# अध्याय – 1
# पादप कार्यिकी
## (Plant Physiology)

### प्रयोग – 1.1

**उद्देश्य** (Object) **आलू के परासरणमापी द्वारा परासरण का प्रदर्शन**

**आवश्यक सामग्री** (Material required)

ताजा आलू, शर्करा विलयन, चाकू, पेट्रीडिश, ताजा स्वच्छ पानी, आलपिन आदि।

**सिद्धान्त** (Principle)

परासरण वह क्रिया है, जिसमें विलायक के अणु (जल) अपनी उच्च सान्द्रता से निम्न सान्द्रता की ओर अर्द्ध पारगम्य झिल्ली से गमन करते हैं।

**कार्यविधि** (Procedure)

एक बड़े आकार का आलू लेकर उसको चारों ओर से छील लेते हैं। अब इसको पेंदें से चपटा काटकर मध्य में 90% गहराई तक वर्गाकार गुहा बना लेते हैं।

आलू में बनी इस गुहा में 10% शक्कर के घोल से आधा भरके, उसके तल को आलपिन से अंकित कर देते हैं। यह आलू का परासरणमापी तैयार हो जाता है, जिसे जल से भरी हुई पेट्रीडिश में रखकर 2–3 घण्टे बाद इसका अवलोकन करते हैं।

**प्रेक्षण** (Observation)

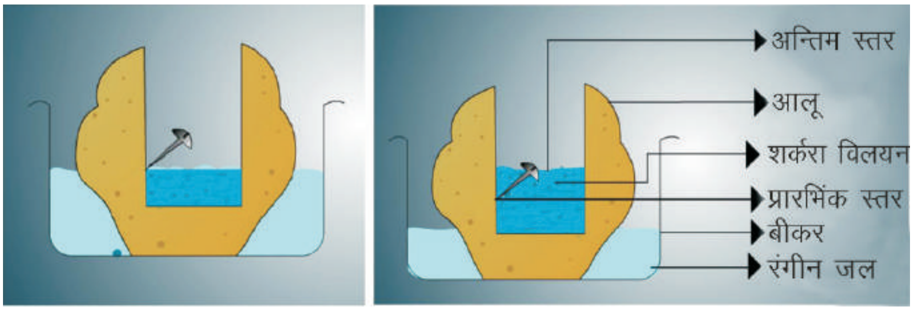
एक निश्चित समय के पश्चात् इसका अवलोकन करने पर पता चलता है कि आलू की गुहा में घोल का स्तर बढ़ जाता है।

**निष्कर्ष** (Inference)

उपर्युक्त प्रयोग से यह निष्कर्ष निकालते हैं कि आलू की कोशिकाओं की कोशिका झिल्ली एक अर्द्धपारगम्य झिल्ली की तरह कार्य करती है। जैसा कि हम जानते हैं कि जल के अणु अपनी उच्च सान्द्रता से निम्न सान्द्रता की ओर गमन करते हैं। उपर्युक्त प्रयोग में जल की अणुओं की सान्द्रता आलू की गुहा में भरे शर्करा विलयन में कम एवं पेट्रीडिश में अधिक होती है फलस्वरूप पेट्रीडिश से जल आलू की गुहा में प्रवेश कर जाता है तथा आलू की गुहा में शर्करा विलयन का तल बढ़ जाता है।

### सावधानियाँ (Precautions)

1. आलू का कन्द ताजा होना चाहिए तथा अन्दर से सड़ा हुआ नहीं होना चाहिए क्योंकि इससे कोशिका झिल्ली की विशेषता पर प्रभाव पड़ता है।
2. आलू की सम्पूर्ण सतह का छिलका उतारना चाहिए।
3. आलू के कन्द को पेट्रीडिश में सुव्यवस्थित रखने के लिए नीचे से चपटा काटकर समतल कर देना चाहिए।
4. आलू की गुहा में शर्करा घोल ऊपर तक भरा हुआ नहीं होना चाहिए।
5. चाकू से आलू की गुहा बनाते समय चारों तरफ की दीवार की मोटाई समान रहनी चाहिए।
6. पेट्रीडिश में जल का तल आलू की गुहिका के घोल के तल से नीचे रखना चाहिए।




चित्र 1.1 : आलू का परासरणमापी

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 परासरण क्या है?

उ. विलायक के अणुओं का अपनी उच्च सान्द्रता से निम्न सान्द्रता की ओर अर्द्धपारगम्य झिल्ली के माध्यम से गमन परासरण कहलाता है।

प्र. 2 यदि आलू की गुहा में भी जल ही भर दिया जाए तो क्या होगा?

उ. गुहा के जल स्तर में कोई परिवर्तन नहीं होगा क्योंकि दोनों ओर जल की सान्द्रता समान है।

प्र. 3 प्रयोग के लिए आलू का छिलका हटाना क्यों आवश्यक है?

उ. आलू के छिलके की कोशिकाएं मृत होती हैं तथा यह पानी के लिए अपारगम्य होने के कारण छिलका हटाना आवश्यक है।

प्र. 4 प्रयोग में अगर आलू को उबाल कर काम लिया जाए तो क्या प्रभाव पड़ेगा?

उ. इसमें परासरण की क्रिया नहीं होगी। क्योंकि उबालने से आलू की कोशिकाएं मृत हो जायेगी।

प्र. 5 यदि आलू की गुहा में शर्करा के स्थान पर जल भर दिया जाए तथा बाहर जल के स्थान पर शर्करा विलयन रख दिया जाए तो क्या होगा?

उ. आलू की गुहा से जल का स्तर नीचे चला जायेगा क्योंकि जल की सान्द्रता बीकर में रखे शर्करा विलयन से अधिक है तो बहिःपरासरण के फलस्वरूप जल गुहा से बाहर निकल जायेगा।

## प्रयोग – 1.2

**उद्देश्य** (Object) **किशमिश द्वारा अन्तःपरासरण का प्रदर्शन करना।**

### आवश्यक सामग्री (Material required)

सुखी किशमिश, पेट्रीडिश, जल

### सिद्वान्त (Principle)

जब किसी पदार्थ को अल्प परासरी विलयन में रखा जाता है तो उसमें जल के अणु प्रवेश करने से फूल जाता है, इसे अन्तःपरासरण कहते हैं।

### कार्यविधि (Procedure)

एक शुद्ध पानी से भरी हुई पेट्रीडिश लेते हैं। इसमें कुछ डंठलयुक्त किशमिश रख देते हैं। कुछ घण्टों के पश्चात् उसका अवलोकन करते हैं।

### प्रेक्षण (Observation)

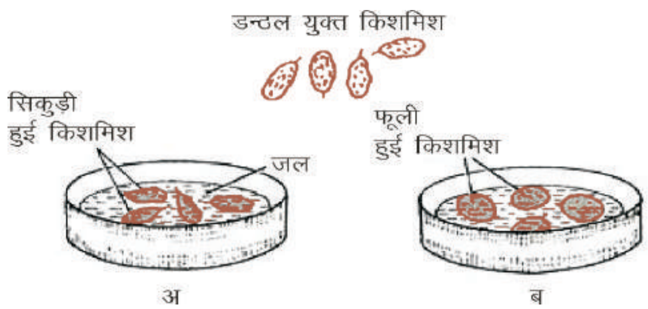
प्रयोग के प्रारम्भ से पूर्व किशमिश सिकुड़ी हुई एवं झुर्रीदार होती है लेकिन जल में रखने पर यह आकार में बड़ी होकर फूल जाती है तथा वज़न बढ़ जाने के कारण पेट्रीडिश के पेंदें में बैठ जाती है।

### निष्कर्ष (Inference)

किशमिश को जल में रखने पर फूल जाना अन्तःपरासरण की क्रिया का प्रदर्शन करता है। किशमिश का बाहरी छिलका अर्द्धपारगम्य झिल्ली का कार्य करता है। किशमिश के अन्दर का द्रव्य गाढ़ा होता है उसमें जल के अणु न के बराबर होते हैं। इस प्रकार अन्तःपरासरण के फलस्वरूप पेट्रीडिश से जल अपनी उच्च सान्द्रता से किशमिश में (निम्न सान्द्रता) प्रवेश कर जाता है। फलस्वरूप किशमिश फूल जाती है।

### सावधानियाँ (Precautions)

1. किशमिश डंठल युक्त होनी चाहिए।
2. किशमिश सूखी होनी चाहिए।
3. पेट्रीडिश में शुद्ध जल का प्रयोग करना चाहिए।




चित्र 1.2 : किशमिश द्वारा अन्तःपरासरण

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 अन्तःपरासरण किसे कहते हैं?

उ. जब किसी कोशिका को अल्पपरासरी विलयन में रखा जाए तो उसमें जल के प्रवेश करने से कोशिकाएं स्फीत हो जाती है। इसे अन्तःपरासरण कहते हैं।

प्र. 2 किशमिश डंठल रहित हो तो क्या परिणाम होगा?

उ. इस प्रयोग में डंठल रहित किशमिश काम में लेने से पानी डंठल वाले क्षेत्र से प्रवेश कर जायेगा तथा किशमिश का फूलना पूर्णरूप से अन्तःपरासरण द्वारा दर्शाना सिद्ध नहीं हो सकेगा।

प्र. 3 बहिःपरासरण किसे कहते हैं?

उ. जब किसी कोशिका को अतिपरासरी विलयन में रखा जाता है तो उसमें से जल के बाहर निकल जाने से कोशिका पिचक (श्लथ) जाती है इसे बहिःपरासरण कहते हैं।

प्र. 4 यदि फूली हुई किशमिश को पुनः जल के स्थान पर अतिपरासरी विलयन में रख देंगे तो क्या होगा?

उ. किशमिश पुनः पिचक जायेगी। उसमें से जल बाहर निकल कर अतिपरासरी विलयन में आ जायेगा।

---

## प्रयोग – 1.3

**उद्देश्य** (Object) **ट्रेडेस्कैन्शिया/रोहिओ की पर्ण की सहायता से जीवद्रव्यकुंचन (Plasmolysis) का प्रदर्शन**

### आवश्यक सामग्री (Material required)

*रोहिओ डिस्कलर* या ट्रेडेस्कैन्शिया की ताजा पत्तियाँ, शर्करा विलयन, स्लाइड्स, कवर स्लिप, सूक्ष्मदर्शी, ड्रॉपर, सुई, चिमटी, ताजा स्वच्छ पानी।

### सिद्धान्त (Principle)

जब किसी कोशिका को अतिपरासरणी विलयन में रखा जाता है तो कोशिका के कोशिकाद्रव्य में जल की मात्रा अधिक होने के कारण जल के अणु बाहर की ओर गमन कर जाते हैं, फलस्वरूप जीवद्रव्य संकुचित हो जाता है। इसे जीवद्रव्यकुंचन कहते हैं। जल का अणुओं के बाहर की ओर गमन बहिःपरासरण कहलाता है।

### विधि (Procedure)

रोहियो या ट्रेडस्कैन्शिया की पत्तियाँ लेते हैं। उनकी पत्तियों को एक ही झटके में तिरछा फाड़ कर निचली अधित्वचा की छीलन के टुकड़े लेते हैं। रोहियो की पर्ण की निचली सतह बैंगनी व ऊपरी सतह हरे रंग की होती है। जबकि ट्रेडस्कैन्शिया की दोनों ही सतह बैंगनी रंग की होती है। छीलन के टुकड़ों को स्वच्छ पानी में रखें।

अब चार स्लाइड लेकर उसमें पर्ण छीलन को निम्न प्रकार आरोपित करें –

(i) प्रथम स्लाइड : शुद्ध पानी में (नियंत्रक)

(ii) द्वितीय स्लाइड : 0.5 M सुक्रोज विलयन में

(iii) तृतीय स्लाइड : 1.0 M सुक्रोज विलयन में

(iv) चतुर्थ स्लाइड : 2.0 M सुक्रोज विलयन में

एक घण्टे पश्चात् इनको सूक्ष्मदर्शी में रख कर अध्ययन करते हैं।

## प्रेक्षण (Observation)

सभी स्लाइडों को एक के बाद एक सूक्ष्मदर्शी में 40 × आवर्धन पर देखने पर निम्न प्रेक्षण प्राप्त होते हैं :–

(i) स्लाइड प्रथम में कोशिका में जलयुक्त एक बड़ी रिक्तिका दिखाई देती है तथा बैंगनी रंग का जीवद्रव्य कोशिका भित्ति के अन्दर दबा हुआ होता है।

(ii) द्वितीय स्लाइड में 0.5 M सुक्रोज विलयन के कारण कोशिका के अंश कोशिका भित्ति से थोड़ा सिकुड़ गये हैं। रंगीन जीवद्रव्य व कोशिका भित्ति के मध्य स्थान स्पष्ट दिखाई देता है। यह प्रारंभिक जीवद्रव्यकुंचन है।

(iii) तृतीय स्लाइड में 1.0 M सुक्रोज विलयन के कारण कोशिका भित्ति एवं जीवद्रव्य के मध्य स्थान अधिक चौड़ा हो गया है। यह जीवद्रव्यकुंचन की अधिक विकसित अवस्था है।

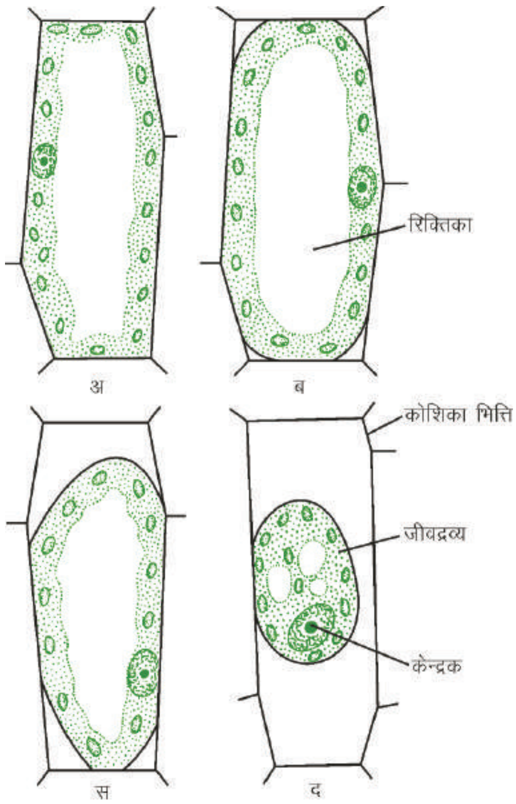
(iv) चतुर्थ स्लाइड में 2.0 M सुक्रोज विलयन में कोशिकाएं पूर्ण जीवद्रव्यकुंचन दर्शाती है तथा जीवद्रव्य गोल आकृति का हो जाता है।

## निष्कर्ष (Inference)

चतुर्थ स्लाइड में अतिपरासरी विलयन होने के कारण रोहियो/ट्रेडस्कैन्शिया की कोशिकाएं जीवद्रव्यकुंचन दर्शाती है। ऐसा बहिःपरासरण (Exosmosis) के कारण होता है।

## सावधानियाँ (Precautions)

1. जीवद्रव्यकुंचन के लिए पर्ण की निचली सतह ही काम में लेनी चाहिए, क्योंकि अधित्वचीय कोशिकाएं आसानी से दिखाई देती हैं।
2. सुक्रोज का अतिपरासरी विलयन सही बनाना चाहिए।
3. सूक्ष्मदर्शी में जीवद्रव्य को धैर्यतापूर्वक देखना चाहिए।
4. जीवद्रव्यकुंचन के अध्ययन में स्फीत कोशिकाएं प्राप्त करने के लिए जल सिंचित पादप की ताजा पत्तियां प्रयोग में लेनी चाहिए।




चित्र 1.3 : जीवद्रव्यकुंचन का प्रदर्शन

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 जीवद्रव्यकुंचन किसे कहते हैं?

उ. जब किसी कोशिका को अतिपरासरी विलयन में रखा जाए तो बहिःपरासरण के फलस्वरूप उसमें से जल निकलकर उसका जीवद्रव्य कुंचित हो जाता है, इसे जीवद्रव्यकुंचन कहते हैं।

प्र. 2 यदि जीवद्रव्यकुंचित कोशिका को पुनः शुद्ध जल में रख दिया जाए तो क्या होगा?

उ. वह कोशिका पुनः सामान्य दशा में आ जायेगी क्योंकि इसमें जीवद्रव्य विकुंचन (Deplasmolysis) के फलस्वरूप जल प्रवेश कर जायेगा।

प्र. 3 यदि अंगूरों को अतिपरासरी विलयन में रख दिया जाए तो क्या होगा?

उ. बहिःपरासरण के फलस्वरूप अंगूर पिचक जायेंगे।

प्र. 4 प्रारंभिक जीवद्रव्यकुंचन किसे कहते हैं?

उ. जीवद्रव्यकुंचन के प्रारंभ होने की दशा जिसमें कोशिकाओं एवं कोशिका भित्ति के मध्य स्थान स्पष्ट दिखाई देता है।

प्र. 5 जीवद्रव्यकुंचन के लिए पर्ण की कौनसी सतह से कोशिकाएं लेनी चाहिए?

उ. निचली सतह की अधित्वचीय कोशिकाएं।

---

## प्रयोग – 1.4

**उद्देश्य** (Object) **बेलजार विधि द्वारा वाष्पोत्सर्जन** (Transpiration) **का प्रदर्शन**

### आवश्यक सामग्री (Material required)

पौधा लगा गमला, बेलजार, पॉलीथीन, ग्रीस या वेसलीन, कांच की प्लेट

### सिद्धान्त (Principle)

पौधे के वायवीय भागों से जल का वाष्प के रूप में उड़ना, वाष्पोत्सर्जन कहलाता है। पौधों में वाष्पोत्सर्जन का अधिकांश भाग रन्ध्रों द्वारा सम्पन्न होता है, जो पर्ण की ऊपरी तथा निचली सतह पर पाये जाते हैं।

### विधि (Procedure)

सर्वप्रथम इस प्रयोग हेतु एक सक्रिय वृद्धि करने वाला पौधा गमला सहित लिया जाता है। इसे जल से अच्छी तरह सिंचित कर पूरे गमले को मिट्टी सहित पॉलीथीन में इस प्रकार बांध लेते हैं कि उसके वायवीय भाग के अतिरिक्त अन्य सभी भाग ढक जाएं। अब इस गमले को कांच की प्लेट पर रख कर उस पर बेलजार ढक देते हैं। बेलजार एवं कांच की प्लेट को स्पर्श करने वाली सतह को वेसलीन या ग्रीस द्वारा सील कर वायुरोधी कर देते हैं। इस सम्पूर्ण सेट को अब धूप में कुछ समय के लिए छोड़ देते हैं।

### प्रेक्षण (Observation)

कुछ घण्टे पश्चात् अध्ययन करने पर यह ज्ञात होता है कि बेलजार की भीतरी सतह पर जल की अनेक छोटी–छोटी बूंदें एकत्रित हो जाती हैं।

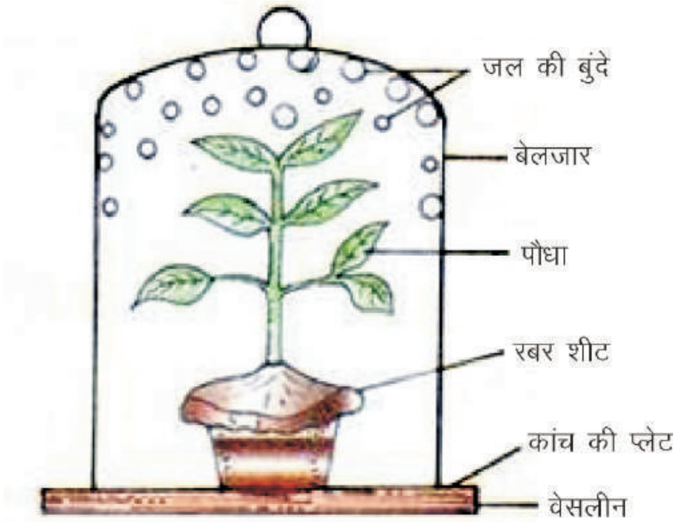
### निष्कर्ष (Inference)

बेलजार की भीतरी सतह पर जल की बूंदों का जमा होना इस बात का प्रमाण है कि वाष्प के रूप में जल की हानि केवल पत्तियों एवं तने के द्वारा होती है क्योंकि गमले के अन्य भाग तो पॉलीथीन द्वारा ढके हुए थे।

उपर्युक्त प्रयोग से यह सिद्ध होता है कि पौधों में जल की हानि वायवीय भागों से ही होती है, जिसे वाष्पोत्सर्जन कहते हैं।

### सावधानियाँ (Material required)

1. प्रयोग में लिये गया पौधा सक्रिय वृद्धि वाला होना चाहिए।
2. बेलजार को चारों ओर से वेसलीन लगाकर वायुरोधी बनाना चाहिए।
3. प्रयोग में लिए जाने वाले पौधे को अच्छी तरह से सिंचित कर काम लेना चाहिए।
4. पूरे प्रयोग को धूप में कुछ समय के लिए छोड़ना अनिवार्य है।
5. गमले को मिट्टी युक्त भाग सहित पॉलीथीन में बांधकर प्रयोग में लेना चाहिए।




चित्र 1.4 : बेलजार द्वारा वाष्पोत्सर्जन का प्रदर्शन

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 वाष्पोत्सर्जन किसे कहते हैं?

उ. पौधे के वायवीय भागों से जल का वाष्प के रूप में उड़ना वाष्पोत्सर्जन कहलाता है।

प्र. 2 गमले व मिट्टी को पॉलीथीन से बांधना क्यों जरूरी है?

उ. इससे पौधे के वायवीय भागों से ही जलवाष्प की हानि हो तथा अन्य किसी से नहीं हो, वह निश्चित किया जाता है।

प्र. 3 बेलजार को वेसलीन द्वारा वायुरोधी क्यों बनाना चाहिए?

उ. बेलजार से जलवाष्प को बाहर जाने से रोकने के लिए वायुरोधी बनाया जाता है।

प्र. 4 प्रयोग में लाने वाले गमले को अच्छी तरह से सिंचित क्यों करना चाहिए?

उ. वाष्पोत्सर्जन की प्रक्रिया सुचारू रखने के लिए गमले को सुसिंचित करना चाहिए।

प्र. 5 वाष्पोत्सर्जन के क्या लाभ हैं?

उ. पर्ण सतह को ठण्डा करना एवं जल व खनिज लवणों का स्थानान्तरण करना।

---

## प्रयोग – 1.5

**उद्देश्य (Object)** **चार पत्ती विधि द्वारा पत्ती की दोनों सतहों से वाष्पोत्सर्जन की दर की तुलना करना**

### आवश्यक सामग्री (Material required)

समान आकार की चार द्विपृष्ठीय पत्तियां, वेसलीन, धागा, 2–स्टेण्ड आदि।

### सिद्धान्त (Principle)

द्विबीजपत्री पर्णों (पृष्ठाधारी पर्ण) में ऊपरी सतह पर रन्ध्रों की संख्या कम एवं निचली सतह पर अधिक होती है। ऐसी पर्ण उभयरन्ध्री (Amphistomatic) एवं असमरन्ध्री (Anisostomatic) पर्ण कहलाती है। इन पर्णों में रन्ध्रीय वाष्पोत्सर्जन की दर भी भिन्न–भिन्न होती है जैसे ऊपरी सतह से कम एवं निचली सतह से अधिक होती है। दूसरे शब्दों में रन्ध्रीय वाष्पोत्सर्जन की दर प्रति इकाई क्षेत्रफल में उपस्थित रन्ध्रों की संख्या के समानुपाती होती है।

### विधि (Method)

एक द्विबीजपत्री पौधे की समान आकार की चार पर्ण लेते हैं। इनके पर्णवृन्त को धागे द्वारा आधे–आधे फुट की दूरी पर बांध लेते हैं। धागे को दोनों ओर एक स्टेण्ड पर बांध लेते हैं। पत्तियां इस स्थिति में उल्टी लटकी हुई दिखाई देती है। इनके वृन्तों के कटे हुए सिरों पर वेसलीन लगा देते हैं। अब चारों पर्णों पर निम्नानुसार वेसलीन लगाते हैं :–

(i) प्रथम पर्ण (अ) की दोनों बाह्यत्वचाओं पर वेसलीन की पतली पर्त लगा देते हैं।

(ii) दूसरी पर्ण (ब) की निचली बाह्यत्वचा पर वेसलीन की पतली पर्त लगा देते हैं।

(iii) तीसरी पर्ण (स) की ऊपरी बाह्यत्वचा पर वेसलीन की पतली पर्त लगा देते हैं।

(iv) चौथी पर्ण (द) को बिना वेसलीन लगाये सामान्य ही छोड़ देते हैं।

पूरे प्रयोग को प्रकाश में कुछ समय के लिए रख देते हैं।

### प्रेक्षण (Observation)

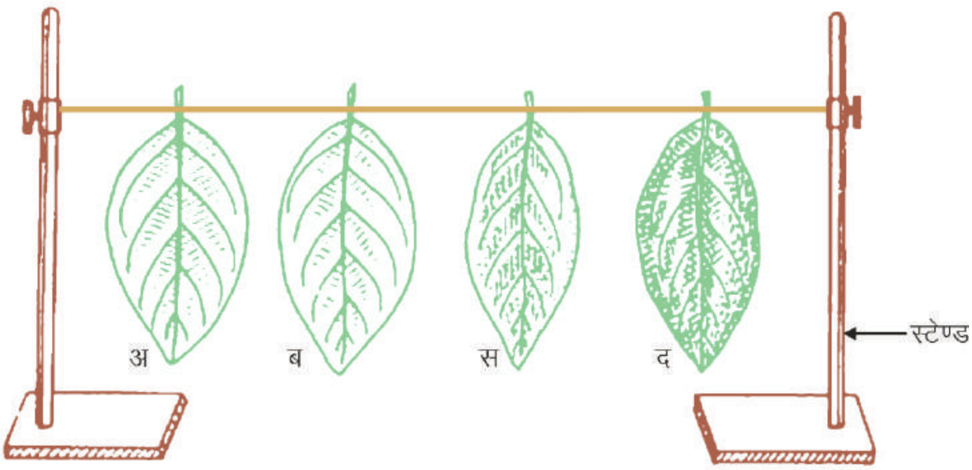
कुछ समय पश्चात् चारों पत्तियों में निम्न परिवर्तन सामने आते हैं –

| | | | |
|---|---|---|---|
| पर्ण–अ | दोनों सतहों पर वेसलीन | कोई जल हानि नहीं | पर्ण स्फीत |
| पर्ण–ब | निचली सतह पर वेसलीन | ऊपरी सतह से जल हानि | पर्ण स्फीति में अ से थोड़ी कमी |
| पर्ण–स | ऊपरी सतह पर वेसलीन | निचली सतह से जल हानि | पर्ण स्फीति में ब से ज्यादा कमी से सूख जाना |
| पर्ण–द | दोनों सतहों पर वेसलीन नहीं | दोनों सतहों से से जल हानि | पर्ण का मुरझा जाना |

## निष्कर्ष (Inference)

उपर्युक्त प्रेक्षण से निम्न निष्कर्ष निकलता है –

1. पर्ण अ की दोनों सतहों पर वेसलीन लगा देने से वाष्पोत्सर्जन रूक जाता है तथा जल हानि नगण्य हो जाती है फलस्वरूप पर्ण यथावत ताजा व स्फीत बनी रहती है।
2. पर्ण ब की निचली सतह पर वेसलीन लगा होने से वाष्पोत्सर्जन क्रिया ऊपरी सतह से ही होती है तथा ऊपरी सतह पर रन्ध्र कम होने के कारण जल हानि अधिक नहीं होती है तथा पर्ण काफी समय तक ताजा रहती है। परन्तु पर्ण अ से कम।
3. पर्ण स की ऊपरी त्वचा पर वेसलीन लगा होने से, निचली सतह से ही वाष्पोत्सर्जन होता है तथा निचली सतह पर रन्ध्रों की संख्या अधिक होने के कारण जल हानि अधिक होती है तथा पर्ण ब से ज्यादा जल्दी मुरझा जाती है।




चित्र 1.5 : वाष्पोत्सर्जन का चारपत्ती प्रयोग

4. पर्ण द की दोनों सतहों पर वेसलीन न होने के कारण जल की हानि दोनों ही सतहों में उपस्थित रन्ध्रों से होती है फलस्वरूप यह पर्ण सबसे जल्दी व ज्यादा मुरझा कर सूख जाती है।

अतः इस प्रयोग से यह सिद्ध होता है कि पृष्ठाधारी पर्णों की निचली सतह में रन्ध्रों की संख्या ऊपरी सतह से अधिक होती है। अतः वाष्पोत्सर्जन भी निचली सतह से अधिक होता है।

### सावधानियाँ (Precautions)

1. पर्णों के कटे वृन्तों पर भी वेसलीन लगाना चाहिए।
2. सभी पर्ण सतहों पर वेसलीन की परत एक जैसी एवं पूर्ण रूप से लगानी चाहिए ताकि रन्ध्र पूर्णरूपेण बन्द हो सके।
3. प्रयोग हेतु ताजा पृष्ठाधारी पर्ण प्रयोग में लेनी चाहिए।

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 वाष्पोत्सर्जन किसे कहते हैं?

उ. पौध के वायवीय भागों से जल का वाष्प के रूप में निष्कासन वाष्पोत्सर्जन कहलाता है।

प्र. 2 यह प्रयोग नमी वाले स्थान पर करने पर क्या परिणाम होगा?

उ. ऐसे स्थान पर आर्द्रता अधिक होने से वाष्पोत्सर्जन की दर में कमी आ जायेगी।

प्र. 3 यदि इस प्रयोग में द्विबीजपत्री पर्ण के स्थान पर एकबीजपत्री पर्ण काम में ली जाए तो क्या होगा?

उ. एकबीजपत्री पर्ण की दोनों सतहों पर रन्ध्रों की संख्या समान होने के कारण पर्ण बी एवं पर्ण सी में वाष्पोत्सर्जन दर समान रहेगी, जिससे दोनों पर्ण साथ–साथ मुरझा जायेगी।

प्र. 4 यदि इस प्रयोग को पंखे की तेज हवा में रखा जाए तो क्या होगा?

उ. तेज हवा में पर्ण की सतह शीघ्र सूख जायेगी जिससे वाष्पोत्सर्जन की दर में वृद्धि हो जाती है तथा पूर्व की तुलना में चारों पत्तियां जल्दी मुरझा जायेगी।

---

## प्रयोग – 1.6

**उद्देश्य** (Object) **गेनांग पोटोमीटर द्वारा वाष्पोत्सर्जन की दर का मापन करना**

### आवश्यक सामग्री (Material required)

गेनांग पोटोमीटर, बीकर, जल, छेद युक्त कॉर्क, वेसलीन, पौधा, स्टाप वॉच।

### सिद्धान्त (Principle)

पौधों में जल का अवशोषण मृदा से होता है। इस अवशोषित जल का 90% भाग वाष्पोत्सर्जन द्वारा उड़ जाता है। सामान्य परिस्थितियों में वाष्पोत्सर्जन की दर जल अवशोषण की दर के बराबर होती है। लेकिन वाष्पोत्सर्जन की दर प्रकाश, ताप, जल की मात्रा वायुमण्डलीय आर्द्रता पर भी निर्भर करती है।

### गेनांग पोटोमीटर की सरंचना (Structure of Ganong's potometer)

यह एक कांच का उपकरण होता है जो लकड़ी के स्टेण्ड पर लगा रहता है। इस उपकरण में एक पतली अंशांकित क्षैतिज नली लगी रहती है, जिसके एक सिरे पर 90° पर दो उदग्र चौड़े मुख की नलियां जुड़ी रहती हैं। एक नली के मुख पर रबर के कार्क की सहायता से पौधे की शाखा लगाई जाती है व

दूसरी चौड़े मुख की नली जल संग्रहक का कार्य करती है। जल संग्रहक के आधार पर स्टॉप काक लगा रहता है जो जल की मात्रा का नियंत्रण करता है। कांच की नली सेन्टीमीटर में अंशांकित होती है। इस कांच की नली का दूसरा सिरा 90° पर नीचे की ओर मुड़ा रहता है, जिसे पानी के भरे हुए बीकर में डूबा दिया जाता है।

## विधि (Method)

सर्वप्रथम पूरे उपकरण को पानी से भर लिया जाता है। तत्पश्चात् एक सक्रिय वृद्धि वाले पौधे की शाखा को जल में डूबो कर काट लिया जाता है। ताकि इसके जाइलम में वायु का बुलबुला प्रवेश न कर सके। अब इस शाखा को छिद्र वाले कॉर्क में चित्रानुसार लगाकर नलिका के चौड़े मुँह पर फिट कर दिया जाता है। मोम या वेसलीन द्वारा उपकरण के मुख को वायुरोधी कर दिया जाता है। अब इस क्षैतिज नली का जो सिरा जल में डूबा रहता है को हवा में लाकर वायु का बुलबुला प्रवेश करवाते हैं। दूसरी ओर जल संग्रहक कीप में थोड़ा जल भर रोधनी डॉट लगा देते हैं। इस पूरे उपकरण को कुछ समय के लिए प्रकाश में रख देते हैं। बुलबुले की प्रारंम्भिक स्थिति को कांच की अंशांकित नली में नोट कर लेते हैं। स्टॉप वाच द्वारा बुलबुले के द्वारा तय की गई दूरी का समय नोट कर लेते हैं। स्टॉप कॉक को थोड़ा सा खोलकर बुलबुले को वापस पूर्व स्थिति में लाया जाकर इस क्रिया को बारम्बार दोहराया जाता है।

वाष्पोत्सर्जन को प्रभावित करने वाले कारकों के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए उपर्युक्त प्रयोग को विभिन्न दशाओं में रखकर बुलबुले की गति को नोट कर लिया जाता है।

वाष्पोत्सर्जन की दर के प्रेक्षण हेतु विभिन्न स्थितियां –

1. उपकरण को तीव्र प्रकाश में रखकर
2. उपकरण को धीमे प्रकाश में रखकर
3. उपकरण को अंधेरे में रखकर
4. उपकरण को पंखे के नीचे रखकर

## प्रेक्षण (Observation)

उपर्युक्त प्रयोग से वाष्पोत्सर्जन की दर प्रति मिनट से ज्ञात की जा सकती है।

| क्र.सं. | कारक (स्थितियां | समय | बुलबुले की स्थिति | | बुलबुले द्वारा तय की गई दूरी |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | प्रारंभिक | अंतिम | |
| 1. | सूर्य के तीव्र प्रकाश में | 15 मिनट | 1.0 सेमी. | 5.0 सेमी. | 4.0 सेमी. |
| 2. | सूर्य के धीमे प्रकाश में | 15 मिनट | 1.0 सेमी. | 2.0 सेमी. | 1.0 सेमी. |
| 3. | अंधेरे में | 15 मिनट | 1.0 सेमी. | 1.0 सेमी. | 0.0 सेमी. |
| 4. | पंखे के नीचे | 15 मिनट | 1.0 सेमी. | 6.0 सेमी. | 5.0 सेमी. |

## निष्कर्ष (Inference)

वाष्पोत्सर्जन द्वारा जल की हानि से बुलबुला अंशांकित क्षैतिज की ओर बढ़ता है। निश्चित समय में बुलबुले द्वारा तय की गई दूरी उपर्युक्त सारणी में नोट की गयी है।

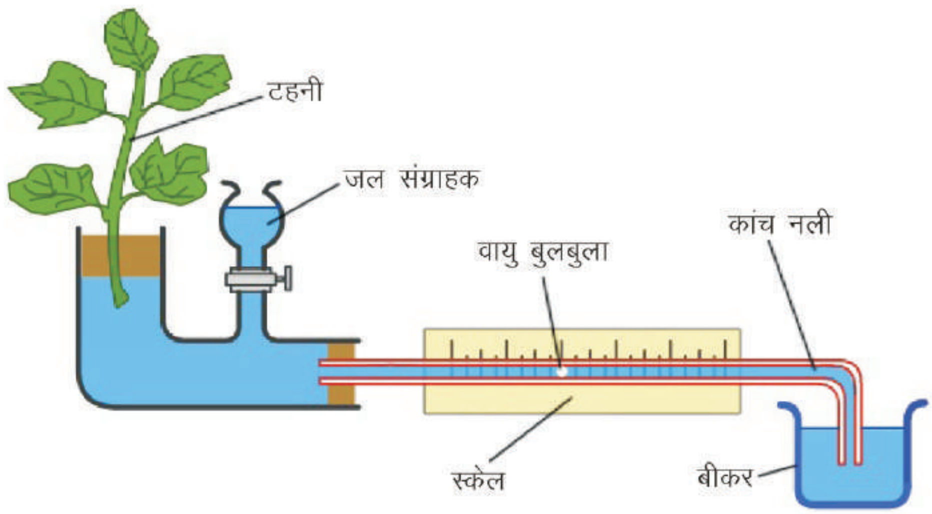
सारणी में लिये गए मानों से यह स्पष्ट होता है कि सूर्य के तीव्र प्रकाश में रन्ध्र खुले होने के कारण वाष्पोत्सर्जन की क्रिया निरंतर होती रहती है तथा बुलबुले की गति तेज रहती है। धीमे प्रकाश में रन्ध्र आंशिक रूप से खुले होने से वाष्पोत्सर्जन की दर कम रहती है अतः बुलबुले की गति भी धीमी रहती है। अंधकार में वाष्पोत्सर्जन की दर शून्य रहती है अतः बुलबुले की गति भी शून्य रहती है।

प्रयोग को पंखे के नीचे रखने से पर्ण से वाष्पोत्सर्जित जल लगातार शुष्क वायु से प्रतिस्थापित होता रहता है। इससे वाष्पोत्सर्जन की दर तेज हो जाती है। इससे बुलबुले की गति भी तेज रहती है। इस प्रकार वातावरण में आर्द्रता अधिक होती है तो वाष्पोत्सर्जन की दर कम रहती है तथा आर्द्रता कम होने पर वाष्पोत्सर्जन की दर अधिक रहती है।

इस प्रकार तापक्रम के बढ़ने के साथ–साथ वाष्पोत्सर्जन की दर भी बढ़ती जाती है लेकिन 35-40°C पर रन्ध्र बन्द हो जाते हैं तथा वाष्पोत्सर्जन की दर घट जाती है।

## सावधानियाँ (Precautions)

1. उपकरण को वेसलीन द्वारा पूर्णरूपेण वायुरोधी बनाना चाहिए।
2. पादप शाखा को पानी में डुबोकर काटना चाहिए ताकि वायु के बुलबुले जाइलम में प्रवेश न कर सके।
3. पादप शाखा का सिरा तिरछा काटना चाहिए ताकि अवशोषण की सतह बढ़ सके।
4. एक समय में एक ही बुलबुला प्रवेश कराना चाहिए।
5. बुलबुले की स्थिति सही नोट की जानी चाहिए।




चित्र 1.6 : गेनांग का पोटोमीटर

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 यदि सम्पूर्ण प्रयोग को तेज प्रकाश में रखा जाए तो क्या होगा?

उ. तेज प्रकाश में वातावरण के तापमान में वृद्धि होगी जिससे वाष्पोत्सर्जन की दर में वृद्धि होगी तथा वायु का बुलबुला तेजी से गति करेगा।

प्र. 2 यदि पोटोमीटर प्रयोग को सम्पूर्ण अंधकार में रख दिया जाए तो क्या होगा?

उ. अंधकार में वाष्पोत्सर्जन की क्रिया नहीं होगी जिससे वायु का बुलबुला गति नहीं करेगा।

प्र. 3 यदि पोटोमीटर में प्रयोग लिए जाने वाले पौधे की शाखा को पानी से बाहर काट कर काम लिया जाए तो क्या होगा?

उ. इससे वायु का बुलबुला शाखा के जायलम में प्रवेश कर जायेगा इससे वाष्पोत्सर्जन द्वारा पौधे से जल निकलने में कठिनाई होगी तथा वायु के बुलबुले की गति भी धीमी होगी।

प्र. 4 यदि पोटोमीटर उपकरण को पंखे की तेज हवा में रखा जाए तो क्या होगा?

उ. प्रयोग को पंखे की तेज हवा में रखने से वाष्पोत्सर्जन की दर में वृद्धि हो जायेगी फलस्वरूप वायु का बुलबुला तेजी से गति करेगा।

---

## प्रयोग – 1.7

**उद्देश्य** (Object) **प्रकाश संश्लेषण के दौरान ऑक्सीजन गैस के निकास का प्रदर्शन**

**आवश्यक सामग्री** (Material required)

बीकर, परखनली, कीप, हाइड्रिला का पौधा, जल, सोडियम बाईकार्बोनेट, माचिस।

**सिद्धान्त** (Principle)

प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया में हरे पौधे प्रकाश की उपस्थिति में वायुमण्डल से कार्बनडाइऑक्साइड ग्रहण कर कार्बोहाइड्रेट्स का निर्माण करते हैं तथा इस प्रक्रिया में ऑक्सीजन का निष्कासन होता है।

$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow[\text{पर्णहरित}]{\text{सूर्य का प्रकाश}} C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 6\,O_2 \uparrow$$

**विधि** (Method)

एक बीकर लेकर उसे तीन चौथाई जल से भर लेते हैं। अब एक कांच की बड़ी कीप लेकर उसमें हाइड्रिला (जलीय पादप) की 8–10 टहनियां इस प्रकार व्यवस्थित कर देते हैं कि शाखाओं के सिरे कीप की नली में तथा शाखाएं कीप में फैल जाए। कीप बीकर के जल में पूरी तरह डूबी रहनी चाहिए।

अब एक परखनली लेकर जल से पूरी भरकर इसे कीप की नली पर इस प्रकार उल्टा करते हैं कि परखनली से जल बाहर की ओर नहीं निकले। पूरे प्रयोग को सेट करने के बाद प्रकाश में रख देते हैं। बीकर के जल में थोड़ा सोडियम बाईकार्बोनेट मिला दीजिए जिससे पौधों को प्रकाश संश्लेषण के लिए पर्याप्त $CO_2$ मिलती रहे।

**प्रेक्षण** (Observation)

सूर्य के प्रकाश में उपकरण को रखने पर प्रकाश संश्लेषण की क्रिया होती है, जिसके फलस्वरूप ऑक्सीजन के बुलबुले निकलते हैं। ये बुलबुले परखनली के ऊपरी भाग में एकत्रित होते रहते हैं। इस

प्रकार परखनली में काफी मात्रा में $O_2$ गैस एकत्रित होती रहती है, जिससे परखनली में जल का स्तर गिर जाता है।

यह सुनिश्चित करने के लिए कि विमुक्त हुई गैस ऑक्सीजन है, इसमें जलती हुई तीली ले जाने पर यह और तेजी से जलती है तथा यदि बीकर के जल में पाइरोगैलिक अम्ल डाला जाए तो यह ऑक्सीजन को अवशोषित कर लेता है तथा परखनली में पुनः जल भर जाता है।

### निष्कर्ष (Inference)

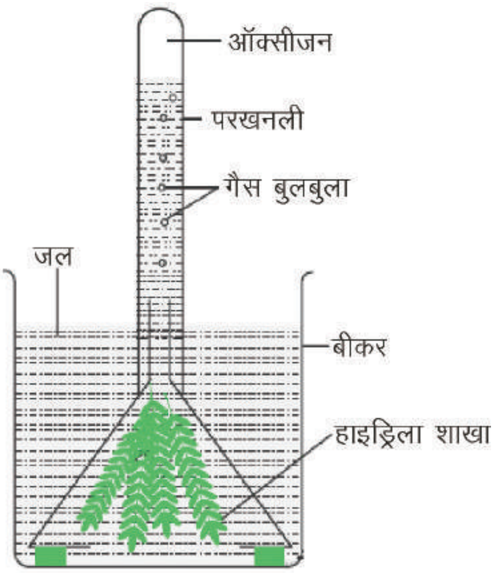
उपर्युक्त प्रयोग से यह निष्कर्ष निकलता है कि हरे पौधे सूर्य के प्रकाश में $CO_2$ व पर्णहरित की उपस्थिति में प्रकाशसंश्लेषण की क्रिया सम्पन्न करते हैं। इस प्रक्रिया में ऑक्सीजन की निर्मुक्ति होती है। ऑक्सीजन का निर्माण जल के प्रकाशीय अपघटन के फलस्वरूप होता है।

$$2H_2O \longrightarrow 2H + 2OH^-$$

$$2OH^- \longrightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$$

### सावधानियाँ (Precautions)

1. इस प्रयोग में हाइड्रिला (जलीय पादप) का उपयोग ही करना चाहिए क्योंकि वायवीय पादपों के रन्ध्र जल में बन्द हो जाते हैं।
2. हाइड्रिला के कटे हुए भाग कीप की नली की तरफ ही होने चाहिए।
3. हाइड्रिला का पौधा पूरा कीप से ढका हुआ रहना चाहिए।
4. बीकर के जल में $CO_2$ की उपलब्धता बनाये रखने के लिए सोडियम बाईकार्बोनेट चुटकी भर के डाल देना चाहिए।
5. परखनली पूरी तरह से पानी से भर कर कीप पर उलटी रखनी चाहिए। उसमें पहले से कोई भी वायु उपस्थित नहीं होनी चाहिए।




चित्र 1.7 : प्रकाशसंश्लेषण में $O_2$ का निष्कासन

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 प्रकाशसंश्लेषण किसे कहते हैं?

उ. हरे पादप द्वारा प्रकाश की उपस्थिति में $CO_2$ एवं जल के द्वारा कार्बोहाइड्रेट्स का निर्माण करना प्रकाशसंश्लेषण कहलाता है।

प्र. 2 इस प्रयोग में हाइड्रिला के स्थान पर कोई स्थलीय पादप उपयोग में लिया जाए तो क्या होगा?

उ. ऐसे स्थलीय पादप को जब जल में रखा जायेगा तो उसके रन्ध्र बन्द हो जायेंगे तथा $CO_2$ नहीं मिल पाने के कारण प्रकाशसंश्लेषण नहीं होगा तथा $O_2$ की विमुक्ति नहीं होगी।

प्र. 3 यदि इस प्रयोग में उबला हुआ जल प्रयोग में लिया जाए तो क्या परिणाम होगा?

उ. उबले हुए पानी से $CO_2$ गैस निकल जायेगी तथा $CO_2$ के अभाव में पौधे द्वारा प्रकाशसंश्लेषण नहीं होगा तथा $O_2$ की विमुक्ति नहीं होगी।

प्र. 4 अगर इस प्रयोग को अंधेरे में रख दिया जाए तो क्या होगा?

उ. प्रयोग को अंधेरे में रखने पर पौधे को प्रकाश नहीं मिलेगा तथा प्रकाश की अनुपस्थिति में प्रकाशिक अभिक्रिया नहीं होगी तथा प्रकाशसंश्लेषण रूक जायेगा।

प्र. 5 यदि इस प्रयोग में बीकर में विषैला पदार्थ (मरक्युरस क्लोराइड) मिला दिया जाए तो क्या परिणाम होगा?

उ. इससे पौधे की कोशिकाओं का जीवद्रव्य मृत हो जायेगा फलस्वरूप प्रकाशसंश्लेषण रूक जायेगा तथा $O_2$ की विमुक्ति नहीं होगी।

---

## प्रयोग – 1.8

**उद्देश्य (Object)** **मोल के प्रयोग द्वारा प्रकाशसंश्लेषण में $CO_2$ की आवश्यकता का प्रदर्शन (मोल का आधी पत्ती प्रयोग)**

### आवश्यक सामग्री (Material required)

चौड़े मुंह की बोतल, कटा हुआ रबर कार्क, गमला युक्त पौधा, KOH, आयोडीन, बीकर, स्टेण्ड।

### सिद्धान्त (Principle)

प्रकाशसंश्लेषण वह अपचयी क्रिया है, जिसमें हरे पौधे प्रकाश $CO_2$ एवं पर्णहरित की उपस्थिति में कार्बोहाइड्रेट्स का निर्माण करते हैं।

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{पर्णहरित}]{\text{प्रकाश}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \uparrow$$

### विधि (Method)

जिस पौधे को प्रयोग में काम लिया जाना हो उसे सर्वप्रथम दो दिन तक अंधकार में रखा जाता है, जिससे कि वह स्टार्च रहित हो जाए। अब एक चौड़े मुंह की बोतल लेते हैं जिसमें आधे क्षेत्र तक KOH का सान्द्र विलयन भर देते हैं। इसके मुँह पर एक कटा हुआ कार्क लगा देते हैं जिसमें गमले में लगे हुए पौधे की पर्ण को इस प्रकार लगाते हैं कि उसका आधा हिस्सा बोतल के अन्दर रहे तथा आधा बोतल से बाहर रहे। बोतल का वेसलीन द्वारा वायुरोधी बनाकर पूरे उपकरण को दिनभर के लिए सूर्य के प्रकाश में रख देते हैं।

### प्रेक्षण (Observation)

दिनभर सूर्य के प्रकाश में प्रयोग को रखने के पश्चात् पर्ण में स्टार्च के लिए आयोडीन विलयन द्वारा परीक्षण करते हैं।

पर्ण का वह भाग जो बोतल के अन्दर था, नीला रंग नहीं दर्शाता है अर्थात् स्टार्च का नकारात्मक परीक्षण देता है जबकि वह भाग जो बोतल के बाहर था, आयोडीन परीक्षण पर नीला रंग देता है अर्थात् स्टार्च का सकारात्मक परीक्षण देता है। चीरे हुए कार्क में स्थित पर्ण का भाग भी आयोडीन से कोई भी रंग नहीं दर्शाता है।

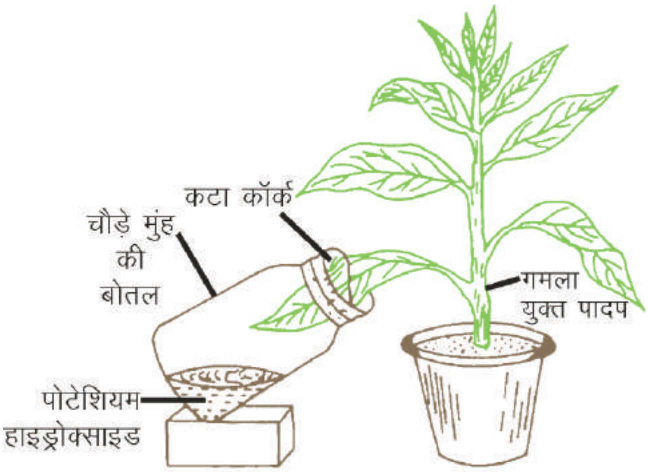
## निष्कर्ष (Inference)

बोतल के बाहर पर्ण के भाग में आयोडीन से नीला रंग दर्शाना उसमें प्रकाशसंश्लेषण से स्टार्च का बनना दर्शाता है जबकि बोतल के अन्दर पर्ण के भाग द्वारा आयोडीन से कोई रंग न दर्शाना, स्टार्च का न बनना दर्शाता है।

क्योंकि बोतल के अन्दर KOH विलयन होने से उसमें उपस्थित $CO_2$ का अवशोषण कर लिया जाता है तथा बोतल में प्रकाश व पर्णहरित होने के बाद भी प्रकाश संश्लेषण नहीं होता। अतः इससे यह सिद्ध होता है कि प्रकाशसंश्लेषण में $CO_2$ आवश्यक है। दूसरी ओर बोतल के बाहर वाले पर्ण के भाग के लिए पर्णहरित, प्रकाश, $CO_2$ सभी आवश्यक तत्व विद्यमान होने से उसमें प्रकाशसंश्लेषण द्वारा स्टार्च का निर्माण होता है। कार्क में उपस्थित पर्ण के भाग में पर्णहरित तो उपस्थित रहता है लेकिन $CO_2$ एवं प्रकाश नहीं मिलने के कारण स्टार्च नहीं बन पाता।

## सावधानियाँ (Precautions)

1. प्रयोग से पूर्व पर्ण को अंधेरे में रखकर स्टार्च रहित कर लेना चाहिए।
2. बोतल में कार्क क्षेत्र को वेसलीन आदि से सील कर वायुरोधी बना लेना चाहिए।
3. प्रयोग के समय पूरा उपकरण तीव्र प्रकाश में रखा जाना चाहिए।




चित्र 1.8 : मोल का आधी पत्ती प्रयोग

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 प्रकाशसंश्लेषण के लिए क्या–क्या आवश्यक है?

उ. पर्णहरित, कार्बनडाइऑक्साइड, प्रकाश आदि।

प्र. 2 प्रयोग से पूर्व पौधे को अंधेरे में क्यों रखा जाना आवश्यक है?

उ. प्रयोग से पूर्व पौधे की पत्तियों में उपस्थित स्टार्च को समाप्त करने के लिए अंधेरे में रखा जाता है।

प्र. 3 प्रकाशसंश्लेषण की समीकरण लिखिए।

उ.

$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow[\text{प्रकाश}]{\text{पर्णहरित}} C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 6O_2$$

प्र. 4 प्रयोग के समय बोतल के बाहर स्थित पर्ण भाग को काले कागज से ढकने पर क्या परिणाम होगा?

उ. पर्ण के बाहरी भाग पर काला कागज लपेटने के कारण प्रकाश नहीं मिलेगा तथा उस भाग में स्टार्च का संश्लेषण नहीं होगा व यह भाग स्टार्च का ऋणात्मक परीक्षण देगा।

प्र. 5 बोतल में अगर KOH के स्थान पर जल भर दिया जाये तो प्रयोग पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उ. बोतल के अन्दर KOH के स्थान पर पानी भर देने से $CO_2$ का अवशोषण नहीं होगा तथा अन्दर स्थित पर्ण के भाग को प्रकाश के साथ $CO_2$ उपलब्ध हो जायेगी फलस्वरूप स्टार्च का संश्लेषण होगा व पर्ण आयोडीन के साथ धनात्मक परीक्षण देगा।

---

## प्रयोग – 1.9

**उद्देश्य** (Object) **श्वसन के दौरान कार्बनडाइऑक्साइड ($CO_2$) के निकास का प्रदर्शन**

**आवश्यक सामग्री** (Material required)

श्वसनदर्शी, बीकर, स्टेण्ड, KOH घोल, कॉर्क, अंकुरित बीज।

**सिद्धान्त** (Principle)

श्वसन एक अपचयी क्रिया है, जिसमें जटिल कार्बनिक पदार्थ विघटित होकर सरल पदार्थों में बदल जाते हैं। ऊर्जा का विमोचन होता है तथा $CO_2$ गैस का निष्कासन होता है।

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + \text{Energy}$$

**विधि** (Method)

प्रयोग के लिए अंकुरित बीजों की आवश्यकता रहती है अतः प्रयोग प्रारंभ करने से पूर्व बीजों को भिगोकर अंकुरण हेतु रख देते हैं। उपकरण को चित्रानुसार व्यवस्थित कर लें। अंकुरित बीज लेकर श्वसनदर्शी के बल्ब में रखकर कार्क लगा देते हैं। श्वसनदर्शी की नली को इस प्रकार व्यवस्थित करते हैं कि उसका एक सिरा बीकर में रखें KOH के घोल में डूबा रहे।

प्रयोग प्रारंभ करने से पहले KOH विलयन की प्रारंभिक स्थिति नोट कर ले तथा उपकरण को 6 घण्टे तक छोड़ दें।

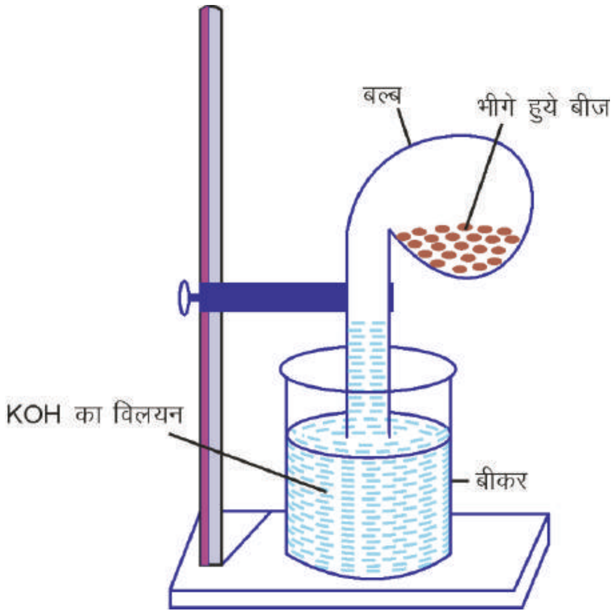
**प्रेक्षण** (Observation)

उपर्युक्त अवधि के बाद देखते हैं कि KOH का विलयन श्वसनमापी में ऊपर की ओर चढ़ जाता है।

## निष्कर्ष (Inference)

उपर्युक्त प्रेक्षण से यह निष्कर्ष निकलता है कि श्वसन की क्रिया में $CO_2$ की विर्मुक्ति होती है और उत्सर्जित $CO_2$, KOH विलयन द्वारा अवशोषित कर ली जाती है। फलस्वरूप श्वसनदर्शी के बल्ब में वायु का दाब कम हो जाता है तथा KOH का विलयन ऊपर की ओर चढ़ जाता है।

उपर्युक्त प्रयोग से यह सिद्ध होता है कि अंकुरित बीज ऑक्सीश्वसन द्वारा $O_2$ ग्रहण करते हैं तथा $CO_2$ का उत्सर्जन करते हैं।




चित्र 1.9 : श्वसन में कार्बनडाइऑक्साइड के निकास का प्रदर्शन

## सावधानियाँ (Precautions)

1. प्रयोग में अंकुरित बीजों का ही उपयोग करना चाहिए।
2. श्वसनदर्शी वायुरोधी होना चाहिए।
3. श्वसनदर्शी की नली KOH घोल में डूबी हुई रहनी चाहिए।

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 श्वसन किसे कहते हैं?

उ. श्वसन एक ऑक्सीकरण क्रिया है, जिसमें जटिल कार्बनिक पदार्थों का विघटन होकर सरल पदार्थों का निर्माण होता है।

प्र. 2 श्वसन का समीकरण लिखिए?

उ. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + \text{Energy}$

प्र. 3 प्रयोग में अंकुरित बीजों के स्थान पर सूखे बीज उपयोग में लिए जाए तो क्या होगा?

उ. सूखे बीजों में श्वसन की क्रिया नहीं होगी तथा नली में KOH का स्तर पूर्ववत ही रहेगा।

प्र. 4 यदि पूरे प्रयोग को काले कपड़े से ढक दिया जाए तो क्या होगा?

उ. श्वसन की प्रक्रिया प्रकाश एवं अंधकार से बिना निर्भर स्वतंत्र रूप से होती है अतः इस पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

## प्रयोग – 1.10

**उद्देश्य** (Object) **गेनांग श्वसनमापी (Ganong's respirometer) द्वारा श्वसन गुणांक का मापन का प्रदर्शन**

**आवश्यक सामग्री** (Material required)

गेनांग श्वसनमापी, अंकुरित बीज, स्टेण्ड, रबर की नली, कांच का ढक्कन, पारा आदि।

**सिद्धान्त** (Principle)

श्वसन की क्रिया में ऑक्सीजन ग्रहण की जाती है तथा $CO_2$ का निष्कासन होता है। एक निश्चित समयावधि में ऊत्तक के निश्चित भार द्वारा विमोचित $CO_2$ एवं अवशोषित $O_2$ के अनुपात को श्वसन गुणांक (Respiratory quotient) कहते हैं।

$$\underset{\text{(R.Q.)}}{\text{श्वसन गुणांक}} = \frac{\text{विमोचित } CO_2 \text{ का आयतन}}{\text{अवशोषित } O_2 \text{ का आयतन}}$$

**विधि** (Method)

इस प्रयोग में गेनांग का श्वसनमापी काम लेते हैं, जो कांच का एक उपकरण होता है, जिसे एक स्टेण्ड पर लगा दिया जाता है। उपकरण के एक सिरे पर बल्ब लगा रहता है, जिसमें श्वसन पदार्थ (Respiratory substrate) रखा जाता है। बल्ब में ही ऊपर की ओर एक कांच का ढक्कन लगा रहता है, जिसकी सहायता से उपकरण को वायुरोधी कर दिया जाता है। बल्ब का दूसरा सिरा एक अंशांकित नली में विस्तारित होता है। स्टेण्ड पर दूसरी ओर एक समतलन नली (Lavelling tube) होती है। दोनों ही नलियां एक रबर की ट्यूब द्वारा जुड़ी रहती है।

प्रयोग से पहले जिस श्वसन पदार्थ का RQ ज्ञात करना है अगर उसके बीज है तो उन्हें भिगो देते हैं। बीजों के अंकुरण होने के बाद इन्हें श्वसनमापी के बल्ब में रखकर कांच के ढक्कन को घुमाकर कुछ समय के लिए बल्ब एवं वायुमण्डल की वायु का सम्पर्क कर देते हैं। अंशांकित नली व समतलन नली में पारा भरा होता है। दोनों ही नलियों में पारे का तल समान होता है। कुछ समय पश्चात् बल्ब के ढक्कन को घुमाकर वायुमण्डल से सम्पर्क खत्म कर देते हैं। इस उपकरण को 4–5 घण्टे के लिए कमरे की परिस्थितियों में छोड़ देते हैं।

**प्रेक्षण** (Observation)

उपर्युक्त प्रयोग का चार पांच घण्टे पश्चात् अवलोकन करने पर निम्न परिवर्तन दिखाई देते हैं –

1. अंशांकित नली में पारे का तल अपरिवर्तित दिखाई देता है।
2. पारे का तल ऊपर चला जाता है।
3. पारे का तल नीचे चला जाता है।

**निष्कर्ष** (Inference)

1. पारे के तल में किसी भी प्रकार का परिवर्तन नहीं होना इस बात का द्योतक है कि मुक्त हुई $CO_2$

एवं प्रयुक्त हुई $O_2$ की मात्रा समान है।

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \qquad\qquad 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energy}$$

ग्लूकोज

$$RQ = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1$$

अर्थात् इस प्रयोग में प्रयुक्त श्वसन पदार्थ कार्बोहाइड्रेट्स है जिसका RQ मान 1.0 होता है।

2. यदि पारे का तल ऊपर की ओर चला जाता है तो यह इस बात का द्योतक है कि विमोचित होने वाली $CO_2$ की मात्रा प्रयुक्त $O_2$ की मात्रा की तुलना में कम है।

$$2C_{51}H_{98}O_6 + 145O_2 \longrightarrow 102CO_2 + 98H_2O + \text{Energy}$$

ट्राइपामीटीन

$$RQ = \frac{102\ CO_2}{145\ O_2} = 0.7$$

अर्थात् इस प्रयोग में प्रयुक्त श्वसन पदार्थ वसा या प्रोटीन है जिनका RQ मान 1 से कम होता है।

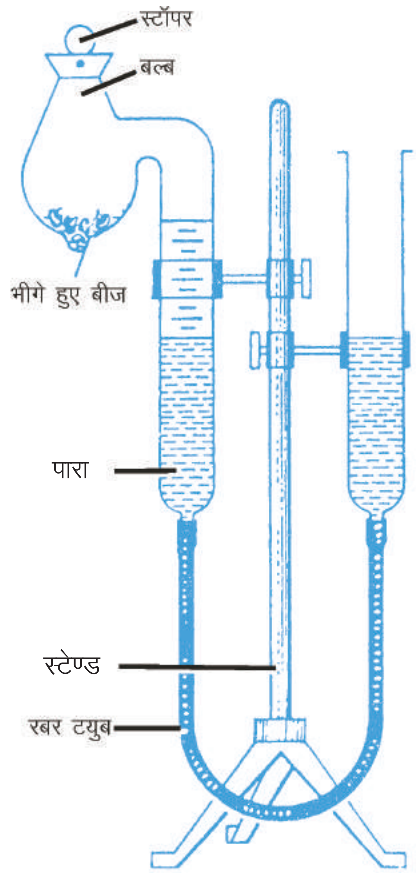
3. यदि पारे का तल नीचे गिर जाता है तो यह इस बात का द्योतक है कि श्वसन के दौरान विमोचित हुई $CO_2$ की मात्रा प्रयुक्त की गई $O_2$ की मात्रा की तुलना में अधिक है।

$$C_4H_6O_5 + 3O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 3H_2$$

मैलिक अम्ल

$$RQ = \frac{4CO_2}{3O_2} = 1.33$$

इस प्रकार इस प्रयोग में प्रयुक्त श्वसन पदार्थ कार्बनिक अम्ल है जिसका RQ मान 1 से अधिक होता है।




चित्र 1.10 : गेनांग का श्वसनमापी

## सावधानियाँ (Precautions)

1. प्रयोग में लिया जाने वाला उपकरण पूर्णरूपेण वायुरोधी होना चाहिए।
2. यह प्रयोग अंकुरित बीजों के साथ किया जा सकता है क्योंकि अंकुरित बीज अधिक

सक्रिय श्वसन करते हैं और इन्हें ऊर्जा की आवश्यकता भी अधिक रहती है।

3. प्रयोग प्रारंभ करने से पूर्व बीजों को भिगो कर काम में लेना चाहिए।
4. कांच की अंशांकित एवं समतलन नली में प्रयोग शुरू करने से पूर्व पारे का तल समान कर लेना चाहिए।
5. बल्ब का स्टॉपर कसकर बन्द कर देना चाहिए ताकि $CO_2$ पहली नली में स्तर को प्रभावित किये बगैर सीधे बाहर न निकल पाएं।

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 श्वसन गुणांक किसे कहते हैं?

उ. श्वसन में विमोचित होने वाली $CO_2$ एवं प्रयोग में ली जाने वाली $O_2$ के अनुपात को श्वसन गुणांक कहते हैं।

प्र. 2 यदि श्वसन पदार्थ के रूप में अगर गेहूँ या जौ के अंकुरित बीज काम लिये जाए तो श्वसन गुणांक क्या होगा?

उ. श्वसन गुणांक का मान 1.0 होगा क्योंकि इनमें संचित भोजन कार्बोहाइड्रेट्स होता है।

प्र. 3 यदि श्वसन पदार्थ के रूप में अरण्डी या मूंगफली के अंकुरित बीज हो तो श्वसन गुणांक क्या होगा?

उ. श्वसन गुणांक का मान 1 से कम होगा क्योंकि इनमें संचित भोजन वसा होने के कारण $O_2$ की आवश्यकता अधिक होगी फलस्वरूप श्वसन गुणांक का मान 1 से कम होगा।

प्र. 4 यदि प्रयोग में श्वसन पदार्थ के रूप में मांसल पौधों का उपयोग किया जाए तो RQ का मान क्या होगा?

उ. क्योंकि मांसल पौधों में संचित भोजन कार्बनिक अम्ल होते हैं अतः RQ का मान 1.0 से अधिक होगा।

---

## प्रयोग – 1.11

**उद्देश्य** (Object) **चाप वृद्धिमापी यंत्र** (Arc Auxanometer) **द्वारा पादप की वृद्धि का मापन करना**

### आवश्यक सामग्री (Material required)

आर्क ऑक्सेनोमीटर, स्टेण्ड डोरी, बाट, गमले में लगा पौधा आदि।

### सिद्धान्त (Principle)

पौधे की लम्बाई, भार आदि में होने वाले परिणाम वृद्धि कहलाते हैं। पौधों में वृद्धि उसकी विभज्योतक कोशिकाओं से होती है। पौधों की लम्बाई में वृद्धि शीर्ष विभज्योत्तक जैसे प्ररोह एवं मूल विभज्योत्तक के द्वारा होती है। पौधों की मोटाई पार्श्व विभज्योत्तक एवं पर्ण की लम्बाई में वृद्धि अन्तर्वेशी विभज्योत्तक द्वारा होती है।

## कार्यविधि (Method)

चाप वृद्धिमापी में एक चक्री के साथ सूचक जुड़ा रहता है तथा चक्री के ऊपर से होकर एक डोरी गुजरती है। डोरी के एक सिरे को पौधे के प्ररोह शीर्ष (Shoot apex) से बांध दिया जाता है या गोंद द्वारा चिपका दिया जाता है। डोरी को सूचक से जुड़ी चक्री के ऊपर से घुमाकर उसके दूसरे सिरे पर एक बाट लटका देते हैं। इस समय सूचक की चाप पर प्रारंभिक रीडिंग नोट कर लेते हैं तथा प्रयोग का कुछ समय के लिए छोड़ देते हैं।

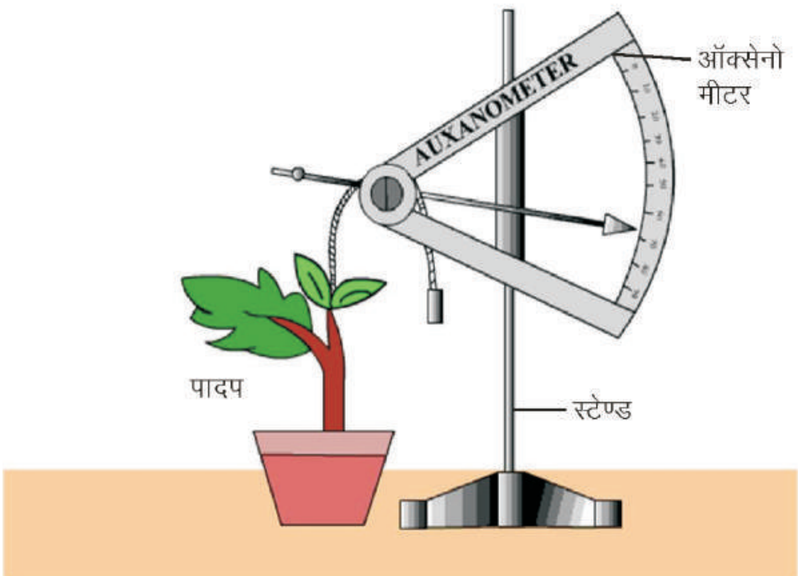
## प्रेक्षण (Observation)

पौधे की शीर्ष वृद्धि के साथ–साथ चाप सूचक चाप के ऊपर घूमता है जिसकी निश्चित समय के पश्चात् रीडिंग नोट कर ली जाती है।

## निष्कर्ष (Inference)

जैसे–जैसे तने की लम्बाई में वृद्धि होती जाती है। इस कारण चक्री के ऊपर से डोरी खिसकने लगती है। बाट के दबाव से चक्री धीरे–धीरे घूमती है। इसके परिणामस्वरूप सूचक चाप के ऊपर घूमता है और इससे वृद्धि की दर का पता लगाया जाता है।

चाप के ऊपर अन्तिम रीडिंग नोट कर प्रारंभिक रीडिंग से अन्तर निकाल लिया जाता है। इसमें पूली के आवर्द्धन का भाग देकर वास्तविक वृद्धि निकाल ली जाती है।




**चित्र 1.11 : चाप वृद्धिमापी यंत्र**

उदाहरणार्थ – यदि वृद्धिमापी 10 घण्टे में 5.0 सेमी. का अन्तर चलता है और उसका आवर्द्धन 10 गुणा है तो –

वास्तविक वृद्धि $= \frac{5}{10}$ सेमी. = 0.5 सेमी.

अर्थात् 0.5 मिमी. (10 घण्टे में)

1 घण्टे में $\frac{0.5}{10}$ मिमी. = 0.05 मिमी./घण्टा

## सावधानियाँ (Precautions)

1. पूली पर लटकाने वाला बाट ज्यादा भारी नहीं होना चाहिए।
2. गमले में लगा पौधा सक्रिय वृद्धि वाला होना चाहिए।

## मौखिक प्रश्न

प्र. 1 वृद्धि किसे कहते हैं?

उ. पौधे के लम्बाई, भार आदि में होने वाले सभी परिणाम वृद्धि कहलाती है।

प्र. 2 पौधे की लम्बाई में वृद्धि किसके द्वारा होती है?

उ. शीर्ष विभज्योत्तक द्वारा।

प्र. 3 पौधे की वृद्धि नापने के लिए कौनसा यंत्र काम में लेते हैं?

उ. आर्क ऑक्सेनोमीटर