्रकार

समाधान प्रकार	कोशिका पर प्रभाव
हाइपोटोनिक	कोशिका में पानी बढ़ता है → फूला हुआ
आइसोटोनिक	कोई शुद्ध गति नहीं
हाइपरटोनिक	कोशिका में पानी की कमी → प्लास्मोलिसिस

6. **ऑस्मोटिक प्रेशर (OP)**
   परिभाषा
   सेमीपरमिएबल मेम्ब्रेन में ऑस्मोसिस को रोकने के लिए ज़रूरी प्रेशर।
   विशेषताएँ
   - विलेय सांद्रता के सीधे आनुपातिक
   - वायुमंडल में मापा जाता है (atm)

   ऑस्मोटिक प्रेशर किसी सॉल्यूशन के पानी खींचने की प्रवृत्ति को दिखाता है।

7. **प्रसार दाब घाटा (DPD)**
   परिभाषा
   DPD **शुद्ध सॉल्वेंट के डिफ्यूजन प्रेशर और सॉल्यूशन के डिफ्यूजन प्रेशर के बीच का अंतर है** ।
   सामान्य शर्तों में:
   DPD = ऑस्मोटिक प्रेशर - टर्गर प्रेशर

डीपीडी का महत्व

- पानी की गति की दिशा निर्धारित करता है
- पानी हमेशा **कम DPD से ज़्यादा DPD की ओर बढ़ता है**

संबंध:

- **फूली हुई कोशिका** → डीपीडी = 0
- **शिथिल कोशिका** → डीपीडी = ओपी
- **प्लाज्मोलाइज्ड कोशिका** → DPD > OP

8. टर्गर प्रेशर (टीपी)

परिभाषा

सेल की दीवार पर सेल के अंदर के हिस्से से डाला गया दबाव।

महत्त्व

- कोशिका के आकार को बनाए रखता है
- कोशिका वृद्धि के लिए जिम्मेदार
- शाकाहारी पौधों को मज़बूती देता है

टर्गर प्रेशर ऑस्मोटिक प्रेशर को बैलेंस करता है।

9. प्लास्मोलिसिस

परिभाषा

प्लास्मोलाइसिस एक हाइपरटोनिक सॉल्यूशन में पानी की कमी के कारण सेल वॉल से **प्रोटोप्लाज्म का सिकुड़ना है।**

प्रकार

1. **शुरुआती प्लास्मोलाइज़ेशन** - सेल का प्लास्मोलाइज़ होना शुरू हो जाता है
2. **पूरा प्लास्मोलिसिस** - प्रोटोप्लास्ट पूरी तरह से अलग हो गया

महत्व

- झिल्ली की अर्धपारगम्य प्रकृति को प्रदर्शित करता है
- ऑस्मोसिस का अध्ययन करने के लिए उपयोग किया जाता है
- आसमाटिक सांद्रता निर्धारित करता है

10. डिप्लास्मोलिसिस

प्लास्मोलिसिस का उल्टा।

- यह तब होता है जब प्लास्मोलाइज्ड सेल को हाइपोटोनिक सॉल्यूशन में रखा जाता है।
- कोशिका पुनः स्फीत हो जाती है

11. पौधों में ऑस्मोसिस का महत्व

- कोशिका की दृढ़ता बनाए रखता है
- कोशिका वृद्धि को बढ़ावा देता है
- रंध्र की गति को सक्षम बनाता है
- जड़ों द्वारा पानी के अवशोषण में मदद करता है

12. जल विभव (Ψ w)

परिभाषा

वॉटर पोटेंशियल **पानी का केमिकल पोटेंशियल है** , जो पानी की मूवमेंट की दिशा तय करता है।

पानी **उच्च Ψ w से निम्न Ψ w की ओर चलता है** ।

जल क्षमता के घटक

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_g + \Psi_m$$

कहाँ:

- Ψ s = विलेय विभव
- Ψ p = दाब विभव
- Ψ g = गुरुत्वाकर्षण विभव
- Ψ m = मैट्रिक विभव

(सेल्स में, Ψ g और Ψ m अक्सर नगण्य होते हैं)

डीपीडी और जल क्षमता के बीच संबंध

- DPD = - Ψ w (जब Ψ p = 0)

13. प्लांट फिजियोलॉजी में वॉटर पोटेंशियल की भूमिका

- जड़ों द्वारा पानी के अवशोषण को नियंत्रित करता है
- कोशिका विस्तार निर्धारित करता है
- वाष्पोत्सर्जन प्रवाह को नियंत्रित करता है
- टर्गर गतिविधियों को नियंत्रित करता है

14. प्रायोगिक प्रदर्शन

प्लास्मोलिसिस प्रयोग

- हाइपरटोनिक घोल में प्याज का छिलका
- साइटोप्लाज्म कोशिका भित्ति से दूर सिकुड़ जाता है

अंतःशोषण प्रयोग

- सूखे बीज पानी सोखने के कारण फूल जाते हैं

15. समरी (एग्जाम फोकस्ड)

1. पानी पौधों के जीवन और मेटाबॉलिज्म के लिए ज़रूरी है।
2. ऑस्मोसिस सेमी-परमिएबल मेम्ब्रेन के ज़रिए पानी का डिफ्यूजन है।
3. DPD पानी की आवाजाही के लिए ड्राइविंग फ़ोर्स को दिखाता है।
4. पानी ज़्यादा पानी की क्षमता से कम पानी की क्षमता की ओर बढ़ता है।
5. टर्गर प्रेशर पौधे की मज़बूती बनाए रखता है।
6. प्लास्मोलिसिस हाइपरटोनिक सॉल्यूशन में होता है।
7. वॉटर पोटेंशियल पानी के बहाव की दिशा तय करता है।
8. डिफ्यूजन, ऑस्मोसिस और इम्बिबिशन पानी के मुख्य संबंध हैं।

पौधों में जल संबंध - मूलभूत ढांचा (ऑस्मोसिस, डिफ्यूजन प्रेशर डेफिसिट (DPD), प्लास्मोलिसिस)

1. परिचय: प्लांट फिजियोलॉजी के मूल के रूप में जल संबंध

पानी से जुड़े रिश्ते **पौधों की ज़िंदगी का शारीरिक आधार बनाते हैं** । जानवरों के उलट, पौधों में एक्टिव सर्कुलेटरी पंप नहीं होते; इसलिए, **पानी की फिजिकल प्रॉपर्टीज़ और ऑस्मोटिक फोर्स** हर ज़रूरी प्रोसेस को कंट्रोल करते हैं - सेल का बढ़ना, न्यूट्रिएंट्स का एब्ज़ॉर्प्शन, ट्रांसपिरेशन, ट्रांसलोकेशन और ग्रोथ।

हर्बेशियस पौधों में लगभग **80-95%** पानी होता है। लकड़ी वाले पौधों में भी पानी ज़रूरी है क्योंकि:

- एक **संरचनात्मक घटक** (टर्जिडिटी)
- एक **विलायक और प्रतिक्रिया माध्यम**
- एक **परिवहन एजेंट**
- **तापमान का** नियामक
- **कोशिका वृद्धि और वृद्धि का** एक निर्धारक

पौधों में पानी के संबंध बताते हैं **कि पानी पौधों के सिस्टम में कैसे आता है, अंदर कैसे जाता है, और बाहर कैसे निकलता है , यह पूरी तरह से थर्मोडायनामिक सिद्धांतों** से कंट्रोल होता है ।

2. पौधों के लिए पानी के भौतिक गुण

पानी के अनोखे गुण इसकी अहम भूमिका को समझाते हैं:

1. **ध्रुवीयता और हाइड्रोजन बंधन** → उत्कृष्ट विलायक
2. **उच्च सामंजस्य और आसंजन** → रस का आरोहण
3. **उच्च तन्यता शक्ति** → निरंतर जल स्तंभ
4. **उच्च विशिष्ट ऊष्मा** → थर्मल बफरिंग
5. **वाष्पीकरण की उच्च गुप्त ऊष्मा** → वाष्पोत्सर्जन के दौरान शीतलन

ये गुण पौधों को पानी की आवाजाही के लिए मेटाबोलिक एनर्जी के बजाय **पैसिव फिजिकल फोर्स का इस्तेमाल करने देते हैं।**

3. ऑस्मोसिस: पानी के बहाव का बुनियादी तरीका

3.1 परिभाषा

ऑस्मोसिस पानी के मॉलिक्यूल्स का एक खास तौर पर पारगम्य मेम्ब्रेन के पार **ज़्यादा पानी की क्षमता (या पतला घोल)** वाले हिस्से से **कम पानी की क्षमता** (या गाढ़ा घोल) वाले हिस्से की ओर फैलना है ।

प्रमुख विशेषताऐं:

- एक **अर्ध-पारगम्य झिल्ली की आवश्यकता होती है**
- **जल विभव प्रवणता** द्वारा संचालित
- निष्क्रिय (कोई चयापचय ऊर्जा नहीं)

3.2 ऑस्मोसिस बनाम डिफ्यूजन

विशेषता	प्रसार	असमस
पदार्थ की गति	कोई भी अणु	केवल पानी
झिल्ली आवश्यक	आवश्यक नहीं	अनिवार्य
मध्यम	गैस/तरल	तरल
दिशा	कम और अधिक घनत्व के बीच में एक घुले हुए पदार्थ का जमाव	जल विभव प्रवणता

4. ऑस्मोसिस के प्रकार

4.1 एंडोस्मोसिस

- पानी कोशिका में प्रवेश करता है
- **हाइपोटोनिक सॉल्यूशन** में रखा जाता है
- इससे **सूजन बढ़ जाती है**

जैविक महत्व :

- कोशिका वृद्धि
- शाकीय पौधों में कठोरता का रखरखाव
- रंध्रों (रक्षक कोशिकाओं) का खुलना

4.2 एक्सोस्मोसिस

- पानी कोशिका से बाहर निकल जाता है
- **हाइपरटोनिक सॉल्यूशन** में रखा जाता है
- **कोशिका सिकुड़न** की ओर ले जाता है

जैविक महत्व :

- कारण कमजोर पड़ गया
- प्लास्मोलिसिस
- पौधों में नमक की क्षति

5. पादप कोशिका की आसमाटिक अवस्थाएँ

5.1 हाइपोटोनिक माध्यम

- बाहरी घोल में पानी की क्षमता ज़्यादा होती है
- एंडोस्मोसिस होता है
- कोशिका **फूल जाती है**

5.2 हाइपरटोनिक माध्यम

- बाहरी घोल में पानी की क्षमता कम होती है
- एक्सोस्मोसिस होता है
- कोशिका **प्लास्मोलिसिस से गुजरती है**

5.3 आइसोटोनिक माध्यम

- पानी की कोई शुद्ध गति नहीं
- कोशिका शिथिल रहती है

6. डिफ्यूजन प्रेशर और डिफ्यूजन प्रेशर डेफिसिट (DPD)

6.1 प्रसार दबाव (डीपी)

डिफ्यूजन प्रेशर का मतलब है **मॉलिक्यूल्स का ज़्यादा कंसंट्रेशन वाले एरिया से कम कंसंट्रेशन वाले एरिया में डिफ्यूज होने का झुकाव** ।

- शुद्ध पानी में **अधिकतम प्रसार दबाव होता है**
- विलेय मिलाने से विसरण दाब कम होता है

6.2 प्रसार दबाव घाटा (DPD)

DPD को सॉल्यूट की मौजूदगी के कारण पानी के डिफ्यूजन प्रेशर में कमी के रूप में बताया गया है ।

प्लांट फिजियोलॉजी में:

- DPD **पानी की गति की दिशा निर्धारित करता है**
- पानी हमेशा **कम DPD से ज़्यादा DPD की ओर बढ़ता है**

6.3 गणितीय व्यंजक

DPD = Osmotic Pressure (OP)
– Turgor Pressure (TP)

कहाँ:

- **सेशन** → ऑस्मोसिस को रोकने के लिए ज़रूरी प्रेशर
- **टीपी** → कोशिका भित्ति के विरुद्ध कोशिका सामग्री द्वारा लगाया गया दबाव

7. DPD के कंपोनेंट्स की व्याख्या

7.1 आसमाटिक दबाव (ओपी)

- घुले हुए विलेय के कारण
- हमेशा ही **सकारात्मक**
- विलेय सांद्रता के साथ बढ़ता है

7.2 टर्गर प्रेशर (टीपी)

- कोशिका भित्ति के विरुद्ध कोशिका रस द्वारा डाला गया दबाव
- एंडोस्मोसिस के कारण विकसित होता है
- कोशिका कठोरता बनाए रखता है

7.3 OP, TP और DPD के बीच संबंध

सेल की स्थिति	सेशन	टीपी	डीपीडी
पूर्णतया फूली हुई कोशिका	उच्च	OP के बराबर	0
शिथिल कोशिका	मध्यम	0	सेशन
प्लाज्मोलाइज्ड कोशिका	उच्च	0	अधिकतम

8. प्लांट्स में डीपीडी का महत्व

DPD कॉन्सेप्ट बताता है:

- जड़ों द्वारा जल अवशोषण
- कोशिका-से-कोशिका जल संचलन
- स्फीति का रखरखाव
- मुरझाना और पुनर्प्राप्ति
- रंध्र संबंधी गति

DPD सेलुलर लेवल पर पानी की मूवमेंट के लिए **डायरेक्शनल फोर्स है।**

9. प्लास्मोलिसिस: पानी की कमी पर सेलुलर प्रतिक्रिया

9.1 परिभाषा

प्लास्मोलिसिस, एक्सोस्मोसिस के कारण **प्रोटोप्लास्ट का सेल वॉल से दूर सिकुड़ना** है, जब एक जीवित पौधे के सेल को हाइपरटोनिक सॉल्यूशन में रखा जाता है।
यह जीवित सेल्स में एक **रिवर्सिबल घटना है।**

9.2 प्लास्मोलिसिस के प्रकार

A. प्रारंभिक प्लास्मोलिसिस

- प्रोटोप्लास्ट अलग होना शुरू हो गया है
- टर्गर दाब शून्य हो जाता है
- DPD बराबर OP

B. पूर्ण प्लास्मोलिसिस

- प्रोटोप्लास्ट पूरी तरह सिकुड़ जाता है
- कोशिका द्रव्य सिकुड़ता है
- कोशिका शिथिल और निष्क्रिय हो जाती है

9.3 डेप्लास्मोलिसिस

- प्लास्मोलिसिस का उलटाव
- यह तब होता है जब प्लास्मोलाइज्ड सेल को हाइपोटोनिक सॉल्यूशन में रखा जाता है।
- **प्लाज़्मा झिल्ली की चुनिंदा पारगम्यता को** दर्शाता है

10. प्लास्मोलिसिस का जैविक महत्व

- **प्रोटोप्लाज्म की जीवित प्रकृति** को दर्शाता है
- **नमक सहनशीलता** को समझने का आधार
- **आसमाटिक दबाव** निर्धारित करने के लिए उपयोग किया जाता है
- लवणता और सूखे के प्रभावों को समझाता है

11. ऑस्मोसिस में कोशिका भित्ति की भूमिका
पादप कोशिका भित्ति:

- स्वतंत्र रूप से पारगम्य
- यांत्रिक प्रतिरोध प्रदान करता है
- कोशिकाओं को फटने से रोकता है
- ऑस्मोटिक प्रेशर को टर्गर प्रेशर में बदलता है

जानवरों की कोशिकाओं में यह सुरक्षा नहीं होती → लाइसिस का खतरा रहता है।

12. पौधों में आसमाटिक समायोजन
सूखे या खारेपन में पौधे:

- विलेय (प्रोलाइन, शर्करा) जमा करें
- कम आंतरिक जल क्षमता
- पानी का अवशोषण बनाए रखें। इसे **ऑस्मोटिक एडजस्टमेंट** कहते हैं ।

13. परीक्षा-उन्मुख वैचारिक अंतर्दृष्टि

1. ऑस्मोसिस पानी की क्षमता से चलता है, न कि सिर्फ़ सॉल्यूट कंसंट्रेशन से।
2. पूरी तरह से फूली हुई कोशिकाओं में DPD शून्य होता है।
3. प्लास्मोलाइसिस केवल जीवित कोशिकाओं में होता है।
4. सेल वॉल ऑस्मोटिक बर्स्टिंग को रोकती है।
5. एंडोस्मोसिस से टर्जिडिटी होती है; एक्सोस्मोसिस से फ्लेसिडिटी होती है।
6. DPD पानी की गति की दिशा तय करता है।
7. डेप्लास्मोलिसिस मेम्ब्रेन सेलेक्टिविटी साबित करता है।
8. OP हमेशा पॉजिटिव होता है; TP ज़ीरो हो सकता है।

14. कॉन्सेप्चुअल समरी

इस हिस्से में **पानी के रिश्तों की सेलुलर और फिजिकल नींव रखी गई** , जिसमें बताया गया कि ऑस्मोसिस, DPD, और प्लास्मोलिसिस सेल लेवल पर पानी के आने, रुकने और खत्म होने को कैसे कंट्रोल करते हैं। ये कॉन्सेप्ट **पानी के सोखने, रस के ऊपर उठने, ट्रांसपिरेशन और ट्रांसलोकेशन को समझने का आधार बनते हैं** , जिन्हें बाद के हिस्सों में धीरे-धीरे डेवलप किया जाएगा।

वाटर पोटेंशियल (Ψ) - कॉन्सेप्ट, कंपोनेंट्स और बायोलॉजिकल महत्व

1. परिचय: प्लांट फिजियोलॉजी के लिए वॉटर पोटेंशियल क्यों ज़रूरी है

पौधों में पानी का मूवमेंट **रैंडम नहीं होता** ; यह सटीक फिजिकल नियमों को फॉलो करता है। इनमें सबसे बेसिक है **वॉटर पोटेंशियल (Ψ)** - यह एक थर्मोडायनामिक कॉन्सेप्ट है जो बायोलॉजिकल सिस्टम में **पानी के मूवमेंट की दिशा और मैग्नीट्यूड तय करता है।** पानी हमेशा बहता रहता है: **उच्च जल क्षमता से निम्न जल क्षमता तक**

यह कॉन्सेप्ट एक करता है:

- असमस
- जल का अवशोषण
- कोशिका स्फीति
- वाष्पोत्सर्जन धारा
- लंबी दूरी का परिवहन

2. जल विभव की परिभाषा (Ψ)

वॉटर पोटेंशियल (Ψ) पानी का केमिकल पोटेंशियल है , जिसे पानी के एक जगह से दूसरी जगह जाने की टेंडेंसी के तौर पर दिखाया जाता है।

औपचारिक रूप से:

वॉटर पोटेंशियल, स्टैंडर्ड कंडीशन में शुद्ध पानी के मुकाबले प्रति यूनिट वॉल्यूम पानी की फ्री एनर्जी है।

स्टैंडर्ड कंडीशन में शुद्ध पानी में ये होता है:

Ψ = 0 एमपीए

सभी सॉल्यूशन में **नेगेटिव वॉटर पोटेंशियल होता है** ।

3. जल क्षमता के घटक

वॉटर पोटेंशियल अलग-अलग कंपोनेंट पोटेंशियल का जोड़ है:

$$\Psi = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_g + \Psi_m$$

कहाँ:

- **Ψ s** = विलेय विभव
- **Ψ p** = दाब विभव
- **Ψ g** = गुरुत्वाकर्षण विभव
- **Ψ m** = मैट्रिक विभव

ज़्यादातर बायोलॉजिकल सिस्टम में:

$$\Psi = \Psi_s + \Psi_p$$

4. विलेय विभव (Ψ s)

परिभाषा

घुले हुए सॉल्यूट की मौजूदगी के कारण वॉटर पोटेंशियल में कमी।

प्रमुख विशेषताऐं

- हमेशा **नकारात्मक**
- विलेय सांद्रता के साथ बढ़ता है
- **ऑस्मोटिक विभव** भी कहा जाता है

समीकरण

$$\Psi_s = -iCRT$$

कहाँ:

- i = आयनीकरण स्थिरांक
- C = मोलर सांद्रता
- R = गैस स्थिरांक
- T = तापमान (केल्विन)

5. दाब विभव (Ψ p)

परिभाषा

सेल में पानी पर या पानी द्वारा डाला गया दबाव।

- फूली हुई कोशिकाओं में सकारात्मक
- शिथिल कोशिकाओं में शून्य
- जाइलम में ऋणात्मक (तनाव)

जैविक महत्व

- तनाव बनाए रखता है
- शाकाहारी पौधों को सहारा देता है
- कोशिका वृद्धि को बढ़ावा देता है

6. गुरुत्वाकर्षण क्षमता (Ψ g)

ऊंचे पेड़ों के लिए यह काम का है, जहां ग्रेविटी पानी की मूवमेंट पर असर डालती है।

$$\Psi_g = \rho gh$$

कहाँ:

- ρ = पानी का घनत्व
- g = गुरुत्वाकर्षण त्वरण
- h = ऊँचाई

रेडवुड जैसे ऊंचे पेड़ों में महत्वपूर्ण।

7. मैट्रिक पोटेंशियल (Ψ m)

- ठोस सतहों (मिट्टी के कण, सेल की दीवारें) पर पानी के सोखने के कारण
- हमेशा नकारात्मक
- मृदा-जल संबंधों में महत्वपूर्ण

8. जल विभव प्रवणता और जल गति

पानी हमेशा **जल विभव प्रवणता से नीचे की ओर गति करता है** , यानि उच्च (कम ऋणात्मक) से निम्न (अधिक ऋणात्मक) Ψ की ओर ।

उदाहरण:

क्षेत्र	Ψ (एमपीए)
मिट्टी	-0.3
जड़ बाल	-0.6
कॉर्टेक्स	-0.8
जाइलम	-1.0
पत्ती वायु स्थान	-2.0

इस प्रकार, पानी अपने आप मिट्टी → जड़ → टहनी → वायुमंडल में चला जाता है।

9. जल क्षमता और कोशिका व्यवहार

स्थिति	Ψ एस	Ψ पी	परिणाम
फूली हुई कोशिका	उच्च	उच्च	स्थिर
शिथिल कोशिका	कम	0	लंगड़ा
प्लाज्मोलाइज्ड कोशिका	बहुत कम	0	कोशिका द्रव्य सिकुड़ता है

10. जल विभव बनाम आसमाटिक विभव

विशेषता	जल विभव (Ψ)	आसमाटिक विभव (Ψ s)
दबाव शामिल है	हाँ	नहीं
इकाई	एमपीए	एमपीए
दर्शाता है	पानी की कुल ऊर्जा	केवल विलेय प्रभाव
में प्रयुक्त	संपूर्ण पादप शरीर क्रिया विज्ञान	कोशिकीय अध्ययन

11. पौधों में जल क्षमता का महत्व

1. जड़ों द्वारा जल अवशोषण को नियंत्रित करता है
2. रंध्र की गति को नियंत्रित करता है
3. वाष्पोत्सर्जन धारा को नियंत्रित करता है
4. कोशिका स्फीति बनाए रखता है
5. पोषक तत्व परिवहन को प्रभावित करता है
6. विल्टिंग पॉइंट निर्धारित करता है

12. जल क्षमता को प्रभावित करने वाले कारक

- विलेय सांद्रता
- तापमान
- दबाव
- मैट्रिक्स बल
- वायुमंडलीय आर्द्रता

13. जल क्षमता और डीपीडी के बीच संबंध

DPD (डिफ्यूजन प्रेशर डेफिसिट) एक पुराना कॉन्सेप्ट है जो इसके बराबर है:

$$DPD = -\Psi$$

इस प्रकार:

- उच्च DPD = कम जल क्षमता
- कम DPD = ज़्यादा पानी की क्षमता

14. प्लांट फिजियोलॉजी में महत्व

वॉटर पोटेंशियल कॉन्सेप्ट यह समझाने में बेसिक है:

- जड़ों द्वारा जल का अवशोषण
- रस का आरोहण
- वाष्पोत्सर्जन खिंचाव
- मुरझाना और पुनर्प्राप्ति
- सिंचाई समय-निर्धारण

15. परीक्षा-उन्मुख मुख्य बिंदु

1. पानी ज़्यादा पानी की क्षमता से कम पानी की क्षमता की ओर बढ़ता है।
2. शुद्ध पानी में ज़ीरो वॉटर पोटेंशियल होता है।
3. सॉल्यूट पोटेंशियल हमेशा नेगेटिव होता है।
4. प्रेशर पोटेंशियल पॉजिटिव या नेगेटिव हो सकता है।
5. टर्गर प्रेशर सेल की मज़बूती बनाए रखता है।
6. DPD = OP - TP (क्लासिकल व्यू)।
7. वॉटर पोटेंशियल, पानी पर लगने वाले सभी फोर्स को जोड़ता है।
8. लंबे पौधों में ग्रेविटेशनल पोटेंशियल काफी होता है।
9. विल्टिंग तब होती है जब सेल का Ψ आसपास के मीडियम के बराबर होता है।
10. मेगापास्कल (MPa) में मापा जाता है ।

पौधों में जल का अवशोषण

1. परिचय: पानी सोखना एक ज़रूरी प्रक्रिया क्यों है

पानी सोखना पौधों की पानी की बचत में **पहला और सबसे ज़रूरी कदम है। इसके बाद के सभी प्रोसेस - रस का ऊपर उठना, ट्रांसपिरेशन, फोटोसिंथेसिस, मिनरल ट्रांसपोर्ट और ग्रोथ** - पूरी तरह से मिट्टी से पानी के अच्छे से सोखने पर निर्भर करते हैं।

पौधे मुख्य रूप से **रूट सिस्टम से पानी सोखते हैं** , खासकर **रूट हेयर ज़ोन से** , जहाँ मिट्टी के पानी और जीवित सेल्स के बीच सबसे ज़्यादा संपर्क होता है।

फिजिकल फोर्स (वॉटर पोटेंशियल ग्रेडिएंट) और **रूट सेल्स की फिजियोलॉजिकल एक्टिविटी** से कंट्रोल होता है ।

2. जड़ों में जल अवशोषण का क्षेत्र

हालांकि जड़ों में कई ज़ोन होते हैं, लेकिन पानी का एब्ज़ॉर्प्शन ज़्यादातर इन ज़ोन में होता है:

रूट हेयर ज़ोन

- जड़ की नोक के ठीक पीछे स्थित
- मूल रोम हैं:
  - पतली दीवारों
  - अनेक जीवकोष का
  - अल्पकालिक
- एब्ज़ॉर्प्शन के लिए **सरफेस एरिया को** बहुत ज़्यादा बढ़ाएं
- मिट्टी की पानी की परतों के साथ निकट संपर्क स्थापित करें

पुराने जड़ वाले हिस्से इन वजहों से बहुत कम पानी सोखते हैं:

- सुबरीकरण
- मोटी दीवारें
- कम पारगम्यता

3. मिट्टी में पानी के रूप (एब्जॉर्प्शन से जुड़े)

मिट्टी के पानी का प्रकार	उपलब्धता
गुरुत्वाकर्षण जल	उपलब्ध नहीं है
आर्द्रताग्राही जल	उपलब्ध नहीं है
केशिका जल	**पौधों के लिए उपलब्ध**
रासायनिक रूप से मिश्रित जल	उपलब्ध नहीं है

सिर्फ़ मिट्टी के पोर्स में जमा **कैपिलरी वॉटर** ही पौधे सोखते हैं।

4. जल अवशोषण के मार्ग

पानी मिट्टी से जाइलम तक दो मुख्य रास्तों से जाता है:

4.1 एपोप्लास्टिक मार्ग

- कोशिका भित्तियों और अंतरकोशिकीय स्थानों के माध्यम से
- प्लाज्मा झिल्ली का कोई क्रॉसिंग नहीं
- तेज़ और निष्क्रिय

4.2 सिम्प्लास्टिक मार्ग

- प्लास्मोडेसमाटा द्वारा जुड़े साइटोप्लाज्म के माध्यम से
- एक बार प्लाज़्मा मेम्ब्रेन को पार करना ज़रूरी है
- विनियमित और चयनात्मक

दोनों रास्ते **एंडोडर्मिस तक एक साथ काम करते हैं** ।

5. एंडोडर्मिस और कैस्परियन स्ट्रिप की भूमिका

एंडोडर्मिस **में कैस्परियन स्ट्रिप** (सुबेरिन बैंड) होती है :

- पानी और आयनों के लिए अभेद्य
- अपोप्लास्टिक प्रवाह को रोकता है
- सिम्प्लास्ट में धकेलता है
- **चयनात्मक अवशोषण** सुनिश्चित करता है

यह जड़ों में पानी सोखने का एक ज़रूरी रेगुलेटरी चेकपॉइंट है।

6. जल अवशोषण के प्रकार

इसमें शामिल फोर्स के आधार पर, पानी के एब्जॉर्प्शन को इन कैटेगरी में बांटा गया है:

6.1 सक्रिय अवशोषण

पानी का एब्ज़ॉर्प्शन **सीधे रूट सेल्स की मेटाबोलिक एनर्जी पर निर्भर करता है** ।

विशेषताएँ

- वाष्पोत्सर्जन कम होने पर भी होता है
- जीवित जड़ कोशिकाओं को शामिल करता है
- तापमान, ऑक्सीजन और मेटाबोलिक इनहिबिटर के प्रति संवेदनशील

तंत्र

- जड़ कोशिकाएं सक्रिय रूप से विलेय जमा करती हैं
- कम आंतरिक जल क्षमता
- पानी ऑस्मोसिस द्वारा प्रवेश करता है

प्रमाण

- नमी वाली हवा में भी अवशोषण जारी रहता है
- श्वसन अवरोधकों द्वारा कम किया गया
- युवा, सक्रिय रूप से बढ़ रही जड़ों में होता है

6.2 निष्क्रिय अवशोषण

पानी का एब्ज़ॉर्प्शन मुख्य रूप से **ट्रांसपिरेशन पुल से होता है** , रूट मेटाबॉलिज़्म से नहीं।

विशेषताएँ

- पौधों द्वारा अवशोषित अधिकांश जल
- जड़ एक निष्क्रिय कंडक्टर के रूप में कार्य करता है
- दर वाष्पोत्सर्जन पर निर्भर करती है

तंत्र

- वाष्पोत्सर्जन पत्तियों के ψ को कम करता है
- जल विभव प्रवणता बनाता है
- जड़ों से ऊपर की ओर खींचा गया पानी

प्रमाण

- वाष्पोत्सर्जन के साथ दर बढ़ जाती है
- रूट मेटाबॉलिज्म से प्रभावित नहीं
- जड़ें खत्म होने पर भी (कुछ समय के लिए) यह जारी रहता है

7. तुलना: एक्टिव बनाम पैसिव एब्जॉर्प्शन

विशेषता	सक्रिय अवशोषण	निष्क्रिय अवशोषण
ऊर्जा की आवश्यकता	हाँ	नहीं
जड़ चयापचय	आवश्यक	ज़रूरी नहीं
स्वेद	आवश्यक नहीं	आवश्यक
योगदान	नाबालिग	प्रमुख
मुख्य रूप से होता है	युवा जड़ें	सभी जड़ें

8. जल अवशोषण में मूल दाब की भूमिका

मूल दाब

- जड़ों में सकारात्मक हाइड्रोस्टेटिक दबाव विकसित होता है
- सक्रिय आयन अवशोषण के कारण
- जल को जाइलम में धकेलता है

महत्व

- गटेशन का कारण बनता है
- एम्बोलाइज़्ड जाइलम को फिर से भरने में मदद करता है
- छोटे पौधों में महत्वपूर्ण

परिसीमन

- ऊँचे पेड़ों के लिए अपर्याप्त
- ज़्यादातर रात में या ज़्यादा नमी में होता है

9. जल अवशोषण को प्रभावित करने वाले कारक

A. बाहरी कारक

- मृदा जल उपलब्धता
- मिट्टी का वातन
- मिट्टी का तापमान
- मिट्टी की लवणता

B. आंतरिक कारक

- मूल सतह क्षेत्र
- वाष्पोत्सर्जन की दर
- चयापचय गतिविधि
- झिल्लियों की पारगम्यता

10. पानी का एब्ज़ॉर्प्शन बनाम मिनरल न्यूट्रिएंट्स

- जल अवशोषण **काफी हद तक निष्क्रिय है**
- मिनरल एब्ज़ॉर्प्शन अक्सर **एक्टिव होता है**
- दोनों प्रोसेस वॉटर पोटेंशियल ग्रेडिएंट के ज़रिए आपस में जुड़े हुए हैं

11. तनाव की स्थिति में पानी का अवशोषण

सूखा

- मृदा जल क्षमता में कमी
- कम अवशोषण
- ऑस्मोटिक एडजस्टमेंट जीवित रहने में मदद करता है

खारापन

- बाहरी ψ बहुत कम हो जाता है
- जल अवशोषण बाधित
- शारीरिक सूखापन की ओर ले जाता है

12. जल अवशोषण का जैविक महत्व

- ✓ तनाव बनाए रखता है
- ✓ पोषक तत्वों के परिवहन को सक्षम बनाता है
- ✓ प्रकाश संश्लेषण में सहायता करता है
- ✓ वाष्पोत्सर्जन धारा को चलाता है
- ✓ वृद्धि और लम्बाई के लिए आवश्यक

13. परीक्षा-उन्मुख उच्च-उपज अंक

1. रूट हेयर ज़ोन मुख्य एब्ज़ॉर्प्शन रीजन है।
2. पौधों को केवल कैपिलरी पानी ही मिलता है।
3. कैस्परियन स्ट्रिप एपोप्लास्टिक फ्लो को ब्लॉक करती है।
4. पैसिव एब्ज़ॉर्प्शन ज़्यादातर पानी सोखने के लिए ज़िम्मेदार है।

5. एक्टिव एब्ज़ॉर्प्शन के लिए मेटाबोलिक एनर्जी की ज़रूरत होती है।
6. रूट प्रेशर से गट्टेशन होता है।
7. एंडोडर्मिस आयन एंट्री को रेगुलेट करता है।
8. ट्रांसपिरेशन खिंचाव मुख्य बल है।
9. खारापन पानी के सोखने को कम करता है।
10. एब्ज़ॉर्प्शन वॉटर पोटेंशियल ग्रेडिएंट पर निर्भर करता है।

रस का आरोहण - ऊपर की ओर जल परिवहन का तंत्र

1. परिचय: रस के ऊपर चढ़ने की समस्या

रस का ऊपर उठना, जाइलम के ज़रिए जड़ों से हवाई हिस्सों तक **पानी और घुले हुए मिनरल सॉल्ट के ऊपर की ओर बढ़ने को** कहते हैं । यह मूवमेंट **ग्रेविटी के खिलाफ़ होता है, अक्सर** ऊँचे पेड़ों में **100 m** से ज़्यादा ऊँचाई तक , **बिना किसी मैकेनिकल पंप के** ।

पौधे-वातावरण के अंदर पैदा होने वाले **फिजिकल फोर्स** से समझाना चाहिए ।

2. जाइलम चालक ऊतक के रूप में चढ़ाई को सक्षम करने वाली संरचनात्मक विशेषताएं

- मृत, खोखले तत्व (ट्रेकिड्स , वाहिकाएँ)
- लिग्निफाइड दीवारें (गिरने से रोकें)
- संकीर्ण लुमेन (तनाव निरंतरता बनाए रखता है)
- अंत-से-अंत निरंतरता (पोत तत्व)

जाइलम जड़ों से पत्तियों तक **लगातार पानी के कॉलम की तरह काम करता है।**

3. SAP के आरोहण के शुरुआती सिद्धांत (ऐतिहासिक)

3.1 मूल दाब सिद्धांत

कॉन्सेप्ट: जड़ों में बनने वाला पॉजिटिव प्रेशर पानी को ऊपर की ओर धकेलता है।

तंत्र

- जड़ों में सक्रिय आयन अवशोषण
- आसमाटिक जल प्रवेश
- हाइड्रोस्टेटिक दबाव का विकास
- जाइलम में धकेला गया पानी

समर्थन कर रहे प्रमाण

- गट्टेशन
- कटे हुए तनों से स्राव
- एम्बोलाइज्ड वाहिकाओं को फिर से भरना

सीमाएँ

- रूट प्रेशर कम है (1-2 बार)
- जिम्नोस्पर्म और काष्ठीय वृक्षों में अनुपस्थित
- ऊंचे पेड़ों पर चढ़ने का हिसाब नहीं लगाया जा सकता
- ज़्यादातर रात में/ज़्यादा नमी होने पर होता है

निष्कर्ष: रूट प्रेशर सहायक बल है, मुख्य बल नहीं।

3.2 केशिकात्व सिद्धांत

कॉन्सेप्ट: कैपिलरी एक्शन के कारण पानी पतली जाइलम ट्यूब में ऊपर उठता है।

आधार

- पानी और जाइलम दीवारों के बीच आसंजन
- जल अणुओं के बीच संसंजकता

सीमाएँ

- मैक्सिमम कैपिलरी राइज़ सिर्फ़ कुछ सेंटीमीटर है
- प्रभावी केशिकात्व के लिए जाइलम का व्यास बहुत बड़ा है
- तेज़ चढ़ाई की व्याख्या नहीं की जा सकती

मुख्य वजह के तौर पर खारिज कर दिया गया।

4. कोहेज़न-टेंशन थ्योरी (सबसे ज़्यादा मानी जाने वाली)

डिक्सन और जोली (1894) द्वारा प्रस्तावित , यह सिद्धांत **पानी के भौतिक गुणों** और **वाष्पोत्सर्जन खिंचाव के माध्यम से रस के आरोहण की व्याख्या करता है** ।

5. कोहेज़न-टेंशन थ्योरी के मुख्य सिद्धांत

यह थ्योरी **चार आपस में जुड़े हुए प्रिंसिपल्स पर आधारित है** :

5.1 वाष्पोत्सर्जन खिंचाव

- पत्ती की सतह से वाष्पोत्सर्जन जल क्षमता को कम करता है
- पत्ती के जाइलम में नकारात्मक दबाव (तनाव) पैदा करता है
- यह तनाव नीचे की ओर प्रसारित होता है

5.2 जल अणुओं का संसंजन

- हाइड्रोजन बॉन्डिंग से मज़बूत जुड़ाव बनता है
- निरंतर जल स्तंभ बनाए रखता है
- स्तंभ टूटने से बचाता है

5.3 जाइलम दीवारों से आसंजन

- पानी लिग्निफाइड दीवारों से चिपक जाता है
- जल स्तंभ को स्थिर करता है
- नीचे की ओर फिसलने से रोकता है

5.4 सतत जल स्तंभ

- जाइलम एक अटूट हाइड्रोलिक सिस्टम बनाता है
- जड़ → तना → पत्ती → वायुमंडल सातत्य

6. चरण-दर-चरण तंत्र

1. वाष्पोत्सर्जन के कारण मध्यशिरा कोशिकाओं से पानी की कमी होती है
2. मध्यशिरा ψ घटता है
3. पत्ती जाइलम से निकाला गया पानी
4. जाइलम में तनाव विकसित होता है
5. संयोजी जल स्तंभ नीचे की ओर खिंचाव पहुंचाता है
6. मिट्टी से अवशोषित पानी खोए हुए पानी की भरपाई करता है

यह एक **पैसिव, एनर्जी-इंडिपेंडेंट प्रोसेस है** ।

7. उत्पन्न तनाव की मात्रा

- ट्रांसपिरेशन पुल **-10 से -30 बार** या उससे ज़्यादा पैदा कर सकता है
- पानी को कैनोपी की ऊंचाई तक उठाने के लिए पर्याप्त
- उच्च वाष्पोत्सर्जन स्थितियों के दौरान अधिक मजबूत

8. कोहेज़न-टेंशन थ्योरी को सपोर्ट करने वाले सबूत

A. दैनिक भिन्नता

- आरोहण दर वाष्पोत्सर्जन दर से संबंधित है

B. काटने के प्रयोग

- पानी के नीचे जाइलम को काटने से फ्लो बना रहता है
- हवा में कटाव से पानी का स्तंभ टूट जाता है

C. प्रेशर चैंबर अध्ययन

- जाइलम में नेगेटिव प्रेशर (टेंशन) को मापें

D. चयापचय ऊर्जा का अभाव

- मृत ऊतकों में भी जारी रहता है
- श्वसन अवरोधकों से अप्रभावित

9. शारीरिक और शारीरिक अनुकूलन

- संकरी जाइलम वाहिकाएँ (कैविटेशन कम करें)
- लिग्निफाइड दीवारें (ढहने से बचाती हैं)
- सीमांकित गड्ढे (पार्श्व जल प्रवाह)
- अतिरिक्त रास्ते (एम्बोलिज्म से सुरक्षा)

10. कैविटेशन और एम्बोलिज्म

गुहिकायन

- ज़्यादा टेंशन के कारण हवा के बुलबुले बनना

दिल का आवेश

- हवा से जाइलम वाहिकाओं का अवरोध

पुनर्प्राप्ति तंत्र

- मूल दाब
- पार्श्व जल गति
- नए जाइलम निर्माण

11. रस के ऊपर चढ़ने को प्रभावित करने वाले कारक

बाहरी

- वाष्पोत्सर्जन दर
- वायुमंडलीय आर्द्रता
- तापमान
- वायु वेग

आंतरिक

- जाइलम वाहिकाओं का व्यास
- पौधे की ऊँचाई
- जल स्तंभ की अखंडता

12. सिद्धांतों की तुलना

विशेषता	मूल दाब	कपिलैरिटि	सामंजस्य-टेंशन
ऊर्जा उपयोग	सक्रिय	निष्क्रिय	निष्क्रिय
ऊँचे पेड़ों पर काम करता है	नहीं	नहीं	हाँ
सार्वभौमिक रूप से स्वीकृत	नहीं	नहीं	**हाँ**
वाष्पोत्सर्जन पर निर्भर करता है	नहीं	नहीं	**हाँ**

13. जैविक महत्व

- लंबी दूरी के परिवहन को सक्षम बनाता है
- मिट्टी के पानी को वायुमंडल से जोड़ता है
- पौधों में नमी बनाए रखता है
- प्रकाश संश्लेषण और वृद्धि में सहायता करता है

14. परीक्षा-उन्मुख उच्च-उपज अंक

1. रस का ऊपर उठना जाइलम के ज़रिए होता है।
2. कोहेज़न-टेंशन थ्योरी सबसे ज़्यादा मानी जाती है।
3. ट्रांसपिरेशन पुल नेगेटिव प्रेशर बनाता है।
4. ऊंचे पेड़ों के लिए रूट प्रेशर काफ़ी नहीं होता।
5. जाइलम वेसल्स मर चुकी हैं और लिग्निफाइड हो गई हैं।
6. पानी का कॉलम जड़ से पत्ती तक लगातार बना रहता है।
7. कैविटेशन से सैप का ऊपर चढ़ना रुक जाता है।
8. प्रोसेस पैसिव और एनर्जी-इंडिपेंडेंट है।
9. हाइड्रोजन बॉन्डिंग से कोहेज़न होता है।
10. दर का संबंध वाष्पोत्सर्जन की तीव्रता से है।

ट्रांसपिरेशन - मैकेनिज्म, टाइप, रेगुलेशन और फिजियोलॉजिकल महत्व

1. परिचय: पौधों में पानी की गति की प्रेरक शक्ति के रूप में वाष्पोत्सर्जन

ट्रांसपिरेशन पौधों के ऊपरी हिस्सों से , खासकर पत्तियों के ज़रिए, **पानी का भाप के रूप में निकलना** है । हालांकि यह बेकार लगता है, लेकिन ट्रांसपिरेशन एक **शारीरिक रूप से ज़रूरी और ज़रूरी प्रक्रिया है** , जो इनसे जुड़ी हुई है:

- रस का आरोहण
- खनिज परिवहन
- पत्ती शीतलन
- स्फीति का रखरखाव
- प्रकाश संश्लेषण

ऊंचे पौधों में, ट्रांसपिरेशन वह **मुख्य ताकत है जो ट्रांसपिरेशन खिंचाव पैदा करती है** , जो पानी के लगातार ऊपर की ओर बहाव को बढ़ाती है।

2. वाष्पोत्सर्जन की परिभाषा

ट्रांसपिरेशन, जीवित पौधों के हिस्सों, खासकर पत्तियों की खुली सतहों से स्टोमेटा, क्यूटिकल और लेंटिकेल के ज़रिए पानी का इवैपोरेशन है।

प्रमुख विशेषताऐं:

- निष्क्रिय भौतिक प्रक्रिया
- मुख्य रूप से दिन के समय होता है
- रंध्रों द्वारा बारीकी से विनियमित

3. वाष्पोत्सर्जन के स्थान और प्रकार

पानी के नुकसान के रास्ते के आधार पर, ट्रांसपिरेशन को **तीन तरह से बांटा गया है** :

3.1 रंध्रीय वाष्पोत्सर्जन

- **रंध्रों** के माध्यम से होता है
- कुल वाष्पोत्सर्जन का **90-95%** हिस्सा होता है
- अत्यधिक विनियमित और परिवर्तनशील

मुख्य विशेषताएं

- रंध्र छिद्र पर निर्भर करता है
- दिन के समय अधिकतम
- प्रकाश संश्लेषण से निकटता से जुड़ा हुआ

3.2 क्यूटिकुलर वाष्पोत्सर्जन

- पत्तियों और नए तनों की **क्यूटिकल** के ज़रिए होता है
- वाष्पोत्सर्जन का **3-10%** हिस्सा होता है
- रंध्र बंद होने पर अधिक प्रमुख

कारकों

- क्यूटिकल की मोटाई
- मोम की उपस्थिति
- पत्ती की आयु

3.3 लेंटिसेलर वाष्पोत्सर्जन

- लकड़ी के तनों के **लेंटिकेल** के ज़रिए होता है
- बहुत छोटा योगदान
- रक्षक कोशिकाओं द्वारा विनियमित नहीं
- दिन-रात जारी रहता है

4. रंध्रीय वाष्पोत्सर्जन का तंत्र

ट्रांसपिरेशन **दो मुख्य स्टेज में होता है** :

4.1 वाष्पीकरण

- मीसोफिल सेल्स की नम दीवारों से पानी भाप बनकर उड़ जाता है
- अंतरकोशिकीय स्थानों में जलवाष्प बनाता है

4.2 प्रसार

- जल वाष्प अंतरकोशिकीय स्थानों से वायुमंडल में फैलती है
- रंध्र छिद्रों के माध्यम से होता है
- वाष्प दाब प्रवणता द्वारा संचालित

5. रंध्र संरचना और कार्य

रंध्र

- एपिडर्मिस में सूक्ष्म छिद्र
- **रक्षक कोशिकाओं** से घिरा हुआ

रक्षक कोशिकाएँ

- गुर्दे के आकार का (द्विबीजपत्री)
- डम्बल के आकार का (मोनोकॉट्स)
- क्लोरोप्लास्ट युक्त

कार्य: **स्टोमेटा के खुलने और बंद होने को नियंत्रित करना**

6. स्टोमेटल मूवमेंट का मैकेनिज्म

आधुनिक पोटेशियम आयन (K^+) सिद्धांत

रंध्र उद्घाटन

1. प्रकाश प्रोटॉन पंपों को सक्रिय करता है
2. H^+ गार्ड सेल्स से बाहर पंप किया गया
3. K^+ रक्षक कोशिकाओं में प्रवेश करता है
4. पानी आसमाटिक रूप से प्रवेश करता है
5. रक्षक कोशिकाएँ फूल जाती हैं
6. रंध्र छिद्र खुल जाता है

रंध्र बंद होना

- खुलने का उल्टा
- अंधेरे, पानी की कमी में होता है

7. वाष्पोत्सर्जन को प्रभावित करने वाले कारक

A. बाहरी (पर्यावरणीय) कारक

1. प्रकाश

- ☞ रंध्र के उद्घाटन को बढ़ाता है
- ☞ वाष्पोत्सर्जन को बढ़ावा देता है

2. तापमान

- ☞ उच्च तापमान → तेज़ वाष्पीकरण
- ☞ ज़्यादा गर्मी से स्टोमेटा बंद हो सकता है

3. आर्द्रता

- ☞ उच्च आर्द्रता ↓ वाष्पोत्सर्जन
- ☞ कम आर्द्रता ↑ वाष्पोत्सर्जन

4. वायु वेग

- ☞ संतृप्त वायु परत को हटाता है
- ☞ वाष्पोत्सर्जन बढ़ाता है

B. आंतरिक (संयंत्र) कारक

1. पत्ती क्षेत्र

- ☞ बड़ी सतह → अधिक वाष्पोत्सर्जन

2. स्टोमेटा की संख्या और वितरण

- ☞ अधिक रंध्र → उच्च वाष्पोत्सर्जन

3. क्यूटिकल की मोटाई

- ☞ मोटी क्यूटिकल → कम वाष्पोत्सर्जन

4. प्लांट में पानी की स्थिति

- ☞ जल तनाव → रंध्र बंद होना

8. ट्रांसपिरेशन एक ज़रूरी बुराई है

लाभ

1. वाष्पोत्सर्जन खिंचाव उत्पन्न करता है
2. रस के आरोहण में सहायता करता है
3. पत्ती की सतह को ठंडा करता है
4. कोशिका की दृढ़ता बनाए रखता है
5. खनिज परिवहन को सुगम बनाता है

नुकसान

1. अत्यधिक जल हानि
2. कारण कमजोर पड़ गया
3. सूखे के कारण वृद्धि में कमी

इसलिए, ट्रांसपिरेशन फायदेमंद है लेकिन इसे रेगुलेट किया जाना चाहिए।

9. वाष्पोत्सर्जन और जल उपयोग दक्षता

वॉटर यूज़ एफिशिएंसी (WUE)

= कार्बन फिक्स्ड / वॉटर लॉस

पौधे WUE को बेहतर बनाने के लिए इस तरह से खुद को ढालते हैं:

- धँसे हुए रंध्र
- मोटी छल्ली
- CAM और C_4 मार्ग

10. अलग-अलग तरह के पौधों में वाष्पोत्सर्जन

हाइड्रोफाइट्स

- उच्च वाष्पोत्सर्जन
- पतली छल्ली

मरूद्भिद

- कम वाष्पोत्सर्जन
- धँसे हुए रंध्र
- मोटी छल्ली

सीएएम संयंत्र

- रंध्र रात में खुलते हैं
- पानी की हानि को कम करें

11. वाष्पोत्सर्जन और जलवायु

- स्थानीय आर्द्रता को प्रभावित करता है
- जल चक्र में योगदान देता है
- सूक्ष्म जलवायु को प्रभावित करता है

12. वाष्पोत्सर्जन का मापन

- कोबाल्ट क्लोराइड पेपर विधि
- पोटोमीटर (वाष्पोत्सर्जन की दर)
- वजन विधि

13. परीक्षा-उन्मुख उच्च-उपज अंक

1. ट्रांसपिरेशन पानी की भाप का नुकसान है।
2. स्टोमेटल ट्रांसपिरेशन सबसे ज़्यादा होता है।
3. गार्ड सेल्स स्टोमेटल मूवमेंट को रेगुलेट करती हैं।
4. K^+ आयन थ्योरी स्टोमेटल ओपनिंग को समझाती है ।
5. वाष्पोत्सर्जन से वाष्पोत्सर्जन खिंचाव पैदा होता है।
6. नमी, ट्रांसपिरेशन पर उल्टा असर डालती है।
7. क्यूटिकल पानी की कमी को कम करता है।
8. CAM प्लांट रात में वाष्पोत्सर्जन करते हैं।
9. हवा से वाष्पोत्सर्जन बढ़ता है।
10. ज़्यादा ट्रांसपिरेशन से पौधे मुरझा जाते हैं।

गटेशन - मैकेनिज्म, फिजियोलॉजिकल बेसिस और महत्व

1. परिचय: गटेशन एक खास वॉटर-लॉस घटना है

जहां **ट्रांसपिरेशन में** पानी **भाप के रूप में निकलता है, वहीं कुछ खास हालात में पौधे लिक्विड रूप** में पानी खो देते हैं । इस घटना को **गटेशन** कहते हैं ।

गटेशन एक **जड़-दबाव-संचालित प्रक्रिया है** , न कि वाष्पोत्सर्जन-संचालित प्रक्रिया, और इसलिए पौधों के जल संबंधों में इसका एक विशिष्ट स्थान है।

2. गटेशन की परिभाषा

गटेशन (गटेशन) तरल पानी की बूंदों का पत्तियों के **किनारों या सिरों से हाइडैथोड्स** नाम के खास स्ट्रक्चर के ज़रिए निकलना है , जो आमतौर पर रात में या सुबह-सुबह होता है।

मुख्य पहचान विशेषता:

- **लिक्विड रूप** में निकलता है , भाप के रूप में नहीं।

3. गट्टेशन में शामिल संरचनाएं - हाइडेथोड्स

3.1 हाइडैथोड्स (जल रंध्र)

हाइडैथोड्स खास, हमेशा खुले रहने वाले पोर्स होते हैं जो यहां होते हैं:

- पत्ती के किनारे
- पत्ती के सिरे
- शिरा अंत

संरचनात्मक विशेषताएं

- हमेशा खुला (कोई गार्ड सेल रेगुलेशन नहीं)
- सीधे नसों के सिरों से जुड़ा हुआ
- ढीले पैरेनकाइमा ऊतक (एपिथेम) से संबंधित

4. हाइडाथोड की शारीरिक रचना

एक आम हाइडैथोड में ये होते हैं:

1. **जल छिद्र** (संशोधित रंध्र)
2. **एपिथेम ऊतक** (शिथिल रूप से व्यवस्थित पैरेनकाइमा)
3. **शिरा अंत (जाइलम)**

यह सीधा जाइलम कनेक्शन लिक्विड पानी को बाहर निकलने देता है।

5. गटेशन का मैकेनिज्म

5.1 मूल दाब प्रेरक बल के रूप में

पॉज़िटिव रूट प्रेशर के कारण होता है , जो तब होता है जब:

- मिट्टी नम है
- वाष्पोत्सर्जन कम से कम होता है (रात / ज़्यादा नमी)
- जड़ें सक्रिय रूप से आयनों को अवशोषित करती हैं
- आसमाटिक जल प्रवेश बढ़ता है

यह प्रेशर जाइलम सैप को ऊपर की ओर धकेलता है जब तक कि यह हाइडैथोड्स से बाहर नहीं निकल जाता ।

5.2 चरणबद्ध तंत्र

1. जड़ों में सक्रिय आयन अवशोषण
2. जड़ दाब का विकास
3. जाइलम में धकेला गया पानी
4. अतिरिक्त पानी पत्ती के सिरे तक पहुँच जाता है
5. तरल पानी हाइडैथोड्स के माध्यम से निकलता है

6. गटेशन के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ

गटेशन तब देखा जाता है जब:

- मिट्टी में नमी ज़्यादा है
- वायुमंडलीय आर्द्रता अधिक है
- वाष्पोत्सर्जन दर बहुत कम है
- रात या सुबह के समय की स्थिति बनी रहती है

आम तौर पर:

- शाकाहारी पौधे
- अंकुर
- घास (गेहूं, चावल)
- बगीचे के पौधे

7. गटेशन फ्लूइड की संरचना

गटेशन ड्रॉपलेट्स **शुद्ध पानी नहीं हैं** ।

इनमें शामिल हैं:

- खनिज लवण (K^+ , Ca^{2+} , NO_3^-)
- कार्बनिक अम्ल
- शर्करा (अत्यधिक)
- अमीनो अम्ल

इस प्रकार, गटेशन, ट्रांसपिरेशन के विपरीत, **पोषक तत्वों के नुकसान को दर्शाता है।**

8. गटेशन बनाम ट्रांसपिरेशन (मुख्य तुलना)

विशेषता	गट्टेशन	स्वेद
पानी का रूप	तरल	भाप
प्रेरक शक्ति	मूल दाब	वाष्पोत्सर्जन खिंचाव
समय	रात / सुबह जल्दी	अधिकतर दिन के समय
संरचना	हाइडैथोड्स	रंध्र
विनियमन	विनियमित नहीं	विनियमित
संघटन	जल + विलेय	लगभग शुद्ध पानी
घटना	सीमित शर्तें	निरंतर

9. गटेशन बनाम ड्यू (महत्वपूर्ण अंतर)

विशेषता	गट्टेशन	ओस
मूल	आंतरिक (जाइलम रस)	बाह्य (वायुमंडल)
विलेय होते हैं	हाँ	नहीं
के कारण होता है	मूल दाब	वाष्पीकरण
जगह	पत्ती के किनारे/नुकीले भाग	पत्ती की सतह

10. गटेशन का जैविक महत्व

लाभ

1. अतिरिक्त जड़ दबाव से राहत देता है
2. आंतरिक जल संतुलन बनाए रखता है
3. सक्रिय जड़ प्रणाली को इंगित करता है

नुकसान

1. खनिज पोषक तत्वों की हानि
2. पत्ती के किनारों पर पैथोजन की ग्रोथ को बढ़ावा दे सकता है

11. पारिस्थितिकी और कृषि संबंधी प्रासंगिकता

- सिंचित फसलों में आम
- अच्छी मिट्टी की नमी का संकेतक
- बहुत ज़्यादा गट्टेशन ज़्यादा सिंचाई का संकेत हो सकता है

12. गटेशन और रस का ऊपर उठना

- गटेशन **जाइलम में पॉजिटिव प्रेशर दिखाता है**
- रूट प्रेशर की सहायक भूमिका को सपोर्ट करता है
- वाष्पोत्सर्जन से स्वतंत्र पानी के ऊपर की ओर बढ़ने की पुष्टि करता है

13. गटेशन को प्रभावित करने वाले कारक

बाहरी

- मृदा जल उपलब्धता
- वायुमंडलीय आर्द्रता
- तापमान

आंतरिक

- जड़ गतिविधि
- आयन अवशोषण दर
- हाइडैथोड्स की संख्या

14. परीक्षा-उन्मुख उच्च-उपज अंक

1. गट्टेशन लिक्विड पानी का नुकसान है।
2. हाइडैथोड्स के ज़रिए होता है।
3. रूट प्रेशर से चलता है।
4. रात में या सुबह जल्दी आम है।
5. गटेशन फ्लूइड में सॉल्ट होते हैं।
6. वाष्पोत्सर्जन और ओस से अलग।
7. घास और जड़ी-बूटी वाले पौधों में देखा जाता है।
8. हाइडैथोड हमेशा खुले रहते हैं।
9. मिट्टी में ज़्यादा नमी दिखाता है।
10. गटेशन के लिए रूट प्रेशर ज़रूरी है।

फ्लोएम परिवहन (भोजन का स्थानांतरण)

1. परिचय: फ्लोएम ट्रांसपोर्ट अनोखा क्यों है

जाइलम के उलट, जो **पानी और मिनरल्स को एक ही दिशा में ट्रांसपोर्ट करता है** , **फ्लोएम ट्रांसपोर्ट (ट्रांसलोकेशन) ऑर्गेनिक खाने की चीज़ों** (मुख्य रूप से सुक्रोज) को **सिंथेसिस की जगहों से इस्तेमाल या स्टोरेज की जगहों तक** ले जाता है ।

फ्लोएम परिवहन है:

- **बाईडायरेक्शनल** (कुल मिलाकर, लेकिन एक समय में एक ही सीव ट्यूब में यूनिडायरेक्शनल)
- **ऊर्जा-निर्भर**
- **अत्यधिक विनियमित**
- **जीवित ऊतकों** के माध्यम से होता है

2. ट्रांसलोकेशन की परिभाषा

ट्रांसलोकेशन, ऑर्गेनिक सॉल्यूट (मुख्य रूप से फोटोसिंथेट) का फ्लोएम के ज़रिए पौधे के **सोर्स एरिया से सिंक एरिया** तक मूवमेंट है ।

3. फ्लोएम में परिवहन किए जाने वाले पदार्थ

फ्लोएम सैप एक कॉम्प्लेक्स सॉल्यूशन है जिसमें ये चीज़ें होती हैं:

- सुक्रोज (मुख्य कार्बोहाइड्रेट)
- अमीनो अम्ल

- कार्बनिक अम्ल
- हार्मोन
- विटामिन
- खनिज आयनों
- सिग्नलिंग अणु

सुक्रोज को इसलिए पसंद किया जाता है क्योंकि यह:

- गैर को कम करने
- अत्यधिक घुलनशील
- रासायनिक रूप से स्थिर

4. फ्लोएम परिवहन का संरचनात्मक आधार

4.1 फ्लोएम के घटक

तत्व	समारोह
छलनी ट्यूब तत्वों	मुख्य संवाहक चैनल
साथी कोशिकाएँ	चयापचय समर्थन
फ्लोएम पैरेनकाइमा	भंडारण
फ्लोएम तंतुओं	यांत्रिक सहायता

4.2 छलनी ट्यूब-साथी कोशिका परिसर

- छलनी नलिकाएं **जीवित होती हैं लेकिन उनमें केंद्रक नहीं होते**
- साथी कोशिकाएँ नाभिक बनाए रखती हैं
- दोनों **प्लास्मोडेसमाटा से जुड़े हुए हैं**
- साथी कोशिकाएं लोडिंग और अनलोडिंग को नियंत्रित करती हैं

यह स्ट्रक्चरल स्पेशलाइज़ेशन तेज़ी से ट्रांसलोकेशन को मुमकिन बनाता है।

5. सोर्स-सिंक संबंध

स्रोत

- प्रकाश संश्लेषण निर्यात करने वाला क्षेत्र
- उदाहरण: परिपक्व पत्तियां, गतिशीलता के दौरान भंडारण अंग

डूबना

- प्रकाश संश्लेषण आयात करने वाला क्षेत्र
- उदाहरण: जड़ें, फल, बीज, बढ़ती कलियाँ

ट्रांसलोकेशन की दिशा रिलेटिव सोर्स-सिंक स्ट्रेंथ पर निर्भर करती है , प्लांट ओरिएंटेशन पर नहीं।

6. फ्लोएम परिवहन के साक्ष्य

6.1 रिंगिंग (गर्डलिंग) प्रयोग

- छाल (फ्लोएम) हटाना
- रिंग के ऊपर भोजन का संचय
- रिंग के नीचे भुखमरी

फ्लोएम के ज़रिए नीचे की ओर खाने की मूवमेंट दिखाता है।

6.2 रेडियोआइसोटोप ट्रेसिंग

- ^{4} C-लेबल वाले CO_2 का उपयोग
- शर्करा की ट्रैक की गई गतिविधि
- फ्लोएम मार्ग की पुष्टि करता है

7. फ्लोएम ट्रांसपोर्ट का मैकेनिज्म: प्रेशर-फ्लो हाइपोथीसिस

प्रस्तावक: मुंच (1930)

यह ट्रांसलोकेशन को समझाने वाली **सबसे ज़्यादा मानी जाने वाली थ्योरी है।**

8. प्रेशर-फ्लो (मास फ्लो) थ्योरी की बेसिक कॉन्सेप्ट

सोर्स और सिंक के बीच **प्रेशर ग्रेडिएंट** के कारण होता है ।

- स्रोत पर उच्च दबाव
- सिंक पर कम दबाव
- प्रवाह उच्च से निम्न दबाव की ओर होता है

9. चरणबद्ध तंत्र

स्रोत पर (पत्ता)

1. प्रकाश संश्लेषण से सुक्रोज बनता है
2. सुक्रोज सक्रिय रूप से फ्लोएम में लोड होता है
3. विलेय सांद्रता बढ़ जाती है
4. पानी ऑस्मोसिस द्वारा जाइलम से फ्लोएम में प्रवेश करता है
5. **टर्गर दबाव बढ़ जाता है**

सिंक पर (जड़/फल)

1. फ्लोएम से सक्रिय रूप से/अनलोड किया गया सुक्रोज
2. विलेय सांद्रता घट जाती है
3. पानी फ्लोएम से निकलकर जाइलम में जाता है
4. **टर्गर दबाव कम हो जाता है**

परिणाम

सोर्स से सिंक तक फ्लोएम सैप का बल्क फ्लो।

10. फ्लोएम प्रवाह की प्रकृति

- थोक (द्रव्यमान) प्रवाह, प्रसार नहीं
- तेज़ (100 cm/घंटा तक)
- केवल लोडिंग/अनलोडिंग के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है
- वास्तविक गतिविधि निष्क्रिय है

11. फ्लोएम परिवहन में एटीपी की भूमिका

- ATP की ज़रूरत होती है:
  - सक्रिय फ्लोएम लोडिंग
  - साथी कोशिका चयापचय का रखरखाव
- मास फ्लो के लिए ज़रूरी नहीं है

  इससे पता चलता है कि ज़हरीले या ठंडे टिशू में फ्लोएम ट्रांसपोर्ट क्यों रुक जाता है।

12. फ्लोएम लोडिंग तंत्र

A. एपोप्लास्टिक लोडिंग

- शर्करा कोशिका भित्तियों के माध्यम से चलती है
- झिल्ली के पार सक्रिय परिवहन

B. सिम्प्लास्टिक लोडिंग

- शर्करा प्लास्मोडेसमाटा से होकर गुजरती है
- पॉलीमर ट्रैपिंग से मदद वाला पैसिव डिफ्यूजन

13. बायडायरेक्शनल ट्रांसपोर्ट - एक स्पष्टीकरण

- अलग-अलग छलनी ट्यूब रस को उल्टी दिशाओं में ले जा सकती हैं
- लेकिन **एक सीव ट्यूब के अंदर** , फ्लो एक समय में एक ही दिशा में होता है

14. ट्रांसलोकेशन को प्रभावित करने वाले कारक

आंतरिक फ़ैक्टर्स

- स्रोत-सिंक ग्रेडिएंट
- चयापचय गतिविधि
- कार्बोहाइड्रेट की उपलब्धता

बाह्य कारक

- तापमान
- ऑक्सीजन की उपलब्धता
- प्रकाश (अप्रत्यक्ष रूप से प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से)

15. तुलना: जाइलम बनाम फ्लोएम ट्रांसपोर्ट

विशेषता	जाइलम	फ्लाएम
पदार्थ	जल + खनिज	खाना
दिशा	ऊपर की ओर	द्विदिश
प्रकोष्ठों	मृत	जीविका
ऊर्जा	निष्क्रिय	सक्रिय (लोड हो रहा है)
प्रेरक शक्ति	वाष्पोत्सर्जन खिंचाव	दबाव का एक माप

16. फ्लोएम परिवहन का जैविक महत्व

- गैर-प्रकाश संश्लेषक भागों को ऊर्जा प्रदान करता है
- वृद्धि और प्रजनन में सहायता करता है
- संपूर्ण-पौधे के चयापचय का समन्वय करता है
- भंडारण अंग के विकास को सक्षम बनाता है

17. परीक्षा-उन्मुख उच्च-उपज अंक

1. फ्लोएम ऑर्गेनिक सॉल्यूट को ट्रांसपोर्ट करता है।
2. सुक्रोज मुख्य ट्रांसलोकेटेड शुगर है।
3. प्रेशर-फ्लो हाइपोथीसिस ट्रांसलोकेशन को समझाती है।
4. साथी सेल्स मेटाबोलिक रूप से एक्टिव होती हैं।
5. ट्रांसलोकेशन के लिए जीवित टिशू की ज़रूरत होती है।
6. रिंगिंग एक्सपेरिमेंट फ्लोएम ट्रांसपोर्ट को साबित करता है।
7. लोडिंग/अनलोडिंग के लिए ATP की ज़रूरत होती है।
8. सोर्स-सिंक ग्रेडिएंट दिशा को कंट्रोल करता है।
9. फ्लोएम में डिफ्यूजन नहीं, बल्कि मास फ्लो होता है।
10. फ्लोएम ट्रांसपोर्ट पूरे प्लांट फिजियोलॉजी को जोड़ता है।

Toppersnotes
Unleash the topper in you

2 CHAPTER

उच्च पौधों में प्रकाश संश्लेषण

स्वपोषी पोषण के रूप में प्रकाश संश्लेषण और प्रकाश संश्लेषण का स्थान

1. **फोटोसिंथेसिस: कॉन्सेप्ट और डेफिनिशन**

फोटोसिंथेसिस एक बेसिक बायोलॉजिकल प्रोसेस है जिससे हरे पौधे, एल्गी और कुछ बैक्टीरिया **लाइट एनर्जी को केमिकल एनर्जी में बदलते हैं,** और क्लोरोफिल की मौजूदगी में CO_2 और H_2O से कार्बोहाइड्रेट बनाते हैं ।

परीक्षा के लिए तैयार परिभाषा

फोटोसिंथेसिस एक एनाबोलिक, एनर्जी बदलने वाला प्रोसेस है जिसमें लाइट एनर्जी को ट्रैप किया जाता है और ऑर्गेनिक कंपाउंड बनाने के लिए इस्तेमाल किया जाता है।a

सामान्य समीकरण:

$6CO_2 + 12H_2O$ + प्रकाश → $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$

मुख्य स्पष्टीकरण:

- निकलने वाली ऑक्सीजन **पानी से आती है** , CO से नहीं $_2$
- प्रकाश संश्लेषण एक **रेडॉक्स प्रक्रिया है**
- यह जीवन के लिए भोजन और ऊर्जा का अंतिम स्रोत है

2. **स्वपोषी पोषण के रूप में प्रकाश संश्लेषण**

ऑटोट्रॉफ़िक न्यूट्रिशन = जीव अपना खाना खुद बनाते हैं।

ऑटोट्रॉफ़ के प्रकार:

- **फोटोऑटोट्रॉफ़्स** - लाइट एनर्जी का इस्तेमाल करते हैं (हरे पौधे)
- केमोऑटोट्रॉफ़्स - केमिकल एनर्जी का इस्तेमाल करते हैं (नाइट्रिफ़ाइंग बैक्टीरिया)

प्रकाश संश्लेषण का महत्व:

- खाद्य श्रृंखलाओं का आधार
- वायुमंडलीय O_2 को बनाए रखता है

CO_2 के स्तर को नियंत्रित करता है

- श्वसन

  के लिए कच्चा माल प्रदान करता है

PGT तथ्य:

सभी हेटरोट्रॉफ़ सीधे या अप्रत्यक्ष रूप से फ़ोटोसिंथेसिस पर निर्भर होते हैं।

3. **उच्च पौधों में प्रकाश संश्लेषण का स्थान**

फोटोसिंथेसिस मुख्य रूप से **हरी पत्तियों में होता है** , लेकिन यह हरे तनों और सेपल्स में भी होता है।

पत्ती अनुकूलन:

- चौड़ा सरफेस एरिया → ज़्यादा से ज़्यादा लाइट एब्ज़ॉर्प्शन
- पतला → छोटा डिफ्यूज़न पाथ
- बड़ा वेनेशन → पानी और खाने का ट्रांसपोर्ट

4. **सेलुलर और सबसेल्यूलर साइट**

4.1 क्लोरोप्लास्ट - प्रकाश संश्लेषक अंग

फोटोसिंथेसिस **क्लोरोप्लास्ट के अंदर होता है** , खासकर मीसोफिल सेल्स में।

क्लोरोप्लास्ट के घटक और कार्य:

अवयव	समारोह
बाहरी झिल्ली	सुरक्षा
आंतरिक झिल्ली	चयनात्मक परिवहन
थायलाकोइड्स	प्रकाश प्रतिक्रियाएँ
ग्रेना	स्टैक्ड थायलाकोइड्स
स्ट्रोमा	डार्क रिएक्शन (कैल्विन चक्र)
स्ट्रोमा लैमेली	ग्राना कनेक्ट करें

5. **प्रकाश संश्लेषण के चरणों का स्थान**

फोटोसिंथेसिस के **दो मुख्य फेज़ होते हैं** :

चरण	जगह	मुख्य समारोह
प्रकाश रासायनिक (प्रकाश अभिक्रिया)	थायलाकोइड झिल्ली	एटीपी, एनएडीपीएच, ओ $_2$
जैवसंश्लेषण (डार्क अभिक्रिया)	स्ट्रोमा	CO_2 निर्धारण

एग्जाम ट्रैप :

डार्क रिएक्शन रात में **नहीं** होता; यह लाइट-इंडिपेंडेंट है, लाइट-एब्सेंट नहीं।

6. **आंतरिक पत्ती शरीर रचना और प्रकाश संश्लेषण**

मध्यशिरा ऊतक

- पैलिसेड मेसोफिल → मुख्य प्रकाश संश्लेषक ऊतक
- स्पोंजी मेसोफिल → गैस विनिमय

पैलिसेड सेल्स:

- लम्बी
- घनी भरी हुई
- क्लोरोप्लास्ट से भरपूर

स्पंजी मेसोफिल:

- CO_2 प्रसार के लिए वायु स्थान

7. फोटोसिंथेसिस के लिए ज़रूरतें (इंट्रोडक्टरी)
आवश्यक कारक:
- प्रकाश
- क्लोरोफ़िल
- कार्बन डाइऑक्साइड
- जल
- उपयुक्त तापमान

8. ऐतिहासिक प्रयोग (बहुत छोटे एग्जाम लिंक)
- **जोसेफ प्रीस्टली** - पौधे हवा को रिस्टोर करते हैं
- **इंगेनहौज़** - लाइट और ग्रीन पार्ट्स की ज़रूरत होती है
- **वैन नील** - ऑक्सीजन पानी से आती है
- **हिल रिएक्शन** - क्लोरोप्लास्ट में पानी का फोटोलिसिस

9. परीक्षा में आम उलझनें
- प्रकाश संश्लेषण ≠ श्वसन
- मुक्त ऑक्सीजन H_2O से होती है
- अंधकारमय अभिक्रिया दिन के उजाले में भी होती है
- क्लोरोप्लास्ट स्ट्रोमा में प्रकाश अभिक्रिया के लिए वर्णक नहीं होते हैं
- सभी हरी कोशिकाएँ प्रकाश संश्लेषक होती हैं, लेकिन पत्तियाँ प्रमुख होती हैं

10. हाई-यील्ड पीजीटी एमसीक्यू
1. प्रकाश प्रतिक्रिया की जगह है:
   थायलाकोइड झिल्ली
2. डार्क रिएक्शन होता है:
   स्ट्रोमा में
3. फोटोसिंथेसिस के दौरान निकलने वाली ऑक्सीजन
   पानी से आती है।
4. पत्ती में मुख्य प्रकाश संश्लेषक ऊतक:
   पैलिसेड मेसोफिल
5. क्लोरोप्लास्ट प्रचुर मात्रा में होते हैं:
   मीसोफिल कोशिकाओं में
6. प्रकाश संश्लेषण एक
   रेडॉक्स और एनाबोलिक प्रक्रिया है
7. वैन नील ने बताया कि ऑक्सीजन
   H_2O से आती है ।
8. डार्क रिएक्शन है:
   लाइट-इंडिपेंडेंट

फोटोसिंथेटिक पिगमेंट - प्रकार, गुण, एब्जॉर्प्शन और एक्शन स्पेक्ट्रा

1. फोटोसिंथेटिक पिगमेंट क्या हैं?
फोटोसिंथेटिक पिगमेंट क्लोरोप्लास्ट में मौजूद **लाइट सोखने वाले मॉलिक्यूल होते हैं** जो सोलर एनर्जी को ट्रैप करते हैं और फोटोकेमिकल रिएक्शन शुरू करते हैं।
मुख्य भूमिका:
- प्रकाश की विशिष्ट तरंगदैर्ध्य को अवशोषित करना
- प्रतिक्रिया केंद्रों में उत्तेजना ऊर्जा स्थानांतरित करना

PGT एक लाइनर:
पिगमेंट लाइट को सीधे शुगर में नहीं बदलते; वे लाइट को **एक्साइटेड इलेक्ट्रॉन में बदलते हैं** ।

2. पिगमेंट की जगह
फोटोसिंथेटिक पिगमेंट क्लोरोप्लास्ट की **थायलाकोइड मेम्ब्रेन में** , खासकर **फोटोसिस्टम** (PSI और PSII) में मौजूद होते हैं।

3. फोटोसिंथेटिक पिगमेंट के प्रकार (प्राथमिक विचार)

हायर प्लांट्स में तीन मुख्य पिगमेंट ग्रुप होते हैं :
A. क्लोरोफिल
B. कैरोटीनॉयड
C. ज़ैंथोफिल्स (ऑक्सीजन युक्त कैरोटीनॉयड)

4. क्लोरोफिल (प्राथमिक वर्णक)
क्लोरोफिल **मैग्नीशियम वाले पोर्फिरिन पिगमेंट होते हैं** ।
स्ट्रक्चर की खास बातें:
- Mg^{2+} के साथ पोर्फिरिन हेड
- लंबी हाइड्रोफोबिक फाइटोल टेल (झिल्ली में एंकर)

ऊंचे पौधों में प्रकार:
- **क्लोरोफिल ए** → प्राथमिक वर्णक
- **क्लोरोफिल b** → सहायक वर्णक

विशेषता	क्लोरोफिल ए	क्लोरोफिल बी
रंग	नीले हरे	पीले हरे
प्रतिक्रिया केंद्र	हाँ	नहीं
अवशोषण शिखर	~430, 662 एनएम	~453, 642 एनएम

PGT तथ्य:
क्लोरोफिल a फोटोसिंथेसिस के लिए **ज़रूरी है।**

5. कैरोटीनॉयड (एक्सेसरी पिगमेंट)
कैरोटीनॉयड **पीले, नारंगी या लाल रंग के पिगमेंट होते हैं** ।
दो प्रकार:
- **कैरोटीन** (नारंगी)
- **ज़ैंथोफिल्स** (पीला)

कार्य:
- नीले और बैंगनी प्रकाश को अवशोषित करें
- क्लोरोफिल को ऊर्जा स्थानांतरित करें
- फोटो-ऑक्सीकरण (फोटोप्रोटेक्शन) से क्लोरोफिल की रक्षा करें

एग्जाम ट्रैप: कैरोटीनॉयड **अकेले फोटोसिंथेसिस शुरू नहीं कर सकते** ।

6. अवशोषण स्पेक्ट्रम
एब्ज़ॉर्प्शन स्पेक्ट्रम = **पिगमेंट द्वारा एब्ज़ॉर्ब की गई लाइट की वेवलेंथ दिखाने वाला ग्राफ़** ।
खास बातें:
- क्लोरोफिल नीली और लाल रोशनी सोखता है
- हरा रंग रिफ्लेक्ट करता है → पौधे हरे दिखते हैं

7. एक्शन स्पेक्ट्रम
एक्शन स्पेक्ट्रम = **अलग-अलग वेवलेंथ पर फोटोसिंथेसिस की दर दिखाने वाला ग्राफ** ।
- क्लोरोफिल ए के अवशोषण स्पेक्ट्रम से काफी मिलता-जुलता है।
- प्रकाश संश्लेषण में पिगमेंट की भूमिका की पुष्टि करता है।

PGT तथ्य: अधिकतम प्रकाश संश्लेषण **नीले और लाल क्षेत्रों में होता है** ।

8. अंतर: एब्जॉर्प्शन बनाम एक्शन स्पेक्ट्रम

विशेषता	अवशोषण स्पेक्ट्रम	एक्शन स्पेक्ट्रम
शो	प्रकाश अवशोषित	प्रकाश संश्लेषण दर
पर आधारित	पिग्मेंट्स	पूरी प्रक्रिया
द्वारा मापा गया	स्पेक्ट्रोफोटोमीटर	O_2 विकास / CO_2 अवशोषण

9. एक्सेसरी पिगमेंट की भूमिका (बहुत महत्वपूर्ण)

एक्सेसरी पिगमेंट:

- इस्तेमाल करने लायक लाइट की रेंज बढ़ाना
- एनर्जी को क्लोरोफिल a तक पहुंचाना
- फोटोसिस्टम को फोटोडैमेज से बचाना

PGT एक लाइनर:

एक्सेसरी पिगमेंट **एंटीना मॉलिक्यूल्स की तरह काम करते हैं** ।

10. परीक्षा में आम उलझनें

- हरी लाइट सबसे कम असरदार होती है
- क्लोरोफिल b रिएक्शन सेंटर की तरह काम नहीं कर सकता
- एक्शन स्पेक्ट्रम ≠ एब्जॉर्प्शन स्पेक्ट्रम
- कैरोटीनॉयड फोटो-ऑक्सीकरण को रोकते हैं
- Mg^{2+} क्लोरोफिल के काम के लिए ज़रूरी है

11. हाई-यील्ड पीजीटी एमसीक्यू

1. प्रकाश संश्लेषण का प्राथमिक वर्णक:
   क्लोरोफिल ए
2. उच्च पौधों में सहायक वर्णक:
   क्लोरोफिल बी
3. पिगमेंट कहाँ पाए जाते हैं:
   थायलाकोइड झिल्ली
4. **नीले और लाल हिस्सों** में होता है
5. कैरोटीनॉयड क्लोरोफिल को इनसे बचाते हैं:
   फोटो-ऑक्सीकरण
6. एक्शन स्पेक्ट्रम दिखाता है:
   फोटोसिंथेसिस की दर
7. पौधों का हरा रंग किसके कारण होता है:
   हरे प्रकाश का परावर्तन
8. पोर्फिरिन रिंग में होता है:
   मैग्नीशियम

लाइट रिएक्शन - फोटोसिस्टम, वॉटर स्प्लिटिंग और इलेक्ट्रॉन ट्रांसपोर्ट

1. लाइट रिएक्शन: ओवरव्यू

लाइट **रिएक्शन** (फोटोकेमिकल फेज़) लाइट एनर्जी को **केमिकल एनर्जी** (ATP और NADPH) में बदलता है।

मुख्य विशेषताएँ:

- प्रकाश पर निर्भर

थाइलाकोइड झिल्लियों

पर होता है

- ATP, NADPH, और O_2 का उत्पादन करता है

PGT एक लाइनर:

लाइट रिएक्शन CO_2 फिक्सेशन के लिए एसिमिलेटरी पावर देता है ।

2. फोटोसिस्टम: संगठन

फोटोसिस्टम पिगमेंट-प्रोटीन कॉम्प्लेक्स होते हैं जो थाइलाकोइड मेम्ब्रेन में लगे होते हैं।

दो प्रकार:

- **फोटोसिस्टम II (PSII)**
- **फोटोसिस्टम I (PSI)**

हर फोटोसिस्टम में ये होते हैं:

- रिएक्शन सेंटर (क्लोरोफिल a)
- एंटीना कॉम्प्लेक्स (एक्सेसरी पिगमेंट)

3. फोटोसिस्टम II (P680)

रिएक्शन सेंटर क्लोरोफिल **680 nm पर लाइट एब्ज़ॉर्ब करता है** ।

मुख्य भूमिका:

- **गैर-चक्रीय इलेक्ट्रॉन प्रवाह आरंभ करता है**
- जल को विभाजित करता है (फोटोलिसिस)
- ऑक्सीजन मुक्त करता है

4. पानी का फोटोलिसिस

PSII से जुड़ा **थायलाकोइड मेम्ब्रेन के अंदरूनी हिस्से** पर पानी का टूटना होता है ।

अभिक्रिया: $2H_2O \rightarrow 4H^+ + 4e^- + O_2$

कार्य:

- P680 द्वारा खोए गए इलेक्ट्रॉनों को प्रतिस्थापित करता है
- प्रोटॉन ग्रेडिएंट बनाता है
- ऑक्सीजन छोड़ता है

PGT तथ्य:

ऑक्सीजन विकास परिसर में **Mn^{2+} आयन होते हैं** ।

5. इलेक्ट्रॉन ट्रांसपोर्ट चेन (नॉन-साइक्लिक फ्लो)

इलेक्ट्रॉन प्रवाहित होते हैं: PSII → PQ → साइट बी $_6$ एफ → पीसी → पीएसआई → एफडी → एनएडीपी $^+$ रिडक्टेस

परिणाम:

- ATP संश्लेषण
- NADPH निर्माण
- O_2 विकास

6. फोटोसिस्टम I (P700)

रिएक्शन सेंटर **700 nm पर एब्ज़ॉर्ब होता है** ।

भूमिका:

- इलेक्ट्रॉनों को स्वीकार करता है
- $NADP^+$ को NADPH में घटाता है

PGT पॉइंट: PSI साइक्लिक फोटोफॉस्फोराइलेशन में अलग से काम कर सकता है।

7. प्रकाश अभिक्रिया में ATP संश्लेषण

फोटोफॉस्फोरिलेशन से ATP बनता है ।

- केमियोस्मोसिस के ज़रिए होता है
- थायलाकोइड झिल्ली में प्रोटॉन ग्रेडिएंट का इस्तेमाल करता है

स्ट्रोमा में ATP बनता है ।

8. लाइट रिएक्शन प्रोडक्ट्स का सारांश

उत्पाद	स्रोत
एटीपी	प्रोटॉन प्रवणता
एनएडीपीएच	साई
ओ $_2$	पानी का प्रकाश-अपघटन

9. परीक्षा में आम उलझनें

- PSI पानी को विभाजित नहीं करता है।
- PSII, PSI से पहले काम करता है।
- ऑक्सीजन पानी से आती है।
- ATP संश्लेषण स्ट्रोमा की तरफ होता है।
- प्रकाश प्रतिक्रिया थायलाकोइड में होती है, स्ट्रोमा में नहीं।

10. हाई-यील्ड पीजीटी एमसीक्यू

1. PSII का रिएक्शन सेंटर:
   P680
2. पानी के फोटोलिसिस की जगह:
   थायलाकोइड ल्यूमेन साइड
3. **PSII** में होता है
4. नॉन-साइक्लिक फ्लो में फ़ाइनल इलेक्ट्रॉन एक्सेप्टर:
   NADP $^+$
5. **700 nm** वेवलेंथ का प्रकाश सोखता है
6. **थायलाकोइड ल्यूमेन** में होता है
7. एटीपी सिंथेस फेस:
   स्ट्रोमा
8. साइट b $_6$ f कॉम्प्लेक्स **प्रोटॉन पंपिंग** में मदद करता है

फोटोफॉस्फोरिलेशन और केमिओस्मोसिस

1. फोटोफॉस्फोरिलेशन - कॉन्सेप्ट

फोटोफॉस्फोराइलेशन, थायलाकोइड मेम्ब्रेन में लाइट से चलने वाले इलेक्ट्रॉन ट्रांसपोर्ट से मिली एनर्जी का इस्तेमाल करके ADP + Pi से ATP बनाना है।

दो प्रकार:

- **गैर-चक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन**
- **चक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन**

PGT एक लाइनर:

फोटोफॉस्फोरिलेशन लाइट एनर्जी को केमिकल एनर्जी (ATP) में बदलता है।

2. गैर-चक्रीय फोटोफॉस्फोराइलेशन

इलेक्ट्रॉन पानी से NADP $^+$ तक **रैखिक रूप से चलते हैं**।

मुख्य विशेषताएँ:

- **PSII और PSI दोनों शामिल होते हैं**
- इलेक्ट्रॉन एक ही फोटोसिस्टम में वापस नहीं आते हैं
- **ATP, NADPH, और O_2 का उत्पादन करता है**

इलेक्ट्रॉन मार्ग: H $_2$ O → PSII (P680) → PQ → साइट बी $_6$ एफ → पीसी → पीएसआई (पी700) → एफडी → एनएडीपी $^+$ रिडक्टेस → एनएडीपीएच

PGT फैक्ट्स:

- फोटोलिसिस सिर्फ़ यहीं होता है
- ऑक्सीजन का निकलना सिर्फ़ नॉन-साइक्लिक फ़्लो तक ही सीमित है

3. चक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन

इलेक्ट्रॉन PSI में वापस साइकिल करते हैं।

मुख्य विशेषताएँ:

- **केवल PSI शामिल है**
- कोई जल विभाजन नहीं
- कोई O_2 रिलीज़ नहीं
- कोई NADPH नहीं बनता
- **केवल ATP का उत्पादन करता है**

इलेक्ट्रॉन मार्ग: PSI → एफडी → साइट बी $_6$ एफ → पीसी → पीएसआई

महत्व:

- ATP सप्लाई को बढ़ाता है
- ATP :NADPH रेश्यो को बैलेंस करता है
- तब काम करता है जब NADP $^+$ लिमिटिंग हो

4. दोनों रास्ते क्यों ज़रूरी हैं?

कैल्विन चक्र के लिए आवश्यक है:

- **ATP : NADPH = 3 : 2**

गैर-चक्रीय फोटोफॉस्फोरिलेशन अकेले प्रदान करता है:

- एटीपी: एनएडीपीएच ≈ 1.3: 1

साइक्लिक फोटोफॉस्फोरिलेशन:

- एक्स्ट्रा ATP बनाता है
- रिड्यूसिंग पावर बर्बाद नहीं करता

परीक्षा जाल:

साइक्लिक फोटोफॉस्फोरिलेशन **एक बैकअप नहीं** , बल्कि एक रेगुलेटरी मैकेनिज्म है।

5. तुलना: साइक्लिक बनाम नॉन-साइक्लिक

विशेषता	गैर चक्रीय	चक्रीय
फोटोसिस्टम	पीएसआईआई + पीएसआई	केवल PSI
photolysis	हाँ	नहीं
O_2 विकास	हाँ	नहीं
एनएडीपीएच	बनाया	नहीं बना
एटीपी	बनाया	बनाया
इलेक्ट्रॉन प्रवाह	रेखीय	चक्रीय

6. केमियोस्मोटिक परिकल्पना (पीटर मिशेल)

यह सुझाव दिया गया कि **ATP सिंथेसिस प्रोटॉन ग्रेडिएंट से होता है** , न कि सीधे केमिकल इंटरमीडिएट से।

7. प्रोटॉन ग्रेडिएंट की पीढ़ी (Δ pH)

तीन मुख्य योगदानकर्ता:

1. **पानी का फोटोलिसिस**
2. थाइलाकोइड ल्यूमेन में H $^+$ रिलीज़ करता है
3. **Cyt के माध्यम से इलेक्ट्रॉन परिवहन b $_6$ f**
4. स्ट्रोमा से ल्यूमेन तक प्रोटॉन पंप करता है
5. **NADPH निर्माण**
   - स्ट्रोमा से H^+ का उपभोग करता है

परिणाम:

- ल्यूमेन में उच्च H $^+$
- स्ट्रोमा में निम्न H $^+$